

AVALIAÇÃO DE FUNGOS EM BIOAEROSSÓIS EM AMBIENTE DE UM HOSPITAL DE MÉDIO PORTE DO NOROESTE PAULISTA

RESUMO

Objetivou-se nesta pesquisa avaliar a presença de fungos em bioaerossóis no ambiente da Central de Material e Esterilização de um hospital de porte médio da região Noroeste paulista. As amostras de ar foram coletadas em três pontos estratégicos, sobre dois armários e sobre o ar-condicionado, uma vez ao mês, durante seis meses consecutivos, nos períodos matutino e noturno. Para coleta fúngica foi utilizado o método de sedimentação espontânea, por meio de placas de Petri colocadas nos locais pré-determinados. As placas foram fechadas, acondicionadas em local apropriado e transportadas ao laboratório de microbiologia, onde foram analisadas. Para a identificação dos fungos foram empregadas as características morfológicas macro e microscópicas, assim como métodos bioquímicos convencionais. Para avaliar os resultados foram empregadas análise de variância (ANOVA) e análise de agrupamento por método hierárquico. Foram encontrados os seguintes gêneros e espécies de fungos: *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger*, *Fusarium* spp, *Penicillium* spp e *Rhizopus* spp. Verificou-se maior número de fungos no período diurno, que coincide com uma maior presença de pessoas no local. Os resultados obtidos evidenciam a presença de espécies fúngicas potencialmente patogênicas e a necessidade de monitoramento dos bioaerossóis em ambientes hospitalares, minimizando assim a disseminação destes microrganismos.

Palavras-chave: *Aspergillus fumigatus*. Esterilização. Fungos patogênicos. Infecções relacionadas a ambientes de saúde.

EVALUATION OF FUNGI IN BIOAEROSOLS IN THE ENVIRONMENT OF A MEDIUM HOSPITAL OF NORTHWEST PAULISTA

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the presence of fungi in bioaerosols in the environment of the Material and Sterilization Center of a medium-sized hospital in the northwest region of São Paulo. Air samples were collected at three strategic points, once a month, for six consecutive months, in the morning and at night. For fungal collection, the spontaneous sedimentation method was used, using Petri dishes placed in predetermined locations. The plates were closed, stored in an appropriate place and transported to the microbiology laboratory, where they were analyzed. For the identification of fungi, macro and microscopic morphological characteristics were used, as well as conventional biochemical methods. To evaluate the results, analysis of variance (ANOVA) and cluster analysis by hierarchical method were used. The following genera and species of fungi were found: *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger*, *Fusarium* spp, *Penicillium* spp e *Rhizopus* spp. There was a greater number of fungi in the daytime, which coincides with a greater presence of people in the area. The results obtained show the presence of potentially pathogenic fungal species and the need to monitor bioaerosols in hospital environments, thus minimizing the spread of these microorganisms.

Keywords: *Aspergillus fumigatus*. Sterilization. Pathogenic fungi. Infections related to healthcare environments.

EVALUACIÓN DE HONGOS EN BIOAEROSALES EN EL AMBIENTE DE UN HOSPITAL DE MEDIO PORTE DEL NOROESTE DE PAULISTA

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar la presencia de hongos en bioaerosoles en el ambiente del Centro de Material y Esterilización de un hospital de tamaño mediano en la región noroeste de São Paulo. Se recolectaron muestras de aire en tres puntos estratégicos, una vez al mes, durante seis meses consecutivos, por la mañana y por la noche. Para la recolección de hongos se utilizó el método de sedimentación espontánea, mediante placas de Petri colocadas en lugares predeterminados. Las placas fueron cerradas, almacenadas en un lugar adecuado y transportadas al laboratorio de microbiología, donde fueron analizadas. Para la identificación de hongos se utilizaron características morfológicas macro y microscópicas, así como métodos bioquímicos convencionales. Para evaluar los resultados se utilizaron análisis de varianza (ANOVA) y análisis de conglomerados por método jerárquico. Se encontraron los siguientes géneros y especies de hongos: *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger*, *Fusarium* spp, *Penicillium* spp e *Rhizopus* spp. Hubo una mayor cantidad de hongos durante el día, lo que coincide con una mayor presencia de personas en la zona. Los resultados obtenidos muestran la presencia de especies fúngicas potencialmente patógenas y la necesidad de monitorizar los bioaerosoles en el medio hospitalario, minimizando así la propagación de estos microorganismos.

Revista Saúde e Meio Ambiente – RESMA, Três Lagoas, v. 11, n. 2, p. 200-216, agosto/dezembro. 2020. ISSN: 2447-8822.

Palabras claves: *Aspergillus fumigatus*. Esterilización. Hongos patógenos. Infecciones relacionadas con entornos sanitarios.

INTRODUÇÃO

A Central de Material e Esterilização (CME) é parte importante da estrutura de uma instituição de saúde. Mais ainda, é obrigatória a todos os estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS) que possuam centro cirúrgico, centro obstétrico e/ou ambulatorial, serviços de hemodinâmica, de emergência de alta complexidade e urgência¹. Trata-se de uma unidade que tem um processo de trabalho diferente, sendo necessária a utilização de uma série de conhecimentos científicos e tecnológicos específicos para a coordenação do trabalho. Portanto é um setor que deve buscar um entrosamento com as unidades consumidoras e com as unidades de apoio da instituição hospitalar, caracterizando uma relação de interdependência².

A CME é uma área do hospital considerada crítica e que está envolvida diretamente no controle de infecções, de modo que exerce importante papel de proteção anti-infecciosa dentro dos serviços de saúde³. Neste local se processam artigos resultantes de intervenções clínicas e cirúrgicas, o que faz com que este setor apresente riscos químicos, físicos e biológicos aos profissionais que atuam nesse ambiente, tornando-os mais suscetíveis a acidentes ocupacionais⁴.

Os riscos físicos englobam aspectos relacionados ao calor, frio, ruído, vibrações, pressões anormais, radiações ionizantes e não ionizantes, umidade, dentre outros. Os riscos químicos referem-se a substâncias, compostos ou produtos que possam invadir o organismo, seja pela via respiratória – nas formas de poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores – ou que, devido à natureza da exposição, possam ter contato com a pele ou serem absorvidos por ingestão. Os riscos biológicos são associados às bactérias, fungos, bacilos, parasitas, protozoários, vírus, entre outros, que podem estar contidos em aerossóis (bioaerossóis)⁴.

Os bioaerossóis são partículas vivas contaminantes transportadas pelo ar que contêm microrganismos, como esporos de bactérias e fungos e seus produtos relacionados (endotoxina, micotoxina, dentre outros), vírus, grãos de pólen, resíduos de plantas, insetos, fragmentos e peles humanas e animais. São de origem onipresente, altamente variável, complexa, natural ou sintética^{5,6}.

A amostragem e análise de microrganismos transportados pelo ar tem recebido atenção devido a preocupações com a contaminação por fungos em ambientes internos, a Revista Saúde e Meio Ambiente – RESMA, Três Lagoas, v. 11, n. 2, p. 200-216, agosto/dezembro. 2020. ISSN: 2447-8822.

ameaça de bioterrorismo e a ocorrência de efeitos danosos associados à saúde, incluindo doenças infecciosas. A presença de bioaerossóis indesejáveis está, frequentemente, associada à Síndrome do Edifício Doente (SED), sendo que as fontes incluem desde móveis a materiais de construção, com contaminação por fungos nas cavidades da parede, teto e piso pelo movimento de células, esporos e fragmentos de células por meio de aberturas e lacunas nas juntas estruturais⁵.

Os bioaerossóis originários de bactérias, fungos, vírus e parasitas podem ser perigosos para a saúde humana, pois têm a capacidade de permanecerem suspensos no ar por longos períodos⁷.

O nível de poluentes no ar de ambientes internos é, frequentemente, maior do que no ar externo, sendo possível encontrar efeitos graves sobre a saúde mesmo quando os poluentes se encontram dentro dos padrões de segurança preconizados na legislação, como a Resolução nº 491, promulgada em novembro de 2018 em conjunto pelo Ministério do Meio Ambiente e Conselho Nacional do Meio Ambiente e que dispõe sobre padrões de qualidade do ar⁸.

O ambiente hospitalar requer ventilação com adequada renovação de ar para que sejam minimizadas as emissões que podem gerar malefícios à saúde dos pacientes, funcionários e visitantes. A exposição crônica dos funcionários a ambientes propícios de alta concentração de agentes químicos e microbiológicos têm, como consequência, o surgimento de diagnósticos como os sintomas que caracterizam a Síndrome do Edifício Doente⁹.

Os efeitos de saúde ocupacional mais conhecidos relacionados à exposição a bioaerossóis são os sintomas respiratórios variando de sintomas agudos a crônicos, e até mesmo com risco de morte. Podem ser desenvolvidas doenças como, asma, rinite e conjuntivite alérgicas, dermatite de contato e em alguns casos, anafilaxia. Entre os diversos fatores de risco predisponentes e promotores para as alergias o mais importante é o tempo de exposição do paciente ao alérgeno^{10.11.12}.

A exposição humana a bioaerossóis em ambientes internos causa muitos problemas para os profissionais da saúde, onde altas concentrações de diferentes espécies de biopartículas estão dispersas. Essa exposição leva a efeitos adversos à saúde, incluindo transmissão de doenças infecciosas, efeitos tóxicos agudos e síndromes respiratórias, como asma e alergias, sendo que a presença de bioaerossóis em hospitais é uma das principais causas de infecção nosocomial e pode ser perigoso especialmente para pacientes imunocomprometidos⁶. Neste contexto, objetivou-se nesta pesquisa avaliar a presença de

fungos em bioaerossóis no ambiente da Central de Material e Esterilização de um hospital de porte médio da região noroeste paulista.

MATERIAL E MÉTODOS

Tipo de pesquisa

Esta pesquisa é de natureza aplicada, concentra-se em torno dos problemas presentes nas atividades das instituições, organizações, grupos ou atores sociais e seu objetivo é elaborar diagnósticos, identificação de problemas e busca de soluções¹³. Assim, busca-se gerar conhecimento sobre a presença de fungos em bioaerossóis dentro de uma Central de Material e Esterilização (CME) com a captação de bioaerossóis em placa de Petri e identificar a presença de fungos potencialmente patogênicos nestes locais.

A pesquisa foi desenvolvida respeitando os preceitos éticos¹⁴, as amostras de bioaerossóis foram colhidas após autorização pela administração do hospital.

Local da pesquisa

O estudo foi realizado num hospital de médio porte do noroeste paulista, com 118 leitos de atendimento de média e baixa complexidade, que conta com 350 colaboradores e uma média de 650 internações ao mês e 300 cirurgias.

A CME conta com 20 profissionais de enfermagem, em atividade durante as 24 horas do dia, em esquema de escala, processando e esterilizando materiais para todo o hospital e pronto socorro. No que diz respeito à sua estrutura física, não possui ar central e nos aparelhos de ar-condicionado não foram identificados filtros HEPA (*Hight Efficiency Particulate Air* – partículas de ar de alta eficiência).

O local estabelecido para a pesquisa envolve dois aspectos a serem debatidos como: a climatização artificial e a quantidade de pessoas circulando.

Coleta de dados

As amostras de bioaerossóis referente ao ambiente estudado foram colhidas de acordo com a metodologia descrita por Kalwasińska, Burkowska e Wilk¹⁵ e Hayleeyesus e Manaye¹⁶. Revista Saúde e Meio Ambiente – RESMA, Três Lagoas, v. 11, n. 2, p. 200-216, agosto/dezembro. 2020. ISSN: 2447-8822.

Foi utilizado um dueto de placas de Petri contendo meio Sabouraud-dextrose Agar (SAB, OXOID®) estéreis distintos. Foram inseridas as placas de Petri em três locais diferentes: dois armários e sobre o ar-condicionado, identificados como CME Arm1, CME Arm2 e CME Ar, sendo apresentado na TAB 1 a identificação dos locais e na FIG 1 o armário sobre o qual foi colocado uma das placas.

TAB. 1 – Identificação dos locais do Centro de Materiais de Esterilização, onde foram colhidas as amostras de bioaerossóis.

Central de Materiais de Esterilização (CME)	
Armário 1	Sobre o armário de Órtese, prótese e materiais especiais (OPME).
Armário 2	Sobre o armário de guarda de arsenal cirúrgico.
Equipamento de ar-condicionado	Sobre o equipamento de ar-condicionado da CME.

Fonte: elaborado pelos autores (2020)

FIG. 1 – Disposição da placa de Petri sobre o Armário 1, da Central de Materiais de Esterilização.



Fonte: Arquivo pessoal (2019).

A colheita das amostras na CME foi realizada no período de março a outubro de 2019, por meio da exposição de placas de Petri contendo meio de cultura Sabouraud dextrose Ágar. As placas foram colocadas uma vez ao mês, nos horários das 07h às 19 h e das 19h às 07 h. As placas foram identificadas por data, horário e local de coleta. Em seguida, foram acondicionadas em caixa isotérmica, e transportadas ao Laboratório de Microbiologia, onde foram incubadas à temperatura de 28° C, por um período de 4 a 15 dias. Após esse intervalo

Revista Saúde e Meio Ambiente – RESMA, Três Lagoas, v. 11, n. 2, p. 200-216, agosto/dezembro. 2020. ISSN: 2447-8822.

de tempo, foram realizadas a contagem e a avaliação das características dos fungos em relação à forma, tamanho e cor. Para a identificação dos fungos foram empregadas as características morfológicas macro e microscópicas, assim como métodos bioquímicos convencionais¹⁷.

Análise estatística

Simultaneamente às análises estatísticas, as pressuposições básicas da análise de variância (ANOVA), normalidade dos erros e homogeneidade das variâncias foram testadas para a variável avaliada em um esquema de fatorial triplo. A ANOVA foi realizada utilizando o *software* R¹⁸.

RESULTADOS

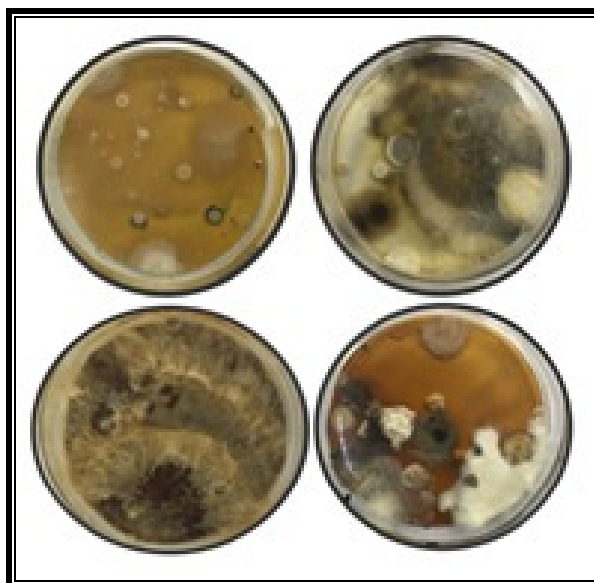
Foram identificados cinco tipos de fungos, sendo que a Tabela 2 evidencia o percentual geral da ocorrência dos microrganismos identificados nas áreas analisadas no estudo e a figura 2 são apresentadas culturas de fungos isolados.

TAB. 2 – Percentual geral de ocorrências de fungos isolados de amostras de bioaerossóis colhidos na Central de Materiais de Esterilização de um hospital do Noroeste Paulista.

Microrganismos	N	%
<i>Aspergillus fumigatus</i>	28	26,92
<i>Aspergillus niger</i>	12	11,54
<i>Fusarium ssp</i>	17	16,35
<i>Penicillium spp</i>	31	29,81
<i>Rhizopus spp</i>	16	15,38
Total de colônias	104	100

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

FIG. 2 – Placas de Petri contendo culturas de fungos em meio Sabouraud-Dextrose.



Fonte: Arquivo pessoal (2019).

De acordo com os dados apresentados, verificou-se a maior incidência de *Penicillium* spp, com 29,81%, seguida de *Aspergillus fumigatus*, com frequência de 26,92%. O menor índice de desenvolvimento foi observado em colônias de *Aspergillus niger*, com 11,54%.

Na Tabela 3 são apresentados os dados referentes a cada local da CME em que as placas de Petri foram dispostas, em relação à diversidade de tipos de fungos encontrados. Observou-se que *Penicillium* spp e *Aspergillus fumigatus* foram isolados com maior frequência no armário 2 (46,15% e 38,47, respectivamente).

Verificou-se maior diversidade de espécies fúngicas nos armários 1 e no equipamento de ar-condicionado. Enquanto que no armário 2 não foi isolado *Aspergillus niger*.

TAB. 3 – Percentual de espécies de fungos isolados de amostras de bioaerossóis colhidos de diferentes locais na Central de Materiais de Esterilização de um hospital do Noroeste Paulista.

Microrganismos	Armário 1		Armário 2		Ar-condicionado		Total
	N	%	N	%	N	%	
<i>Aspergillus fumigatus</i>	5	17,24	10	38,47	13	26,54	28
<i>Aspergillus niger</i>	6	20,69	0	0	6	12,24	12
<i>Fusarium ssp</i>	2	6,89	2	7,69	13	26,54	17
<i>Penicillium spp</i>	9	31,04	12	46,15	10	20,40	31
<i>Rhizopus spp</i>	7	24,14	2	7,69	7	14,28	16
Total de colônias	29	100	26	100	49	100	104

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Do total de 104 unidades formadoras de colônias observa-se que o ambiente com menor índice de formação foi o CME Arm2, com 26 unidades encontradas (25%) e a maior frequência foi no CME Ar, com 49 unidades (47,12%).

Nas tabelas 4 e 5 são apresentados os resultados da análise da variância univariada (ANOVA). Verificou-se que houve interação significativa para os fatores data, hora e local da amostragem, indicando que a variação no número de unidades formadoras tanto das amostras CME é dependente da variação de data, hora e local amostrado. Como ocorreu uma interação tripla significativa, fixou-se o fator data e posteriormente realizado o desdobramentos dos demais.

TAB. 4 – Análise da variância univariada (ANOVA) para as unidades formadoras de colônias (UFC) isoladas em amostras de bioaerossóis da Central de Materiais de Esterilização de um hospital do Noroeste Paulista.

	Teste F	p valor
Data da amostragem (D)	2,44	0,04
Hora da amostragem (H)	1,93	0,17
Local da amostragem (L)	230,36	0,0001
D*H	4,79	0,001
D*L	6,90	0,001
H*L	5,08	0,01
D*H*L	5,82	0,001
CV (%)		16

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

* interação entre os elementos

CV: Coeficiente de variação

TABELA 5 – Análise da variância univariada (ANOVA) com médias e desdobramentos das interações para as unidades formadoras de colônia (UFC) – amostras de bioaerossóis da Central de Materiais de Esterilização de um hospital do Noroeste Paulista, fixando o fator data de amostragem.

UFC	26-27/03/2019		Média	23-24/04/2019		Média	28-29/05/2019		Média	25-26/06/2019		Média
	19-07h	07-19h		19-07h	07-19h		19-07h	07-19h		19-07h	07-19h	
CME Arm1	11.5 Aa	12.5 Ca	12.0	18.5 Aa	9.5 Cb	14.0	14.0	18.0	16.0 B	11.5	15.5	13.5 B
CME Ar	13.5 Ab	20.5 Aa	17.0	16.5 ABb	22.5 Aa	19.5	21.5	25.0	23.3 A	25.5	20.5	23.0 A
CME Arm2	13.5 Aa	15.5 Ba	14.5	13.0 Ba	12.0 Ba	12.5	8.5	11.5	10.0 C	10.0	12.0	11.0 B
Média	12.8	16.2		16.0	14.7		14.7 a	18.2 a		15.7 a	16.0 a	
Teste F (análise da variância)												
Hora (H)		25,00 ^{ns}			1,78 ^{ns}			49,00 ^{ns}			0,25 ^{ns}	
Local (L)		75,00 ^{**}			54,33 ^{**}			81,27 ^{**}			37,00 ^{**}	
H*L		31,00 ^{**}			56,33 ^{**}			0,12 ^{ns}			5,15 ^{ns}	
CV% (H)		8			11			5			7	
CV% (L)		4			7			9			13	

UFC	27-28/08/2019		Média	24-25/09/2019		Média	22-23/10/2019		Média
	19-07h	07-19h		19-07h	07-19h		19-07h	07-19h	
CME Arm1	13.5 Ba	11.0 Ba	12.3	14.5	15.0	14.8 AB	13.0	10.5	11.8 B
CME Ar	22.0 Aa	24.5 Aa	23.3	19.5	19.5	19.5 A	21.5	22.0	21.8 A
CME Arm2	15.0 Ba	13.5 Ba	14.3	15.0	10.0	12.5 B	11.0	12.0	11.5 B
Média	16.8	16.3		16.3 a	14.8 a		15.2 a	14.8 a	
Teste F (análise da variância)									
Hora (H)		0,36 ^{ns}			1,65 ^{ns}			0,06 ^{ns}	
Local (L)		164,80 ^{**}			13,32 [*]			58,61 ^{**}	
H*L		8,40 [*]			2,41 ^{ns}			1,54 ^{ns}	
CV% (H)		9			13			15	
CV% (L)		6			13			10	

UFC = unidades formadoras de colônias. ns = não significativo ($p > 0,05$), * significativo a 5% ($p < 0,05$), ** significativo a 1% ($p < 0,01$). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

DISCUSSÃO

A presença de fungos em bioaerossóis na CME foi confirmada e a sua frequência foi elevada. Foram identificadas as espécies *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger*, *Fusarium* spp, *Penicillium* spp e *Rhizopus* spp. Os fungos apresentam amplas variações em sua incidência, de com a estação do ano, temperatura, umidade relativa do ar, hora do dia, velocidade e direção dos ventos, presença de atividade humana e tipo de climatização dos ambientes¹⁹.

O armário 1 apresentou maior concentração de fungos nos bioaerossóis quando comparado com o armário 2 (TAB 5), provavelmente devido a sua localização mais próxima ao corredor de acesso a sala, local aonde o trânsito de pessoas é maior, comparada aos demais locais avaliados. É evidente que os ambientes com maior circulação de pessoas estão sujeitos a apresentarem índices superior de biocontaminantes, indicando que a implementação de práticas de remoção mecânica da poeira, higienização acentuada do piso e da instalação de equipamentos eficientes que promovam a filtração e renovação do ar, principalmente nos ambientes com o maior fluxo de indivíduos devem ser estimuladas.

Os bioaerossóis amostrados na CME apresentaram os gêneros *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Rhizopus* (TAB 2 e 3). Estes gêneros fúngicos predominam em ambientes internos climatizados em diferentes hospitais, alterando apenas a prevalência do gênero. A presença destes gêneros é frequentemente isolada no ar, presentes em ambientes externos, porém ocupam ambientes internos por via de portas e janelas, ar condicionado e aquecedores, ganhando deste modo meios favoráveis que podem ultrapassar os níveis encontrados no ambiente externo. Os resultados encontrados são preocupantes, pois mesmo em baixa incidência, o gênero *Aspergillus* spp apresenta grande patogenicidade²⁰.

Os gêneros de fungos filamentosos isolados na Central de Materiais de Esterilização (TAB 2 e 3) são considerados potencialmente patogênicos²¹. Algumas espécies de fungos (*Aspergillus niger*, *A. fumigatus*, *Fusarium* spp, *Penicillium* spp) possuem micotoxinas, as quais podem provocar doenças em animais, inclusive nos seres humanos. Podem provocar, principalmente em infecção invasiva em pacientes imunocomprometidos, doenças cutâneas e doenças alérgicas, entre outras. Em humanos podem induzir efeitos tóxicos, agudos e crônicos, dependendo da idade e do nível de exposição²², gênero presente em ambos ambientes avaliados (TAB 2 e 3).

Os meses de março e maio apresentaram número menor de UFC, provavelmente porque nestes meses ocorreu uma intensa desinfecção hospitalar decorrente a casos extremos de pacientes com infecções mais graves, entretanto no mês de agosto a presença maior no número de UFC isoladas do equipamento de ar-condicionado pode ter ocorrido em decorrência de reformas realizadas em duas salas da unidade hospitalar, evidenciando que estes podem ser fatores que propiciam aumento de bioaerossóis em ambiente hospitalar e são agravantes à saúde dos profissionais e de pacientes. Os fungos geralmente penetram em um edifício pela entrada de ar externo do sistema de aquecimento, ventilação e ar condicionado, ou por portas e janelas e em materiais e conteúdos de construção contaminados²³.

O fluxo de funcionários no período noturno é menor na unidade hospitalar, o que se reflete nos os resultados obtidos quanto a UFC presentes no período das 19h às 7h (TAB 5). Já no período diurno, das 7h às 19h, o fluxo de funcionários é maior, assim como o número de pessoas que procuram atendimento na unidade, aumentando assim a presença de bioaerossóis no ambiente hospitalar.

Reservatórios de microrganismos, como pisos e superfícies lisas, número de visitantes, tráfego interno, número de materiais trazidos do ambiente externo agravam a extensão da microbiota do ar. A falta de controle do ar dentro e fora do ambiente hospitalar possibilita que um microrganismo persista por mais tempo, uma vez que podem espalhar-se facilmente por meio de espirros, tosse, fala e contato com materiais hospitalares. Isso pode afetar não apenas pacientes que, anteriormente, ocuparam esses ambientes e foram considerados positivos a um patógeno, como também pacientes internados de outros ambientes hospitalares locais e até pacientes provenientes de outras unidades nosocomiais²⁴.

A dispersão de microrganismos no ar, em especial em locais climatizados, pode determinar um problema sério aos pacientes e profissionais, e requer a necessidade de se realizar a amostragem para verificar e quantificar a presença de bioaerossóis no ar desse ambiente²⁵. No Brasil foram elaboradas orientações para os valores máximos aceitáveis (VMA) ou de conjuntos de valores que classifiquem as condições ambientais, com relação aos marcadores epidemiológicos (fungos e bactérias) em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo. Foram definidos valores máximos recomendáveis (VMR) para contaminação biológica, química e parâmetros físicos do ar interior, a identificação das fontes poluentes de natureza biológica, química e física, métodos analíticos e as recomendações para controle²⁶.

O VMR para contaminação microbiológica deve ser igual 750 UFC/m³ de fungos, para a relação I/E de 1,5, onde I é a quantidade de fungos no ambiente interior e E é a quantidade de fungos no ambiente exterior. A relação I/E é exigida como forma de avaliação frente ao conceito de normalidade representado pelo meio ambiente exterior e a tendência epidemiológica de amplificação dos poluentes nos ambientes fechados. Quando o VMR for ultrapassado ou a relação I/E for superior a 1,5, é necessário fazer um diagnóstico de fontes poluentes para uma intervenção corretiva. Além disso, é inaceitável a presença de fungos patogênicos e toxigênicos²⁶.

Os ambientes hospitalares tendem a concentrar bactérias e fungos potencialmente patogênicos no ar, que potencializam as chances de riscos biológicos²⁷. A limpeza da unidade do paciente, composta pelo “conjunto de espaços e de móveis destinados a cada paciente, variando seus componentes de hospital a hospital”, é reconhecida como uma das formas de manter o ambiente hospitalar biologicamente seguro²⁸.

Por ser caracterizada como uma área crítica dentro do ambiente de saúde, que oferece maior risco de transmissão de infecções, a CME deve passar por limpeza terminal, objetivando a redução da sujidade e, conseqüentemente, da população microbiana, reduzindo a possibilidade de contaminação ambiental. Essa higienização deve ser realizada ao final de cada procedimento²⁹.

CONCLUSÃO

A partir da análise dos dados obtidos, é possível concluir que:

- a concentração de bioaerossóis para ambientes internos climatizados representa um parâmetro microbiológico no nível de ocupação dos ambientes, confirmando seu uso como indicador da qualidade do ar de interiores. Foi confirmada a presença de inúmeras unidades formadoras de colônia, sendo *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger*, *Fusarium* spp, *Penicillium* spp e *Rhizopus* spp;
- as análises quantitativas e qualitativas do ar de interiores constituem um instrumento eficaz para o controle microbiológico de ambientes internos diversos;
- é importante e necessário programar planos de monitoramento e vigilância dos sistemas de ar condicionado e mobiliário, como medida preventiva contra colonização de patógenos que possam afetar na recuperação do público-alvo do hospital em estudo, assim como dos colaboradores;

- é necessária a instalação de filtros HEPA no sistema de exaustão com vistas a eliminar contaminantes biológicos do ar exaurido, devendo ser realizado a troca conforme as características do ar filtrado, assim como a inspeção deve ser realizada periodicamente por meio de processos específicos. O filtro deverá ser substituído sempre que a pressão diferencial do fluxo de ar que o atravessa atinja 45mmca ou após 18 meses de uso.

REFERÊNCIAS

- 1- Brasil. Conselho Nacional da Saúde. Resolução 466/12, de 12 de dezembro de 2012: aprova as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos [resolução na internet]. Brasília; 2012 dez 12 [citado 2020 abr 22]. Disponível em <https://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2012/Reso466.pdf>
- 2- Gil RF, Camelo, SH, Laus AM. Atividades do enfermeiro de Centro de Material e Esterilização em instituições hospitalares. Texto contexto - enferm. [Internet]. Florianópolis, 2013 dez [citado 2019 dez 09]; 22 (4): 927-934. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-07072013000400008&lng=en&nrm=iso
- 3- Araruna AB, Posso MBS. Atividades do enfermeiro de Centro de Material e Esterilização em instituições hospitalares. Texto contexto: enferm [Internet]. 2014 jul/set [citado 2019 ago 8];19(3):142-147. Disponível em http://www.sobecc.org.br/arquivos/artigos/2015/pdfs/site_sobecc_v19n3/05_sobecc.pdf
- 4- Borgheti, SP, Viegas K, Caregnato RCA. Biossegurança no Centro de Materiais e Esterilização: dúvidas dos profissionais. Rev. SOBECC [Internet]. São Paulo, 2016 jan/mar [citado 2019 nov 18]; 21 (1): 3-12. Disponível em: <https://revista.sobecc.org.br/sobecc/article/view/36/12>
- 5- Lax S, Gilbert JA. Hospital-associated microbiota and implications for nosocomial infections. Trends in Molecular Medicine [Internet], 2015 jul; [cited 2019 nov 18]; 21 (7): 427-32. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25907678/>
- 6- Tolabi Z, Alimohammadi M, Hassanvand MS. The investigation of type and concentration of bio-aerosols in the air of surgical rooms: a case study in Shariati hospital, Karaj. MethodsX [Internet], 2019; [cited 2020 jan 16]; 6: 641-650. Available from: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2215016119300615?token=6551E2337EDB AE505825154F74FC3F42003D3607ADE5DB5149E5E133AA61D64EFD6E819DD AD86ECFB282604B5B881B2F>
- 7- Sivagnanasundara MP, Amarasekara RWK, Madegedara RMD, Ekanayake A, Magana-Arachchi DN. Assessment of airborne bacterial and fungal communities in selected areas of teaching hospital, Kandy, Sri Lanka. BioMed Research International

- [Internet], 2019; [cited 2020 jan 16]; 2019: 11- 22, 2019. Available from: <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2019/7393926/>
- 8- Schirmer WN, Pian LB, Szymanski MSE, Gauer MA. A poluição do ar em ambientes internos e a síndrome dos edifícios doentes. Ciênc. saúde coletiva [Internet], 2011 ago [citado 2020 mar 17]; 16(8): 3583-3590. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232011000900026&lng=en
 - 9- Norhidayah A, Chia-Kuang L, Azhar MK, Nurulwahida S. Indoor Air Quality and Sick Building Syndrome in Three Selected Buildings. Procedia Engineering [Internet], 2013 [citado 2020 mar 17]; 53: 93-98. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705813001331>
 - 10- Galvão CES. Asma e rinite ocupacionais: visão imuno-alérgicas. Rev. Bras. Alerg. Imunopatol. [Internet], 2010 [citado 2019 nov 19]; 33 (1): 2-7. Disponível em: <http://www.sbai.org.br/revistas/Vol331/ART%201-10%20-%20Asma%20e%20rinite%20ocupacionais.pdf>
 - 11- Fan H, Xinyue L, Jiahao D, Guillaume D, Evelyne G, Maosheng Y. Time-Dependent Size-Resolved Bacterial and Fungal Aerosols in Beijing Subway. Aerosol and Air Quality Research [Internet], 2017 mar [cited 2019 jul 19]; 17 (n): 799–809. Available from: <https://aaqr.org/articles/aaqr-16-03-0a-0114>
 - 12- Lima CMF, Hernandez GH, Navajas S, Swarowsky G, Kalil J, Galvão CES. Doença alérgica ocupacional: aspectos socioepidemiológicos em ambulatório especializado na cidade de São Paulo. Rev. Bras. Med. Trab. [Internet] 2017 [citado 2019 set. 19]; 15 (4): 297-302. Disponível em: <https://cdn.publisher.gn1.link/rbmt.org.br/pdf/v15n4a02.pdf>
 - 13- Fleury TL, Werlang SRC. Pesquisa aplicada: reflexões sobre conceitos e abordagens metodológicas. In: Anuário de pesquisa 2016-2017. [Internet] 2017 [citado 2020 abr 12]; Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/apgvpesquisa/article/download/72796/69984>
 - 14- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº 15, de 15 de março de 2012: dispõe sobre requisitos de boas práticas para o processamento de produtos para saúde e dá outras providências [Internet], 2012 mar 15 [citado 2019 set 17]. Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2012/rdc0015_15_03_2012.html
 - 15- Kalwasińska A, Burkowska A, Wilk I. Microbial air contamination in indoor environment of a university library. Ann Agric Environ Med, Dublin, 2012, 19 (1): 25-29.

- 16- Hayleeyesus SF, Manaye AM. Microbiological quality of indoor air in university libraries. *Asian Pac J Trop Biomed*. [Internet] 2014 may [cited 2020 abr 15]; 4 (Supl. 1): S312-S317. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25183103/>
- 17- Winn-Junior W C, Allen SD, Janda WM. *Koneman, diagnóstico microbiológico: texto e atlas colorido*. 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2012.
- 18- R Development Core Team. *R: a Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2017.
- 19- Martins-Diniz JN, Silva RAM, Miranda ET, Mendes-Giannini MJS. Monitoramento de fungos anemófilos e de leveduras em unidade hospitalar. *Rev. Saúde Pública* [Internet]. 2005 jun [citado 2020 abr 17]; 39(3): 398-405. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102005000300010&lng=en
- 20- Melo LLS, Lima AMC, Damasceno CAV, Vieira ALP. Flora fúngica no ambiente da Unidade de Terapia Intensiva Pediátrica e Neonatal em hospital terciário. *Rev. paul. pediatr.* [Internet]. 2009 set [citado 2020 abr 17]; 27 (3): 303-308. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-05822009000300011
- 21- Reece JB, Urry LA, Cain ML, Wasserman SA, Minorsky PV, Jackson RB. *Biologia de Campbell*. 10ª ed. Porto Alegre: Artmed; 2015.
- 22- Tortora GJ, Funke BR, Case CL. *Microbiologia*. 10ª ed. Porto Alegre: Artmed; 2017.
- 23- Božić J, Ilić P, Ilić S. Indoor Air Quality in the Hospital: The Influence of Heating, Ventilating and Conditioning Systems. *Braz. arch. biol. technol.* [Internet]. 2019 [cited 2020 mar 17]; 62: e19180295. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-89132019000100607&lng=en
- 24- Solomon FB, Wadilo FW, Arota AA, Abraham YL. Antibiotic resistant airborne bacteria and their multidrug resistance pattern at University teaching referral Hospital in South Ethiopia. *Ann Clin Microbiol Antimicrob.* [Internet] 2017 apr. 12 [cited 2020 mar 27]; 16 (1): 29. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5389437/>
- 25- Fletcher LA, Noakes CJ, Beggs CB, Sleigh, PA. The importance of bioaerosols in hospital infections and the potential for control using germicidal ultraviolet irradiation. In: Monedero MAS, Garcia-Ferrandez AR. (Eds.) *Proceedings of the 1st seminar on Applied Aerobiology*, Murcia, Spain, 20 mar. 2004. Segura, Spain: Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura, University of Leeds; 2004.
- 26- Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RE nº 9, de 16 de janeiro de 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. Brasília, DF: Anvisa, 2003.

- 27- Honorato GM. Verificação de fungos anemófilos na U.T.I. do Hospital Santa Lucinda (Sorocaba/SP), antes e depois de sua limpeza. Revista Eletrônica de Biologia, 2009; 2, 19-31.
- 28- Rocha CA, Báez NA, Villarroel EV, Quintero GM. Study of bioaerosols in surgical theaters and intensive care units from a public general hospital. J of Bioscience and Medicine [Internet], 2012 oct 31 [cited 2020 jan 17]; 2 (3): 1-10. Available from: <http://www.jbscience.org/index.php?journal=jbscience&page=article&op=download&path%5B%5D=81&path%5B%5D=pdf>
- 29- Conselho Nacional de Secretários de Saúde – CONASS. Manual de Higienização e Limpeza [Internet], 2020 [citado 31 ago. 2020]. Disponível em: <https://www.conass.org.br/liacc/manual-de-higienizacao-e-limpeza/>