



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**

Relatório de Atividade sobre

**Amostras de Fungos Coletados no Acervo Musical do Parque Vicentina
Aranha.**

Profa. Dra. Elisa Esposito

**SÃO JOSÉ DOS CAMPOS
Período referente a 2024**

RESUMO

Os fungos representam importantes agentes de biodeterioração em acervos históricos de papel, incluindo livros e partituras musicais. Mecanismos micólicos, como produção de enzimas celulolíticas e pigmentos, além de estratégias adaptativas a ambientes extremos, são descritos na literatura recente (Gadd et al., 2024). Estudos empíricos (Sequeira et al., 2024; Stratigaki et al., 2024) evidenciam a presença de gêneros como *Penicillium*, *Aspergillus* e *Cladosporium* em coleções antigas, com riscos microbiológicos e patológicos; e outros autores (Derksen et al., 2024) destacam a importância do controle microclimático para mitigação da biodeterioração.

O material examinado foi coletado nas salas do Acervo Musical do Parque Vicentina Aranha, retirando amostras com *swab* de livros e partituras e também do ar, utilizando placas com Meios de cultura específicos para fungos. No laboratório de Biotecnologia da UNIFESP, o material dos swabs foi devidamente inoculado em meio de cultura BDA (Batata Dextrose Ágar) e incubado, juntamente com as placas, a 28°C, durante 7 dias. Após este período as colônias crescidas foram examinadas em microscopia óptica para caracterização e possível identificação.

A primeira parte deste relatório mostra os resultados obtidos das coletas das salas acima mencionadas e a segunda parte, consta de recomendações de biossegurança.

SUMÁRIO PARTE I

1. INTRODUÇÃO	5
2. OBJETIVO	5
3. MATERIAIS E MÉTODOS	7
3.1. MATERIAIS	7
3.2. LOCAL	
3.3 COLETA	7
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	8
4.1. Coleta de amostra “Triagem maestro”.	8
4.2. Coleta de amostra “Ar Maestro”.	9
4.3. Coleta de amostra “Ar Maestro 2”.	11
4.4. Coleta de amostra “Ar Maestro 3”.	12
4.5. Coleta de amostra “Caixa maestro”.	13
5. CONCLUSÃO	14
6. REFERÊNCIAS	15
7. PARTE II Recomendações de Biossegurança	17

1. INTRODUÇÃO

Fungos Degradadores de Materiais Históricos: Impactos sobre Livros, Partituras Musicais e Documentos

A preservação de acervos históricos em papel, incluindo livros, partituras musicais e documentos, enfrenta desafios constantes relacionados à biodeterioração, um processo de degradação promovido por microrganismos como fungos e bactérias. Os fungos são os agentes biológicos mais frequentes e danosos nesse contexto, devido à sua capacidade de colonizar substratos orgânicos e produzir enzimas que degradam os componentes estruturais do papel, como a celulose e a hemicelulose (Sterflinger & Pinzari, 2012).

Principais Fungos Envolvidos na Degradação

Entre os gêneros fúngicos mais comumente associados à biodeterioração de materiais bibliográficos e musicais estão *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Chaetomium* e *Trichoderma*. Esses microrganismos desenvolvem-se em ambientes com alta umidade relativa do ar (acima de 60%), pouca ventilação e presença de matéria orgânica, condições frequentemente encontradas em arquivos, bibliotecas e museus (Caneva, Nugari & Salvadori, 2008).

Esses fungos produzem enzimas hidrolíticas como celulasas, hemicelulasas e proteases, que degradam as fibras do papel, colas, tintas e outros materiais constituintes dos documentos. Além disso, podem gerar pigmentos e metabólitos secundários que causam manchas irreversíveis e enfraquecimento físico das peças históricas (Sterflinger, 2010).

Efeitos Específicos em Partituras Musicais e Livros

Partituras musicais, assim como livros, são particularmente vulneráveis devido à composição orgânica do papel e das tintas utilizadas, especialmente nos materiais produzidos antes do século XX. Além das celulasas, algumas espécies de *Chaetomium globosum* (Figura 1) e *Aspergillus niger* (Figura 2) produzem pigmentos escuros, que provocam manchas e diminuem a legibilidade dos textos e partituras (Pinzari et al., 2016).

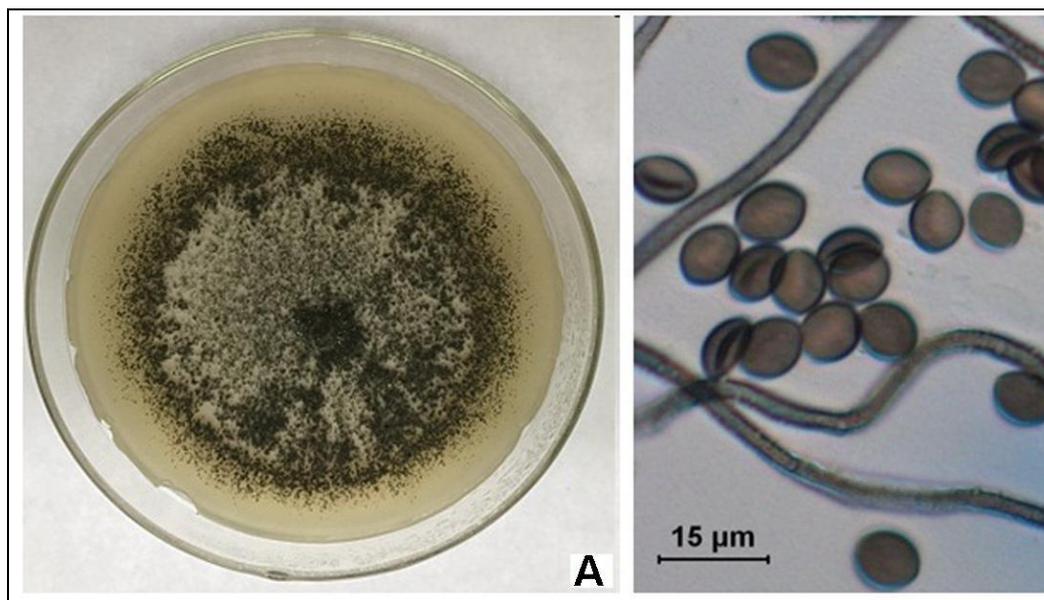


Figura 1. Características morfológicas e microestrutura de *Chaetomium globosum* (A) Colônia em meio BDA (Batata Dextrose Ágar); (B) Micrografia dos esporos. REF. Zhai e col. 2017.

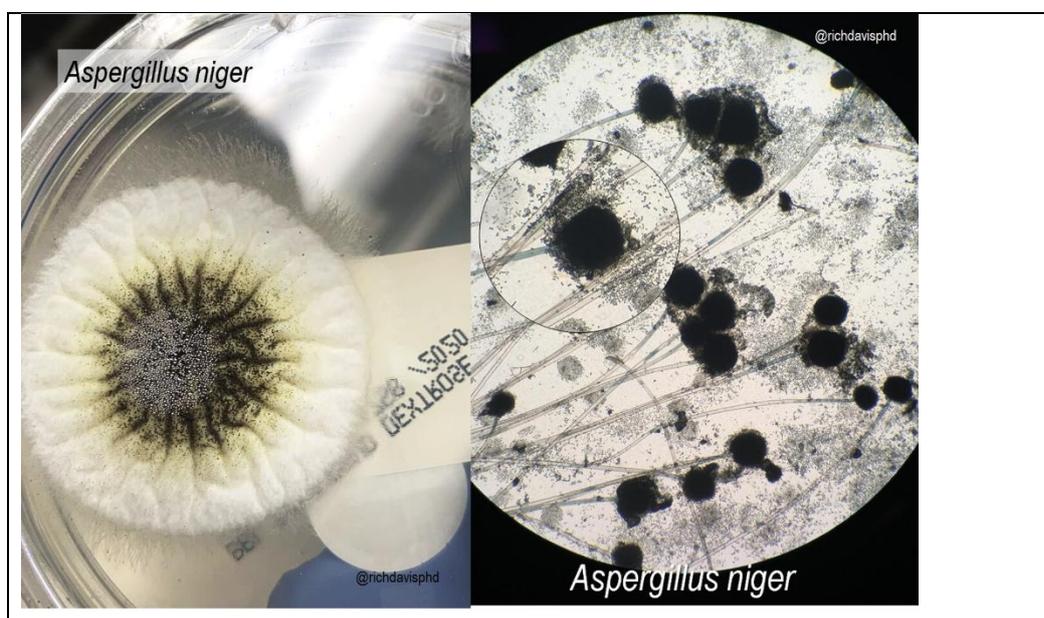


Figura 2. Características morfológicas e Microestrutura de *Aspergillus niger*.

REF. Rich Davis, PhD, D(ABMM), MLS @richdavisphd

Outro problema é a degradação das colas de encadernação e dos suportes de couro ou tecido, que podem ser atacados por fungos proteolíticos, favorecendo a desintegração das estruturas dos livros e dos conjuntos de partituras (Ciferri, 1999).

Conservação e Controle Microbiológico

A prevenção da biodeterioração fúngica envolve o controle rigoroso das condições ambientais em ambientes de guarda e exposição, com manutenção da umidade relativa entre 45% e 55%, temperatura em torno de 18°C a 22°C e adequada circulação de ar (Flieder & Capderou, 1999).

O monitoramento microbiológico periódico, associado à aplicação de métodos físicos (como ventilação forçada, filtragem de ar e uso de desumidificadores) e, quando necessário, intervenções químicas controladas, são estratégias fundamentais para garantir a preservação de acervos históricos (Sterflinger & Pinzari, 2012).

2. OBJETIVO

Coletar fungos presentes nos materiais e sala do acervo musical para determinar a possibilidade de risco patológico.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. MATERIAIS UTILIZADOS

Swab Estéril; Placa de Petri estéreis; Meio de cultura BDA (Batata Dextrose Ágar) ; Marcador permanente; Álcool 70%; Pinças estéreis, Fita Durex, Corante Azul de algodão; Lâmina, Lamínula, Bisturi, Microscópio.

3.2. LOCAL

O Parque Vicentina Aranha, localizado em São José dos Campos, São Paulo, é um espaço histórico e cultural que abriga diversas instalações, incluindo o Acervo Musical, onde estão armazenados documentos e materiais de grande valor histórico, como partituras, instrumentos e manuscritos. O ambiente do acervo é caracterizado por condições que, em muitos casos, podem favorecer o desenvolvimento de fungos, como a presença de umidade

relativa elevada e ventilação insuficiente, fatores comuns em locais de preservação de documentos antigos.

Além de sua relevância histórica, o Parque Vicentina Aranha é conhecido por ser um espaço que valoriza a cultura e a preservação do patrimônio, sendo visitado por muitas pessoas. A identificação dos fungos presentes no acervo é uma etapa essencial para a implementação de medidas de conservação adequadas, garantindo que o ambiente continue a preservar o legado cultural sem comprometer a saúde dos visitantes.

3.3 COLETAS

As coletas foram realizadas em três ambientes, identificados como Sala do Maestro (Maestro 1), Sala anexa à Sala do Maestro (Maestro 2) e Sala Externa (Maestro 3). Algumas placas de Petri, contendo o meio BDA, foram deixadas expostas para capturar fungos presentes no ar, enquanto outras foram inoculadas utilizando Swabs, que foram previamente esfregados em superfícies de objetos e, em seguida, transferidos para as placas.

3.4 CULTIVO EM LABORATÓRIO

As placas inoculadas foram incubadas a 28°C durante 7 dias, no Laboratório de Biotecnologia da Unifesp. Após este período foram observadas a olho nú e também em microscopia óptica com ampliações de 400 ou 1000x.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a coleta e plaqueamento das amostras obtidas do acervo musical, foi possível observar o crescimento de colônias fúngicas. A identificação preliminar das colônias foi realizada com base em suas características macroscópicas, como a cor, textura, e morfologia das colônias. Em seguida, as amostras foram analisadas microscopicamente para a identificação mais precisa dos fungos.

4.1. Coleta de amostra "Triagem Maestro".

Na primeira placa de Petri, foram identificadas várias colônias fúngicas distintas, sugerindo a presença de diferentes gêneros. As colônias verde-azuladas e aveludadas são características do gênero *Penicillium*, amplamente encontrado em ambientes úmidos. No

canto inferior direito, uma colônia branca com textura algodonosa sugere a presença de *Rhizopus microspore*, um fungo conhecido por formar colônias com aparência de algodão, geralmente encontrado em ambientes ricos em matéria orgânica. Uma pequena colônia marrom central pode ser o *Cladosporium cladosporioides*, conhecido por formar colônias escuras e pulverulentas. Colônias pequenas e brancas com bordas bem definidas indicam a possível presença de *Trichoderma*, enquanto algumas colônias amarronzadas podem ser indicação de *Alternaria atra*, que é caracterizado por colônias escuras com bordas difusas.



Figura 1. Placa de Petri “Triagem Maestro”.

Na análise microscópica da amostra, foi possível visualizar apenas crescimento vegetativo com estruturas hifais caracterizadas por hifas septadas e hialinas. As hifas observadas apresentam ramificações, típicas de fungos filamentosos, mas não foi possível identificar diretamente estruturas reprodutivas como conidióforos ou esporângios.

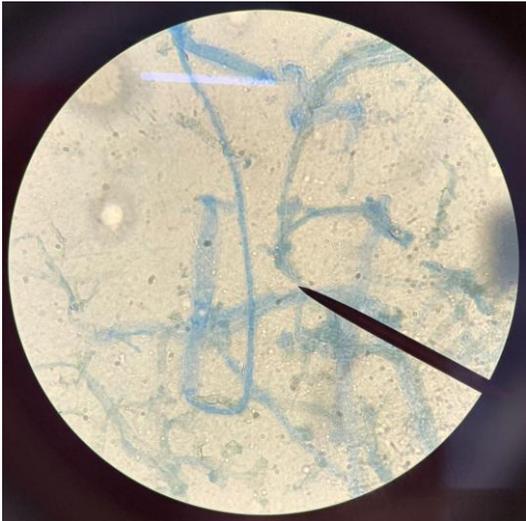


Figura 2. Imagem microscópica da amostra “Triagem Maestro”.

4.2. Coleta de amostra “Ar Maestro”.

Na segunda placa de Petri, foram observadas várias colônias fúngicas com características distintas. Uma das colônias mais notáveis apresenta coloração alaranjada intensa e uma textura densa, felpuda e algodonosa, características do fungo *Paecilomyces variotii*, conhecido por essa aparência em ambientes com alta umidade e matéria orgânica em decomposição. Além disso, foram identificadas duas colônias menores com coloração verde-acinzentada e bordas bem definidas, que sugerem a presença de fungos do gênero *Penicillium*. Esse gênero é conhecido por formar colônias de cor verde a azulada com textura suave, comuns em ambientes úmidos. Outra colônia de destaque é de cor branca, compacta e de crescimento restrito, possivelmente pertencente ao gênero *Trichoderma*, que forma colônias brancas que podem se tornar verdes à medida que amadurecem. Por fim, uma colônia pequena de coloração escura e bordas bem definidas foi observada, sugerindo a presença do gênero *Cladosporium*, que produz colônias escuras, muitas vezes verde-oliva ou pretas, com uma textura aveludada.



Figura 3. Placa de Petri “Ar Maestro”.

Na imagem microscópica, foi possível observar uma rede densa de hifas finas e septadas, entrelaçadas, formando uma estrutura complexa. Essas hifas são hialinas, o que é uma característica comum entre diversos gêneros de fungos. Não foram observadas estruturas reprodutivas na imagem, como conidióforos ou esporos, o que limita a identificação precisa do fungo. No entanto, a coloração alaranjada da colônia e a estrutura das hifas sugerem que o fungo é *Paecilomyces variotii*.

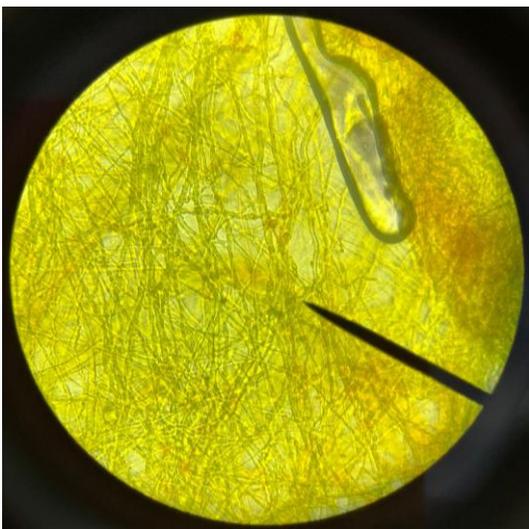


Figura 4. Imagem microscópica da amostra “Triagem Maestro”.

4.3. Coleta de amostra "Ar Maestro 2".

Na terceira placa de Petri, foi observada uma colônia fúngica principal com características distintas. A colônia possui uma coloração verde-acinzentada, com uma textura aveludada e bordas bem definidas. Esta morfologia é típica de fungos do gênero *Penicillium*, conhecido por produzir colônias com essas características.

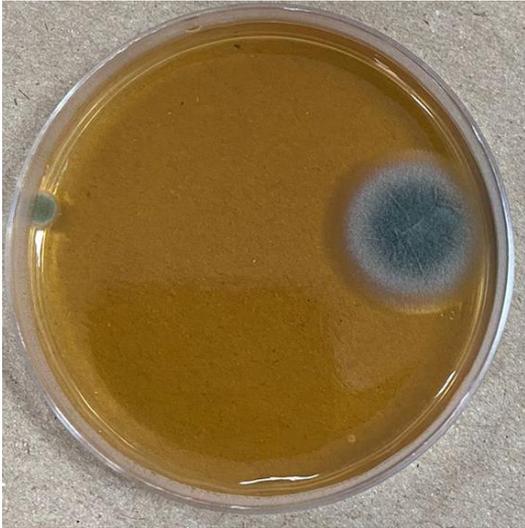


Figura 5. Placa de Petri "Ar Maestro 2".

Na análise microscópica, foram observadas hifas septadas, hialinas e ramificadas, que são típicas do *Penicillium sp.* As hifas são finas e apresentam septos. Essas hifas também exibem uma ramificação dicotômica, onde cada ramificação se divide em dois ramos de forma simétrica. Embora não tenham sido observadas estruturas reprodutivas, como conidióforos e conídios, a morfologia das hifas, juntamente com a aparência macroscópica da colônia, sugere que o fungo cultivado possa pertencer ao gênero *Penicillium*.

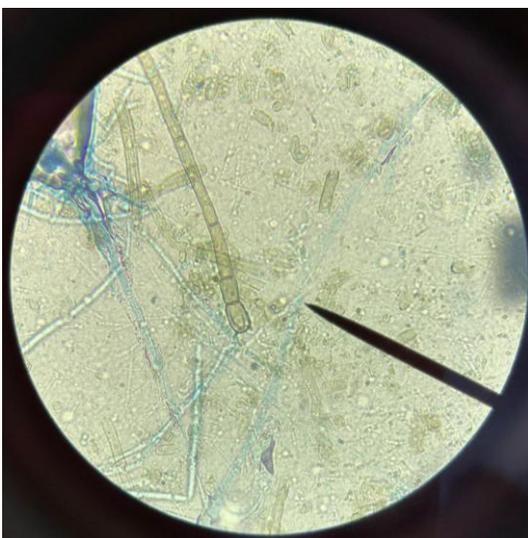


Figura 6. Imagem microscópica da amostra “Ar Maestro 2”.

4.4. Coleta de amostra “Ar Maestro 3”.

Na quarta placa de Petri, foram observadas duas colônias fúngicas distintas. A colônia maior apresentou uma coloração verde-acinzentada, com uma textura aveludada e bordas bem definidas, características típicas do gênero *Penicillium*. A segunda colônia, menor e centralizada, possui uma coloração branca e uma superfície lisa, características que são sugestivas do fungo *Aureobasidium pullulans*. Eles são conhecidos por formar colônias inicialmente brancas e lisas que podem escurecer com o tempo, adquirindo uma coloração marrom ou preta.



Figura 7. Placa de Petri “Ar Maestro 3”.

Nas imagens microscópicas, foram observadas hifas finas, septadas e hialinas, típicas do gênero *Penicillium*. As hifas apresentam ramificações dicotômicas, onde cada ramificação se divide simetricamente, característica comum desse gênero. A segunda colônia, que apresenta uma superfície lisa e de coloração branca, é consistente com *Aureobasidium pullulans*, que normalmente apresenta crescimento semelhante à levedura em estágios iniciais e pode não exibir hifas evidentes nas fases iniciais de crescimento.

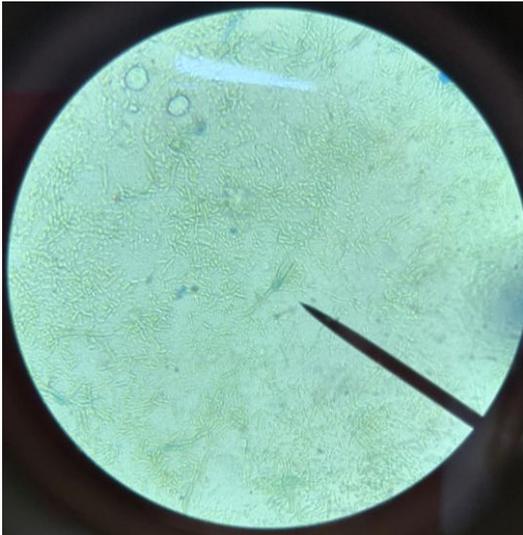


Figura 8. Imagem microscópica da amostra “Ar Maestro 3”.

4.5. Coleta de amostra “Caixa maestro”.



Figura 9. Placa de Petri “Caixa Maestro”.

Na quinta placa de Petri analisada, não foi observado o crescimento de colônias fúngicas após o período de incubação. A ausência de crescimento indica que, nas condições testadas, não havia fungos viáveis ou em quantidade suficiente na amostra para se desenvolverem no meio de cultura utilizado. Esse resultado pode sugerir que a superfície ou o material analisado estava livre de contaminação fúngica no momento da coleta ou que as condições ambientais não favoreceram o desenvolvimento dos microrganismos presentes.

5. CONCLUSÃO

O breve estudo realizado no Acervo Musical do Parque Vicentina Aranha permitiu a identificação de diversas espécies fúngicas, com destaque para gêneros como *Penicillium*, *Paecilomyces*, *Cladosporium*, *Trichoderma* e *Aureobasidium*. A presença desses fungos evidencia as condições ambientais propícias para o desenvolvimento de microrganismos, como a alta umidade e ventilação inadequada, características comuns em locais de armazenamento de documentos históricos. A identificação precisa das espécies é crucial não apenas para a preservação dos materiais do acervo, mas também para a segurança dos trabalhadores e visitantes, considerando que alguns fungos podem ser potencialmente patogênicos.

A ação de fungos sobre materiais históricos de papel é um problema relevante e recorrente em instituições patrimoniais. O conhecimento sobre os agentes biológicos envolvidos e os mecanismos de degradação é essencial para o desenvolvimento de estratégias eficazes de conservação e para garantir a longevidade de acervos bibliográficos e musicais.

6. REFERÊNCIAS

- GADD, G. M.; FOMINA, M.; PINZARI, F. Fungal biodeterioration and preservation of cultural heritage, artwork, and historical artifacts: extremophily and adaptation. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, v. 88, n. 1, e00200-22, mar. 2024. pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/5journals.asm.org/5bohrum.dp.tech+5
- DERKSEN, K. et al. Fungal Biodeterioration Risk in Monastic Libraries without Climate Control. *Microorganisms*, 17 jul. 2024.
- CANEVA, G., NUGARI, M. P., & SALVADORI, O. (2008). **Plant biology for cultural heritage: biodeterioration and conservation**. Getty Publications.
- CIFERRI, O. (1999). Microbial degradation of paintings. *Applied and Environmental Microbiology*, 65(3), 879-885.
- FLIEDER, F., & CAPDEROU, C. (1999). The role of environmental parameters in paper preservation. *Restaurator*, 20(1), 1-18.
- LABFITOP. **Fungos Mitospóricos**. Disponível em: <https://labfitop.paginas.ufsc.br/files/2017/04/AULA-5-Fungos-MitosporicosAbril-2013.pdf>. Acesso em: 12 set. 2024
- KASVI. **Fungos: Doenças e Diagnóstico Médico**. Disponível em: <https://kasvi.com.br/fungos-doencas-diagnostico-medico/>. Acesso em: 13 set. 2024.
- PARQUE VICENTINA ARANHA. **O Parque**. Disponível em: <https://www.pqvicentinaaranha.org.br/o-parque>. Acesso em: 12 set. 2024.
- PINZARI, F., ISOLA, D., STERFLINGER, K., & PINAR, G. (2016). Control of indoor fungal growth in libraries and archives by ventilation management and monitoring. *Studies in Conservation*, 61(6), 315-327.
- SEQUEIRA, S. O. et al. Microbial assessment in a rare Norwegian book collection: a One Health approach to cultural heritage. *arXiv*, 29 mar. 2024. arxiv.org
- STRATIGAKI, M. et al. Fungal and bacterial species richness in biodeteriorated seventeenth century Venetian manuscripts. *Scientific Reports*, 27 mar. 2024. mdpi.com/10researchgate.net/10pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10
- STERFLINGER, K. (2010). Fungi: Their role in deterioration of cultural heritage. In Mitchell, R., & McNamara, C. J. (Eds.), **Cultural Heritage Microbiology: Fundamental Studies in Conservation Science** (pp. 31-72). ASM Press.

STERFLINGER, K., & PINZARI, F. (2012). The revenge of time: fungal deterioration of cultural heritage with particular reference to books, paper and parchment. *Environmental Microbiology*, 14(3), 559-566.

7) PARTE II RECOMENDAÇÕES DE BIOSSEGURANÇA

7.1 Controle ambiental preventivo

O controle das condições ambientais é o método mais eficaz para inibir o crescimento microbiano:

- **Controle de umidade relativa:** manter entre 45% e 55% reduzem drasticamente o risco de crescimento fúngico.
- **Controle de temperatura:** ambientes entre 18 °C e 22 °C são ideais.
- **Ventilação adequada:** uso de sistemas de ar-condicionado com filtros HEPA e renovação de ar.

7.2 Monitoramento microbiológico

Realização de amostragens periódicas de ar e superfícies com placas de sedimentação, swabs e medição de partículas em suspensão (Stratigaki et al., 2024).

7.3 Métodos físicos de descontaminação

- **Aspiradores com filtro HEPA** para remoção de esporos em superfícies.
- **Radiação UV-C** (com limitações, pois pode degradar papel e tintas).
- **Congelamento controlado** para inativação de colônias fúngicas em documentos.

7.4 Métodos químicos

Quando inevitável, o uso de biocidas deve ser restrito, seletivo e monitorado, pois muitos produtos são tóxicos para os documentos e os profissionais:

- **Etanol a 70%** e soluções aquosas de propilenoglicol para limpeza localizada.

7.5 Métodos biotecnológicos recentes

Pesquisas mais recentes investigam o uso de cepas de fungos ou bactérias antagonistas e enzimas fúngicas controladas para a remoção seletiva de contaminantes (Gadd et al., 2024).

7.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A biossegurança em ambientes de preservação documental é indispensável para garantir tanto a integridade dos acervos quanto a saúde dos profissionais. Medidas preventivas, como o controle ambiental rigoroso e o uso adequado de EPIs, devem ser acompanhadas de monitoramento microbiológico contínuo. Avanços recentes indicam o potencial de tecnologias biotecnológicas como alternativas promissoras e sustentáveis para o controle microbiano em acervos históricos.

7.8 REFERÊNCIAS

GADD, G. M.; FOMINA, M.; PINZARI, F. Fungal biodeterioration and preservation of cultural heritage, artwork, and historical artifacts: extremophily and adaptation. *Microbiol Mol Biol Rev.*, v. 88, n. 1, e00200-22, 2024.

SEQUEIRA, S. O. et al. Microbial assessment in a rare Norwegian book collection: a One Health approach to cultural heritage. *arXiv*, 2024.

STRATIGAKI, M. et al. Fungal and bacterial species richness in biodeteriorated seventeenth century Venetian manuscripts. *Scientific Reports*, 2024.

STERFLINGER, K.; PINZARI, F. The revenge of time: fungal deterioration of cultural heritage with particular reference to books, paper and parchment. *Environmental Microbiology*, v. 14, n. 3, p. 559–566, 2012.