

## Ocorrência de fungos filamentosos no ambiente de uma seção de coleções especiais

### Occurrence of filamentous fungi in the environment of the special collections section

Mayara K. Agertt<sup>1</sup> , Lizandra V. Arabidian<sup>1</sup> , Cristina Cademartori<sup>1</sup> , Anelise Beneduzi<sup>2</sup> 

Os fungos são importantes agentes de biodeterioração de acervos bibliográficos e, além disso, podem provocar doenças em seres humanos. A fim de avaliar as condições ambientais em que se encontra uma Seção de Coleções Especiais de uma biblioteca da região metropolitana de Porto Alegre/RS, foram verificados microrganismos que possam estar presentes em diferentes ambientes desta seção. Um total de 844 colônias fúngicas foram obtidas, não estando de acordo com a Resolução-RE nº 9/2003 para contaminação ambiental. Apesar disso, há uma adequada troca de ar entre os ambientes interno e externo. Foram identificados os seguintes fungos no ambiente: *Alternaria alternata*, *Aspergillus flavus*, *Bipolaris cinodontys*, *Corticaceae* sp., *Curvularia* sp., *Epicoccum nigrum*, *Fusarium asiaticum*, *Penicillium citrinum*, *P. lanoso-coeruleum* e *Periconia byssoides*. A espécie mais abundante foi *A. alternata*, correspondendo a 29,7% do total de fungos isolados. De modo geral, estes fungos são patógenos oportunistas, principalmente em indivíduos imunocomprometidos. Além disso, estes microrganismos podem causar sérios danos aos materiais de acervos, que são utilizados como fonte de nutrientes para os fungos. Sendo assim, o monitoramento ambiental de acervos é de extrema importância, não só para a conservação dos bens culturais, mas também para a manutenção de um ambiente adequado à saúde do ser humano.

**Palavras-chave:** Acervo Bibliográfico. Qualidade Ambiental. Microrganismos.

Fungi are important agents of biodeterioration of bibliographic collections that can also cause diseases in humans. To evaluate the environmental conditions of the Special Collections Section of a library in the metropolitan region of Porto Alegre/RS, studies were conducted to verify microorganisms that may be present in different environments of this section. A total of 844 fungal colonies were obtained, not in accordance with Resolution-RE nº 9/2003 for environmental contamination, but despite this, there is an adequate air exchange between the environments. The following genera and fungi species were identified: *Alternaria alternata*, *Aspergillus flavus*, *Bipolaris cinodontys*, *Corticaceae* sp., *Curvularia* sp., *Epicoccum nigrum*, *Fusarium asiaticum*, *Penicillium citrinum*, *P. lanoso-coeruleum* and *Periconia byssoides*. The most abundant species was *A. alternata*, corresponding to 29.7% of the total fungal colonies. Generally, these fungi are opportunistic pathogens generating illnesses in immunocompromised patients. Simultaneously, these microorganisms can also cause serious damage to bibliographic collections by using the composition of their material as a source of nutrients. Thus, the microbiological monitoring of environments containing collections is crucial to preserving and conserving cultural properties and maintain a suitable environment for human health.

**Keywords:** Bibliographic Collection. Environmental Quality. Microorganisms.

#### Autor Correspondente:

Anelise Beneduzi

#### E-mail:

anebeneduzi@gmail.com

**Endereço:** Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural. Rua Gonçalves Dias, 570, CEP 90130-060, Porto Alegre-RS, Brasil.

**Declaração de Interesses:** Os autores certificam que não possuem implicação comercial ou associativa que represente conflito de interesses em relação ao manuscrito.

<sup>1</sup>Ciências Biológicas, Universidade La Salle.

<sup>2</sup>Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural.

## INTRODUÇÃO

Os fungos são onipresentes na natureza e podem provocar sérios problemas aos seres humanos (1). Aproximadamente 300 espécies de fungos já foram descritas como sendo de potencial alérgeno e manifestam-se clinicamente, causando sintomas de asma brônquica e rinite (2). As vias aéreas superiores ou os traumatismos epidérmicos devido a objetos perfuro-cortantes são as principais portas de entrada no hospedeiro. Segundo a Agência de Vigilância Sanitária (3), os fungos filamentosos ou bolores, de modo geral, não fazem parte da microbiota humana; sendo assim, o homem não é um reservatório importante. No entanto, são oportunistas e eventualmente podem estabelecer relação de parasitismo em seres humanos imunocomprometidos, acarretando danos à saúde. Estes microrganismos também são anemófilos e disseminam-se pelo ar por meio de esporos (4) e por conta disso, acabam sendo importantes agentes de biodeterioração (5). Este tipo de deterioração pode ocorrer por diferentes processos, como os mecânicos, químicos ou por metabólitos secundários liberados causando manchas nos substratos colonizados por estes fungos. Como processo mecânico, pode-se citar as mudanças originadas pela ação dos agentes biológicos, pela presença de certas estruturas, assim como pelas transformações que eles originam, onde ocorre uma perda de coesão do suporte devido à ação mecânica dos organismos (movimento ou crescimento); os fragmentos produzidos do material original se desprendem com facilidade por causa da pressão exercida pelo crescimento dos organismos ou de suas estruturas (por exemplo, hifas fúngicas) (6). O processo químico, por sua vez, ocorre quando o material é danificado por enzimas excretadas por estes microrganismos, como celulasas, hemicelulasas, proteases, pectinases e enzimas lignolíticas (6). Um fenômeno denominado *foxing* pode ocorrer quando um material é afetado devido a excretas resultantes do metabolismo fúngico, tais como os ácidos e os pigmentos, que são cumulativos e são responsáveis pela formação de manchas e possíveis descolorações que alteram a estética dos materiais, principalmente documentos (7).

O crescimento fúngico inicia-se quando a temperatura e a umidade relativa do ambiente são favoráveis para a formação dos esporos, e estes, por sua vez, são eliminados no ambiente espalhando-se através do vento, onde encontrarão um local favorável para germinar e originar hifas que formarão um novo fungo (8). Além disso, como heterótrofos, necessitam de matéria orgânica para a sua sobrevivência, desenvolvendo-se bem em lugares úmidos e com pouca luz (9). Em bibliotecas, os fungos são muito comuns, agrupando-se em espaços que contenham muita matéria orgânica que será utilizada como nutriente, tais como papel, cola de amido, couro e pano (10).

A Seção de Coleções Especiais da biblioteca analisada nesta pesquisa conta com aproximadamente 30.000 exemplares, incluindo folhetos, livros, periódicos, mapas, fitas cassetes e disquetes, que são, em sua maioria, provenientes de doações feitas pela comunidade. O livro mais antigo desta seção é de Anthony Burgess e foi publicado em 1656: *CXLV expository sermons upon the whole 17th chapter of the gospel according to St John, or Christs prayer before his passion explicated, and both practically and polemically improve*. A seção localiza-se nas dependências de uma biblioteca, em uma sala climatizada com 164,30 m<sup>2</sup> e sem aberturas externas. A umidade relativa do ar é de aproximadamente 68% e a temperatura, mantida em torno de 23 °C das 8h às 22h, ficando no restante do tempo sem climatização. Esta seção é de acesso restrito e não tem circulação intensa de pessoas. Portanto, este trabalho teve como objetivo quantificar e identificar, em nível de gênero e/ou espécie, bactérias e fungos filamentosos coletados em diferentes ambientes desta Seção de Coleções Especiais de uma biblioteca localizada na região metropolitana de Porto Alegre/RS.

## METODOLOGIA

### COLETA DAS AMOSTRAS

As amostras foram coletadas no dia 15/08/2017, no ambiente da Seção de Coleções Especiais desta biblioteca localizada na região metropolitana de Porto Alegre/RS, de acordo com a metodologia de Abreu et al. (11). Os pontos específicos do acervo utilizados para a coleta foram: a mesa de leitura (ML), as saídas de ar-condicionado (AC1, AC2 e AC3), os corredores entre as estantes de livros (denominados divisórias D1 a D7) e, como controle, o lado externo da Seção (LE) (Figura 1).

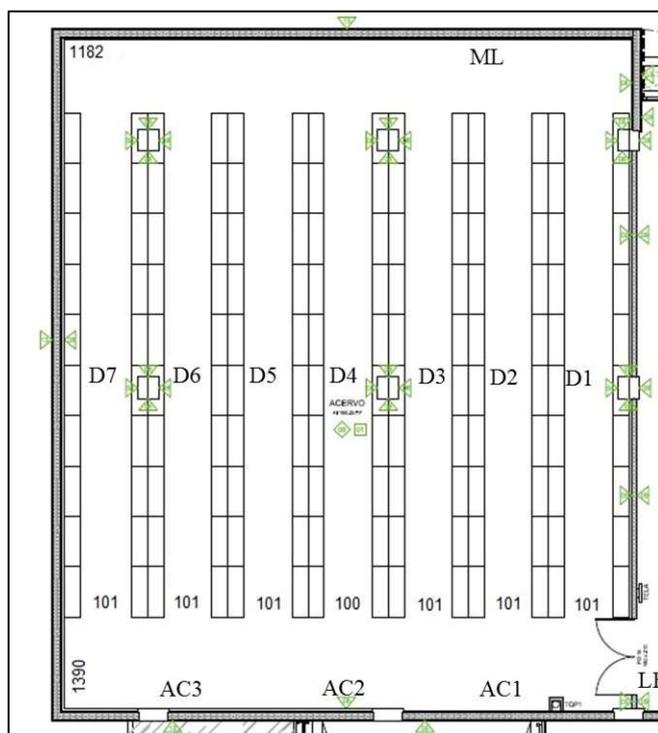


Figura 1 - Planta baixa da Seção de Coleções Especiais da biblioteca onde foram realizadas as coletas de microrganismos ambientais. Ar-Condicionado (AC), Divisória (D), Mesa de Leitura (ML) e Lado Externo (LE).

As placas com meio de cultura foram deixadas abertas em cada ponto referenciado acima, utilizando-se o método gravitacional, durante 60 minutos. Estas continham os meios *Batata-Dextrose-Ágar* (BDA) e *Plate Count Agar* (PCA) em triplicatas para contagem de colônias fúngicas e bacterianas, respectivamente (11). Após a amostragem, as placas foram levadas ao laboratório e incubadas por 7 dias em estufa a 28 °C para o crescimento fúngico, e por 48 horas em estufa a 35 °C para crescimento bacteriano.

### CONTAGEM DOS MICRORGANISMOS COLETADOS

Ao término da incubação foram feitas contagens das unidades formadoras de colônias (UFC), utilizando-se o método de Contagem Padrão em Placas (CPP) (12), e os resultados expressos em UFC/m<sup>3</sup>. O Teste ANOVA fator único foi calculado no programa Excel para verificação de diferenças significativas da contagem de fungos entre os locais de coleta. Foi calculada também a relação entre as contagens de fungos nos ambientes Interno/Externo (I/E) em cada área de acordo com Abreu et al. (11). Após a contagem, foram selecionadas 14 colônias com diferentes morfologias para a posterior identificação do gênero e/ou espécie a que pertencem.

## EXTRAÇÃO DE DNA E PCR DOS ISOLADOS FÚNGICOS SELECIONADOS

Foram selecionadas 14 colônias com diferentes morfologias para a extração de DNA conforme metodologia de Abreu et al. (11). O micélio das colônias foi raspado e colocado em microtubos contendo 700 µl de solução tampão de extração CTAB 2% (20 Mm EDTA, 0.1 M Tris-HCL pH 8.0, 1.4 M NaCL, 2% CTAB) e 5 µl de proteinase K (20mg). Após homogeneizar os microtubos, foram adicionados 500 µl de clorofórmio – álcool isoamílico (24:1) e, em seguida, o tubo foi homogeneizado novamente no vórtex por 1 minuto. As amostras foram centrifugadas durante 10 minutos a 12.000 rpm. O sobrenadante foi transferido para novos microtubos e foram adicionados 500 µl de isopropanol gelado. Após secagem, o DNA foi ressuspensionado em 30 µl de TE e checado em gel de agarose 1% corado com *blue green loading dye I* (LGC Biotecnologia).

Um fragmento do ITS (*Internal Transcribed Spacer*) do DNA ribossomal foi amplificado das amostras fúngicas em um termociclador *Veriti 96 Thermal Cycler* (*Applied Biosystem*) em 25 µl de reação contendo 1 µl de DNA; 2,5 µl de tampão de PCR; 0,1 µl de cada primer BaC; 1 µl de MgCl<sub>2</sub> (*Invitrogen*), 1 µl de DMSO; 1 µl de cada dNTP (*Amersham Biosciences*) e 0,2 µl Taq DNA polimerase (*Invitrogen*). A sequência ITS (aproximadamente 800 pb) foi amplificada utilizando os primers descritos por White et al. (13): ITS1 (5'TCC GTA GGT GAA CCT TGC GG 3') e ITS4 (5'TCC TCC GCT TAT TGA TAT GC 3'). As condições de ciclagem foram as seguintes: um ciclo inicial de desnaturação a 94 °C por 5 min e 30 ciclos de amplificação, sendo cada ciclo composto por: 1 fase de desnaturação a 94 °C por 1 min, anelamento a 54 °C por 1 min e extensão a 72 °C por 45 s. A extensão final foi de 72 °C por 5 min. Os produtos da PCR foram analisados em gel de agarose 1% corado com *blue green loading dye I* (LGC Biotecnologia). Os sequenciamentos do fragmento 16S rDNA foram realizados no laboratório ACTGene do Centro de Biotecnologia da UFRGS, no sequenciador automático *ABI-PRISM 3500 Genetic Analyzer* (*Applied Biosystems*). Os resultados do sequenciamento foram comparados com as sequências disponíveis no *GenBank* por meio do programa BLASTN/NCBI (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST/>). As sequências dos quatorze isolados fúngicos obtidos neste estudo foram depositadas no banco de dados (*GenBank*) com os números de acesso MK158297 a MK158310 (13).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A conservação de acervos é uma importante atividade que preserva a integridade e a longevidade dos bens culturais. Por isso, o monitoramento e a identificação dos microrganismos ambientais presentes podem auxiliar em medidas mitigatórias a fim de amenizar os impactos causados aos materiais e aos seres humanos. Para Abrunhosa et al. (14), “preservar supõe ações para reter os itens potenciais que podem causar danos nas obras, ou seja, resguardar o bem para que ele não sofra nenhum mal ou dano”. A conservação, por sua vez, seria um conjunto de ações dirigidas para alongar a vida da obra, resguardando de dano, de decadência, de deterioração, entre outros fatores (14). São muitos os fatores que contribuem para a degradação dos materiais de um acervo, sendo a presença de microrganismos um fator relevante nestes ambientes. Segundo Martins (15), a IFLA (*International Federation of Library Associations*) indica que as temperaturas devem ficar entre 18 °C a 20 °C e a umidade relativa do ar, entre 50% a 60% para uma preservação adequada dos acervos em bibliotecas. De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (16), as principais fontes nos ambientes interiores para o surgimento de fungos são os materiais porosos orgânicos úmidos, os forros, as paredes, os isolamentos úmidos, o ar externo, o interior de ar-condicionado, os dutos sem manutenção e os vasos de terra com plantas. A partir disto, existem algumas principais medidas corretivas que podem ser adotadas, tais como: manter a umidade ambiental adequada, realizar a higienização dos

ambientes e do sistema de climatização, eliminar materiais que já estejam contaminados, restringir ou eliminar totalmente vasos de plantas e utilizar filtros (G-1) para a renovação do ar.

Sendo os fungos os microrganismos mais encontrados em ambientes de acervos em geral, neste estudo houve somente o crescimento fúngico significativo nas placas coletadas nos diferentes pontos da Seção de Coleções Especiais da biblioteca analisada, não havendo crescimento bacteriano expressivo nas placas coletadas. Importante ressaltar que estes resultados são pontuais e refletem somente o dia da coleta ambiental, não sendo possível fazer outras considerações, tais como, variações sazonais. Foram contabilizadas 844 colônias fúngicas, sendo que o Valor Máximo Recomendável (VMR), para contaminação microbiológica, deve ser  $<750 \text{ UFC/m}^3$  para fungos, de acordo com a Resolução Anvisa nº 9/2003 (16). Portanto, a Seção de Coleções Especiais não se encontra dentro das normas para os níveis de contaminação microbiológica. Considerando o número de  $\text{UFC/m}^3$  descrito na tabela 1, pode-se observar que a amostra ML (mesa de leitura) e a divisória D2 têm o maior número de colônias (35 e 32  $\text{UFC/m}^3$ , respectivamente), possivelmente, devido ao fato de ambas estarem próximas a uma parede que contém mofo. Não houve diferença significativa na quantidade de colônias fúngicas encontradas entre os diferentes locais amostrados.

Tabela 1 - Média de colônias fúngicas ( $\text{UFC/m}^3$ ) coletadas em placas de ágar BDA em diferentes ambientes do acervo da Seção de Coleções Especiais de uma biblioteca da região metropolitana de Porto Alegre/RS. Ar-Condicionado (AC), Divisória (D), Mesa de Leitura (ML) e Lado Externo (LE).

Ambiente	Média de colônias fúngicas ( $\text{UFC/m}^3$ )
AC1	24
AC2	30
AC3	21
D1	22
D2	32
D3	18
D4	16
D5	15
D6	19
D7	23
ML	35
LE	27

Também foi calculada a relação entre as contagens de fungos nos ambientes Interno/Externo (I/E) em cada área. Valores de I/E acima do 1,5 indicam que a troca de ar do ambiente não está sendo adequada (16). Portanto, os valores da relação I/E obtidos neste estudo estão adequados, entre 0,5 a 1,3 (Tabela 2), e encontram-se dentro das normas estabelecidas para a preservação de acervos.

Tabela 2 - Comparativo das contagens de  $\text{UFC/m}^3$  dos fungos coletados nos diferentes espaços internos e no ambiente externo da Seção de Coleções Especiais de uma biblioteca da região metropolitana de Porto Alegre/RS. Ar-Condicionado (AC), Divisória (D), Mesa de Leitura (ML) e Lado Externo (LE).

Ambiente Interno – I ( $\text{UFC/m}^3$ )	Ambiente Externo – E ( $\text{UFC/m}^3$ )	I/E
AC1 – 24	27	0,9
AC2 – 30	27	1,1
AC3 – 21	27	0,8
D1 – 22	27	0,8
D2 – 32	27	1,2
D3 – 18	27	0,7
D4 – 16	27	0,6
D5 – 15	27	0,5

D6 – 19	27	0,7
D7 – 23	27	0,8
ML – 35	27	1,3

Foram selecionados quatorze isolados fúngicos representativos, os quais foram sequenciados e identificados em nível de gênero e/ou espécie. Os nove gêneros identificados foram *Alternaria*, *Curvularia*, *Penicillium*, *Epicoccum*, *Aspergillus*, *Bipolaris*, *Periconia*, *Fusarium* e *Corticaceae*. O gênero *Alternaria* foi o mais abundante, sendo encontrado em todas as áreas amostradas, correspondendo a aproximadamente 30,6% do total de colônias fúngicas coletadas, sendo 29,7% identificados ao nível de espécie como *Alternaria alternata*. Destes 14 isolados, 11 foram identificados ao nível de espécie: *A. alternata*, *Penicillium lanoso-coeruleum*, *Penicillium citrinum*, *Epicoccum nigrum*, *Aspergillus flavus*, *Bipolaris cynodontis*, *Periconia byssoides* e *Fusarium asiaticum* (três isolados corresponderam a *E. nigrum* e dois, a *P. lanoso-coeruleum*). Não puderam ser identificadas 60,4% das colônias obtidas, por não ser possível encontrar a correspondência no banco de dados (Tabela 3).

Tabela 3 - Porcentagem de cada gênero/espécie contabilizados na Seção de Coleções Especiais de uma biblioteca da região metropolitana de Porto Alegre/RS.

Gênero/Espécie	%
Não identificado	60,4
<i>Alternaria alternata</i>	29,7
<i>Bipolaris cynodontis</i>	2,5
<i>Corticaceae</i> sp.	2,1
<i>Aspergillus flavus</i>	1,1
<i>Fusarium asiaticum</i>	1,1
<i>Alternaria</i> sp.	0,9
<i>Epicoccum nigrum</i>	0,6
<i>Penicillium lanoso-coeruleum</i>	0,5
<i>Penicillium citrinum</i>	0,5
<i>Curvularia</i> sp.	0,4
<i>Periconia byssoides</i>	0,2

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (3), o gênero *Aspergillus*, por ser um patógeno oportunista, pode causar doenças pulmonares e, em alguns casos, sinusite, caso o sistema imune do hospedeiro esteja comprometido. Segundo o Centro de Vigilância Epidemiológica do Estado de São Paulo - CVE (17), espécies de *Aspergillus flavus* podem causar doenças como necrose aguda, cirrose e carcinoma de fígado em diversas espécies animais devido às aflatoxinas, que são compostos tóxicos produzidos por certas cepas deste grupo, principalmente a aflatoxina B1. Em condições favoráveis, estes fungos crescem em alimentos como amendoins, nozes e outras sementes oleaginosas (18). As infecções relacionadas ao gênero *Fusarium* ocorrem principalmente nos períodos de clima

quente, sendo que o aumento de sua incidência em alguns centros é a terceira causa mais comum de micose invasiva, perdendo somente para *Candida* e *Aspergillus* (19). A espécie *Fusarium asiaticum*, que foi identificada na Seção de Coleções Especiais analisada, não está na lista de espécies do gênero *Fusarium* causadores de doenças, que são: *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. moniliformie* e *F. proliferatum* (20).

As espécies dos gêneros *Aspergillus*, *Alternaria*, *Penicillium* e *Curvularia*, encontradas neste estudo, são geralmente causadoras de alergias em pessoas sensíveis, especialmente em ambientes quentes e úmidos que favorecem a formação de mofo nas paredes e nos objetos (1). As espécies do gênero *Penicillium* também produzem micotoxinas, que variam muito, dependendo da espécie, sendo a ocratoxina A (OTA), a patulina, a citrinina e a citreoviridina as mais frequentemente encontradas (21). Pfohl-Leszkiwicz e Manderville (22) reuniram em uma revisão vários estudos que comprovaram que muitas destas micotoxinas são carcinogênicas, nefrotóxicas, hepatotóxicas, teratogênicas e imunossupressoras. A citrinina pode ser isolada a partir de *P. citrinum* e de espécies do gênero *Aspergillus*, atuando como uma potente nefrotoxina, além de potencial agente causador da nefropatia endêmica de Balkan; também há relatos na literatura de serem causadores de asma, rinite e conjuntivite (23). Em 1941, a citrinina foi caracterizada como antibiótico, porém, devido a sua toxicidade não pode ser utilizada para aplicações terapêuticas (24).

A maioria das espécies do gênero *Corticaceae* é cosmopolita e não patogênica, porém tem papel importante em processos de biodegradação, principalmente de madeira (25). Espécies do gênero *Bipolaris* não causam grandes danos à saúde humana, sendo a espécie *B. cynodontis* produtora de uma toxina conhecida como bipolaroxina (26), que é considerada uma das principais fitotoxinas com uma possível utilidade como herbicida natural (27). O gênero *Alternaria* compreende cerca de 50 espécies conhecidas, sendo *A. alternata* a espécie mais comum e estudada (28). É reconhecida como um patógeno de plantas e também como um alérgeno transportado pelo ar, sendo importante na degradação de matéria orgânica e frequentemente encontrada em pisos, carpetes e colchões; pode instalar-se nas molduras de janelas e paredes úmidas com revestimentos de papel ou tinta acrílica, bem como em filtros de água e ar-condicionado; também contamina tecidos, borrachas, pinturas a óleo, papel e certos materiais sintéticos. Além disso, este gênero é frequentemente encontrado em bibliotecas, apesar de normalmente permanecer atrás do gênero *Aspergillus*. Os fungos dos seguintes gêneros possuem um maior destaque na contaminação de acervos bibliográficos: *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Penicillium* e *Trichoderma* (15).

Rosa et al. (29) afirmam que os microrganismos podem prejudicar qualquer tipo de acervo, independentemente de sua constituição. A presença de fungos pode ser reconhecida em razão das manchas aparentes, que causam a destruição de textos e gravuras, e que, muitas vezes, podem ser irreversíveis. Os danos podem variar desde a mudança da coloração das folhas à deterioração na estrutura dos documentos. O descontrole da temperatura e da umidade, os problemas de higiene e renovação do ar são os principais parâmetros que auxiliam no crescimento de novas colônias fúngicas (30). Além disso, Guarnieri (31) considera também como causas de mofo nas bibliotecas a falta de espaçamento entre os documentos, o que dificulta a ventilação, fazendo com que o arejamento seja deficiente.

Todos os gêneros e/ou espécies identificadas nesta pesquisa são cosmopolitas e patógenos oportunistas para pessoas imunocomprometidas, além de alérgenos para pessoas com sensibilidade. Em relação a conservação do acervo da seção da Biblioteca analisada, ressalta-se a importância dos fungos identificados nos processos de degradação de matéria orgânica, tais como papel, cola, amido e madeira, materiais que são facilmente encontrados em acervos bibliográficos, visto que são fontes de nutrientes para os fungos (10). Apesar do comparativo entre as contagens de UFC/m<sup>3</sup> dos fungos coletados em diferentes pontos internos e o ambiente externo da Seção de Coleções Especiais da biblioteca analisada estarem dentro dos padrões, a quantidade de UFC/m<sup>3</sup> de fungos está acima do

permitido, conforme a Resolução Anvisa nº 9/2003 (16), que determina <math>750\text{ UFC/m}^3</math>. A umidade relativa do ar (68%) e a temperatura da seção (23 °C) também estão acima do recomendado, segundo a IFLA, que recomenda que a umidade deve estar entre 50 a 60% e a temperatura em torno de 20 °C, o que provavelmente facilitou o crescimento e a disseminação dos fungos no ambiente.

## CONCLUSÃO

A quantificação de colônias fúngicas realizada em diferentes pontos do ambiente interno da Seção de Coleções Especiais da biblioteca analisada apresentou resultados que não estão de acordo com a legislação vigente no que se refere à qualidade do ar de acervos bibliográficos, apesar do comparativo das contagens nos pontos internos e o externo estarem dentro dos padrões, o que evidencia uma boa troca de ar entre os ambientes. Os microrganismos predominantes nestes ambientes foram os fungos, não havendo uma detecção significativa de bactérias. A maior frequência de isolados foi do gênero *Alternaria*. De modo geral, os isolados fúngicos encontrados neste estudo são patógenos oportunistas causadores de doenças em indivíduos imunocomprometidos. Entretanto, estes microrganismos podem causar sérios danos aos materiais de acervos bibliográficos que são utilizados como fonte de nutrientes para os fungos. Sendo assim, o monitoramento microbiológico de ambientes contendo acervos é de extrema importância, não só para a preservação e conservação dos bens culturais, mas também para manter um ambiente adequado à saúde do ser humano.

## REFERÊNCIAS

- (1) OLIVEIRA, J. C. **Tópicos em Micologia Médica**. Rio de Janeiro: Control-Lab, 2014.
- (2) BRAGA, R. S. et al. Prevalência de sintomas respiratórios em servidores de bibliotecas de uma universidade pública. **Revista de Saúde Pública do Paraná**. Curitiba, v. 1, n. 1, p.74-82, 2018. <<https://doi.org/10.32811/2595-4482.2018v1n1.45>>.
- (3) ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Detecção e identificação dos fungos de importância médica*: módulo VII. 2004. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/servicos/audemicrobiologia/mod\\_7\\_2004.pdf](http://www.anvisa.gov.br/servicos/audemicrobiologia/mod_7_2004.pdf)> Acesso em: 12 dez. 2019.
- (4) BURGE, H. P. et al. Fungi in libraries: in the aerometric survey. **Mycopathologia**. Berlim, v. 64, n. 2, p.67-72, 1978. <<https://doi.org/10.1007/BF00440963>>.
- (5) GALLO, F. Aerobiological research and problems in libraries. **Aerobiologia**. Berlim, v. 9, n. 2-3, p.117-130, 1993. <<https://doi.org/10.1007/BF02066253>>.
- (6) MENEZES, A. A. R. **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). Universidade de São Paulo - USP, São Paulo, 2009.
- (7) VASANTHAKUMAR, A. et al. Microbiological survey for analysis of the brown spots on the walls of the tomb of King Tutankhamun. **International Biodeterioration & Biodegradation**. Amsterdã, v. 79, p: 56-63, 2013. <<https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2013.01.014>>.
- (8) CANEVA, G.; NUGARI, M.P.; SALVADORI, O. **Biology in the conservation of works of art**. Rome: ICCROM, 1991. Disponível em: <[https://www.iccrom.org/sites/default/files/2018-02/1991\\_caneva\\_biology\\_51352\\_light.pdf](https://www.iccrom.org/sites/default/files/2018-02/1991_caneva_biology_51352_light.pdf)> Acesso em: 12 dez. 2019.
- (9) BARROS, C.; PAULINO, W. R. **Ciências**: os seres vivos. São Paulo: Ática, 2009.
- (10) NEVES E. R. et al. Antifungal effect of different methyl and propyl paraben mixtures on the treatment of paper biodeterioration. **International Biodeterioration & Biodegradation**, Amsterdã, v. 63, n. 3, p.267-272, 2009. <<https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2008.07.011>>.

(11) ABREU, J. O. et al. Monitoramento da aeromicrobiota em ambientes internos de um instituto de ensino e pesquisa: análise quantitativa e qualitativa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IPA, 2015, p. 1-4. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2015/IV-004.pdf>> Acesso em: 12 dez. 2019.

(12) DOWNES, F. P.; ITO, K. **Compendium of methods for the microbiological examinations of foods**. Washington: Amer Public Health Assn, 2001.

(13) INNIS, M. A. et al. **PCR protocols: a guide to methods and applications**. Academic press. 2012. <[https://doi.org/10.1016/0307-4412\(91\)90165-5](https://doi.org/10.1016/0307-4412(91)90165-5)>

(14) ABRUNHOSA, J. J. et al. **Coletânea sobre preservação & conservação de acervos em Bibliotecas Brasileiras**. Nova Friburgo: Êxito Brasil, 2008.

(15) MARTINS, S. C. S.; MARTINS, C. M. Isolamento e controle químico de fungos filamentosos de documentos e obras de arte do Estado do Ceará. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n. 17, p. 2821-2832, 2013.

(16) ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RE nº 9, de 16 de janeiro de 2003. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RE\\_09\\_2003\\_1.pdf/629ee4fe-177e-4a78-8709-533f78742798?version=1.0](http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RE_09_2003_1.pdf/629ee4fe-177e-4a78-8709-533f78742798?version=1.0)> Acesso em: 12 dez. 2019.

(17) CVE - Centro de Vigilância Epidemiológica. 2003. Disponível em: <<http://www.saude.sp.gov.br/resources/cve-centro-de-vigilancia-epidemiologica/areas-de-vigilancia/doencas-transmitidas-por-agua-e-alimentos/doc/toxinas/aflatoxinas.pdf>> Acesso em: 12 dez. 2019.

(18) VALMORBIDA, R. **Fungos e micotoxinas em grãos de milho (*Zea mays* L.) e seus derivados produzidos no Estado de Rondônia**. 2016. 151 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos). Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 2016.

(19) ATALLA, A. et al. Fusariose em transplante autólogo de medula óssea: relato de caso e considerações associadas. **HU Revista**. Juiz de Fora, v. 36, n. 3, p. 245-249, 2010.

(20) RICHARDSON, M. D.; WARNOCK, D. W. **Fungal infections: diagnosis and management**. London: Blackwell Science, 1997.

(21) MONTEIRO, M. C. P. **Identificação de fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* em solos preservados do cerrado**. 2010. 77 f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola). Universidade Federal de Lavras, Lavras - UFL, 2010.. Acesso em: 12 dez 2019

(22) PFOHL-LESZKOWICZ, A.; MANDERVILLE, R. A. Ochratoxin A: An overview on toxicity and carcinogenicity in animals and humans. **Molecular Nutrition & Food Research**. Nova Jersey, v. 51, n. 1, p.61-99, 2007. <<https://doi.org/10.1002/mnfr.200600137>>

(23) SCOARIZE, M. M. R.; FALCIONE, R. Micotoxina citrinina, propriedades e contaminação de grãos, animais e problemas na saúde. **Arquivos do MUDI**. Maringá, v. 17, n. 2, p. 319-337, 2013.

(24) CRUZ, J. S.; COSTA, G. L.; FIGUEROA-VILLAR, J. D. História, aplicações, atividade e modificações da citrinina. **Revista Virtual de Química**. Niterói, v. 8, n. 3, p.650-664, 2016. <<https://doi.org/10.5935/1984-6835.20160049>>

(25) GRESLEBIN, A.G.; RAJCHENBERG, M. Diversity of *Corticaceae* sens. lat. in Patagonia, Southern Argentina. **New Zealand Journal of Botany**. Abingdon, v. 41, n. 3, p.437-446, 2003. <<https://doi.org/10.1080/0028825X.2003.9512861>>.

(26) LAFORET, E. P. Especies oportunistas de importancia clínica de los géneros *Biopolaris* Shoemaker y *Curvularia* Boedijn: su caracterización bajo los nuevos criterios taxonômicos. **Boletín Micológico**. Viña del Mar, v. 30, n. 2, p.40-63, 2015. <<https://doi.org/10.22370/bolmicol.2015.30.2.348>>

(27) CEH, M. A. P. **Evaluación de la actividad fitotóxica en cultivos de *Mycosphaerella fiiiensis* Morelet mediante el uso de diferentes técnicas de bioensayo**. 2001. 82 f. Dissertação. Centro de Investigación Científica de Yucatán - CICY, Mérida, 2001.

(28) INSPQ - Institut National de Santé Publique Québec. Disponível em: <<https://www.inspq.qc.ca>> Acesso em: 12 dez. 2019.

(29) ROSA, H.; et al. Ocorrência de fungos filamentosos em acervo da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Goiás. **Revista de Patologia Tropical/Journal of Tropical Pathology**. Goiânia, v. 37, n. 1, p. 65-69, 2008. <<https://doi.org/10.5216/rpt.v37i1.4033>>.

(30) SERIPIERRI, D. **Manual de conservação preventiva de documentos: papel e filme**. São Paulo: USP, 2005.

(31) GUARNIERI, A. C. **Notas sobre o mofo nos livros e papéis**. São Paulo: Museu da Indústria, Comércio e Tecnologia de São Paulo, 1980.

Recebido: 23 de dezembro de 2020

Aprovado: 22 de março de 2021



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.