

**MICROBIOTA FÚNGICA EM SISTEMA DE AR CONDICIONADO DE
AUTOMÓVEIS**

Rebeca Indrid dos Santos **Barbosa**¹; Elica Amara Cecilia |**Guedes-Coelho**^{1*};
Fernando Pinto **Coelho**¹; Manoel Messias da Silva **Costa**²; Euripedes Alves da **Silva
Filho**¹

¹ Universidade Federal de Alagoas

² Professor Doutor, Instituto Federal de Alagoas/IFAL/EAD e Faculdade Regional
Brasileira/UNIRB/Maceió.

*Autor para correspondência: elica.guedes@icbs.ufal.br

Recebido: 23.09. 2023 Aceito: 21.05. 2024

RESUMO: Fungos são seres eucariontes, cosmopolitas encontrados em ambientes externos e internos que podem ser propagados de diversas formas e uma delas é pelo ar denominados fungos anemófilos. Devido ao seu potencial patogênico, toxigênico e alergênico eles podem estar associados a doenças como rinites, sinusites e câncer devido a presença de micotoxinas. Bioaerossóis fúngicos são encontrados em ar condicionados nos diversos ambientes, e um destes são veículos de passeio e utilitários, porém a falta de manutenção destes equipamentos pode causar problemas à saúde de seus ocupantes. O objetivo deste estudo foi avaliar a diversidade biológica dos fungos possivelmente patogênicos, toxigênicos e alergênicos em filtros de ar condicionado de automóveis. Para isso foram recolhidos 30 filtros de automóveis em concessionárias durante a manutenção de veículos em Maceió. Os filtros recolhidos dos automóveis foram medidos, cortados e colocados em tubo Falcon com água destilada, autoclavados, levados à centrífuga à 7000 rotação por minuto (rpm), plaqueada em meio ágar sabouraud dextrose e colocados na estufa a 28°C por aproximadamente sete dias. Após crescimento dos fungos, realizou-se a contagem das unidades formadoras de colônias (UFC), seguido pelo isolamento das colônias de interesse, utilizando a técnica de cultura central. Para identificação taxonômica das espécies foram utilizadas chaves com base nas características morfológicas. Foram identificadas 11 espécies de fungos, potencialmente patogênicas e toxigênicas, porém testes feitos com ágar coco deram negativos (100%) para a presença de micotoxinas. Após as análises dos filtros, os gêneros de fungos anemófilos mais frequentes foram *Paecilomyces* spp. (80%), *Acremonium* spp. (56,7%) e *Cladosporium* spp. (40%). É importante que sejam realizados manutenção periódica nos filtros dos ar condicionado de automoveis pois serve de substrato para crescimento de fungos potencialmente patogênicos e toxigênicos.

Palavras-chave: Metabólitos fúngicos; Síndrome do edifício doente, Qualidade do ar interior; Alergias.

**FUNGAL MICROBIOTA IN AIR CONDITIONING SYSTEM
AUTOMOBILES**

ABSTRACT: Fungi are eukaryotic beings; cosmopolitan can be found to external and internal environments. They can be propagated in different ways, like through air named anemophilic fungi. Their pathogenic, toxigenic and allergenic potential, may be associated with allergic diseases such as rhinitis, sinusitis and cancer, due mycotoxins presence. Fungal Bioaerosols are found in air conditioners in various environments, like passenger and utility vehicles used daily, however the lack maintenance of these equipment can cause health problems for their occupants. The objective of this study was to evaluate fungi biological diversity in automobile air conditioning filters, for pathogenic possibility, toxigenic and allergenic concentrations. For this purpose, 30 car filters were collected from dealerships stores during vehicle maintenance in Maceió. The filters collected from cars were measured, cut and placed in a Falcon tube with distilled water, autoclaved, placed in a centrifuge at 7000 rotations per minute (rpm), plated on mix agar Sabouraud dextrose and placed an oven at 28° C for approximately seven days. After fungi grew, the colony forming units (CFU) were counted, followed by isolation in interest colonies, using technique central culture. Taxonomic keys species identification, were based on morphological characteristics. 11 species of fungi were identified, which could be potentially pathogenic and toxigenic, but tests carried out with coconut agar were 100% negative for mycotoxins presence. After filters analyses, the most frequent genera anemophilic fungi were *Paecilomyces* spp. (80%), *Acremonium* spp. (56.7%) and *Cladosporium* spp. (40%). It is important periodic maintenance on automobile air conditioning filters against potentially growth of pathogenic and toxigenic fungi.

Keywords: Fungal Metabolites, Sick Building Syndrome, Indoor Air Quality, Allergies.

**MICROBIOTA FÚNGICA EN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO
AUTOMÓVILES**

RESUMEN: Los hongos son seres eucariotas, cosmopolitas y se pueden encontrar en ambientes externos e internos, se pueden propagar de diferentes maneras y una de ellas es a través del aire llamados hongos anemófilos. Por su potencial patógeno, toxigénico y alergénico, pueden estar asociados a enfermedades alérgicas como rinitis, sinusitis y cáncer por la presencia de micotoxinas. Bioaerosoles fúngicos se encuentran el aire acondicionado en los diferentes ambientes, y uno de estos son los vehículos de pasajeros y utilitarios que se utilizan diariamente, sin embargo la falta de mantenimiento de estos equipos puede causar problemas de salud a sus ocupantes. El objetivo de este estudio fue evaluar la diversidad biológica de hongos posiblemente patógenos, toxigénicos y alergénicos en filtros de aire acondicionado de automóviles. Para ello, se recogieron 30 filtros de automóviles en concesionarios durante el mantenimiento de vehículos en Maceió. Los filtros recolectados de los autos fueron medidos, cortados y colocados en un tubo Falcon con agua destilada, autoclavados, colocados en una centrífuga a 7000 revoluciones por minuto (rpm), sembrados en medio agar dextrosa Sabouraud y colocados en una estufa a 28°C durante aproximadamente siete días. Luego del crecimiento de los hongos, se contaron las unidades formadoras de colonias (UFC), seguido del aislamiento de las colonias de interés, mediante la técnica de cultivo

central. Para la identificación taxonómica de especies se utilizaron claves basadas en características morfológicas. Se identificaron 11 especies de hongos que podrían ser potencialmente patógenos y toxigénicos, pero las pruebas realizadas con agar coco resultaron negativas (100%) para la presencia de micotoxinas. Tras analizar los filtros, los géneros más frecuentes de hongos anemófilos fueron *Paecilomyces* spp. (80%), *Acremonium* spp. (56,7%) y *Cladosporium* spp. (40%). Es importante que se realice un mantenimiento periódico a los filtros de aire acondicionado de los automóviles ya que sirven como sustrato para el crecimiento de hongos potencialmente patógenos y toxigenicos

Palabras clave: Metabolitos Fúngicos; Síndrome del edificio enfermo, Calidad del aire interior; Alergias.

INTRODUÇÃO

Ambientes artificialmente climatizados fazem parte do dia a dia da nossa sociedade, sendo um local no qual a maioria das pessoas passam grande parte do seu tempo, como escritórios, bancos entre outros (Schirmer, et al., 2011). Estes ambientes possuem algumas características e uma delas é a pouca circulação do ar que influencia no desenvolvimento do microecossistema interno, devido a presença de diferentes poluentes químicos, físicos e biológicos (Santana; Fortuna, 2012).

O ar condicionado é um equipamento que se tornou indispensável, inclusive em automóvel, principalmente no Brasil devido ao clima, porém é necessário cuidados específicos com esse equipamento para que não sirva de substrato para o crescimento de microrganismos (Miskalo; Santos, 2018)

O aumento da contaminação do ar, em especial nos grandes centros urbanos, tem se tornado cada vez mais importante como fonte de agravo à saúde do homem e dos demais seres vivos. Em interação com outras ciências, como a biologia, fisiologia vegetal, micologia e meteorologia formam o alicerce básico para estudar a produção, a liberação, o transporte e a deposição de bioaerossóis (Pantoja, et al,2007)

Bioaerossol é a denominação dada à suspensão de microorganismos, ou compostos orgânicos derivados de microorganismos (endotoxinas, metabólitos, toxinas e outros fragmentos microbianos) dispersa no ar. Estão associados com um amplo espectro de efeitos à saúde, incluindo infecções e doenças contagiosas, toxicidades agudas e alergias (Mandal e Brand, 2011). Os microorganismos podem, às vezes, desenvolver-se nos filtros de ar e serem liberados na passagem do ar, sendo, conseqüentemente, transportados para o interior dos ambientes.

São comumente associados à síndrome do edifício doente (SED) e conseqüentemente a diversas reações alérgicas devido a alta taxa de concentração no

ambiente. (Gonçalves, *et al.*, 2019). Disso ressalta-se a importância da limpeza e substituição dos filtros de ar (Ghasemian, *et al.* 2016).

Os bioaerossóis fúngicos permanecem no ar através de suas estruturas como conídios ou esporos e também produzem metabólitos secundários como micotoxinas, alérgenos e compostos orgânicos voláteis (Takahashi; Lucas, 2008; Gonçalves, *et al.* 2017). Dentre os metabólitos secundários, as micotoxinas são estudadas com frequência devido a seus efeitos tóxicos relacionados diretamente ao desenvolvimento de câncer. Os alérgenos e compostos orgânicos voláteis estão associados ao aumento das reações alérgicas no quadro de pessoas asmáticas, rinite e sinusite (Oliveira; Paluch, 2015).

Existe uma diversidade de gêneros e espécies fúngicas que estão associadas a micoses e doenças respiratórias como descritos em estudos realizados em hospitais com pessoas imunocomprometida, que podem desenvolver doenças mais severas devido aos esporos fúngicos que ficam dispersos no ar e uma dessas doenças é a aspergilose (Neufeld, 2020).

Sendo assim, os bioaerossóis fúngicos são considerados indicadores que atestam a qualidade do ar interior, o que torna essencial estudos de identificação da diversidade e frequência destes, em ambientes internos como residências e edificações com sistema de refrigeração além de automóveis utilizados por uma grande quantidade de pessoas, que podem estar expostas a estes agentes fúngicos no interior de seus veículos cuja falta de manutenção podem fazer com que os filtros sejam substrato para o crescimento destes microrganismos (Miskalo; Santos, 2018).

Foram realizados estudos para estimar a diversidade de fungos filamentosos presente no sistema de ar condicionado de automóveis, com identificação de espécies possivelmente patogênicas e toxigênicas para humanos.

METODOLOGIA

1. Obtenção dos filtros e processamento das amostras

Foram realizadas coletas de filtros de ar condicionado de automóveis de passeio em concessionárias de automóveis por ocasião da manutenção dos veículos em Maceió-AL no período de junho de 2019 a fevereiro de 2020, correspondente ao período chuvoso e seco do ano, respectivamente. O material obtido foi transportado,

armazenado e processado no Laboratório de Genética e Microbiologia Aplicada (BIOGEN) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

De maneira geral, os filtros de carros apresentam um formato sanfonado nos quais foram medidos largura e comprimento (Figura 1), de maneira distendida e não distendida. Logo após, retirou-se 1/5 cm do comprimento total do filtro estendido para realizar o processamento da amostra. Após o recorte, as amostras foram cortadas e armazenadas em um tubo falcon de 50 mL contendo solução salina, e submetidas ao vórtex durante 5 minutos para decantação do máximo de material suspenso possível dos filtros.

Após a agitação, as amostras foram distribuídas em dois tubos Falcons de 15 mL, sendo posteriormente submetidos à centrifugação durante 10 minutos a 7000 rpm sendo o sobrenadante descartado e o material centrifugado dos dois tubos foi colocado em um único tubo falcon de 15 mL totalizando 10 mL do centrifugado. Este conteúdo foi disposto novamente na centrífuga por 10 minutos a 7000 rpm. Após esse processo, obteve-se a amostra resultante dos filtros para seguimento dos procedimentos de inoculação e crescimento microbiano.

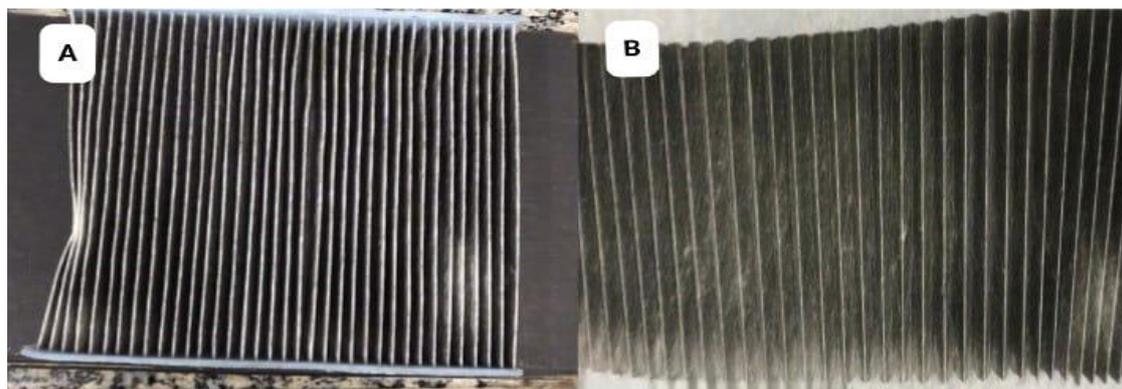


Figura 1. Filtros de cabine de automóveis: A- não distendido; B- distendido.
Fonte. Barboza, 2023.

2. Preparo de soluções e meios de cultura

As soluções e os meios de cultura utilizados neste trabalho foram preparados e esterilizados por 15 minutos a 121 °C em autoclave. Pode-se observar os materiais utilizados nos quadros 1 e 2.

Quadro 1: Meios de Cultura

Meios de Cultura	Componentes	Utilização
Ágar Sabouraud Dextrose	Dextrose..... 40 g Peptona..... 10 g Ágar..... 15 g Água destilada..... 1000 mL Ampicilina..... 10µL	Plaqueamento das amostras para crescimento microbiano e isolamento de espécies fúngicas.
Ágar Lactrimel	Farinha de trigo.....20 g Leite.....200 mL Ágar..... 20 g Mel de Abelha... 7g Água destilada..... 800 mL	Preparo de lâminas de identificação fúngica através da técnica de microcultivo.
Ágar Coco	Leite de Coco.....200 mL Ágar..... 20 g Água Destilada..... 600 mL	Detecção presuntiva de fungos micotoxigênicos.

Quadro 2: Soluções

Solução	Componentes	Utilização
Corante Lactofenol Azul	Ácido láctico..... 10 g Ácido fênico..... 10 g Glicerina... 20 g Água destilada..... 10 mL	Coloração das lâminas fúngicas para a visualização no microscópio óptico.
Ampicilina	Águas destilada..... 10mL Cápsula 500mg...100mL	Antibacteriano

3. Inoculação das amostras

Antes da inoculação, 60 µL das amostras foram diluídas em 140µL de H₂O destilada e autoclavada. Em seguida, aliquotadas 100 µL foram espalhadas em placas de Petri descartáveis (90x15mm) contendo o meio sólido Sabouraud-Dextrose com

8

Ampicilina para obter-se apenas o crescimento de cepas fúngicas. Para um melhor esgotamento do sobrenadante das amostras, utilizou-se uma alça de Drigalski de vidro. Posteriormente a esse procedimento, as placas foram mantidas na estufa a 28 °C por um período de sete dias. Após o crescimento fúngico, realizou-se registros fotográficos das colônias.

4. Determinação de unidades formadoras de colônias e purificação de isolados fúngicos

Após o período de crescimento microbiano, ocorreu a contagem das Unidades Formadoras de Colônia (UFC). Em seguida, as colônias fúngicas foram selecionadas através de suas características macroscópicas e inoculadas em placas de Petri contendo o meio de cultura Sabouraud através da técnica de cultura central, que consiste na captura de uma

porção do fungo com uma alça de platina inserida no centro da placa de Petri contendo o meio nutritivo, seguido de incubação em estufa a 28 °C por sete dias (Figura 2).

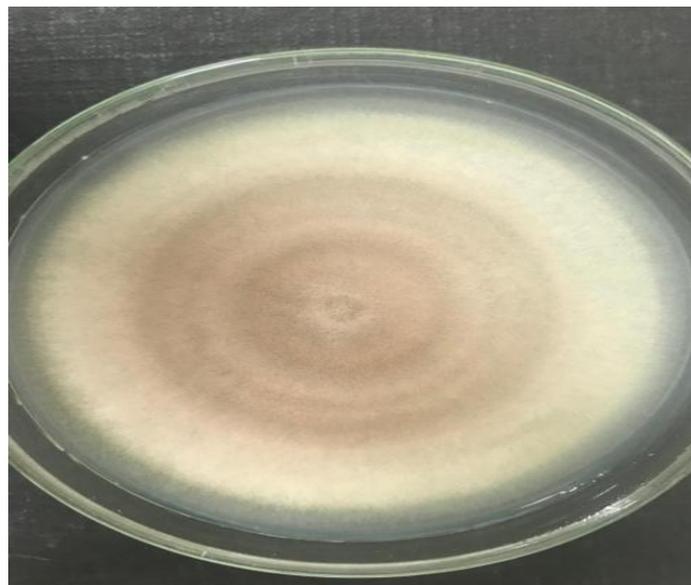


Figura 2. Cultura central de *Paecilomyces lilacinus* em Ágar Sabouraud Dextrose
Fonte: Barboza, 2023.

O objetivo da cultura central é o crescimento de colônias fúngicas puras, facilitando assim a identificação posterior da espécie fúngica.

Com essa técnica podemos analisar o tempo de crescimento do fungo, além de

características do micélio, coloração do verso e reverso da colônia, entre outras (figura 2).

5. Microcultivo e identificação das espécies fúngicas

O preparo das lâminas para observação microscópica dos fungos foi realizada com a técnica de microcultivo de Riddell (1950), que consiste na inoculação de um fragmento de micélio do fungo de interesse ao redor de um bloco retangular de meio de cultura Ágar Lactrimel em placas de Petri com um filtro úmido internamente. Sobre os blocos de meio de cultura foram adicionadas lamínulas e, em seguida, as placas foram incubadas em estufa à 28 °C por aproximadamente 7 sete dias.

A determinação dos epítetos específicos dos fungos foi feita através da chave de identificação para espécies de fungos (Hoog, 2000). A identificação macroscópica foi realizada através das características morfológicas dos isolados, tais como o tempo de crescimento e tamanho da colônia durante esse período e a coloração do verso e reverso das colônias. Após o período de incubação, as lamínulas foram retiradas e as lâminas preparadas através coloração com Azul de Lactofenol para análise morfológica em microscopia óptica (Figuras 3 e 4).

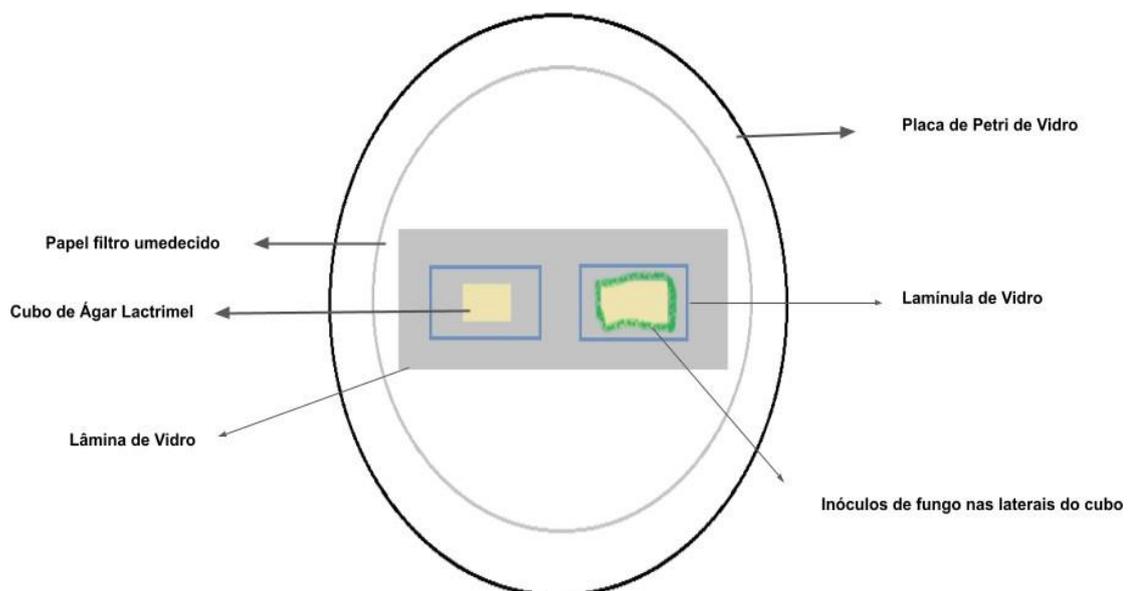


Figura 3. Técnica de microcultivo
Fonte. Barboza, 2023

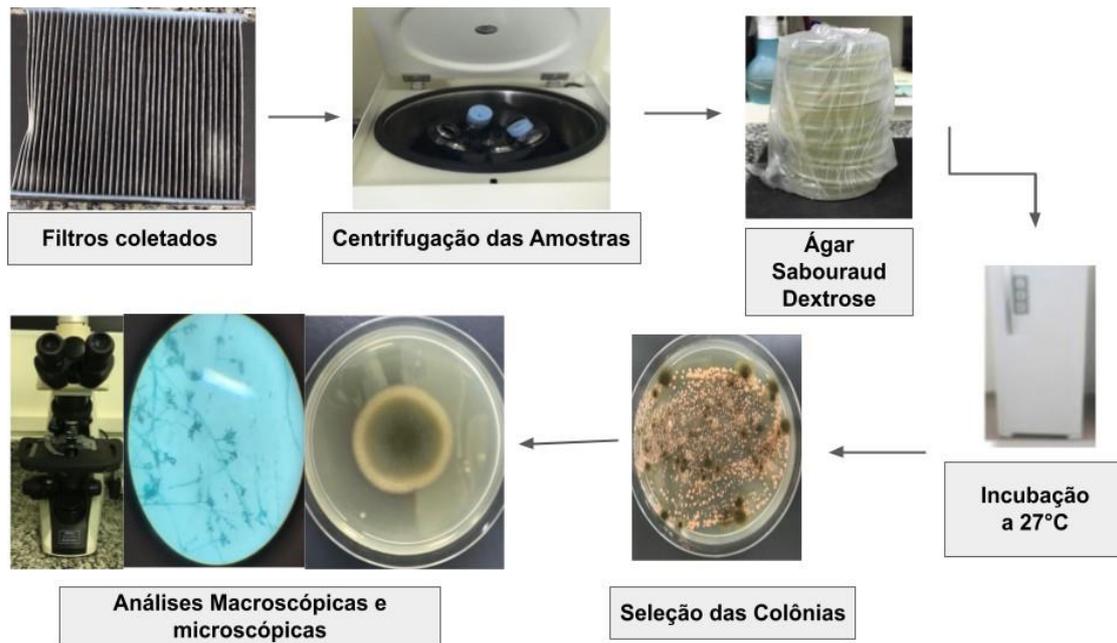


Figura 4. Etapas da metodologia para identificação dos fungos filamentosos
Fonte: Barboza, 2023.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foi detectada a presença de uma variedade de carga fúngica nos filtros de automóveis analisados e verificou-se que nos 30 (100%) filtros coletados houve contaminação por fungos. Ao todo foram identificadas nove espécies e três gêneros conforme descrito na tabela 1.

No total foram isolados e identificados seis gêneros fúngicos, sendo eles *Acremonium* spp., *Cladosporium* spp., *Fonsecaea* sp., *Paecilomyces* spp., *Penicillium* spp. e *Trichoderma* sp. Os gêneros fúngicos com maior frequência foram *Paecilomyces* spp. estando presente em 24 filtros (80%), *Acremonium*spp. 17 filtros (56,7%) seguido de *Cladosporium* spp. em 12 filtros (40%). As espécies mais frequentes foram *Paecilomyces viridis* (53,3%), *Paecilomyces variotii* (16,7%), *Cladosporium cladosporioides* (16,7%) e espécies não identificadas de *Acremonium* spp. (33,3%).

Tabela 1. Gêneros e espécies fúngicas identificadas e sua frequência em 30 filtros de automóveis

Gêneros / Espécies	Frequência/Filtros(N)
<i>Acremonium</i> sp	33,3%
<i>Acremonium kiliense</i>	13,4%
<i>Acremonium strictum</i>	10%
<i>Cladosporium</i> sp	13,3%
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	16,7%
<i>Cladosporium sphaerospermum</i>	10%
<i>Fonsecaea compacta</i>	6,7%
<i>Mycelia sterilia</i>	13,3%
<i>Paecilomyces viridis</i>	53,3%
<i>Penicillium commune</i>	10%
<i>Penicillium expansum</i>	3,3%
<i>Trichoderma</i> sp	3,3%

Das 11 espécies fúngicas nove são consideradas potencialmente patogênicas de acordo com a NR32 do ministério do trabalho (2005). Todas as cepas de fungos filamentosos identificadas e que passaram pelo teste de fluorescência no meio de cultura ágar coco e luz UV deram negativas para a presença de micotoxinas, como descrito na tabela 2. Cepas fúngicas que produzem micotoxinas quando colocado na luz UV apresenta um halo fluorescente como pode ser visto na figura 5. As micotoxinas estão associadas a diversos tipos de doenças, associadas a fungos presentes na alimentação, mas estudos recentes estão associando efeitos tóxicos das micotoxinas através de inalação (Freire, et al., 2007; Pereira; Santos, 2011).

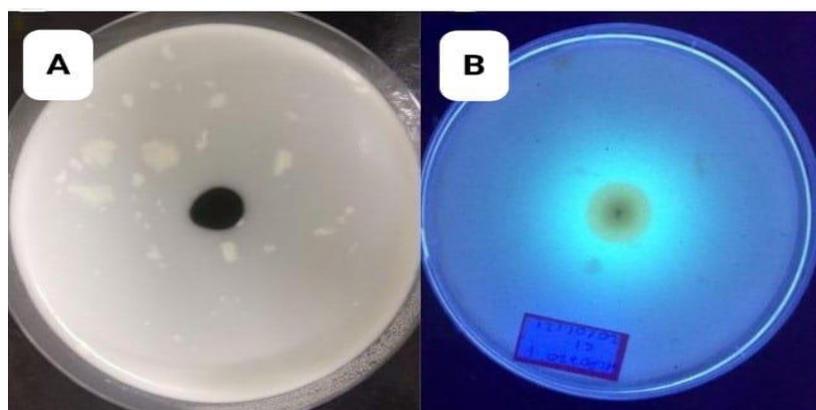


Figura 5. A - Espécie fúngica negativa para micotoxina; B - Espécie fúngica positivo para micotoxinas.

Fonte. Barboza, 2022.

Tabela 2. Fungos toxigênicos, patogênico e alergênico identificados nos filtros de automóveis

Gêneros/Espécies	Toxigênicos	Patogênico	Alergênico
<i>Acremonium sp</i>	-	+	+
<i>Acremonium kiliense</i>	-	+	+
<i>Acremonium strictum</i>	-	-	+
<i>Cladosporium sp</i>	-	-	+
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	-	+	+
<i>Cladosporium sphaerospermum</i>	-	-	+
<i>Fonsecaea compacta</i>	-	+	+
<i>Mycelia sterilia</i>	-	+	+
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	-	+	+
<i>Paecilomyces variotti</i>	-	+	+
<i>Paecilomyces viridis</i>	-	+	+
<i>Penicillium commune</i>	-	+	+
<i>Penicillium expansum</i>	-	+	+
<i>Trichoderma sp</i>	-	-	+

Negativo = (-) positivo = (+)

Os ambientes artificialmente climatizados podem trazer um conforto térmico para seus ocupantes, mas estudos comprovam que os aparelhos de refrigeração são um dos principais motivos para contaminação destes ambientes, contribuindo para diversos relatos de reações alérgicas em ambientes fechados (Nunes, *et al.*, 2008; Soudaleff, 2016; Silva *et al.*, 2021).

Os principais ambientes de estudos sobre a qualidade do ar interior são prédios, escolas e hospitais (Silva, *et al.*, 2016; Mata, *et al.*, 2022). Pesquisas realizadas em ambientes internos com um sistema de refrigeração que não permite a renovação do ar é relevante devido ao tempo que as pessoas permanecem nesse locais (Fraga, *et al.*, 2008; Almeida; Nunes, 2010; Fakhoury, 2017).

Resultados semelhantes foram encontrados no estudo realizado em bibliotecas de instituições de ensino da Região Nordeste do Brasil onde foi possível identificar fungos dos gêneros *Cladosporium*, *Acremonium*, *Penicillium* em altas taxas de concentrações (Silva, *et al.*, 2021). Estes gêneros fúngicos são relatados na literatura e comumente encontrados nos ambientes internos de residências e escritórios associados a diversos tipos de reações alérgicas (Mageste, *et al.*, 2012; Pereira, *et al.*, 2014; Libório; Simi, 2020).

O gênero fúngico mais frequente neste estudo foi *Paecilomyces* spp. com três espécies encontradas: *P. viridis*, *P. variotii* e *P. lilacinus* as quais fazem parte da NR32, denominados patógenos de classe de risco 2 o que significa que pode causar doenças em seres humanos mas existem meios eficazes de profilaxia e tratamento do agente emergente oportunista. Estes fungos principalmente em ambientes hospitalares estão associados a infecções da corrente sanguínea, podendo causar pneumonia, endocardite, sinusite fúngica alérgica e onicomicoses e até mesmo infecções sistêmicas em pacientes imunocomprometidos (Bernardi; Nascimento, 2007; Peixoto, *et al.*, 2010; Peixoto, 2012).

Em diversos trabalhos sobre qualidade do ar interior foram identificadas espécies de *Paecilomyces* encontradas em clínicas e centros cirúrgicos em diferentes estações do ano (Sales, *et al.*, 2011; Roland, *et al.*, 2021).

O gênero *Acremonium*, de acordo com a NR32 apresenta algumas espécies que fazem parte do nível de risco 2, sendo consideradas oportunistas e emergentes (Araújo, *et al.*, 2003; Mobin, *et al.*, 2017; Aquino, 2018). A literatura descreve fungos do gênero *Acremonium*, associados em hifomicoses subcutâneas e onicomicoses (Zaitz, *et al.*, 1995; Araújo, *et al.*, 2003).

Também foi identificado o gênero *Cladosporium*, comumente encontrado na literatura relacionados a qualidade do ar interior, podendo ser encontrados tanto em ambientes internos como externos, com uma alta taxa de concentração e frequência (Roland, et al., 2021; Calumby, et al., 2022). É um fungo demácio (escuro), sendo resistente a fatores ambientais, Suas espécies como *Cladosporium cladosporioides* e *Cladosporium sphaerospermum* são comumente relacionadas a alergias do trato respiratório (Menezes, et al., 2017).

Em automoveis de concessionarias em Maceio, *Penicillium* spp. apresentou menor frequência diferente do que foi encontrado na literatura pois é um fungo que possui maior ocorrência, com espécies associadas frequentemente a reações alérgicas (Bezerra, et al., 2011; Pereira, et al. 2014).

Outro gênero de fungo identificado neste estudo com menor frequência e com pouca associação a alérgenos e micotoxinas, não estando presente na NR32 é *Trichoderma* sp., porém a literatura descreve que produzem metabólitos secundários utilizados como controle biológico para outras espécies fúngicas patogênicas em plantas e no solo. Além de serem utilizados para crescimento vegetal, as pesquisas desses metabólitos podem ser aprofundadas e testadas para usos em humanos e animais (Benítez, et al., 2004; Chagas, et al., 2017).

Em um estudo sobre a qualidade do ar de interior dos veículos de pequeno porte detectaram a presença de Compostos Orgânicos Voláteis (COVs) que poderiam estar relacionado a presença de microorganismo que metaboliza essas substâncias no ambiente (Oliveira, 2019). Um trabalho realizado com filtros de táxis e veículos particulares foram encontrados fungos dos gêneros *Penicillium*, *Cladosporium*, *Acremonium* em altas concentrações mostrando que o crescimento fúngico foi maior em veículos de uso pessoal do que nos táxis, corroborando com com este estudo onde não foram encontrado fungos toxigênicos (Viegas, et al., 2018).

Ao analisar possíveis exposição de pessoas a microrganismos no nos interiores de carros de passeio e ônibus foi possível encontrar altas concentrações de *Cladosporium* e *Penicillium* (Lee; Jo, 2005; Al-Bader, et al., 2021). Em um estudo realizado para detecção de fungos em filtros de automóveis na cidade de São Paulo, foram encontrados fungos do gênero *Penicillium*, *Fusarium* e *Aspergillus* (Aquino, et al., 2018; Viegas, et al., 2018).

As concentrações fúngicas encontradas em filtros de condicionadores de ar de automóveis são altas, sendo importante analisar como a exposição diária a esses microorganismos pode influenciar a longo prazo na saúde dos motoristas e

passageiros desses veículos.

CONCLUSÃO

Filtros dos ar condicionados de automóveis são ambientes propícios para acumulação de fungos de diversas espécies podendo servir de alérgenos para condutores e passageiros e podem causar doenças respiratórias. Foram identificadas 11 espécies de fungos, podendo ser potencialmente patogênicas e toxigênicas apesar das cepas coletadas apresentarem resultados negativos para o teste de micotoxinas. Os gêneros de fungos anemófilos mais frequentes foram *Paecilomyces* spp. (80%), *Acremonium* spp. (56,7%) e *Cladosporium* spp. (40%). É necessária uma atenção maior para os condicionadores de ar de automóveis e uma legislação mais rigorosa para manutenção do mesmo pois o sistema de refrigeração está presente na maioria dos automóveis que podem ser utilizados para trabalho, uso pessoal, viagens entre outros e sem os cuidados e higienização necessários podem ser prejudicial a saúde de seus ocupantes.

REFERÊNCIAS

- Al-Bader, Salah M.; Ismael, Layla Qasim; Ali, Hoshyar Saadi; Al-Tami, Abdul_Haleem S.; Saleh, Ahmad Abbas. Antifungal Activity of Essential Oils Vapors Against Fungi Isolated from Car Air-Conditioner Filters. **Medico-legal Update**, v. 21, n. 4, 2021. DOI: [10.37506/mlu.v21i4.3147
- Almeida, M. M.; Lopes, I.; Nunes, C. Caracterização da qualidade do ar interior em Portugal—Estudo Habitar. **Rev. Port Imunoalergologia**, v. 18, n. 1, p. 21-38, 2010.
- Aquino, S. R. S. M. **Onicomioses: Perfil de fungos não dermatófitos em pacientes ambulatoriais da Fundação Alfredo da Matta - Manaus/Amazonas**. 2004. 64 f. Dissertação (Mestrado em Patologia Tropical) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.
- Aquino, Simone; Lima, José Eduardo Alves De; Nascimento, Ana Paula Branco Do; Reis, Fabrício Caldeiras. Analysis of fungal contamination in vehicle air filters and their impact as a bioaccumulator on indoor air quality. **Air Quality. Atmosphere & Health**, v. 11, p. 1143-1153, 2018. DOI: [10.1007/s11869-018-0614-0
- Araújo, A. J. G.; Bastos, O. M. P.; Souza, M. A. J.; Oliveira, J. C. Onicomioses por fungos emergentes: análise clínica, diagnóstico laboratorial e revisão. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 78, p. 445-455, 2003. DOI: 10.1590/S0365-05962003000400006

Benítez, T.; Rincón, A. M.; Limón, M. C.; Codón, A. C. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. **International Microbiology**, v. 7, n. 4, p. 249-260, 2004. ISSN 1618-1905

Bernardi, E.; Costa, E. L. G.; Nascimento, J. S. Fungos anemófilos e suas relações com fatores abióticos, na praia do Laranjal, Pelotas, RS. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 7, n. 2, p. 0, 2007. ISSN: 1519-5228

Bezerra, G. F. B.; Nascimento, M. D. S. B.; Costa, M. R. S. R.; Viana, V. M. C.; Sousa, M. D. C. Avaliação ambiental de um programa de educação em asma: relação dos fungos do ar e os níveis de IgE em crianças e adultos. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 37, p. 281-282, 2011. ISSN 2764-6334

Calumby, Rodrigo José Nunes; Suárez, Jorge Andrés García; Moreira, Rossana Teotônio De Farias; Almeida, Lara Mendes De; Grillo, Luciano Aparecido Meireles; Alvino, Valter. Microbiota fúngica dos filtros do condicionador de ar e de superfícies em uma Unidade de Terapia Intensiva. **Revista Principia-Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, v. 59, n. 1, p. 10-19, 2022. ISSN (eletrônico): 2447-9187.

Chagas, Lillian França Borges; Chagas Junior, Aloisio Freitas; Soares; Layssah Passos; Fidelis; Rodrigo Ribeiro. *Trichoderma* na promoção do crescimento vegetal. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 3, p. 97-102, 2017. DOI:10.32404/rean.v4i3.1529.

Fakhoury, N. A. **Estudo da qualidade do ar interior em ambientes educacionais**. 2017. 196 f. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2017.

Fraga, Sílvia; Ramos, Elisabete; Martins, Anabela; Samúdio, Maria João; Silva, Gabriela; Guedes, Joaquim; Fernandes, Eduardo Oliveira; Barros, Henrique. Qualidade do ar interior e sintomas respiratórios em escolas do Porto. **Revista Portuguesa de Pneumologia**, v. 14, n. 4, p. 487-507, 2008. [https://doi.org/10.1016/S0873-2159\(15\)30254-3](https://doi.org/10.1016/S0873-2159(15)30254-3).

Freire, Francisco Das Chagas Oliveira; Vieira, Icaro Gusmão Pinto; Guedes, Maria Isabel Florindo; Mendes, Francisca Noélia Pereira. Micotoxinas: importância na alimentação e na saúde humana e animal. **Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical**, v. 48, 2007. ISSN 1677-1915.

Ghasemian, Abdolmajid; Khodaparast, Sepideh ; Moghadam, Fatemeh Savaheli; Nojoomi, Farshad; Vardanjani, Hassan Rajabi. Types and Levels of Bioaerosols in Healthcare and Community Indoor Settings in Iran. **Avicenna J Clin Microbiol Infect.**, 2016;4(1): 41036. <https://doi.org/10.17795/ajcmi-41036>.

Gonçalves, B.; Santana, L.; Pelegrini, P. Micotoxinas: Uma revisão sobre as principais doenças desencadeadas no organismo humano e animal. **Revista de Saúde-RSF**, v. 4, n. 1, 2017.

Gonçalves, Carolina Lambrecht; Freitas, Cristina Hallal De; Santos, Pedro Rassier Dos; Pereira, Evandro Carlos; Lopes, Camila; Santi, Ivandra; Freitag, Rogério Antônio E Nascente, Silva Patrícia da. Avaliação antifúngica de uma solução à base de glucoprotamina e do óleo essencial de *Cymbopogon citratus* em leveduras de

ambiente hospitalar. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 78, p. 1-6, 2019.
<https://doi.org/10.53393/rial.2019.v78.35881>.

Hoog, G. S. Atlas of clinical fungi, 2 edn. **Centraalbureau voor Schimmelcultures, Universitat Rovira i Vigilli, Utrecht/Reus**, 2000. ISBN 9070351439, 789070351434.

Ji-Hyun Lee, Wan-Kuen Jo. Exposure to airborne fungi and bacteria while commuting in passenger cars and public buses. **Atmospheric environment**, v. 39, n. 38, p.7342-7350, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2005.09.013>

Libório, G. M. V.; SIMI, W. B. Identificação de fungos anemófilos de potencial patogênico, encontrados em transportes públicos de Cuiabá e Várzea Grande–MT. **Seminário Transdisciplinar da Saúde**, n. 07, 2020.

Mata, Teresa M; Martins, António A.; Calheiros, Cristina S. C.; Villanueva, Florentina; Alonso-Cuevillla, Nuria P.; Gabriel, Marta Fonseca And Silva; Gabriela Ventura. Indoor Air Quality: **A Review of Cleaning Technologies**. 2022.
<https://doi.org/10.3390/environments9090118>.

Mandal, J; Brandl, H (2011). Bioaerosols in indoor environment – a review with special reference **to residential and occupational locations**. **The Open Environmental & Biological Monitoring Journal** 4(1):83-96 DOI: 10.2174/1875040001104010083.

Menezes, C. P.; Perez, A. L. A. L.; Oliveira, E. L. *Cladosporium* spp: morfologia, infecções e espécies patogênicas. **Acta Brasiliensis**, v. 1, n. 1, p. 23-27, 2017.
doi.org/10.22571/Actabra1120176.

Miskalo, A.; Santos, L. C. Fungos e Bactérias no ar condicionado em residências, escritórios e veículos no Brasil: uma breve revisão. 2018. **Semana Integrada Servidor Público**. ISSN 2318 4639, 2018.

Mobin, Mitra; Silva, Dulcilena De Matos Castro E; Szeszs, Maria Walderez; Martin, Marilena Onicomioses em trabalhadores de hortas comunitárias de Teresina-Piauí: agentes causais e susceptibilidade in vitro a antifúngicos convencionais e óleos essenciais de plantas do Nordeste do Brasil. BEPA. **Boletim Epidemiológico Paulista**, v. 14, n. 161, p. 63-64, 2017.

Nunes, Carlos.; Camara, Irene; Ferreira, Manuel. Fungos na atmosfera de Lisboa. **Revista Portuguesa de Clínica Geral**, v. 8, p. 533-540, 1992.

Oliveira, L. C. R. **Bioaerossóis em ambientes** climatizados artificialmente: avaliação da qualidade microbiológica do ar em edificações hospitalares. 2015. 139 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.

Ortiz, G. **Impacto de partículas e micro-organismos aerotransportados sobre os fármacos manipulados no laboratório de um hospital**. 2017. 69 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Farmácia) - Universidade Federal do Pampa, Uruguaiana, 2017.

Paniago, M. S.; Martins, R. M.; Rocha, M. F. G.; Cristiano, M. L. S.; Leite, R. S. Respiratory allergy to airborne ascospores. **Mycopathologia**, v. 155, n. 1-2, p. 1-11, 2002.

Passerotti, C. C.; Kuwahara, M. K.; Silva, M. F. M. A. M.; Ribeiro, A. V.; Oliveira, M. S. Fungos no interior da escola: Um olhar sobre **as áreas do conhecimento no Ensino Fundamental**. VIII Congresso Nacional de Educação – EDUCERE, 2016.

Pereira, A. L.; Goto, B. T.; Lopes, C. A. M.. Fungos conidiais em área de mata atlântica, Silva Jardim, Rio de Janeiro. **Iheringia, Sér. Bot.** Porto Alegre, v. 64, n. 1, p. 79-89, 2009.

Pereira, L. A. **Influência da ventilação na qualidade do ar interior em escolas**. 2018. 138 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2018.

Resende, C. S. R. **Utilização de bacteriófagos no controle de biofilmes de *Staphylococcus aureus***. 2015. 84 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

Ribeiro, A. S. R.; Matsui, T. C.; Borsoi, M. C.. O uso da sala de aula como microclima potencial para o desenvolvimento de fungos filamentosos em um ambiente hospitalar. **VI Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão - SIENPE**, 2014.

Ribeiro, R. A.; Caetano, L. A. S. **Aerobiologia no laboratório: monitore a qualidade do ar e preserve a saúde**. Editora Bioclínica, v. 1, 2014. ISBN 9788563668236.

Rosa, L. F. B.; Camargo, L. M. Fungos em pó domiciliar: avaliação da concentração e diversidade em diferentes ambientes e a influência de fatores ambientais. **Revista de Patologia Tropical**, v. 39, n. 1, p. 1-15, 2010. ISSN 1980-7746.

Rosa, L. F. B.; Camargo, L. M. N. Métodos de contagem de fungos em amostras de ar interno e externo. 2012. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 11, n. 3.

Sakurai, M. J. T. **Aspectos microbiológicos e sanitários de lentes de contato de usuários do sistema público do Estado de São Paulo**. 2019. 159 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

Santos, F. F.; Moreira, D. **Avaliação da qualidade do ar em ambientes climatizados e sua relação com a saúde dos ocupantes**. 2007. 209 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

Santos, J. S.; Aquino, S. R. S. M. Distribuição sazonal de fungos no ar de um hospital geral de Porto Velho, Rondônia. **Iniciação Científica Cesupa**, v. 16, n. 4, p. 77-85, 2017.

Silva, E. S.; Jacob, C. R.; Leite, M. F. Aerossóis hospitalares gerados em procedimentos médicos de geração de aerossóis. **Ambi-Agua**, v. 11, n. 2, p. 145-157, 2016. DOI: 10.4136/ambi-agua.1790.

Silva, I. V. C. S.; Carvalho, D. A. D.; Albuquerque, M. C. P. Análise da qualidade do ar na sala de espera de uma clínica odontológica universitária. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 33, n. 2, p. 61-68, 2012.

Soares, L. A. A. A.; Soares, L. A. A. A.; Antonio, T. R. O.; Felipe, M. R.; Silva, M. V. K. Aerobiologia em diferentes locais da cidade de Porto Velho. **Iniciação Científica Cesupa**, v. 16, n. 4, p. 47-56, 2017.

Souza, G. R.; Ramos, L. G.; Oliveira, C. Q.; Santos, R. K.; Oliveira, M. T. M. Poluição do ar e saúde pública: um estudo sobre a qualidade do ar no município de Manaus, AM, Brasil. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 5, n. 5, p. 1120-1130, 2021.

Souza, J. S. P.; Pecanha, J. P. A. Fungos filamentosos e seus potenciais alergênicos em amostras de poeira de filtros de aparelhos de ar condicionado veicular. **Revista Eletrônica Facimed**, v. 4, n. 2, 2018.

Steurer, T. M.; Bonato, V. L. D. C. Ocorrência de fungos filamentosos em bioaerossóis em Santa Cruz do Sul, RS. **UNISC em Revista**, n. 26, 2014.

Thind, T. S.; Yi, Q.; Mills, D.; Wilson, J.; Maclean, R. Common airborne fungi in Northeastern Alberta, Canada. **Canadian Journal of Microbiology**, v. 48, n. 5, p. 464-468, 2002.

Veloso, A. M. Q. V.; Maciel, M. A. V. Níveis de bioaerossóis em ambientes hospitalares e condições de saúde dos profissionais em um hospital em Porto Velho-RO. **Iniciação Científica Cesupa**, v. 16, n. 4, p. 21-30, 2017.

Vieira, F. A. C.; Pimenta, R. S.; Pessoa, T. S.; Araújo, C. A. A.; Rios, E. M. S. Fungos anemófilos: ocorrência em diferentes microssítios e horários em um fragmento de mata atlântica. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 14, n. 1, p. 49-54, 2016.

Yazdanian, Maryam; Arfaei, Hajar; Valipour, Arezu; Moghaddam, Alireza Nemat; Ghorbani, Farid. Antifungal Activity of Aqueous and Ethanolic Extracts of Some Medicinal Plants Against Human Pathogenic Fungi. **Jundishapur Journal of Microbiology**, v. 9, n. 9, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5812/jjm.31155>.