

1 **Índices da qualidade microbiológica do ar em ambientes hospitalares**

3 **Microbiological air quality indices in hospital environments**

5 **Samuel Fernandes Silva¹; Lizandra Ferreira de Almeida e Borges²**

6 ¹Instituto de Biologia, Universidades Federal de Uberlândia,
7 samfernandess1998@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6919-8498>

8 ² Doutor, Departamento de Microbiologia, Instituto de Ciências Biomédicas,
9 Universidades Federal de Uberlândia, lizandraborjes@ufu.br, [https://orcid.org/0000-](https://orcid.org/0000-0002-4601-3689)
10 0002-4601-3689.

12 Departamento de Microbiologia, Universidade Federal de Uberlândia
13 Av. Pará, 1720, Campus Umuarama, Uberlândia, MG, CEP: 38400-902.
14 E-mail: samfernandess1998@gmail.com

Índices da qualidade microbiológica do ar em ambientes hospitalares

Microbiological air quality indices in hospital environments

Resumo: O ar circundante é um fator ecológico com forte impacto na saúde pública. Sendo que, é responsável por ser um fator de transmissão indireta de microrganismos, como bactérias, fungos e vírus, os quais são protagonistas ao aferir ou definir a qualidade do ar. O ambiente hospitalar, o qual é fadado a prestação de cuidados de saúde, necessita ter uma avaliação criteriosa e cuidados com a qualidade do ar. Este artigo teve como objetivo analisar a qualidade microbiológica do ar, em diferentes enfermarias, no Hospital de Clínicas, da Universidade Federal de Uberlândia, por meio, de amostragem passiva e comparar o índice de qualidade do ar, com legislações vigentes. Foi realizada a amostragem passiva em dois tempos de exposição, qual foi contabilizada em número de Unidades Formadoras de Colônia (UFC) em enfermarias de Clínica Médica, Queimados/Cirurgia Plástica e Moléstias Infecciosas. Os resultados obtidos no estudo classificam o ar nas enfermarias insatisfatórios. Levando em consideração que se trata de um hospital brasileiro, a legislação vigente local é colocada em destaque, pois, segundo a mesma a qualidade microbiológica do ar, no estudo realizado, foi considerada de péssima qualidade, conforme as comparações dos índices encontrados na literatura. Palavras-chaves: microbiologia; IRAS; amostras do ar; contagem de colônias microbianas.

Abstract: The surrounding air is an ecological factor with a strong impact on public health. It is responsible for being an indirect transmission factor for microorganisms such as bacteria, fungi, and viruses, which play a crucial role in assessing or defining air quality. The healthcare environment, dedicated to providing healthcare services, requires a thorough evaluation and careful attention to air quality. This article aimed to analyze the microbiological quality of the air in different sectors of the Clinical Hospital at the Universidade Federal de Uberlândia, through passive sampling and comparing the air quality index with current regulations. Passive sampling was carried out at two exposure times, quantified in terms of Colony Forming Units (CFU) in the Medical Clinic, Burn/Plastic Surgery, and Infectious Diseases wards. The results obtained in the study classified the air in the wards as unsatisfactory. Considering that it is a Brazilian hospital, the local current legislation is highlighted, as the microbiological quality of the air in the study was considered of poor quality, according to the comparisons with indices found in the literature.

Key-words: microbiology; IRAS; air samples; colony counting microbial

INTRODUÇÃO

O ar circundante é um fator ecológico com forte impacto na saúde pública. Uma vez que, este é responsável por ser um fator de transmissão indireta, para além dos poluentes químicos, um amplo espectro de microrganismos e compostos orgânicos voláteis, potencialmente adversos à saúde (TRINGE *et al.*, 2008; CAMACHO 2010; RUMCHEV *et al.*, 2017).

79 Microrganismos, como bactérias, fungos e vírus, são protagonistas ao aferir ou definir a
80 qualidade do ar. Entretanto, a qualidade do ar interior (QAI) é dada devido a outros
81 criteriosos fatores, podendo ser químicos/biológicos (contaminantes ou poluentes),
82 físicos (temperatura ambiente, humidade) e ventilação mecânica do ar interior. Sendo
83 assim, a conformidade destes fatores irá consolidar as condições de conforto e de
84 salubridade de todo e qualquer ocupante daquele ambiente (CAMACHO *et al.*, 2010;
85 HATAYAMA *et al.*, 2018).

86 Em ambiente hospitalar, as infecções podem ser disseminadas, por meio de dois modos
87 sendo eles: contato e gotículas. A transmissão por contato ocorre de uma pessoa infectada
88 ou por fômites contaminados, mas a disseminação da infecção por gotículas ou
89 transmissão aérea é muito mais difícil de determinar. A transmissão de gotículas pode
90 ocorrer, em especial, por dispersão de partículas infecciosas maiores que cerca de 5µm, e
91 as menores, em que seu processo de formação é mais difícil. Além disso, as partículas
92 maiores, podem reduzir de tamanho para partículas menores quando são submetidas a
93 determinadas condições ambientais, ou seja, quando ocorre uma variação de umidade ou
94 temperatura do ambiente. Tais partículas menores podem perdurar suspensas no ar por
95 longos períodos, sendo assim, responsável pela transmissão aérea em ambientes internos
96 e as infecções hospitalares (PRUSSIN; MARR, 2015; ASIF *et al.*, 2018; STOCKWELL
97 *et al.*, 2019).

98 Sendo o ambiente hospitalar fadado a prestação de cuidados de saúde, trata-se então de
99 um local especial do qual é preciso ter uma avaliação criteriosa. Tanto hospitais, quanto
100 unidades de saúde são locais complexos, dos quais oferecem mecanismos de ventilação
101 para o conforto dos pacientes. Desta maneira, a qualidade microbiológica do ambiente
102 hospitalar requer uma atenção já que, os pacientes podem servir como fonte de
103 microrganismos patogênicos aos profissionais de saúde, visitantes e demais pacientes. Tal
104 local pode expor, todos estes, a um risco acrescido em comparação ao ambiente exterior,
105 uma vez que em locais fechados, proporciona que tais partículas ou aerossóis gerem risco
106 de infecção (CAMACHO., 2010; CALUMBY *et al.*, 2019).

107 As áreas do hospital que abrigam pacientes mais suscetíveis a infecções (por exemplo,
108 salas de cirurgia, instalações de transplante, unidades de terapia intensiva) ou com
109 doenças transmissíveis (por exemplo, salas/enfermarias com ou sem isolamento),
110 geralmente têm sistemas de ventilação mecânica aprimorados em operação. O aumento
111 da taxa de recirculação do ar tem sido sugerido como uma estratégia de gestão eficaz para

reduzir o risco de propagação da infecção (MOUCHTOURI, RUDGE, 2015; GAO *et al.*, 2016; BAURÈS *et al.*, 2018 STOCKWELL *et al.*, 2019).

No processo de admissão hospitalar, algumas precauções já são tomadas, como no caso de isolamento de pacientes infectados por Sarampo, Tuberculose e Varicela, entretanto outros patógenos de interesse médico, também estão sendo disseminados de forma oportunista pelo ar, tais como, *Staphylococcus aureus* resistente à meticilina (MRSA), *Clostridium difficile*, *Bordetella pertussis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae* e *Acinetobacter baumannii*. Tais patógenos são provenientes de mesmo ambiente, sendo ela de humanos ou até mesmo do ar externo (MITCHELL *et al.*, 2017; BOLOOKAT *et al.*, 2018; STOCKWELL *et al.*, 2019).

Atualmente, os sistemas de ventilação que são usados em hospitais podem criar artificialmente ou continuar a ressuspender bioaerossóis, aumentando assim a probabilidade de transmissão aérea. Além disso, os sistemas de ventilação, sem manutenção, podem abrigar microrganismos que podem ser dispersados pelo ar, contribuindo potencialmente para a propagação de Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde (IRAS), em instalações de saúde (MARTÍNEZ *et al.*, 2016).

Assim, a avaliação da carga biológica no ar em locais que podem comprometer a segurança dos ambientes de saúde é considerada um passo fundamental no controle das infecções. Entretanto, o método ideal para realizar a avaliação, monitorar o procedimento, interpretação dos dados e limite máximo de biocontaminação ainda é controverso uma vez que, os procedimentos não foram definitivamente apurados. De fato, a escolha entre diferentes métodos (ativos ou passivos) e diversos amostradores foi deixada em aberto pelos padrões globais (SAHA *et al.*, 2015).

A amostragem ativa usa amostradores de ar que foram projetados para atrair um volume pré-definido de ar para uma placa de cultura ou uma membrana de nitrocelulose. Após a incubação a uma temperatura específica, as unidades formadoras de colônias (UFC)/m³ de ar são calculadas a partir dos microrganismos na placa de cultura. Este método é frequentemente aplicável quando a concentração microbiana no ar é baixa, como em ambientes de cuidados de saúde. Já o monitoramento passivo utiliza placas de sedimentação, que são placas de Petri de 9 cm de diâmetro contendo um meio de cultura não seletivo. Eles são mantidos abertos por um período fixo para coletar partículas que sedimentam e são então incubadas. Os resultados são expressos em UFC/lugar/tempo, UFC/m²/h ou IMA – Índice Microbiológico de Contaminação do ar, um índice que

representa o número de UFC contabilizado (PASQUARELLA; PITZURRA; SAVINO, 2000).

Conhecer a qualidade do ar e sua relação com possíveis IRAS, pode melhor entender a dinâmica, os impactos econômicos e sociais nas infecções. Baseado nisto, este artigo teve como objetivo analisar a qualidade microbiológica do ar, em diferentes enfermarias, no Hospital de Clínicas, da Universidade Federal de Uberlândia, por meio, de amostragem passiva e comparar o índice de qualidade do ar, com legislações vigentes.

METODOLOGIA

O Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia (HC-UFU), possui 520 leitos, com atendimento exclusivo pelo Sistema Único de Saúde (SUS), localizado na cidade de Uberlândia, no estado de Minas Gerais. É referência em média e alta complexidade, atendendo 86 municípios do Triângulo Mineiro (UFU, 2022).

A amostragem passiva foi contabilizada em número de Unidades Formadoras de Colônia (UFC) em placas de Petri com diâmetro de 90 mm, contendo Agar para Contagem (PCA), as quais foram expostas por cinco e dez minutos, a 1 metro acima do chão e 1m de distância de paredes ou quaisquer obstáculos importantes. Nesse estudo, a cada coleta, duas placas foram colocadas na Enfermaria de Queimados e Cirurgia Plástica (QP), Clínica médica (CM) e Unidade de Moléstias Infecciosas (MI). As coletas foram repetidas cinco vezes nos corredores de acesso em cada enfermaria, em dois tempos, em um intervalo de quatro a sete dias.

Após as coletas, as placas foram cobertas com suas tampas e levadas ao Laboratório de Bacteriologia Clínica (LABAC) e incubadas a 37°C por 48 horas.

Após o período de incubação, colônias presentes em cada placa foram contabilizadas e as contagens expressas em UFC. E então comparadas segundo a Resolução nº 09 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), Ministério da Saúde, de 16/01/2003 (BRASIL, 2003). Em que os níveis máximos de UFC em ar de interior climatizado não ultrapassem 750 unidades formadora de colônia por metro cúbico (UFC/m³). E segundo Pasquarella *et al.* (2001), em que o número de UFC, nomeado de *Index of Microbial Air Contamination* (IMA), de 0-5 IMA, considerado muito bom, 6-25 bom, 26-50 razoável, 51-75 ruim e ≥ 76 muito ruim. E por fim o preconizado pela *American Public Health Association* (APHA, 2003) que usa como parâmetro o valor de ≥ 30 UFC/cm²/semana como insatisfatório, considerando uma semana com 10.080 minutos.

Para expressar os resultados em UFC/m³ foi considerado a seguinte equação descrita por Omeliansky. $N = 5a.10^4 / (bt)$, onde N: UFC/m³; a: número de colônias por placa de Petri; b: superfície da placa em cm² (28,3 cm²); t: tempo de exposição em minutos (5 e 10 minutos).

Também foram considerados os fatores durante as coletas (período de coleta, local de disposição das placas, número de passantes e outros que fossem observados). Os dados foram analisados, tabulados em Excell® e comparados por teste *t* de Student para comparação entre os tempos de exposição e ANOVA two way para comparação entre os setores, considerando o intervalo de confiança de 95% (BioEstat software IMDS, V.5.0).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A qualidade do ar interior (QAI), em ambientes hospitalares, é um aspecto fundamental a ser considerado para garantir a saúde e segurança de seus ocupantes. A avaliação e monitoramento da qualidade do ar deve fazer parte das estratégias de prevenção contra as IRAS, que são infecções adquiridas por pacientes durante o atendimento hospitalar. As mesmas são consideradas um problema de saúde pública, uma vez que podem aumentar o tempo de internação e os custos hospitalares, além de aumentar a morbidade e a mortalidade dos pacientes. Entre as principais causas de IRAS estão as infecções respiratórias, que podem ser transmitidas pelo ar (BAURÈS *et al.*, 2018; CALUMBY *et al.*, 2019).

Foram realizadas 30 coletas do ar, no HC-UFU, o qual foi o objeto do trabalho, é caracterizado como um hospital de grande porte, onde existe diferentes perfis de pacientes, apresentando assim alta complexidade, além de contar com equipamentos e tecnologias avançadas para diagnóstico e tratamento de doenças graves (BRASIL, 2018). Desta maneira, sendo essas coletas efetuadas em três diferentes locais, em dois tempos de exposição da placa, para sedimentação do ar, e em 5 momentos diferentes, conforme a tabela 1. Coletas realizadas no decorrer de 45 dias, sendo todas elas realizadas no período da manhã, nos corredores de acesso aos leitos, e com fluxo constante de passantes.

Tabela 1 – Número de Unidades Formadoras de Colônias, nos três setores do HC-UFU, segundo o tempo de exposição da placa de cultura. C.M: Clínica Médica; M.I: Moléstias Infeciosas; Q.P: Queimados e Cirurgia

Plástica; UFC: Unidades Formadoras de Colônia; Min: Minutos de exposição

SETORES						
	C.M		M.I		Q.P	
Coletas	5Min	10Min	5Min	10Min	5Min	10Min
1	5	5	2	5	2	5
2	1	0	3	1	2	11
3	2	5	4	3	1	2
4	2	3	1	7	1	5
5	4	7	1	5	6	4
MÉDIA						
(UFC/placa)	2,8	4	2,2	4,2	2,4	5,4

Não houve diferença estatística entre as contagens de microrganismos no ar e os diferentes locais de coleta. Devido à sua alta complexidade, esse hospital é referência em saúde para sua região e geralmente recebem casos mais graves e complexos, como traumas, doenças raras, câncer, transplantes, entre outros. Este tipo de hospital costuma ter uma grande estrutura física, com vários andares, áreas de atendimento ambulatorial, internação, centro cirúrgico, UTI, laboratórios, serviços de imagens diagnósticas, entre outros. Além disso, eles possuem equipes multidisciplinares com profissionais especializados, incluindo médicos, enfermeiros, técnicos de enfermagem, fisioterapeutas, farmacêuticos, entre outros (COREN-RJ, 2023).

No presente estudo, foi escolhido como tempo de exposição da placa, dois períodos, de cinco e dez minutos, por outro lado, protocolos como elaborados por Pasquarella e colaboradores (2000), preconizam o tempo de exposição entre 15 minutos e 1 hora. Porém outros autores que elaboraram um estudo abordando os tipos de amostragem e suas novas perspectivas descrevem que tempos de amostragem mais longos, não são recomendados devido a dessecação ou desidratação do Ágar (MAINELIS 2020). Foi por isto a escolha de tempos menores e ao menos 2 tempos diferentes para comparação.

O resultado das coletas foi expresso em padrões de comparação, que foram estabelecidos em níveis de concentração, por área, por tempo, conforme a tabela 2. Em seguida, as médias de contagem foram comparadas, por testes estatísticos e consideradas iguais ($P>0,05$).

Tabela 2 – Comparação dos parâmetros de Unidade Formadora de Colônia, nos três setores do HC-UFG, segundo o tempo de exposição da placa de cultura. UFC: Unidades Formadoras de Colônia; C.M: Clínica Médica; M.I: Moléstias Infeciosas; Q.P: Queimados e Cirurgia Plástica; UFC: Unidades Formadoras de Colônia; Min: Minutos de exposição; m³: Metros cúbicos; cm²: Centímetros Quadrados; *: IMA; ** APHA; ***:ANVISA

Local	Tempo	Média (UFC)*	UFC/cm ² /semana**	UFC/m ³ ***
C.M	5Min	2,8	199,462	989,399
M.I		2,2	156,720	777,385
Q.P		2,4	170,968	848,056
C.M	10Min	4	143,473	706,713
M.I		4,2	149,597	742,049
Q.P		5,4	192,339	954,063

A classificação da qualidade do ar, tendo como base a referência IMA, para todos os resultados obtidos foram estabelecidos como muito bom considerando o tempo de exposição utilizado no trabalho, porém os valores preconizados pela ANVISA e pela APHA nos setores foram classificados como insatisfatório, com exceção para o tempo de exposição de 10 minutos para as enfermarias de CM e MI, para ANVISA segundo os parâmetros conforme a tabela 3.

Tabela 3 - Classificação da qualidade do ar nos três setores do HC-UFG, segundo o tempo de exposição da placa de cultura, e os protocolos estabelecidos. *¹: 0-5 muito bom, 6-25 bom, 26-50 razoável, 51-75 ruim e ≥76 muito ruim; *²: ≤ 30 UFC/cm²/semana (Insatisfatório)*³: <750 UFC/m³. (Insatisfatório)≤ 30 UFC/cm²/semana (Insatisfatório); C.M: Clínica Médica; M.I: Moléstias Infeciosas; Q.P: Queimados e Cirurgia Plástica; Min: Minutos de exposição

Local	Tempo	IMA* ¹	APHA* ²	ANVISA* ³
C.M	5Min	MUITO BOM	INSATISFATÓRIO	INSATISFATÓRIO

M.I		MUITO BOM	INSATISFATÓRIO	INSATISFATÓRIO
Q.P		MUITO BOM	INSATISFATÓRIO	INSATISFATÓRIO
C.M		MUITO BOM	INATISFATORIO	SATISFATÓRIO
M.I	10Min	MUITO BOM	INATISFATORIO	SATISFATÓRIO
Q.P		MUITO BOM	INSATISFATÓRIO	INSATISFATÓRIO

258

259 Neste estudo, as coletas foram realizadas em diferentes setores no hospital. Na enfermaria
260 de clínica médica que é um espaço para internação de pacientes que precisam de cuidados
261 clínicos gerais e não especificamente necessitam de atendimento especializado em outras
262 áreas médicas, como cirurgia ou oncologia. Os pacientes internados têm doenças comuns,
263 como diabetes, hipertensão, insuficiência cardíaca e pneumonia, e são assistidos por uma
264 equipe multidisciplinar de profissionais de saúde. A enfermaria é composta por quartos
265 coletivos. Na enfermaria de clínica médica, segundo os parâmetros do IMA os resultados
266 são classificados como muito bom, porém insatisfatórios para valores preconizados pela
267 APHA e insalubres para ANVISA, entretanto vale ressaltar que quando é avaliado o
268 tempo de exposição de 10 minutos, os resultados são classificados como satisfatório, para
269 este último. Apesar de estar próximo aos valores limites, tais resultados são semelhantes
270 aos encontrados por Quadros e colaboradores (2009).

271 O ambiente hospitalar destinado à internação de pacientes com doenças causadas por
272 agentes infecciosos é chamado de enfermaria moléstias infecciosas. O Ministério da
273 Saúde recomenda que esses pacientes sejam isolados em quartos para evitar a
274 disseminação da doença. Esta enfermaria é fundamental para o controle de infecções, pois
275 ajuda a evitar a transmissão de doenças infectocontagiosas por contato ou pelo ar.
276 Mediante a isso, como na Clínica Médica, sendo um resultado semelhante ao encontrado
277 por Costa e colaboradores (2022).

278 A enfermaria de queimados e cirurgia plástica é uma unidade hospitalar especializada em
279 atender pacientes com queimaduras e lesões cutâneas, oferecendo recursos tecnológicos
280 e humanos específicos. A estrutura da enfermaria inclui quartos coletivos, que possuem
281 equipamentos para realização de curativos e procedimentos cirúrgicos de reconstrução da
282 pele. Na enfermaria de QP, não foi possível obter um resultado dentro dos padrões
283 aceitáveis, exceto para o IMA.

284 Outros autores como COSTA (2022) apresentaram valores semelhantes, em um estudo
285 de análise da qualidade do ar por método passivo em enfermarias, onde obteve valores
286 insatisfatórios (1.262 UFC/m³) segundo os parâmetros da ANVISA. No trabalho

realizado por Lima (2022), a autora obteve resultados que são estabelecidos como más condições segundo a mesma resolução vigente, por meio de uma coleta através de sedimentação passiva em um período de 15 minutos de exposição.

O método passivo, que consiste na sedimentação do ar em placas contendo meio de cultura, sem auxílio de qualquer equipamento, o qual foi escolhido para realização do trabalho, promove diferentes vantagens, por ser uma metodologia barata, possuindo então uma grande acessibilidade para sua reprodução, menor interferência já que o método passivo não requer que o ar seja forçado a passar pelo equipamento de amostragem, o que pode minimizar a interferência nas condições normais do ambiente. Proporciona uma amostragem integrada que permite a coleta de amostra em um período de tempo mais longo, o que pode fornecer uma imagem mais precisa da qualidade do ar em uma determinada área, e por fim apresentando resultados confiáveis e comparáveis (PASQUARELLA, PITZURRA, SAVINO, 2000).

Entretanto, este método captura apenas as frações de bactérias e fungos que podem sedimentar em um período específico. Apresentando então uma sensibilidade limitada em relação à detecção de certos poluentes do ar, em comparação com o método ativo, o que pode limitar sua utilidade em certos cenários de monitoramento (BABOLI *et al.*, 2021).

No método ativo, se faz uso de um amostrador de ar microbiológico, o qual extrai fisicamente um volume estabelecido de ar, sobre um meio de cultura líquido, sólido ou uma membrana de nitrocelulose, cuja quantidade de microrganismos presentes é medida em UFC/m³. Este sistema é aplicável quando a concentração de microrganismos não é muito alta, como em uma sala de cirurgia e outros ambientes hospitalares controlados. De fato, sabe-se há algum tempo que diferentes amostradores ativos apresentam alta variabilidade dando resultados diferentes no mesmo local ao mesmo tempo (MAINELIS 2020). Como os resultados são expressos em metro cúbico, pode ser necessário a correção quando se utiliza o método passivo, como realizado neste estudo. Uma vez que, ao usar o método passivo de amostragem, os resultados são obtidos em centímetros quadrado, desta maneira é preciso usar a equação descrita por Omeliansky (1940), a qual consegue promover tal conversão de UFC/cm² para UFC/m³, unidade que é usada para analisar os parâmetros estabelecidos pela ANVISA.

Desta maneira, alguns estudos tentaram comparar os valores e resultados obtidos por meio de amostragens ativas e passivas, mas com resultados com ou sem correlação significativa. Atualmente, como os protocolos de amostragem de ar não são padronizados, é difícil comparar resultados de diferentes estudos (ADAMS *et al.*, 2016).

De acordo com a resolução 9 da ANVISA (BRASIL, 2003) o valor máximo recomendado para a contaminação microbiológica do ar em ambiente climatizado deve ser <750 UFC/m³, entretanto, os resultados obtidos nesse trabalho mostram, que em nenhum dos setores coletados dentro do HC-UFU, estão dentro das diretrizes preconizadas, sendo assim, considerado um ambiente com contaminação não satisfatória com exceção para tempo de exposição de 10 minutos para enfermaria de C.M e M.I. Mas Bitencourt *et al.* (2019), consideraram esta concentração elevada, visto que em diferentes estudos, tanto em ambientes internos, quanto externos não alcançam os valores máximos recomendados, diferente do que foi mostrado no presente estudo.

Outro ponto é o período de incubação das placas, pois para fungos filamentosos é designado sete dias para a realização das contagens das colônias. No entanto, após este período outras colônias podem ser encobertas pelo micélio, resultando em um equívoco na contagem final; por isso é recomendável averiguar diariamente um monitoramento até a estabilização do número de UFC (QUADROS *et al.*, 2009).

Quando o ambiente apresenta contaminação superior ao recomendado, tanto por bactérias quanto para fungos, isso pode implicar em uma limpeza e/ou manutenção inadequada de condicionadores de ar, paredes úmidas e a entrada de ar externo, oriundos da abertura de portas, estas consideradas como as principais fontes contaminantes em ambientes interiores (BITENCOURT *et al.*, 2019). Foi observado durante as coletas, uma grande circulação de servidores do hospital, desde equipe médica à limpeza, e os responsáveis pela entrega das refeições aos pacientes ali internados, resultando em um alto fluxo de pessoas no local, e eventualmente uma circulação de ar externo com interno nas enfermarias, sendo assim uma observação pertinente a ser feita.

O uso do Índice de Contaminação Microbiana do Ar é bastante difundido e utilizado em diferentes áreas, como saúde, indústria e pesquisa, para avaliar a qualidade microbiológica do ar em locais fechados. Isso ocorre porque esta contaminação pode representar um risco significativo à saúde pública, especialmente para pessoas com sistema imunológico comprometido, uma vez que as bactérias e fungos presentes no ar podem ser inalados, causando problemas respiratórios e outras doenças (COSTA, 2022). No entanto, é importante destacar que o IMA não é uma norma oficialmente reconhecida pela APHA ou outras organizações de saúde pública. Sua utilização pode variar de acordo com as normas e diretrizes locais e deve ser interpretada com cuidado, considerando as limitações e especificidades do método.

Considerando que o trabalho envolve um hospital brasileiro, nos resultados é importante ser levado em consideração a resolução vigente local, e todos os setores de onde foram realizadas coletas, estão com valores acima do recomendado, menos os setores de MI e CM no tempo de exposição de 10 minutos, porém os valores para essa situação em específico, se encontram muito próximos ao limite estabelecido pelo órgão vigente. Esses resultados e outros indicam que a resolução em questão parece ter critérios menos rigorosos, uma vez que essas pesquisas não atingiram o valor estabelecido. Além disso, a resolução não aborda limites de contaminação bacteriana que são relevantes para a saúde. Seria apropriado ter uma legislação específica para ambientes hospitalares que levasse em conta as características do público-alvo, como pacientes imunocomprometidos e com condições de saúde subjacentes, pois eles têm maior risco de desenvolver IRAS. Outros estudos que complementariam como uma inclusão de metodologia ativa para as coletas do ar, um maior tempo de exposição das placas, coletas de agentes químicos, uma possível correlação com dados meteorológicos durante as coletas, a fim de realizar uma possível relação entre impacto do clima/tempo com o número de microrganismos coletados na placa.

CONCLUSÃO

No monitoramento da qualidade do ar realizado por método passivo, em enfermarias do hospital foi encontrado um índice insatisfatório, segundo parâmetros brasileiros. Recomenda-se um acompanhamento periódico da qualidade microbiológica do ar em ambientes hospitalares, a fim de prevenir a disseminação de microrganismos patógenos e reduzir os índices de IRAS. A constante exposição de pacientes, acompanhantes e profissionais da saúde a um ambiente contaminado pode trazer sérios riscos à saúde, como o desenvolvimento de doenças infecciosas graves e até mesmo óbito. Dessa forma, o controle da qualidade do ar se apresenta como uma medida de extrema importância para garantir a segurança e a qualidade dos serviços prestados em hospitais e outras instalações de saúde, quanto aos procedimentos de limpeza, desinfecção dos locais e equipamentos, controle da umidade presente e a continuidade do monitoramento da qualidade do ar.

REFERÊNCIAS

- ADAMS R.; BHANGAR S.; PASUT W.; ARENS E.; TAYLOR J.; LINDOW S.; NAZAROFF W.; BRUNS T. Chamber bioaerosol study: outdoor air and human occupants as sources of indoor airborne microbes. **PloS one**, v. 10, n. 5, p. e0128022, out., 2015.
- ASIF A.; ZEESHAN M.; HASHMI I.; ZAHID U.; BHATTI M. Microbial quality assessment of indoor air in a large hospital building during winter and spring seasons. **Building and environment**, v. 135, n. 3, p. 68-73, maio, 2018.
- BABOLI Z.; NEISI N.; BABAEI A.; AHMADI M. SOROOSHIAN A.; BIRGANI Y.; GOUDARZI G. On the airborne transmission of SARS-CoV-2 and relationship with indoor conditions at a hospital. **Atmospheric Environment**, v. 261, n.1, p. 118563, set., 2021.
- BAURÈS E.; BLANCHARD O.; MERCIER F.; SURGET E.; CANN P.; RIVIER A.; GANGNEUX J.; FLORENTIN A. Indoor air quality in two French hospitals: Measurement of chemical and microbiological contaminants. **Science of the total environment**, v. 642, n. 3, p. 168-179, nov 2018.
- BITENCOURT E.; OLIVERIA J.; SILVA J. P.; FERREIRA J.A.; CARMO R.; MILENA M.; Qualidade microbiológica do ar em Unidade de Atenção Básica de Saúde no município de Marabá-PA. **Revista de Educação, Saúde e Ciências do Xingu**, v. 1, n. 1, set 2019.
- BOLOOKAT F.; HASSANVAND MS.; FARIDI S.; HADEI M.; RAHMATINIA M.; ALIMOHAMMADI M. Assessment of bioaerosol particle characteristics at different hospital wards and operating theaters: A case study in Tehran. **MethodsX**, v. 5, n.4, p. 1588-1596, fev, 2018.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Protocolo de Prevenção e Controle de Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde**. Brasília: Ministério da Saúde, 2017.

BRASIL (Ministério da Saúde). (2018). Portaria nº 2.661, de 13 de agosto de 2018. Diário Oficial da União. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2018/prt2661_13_08_2018.html Acesso em 8 de abr de 2023

CALUMBY R.; SILVA J.; SILVA D.; MOREIRA R.; ARAUJO M.; ALMEIDA L.; GRILLO L.; ALVINO V. Isolamento e identificação da microbiota **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 10, p. 19708-19722, jan 2019.

CAMACHO, R. A. P. **Deteção de bactérias no ar em ambiente hospitalar com recurso a técnicas moleculares**. 2010. 205f. Tese de Doutorado. Programa de Mestrado em Biodiversidade e Conservação. Universidade da Madeira (Portugal), 2010.

COREN-RJ Conselho Regional de Enfermagem do Rio de Janeiro. (2023). Hospitais de grande porte e alta complexidade. Disponível em: <https://www.coren-rj.org.br/hospitais-de-grande-porte-e-alta-complexidade> acesso em 8 de abr de 2023

COSTA K. **Qualidade microbiológica do ar em ambientes climatizados** 2022. Tese de Mestrado. Programa de Mestrado em desenvolvimento e meio ambiente. Universidade da Paraíba (Brasil), 2022.

GAO X.; ZHANG H.; LI Q.; YU X.; HONG.; Z ZHANG X.; LIANG C.; LIN Z.; *et al.* Hierarchical NiCo₂O₄ hollow microcuboids as bifunctional electrocatalysts for overall water-splitting. **Angewandte Chemie International Edition**, v. 55, n. 21, p. 6290-6294, maio, 2016.

HATAYAMA K.; OIKAWA Y.; ITO H. Bacterial community structures in air conditioners installed in Japanese residential buildings. **Antonie van Leeuwenhoek**, v. 111, n. 1, p. 45-53, jan 2018.

HC-UFU (UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA). **Hospital de Clínicas de Uberlândia. Institucional**. Disponível em: <http://www.hc.ufu.br/pagina/institucional>>. Aceso em 18 de nov. 2022.

MAINELIS, Gediminas. Bioaerosol sampling: Classical approaches, advances, and perspectives. **Aerosol Science and Technology**, v. 54, n. 5, p. 496-519, 2020.

MARTINEZ E.O.; FRIAS M.G.; DUARTE E.; CALDERON M. C.; JIMENEZ C.; ACOSTA G.; RIVERA F.; TORIELLO C.; REYES M. R. Fungal diversity and *Aspergillus* in hospital environments. **Annals of Agricultural and Environmental Medicine**, v. 23, n. 2, fev 2016.

MITCHELL B G.; SHABAN R.; MACBETH D.; WOOD C.; RUSSO P. The burden of healthcare-associated infection in Australian hospitals: a systematic review of the literature. **Infection, Disease & Health**, v. 22, n. 3, p. 117-128, jul 2017.

MOUCHTOURI, V.; RUDGE W. Legionnaires' disease in hotels and passenger ships: a systematic review of evidence, sources, and contributing factors. **Journal of Travel Medicine**, v. 22, n. 5, p. 325-337, out 2015.

OMELIANSKY, V.L. Manual in Microbiology. USSR academy of sciences: Moscow, Leningrad, 1940.

PASQUARELLA, C.; PITZURRA, O.; SAVINO, A. The index of microbial air contamination. **Journal of Hospital Infection**, v. 46, n. 4, p. 241-256, dez. 2000.

PRUSSIN J.; MARR C. Sources of airborne microorganisms in the built environment. **Microbiome**, v. 3, n. 1, p. 1-10, dez 2015.

QUADROS, M.; LISBOA H.; OLIVEIRA V.; SCHIRMER W. Qualidade do ar em ambientes internos hospitalares: estudo de caso e análise crítica dos padrões atuais. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 14, n. 2, p. 431-438, set 2009.

SAHA, R.; AGARAWAI S.; KHAN A.. Air sampling procedures to evaluate microbial contamination: A comparison between active and passive methods at high-risk areas in a Tertiary Care Hospital of Delhi. **Journal of Patient Safety and Infection Control**, v. 5, n. 1, p. 18, ago 2017.

490
491 SOBRATI. Enfermaria de Queimados. Disponível em:
492 <https://www.sobрати.com.br/unidades-de-tratamento/enfermaria-de-queimados>. Acesso
493 em: 8 abr. 2023.
494
495 STOCKWELL R; BALLARD E.; ROURKE E.; KNIBBS L.; MORAWSKA L.; BELL.
496 S.; Indoor hospital air and the impact of ventilation on bioaerosols: a systematic
497 review. **Journal of Hospital Infection**, v. 103, n. 2, p. 175-184, out 2019.
498
499 TANG W. The effect of environmental parameters on the survival of airborne infectious
500 agents. **Journal of the Royal Society Interface**, v. 6, n.6, p. S737-S746, dez 2009.
501
502 TRINGE G.; ZHANG T.; LIU X.; YU Y.; LEE. H.; YAP J.; YAO F.; SUAN S.; ING
503 S.; HAYNES M.; ROHWER F.; WEI C.; TAN P, The airborne metagenome in an
504 indoor urban environment. **PloS one**, v. 3, n. 4, p. e1862, abr 2008.