

MONITORAMENTO DE BIOAEROSSÓIS EM CONDICIONADORES DE AR EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO EM TRINDADE - GO

Jaqueline Rosa Ferreira¹

Lídia Maria Patriarca Maçoni¹

Laís Carneiro Naziasene Lima Marreto²

RESUMO

Nos últimos anos, estudos têm demonstrado que muitos casos de infecção respiratória são ocasionados por falta de manutenção de condicionadores de ar. O objetivo deste estudo foi avaliar a quantidade de bioaerossóis em aparelhos condicionadores de ar das salas de aula da Faculdade União de Goyazes antes e após a higienização e avaliar a qualidade do ar. As amostras foram coletadas com swab estéril direto nos filtros dos condicionadores de ar e através do método de sedimentação nos meios de cultura ágar Nutriente (AN) e ágar Sabouraud dextrose (ASD). A quantidade de microrganismos obtidos do filtro antes do processo de higienização do ar foi incontável, enquanto que após o processo foi de $11,1 \pm 5,5$ e $3,1 \pm 1,3$ UFC/cm² em AN e ASD, respectivamente. Na avaliação da qualidade do ar, o valor obtido antes da higienização foi de 7,5 e 12 UFC/cm³ em AN e ASD, respectivamente. A grande quantidade de microrganismos isolados a partir dos aparelhos de ar condicionado, não foi determinante para alterar a qualidade do ar. Apesar disso, foi possível observar que a higienização dos climatizadores de ar são de extrema importância, em decorrência da significativa diferença entre os períodos antes e após a rotina de higienização dos aparelhos.

PALAVRAS-CHAVE: Bioaerossóis, condicionadores de ar, qualidade do ar

¹ Acadêmico do Curso de Biomedicina da Faculdade União de Goyazes

² Orientador: Prof. M.Sc. Laís Carneiro Naziasene Lima Marreto, Faculdade União de Goyazes

BIOAEROSOLS MONITORING IN AIR CONDITIONERS ON A TEACHING INSTITUTION IN TRINDADE - GO

ABSTRACT

In recent years, studies have shown that many cases of respiratory infections are caused by the lack of maintenance of air conditioners. The objective of this study was to evaluate the amount of bioaerosols in air conditioning units of the classrooms of Faculdade União de Goyazes before and after cleaning and assess the air quality. The samples were collected with direct sterile swab in the filters of the air conditioners and through sedimentation method in agar culture media Nutrient (MN) and Sabouraud dextrose agar (SDA). The amount of microorganisms obtained from the filter before the air cleaning process has countless while after the process was 11.1 ± 5.5 and 3.1 ± 1.3 CFU/cm² in ASD and MN, respectively. In the assessment of air quality, the value obtained before hygiene was $7.5 \pm 0,7$ and 12 ± 2.8 CFU/cm³ in MN and ASD, respectively. The large amount of microorganisms isolated from air conditioners, was not decisive to change the air quality. Nevertheless, we observed that the cleaning of the air conditioners are extremely important, due to the significant difference between the periods before and after routine cleaning of equipment.

KEYWORDS: Bioaerosols, air conditioners, air quality

1 INTRODUÇÃO

Apesar da difusão do conhecimento sobre os efeitos da urbanização no clima das cidades, é evidente que o crescimento urbano e a industrialização acelerada contribuem para a poluição atmosférica (AFONSO, 2004). Áreas densamente construídas e urbanizadas sofrem os efeitos do tráfego de veículos congestionado, construções, desmatamentos, atividades industriais e, também do uso de condicionadores de ar, indispensáveis para a climatização de ambientes e para o conforto humano, principalmente em cidades tropicais como Trindade em Goiás (AFONSO, 2004).

A utilização de condicionadores de ar propicia a formação de bioaerossóis. Os bioaerossóis, denominados como “suspensão de microrganismos, organismos viáveis, dispersos no ar”, de acordo com a Resolução 09, de 16 Janeiro de 2003, que aponta padrões de referência para qualidade do ar interior de ambientes climatizados, determina que além de possuir bactérias e fungos, também constitui de produtos de metabolismo microbiano (quadro 1).

Esses constituintes são gerados em consequência da dessecação de suspensões líquidas com microrganismos em condição ambiental resfriada e com nível de umidade diminuído como ocorre em ambientes com condicionadores de ar (SRIKANTH et al., 2008). Além da situação de ressecamento do ambiente resfriado, existe o aumento da carga microbiana com a proliferação de microrganismos que ocorre na água condensada do sistema de ventilação (SRIKANTH et al., 2008, STRAUS, 2009).

Etchebehere et al. (2005) também descrevem diversos outros microrganismos que podem colonizar o ar condicionado como potencialmente causadores de infecção, são eles, *Legionella pneumophila*, *Bacillus* sp., *Flavobacterium* sp., *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Neisseria meningitidis*, *Streptococcus pneumoniae*, *Actinomyces* sp., *Paracoccidioides* sp., *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp., *Fusarium* sp. e vírus da influenza.

Quadro 1. Microrganismos e produtos de metabolismo associados com bioaerossóis.

Organismo	Fonte
<i>Aspergillus fumigatus</i>	Fungo contaminante ambiental
<i>Aspergillus versicolor</i>	Fungo contaminante ambiental
<i>Legionella pneumophila</i>	Água contaminada
<i>Penicillium</i> spp.	Fungo contaminante ambiental
Endotoxinas bacterianas	Lipopolissacarídeos de bactérias gram negativas
Micotoxinas	Toxinas produzidas por fungos do gênero <i>Aspergillus</i> e <i>Fusarium</i>

Fonte: Adaptado de SRIKANTH et al. (2008)

Nos últimos anos, estudos têm demonstrado que muitos casos de infecção respiratória são ocasionados por falta de manutenção de ar condicionado. A parte mais comprometida do ar condicionado que diz respeito à proliferação microbiana são os filtros dos sistemas de ar condicionados, que são indicados como a principal fonte de multiplicação microbiana por propiciarem a formação de biofilme. O biofilme constitui de um agregado complexo de microrganismos, revestido por uma matriz extracelular polimérica protetora, possuindo alta resistência, sendo eficiente no processo de transmissão (AFONSO et al., 2004). O condicionador de ar, além da associação com a proliferação microbiana, observa-se também a falta de ar fresco, em consequência do isolamento de ambientes para resfriamento que contribui para a presença e multiplicação desses microrganismos (SRIKANTH et al., 2008).

O problema da qualidade do ar levou a Organização Mundial de Saúde (OMS) a cunhar o termo síndrome dos edifícios doentes, na década de 80, para designar o quadro clínico de quem trabalha nesses ambientes, com um considerável aumento dos casos de alergia e asma, relacionados a uma qualidade baixa de ar no interior de ambientes fechados com condicionadores de ar (NORBACK, 2009; TERR, 2009).

Especificamente, a exposição ao ar contaminado por microrganismos em ambientes interiores, climatizados artificialmente ou não, constitui uma situação comum. O impacto dessa realidade sobre a saúde humana tem preocupado autoridades sociais em todo mundo (SIQUEIRA, 2003).

Segundo os dados do Ministério da Saúde (1998), a cada 100 pacientes que são diagnosticados com problemas respiratórios, 68% tem etiologia relacionada aos microrganismos que são disseminados pelo sistema de ar condicionado. Esse dado é preocupante em consequência da alta prevalência desses casos associada à facilidade de obtenção de condicionadores de ar e precária divulgação de informações para limpeza regular desses aparelhos (SALGUEIRO, 2006).

Apesar da possibilidade de infecção por agentes bacterianos facilitada pela má manutenção de condicionadores de ar, exista a disposição de normas específicas na Resolução 09/2003 que dispõe de padrões referenciais de unidades formadoras de colônia (UFC) para definição da qualidade do ar interior em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo. No entanto, essa resolução aponta valores de referência apenas para a contagem de fungos, sem estabelecimento de especificações para bactérias.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste estudo foi realizar uma análise microbiológica dos condicionadores de ar e do ar ambiente das salas de aula da Faculdade União de Goyazes (FUG) antes e após o processo de higienização dos aparelhos.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar a contagem de UFC de fungos em condicionadores de ar antes e após o processo de higienização dos aparelhos;
- Realizar a contagem de UFC de bactérias em condicionadores de ar antes e após o processo de higienização dos aparelhos;
- Definir se existe a necessidade de padrões referenciais para bactérias em resolução.

3 METODOLOGIA

3.1 AMOSTRAGEM

A amostra do estudo foi constituída de materiais colhidos do ar e dos condicionadores de ar de 5 salas de aula escolhidas aleatoriamente da FUG – Trindade, GO.

3.2 COMISSÃO DE ÉTICA E TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O estudo teve início após aprovação da comissão de ética em pesquisa da FUG e da assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (anexo 1) pelo responsável da instituição.

3.3 PROCEDIMENTO DE COLETA E INOCULAÇÃO DAS AMOSTRAS

A coleta dos materiais dos condicionadores de ar foi realizada diretamente do filtro de ar, friccionando em duplicata uma área de 1,0 cm² com swabs estéreis. Posteriormente os swabs foram transportados ao laboratório de microbiologia da FUG em tubos de ensaio de rosca com tampa fechados (figura 1) contendo 2,0 mL de solução de salina 0,9% em recipiente isolado. As amostras dos swabs foram inoculadas em ágar Sabouraud Dextrose (ASD) e ágar Nutriente (AN) de forma asséptica pelo método de estrias.



Figura 1. Tubos de ensaio contendo o material colhido dos condicionadores de ar transportados para o laboratório.

A avaliação da qualidade do ar foi realizada pelo método de sedimentação, em que placas de cultura de ASD e AN foram expostas por um período de 15 minutos nas salas de aula, sendo que a quantidade de placas foi distribuída de acordo com a metragem do ambiente analisado (quadro 2).

Quadro 2. Microrganismos e produtos de metabolismo associados com bioaerossóis.

Área construída (m²)	Número mínimo de placas de cultura*
Até 1.000	1
1.000 a 2.000	3
2.000 a 3.000	5
3.000 a 5.000	8
5.000 a 10.000	12
10.000 a 15.000	15
15.000 a 20.000	18
20.000 a 30.000	21
Acima de 30.000	25

*AN e ASD

Fonte: RE 09, de 16 janeiro de 2003.

Após o período de incubação de 24 a 48 horas do AN à 35°C e do ASD à 25°C, foi avaliado o número total de UFC. O valor máximo recomendável para avaliação microbiológica de acordo com a RE 09/2003 é de 750 UFC/m³.

3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados de contagem de UFC dos experimentos realizados em duplicata foram apresentados com média e desvio padrão ($\bar{X} \pm DP$). A avaliação do decaimento de UFC após a limpeza dos condicionadores de ar foi demonstrada pelo teste T de Student para dados pareados considerando nível de significância (α) de 5%. Foram utilizados os programas Excel (Microsoft Office) e GraphPad Prism 5.0 para tabulação, construção de gráficos e aplicação de testes estatísticos.

4 RESULTADOS

A avaliação das UFC proveniente da coleta dos 5 aparelhos condicionadores de ar antes do processo de higienização para fungos e bactérias demonstrou uma grande quantidade de microrganismo (figura 2).

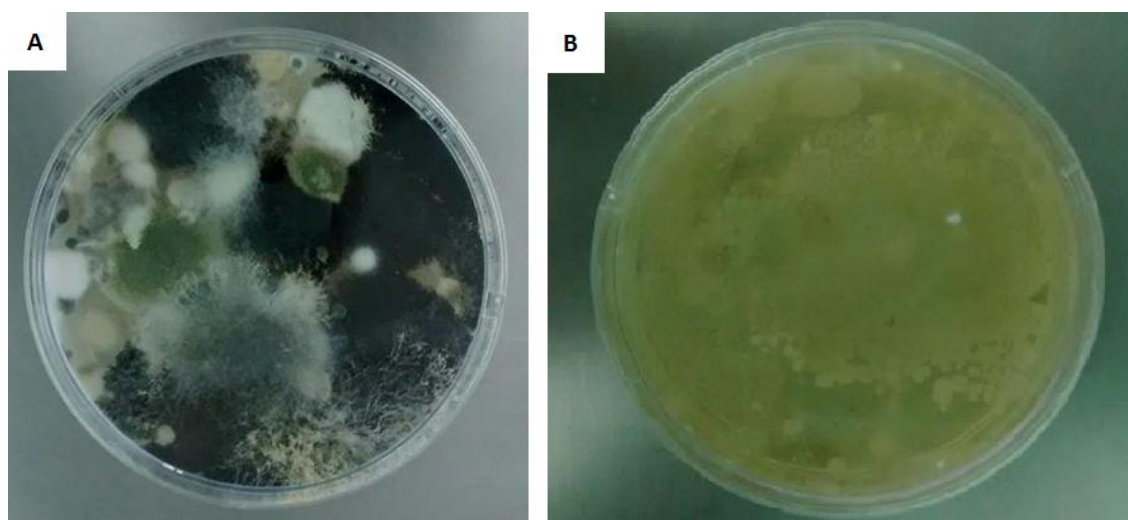


Figura 2. Placas dos meios de cultura Ágar Sabouraud Dextrose (A) e Nutriente (B) das amostras de antes da higienização dos condicionadores de ar.

A avaliação de UFC proveniente da coleta dos 5 aparelhos condicionadores de ar para fungos e bactérias demonstrou uma significativa redução no número de microrganismos (tabela 1).

Tabela 1. Resultados da média da duplicata da contagem de unidades formadoras de colônia para bactérias e fungos coletados dos filtros de ar de cinco aparelhos de condicionadores de ar, antes e após a rotina de higienização.

Meio de Cultura	Antes da higienização**	Após a higienização**
Ágar nutriente		
1	Incontável	19,5
2	Incontável	7
3	Incontável	13
4	Incontável	5,6
5	Incontável	10,5
$\bar{X} \pm DP *$	-	$11,1 \pm 5,5$
Ágar Sabouraud Dextrose		
1	Incontável	4,5
2	Incontável	3,5
3	Incontável	1,5
4	Incontável	2
5	Incontável	4
$\bar{X} \pm DP *$	-	$3,1 \pm 1,3$

* Média $\pm$ Desvio padrão

**Dados em UFC/cm²

A avaliação da qualidade do ar (figura 3) também demonstrou uma redução significativa de UFC/cm³ para fungos e bactérias após a higienização dos aparelhos condicionadores de ar.

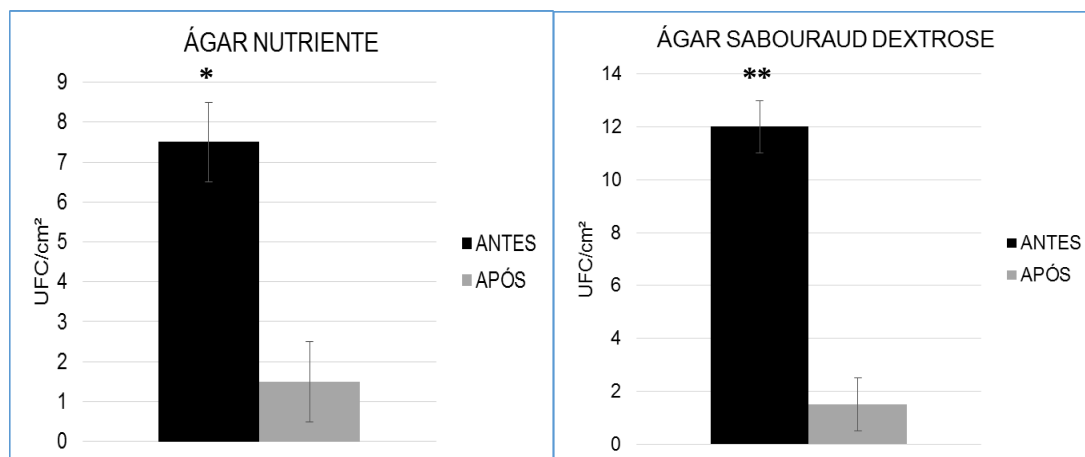


Figura 3. Resultados da contagem de unidades formadoras de colônia para bactérias e fungos do ar ambiente das cinco salas de aula analisadas, antes e após a rotina de higienização, através do método de sedimentação. As colunas representam a média e as barras o desvio padrão. Diferença estatisticamente significativa * $p = 0.0003$, ** $p = 0.0001$.

5 DISCUSSÃO

Com base nos resultados obtidos foi notável a significativa diferença da contagem de UFC antes e depois da higienização, demonstrando a extrema importância desse procedimento de rotina mediante ambientes fechados.

Importante salientar que, apesar da grande quantidade de microrganismos isolados a partir do aparelho condicionador de ar, a contagem na qualidade do ar apresentou-se baixa, mesmo antes da higienização. Demonstrando que apesar da grande quantidade de microrganismos obtidos nesse aparelho, o número não foi suficiente para evidenciar um ar ambiente com má qualidade, visto que com base na Resolução 09/2003, o valor máximo recomendável para contaminação microbiológica é de 750 UFC/cm³.

Diversos estudos apontam o ar ambiente como fonte de veiculação de microrganismos, principalmente associados a aparelhos de ar condicionado. Além de se apresentarem fechados por longos períodos de tempo, no caso de salas de aula, comportam uma grande quantidade de indivíduos, devendo ser consideradas as infecções causadas por essa via de contaminação. Apresentam relatados casos de infecção relacionados a contaminação por

aerossóis por *Aspergillus* sp., *Staphylococcus aureus* metilicina resistente, *Pseudomonas aeruginosa*, *Mycobacterium tuberculosis* e vírus da influenza (PEREIRA et al., 2005).

A *Legionella pneumophila* é uma bactéria gram-negativa que pode causar uma patologia chamada legionelose, um tipo de pneumonia, sendo um microrganismo muito importante nos casos de infecção por bactérias veiculadas no ar ambiente. Apresenta-se como bactéria que se prolifera em ambientes hídricos como torres de resfriamento podendo infectar após pouco tempo de exposição e apresenta uma área de contágio de até 3,2 km ao redor do foco de contaminação (WHO, 2005).

É sabido também que, por mais limpos que sejam os filtros dos aparelhos condicionadores de ar sempre se verifica a presença de bactérias, algas, protozoários, fungos e vírus, que podem causar graves danos à saúde humana como rinite, bronquite, faringite, pneumonia, conjuntivite e ceratite (QUADROS, 2008; ROSS et al., 2004).

6 CONCLUSÃO

- A avaliação de UFC de fungos, demonstrou uma grande quantidade de microrganismos significativamente maior antes do processo de higienização;
- A avaliação de UFC de bactérias, também demonstrou maior quantidade de microrganismos de forma significativa antes do processo de higienização;
- Apesar da grande quantidade de bactérias isoladas do filtro do condicionador de ar, não houve uma contagem elevada de UFC/cm³ obtida do ar ambiente, sendo necessários mais estudos para verificar a necessidade de complementação de padrões de referência para bactérias em resolução.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO; May Socorro Martinez; TIPPLE; Anaclara Ferreira Veiga; SOUZA; Adenícia Custódia Silva e; PRADO; Marinésia Aparecida do; ANDERS; Patrícia Staciarini - **A qualidade do ar em ambientes hospitalares climatizados e**

sua influência na ocorrência de infecções. Revista Eletrônica de Enfermagem, v. 06, n. 02, p. 181-188, 2004.

Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 3.523, de 28 de agosto de 1998. Aprova regulamento técnico que garante a qualidade do ar de interiores e prevenção de riscos à saúde dos ocupantes de ambientes climatizados. Brasília (DF): Diário Oficial da União; 31 ago. 1998.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 09, 16 de Janeiro de 2003. Orientação Técnica sobre Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior, em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo. **Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil**. Brasília, 10 jan. 2003. Seção 1, n. p. 45-53, 2001.

ETCHEBEHERE, A.;SERVILIERI, K. M.; REGAZZI, R.D.; PEDROSO, M. Z.; SARTORELLI, E.; CARLOS, A. L.; NABESHIMA, M. A.; CARDOSO, M. M.; NUNES, N. R. S.; DIAS, T. A metrologia participa do controle de infecções hospitalares cuidando da qualidade do ar. In: Simpósio de Metrologia na Área da Saúde (METROSAÚDE 2005). Rede Metrológica do Estado de São Paulo (REMESP). São Paulo, 09 e 10 de novembro de 2005.

NORBACK, D. **An update on sick building syndrome.** *Curr Opin Allergy Clin Immunol* 9(1): 55-59, 2009.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. "Legionellosis." World Health Organization Fact Sheet 285, Copenhagen, Denmark (2005).

PEREIRA, R.G.; REIS, D, AMBRÓSIO JÚNIOR, G.N; RADDI, M.S.G.; PEDIGONE, M.A.M.; MARTINS, C.H.G. Bioaerossóis bacterianos em um hospital. **Rev. Ciênc. Farm. Básica Apl.**, v. 26, n. 1, p. 77-81, 2005.

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

ROSS, C.; MENEZES, J.R.; SVIDZINSKI, T.I.E.; ALBINO, U.; ANDRADE, G. Studies on fungal and bacterial population of air conditioned enviroments. **Braz. arch. biol.technol**, v.47, n 5, 2004.

SALGUEIRO, A. V. Qualidade do ar interior em ambientes climatizados artificialmente. Curso de Formação Técnica em Gestão de Serviços de Saúde da Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio da Fundação Oswaldo Cruz. Monografia. 2006. 59 f.

SIQUEIRA, L. F. G.; SILVEIRA, M. J.; FERREIRA, L. A . P. *Gestão Ambiental das Edificações. Sociedade Brasileira de Meio Ambiente e Controle de Qualidade do Ar de Interiores - BRASINDOOR*. Artigo do mês de fevereiro de 2003.

SRIKANTH, P.; SUDHARSANAM, S. and STEINBERG, R. **Bio-aerosols in indoor environment: composition, health effects and analysis**. *Indian J Med Microbiol* 26(4): 302-312, 2008.

STRAUS, D. C. **Molds, mycotoxins, and sick building syndrome**. *Toxicol Ind Health* 25(9-10): 617-635, 2009.

ANEXO 1. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado (a) para participar, como voluntário, em uma pesquisa. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável.

Desde logo fica garantido o sigilo das informações. Em caso de recusa você não será penalizado (a) de forma alguma.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Título do Projeto: “Controle de Bioaerossóis”

Pesquisador Responsável: Laís Carneiro Naziasene Lima Marreto

Telefone para contato (inclusive ligações a cobrar): (062) 8156-9195

E-mail: laismarreto@yahoo.com

Pesquisadores participantes: Jaqueline Rosa Ferreira

Telefone para contato: (062) 9169-0769

E-mail: jaquelinebmd@gmail.com

Pesquisadores participantes: Lídia Maria Patriarca Maçoni

Telefone para contato: (062) 8475-9860

E-mail: lidiaa.maconii@gmail.com

OBJETIVO / BENEFÍCIOS

O objetivo do estudo é demonstrar a importância da limpeza e manutenção correta de condicionadores de ar, visto que são facilitadores para a veiculação de microrganismos responsáveis por infecções das vias respiratórias. Além disso, será possível demonstrar que normas específicas de avaliação de qualidade do ar para contagem de bactérias devem ser estabelecidas, pois essas infecções também são causadas por agentes bacterianos, porém existem normas padronizadas apenas avaliação de patógeno fúngicos.

PARTICIPAÇÃO AUTORIZADA

Participar deste estudo será uma decisão autorizada e o indivíduo poderá se recusar a participar ou desistir a qualquer momento, sem necessidade de explicações, não sendo penalizado de forma alguma.

RISCOS

Não há riscos evidentes para a instituição mediante a realização deste estudo. O intuito do desenvolvimento do experimento é demonstrar a diferença de contagem de microrganismos antes e após o processo de limpeza dos condicionadores de ar, demonstrando a necessidade de higienização dos climatizadores. Mesmo que haja a contagem de microrganismos fúngicos superior ao especificado na RE 09/2003, este valor também deve ser avaliado em relação a quantidade de microrganismos do ambiente externo, como estabelecido em legislação. Na avaliação da quantidade de UFC para bactérias, não existe legislação que padronize esses valores. Este último dado é objeto de estudo deste trabalho.

CONFIDENCIALIDADE

Se houver concordância da participação, qualquer informação (ao responsável participante e locais de coleta de amostra) será mantida em sigilo o todo. O nome ou mesmo as iniciais não irão constar em qualquer registro. A Comissão de Ética poderá necessitar ter acesso aos seus registros para verificação dos formulários e condução dos registros, no entanto, sua identidade será mantida em sigilo.

Laís Carneiro Naziasene Lima Marreto
Pesquisadora Responsável

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO

Eu _____,
abaixo assinado, concordo em participar do estudo "Controle de Bioaerossóis",
como sujeito responsável pela instituição **Faculdade União de Goyazes**. Fui
devidamente informado e esclarecido pelo pesquisador
_____ sobre a pesquisa, os procedimentos nela
envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha
participação. Foi-me garantido o sigilo das informações e que posso retirar meu
consentimento a qualquer momento, sem que isto leve à qualquer penalidade
ou interrupção de meu acompanhamento/assistência/tratamento.

Local _____ Data ____/____/____

Nome completo: _____

Assinatura do sujeito ou responsável