

REVISÃO DE LITERATURA

**A qualidade do ar em ambientes hospitalares:
uma revisão da literatura**

LUIZ ANTONIO DA COSTA RODRIGUES

Terceiro-Sargento (EF). Ajudante do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do
Instituto de Pesquisas Biomédicas (IPB) do Hospital Naval Marcílio Dias. Biólogo.
Mestre em Botânica pelo Museu Nacional/Universidade Federal do Rio de Janeiro.

ADRIANA PAULA MACEDO FERREIRA PEREIRA

Primeiro-Tenente (RM2-S). Ajudante da Divisão de Pesquisa do Instituto de Pesquisas Biomédicas (IPB) do Hospital Naval Marcílio Dias. Bióloga.
Mestre em Saúde Pública pela Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca (ENSP)/Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz).

Resumo: A importância da qualidade do ar em ambientes internos (QAI) não comporta contestação, sendo extremamente relevante no contexto de espaços hospitalares. O presente artigo propõe uma revisão integrativa da literatura sobre o tema, a partir da busca de artigos indexados na base de dados PubMed, publicados no período de 2012 a 2017, com o objetivo de analisar a produção científica relacionada à qualidade do ar e seus processos de identificação, tratamento, estrutura relacionada e legislação aplicados a ambientes hospitalares. Todos os artigos analisados apontam as implicações da QAI para o público hospitalar e sua relação com a concentração de material particulado. Diferentes grupos e instituições de pesquisa vêm buscando avaliar esta temática, no entanto, os métodos analíticos adotados são basicamente experimentais, demonstrando a necessidade de ampliação, normatização de processos e indicadores e até mesmo da revisão da legislação vigente. Nessa perspectiva, o uso de novos indicadores biológicos, como os grãos de pólen, pode colaborar com o aprofundamento no conhecimento e na eficácia dos processos de monitoramento e vigilância da QAI.

Palavras-chave: Material particulado; Biomarcadores ambientais; Controle da qualidade do ar; Hospitais.

Como citar este artigo: Rodrigues LAC, Pereira APMF. A qualidade do ar em ambientes hospitalares: uma revisão da literatura. Arq Bras Med Naval. 2018 jan/dez;79(1):45-51.

Submetido: 31/07/2017

Revisado e aceito: 15/09/2017

Endereço de contato: Rua: César Zama, 185 - Bairro: Lins de Vasconcelos, Rio de Janeiro - RJ, CEP:20725-090

Telefone do autor principal: (21) 2599-5452

E-mail do autor principal: rodriguespalino@gmail.com

Os autores não relatam interesse comercial, financeiro ou de propriedade nos produtos ou empresas descritos neste artigo.

As opiniões expressas neste artigo são de responsabilidade exclusiva dos autores.

ARQUIVOS BRASILEIROS DE MEDICINA NAVAL

A qualidade do ar em ambientes hospitalares: uma revisão da literatura

INTRODUÇÃO

As edificações dedicadas ao atendimento hospitalar buscam criar um ambiente isolado do meio externo. Nesse intuito, a circulação do ar é mantida por aparelhos de ar condicionado que visam o controle da temperatura e da umidade do ar e também são adotadas ferramentas cujo objetivo principal é criar barreiras perante o potencial contaminante das atividades críticas características de alguns setores hospitalares^{1,2}. Nesse aspecto, a qualidade do ar interno (QAI) ofertado pode influenciar tanto no tratamento oferecido aos pacientes quanto na saúde ocupacional.

O ar atmosférico possui concentração e composição variada, sendo composto por elementos físicos, químicos e biológicos. Entende-se como ar interno aquele de áreas não industriais, como habitações, escritórios, escolas e hospitais³. A composição do ar em ambientes internos torna-se um fator relevante para manutenção da saúde dos ocupantes destes espaços, devido ao confinamento dos mesmos.

A partir da década de 1970, surgiram os primeiros estudos com foco na QAI, sinalizando a "Síndrome de edifícios doentes". No ano de 1989, essa síndrome foi definida pela Organização Mundial de Saúde (OMS) como:

...uma situação na qual os ocupantes ou usuários de um prédio específico apresentam sintomas sem origem determinada e sem a possibilidade de constatação de uma determinada etiologia...

A QAI passou então a ser relacionada com a taxa de renovação do ar em ambientes fechados⁴. Nesse sentido, não apenas a concentração de material particulado pode condicionar os índices da QAI. A baixa qualidade do ar pode também estar relacionada ao número de usuários da área construída e aos tipos de atividades desenvolvidas na estrutura. A relação dos fatores utilizados como parâmetros para análise da QAI é atualmente composta por aerodispersóides (pólen, esporos, poeira e fibras); bioaerossóis (fungos, bactérias, vírus);

contaminantes químicos, como os compostos orgânicos voláteis (COV) e formaldeído; contaminantes gerados pelo metabolismo humano; ventilação inadequada, entre outros⁵.

A qualidade do ar está relacionada ao potencial contaminante para diferentes patologias e na legislação brasileira sua análise encontra-se relacionada à concentração de material particulado e gases como o dióxido de carbono (CO₂). As dimensões e a forma das partículas têm extrema relevância, pois constituem um componente físico que participa das interações com o meio ambiente⁶.

Dentre os fatores listados, os bioaerossóis figuram como elemento crítico em ambientes hospitalares, sendo associados à ocorrência de infecção hospitalar e de infecção de sítio cirúrgico, bem como ao comprometimento geral de pacientes usuários de imunossuppressores⁶. Além dos riscos oferecidos aos pacientes, existe a possibilidade de impacto sobre a atividade dos profissionais expostos ao ambiente hospitalar com ar de baixa qualidade.

Perante a relevância deste tema, este artigo visou realizar uma revisão bibliográfica integrativa, com o objetivo de analisar a produção científica relacionada a qualidade do ar e seus processos de identificação, tratamento, estrutura relacionada e legislação aplicados à ambientes hospitalares.

METODOLOGIA

A metodologia adotada no presente estudo foi a revisão integrativa de literatura. Segundo Ercole, Melo e Alcoforado (2014), esta metodologia tem como finalidade

"sintetizar resultados obtidos em pesquisas sobre um tema ou questão, de maneira sistemática, ordenada e abrangente".

A revisão integrativa permite a síntese de múltiplos estudos publicados e possibilita conclusões gerais a respeito de uma particular área de estudo, além de apontar lacunas do conhecimento que precisam ser preenchidas, colaborando para um maior

aprofundamento do fenômeno investigado⁷.

A revisão foi estruturada conforme as seguintes etapas: (1) escolha da base de dados e filtros de busca; (2) definição de critérios de inclusão e exclusão para os artigos selecionados na primeira etapa; (3) coleta e organização das informações a serem extraídas dos artigos triados; (4) análise e interpretação das pesquisas selecionadas.

O levantamento bibliográfico foi realizado por meio de consulta a base de dados PubMed utilizando os descritores: "indoor air quality" e "hospital" e os filtros: publicações dos últimos cinco anos (2012 a 2017) e artigos publicados em inglês, português e espanhol. Esta busca forneceu 421 artigos para primeira análise. Posteriormente a esta etapa, os títulos, resumos e palavras-chave destes artigos foram avaliados conforme os critérios de inclusão e de exclusão. Os critérios de exclusão foram: trabalhos relacionados com análises da eficiência de terapêuticas inalatórias, eficiência energética de sistemas de ar condicionado e análises de radiação ambiental. Desta forma, 57 publicações constituíram a amostra final.

As informações oriundas da amostra final foram gerenciadas utilizando os softwares Mendeley e Microsoft Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise dos 62 artigos selecionados por meio de revisão integrativa de literatura, realizada na base de dados PubMed, elegendo estudos publicados nos últimos cinco anos evidencia-se que predominam (52% dos trabalhos analisados) as análises de material particulado presente em amostras^{8,10-12,15-17,19,21,23,25-26}. Seguidos da fração biológica (vírus, bactérias e fungos) nas amostras de ar^{28-30,32,34,37,39,41,44-49,51-52,55,56}. Os demais trabalhos (48%) apresentam comparações técnicas de amostragem de ar estudos de caso relacionados à inalação de gases de uso em ambiente hospitalar e estudos pilotos envolvendo análises de dispositivos tecnológicos no controle e monitoramento do ambientes^{1-7,9,13-14,18,20,22,24,27,31,33,35-36,38,40,42-43,50,53-56}.

ARQUIVOS BRASILEIROS DE MEDICINA NAVAL

A qualidade do ar em ambientes hospitalares: uma revisão da literatura

Os países que mais publicaram foram Estados Unidos (10%)^{19,25,27,43,49-50}, China (5%)^{26,39,55} e Portugal (5%)^{4,10,40}. Os demais países com publicações analisadas apresentaram, cada um, 01 trabalho para o período amostral, revelando uma discreta atuação da grande parte da comunidade científica internacional perante este tema. Não foi encontrada publicação produzida no Brasil e em apenas um artigo foi identificada a colaboração de pesquisadores brasileiros.

Acredita-se que os fatores que influenciam a QAI podem ser categorizados em gerais e específicos: a) os gerais seriam os fatores ambientais e as condições climáticas; b) os específicos seriam: fatores de distribuição geográfica de microrganismos; genética de populações; fatores imunológicos; aspectos econômicos, científicos e de investimento em estrutura de cada país.

Quanto aos periódicos utilizados para publicação, conforme a área de conhecimento, a maioria (72%) pertence à área das Ciências da Saúde, merecendo destaque a subárea de Saúde Ambiental. Em seguida, aparecem as áreas de Engenharia e de Química (28%), revelando o caráter multidisciplinar da análise da QAI.

Entre os sítios mais avaliados dentro do contexto hospitalar, destacam-se as áreas críticas²⁷, locais dedicados a realização de procedimentos invasivos, unidades de tratamento intensivo e instalações para internação de pacientes em isolamento²³.

Os trabalhos analisados apresentam uma tendência em realizar inquéritos experimentais com enfoque predominante na contagem e identificação de partículas em ambientes internos.

Quanto aos objetivos propostos pelas pesquisas, foi observado, que de uma maneira geral, a maioria dos estudos buscou realizar um levantamento de indicadores relacionados com a QAI, tais como: temperatura, umidade relativa, níveis de CO₂, COV totais, partículas em partículas, bactérias e fungos. Porém, alguns estudos focaram na avaliação dos isolados bacterianos, conforme

seu perfil de resistência aos antibióticos, e algumas pesquisas testaram sistemas inteligentes, no intuito de aprimorar a experiência de monitoramento e de vigilância e lograr a redução de gasto energético. Cabe ressaltar que 06 artigos tiveram como propósito principal a avaliação da QAI em relação à saúde ocupacional^{22,37,39,42,51,57}.

Perante a relação que as análises de ar realizadas em ambientes hospitalares possuem frente à infecção hospitalar, à bioproteção de profissionais e demais usuários dos hospitais, buscou-se também avaliar o quesito segurança atmosférica. Desta forma, foi possível verificar que 38% das pesquisas possuem foco na identificação de micro-organismos e partículas virais. A importância do particulado como fator relevante para fração poluente no interior de edificações é notável nas palavras-chave utilizadas, pois predominam as expressões “*pollution*” e “*indoor*” (10% e 56% dos trabalhos analisados, respectivamente). A contagem de unidades formadoras de colônias para análises micológicas e concentração de partículas por m³ representam os processos mais utilizados para verificação da qualidade do ar. Considerando a análise da qualidade do ar como processo de quantificação de diferentes elementos e sua importância como causador de agravos à saúde humana, destaca-se a necessidade de processos contínuos, exequíveis que permitam a monitorização contínua da QAI.

Como técnicas de coleta e análise mais frequentes destacam-se a amostragem por impacto, a coleta de amostras de superfície e filtros e as análises de fluidos. A amostragem por impacto consiste na sucção de ar com uso de bomba de vácuo de injeção do fluxo em um sistema de cascata formado por estágios separados por filtros com poros de medidas precisas. Este método permite identificar a ocorrência de micro-organismos por período de tempo e tamanho predominante das partículas. Já a coleta de amostras de superfície e filtros consiste na coleta utilizando utensílios

estéreis em superfícies e filtros de saída do sistema de ar condicionado com posterior análise com uso de técnicas de microbiologia, biologia molecular e/ou microscopia. As análises de fluidos consistem no diagnóstico da ocorrência de micro-organismos presentes em amostras biológicas de humanos associadas à ocorrência de organismos semelhantes em amostras ambientais.

Os resultados apresentados relacionam variáveis ambientais como temperatura, umidade, estações climáticas e número de indivíduos no ambiente à concentração de material particulado. Os picos de concentração de partículas são descritos como ocorrentes durante estações mais secas e com relação direta com o aumento do fluxo de pessoal dentro do ambiente, independente do sistema de ar condicionado utilizado.

O caráter taxonômico nas análises microbiológicas pode representar em uma fragilidade nos trabalhos analisados, uma vez que a identificação morfológica ou por métodos físico-químicos demanda amplo conhecimento em diferentes áreas do conhecimento, o que indica a necessidade de uma investigação que deve ser executada por uma equipe experiente e multidisciplinar.

Predomina, entre as identificações realizadas, a ocorrência de diversos micro-organismos como: *Aspergillus flavus*, *Legionella* sp. e *Legionella pneumophila*. Verificou-se que embora diversos métodos de identificação por análise molecular estejam disponíveis, a maioria dos estudos ainda não os utiliza, provavelmente pelo alto custo destas técnicas.

Dentre as perspectivas futuras verificadas nos estudos analisados, ressalta-se a utilização de métodos que adotem bioindicadores alternativos ou complementares, no intuito de colaborar com a precisão e confiabilidade das análises em ambientes internos¹³. Cabe ressaltar, que existem estudos relatando experimentos que verificam a concentração de grãos de pólen e esporos ao longo do dia em ambientes internos. Apontando esses materiais como possíveis indicadores da renovação do ar

ARQUIVOS BRASILEIROS DE MEDICINA NAVAL
A qualidade do ar em ambientes hospitalares:
uma revisão da literatura

interno, bem como de permeabilidade e estanqueidade dos sistemas de dutos, uma vez que a razão entre a concentração da área externa e interna pode permitir a verificação da eficácia de sistemas de filtração de ar.

Perante a análise proposta, verificou-se que ainda há muito a se avançar em relação a melhorias dos sistemas de monitoramento e vigilância referentes a QAI. Este fato está diretamente relacionado com a premente necessidade da atualização de todas as normas vigentes. As normas ISO-14.698-1 e -2, que versam sobre biocontaminação em áreas limpas e tais instruções norteiam a elaboração de legislação pertinente em todo o mundo, foram recentemente revisadas, demonstrando um significativo avanço. As alterações na redação das normas surgiram da percepção internacional do não cumprimento da mesma e de sua inexistência em razão de diferentes realidades estruturais⁶. Dentre as principais alterações, a nova redação descarta a simples contagem de partículas como parâmetro para QAI e insere a identificação microbiológica como item regular para uma análise mais precisa. Desta forma, é possível perceber que uma análise eficiente deve ser capaz de amostrar diferentes espaços físicos e considerar suas peculiaridades e demandas.

CONCLUSÃO

Este estudo permitiu verificar que a QAI depende basicamente da presença de material particulado, micro-organismos, taxa de renovação do ar e uso dos ambientes internos. Diversos grupos de pesquisa, em diferentes áreas do mundo, vêm discutindo este tema, demonstrando a importância do mesmo para saúde humana e redução dos índices de infecção hospitalar.

Percebe-se que a maioria dos estudos está voltada apenas para os aspectos de levantamento dos perfis físico-químico e biológico destes ambientes, abordando de forma extremamente sutil os avanços científicos-tecnológicos que podem ser adotados na análise da QAI, bem como a necessidade da revisão da legislação vigente

ou até mesmo da importância da realização de atividades voltadas para a capacitação e/ou sensibilização da população que frequenta estes espaços.

Outro fator extremamente relevante é a baixa produção científica brasileira perante o tema em artigos indexados em bases de dados, demonstrando uma possível escassez de pesquisas realizadas em relação ao tema. Também foi perceptível que o padrão amostral atual ignora dados que poderiam colaborar para construção do conhecimento e elaboração de novas estratégias para melhoria da QAI.

ABSTRACT

The importance of indoor air quality (IAQ) doesn't involve any contestation, being extremely relevant in the context of hospital spaces. This article proposes an integrative literature review on the theme, based on the search for articles indexed in the PubMed database, published between 2012 and 2017, with the objective of analyzing the scientific production related to air quality and its identification processes, treatment, related structure and legislation applied to hospital environments. All articles analyzed indicate the implications of IAQ to hospital public and their relationship to the particulate matter concentration. Different groups and research institutions have been seeking to evaluate this issue, however the analytical methods adopted are essentially experimental, demonstrating the need for expansion, standardization of processes and indicators and even revision of the current legislation. In this perspective, the use of new biological indicators, such as the pollen grain, can collaborate with to the deepening of the knowledge and the effectiveness of the monitoring and surveillance processes of the IAQ. Keywords: Particulate matter. Environmental biomarkers. Air quality control. Hospitals.

REFERÊNCIAS

1. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil). Resolução 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. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília (DF), 20 jan 2003; Sec1:35.

2. Silva DP, Nazaré DL, Muniz JWC, Câmara CNS. Infecções hospitalares associadas à qualidade do ar em ambientes climatizados. Rev Epidemiol Controle Infecç. 2013;3(4):153-7.

3. Wang S, Ang HM, Tade MO. Volatile organic compounds in indoor environment and photocatalytic oxidation: state of the art. Environ Int. 2007;33(5):694-705.

4. Brickus LS, Aquino Neto FR. A qualidade do ar de interiores e a química. Quím Nova. 1999;22(1):56-74.

5. Hooppe LF. Qualidade dos ambientes interiores e o papel da saúde ocupacional. In: Anais do I Encontro paulista de meio ambiente e controle da qualidade do ar de interiores; 1999; São Paulo, Brasil. São Paulo: Sociedade Brasileira de Meio Ambiente e Controle de Qualidade do Ar de Interiores; 1999. p. 43-51.

6. Fleury L. Biocontenção: atenção especial na aplicação hospitalar. Rev SBCC. 2015 jan./mar.;(74):.

7. Ercole FF, Melo LS, Alcoforado CLGC. Integrative review versus systematic review. Reme Rev Min Enferm [Internet]. 2014 [acesso em 28 jul. 2017];18(1):9-12. Disponível em: <http://www.reme.org.br/artigo/detalhes/904>

8. Demirel R, Sen B, Kadaifciler D, Yoltas A, Okten S, Ozkale E, et al. Indoor airborne fungal pollution in newborn units in Turkey. Environ Monit Assess. 2017 [acesso em 28 jul. 2017];189(7):362. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s10661-017-6051-y>

9. Śmiełowska M, Marć M, Zabiegała B. Indoor air quality in public utility environments - a review. Environ Sci Pollut Res Int. 2017;24(12):11166-76.

10. Slezakova K, Morais S, Pereira MC. Trace metals in size-fractionated particulate matter in a Portuguese hospital: exposure risks assessment and comparisons with other countries. Environ Sci Pollut Res Int. 2014

ARQUIVOS BRASILEIROS DE MEDICINA NAVAL
A qualidade do ar em ambientes hospitalares:
uma revisão da literatura

- [acesso em 28 jul. 2017];21(5): 3604–20. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s11356-013-2316-3>
11. Refojo N, Duarte-Escalante E, Dignani MC, Hevia AI, Abrantes RA, Davel G, et al. Genotipificación de aislamientos clínicos de *Aspergillus flavus* y su relación con aislamientos ambientales de un centro oncohematológico. *Rev Iberoam Micol.* 2013;30(1):25–30.
 12. Rocchi S, Reboux G, Larosa F, Scherer E, Daguideau E, Berceanu A, et al. Evaluation of invasive aspergillosis risk of immunocompromised patients alternatively hospitalized in hematology intensive care unit and at home. *Indoor Air.* 2014 [acesso em 28 jul. 2017];24(6):652–61. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1111/ina.12108>
 13. Andersson AE, et al. Traffic flow in the operating room: An explorative and descriptive study on air quality during orthopedic trauma implant surgery. *Am J Infect Control.* 2012 [acesso em 28 jul. 2017];40(8):750–5. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajic.2011.09.015>
 14. Andersson AE, Bergh I, Karlsson J, Ericksson BJ, Nilsson K. Comparison between mixed and laminar airflow systems in operating rooms and the influence of human factors: Experiences from a Swedish orthopedic center. *Am J Infect Control.* 2014 [acesso em 28 jul. 2017];42(6):665–9. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajic.2014.02.001>
 15. El-Sharkawy MF, Noweir MEH. Indoor air quality levels in a University Hospital in the Eastern Province of Saudi Arabia. *J Family Community Med.* 2014 [acesso em 28 jul. 2017];21(1):39–47. Disponível em: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3966095&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
 16. Yiallourous PK, Papadouri T, Karaoli C, Papamichael E, Zeniou M, Pieridou-Bagatzouni D, et al. First outbreak of nosocomial legionella infection in term neonates caused by a cold mist ultrasonic humidifier. *Clin Infect Dis.* 2013;57(1):48–56.
 17. Tormo-Molina R, Gonzalo-Garijo MA, Fernández-Rodrigues S, Silva-Palacios I. Monitoring the occurrence of indoor fungi in a hospital. *Rev Iberoam Micol.* 2012 [acesso em 28 jul. 2017];29(4):227–34. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.riam.2012.04.002>
 18. Melikov AK. Advanced air distribution: Improving health and comfort while reducing energy use. *Indoor Air.* 2016;26(1):112–24.
 19. Raval JS, Koch E, Donnenberg AD. Real-time monitoring of non-viable airborne particles correlates with airborne colonies and represents an acceptable surrogate for daily assessment of cell-processing cleanroom performance. *Cytotherapy.* 2012;14(9):1144–50.
 20. Vafaeenasab MR, Morowatisharifabad MA, Taghi GM, Hajhosseini M, Ehrampoush MH. Assessment of sick building syndrome and its associating factors among nurses in the educational hospitals of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran. *Glob J Health Sci.* 2015;7(2):247–53.
 21. Loupa G, Zarogianni AM, Karali D, Kosmadakis I, Rapsomanikis S. Indoor/outdoor PM2.5 elemental composition and organic fraction medications, in a Greek hospital. *Sci Total Environ.* 2016;550:727–35. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.01.070>
 22. Ballbè, M. Sureda X, Martínez-Sánchez JM, Saltó E, Gual A, Fernández E. Second-hand smoke in mental healthcare settings: Time to implement total smoke-free bans? *Int J Epidemiol.* 2013;42(3):886–93.
 23. Azimi, F, Naddafi K, Nabizadeh R, Hassanvand MS, Alimohammadi M, Afhami S, et al., 2013. Fungal air quality in hospital rooms: a case study in Tehran, Iran. *J Environ Health Sci Eng.* 2013 [acesso em 28 jul. 2017];11(1):30. Disponível em: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3891997&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
 24. Apisarnthanarak A, Khawcharoenporn T, Mundy LM. Air quality of a hospital after closure for black-water flood: an occupational-health concern? *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2012 [acesso em 28 jul. 2017];33(12):1285–6. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23143377>
 25. Ross K, Chmiel JF, Ferkol T. The impact of the Clean Air Act. *J Pediatr.* 2012 [acesso em 28 jul. 2017];161(5):781–6. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022347612007524>
 26. Xu Z, Yao M. Monitoring of bioaerosol inhalation risks in different environments using a six-stage Andersen sampler and the PCR-DGGE method. *Environ Monit Assess.* 2013 [acesso em 28 jul. 2017];185(5):3993–4003. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s10661-012-2844-1>
 27. Lin J, Pai JY, Chen CC. Applied patent RFID systems for building reacting HEPA air ventilation system in hospital operation rooms. *J Med Syst.* 2012 [acesso em 28 jul. 2017];36(6):3399–405. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s10916-011-9800-4>
 28. Park, DU, Yeom JK, Lee WJ, Lee KM. Assessment of the levels of airborne bacteria, Gram-negative bacteria, and fungi in hospital lobbies. *Int J Environ Res Public Health.* 2013 [acesso em 28 jul. 2017];10(2):541–55. Disponível em: <http://www.mdpi.com/1660-4601/10/2/541/>
 29. Afshari MA, Riazipour M, Kachuei R, Teimoori M, Einollahi B. A qualitative and quantitative study monitoring airborne fungal flora in the kidney transplant unit. *Nephrourol Mon.* 2013 [acesso em 28 jul. 2017];5(2):736–40. Disponível em: http://www.numonthly.com/?page=article&article_id=5379
 30. Armadans-Gil, L. Rodríguez-Garrido V, Campins-Martí M, Gil-Cuesta J, Vaqué-Rafart J. Particle counting and microbiological air sampling: results of the simultaneous use of both procedures in different types of hospital rooms. *Enferm Infecc Microbiol Clin.* 2013 [acesso em 28 jul. 2017];31(4):217–21. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0213005X12000365>
 31. Yang CT, Liao CJ, Liu JC, Den W, Chou YC, Tsai JJ. Construction and application of an

ARQUIVOS BRASILEIROS DE MEDICINA NAVAL
A qualidade do ar em ambientes hospitalares:
uma revisão da literatura

- intelligent air quality monitoring system for healthcare environment. *J Med Syst*. 2014 [acesso em July 28, 2017];38(2):15. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s10916-014-0015-3>
32. Jafari MJ, Hajgholami MR, Omid L, Jafari M, Tabarsi P, Salehpour S, et al. Effect of Ventilation on Occupational Exposure to Airborne Biological Contaminants in an Isolation Room. *Tanaffos*. 2015 [acesso em 28 jul. 2017];14(2):141–8. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26528369>
33. Holý O, Matoušková I, Kubátová A, Hamal P, Svobodová L, Jurásková E, et al. Monitoring of Microscopic Filamentous Fungi in Indoor Air of Transplant Unit. *Cent Eur J Public Health*. 2015 [acesso em 28 jul. 2017 July 28, 2017];23(4):331–4. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26841147>
34. Fekadu S, Getachewu B. Microbiological Assessment of Indoor Air of Teaching Hospital Wards: A case of Jimma University Specialized Hospital. *Ethiop J Health Sci*. 2015 [acesso em 28 jul. 2017];25(2):117–22. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26124618>
35. Vergeire-Dalmacion GR, Itable JR, Baja ES. Hospital-acquired infection in public hospital buildings in the Philippines: Is the type of ventilation increasing the risk? *Journal of infection in developing countries*, 2016 [acesso em 28 jul. 2017];10(11):1236–42. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27886037>
36. Mousavi ES, Grosskopf KR. Ventilation rates and airflow pathways in patient rooms: a case study of bioaerosol containment and removal. *Ann Occup Hyg*. 2015 [acesso em 28 jul. 2017];59(9):1190–9. Disponível em: <https://academic.oup.com/annweh/article-lookup/doi/10.1093/annhyg/mev048>
37. Luksamijarulkul P, Aiempadit N, Vatanasomboon P. Microbial contamination on used surgical masks among hospital personnel and microbial air quality in their working wards: a hospital in Bangkok. *Oman Med J*. 2014 [acesso em July 28, 2017];29(5):346–50. Disponível em: http://www.omjournal.org/fulltext_PDF.aspx?DetailsID=564&type=fulltext
38. Caggiano G, Napoli C, Coretti C, Lovero G, Scarafile G, De Giglio O, et al. Mold contamination in a controlled hospital environment: a 3-year surveillance in southern Italy. *BMC Infect Dis*. 2014 [acesso em 28 jul. 2017];14(1):595. Disponível em: <http://bmcinfectdis.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12879-014-0595-z>
39. Yu Y, Sufeng Yin, Yi Kuan, Yingjun Xu, Xuguang Gao. Characteristics of airborne micro-organisms in a neurological intensive care unit: results from China. *J Int Med Res*. 2015 [acesso em 28 jul. 2017];43(3):332–40. Disponível em: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0300060514562055>
40. Viegas C, Faria T, Meneses M, Carolino E, Viegas S, Gomes AQ, et al. Analysis of surfaces for characterization of fungal burden - Does it matter? *Int J Occup Med Environ Health*. 2016 [acesso em 28 jul. 2017];29(4):623–32. Disponível em: <http://www.journalssystem.com/ijomeh/Analysis-of-surfaces-for-the-characterization-of-fungal-burden-does-it-matter-5924202.html>
41. Steinle S, Reis S, Sabel CE, Semple S, Marsailidh MT, Braban CF, et al. Personal exposure monitoring of PM2.5 in indoor and outdoor microenvironments. *Sci Total Environment*. 2015 [acesso em 28 jul. 2017];508:383–94. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0048969714017057>
42. Okoshi K, Kobayashi K, Kinoshita K, Tomizawa Y, Hasegawa S, Sakai Y. Health risks associated with exposure to surgical smoke for surgeons and operation room personnel. *Surg Today*. 2015;45(8):957–65. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s00595-014-1085-z> [acesso em 28 jul. 2017]
43. Ramos T, Dedesko S, Siegel JA, Gilbert JA, Stephens B. Spatial and temporal variations in indoor environmental conditions, human occupancy, and operational characteristics in a new hospital building. *PLoS One*. 2015 [acesso em 28 jul. 2017];10(3):e0118207. Disponível em: <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0118207>
44. Matuka O, Singh TS, Bryce E, Yassi A, Kgasha O, Zungu M, et al. Pilot study to detect airborne Mycobacterium tuberculosis exposure in a South African public healthcare facility outpatient clinic. *J Hosp Infect*. 2015 [acesso em 28 jul. 2017];89(3):192–6. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0195670114003867>
45. Chung FF, Lin HL, Liu HE, Lien AS, Hsiao HF, Chou LT, et al. Aerosol distribution during open suctioning and long-term surveillance of air quality in a respiratory care center within a medical center. *Respir Care*. 2015 [acesso em 28 jul. 2017];60(1):30–7. Disponível em: <http://rc.rcjournal.com/cgi/doi/10.4187/respcare.03310>
46. Bhalchandra R, Bhattacharya S, Ratnam Soundaranayagam J, Garai S, Chandy M. Importance of air particle counts in hospital infection control: insights from a cancer center in Eastern India. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2015 [acesso em 28 jul. 2017];36(9):1115–7. Disponível em: https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0899823X15001579/type/journal_article
47. Cabo Verde S, Almeida SM, Matos J, Guerreiro D, Meneses M, Faria T, et al. Microbiological assessment of indoor air quality at different hospital sites. *Res Microbiol*. 2015 [acesso em 28 jul. 2017];166(7):557–63. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S092325081500056X>
48. Martínez-Herrera EO, Frías De-León MG, Duarte-Escalante E, Calderón-Ezquerro Mdel C, Jiménez-Martínez Mdel C, et al. Fungal diversity and Aspergillus species in hospital environments. *Ann Agric Environ Med*. 2016 [acesso em 28 jul. 2017];23(2):264–9. Disponível em: <http://23.indexcopernicus.com/abstracted.php?level=5&ICID=1203888>
49. Licina D, Bhargar S, Brooks B, Baker R, Firek B, Tang X, et al. Concentrations and sources of airborne particles in a neonatal intensive care unit. *PLoS One*. 2016;11(5):e0154991.

ARQUIVOS BRASILEIROS DE MEDICINA NAVAL
A qualidade do ar em ambientes hospitalares:
uma revisão da literatura

Disponível em:

<http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0154991> [acesso em 28 jul. 2017]

50. Leung NH, Zhou J, Chu DK, Yu H, Lindsley WG, Beezhold DH, et al. 2016. Quantification of influenza virus RNA in aerosols in patient rooms. PLoS One. 2016 [acesso em 28 jul. 2017];11(2):e0148669. Disponível em: <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0148669>

51. Inaba R, Hioki A, Kondo Y, Nakamura H, Nakamura M. Suspended particle and drug ingredient concentrations in hospital dispensaries and implications for pharmacists' working environments. Environ Health Prev Med. 2016 [acesso em 28 jul. 2017];21(2):105–10. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s12199-015-0504-0>

52. Gizaw Z, Gebrehiwot M, Yenew C. High bacterial load of indoor air in hospital wards: the case of University of Gondar teaching

hospital, Northwest Ethiopia. Multidiscip Respir Med. 2016 [acesso em 28 jul. 2017];11(1):24. Disponível em: <http://mrjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40248-016-0061-4>

53. 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. 2017 [acesso em 28 jul. 2017];16(1):29. Disponível em: <http://ann-clinmicrob.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12941-017-0204-2>

54. Scheepers PTJ, Van Wel L, Beckmann G, Anzion RBM. Chemical Characterization of the Indoor Air Quality of a University Hospital: Penetration of Outdoor Air Pollutants. Int J Environ Res Public Health. 2017 [acesso em 28 jul. 2017];14(5):497. Disponível em: <http://www.mdpi.com/1660-4601/14/5/497>

55. Li R, Fu H, Hu Q, Li C, Zhang L, Chen J, et al. Physicochemical characteristics of aerosol particles in the typical microenvironment of hospital in Shanghai, China. Sci Total Environ. 2016 [acesso em 28 jul. 2017];580:651–9. Disponível em:

<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0048969716326961>

56. He C, Mackay IM, Ramsay K, Liang Z, Kidd T, Knibbs LD, et al. Particle and bioaerosol characteristics in a pediatric intensive care unit. Environ Int. 2017 [acesso em 28 jul. 2017];107:89–99. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0160412017302015>

57. Medeiros-Costa ME, Maciel RH, Rêgo DP, Lima LL, Silva MEP, Freitas JG. Occupational Burnout Syndrome in the nursing context: an integrative literature review. Rev Esc Enferm USP. 2017;51:e03235.

Dizem que...

....o uso excessivo do celular traz problemas para sua vida.

Consulte os guias Médico e Odontológico, desmarque online suas consultas, veja endereços das Unidades de Saúde e dos postos do SeDiMe, entre outras facilidades.

Acesse

www.saudenaual.mar.mil.br

ou baixe o aplicativo

A menos que você tenha o



Saúde Naval
app



DISPONÍVEL NO
Google Play



EM BREVE NA
App Store