

**ANÁLISE DA CONTAMINAÇÃO DE FILTROS DE AR CONDICIONADO DE AUTOMÓVEIS
COMO INDICADORES DA QUALIDADE DO AR INTERIOR**

SIMONE AQUINO

UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO

JOSÉ EDUARDO ALVES DE LIMA

UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO

MARIA ANTONIETTA LEITÃO ZAJAC

UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO UNINOVE

ANA PAULA BRANCO DO NASCIMENTO

UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO UNINOVE

LEONARDO VILS

UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO

ANÁLISE DA CONTAMINAÇÃO DE FILTROS DE AR CONDICIONADO DE AUTOMÓVEIS COMO INDICADORES DA QUALIDADE DO AR INTERIOR

INTRODUÇÃO

As atividades econômicas e a formação desordenada de concentrações urbanas, resultando na desigual distribuição populacional, são os principais responsáveis pela poluição e perda da qualidade do ar atmosférico nas cidades. O crescimento desordenado das cidades torna o espaço urbano cada vez mais concorrido, aumentando a degradação do solo, água e ar e deteriorando a qualidade de vida da população. Além disso, problemas relacionados com a contaminação de ambientes internos são fortemente agravados pelas questões urbanas, sociais e industriais, tornando preocupantes as condições de saúde ambiental e humana por consequência, nas sociedades em desenvolvimento (Cartaxo, Gonçalves, Fabrício, Coelho, & Santos, 2007).

Quandt, Hackbarth, Kowaleski e Moretti-Pires (2014) apontaram a recente incorporação da problemática ambiental na atenção básica à saúde, pela Organização Mundial de Saúde (OMS), revelando a urgência do enfrentamento intersetorial dos quadros da saúde e do ambiente. No Brasil, a expressão “Saúde Ambiental” é definida pela Instrução Normativa n. 01 (2005) do Ministério da Saúde como:

[...] uma área da saúde pública que atua junto ao conhecimento científico e à formulação de políticas públicas relacionadas à interação entre a saúde humana e os fatores do meio ambiente natural e antrópico que a influenciam, com vistas a melhorar a qualidade de vida do ser humano, sob o ponto de vista da sustentabilidade (art. 4º, parágrafo único).

O conceito da saúde ambiental preconiza a qualidade de vida das pessoas, influenciada inclusive pela qualidade do ar que é respirado em ambientes confinados, ou seja, a qualidade do ar interno tem a sua importância fundamentada na quantidade de tempo que as pessoas passam em locais fechados, principalmente em ambientes urbanos. Em grande parte do dia, muitas pessoas chegam a passar mais de 80% de seu tempo em ambientes fechados, o que pode afetar a saúde dos ocupantes desses ambientes (Quadros, 2008; Narciso, Maslinkiewicz, & Freitas, 2014).

Os ambientes climatizados artificialmente são projetados para oferecer o máximo de conforto a seus ocupantes. No entanto, podem ser prejudiciais à saúde humana, uma vez que o equipamento de ar-condicionado pode estar contaminado por partículas, poeira ou conter filtros colonizados por diferentes microrganismos, como bactérias, fungos e vírus, que são capazes de sobreviver em ambientes secos por longo tempo (Narciso, Maslinkiewicz, & Freitas, 2014). Condicionadores de ar podem ser propagadores de microrganismos (biocarga), uma vez que geralmente só fazem recircular o ar já presente em um ambiente fechado e, portanto, se o ar já estiver contaminado no filtro, o condicionador de ar terá efeito biopropagador (Andrade *et al.*, 2015).

O resultado de uma revisão realizada por Mota, Gil, Lima, Moraes e Farias, (2014) sobre a qualidade do ar e os fatores que interferem para as más condições do ar interior em unidades hospitalares, obtiveram algumas informações sobre a temática, onde se delimitou algumas categorias de risco: a influência dos fungos na qualidade do ar interno; a influência das bactérias na qualidade do ar interno; padrão de conforto térmico e; dióxido de carbono (CO₂). Segundo os autores, as produções científicas que mais abordaram as vertentes da

qualidade do ar, com as temáticas citadas foram: microbiota fúngica (37,5%); conforto térmico e níveis de CO₂ (37,5%) e detecções de bactérias (25%).

Não apenas o risco da concentração interna de CO₂ em ambientes climatizados, mas também o acúmulo de umidade e material orgânico em bandejas de ar-condicionado pode torná-las poderosas fontes dispersoras de bioaerossóis fúngicos (Mota *et al.*, 2014). O ar atmosférico é o meio de dispersão mais utilizado pelos fungos. Com isso, esporos e fragmentos de micélio vegetativo de bolores tornam-se porções viáveis desses organismos durante o processo de disseminação aérea. Os esporos fúngicos constituem grande parte do material biológico suspenso no ar e o seu monitoramento pode fornecer informações epidemiológicas importantes quanto aos gêneros presentes e sua quantificação (Lobato, Vargas, & Silveira, 2009).

Cartaxo e colaboradores (2007) apresentaram resultados de uma pesquisa sobre a contaminação dos filtros de condicionadores de ar instalados no setor residencial da cidade de Manaus. A pesquisa foi parte do projeto *Condicionadores de Ar, Energia e Meio Ambiente* (CAEMA) que consistiu na troca de aparelhos de ar-condicionado ineficientes por eficientes na zona urbana da cidade. Dos 500 condicionadores de ar retirados do sistema pelo projeto, 50 filtros (10%) foram analisados para a contaminação biológica, tendo sido identificada uma enorme variedade de agentes prejudiciais à saúde humana, entre bactérias e fungos.

Como visto nas sociedades modernas as pessoas passam 90% de seu tempo em ambientes fechados ou dentro de casa e, não é de surpreender, que fatores contribuindo para a má qualidade do ar interior estão recebendo uma atenção significativa de pesquisadores, do governo e público em geral (Cerqueira & Guimarães, 2017). Mas, comparativamente, pouca atenção tem sido dada à qualidade do ar no interior de veículos, apesar do fato de que muitas pessoas gastam mais de uma hora todos os dias em veículos ou mesmo a exposição de condutores profissionais (caminhoneiros, taxistas, etc.) com turnos de trabalho regulares de 8 horas por dia, 5 dias por semana, representando consideravelmente mais tempo gasto dentro dos veículos do que os passageiros (Nowakowicz-Dębek *et al.*, 2017).

Para proteger os ocupantes, o sistema dos filtros do ar-condicionado de veículos são destinados a reter a biocarga aérea (microrganismos em aspensão ou bioaerossóis). No entanto, sob condições favoráveis, a proliferação da biocarga em filtros de ar e consequente liberação no fluxo de ar para o gabinete do veículo representa uma fonte potencial de exposição a bioaerossóis, especialmente se contém fragmentos respiráveis (<1,1 µm). Além disso, quando o sistema de ar-condicionado está ligado, o fluxo de ar que passa pelo sistema de filtragem poderia recircular os aerossóis contendo a biocarga e consequentemente levar para o interior do veículo (Li, Li, Shen *et al.*, 2016).

PROBLEMA DE PESQUISA E OBJETIVO

O pequeno espaço interno (da maioria dos veículos) faz com que as concentrações de vários produtos químicos e compostos orgânicos podem ser tanto quanto ou três vezes maior do que em outros ambientes fechados (UL Library, 2017). Estudos sobre a Qualidade do Ar Interior (QAI) em veículos abordam os níveis de concentração de CO₂ como o realizado por Quadros (2008), onde foi observado que os níveis estavam abaixo do limite de 1000 partes por milhão (ppm) em veículos sem climatização artificial. Porém, observou-se que os níveis de concentração deste composto são elevados substancialmente quando se utiliza o sistema de climatização dentro dos meios de transporte, sejam eles veículos de pequeno porte ou ônibus de transporte público.

Ainda sobre o estudo de Quadros (2008), os dados obtidos demonstram que houve um aumento de 431 ppm de CO₂ no ambiente interno para cada 1°C de resfriamento produzido. Há uma associação positiva entre CO₂ e fungos, visto que o aumento das concentrações de CO₂ pode estimular a contaminação fúngica. Estudos já demonstraram que algumas espécies de fungos são capazes de crescer mais quando em atmosferas enriquecidas com CO₂, inclusive em certos casos crescendo o dobro em 10% de CO₂ e foi observado que a concentração de CO₂ do ar em 670 ppm, a porcentagem de colonização por fungos do solo aumentou 4 vezes (Brackmann., Saquet, Veiga, & Bortoluz, 1996; Lipson, Kuske, Gallegos-Graves, & Oechel, 2014; Idso & Idso, 2012).

No entanto, não existem pesquisas que abordam a análise de microrganismos em filtros de ar-condicionado de veículos circulantes na cidade de São Paulo, em relação aos fatores da QAI, em especial os fungos patogênicos (causadores de doenças). O propósito do presente artigo é apresentar os dados encontrados na análise de 21 filtros de veículos coletados em postos de troca na cidade de São Paulo, a fim de responder a seguinte questão de pesquisa: Quais os fungos presentes em filtros de ar-condicionado de veículos automotivos que apresentam riscos potenciais de contaminação do ar interno para condutores?

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Riscos à saúde associados aos fungos no ar

A moderna sociedade levou o homem ao confinamento em ambientes modificados, como no interior de veículos automotores e, com isso, o forçou a respirar o ar artificialmente. Os fatores associados com a percepção da qualidade do ar e saúde são múltiplos e interativos e o papel da alergia respiratória ainda é motivo de debate, uma vez que a exposição aos aeroalérgenos (em baixas concentrações) tem sido associada com sintomas respiratórios, nestes ambientes fechados. Além disso, os fatores atópicos (alérgicos) são classicamente indivíduos com um risco maior de apresentar sintomas respiratórios associados com a QAI em lugares com condicionamento central do ar. Isso gera a dúvida se os problemas relatados são associados à exposição alérgica, ou o condicionamento central do ar é por si só um marcador de QAI (Graudenz & Dantas, 2007).

O bolor ou mofo é resultante da produção de uma massa de esporos assexuados, conhecidos como conídios, cuja formação dá-se em estruturas reprodutivas especializadas e que são encontrados no ar atmosférico (Figura 1), podendo ser dispersos também pela água, insetos, além de outros meios, e, ao fixarem-se a determinado substrato, podem germinar, produzindo novas colônias de fungos. A umidade é um fator condicionante para o aparecimento, manutenção e aumento em extensão dos fungos. A temperatura, o pH e a quantidade de oxigênio disponíveis também caracterizam-se como fatores decisivos no desenvolvimento dos mesmos (Guerra, Cunha, Silva & Knop, 2012). Em longos períodos de alta Umidade Relativa (UR > 80%) e temperaturas na faixa de 20 a 30°C (fungos se mantêm em temperaturas baixas ou altas), as condições de multiplicação são favorecidas.

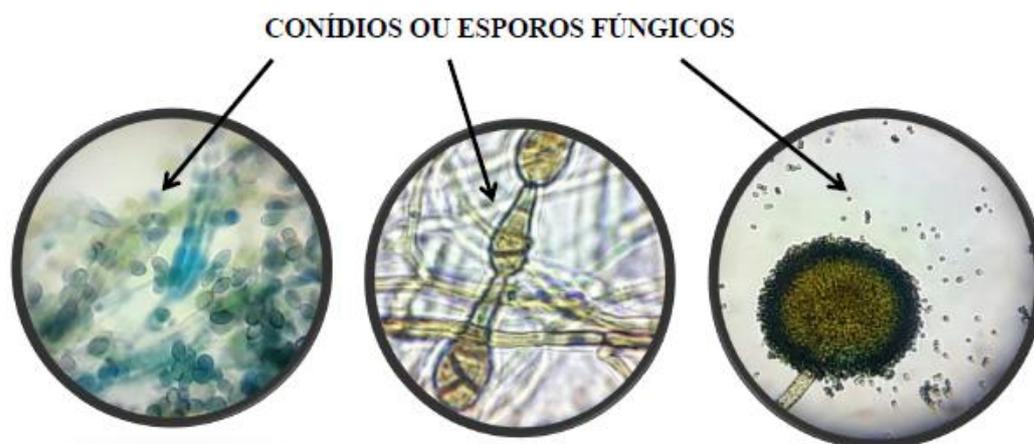


Figura 1. Conídios ou esporos fúngicos

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os bioaerossóis são geralmente definidos como partículas aerossolizadas de origem biológica. Exemplos de bioaerossóis em ambientes internos e ocupacionais incluem esporos, células fúngicas e bacterianas, hifas fúngicas, pólen, vírus, amebas e também seus metabólitos (Eduard *et al.*, 2012; Oppliger, 2014). Diferentes efeitos adversos à saúde devido à exposição a bioaerossóis (considerados alérgenos ou aeroalérgenos) em ambientes ocupacionais têm sido relatados, como doenças infecciosas respiratórias, efeitos tóxicos agudos, alergias e câncer. O homem, ao se expor inalando estes aeroalérgenos, pode desenvolver uma doença respiratória alérgica e a intensidade de exposições pode determinar a relevância clínica. Para controlar as manifestações alérgicas provocadas por estes alérgenos inalantes através da terapêutica específica, é importante conhecer a frequência com que ocorre determinado fungo anemófilo, em relação ao total de exposições praticadas pelo indivíduo ou do número de amostras isoladas (Chapman, 2000).

A exposição aos bioaerossóis de ar-condicionado pode causar uma irritação não específica de vias aéreas com febre, tosse, calafrios, dores musculares e nas articulações, semelhantes a uma virose. É conhecida com febre do umidificador, pneumonite tóxica, ou síndrome da poeira orgânica tóxica (Bardana, 1997). De acordo com Graudenz e Dantas (2007) o diagnóstico das doenças respiratórias é presuntivo, conforme os achados ambientais e o quadro clínico do paciente. Os fungos dispersam-se na natureza através do ar atmosférico ou por outras vias, como água, insetos, homem e animais. Os fungos dispersados por meio do ar atmosférico são denominados fungos anemófilos, sendo assim, a microbiota fúngica anemófila pode ser semelhante ou diferente em cada cidade ou região. São aeroalérgenos que ao serem inalados, podem ser responsáveis por manifestações respiratórias alérgicas, como asma e rinite (Burge, Levetin, Muilenberg, & Solomon, 1996). Os fungos anemófilos além de serem desencadeadores de alergias e problemas respiratórios, também podem emitir no ar as toxinas fúngicas ou micotoxinas, que podem gerar quadros generalizados como dores de cabeça, fadiga, dores articulares e sintomas neurológicos vagos. Estes efeitos são transitórios e podem ser causados por fungos do gênero *Stachybotrys*, *Penicillium* e *Aspergillus* (Graudenz & Dantas, 2007).

Em ambientes fechados, os sintomas da asma estão fortemente correlacionados à exposição a fungos (Sahakian, Park, & Cox-Ganser, 2008; Denning, O'Driscoll, Hogaboam, Bowyer, & Niven, 2006), como por exemplo, o fungo *Alternaria alternata* encontrado em residências (Salo *et al.*, 2006) e *Cladosporium* que são facilmente cultivados e abundantes em

ambientes internos (James *et al.*, 2006). Além dos esporos, há evidências de que os fragmentos de filamentos ou hifas de bolores são muito mais comuns em ambientes internos, e também desempenham um papel na exposição aos fungos e podem penetrar nos pulmões (Reponen *et al.*, 2007).

Quando os esporos desencadeiam a asma, provocam uma resposta imune ou funcionam como pequenas partículas que penetram e irritam os pulmões; ambos os mecanismos podem ser relevantes. As respostas imunes podem ser causadas por alérgenos ligados à superfície de um esporo, ou talvez mais comumente, por alérgenos que aparecem após a germinação de esporos (quando um fungo está crescendo). A capacidade de qualquer espécie particular de provocar asma pode depender de parâmetros ambientais; por exemplo, *Aspergillus fumigatus* cultivados em temperaturas mais baixas (Low, Dannemiller, Yao, Yamamoto, & Peccia, 2011).

Médicos e aerobiologistas podem trocar as experiências em ecologia ambiental para investigar e documentar a verdadeira diversidade de fungos nos ambientes (como os lares) e pulmões de pacientes asmáticos. É provável que as diferenças nos nichos de espécies influenciem o tratamento eficaz, que pode envolver o local fechado, como talvez uma casa possa ser projetada para evitar o crescimento de uma determinada espécie de fungo, com um nicho definido (Amend, Seifert, Samson & Brun, 2010; Peay, Kennedy, & Bruns, 2008).

Como a prevalência da doença asmática continua aumentando na população, possibilitar pesquisas sobre os papéis dos fungos e em diferentes ambientes traz sentido na saúde ambiental. Além disso, os hábitos dos seres humanos podem estar interferindo na ecologia do reino fúngico: concentrações elevadas de CO₂ parecem estimular a esporulação (Wolf, O'Neill, Rogers, Muilenberg, & Ziska, 2010); Klironomos *et al.*, 1997) e alterações climáticas parecem influenciar o tempo de esporulação (Gange, Gange, Sparks, & Boddy, 2007). Nunca houve um momento mais relevante para interações entre medicina e ecologia. A alteração do ambiente com a renovação de ar artificialmente pode influir na relação entre o homem e fungos causadores de doenças pulmonares, o que sugere uma conexão entre a mudança global e o aumento da asma e alergias (Wolf *et al.*, 2010).

Regulamentação e a Qualidade do Ar de Interiores (QAI)

Cotidianamente estamos sujeitos a um ambiente artificial que é modificado pelo espaço fechado e que muitas vezes esse espaço se modifica de maneira negativa, já que o problema da qualidade do ar não é perceptível aos “olhos” de todos, inclusive quando se fala dos componentes físico-químicos e biológicos, ou seja, agentes que influenciam diretamente na qualidade de vida das pessoas (Coad, 1996; Phillips, Campo, Goldstone, Reynolds, Lester, & Perry, 1993).

A qualidade do ar em ambientes fechados levou a OMS a cunhar o termo Síndrome dos Edifícios Doentes (SED), na década de 80, para designar o quadro clínico de quem trabalha nesses ambientes, com um considerável aumento dos casos de alergia e asma, relacionados a uma qualidade de ar interior insuficiente. A SED foi definida pela OMS como uma alta prevalência de sintomas em ocupantes destes prédios, tais como cefaleia, problemas oculares (irritação, dor, secura, prurido ou lacrimejamento), sintomas nasais (obstrução, coriza e irritação), sintomas de orofaringe (irritação, secura ou dor), e problemas para manter a concentração no trabalho (Vicent & Pradalier, 1997; Fanger, 2001).

Especificamente, a exposição ao ar contaminado por fungos e seus metabólicos em ambientes interiores, climatizados artificialmente ou não, constitui uma situação comum nos mais variados fragmentos populacionais. A permanência em ambientes fechados tornou-se

motivo de preocupação, principalmente na década de 90, como discutido por Brickus e Aquino (1999) que apontaram, dentre os contaminantes, o CO₂, o monóxido de carbono (CO), os compostos orgânicos voláteis totais, os compostos orgânicos semivoláteis, o radônio, a matéria particulada, a nicotina, e as concentrações total e específica de microrganismos. A poluição do ar de interiores por aerossóis alergênicos era cada vez mais reconhecida como causa de sintomas respiratórios. Ainda segundo os autores, a quantificação de alergênicos específicos como ácaros e fungos, em ar de recintos fechados, forneceu informações importantes para entender a problemática da SED e revelaram a existência de contaminantes em proporções bem maiores (até dez vezes maiores) no ambiente interno, o que tem sido atribuído ao fato de os sistemas de ar-condicionado “operarem com baixa troca de ar” (Brickus & Aquino, 1999).

A incorreta limpeza nos filtros e dutos de ar refrigerado propicia o desenvolvimento de fungos, vírus, ácaros, bactérias que podem levar os ocupantes de ambientes climatizados a contraírem doenças respiratórias, infecciosas ou alérgicas. Esse e outros problemas relacionados à concentração de poluentes em ambientes internos, como liberação de substâncias químicas pela transpiração, ou a dispersão de material tóxico existente em tintas, materiais de limpeza, etc., e que são disseminados na atmosfera interior por meio dos mecanismos de condicionadores de ar, são responsáveis pela poluição em ambientes fechados (Cartaxo *et al.*, 2007).

Considerando a preocupação mundial com a qualidade do ar em ambientes climatizados e a ampla e crescente utilização de sistemas de ar-condicionado no Brasil, em função das condições climáticas, o Ministério da Saúde estabeleceu por meio da publicação da Portaria n. 3.523 de 28 de agosto de 1998, os padrões de qualidade do ar em ambientes climatizados artificialmente, bem como o seu monitoramento. Outro marco legal sobre o assunto foi publicado em 2003, a Resolução RE n. 9, de 16 de janeiro de 2003 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que definiu a orientação técnica sobre Qualidade do Ar Interior (QAI) em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo, considerando o interesse sanitário na divulgação do assunto, bem como a preocupação com a saúde, segurança, bem-estar e conforto dos ocupantes dos ambientes climatizados (Portaria n. 3.523, 1998; Resolução n. 09, 2003). Brickus e Aquino (1999) apontaram alguns exemplos do que ainda pode ser realizado em benefício da QAI. Um programa de Qualidade do Ar de Interiores bem estruturado pode servir como um dos vértices de um programa de medicina preventiva no país.

As definições, complementares às adotadas na Portaria n. 3.523 (1998) da presente Resolução RE n. 09 (2003), estabelecem que aerodispersoide é um sistema disperso, em um meio gasoso, composto de partículas sólidas e/ou líquidas e que ambiente aceitável são ambientes livres de contaminantes em concentrações potencialmente perigosas à saúde dos ocupantes ou que apresentem um mínimo de 80% dos ocupantes destes ambientes sem queixas ou sintomatologia de desconforto. A RE n. 09 ainda define que ambientes climatizados são os espaços fisicamente determinados e caracterizados por dimensões e instalações próprias, submetidos ao processo de climatização, por meio de equipamentos e que *ar condicionado* é o processo de tratamento do ar, destinado a manter os requerimentos de QAI do espaço condicionado, controlando variáveis como a temperatura, umidade, velocidade, material particulado, partículas biológicas e teor de CO₂.

O Padrão Referencial de QAI é o marcador qualitativo e quantitativo de qualidade do ar ambiental interior, utilizado como sentinela para determinar a necessidade da busca das fontes poluentes ou das intervenções ambientais, sendo a QAI, condição do ar ambiental de interior, resultante do processo de ocupação de um ambiente fechado com ou sem

climatização artificial. A RE n. 09 recomenda os seguintes Padrões Referenciais de QAI em ambientes climatizados de uso público e coletivo, de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1.

Valores máximos de contaminação dos padrões referenciais da QAI.

Valor Máximo Recomendável - VMR		
Contaminação microbiológica	Contaminação química	Aerodispersóides totais no ar
≤ 750 UFC/m ³ de fungos; Relação I/E $\leq 1,5$	≤ 1000 ppm de CO ₂	≤ 80 µg/m ³

Nota: Fonte: Resolução RE n. 09 (2003). I = quantidade de fungos no ambiente interior; E = quantidade de fungos no ambiente exterior; UFC = Unidade Formadora de Colônias; ppm = partes por milhão.

De acordo com a RE n. 09 (2003) quando o VMR for ultrapassado ou a relação I/E for $> 1,5$, é necessário fazer um diagnóstico de fontes poluentes para uma intervenção corretiva. É inaceitável a presença de fungos patogênicos e toxigênicos. Pela falta de dados epidemiológicos brasileiros é mantida a recomendação como indicador de renovação do ar o valor = 1000 ppm de CO₂. A RE n. 09 sobre Referenciais de Qualidade do Ar Interior, em ambientes climatizados artificialmente ainda indica como faixa recomendável de operação da temperatura, nas condições internas para verão, 23 °C a 26 °C. A faixa máxima de operação deverá estar entre 26,5 °C e 27° °C, com exceção das áreas de acesso que poderão operar até 28 °C. Já durante o inverno, a faixa recomendável de operação é de 20 °C a 22 °C (RE n. 09, 2003).

METODOLOGIA

Foram coletados 21 filtros de ar-condicionado de diferentes modelos de veículos automotores (passeio), em 10 postos de troca localizados na zona sul, norte, oeste e leste da cidade de São Paulo, durante o período de outubro de 2017 a janeiro de 2018. Não foi considerado o tempo de uso do filtro de ar retirado e tampouco o modelo do veículo de passeio, visto que a parceria com os postos de troca se limitou com o recolhimento das amostras, uma vez por semana, conforme a demanda dos clientes, ficando armazenadas separadamente e embaladas no local, sem a presença do proprietário do veículo.

As amostras dos filtros foram coletadas em sacos de polietileno (embaladas individualmente após o recolhimento) e encaminhadas ao laboratório de microbiologia de uma Instituição de Ensino Superior (IES), a temperatura ambiente (25°C±2). De cada filtro foram tomados 33 fragmentos internos (Figura 2a e 2b), cortados em condições estéreis e manipulados em cabine de fluxo laminar, distribuídos em triplicata em placas de Petri, contendo meio de cultura estéril conhecido como ágar Batata Dextrose (Figura 2c). As placas foram incubadas a 25°C, por 7 dias, em estufa padrão de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), para crescimento das culturas. Cada amostra foi observada macroscopicamente após o período de incubação e as contagens fúngicas das colônias foram registradas como frequência e expressas em porcentagem (%).

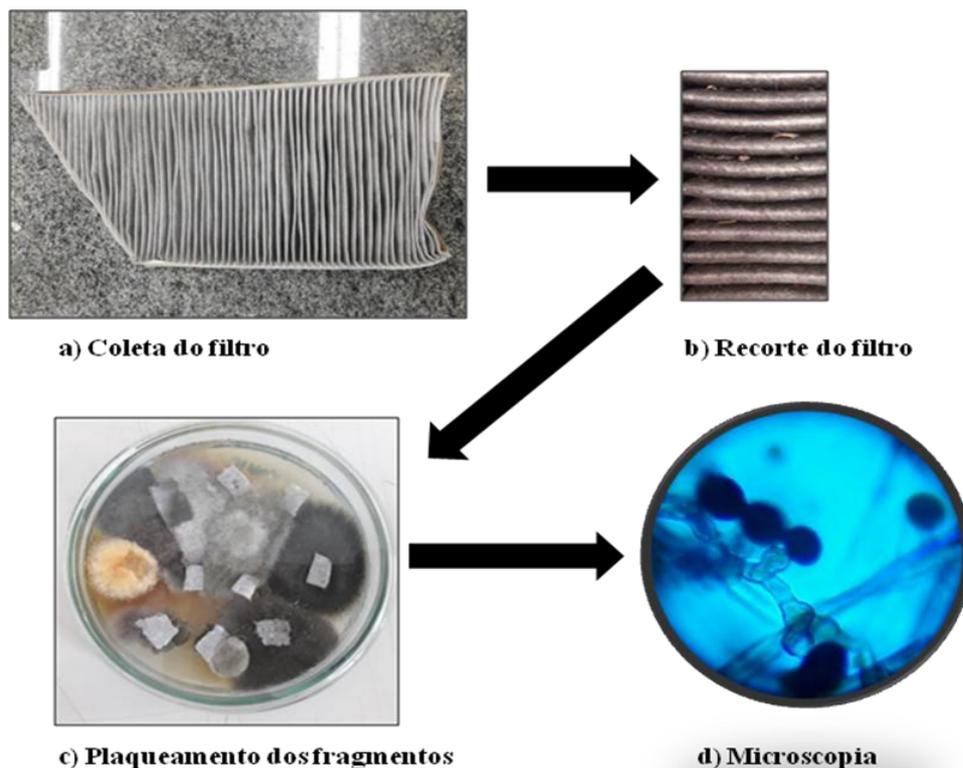


Figura 2. Procedimentos (a, b, c e d) laboratoriais das análises de fragmentos de filtro.
 Fonte: Elaborado pelos autores

Para a observação microscópica (Figura 2d) da morfologia dos fungos isolados foi empregada a técnica do exame micológico direto das estruturas fúngicas (hifas, conídios e células conidiogênicas) sob microscópio de luz com aumento de 100 a 400 vezes (100-400X), em lâmina de vidro contendo uma gota de lactofenol azul-algodão. A identificação dos gêneros fúngicos foi realizada de acordo com critérios descritivos, com base nas chaves taxonômicas descritas por Pitt e Hocking (2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente estudo demonstra uma grande variedade da biocarga fúngica nos filtros de veículos analisados, onde todas as 21 amostras apresentaram contaminação por fungos (100%) e foram observados 17 gêneros fúngicos. Foram isolados fungos como *Aspergillus* spp., *Cladosporium* spp., *Penicillium* spp., *Rhizopus* spp., *Trichoderma* spp., *Alternaria alternata*, *Nigrospora* spp., *Chaetomium* spp., *Curvularia* spp., *Bipolaris* spp., *Phoma* spp., *Rhodotorula* spp., *Fusarium* spp., *Paecilomyces* spp., *Scytalidium* spp., *Syncephalastrum* spp., *Ulocladium* spp., além das Leveduras (fungos unicelulares) e dos chamados Fungos Não Esporulados (FNE), dos quais não foram possíveis as identificações de gênero, mas que são considerados fungos ambientais contaminantes (Figura 3).

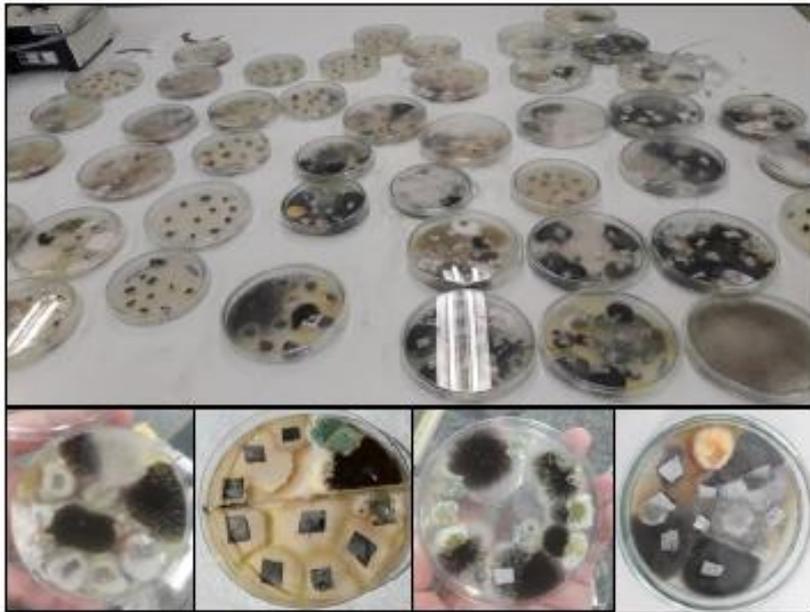


Figura 3. Placas contendo diversos gêneros fúngicos nas amostras de filtros.

Fonte: Elaborado pelos autores

Os FNEs foram predominantes em todas as amostras analisadas (81%), sendo a segunda maior contaminação de todas as amostras de filtros por *Aspergillus* spp. (76%), seguido por Leveduras (62%), como demonstrado na Figura 4.

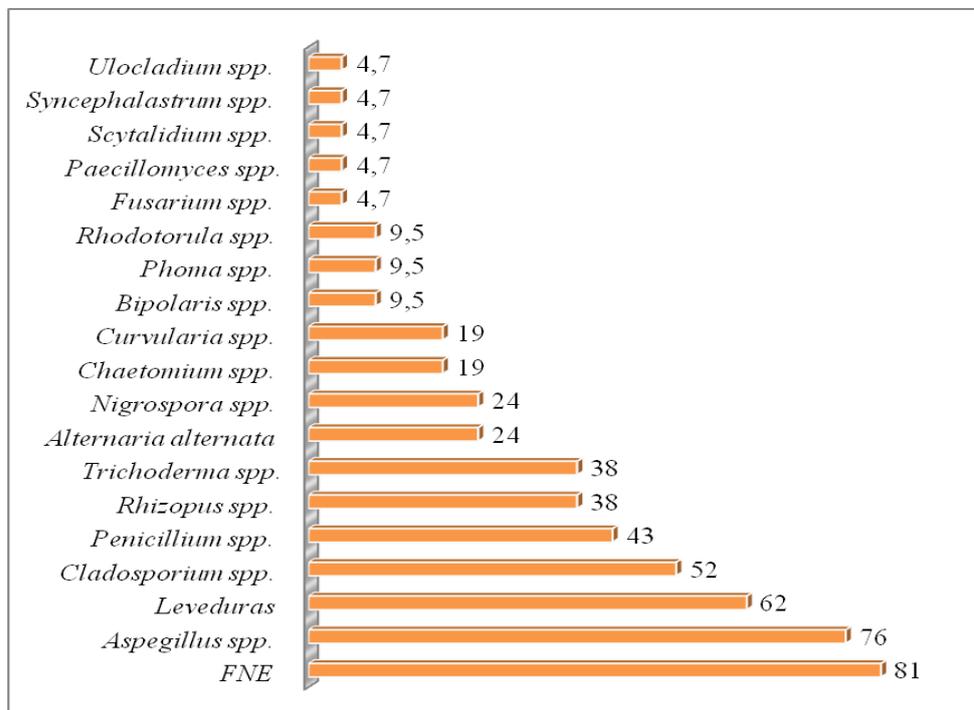


Figura 4. Frequência (%) de gêneros fúngicos no total de 21 amostras de filtros de veículos.

Fonte: Elaborado pelos autores

Várias contaminações por fungos foram descritas nos sistemas de climatização, principalmente em edifícios e hospitais. Observa-se que um dos principais responsáveis pelo controle do ar interior é o ar-condicionado e, esse por sua vez, tem uma parcela de

responsabilidade no surgimento de infecções hospitalares e também nas síndromes do edifício doente (SED), que são responsáveis por causar pneumonia, rinites, sinusites alérgicas, falta de concentração, fadiga, tanto aos pacientes como demais usuários (Mobin & Salmito, 2006). Melo, Lima, Damasceno e Vieira (2009) verificaram que mais de 40% das colônias isoladas de ar-condicionado de hospitais pertenciam ao gênero *Penicillium* spp., seguido por *Cladosporium* spp. e *Chrysosporium* spp.

No estudo de Santana e Fortuna (2012) foram encontrados *Fonsecaea* spp., *Penicillium* spp., *Candida* spp. (levedura) e *Aspergillus* spp. Vários destes microrganismos estão nas listas da ANVISA de microrganismos causadores de Infecções Hospitalares (IH). *Aspergillus* e outros gêneros foram encontrados em aparelhos de ar-condicionado, sendo responsabilizados por surtos de IH, evidenciando a necessidade de medidas de controle de qualidade do ar em ambientes hospitalares climatizados (Afonso, Tipple, Souza, Prado, & Anders, 2004).

Mobin e Salmito (2006) descreveram a presença de oito gêneros fúngicos como *Acremonium*, *Aspergillus*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Cladosporium*, *Curvularia* e *Nigrospora* em aparelhos de ar-condicionado de Unidades de Tratamento Intensivo (UTIs). Cartaxo e colaboradores (2006) verificam o elevado crescimento de fungos nos meios de cultura inoculados com o material biológico coletado nos filtros de condicionadores de ar coletados de domicílios em Manaus (AM) e foram identificados fungos como *Penicillium* spp., *Paecilomyces* spp., *Cladosporium* spp., *Rhizopus* spp., *Mucor* spp., *Aspergillus* spp. e *Rhodotorula* spp. Cerqueira e Guimarães (2017) avaliaram a QAI de um ambiente climatizado em uma indústria petroquímica, pesquisando os fungos como indicadores biológicos e encontraram em todos os pontos estudados os gêneros *Aspergillus*, *Trichoderma*, *Penicillium*, além de leveduras.

Em relação à frequência relativa por amostra analisada no presente estudo, os fungos *Aspergillus niger*, *Cladosporium* spp., FNE, Leveduras, *Penicillium* spp., *Rhizopus stolonifer* e *Trichoderma harzianum* demonstraram ser recorrentes e com elevada predominância em diversas amostras (Tabela 2).

Tabela 2.

Frequência por amostra analisada de fungos em filtros de ar

Fungos	Número da amostra (frequência relativa na amostra-%)
<i>Aspergillus fumigatus</i>	1(6%); 7(3%); 14(3%)
<i>Aspergillus niger</i>	1(30%); 3 (6%); 4 (48%); 5 (9%); 8(20%); 9(21%); 10(15%); 13 (1,5%); 16(15%); 21(6%)
<i>Aspergillus flavus</i>	4(6%); 21(1,5%)
<i>Aspergillus ochraceus</i>	4(6%); 5(3%)
<i>Aspergillus clavatus</i>	20 (1,5%)
<i>Aspergillus</i> spp.	19 (24%)
<i>Alternaria alternata</i>	2(15%); 5(33%); 6(24%); 8(45%); 9(3%); 21(4,5%)
<i>Bipolaris</i> spp.	12 (2,5%)
<i>Chaetomium</i> spp.	12(3%); 13 (8%); 16(7%); 17(1,5%); 18 (4,5%)
<i>Cladosporium</i> spp.	5(33%); 6(13%); 7(72%); 10(54%); 11(10%); 12(36%); 14(63%); 15(18%); 17(18%); 18(3%); 19(50%); 20(37%)
<i>Curvularia</i> spp.	17(3%); 18(19%); 19(24%); 20(12%)
<i>Epicoccum</i> spp.	14(9%)
FNE	1(3%); 2(24%); 5(9%); 6(36%); 7(54%); 8(33%);9(45%); 11(4,5%); 13(7%); 14(3%); 15(9%); 16(18%); 17(15%); 18(30%); 19(32%); 20(35%); 21(21%)
<i>Fusarium</i> spp.	6(6%)
Leveduras	1(15%); 4(34%); 5(12%); 6(3%); 7(12%); 8(3%); 10(21%); 12(46%); 13(53%); 14(1,5%); 15(16%); 17(60%); 18(20%);

<i>Nigrospora</i> spp.	9(27%); 12(7%); 18(30%); 20(23%); 21(4,5%)
<i>Paecilomyces</i> spp.	13(8,5%)
<i>Penicillium</i> spp.	2(3%); 4(40%); 5(7%); 12(2%); 13(12%); 15(3%); 16(33%); 18(1,5%); 20(5%); 21(4,5%)
<i>Phoma</i> spp.	7(3%); 13(1,5%)
<i>Rhizopus stolonifer</i>	1(61%); 2(58%); 3(21%); 5(3%); 6(33%); 9(20%); 16(9%); 21(17%)
<i>Rhodotorula</i> spp.	1(12%); 3(48%);
<i>Scytalidium</i> spp.	13(7%)
<i>Syncephalastrum</i> spp.	1(3%)
<i>Trichoderma harzianum</i>	2(6%); 3(21%); 5(3%); 6(45%); 8(5%); 9(3%); 10(10%); 19(10%); 21(1,5%)
<i>Ulocladium</i> spp.	8(6%)

Fonte: Elaborado pelos autores.

A Figura 5 apresenta o aspecto microscópico de alguns gêneros fúngicos isolados de filtros de ar-condicionado como *Aspergillus niger* (a), *Penicillium* (b), *Aspergillus fumigatus* (c), *Nigrospora* (d), *Fusarium* (e), Leveduras (f), *Rhizopus* (g) e *Trichoderma* (h).

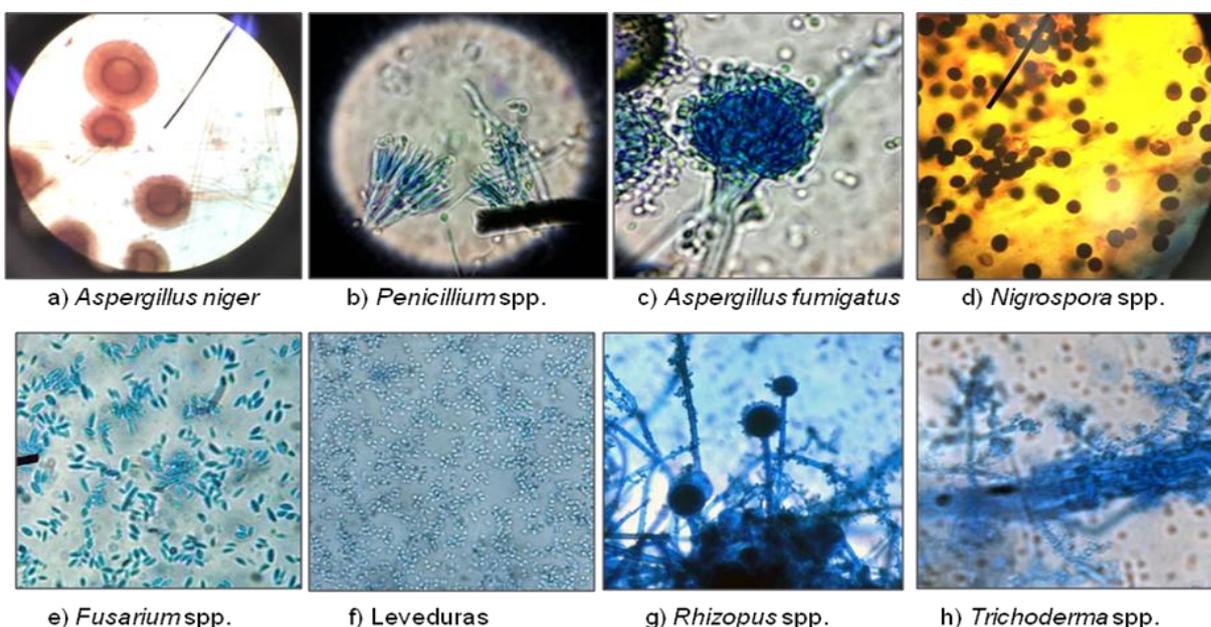


Figura 5. Fungos em microscopia (100 e 400X) isolados filtros de ar-condicionado de veículos

Fonte: Elaborado pelos autores

As doenças fúngicas invasivas, como a aspergilose pulmonar (causada pela inalação de esporos de *Aspergillus* spp.) estão aumentando e representam um importante risco para a saúde da população, especialmente para indivíduos imunocomprometidos (Vermeulen *et al.*, 2015). Dentre as espécies relevantes e de potencial patogênico de fungos encontrados em ar-condicionado de UTI com maior frequência destacam-se: *Aspergillus flavus* que podem causar aspergilose brônquica alérgica, pneumonias em imunodeprimidos, otite externa, sinusite fúngica; *Aspergillus fumigatus* com micose inalatória, sinusite crônica e reações alérgicas; *Aspergillus niger* podendo ocorrer otomicoses, onicomioses, peritonite; endocardite; *Aspergillus tamarii* relacionado a infecções oculares (Mobin & Salmito, 2006).

Como apontado por Viegas (2018), a identificação de *Aspergillus* spp. em filtros de táxis e veículos pessoais é motivo de preocupação, com maior relevância no caso de táxis destinados ao transporte de pacientes. No presente estudo, também foram encontradas

espécies patogênicas de *Aspergillus* como *Aspergillus flavus*, *Aspergillus fumigatus* e *Aspergillus niger*, além de *Aspergillus clavatus* e *Aspergillus ochraceus*, sendo *Aspergillus niger* a espécie do gênero com a maior frequência (43%), como demonstrado na Figura 6.

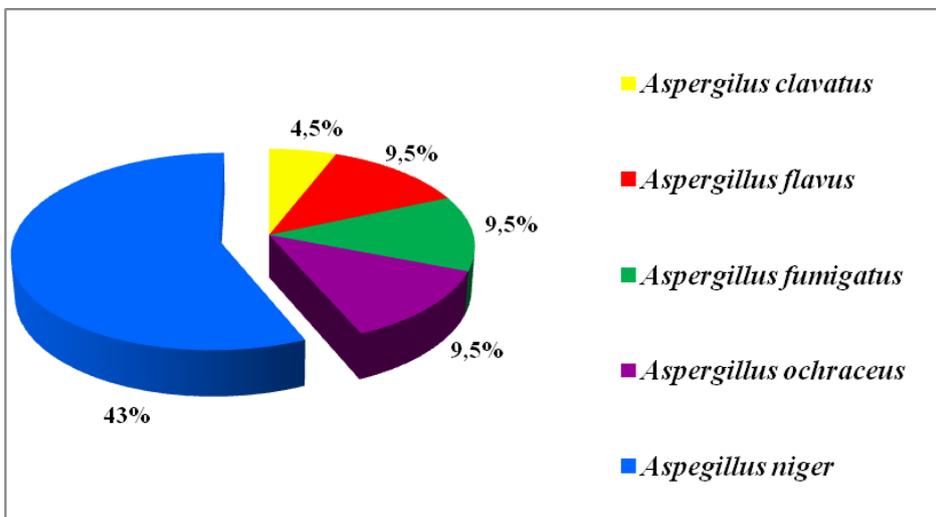


Figura 6. Espécies de *Aspergillus* isolados das amostras de filtros de ar

Fonte: Elaborado pelos autores

De acordo com Motta *et al.* (2015) os gêneros *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium* são considerados como os mais importantes fungos toxigênicos e, ainda de acordo com a RE n. 09 (2003), é inaceitável a presença de fungos patogênicos e toxigênicos segundo os Padrões Referenciais de QAI em ambientes climatizados. Vale ressaltar que no presente estudo foram identificados os três gêneros toxigênicos supracitado (*Penicillium*, *Fusarium* e *Aspergillus*) nos filtros avaliados, visto que tais gêneros de fungos produzem metabólitos secundários conhecidos como toxinas ou micotoxinas. Estes resultados corroboram com dados encontrados em outros ambientes ocupacionais, de co-exposição por meio de filtros de sistemas de ar-condicionado além da biocarga, ou seja, um fator de risco adicional como a presença ou inalação de metabólitos fúngicos tóxicos, por exemplo, as micotoxinas (Varga, Baranyi, Chandrasekaran, Vágvölgyi, & Kocsubé, 2015). Os mesmos autores observaram fungos dos gêneros *Penicillium* e *Aspergillus* com potencial toxigênico em filtros de táxis e veículos comuns.

A saúde do trabalhador deve ser levada em consideração também para os condutores de veículos profissionais (empresas de transporte, frotas de ônibus, táxis, etc.), e que passam horas no interior de cabines automotivas sob o ar-condicionado. Conforme apontado por Silva e Gomes (2015), as Normas Regulamentadoras de Segurança (NRS) e Saúde no trabalho são de observância obrigatória pelas empresas privadas e públicas e pelos órgãos públicos da administração direta e indireta, que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) e determinam as condições e requisitos ideais dos ambientes de trabalho. Destas, a NR 01 considera como local de trabalho a área onde são executadas as atividades laborais. Outro estudo sobre a contaminação de filtros de veículos de taxistas, realizado por Viegas *et al.* (2017), demonstrou a presença de *Penicillium* e *Aspergillus* indicando que medidas preventivas e de proteção devem ser implementadas para proteger a saúde de taxistas, devido ao risco ocupacional pelo tempo de exposição.

CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo demonstraram que os filtros de ar-condicionado de veículos são ambientes propícios para a bioacumulação de fungos de diversas espécies e serem fontes de alérgenos para motoristas e passageiros. A QAI para veículos é uma área de pesquisa emergente no Brasil e ainda existem inúmeras lacunas a serem preenchidas quanto aos veículos que utilizam ar-condicionado, tipos de usuários (profissionais ou não), qual a frequência de troca dos filtros, pois a troca de ar realizada pelo sistema de ventilação pode eliminar parte dos bioaerossóis.

A contribuição do presente estudo se refere à originalidade por ser realizado na cidade de São Paulo e que pode ser replicado em outras capitais com elevado índice de poluição atmosférica, uma vez que a contaminação observada por fungos em veículos pode estar associada à falta de metodologia adequada de limpeza, tanto do ambiente interno, quanto do equipamento de ar-condicionado, mas também à qualidade do ar externo captado.

Mesmo com a troca dos filtros, é importante observar a frequência mínima de limpeza para o sistema de ar para veículos como exemplo da limpeza dos aparelhos de ar-condicionado prediais, que envolve a retirada das grelhas e difusores para lavagem, remoção das sujidades internas dos dutos principais e seus ramais e aplicação de agentes desinfetantes no interior dos dutos, para eliminar os focos de microrganismos.

A limitação deste estudo se deve à falta de informação sobre o tempo de uso dos filtros, o que poderia contribuir para futuras recomendações de troca ou limpeza do sistema de circulação de ar, incluídas no manual do fabricante dos veículos. Estudos futuros são necessários, principalmente sobre a dinâmica de poluentes e a variação de parâmetros físicos e microbiológicos em conjunto (como a concentração de CO₂ e o crescimento fúngico), assim como o estudo cinético da reatividade de contaminantes no ar de ambientes internos de veículos. O presente estudo demonstrou que a presença de fungos causadores de doenças respiratórias (e potencialmente toxigênicos) na circulação do ar interno de veículos merece a atenção de pesquisadores em saúde ambiental e mesmo da indústria automobilística, para a melhoria da qualidade de vida da população e motoristas profissionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afonso, M. S. M., Tipple, A. F. V., Souza, A. C. S., Prado, M. A., & Anders, P. S. (2004). A qualidade do ar em ambientes hospitalares climatizados e sua influência na ocorrência de infecções. *Revista Eletrônica de Enfermagem*, 6(2), 181-188.
- Amend, A.S., Seifert, K.A., Samson, R., & Bruns, T.D. (2010) Indoor fungal composition is geographically patterned and more diverse in temperate zones than in the tropics. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107, 13748–13753.
- Andrade, D.F.R., Sousa, M.A.S., Silva, H.M.G. Carvalho, V.M., Sousa, M.A.S, Nunes, M.R.C.M., & Freitas, D.R.J. (2015). Microbiota fúngica no ar em unidades de terapia intensiva e centros cirúrgicos. *Revista Prevenção de Infecções e Saúde*, 1(1), 74-81.
- Bardana, E. J., Jr. (1997). Sick building syndrome-a wolf in sheep's clothing. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, 79(4), 283-293.
- Brackmann, A., Saquet, A.A., Veiga, V.V., & Bortoluz, L. (1996). Efeito das concentrações de CO₂ e O₂ no crescimento e esporulação de *Penicillium expansum* (link) thom, *in vitro*. *Revista Brasileira de Agrociência*, 2(3), 147-150.
- Brickus, L.S.R., & Aquino, F. R. Neto. A qualidade do ar de interiores e a Química. *Química Nova*, 22 (1), 65-74.

Burge, H.A., Levetin, E., Muilenberg, M.L., & Solomon, W.R. (1996). Fungus spore identification. *American Academy of Allergy Asthma Immunology*, 3-22.

Cartaxo, E.F., Gonçalves, A.C.L.C., Costa, F.R., Coelho, I.M.V., Santos, J.G. (2007). Aspectos de contaminação biológica em filtros de condicionadores de ar instalados em domicílios da cidade de Manaus – AM. *Engenharia Sanitária Ambiental*, 12(2), 202-211.

Chapman, JA (2000). How relevant are pollen and mold spore counts to clinical practice? *Annal Allergy Asthma Immunology*, 84(5), 467-468.

Cerqueira, P.E.S., & Guimarães, A.B.F. (2017). Qualidade do ar em ambientes internos climatizados em uma indústria petroquímica. *Cientefico*, 17(35), 1-18.

Coad, W.J. (1996). Qualidade do ar interior: um parâmetro de projeto. *Ashrae Journal*, 38(6), 39-47.

Denning, D.W., O'Driscoll. B.R., Hogaboam, C.M., Bowyer, P., & Niven, R.M. (2006) The link between fungi and severe asthma: a summary of the evidence. *European Respiratory Journal*, 27(3), 615–626.

Eduard, W., Heederick, D., Duchained, D., & Green, B.J. (2012). Bioaerosol exposure assessment in the workplace: the past, present and recent advances. *Journal of Environmental Monitoring*, 14 (2), 334–339.

Fanger, P. O (2001). Human requirements in future air-conditioned environments. *International Journal of Refrigeration*, 24 (2), 148-153.

Gange, A.C., Gange, E.G., Sparks, T.H., Boddy, L. (2007). Rapid and recent changes in fungal fruiting patterns. *Science*, 316 (5821), 71.

Guerra, F. L., Cunha, E. G. da, Silva, A. C. S. B. da, & Knop, S. (2012). Análise das condições favoráveis à formação de bolor em edificação histórica de Pelotas, RS, Brasil. *Ambiente Construído*, 12 (4), 7-23.

Graudenz, G. S., & Dantas, E (2007). *Poluição dos ambientes interiores: doenças e sintomas relacionados às edificações*. *Revista Brasileira de Medicina*, 2(1), Recuperado em 20 janeiro, 2017, de http://www.moreirajr.com.br/revistas.asp?fase=r003&id_materia=3497.

Idso, S.B., & Idso, K.E. (2012). CO₂ and soil fungi: a powerful combination that helps plants sequester more carbon. Recuperado em 24 abril, 2018, de <http://www.co2science.org//CarbonSequestration/Vol5.php>.

Instrução Normativa nº 01 de 7 de março de 2005 (2005). Regulamenta a Portaria nº. 1.172/2004/GM, no que se refere às competências da União, estados, municípios e Distrito Federal na área de vigilância em saúde ambiental Recuperado em 23 abril, 2018, de http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/svs/2005/int0001_07_03_2005_rep.html.

James, T.Y., Kauff, F., Schoch, C.L., Matheny, P.B., Hofstetter, V. *et al.* (2006) Reconstructing the early evolution of fungi using a six-gene phylogeny. *Nature*, 443, 818–822.

Klironomos, J.N., Rillig, M.C., Allen, M.F., Zak, D.R., Pregitzer, K.S. *et al.* (1997). Increased levels of airborne fungal spores in response to *Populus tremuloides* grown under elevated atmospheric CO₂. *Canadian Journal of Botany*, 75(10), 1670–1673.

Li, J., Li, M., Shen, F., Zou, Z., Yao, M., Wu, C. (2016). Characterization of biological aerosol exposure risks from automobile air conditioning system. *Environmental Science Technology*, 47(18), 10660–10666.

Lipson, D.A., Kuske, C.R., Gallegos-Graves, L.V., & Oechel, W.C. (2014). Elevated atmospheric CO₂ stimulates soil fungal diversity through increased fine root production in a semiarid shrubland ecosystem. *Global Change Biology*, 20(8), 2555-2565.

- Lobato, R.C., Vargas, V.S., & Silveira, E.S. (2009). Sazonalidade e prevalência de fungos anemófilos em ambiente hospitalar no sul do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista da Faculdade de Ciências Médicas de Sorocaba*, 11 (2), 21 – 28.
- Low, S.Y., Dannemiller, K., Yao, M., Yamamoto, N., Peccia, J. (2011) The allergenicity of *Aspergillus fumigatus* conidia is influenced by growth temperature. *Fungal Biology*, 115, 625–632.
- Melo, L.L.S., Lima, A.M.C., Damasceno, C.A., & Vieira, A.L.P. (2009). Flora fúngica no ambiente da Unidade de Terapia Intensiva Pediátrica e Neonatal em hospital terciário. *Revista Paulista de Pediatria*, 27(3), 303-308.
- Mobin M., & Salmito, M.A. (2006). Microbiota fúngica dos condicionadores de ar nas unidades de terapia intensiva de Teresina, PI. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 39(6), 556-559.
- Mota, R.J.B.S., Gil, T.G.B., Lima, F. B. de, Moraes, F.A.B. de, Farias, A. S. de (2014). Qualidade do ar interno no ambiente hospitalar: uma revisão integrativa. *Revista Saúde*, 8,(1), 44-52.
- Motta T.P., Frizzarin A., Martins T., Miranda M.S., Arcaro J.R.P., Ambrósio L.A. & Pozzi C.R. (2015). Estudo sobre a ocorrência de fungos e aflatoxina B₁ na dieta de bovinos leiteiros em São Paulo. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 35(1), 23-28.
- Narciso, L., Maslinkiewicz, A., & Freitas, D.R.J. de (2014). Levantamento de doenças respiratórias e sua associação com ambientes climatizados na comunidade da universidade do oeste de Santa Catarina (UNOESC) de Xanxerê. *Unoesc & Ciência – ACBS*, 79(edição especial), 85-92.
- Nowakowicz-Dębek, B., Pawlak, H., Wlazło, L., Maksym, P., Kapica, J., Chmielowiec-Korzeniowska, A., Trawińska, B. (2017) Evaluating bioaerosol exposure among bus drivers in the public transport sector. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 14 (11), D169-D172.
- Oppliger, A. (2014). Advancing the science of bioaerosol exposure assessment. *Annals of Occupational Hygiene*, 58(6), 661–663.
- Peay, K.G., Kennedy, P.G., & Bruns, T.D. (2008) Fungal community ecology: a hybrid beast with a molecular master. *BioScience*, 58 (9), 799–810.
- Phillips, J.L., Campo, R., Goldstone, M., Reynolds, G.L., Lester, J.N. & Perry, R. (1993). Relationships between indoor and outdoor air quality in four naturally ventilated offices in the United Kingdom. *Atmospheric Environment*, 27 (11), 1743-1753.
- Pitt, J.I., & Hocking, A.D.(2009). 3 ed Ilustrated. Publisher, Springer Science & Business Media. ISBN, 0387922075, 9780387922072.
- Portaria n. 3.523. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro, de 28 de agosto de 1998 (1998). Dispõe sobre a Qualidade do Ar de Interiores em ambientes climatizados. Recuperado em 20 abril, 2018, de http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/1998/prt3523_28_08_1998.html.
- Quadros, M.E., Moreira I. M., Campos P. B., Schirmer, W.N., & Lisboa, H. M. (2008). Qualidade do ar interno em veículos automotivos e ônibus de transporte público em termos da concentração de dióxido de carbono. In: XIII Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Belém do Pará. Recuperado em 23 janeiro, 2018, de https://www.researchgate.net/publication/254256898_Qualidade_do_ar_interno_em_veiculos_automotivos_e_onibus_de_transporte_publico_em_termos_da_concentracao_de_dioxido_de_carbono.

- Quandt, F.L., Hackbarth, B.B.H., Kovaleski, D.F., & Moretti-Pires, R.O. (2014). Saúde Ambiental e atenção à saúde: construção e ressignificação de referências. *Cadernos de Saúde Coletiva*, 22 (2), 150-157.
- Reponen, T., Seo, S.C., Grimsley, F., Lee, T., Crawford, C. *et al.* (2007) Fungal fragments in moldy houses: a field study in homes in New Orleans and Southern Ohio. *Atmospheric Environment*, 41, 8140–8149.
- Resolução RE n. 09 de 16 de janeiro de 2003. (2003). Determina a publicação de Orientação Técnica elaborada por Grupo Técnico Assessor, sobre Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior, em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo. *Diário Oficial da União*; Poder Executivo.
- Sahakian, N.M., Park, J.H., & Cox-Ganser, J.M (2008) Dampness and mold in the indoor environment: implications for asthma. *Immunology and Allergy Clinics of North America*, 28, 485–505.
- Salo, P.M., Arbes, S;J., Sever, M., Jaramillo, R., Cohn, R.D., *et al.* (2006) Exposure to *Alternaria alternata* in US homes is associated with asthma symptoms. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 118, 892–898.
- Santana, W.O., & Fortuna, J.L. (2012). Microbiota de aparelhos de ar-condicionado das áreas críticas de hospitais públicos e particulares e sua relação com as infecções hospitalares. *Revista Biociências, Taubaté*, 18(1), 56 -64.
- Silva, E.B., & Gomes, S. R. (2015). Ar condicionado: herói ou vilão em Unidades de Terapia Intensiva? *Revista Interdisciplinar do Pensamento Científico*, 1(1), 222 -286.
- UL Library (2017). Vehicle Interior Air Quality: Addressing Chemical Exposure in Automobiles. Recuperado em 24 janeiro, 2018, de https://library.ul.com/wp.../Vehicle-Interior-Air-Quality_final.pdf.
- Varga, J., Baranyi, N., Chandrasekaran, M., Vágvölgyi, C., Kocsubé, S., (2015). Mycotoxin producers in the *Aspergillus* genus: an update. *Acta Biologica Szegediensis*, 59 (2),151–167.
- Vermeulen, E., Maertens, J., De Bel, A., Nulens, A., Boelens, J., Surmont, I., Mertens, A., Boel, A., & Lagrou, K. (2015). Nationwide surveillance of azole resistance in aspergillus diseases. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 59(8), 4569–4576.
- Vicent, D., & Pradalier, A. (1997). Impact sanitaire de la climatisation: qu'en est-il du syndrome des «bâtiments malsains»? *Revue de Médecine Interne*, 18, 53-61.
- Viegas, C., Faria, T., Aranha, L., Carolino, E., Quintal G.A., Viegas, S. (2017). *Aspergillus* prevalence in different occupational settings. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 14(10), 771–785.
- Viegas, C., Monteiro, A., Santos, M. dos, Faria, T., Caetano, L.A., Carolino, E., *et al.* (2018). Filters from taxis air conditioning system: A tool to characterize driver's occupational exposure to bioburden? *Environmental Research*, 164, 522-529.
- Wolf, J., O'Neill, N.R., Rogers, C.A., Muilenberg, M.L., & Ziska, L.H. (2010). Elevated atmospheric carbon dioxide concentrations amplify *Alternaria alternata* sporulation and total antigen production. *Environmental Health Perspectives*, 118 (9), 1223–1228.