

QUANTIFICAÇÃO DE FUNGOS E BACTÉRIAS PARA AVALIAÇÃO DO AR INTERNO DE UMA EMPRESA DA REGIÃO CENTRO-OESTE DO PARANÁ

Viviane Augusta Medeiros Garcia Cunha
Daiane Aparecida Buzzatto de Oliveira
Camila Cristina Bombana

Discentes do Curso de Ciências Biológicas da Faculdade Integrado de Campo Mourão, PR.

Mariana Felgueira Pavanelli

Docente; Mestre do Departamento de Farmácia da Faculdade Integrado de Campo Mourão, PR.

Leandro Parussolo

Docente; Mestre do Departamento de Ciências Biológicas da Faculdade Integrado de Campo Mourão, PR.
E-mail: leandroparussolo@gmail.com.

RESUMO: A qualidade do ar interno dos ambientes fechados é influenciada por várias condições, tais como: estrutura dos prédios, ambiente externo, rotina dos ocupantes, além das atividades desenvolvidas neste ambiente. A poluição por micro-organismos, como bactérias e fungos, pode levar ao desenvolvimento de doenças alérgicas, problemas respiratórios e outras reações imunológicas e pode ser considerada como um dos principais problemas ambientais e de saúde pública. Este trabalho teve por objetivo quantificar a concentração de fungos e bactérias de uma empresa do setor agroindustrial da região centro-oeste do Paraná, com a finalidade de verificar a poluição do ar interno deste ambiente, observando os parâmetros básicos estabelecidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). As amostras foram coletadas utilizando-se o método de sedimentação em placas de Petri durante os meses de agosto e setembro de 2012, no horário de funcionamento da empresa em que o ar condicionado estava ligado. Foi realizada, também, a análise da qualidade microbiológica do ar externo da empresa, para que a análise comparativa entre o ar interno e o ar externo fosse realizada. Diante do exposto, as concentrações de fungos e bactérias encontravam-se de acordo com o limite permitido pela legislação vigente ($I/E \leq 1,5$). Podemos afirmar, dessa forma, que o ar interno da empresa apresenta uma boa qualidade, no que diz respeito à concentração de micro-organismos.

PALAVRAS-CHAVE: Bioaerossóis; Qualidade do Ar Interno; Climatização.

QUANTIFICATION OF FUNGI AND BACTERIA TO EVALUATE INSIDE AIR IN A FIRM IN THE CENTRAL-WESTERN REGION OF THE STATE OF PARANÁ

ABSTRACT: The quality of inside air in closed places is affected by several conditions such as premise structure, external environment, occupants' habits and activities developed there. Pollution by micro-organisms, such as bacteria and fungi, may trigger the development of allergies, respiratory problems and other immunological reactions. It may be considered as one of the main environmental and public health problems. The concentration of fungi and bacteria in an agricultural-industrial firm in the central-western region of the state of Paraná, Brazil, is quantified to verify internal air pollution through basic parameters established by the National Agency for Sanitary Vigilance (ANVISA). Samples were collected by sedimentation methods in Petri plates during August and September 2012 during working hours, with the air-conditioning running on. Microbiological quality of the external air was also undertaken to compare inside and outside air. Concentrations of fungi and bacteria complied with limits permitted by

Brazilian law ($I/E \leq 1.5$). It may be said that the internal air was of good quality with regard to concentrations of micro-organisms.

KEY WORDS: Bio-Aerosol; Quality of Inside Air; Climatisation.

INTRODUÇÃO

Atualmente o desenvolvimento social e urbano da sociedade moderna proporcionou que o trabalho sedentário em ambientes fechados se tornasse mais comum que atividades ao ar livre (QUADROS; LISBOA, 2010), estabelecendo, assim, a criação de um ecossistema novo, onde temos um ambiente climatizado que sofre alterações e é explorado de acordo com as atividades de seus ocupantes, pelos equipamentos que possui, por plantas, pela ventilação e pela qualidade do ar externo (BOECHAT; RIOS, 2011).

A qualidade do ar interno desses ambientes é influenciada por várias condições, como estrutura dos prédios, ambiente externo, rotina dos ocupantes e atividades desenvolvidas no local (NASCIMENTO, 2011).

A preocupação com a qualidade do ar interno (QAI) surgiu na década de 70, principalmente com a tendência em se construir edifícios selados a fim de melhorar a climatização e a redução de ruídos externos. No entanto, tal fato provocou a diminuição da troca de ar interno/externo, aumentando os casos de problemas relacionados à qualidade do ar desses locais (GAUER et al., 2008). Ainda nesse período, nos Estados Unidos foram registradas epidemias devido a defeitos em sistemas de ar condicionado de empresas, os quais foram considerados fonte de difusão de agentes patogênicos, que afetaram a saúde de várias pessoas que ali se encontravam (TEIXEIRA et al., 2005).

Dessa forma, surge o termo Síndrome de Edifício Doente (SED) como resultado do diagnóstico de várias doenças ou problemas de saúde associados a determinado local de trabalho ou moradia onde sintomas, como dores de cabeça, sonolência, urticária, coriza, falta de ar, dor de garganta e agravamento de sintomas de asma, são frequentes e comuns à maioria dos ocupantes do edifício, geralmente devido à ventilação inadequada (BCQ, 2010).

Tais fatos evidenciam a necessidade da inspeção periódica de ambientes climatizados e a manutenção adequada dos equipamentos de refrigeração. Para as empresas o controle desses parâmetros é fundamental, pois muitas pessoas passam a maior parte do seu tempo dentro desses edifícios; e funcionários com problemas de saúde implicam em um aumento do índice de absenteísmo e queda da produtividade (TEIXEIRA et al., 2005; QUADROS, 2009).

Vários fatores podem contribuir para a poluição do ar de ambientes internos, estes são classificados em poluentes de origem biológica e não biológica. No que se refere ao primeiro, destacam-se os micro-organismos (fungos e bactérias) que estão presentes e suspensos no ar (BOECHAT; RIOS, 2011). Para o desenvolvimento desses micro-organismos são necessários substratos que possibilitam sua rápida reprodução, tais como restos de insetos, pelos e escamas de pele humana (AFONSO et al., 2004).

Existem, no Brasil, normas reguladoras da qualidade do ar, especialmente as estabelecidas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). A Resolução nº 9, de 16 de janeiro de 2003, estabelece critérios para a qualidade do ar interno adequada para ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo (BRASIL, 2003).

Os padrões de referência estabelecidos na Resolução, no que se refere à contaminação microbiológica, determinam que o Valor Máximo Recomendável (VMR) deve ser ≤ 750 UFC/m³ (UFC = Unidades Formadoras de Colônias) de fungos ou que a relação entre ambiente interno/externo (I/E) seja $\leq 1,5$, onde I é a quantidade de fungos no ambiente interior e E é a quantidade de fungos no ambiente exterior. Ainda ressalta que quando este valor for ultrapassado ou a relação I/E for $> 1,5$, é necessário fazer uma busca pelas fontes contaminantes para uma intervenção corretiva, sendo inaceitável a presença de fungos patogênicos e toxigênicos (BRASIL, 2003).

A ANVISA não estabelece parâmetros de contaminação no que se refere à quantificação de bactérias em ambiente interno, porém, define como possíveis fontes os reservatórios com água estagnada, torres de resfriamento, bandejas de condensado, desumificadores,

umidificadores, serpentinas de condicionadores de ar e superfícies úmidas e quentes (BRASIL, 2003).

Para avaliar a qualidade do ar interno existem técnicas ativas e passivas, como, por exemplo, a utilização do impactador de Andersen, que caracteriza uma amostragem ativa e o método de sedimentação em placas de Petri caracterizando uma amostragem passiva (QUADROS, 2008).

Tendo em vista que poucos trabalhos são realizados para avaliar a qualidade do ar interno de empresas e que isso se faz necessário, pois o principal efeito da inadequada qualidade do ar nesses ambientes afeta a qualidade de vida das pessoas que ali se encontram, surgiu o interesse em realizar a quantificação de fungos e bactérias de uma empresa.

Assim, o presente trabalho teve por objetivo quantificar a concentração de fungos e bactérias de uma empresa da região centro-oeste do Paraná com a finalidade de verificar a poluição do ar interno deste ambiente, observando os parâmetros básicos estabelecidos pela resolução vigente.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em uma empresa do setor agroindustrial da região centro-oeste do Paraná. A empresa funciona em um edifício de 10 andares, onde todas as salas são climatizadas. Dessa forma, foi realizada a quantificação de micro-organismos (fungos e bactérias) do ar interno de todas as salas com aparelhos de ar condicionado, incluindo os setores administrativos (de atendimento a clientes e funcionários), laboratório de sementes (onde são manipulados e realizados testes experimentais), setor de informática, departamento de auditoria e administrativo bancário, departamento de comunicação, setor financeiro, setor de treinamentos aos funcionários, salas dos presidentes e responsáveis da empresa e anfiteatro.

Também foi realizada a quantificação de fungos e bactérias do ambiente externo da empresa, que é localizado ao ar livre, a fim de realizar uma análise comparativa entre os ambientes.

As amostras foram coletadas nos meses de agosto e setembro de 2012, no horário de funcionamento da

empresa, em que o ar condicionado encontrava-se ligado e, quando o sistema de refrigeração estava desligado, solicitou que fosse ligado; e, após 30 minutos, iniciou-se a amostragem.

A quantificação de fungos e bactérias dos ambientes interno e externo, foi realizada pelo método de sedimentação sobre meio de cultura sólido. Foram utilizados conjuntos de placas de Petri de 90 mm de diâmetro dispostas a um metro de qualquer obstáculo, pelo tempo de 30 minutos, caracterizando-se como amostragem passiva (PASQUARELLA; PITZURRA; SARNO, 2000; PASQUARELLA et al., 2007).

Foram utilizados como meios de cultura o Ágar Sabouraud Dextrose e o Ágar Plate Count para o cultivo de fungos e bactérias, respectivamente. Após a coleta, as placas foram levadas ao Laboratório de Microbiologia da Faculdade Integrado de Campo Mourão, onde foram incubadas a temperatura de 35-37°C por 48 horas (para bactérias) e a temperatura de 25- 27°C por 7 dias (para fungos) (BRASIL, 2003).

Após o tempo de incubação das placas, foi realizada a contagem das colônias presentes nos respectivos meios de cultura e calculada a relação I/E, a fim de determinar a qualidade do ar interno.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na quantificação dos bioaerossóis desta empresa foi utilizada a comparação entre o ar interno e o ar externo para obtenção dos resultados, adotando, assim, a relação I/E, sendo estabelecido o limite aceitável de $\leq 1,5$, conforme legislação vigente (Tabela 1).

Para apresentação e consideração de resultados válidos excluiu-se deste trabalho o piso 9, pois, no dia de amostragem do local, o sistema de refrigeração não estava em funcionamento. De acordo com os resultados obtidos pode-se observar a relação I/E superior ao recomendado pela ANVISA apenas nos laboratórios 2 e 5 instalados no piso 2.

As demais salas apresentaram resultados de acordo com os parâmetros estabelecidos pela legislação vigente (Tabela 1).

Tabela 1. Avaliação da qualidade do ar interno da empresa com relação às concentrações de fungos e bactérias.

(continua)

Local	Relação I/E (Bactérias)	Relação I/E (Fungos)
Piso 1 - Sala 1	0,053	1,323
Piso 1 - Sala 2	0,159	0,923
Piso 1 - Sala 3	0,085	0,815
Piso 1 - Sala 4	0,053	0,923
Piso 1 - Sala 5	0,063	0,615
Piso 1 - Sala 6	0,031	0,830
Piso 1 - Sala 7	0,031	0,523
Piso 1 - Sala 8	0,021	0,830
Piso 1 - Sala 9	0,106	0,584
Piso 2 - Laboratório 1	0,308	0,461
Piso 2 - Laboratório 2	3,106	1,261
Piso 2 - Laboratório 3	0,127	0,153
Piso 2 - Laboratório 4	5,361	4,153
Piso 3 - Sala 1	0,680	0,123
Piso 3 - Sala 2	0,031	0,323
Piso 3 - Sala 3	0,148	0,107
Piso 3 - Sala 4	0,021	0,092
Piso 3 - Sala 5	0,053	0,107
Piso 4 - Sala 1	0,037	0,150
Piso 4 - Sala 2	0,018	0,050
Piso 4 - Sala 3	0,018	0,283
Piso 4 - Sala 4	0,169	0,333
Piso 5 - Sala 1	0,000	0,316
Piso 5 - Sala 2	0,056	0,150
Piso 5 - Sala 3	0,037	0,433
Piso 5 - Sala 4	0,037	0,250
Piso 6 - Sala 1	0,188	0,100
Piso 6 - Sala 2	0,056	0,216
Piso 6 - Sala 3	0,886	0,366
Piso 6 - Sala 4	0,207	0,333
Piso 6 - Sala 5	0,113	0,116
Piso 6 - Sala 6	0,125	0,257
Piso 7 - Sala 1	0,075	0,142

(conclusão)

Piso 7 - Sala 2	0,075	0,057
Piso 7 - Sala 3	0,050	0,028
Piso 7 - Sala 4	0,050	0,057
Piso 7 - Sala 5	0,025	0,028
Piso 8 - Sala 1	0,075	0,085
Piso 8 - Sala 2	0,150	0,171
Piso 8 - Sala 3	0,275	0,200
Piso 8 - Sala 4	0,200	0,142
Piso 8 - Sala 5	0,050	0,114
Piso 10 - Anfiteatro	0,050	0,114

Fonte: Dados da pesquisa

No laboratório 2 a relação I/E para fungos foi de 3,106 e no laboratório 4 a relação I/E para fungos foi de 5,361 e para bactérias foi de 4,153 (Tabela 1). Apesar de não existir parâmetros para a quantificação de bactérias no ambiente interno pela legislação brasileira, neste estudo tal análise foi realizada seguindo os parâmetros fornecidos para a quantificação de fungos.

Nos laboratórios acima referidos, são realizadas análises e testes com sementes e, essas, podem abrigar diversos micro-organismos, patogênicos ou não (BRASIL, 2009). Além disso, estudos realizados em laboratórios de sementes demonstram a presença, principalmente, de fungos associados às sementes nestes locais (GOULART, 1997; MACHADO et al., 2001; ALVES et al., 2006). Esse fato demonstra que a contaminação encontrada em nosso estudo não pode ser considerada como de causa exclusiva do sistema de refrigeração do ambiente, mas relativo ao tipo de atividade desenvolvida.

Os demais pisos avaliados apresentaram resultados dentro dos limites determinados pela ANVISA, porém, de acordo com informações cedidas pela empresa, no mês de julho do corrente ano foi realizada a limpeza do ar condicionado e das saídas de ar do sistema de refrigeração próprio, o que pode ter influenciado nos resultados obtidos. Embora nestes ambientes haja considerável fluxo de pessoas e a necessidade de se manter o ar-condicionado em funcionamento, as amostras coletadas não evidenciaram contaminação do ar interno.

Nossos resultados corroboram com o apresentado por Nascimento (2011), que não encontrou

inadequações quanto à contaminação biológica ao analisar a qualidade do ar interno de uma biblioteca pública na cidade de São Carlos - SP.

Da mesma forma, Quadros (2009) utilizou vários parâmetros para determinar a qualidade do ar em ambientes internos hospitalares e, dentre eles, a concentração de fungos e a relação I/E, para tais, encontrou-se abaixo do valor máximo recomendado pela ANVISA. Resultado similar ao encontrado nesse estudo.

Em contrapartida, estudo realizado para avaliar a qualidade microbiológica do ar em salas de aula de uma instituição de ensino superior demonstrou contaminação superior ao estabelecido pela legislação em 51% das salas de aula (MORAIS et al., 2010).

No entanto, a ANVISA estabelece que, quando os valores ou a relação I/E para fungos ultrapassam o máximo recomendado, é necessária a realização de medidas corretivas na manutenção e limpeza do sistema de climatização, não sendo tolerada a presença de fungos patogênicos ou toxigênicos independentemente da quantidade destes encontrados (BRASIL, 2003). Porém, nesse estudo não foi realizada a identificação de espécies, o que não permitiu a avaliação da patogenicidade ou toxigenicidade dos micro-organismos.

Dessa forma, os resultados obtidos demonstram que a qualidade do ar interno da empresa avaliada está de acordo com os padrões estabelecidos pela legislação vigente no que diz respeito à concentração de micro-organismos encontrados.

Assim, para manter a qualidade do ar interno é ideal que a limpeza e manutenção do sistema de refrigeração sejam realizadas conforme a periodicidade estabelecida pela legislação vigente.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação quantitativa dos micro-organismos do ambiente interno da empresa apresentou resultados que estão de acordo com a legislação vigente no que se refere à qualidade do ar interno, exceto em alguns locais cuja presença de fungos e bactérias foi superior aos limites estabelecidos; porém, tais resultados podem ser justificados pelo tipo de atividade exercida nos referidos

loais. Dessa forma, a manutenção e limpeza do sistema de refrigeração desta empresa atende à regulamentação vigente.

REFERÊNCIAS

AFONSO, M. S. M. et al. A qualidade do ar em ambientes hospitalares climatizados e sua influencia na ocorrência de infecções. **Revista Eletrônica de Enfermagem**, v. 6, n. 2, 2004.

ALVES, M. C. et al. Desenvolvimento e validação de um sistema especialista para identificar fungos na análise sanitária de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 1, p. 176-186, 2006.

BCQ CONSULTORIA E QUALIDADE. A qualidade do ar de interiores do ponto de vista microbiológico. **Revista Analytica**, n. 46, p. 8, 2010.

BOECHAT, J. L.; RIOS, J. L. Poluição de ambientes internos. **Revista Brasileira Alergia e Imunopatologia**, v. 34, n. 3, p. 83-89, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de Análise Sanitária de Sementes**. Anexo do Capítulo 9 (Teste de Sanidade de Sementes) das Regras Para Análise de Sementes. Brasília, 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução - RE nº 9, de 16 de janeiro de 2003**. Determinar 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. 2003.

GAUER, M. A. et al. A poluição do ar em ambientes internos. In: SEMANA DE ESTUDOS DE ENGENHARIA AMBIENTAL, 6., 2008, Irati. **Anais...** Irati: UNICENTRO, 2008.

GOULART, A. C. P. **Fungos em sementes de soja: detecção e importância**. Dourados, MS: EMBRAPA-CPAO, 1997. 58p.

MACHADO, J. C. et al. Inoculação artificial de sementes de soja por fungos, utilizando solução de manitol. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n. 2, p. 95-101, 2001.

MORAIS, G. R. et al. Qualidade do ar interno em uma instituição de ensino superior brasileira. **Bioscience Journal**, v. 26, p. 305-310, 2010.

NASCIMENTO, G. C. **Avaliação da qualidade do ar em ambientes internos: biblioteca pública**. 2011. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) - Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2011.

PASQUARELLA, C.; et al. A mobile laminar airflow unit to reduce air bacterial contamination at surgical area in a conventionally ventilated operating theatre. **The Journal of Hospital Infection**, v. 66, p. 313-319, 2007.

PASQUARELLA, C.; PITZURRA, O.; SARNO, A. The index of microbial air contamination. **The Journal of Hospital Infection**, v. 46, p. 241-256, 2000.

QUADROS, M. E. Qualidade do ar em ambientes internos hospitalares: estudo de caso e análise crítica dos padrões atuais. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 14, n. 3, p. 431-438, 2009.

QUADROS, M. E. **Qualidade do ar em ambientes internos hospitalares: parâmetros físico-químicos e microbiológicos**. 2008. 134f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

QUADROS, M. E.; LISBOA, H. M. Qualidade do ar interno. In: MELO, H. M (Org.). **Controle da Poluição Atmosférica**. 2. ed. Florianópolis: ENS/UFSC, 2010. p. 3-34.

TEIXEIRA, D. B.; et.al. Síndrome dos edifícios doentes em recintos com ventilação e climatização artificiais: revisão de literatura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE DEFESA DO MEIO AMBIENTE, 8., 2005, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: [s.n.], 2005.

Recebido em: 16 de julho de 2013

Aceito em: 11 de dezembro de 2013