



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS-UFAL
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE-ICBS
MESTRADO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE

KRYSTIANELLY PATRÍCIA PEDROSA SANTA RITA

**AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS
DO AR NA UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA NEONATAL E NO CENTRO
CIRÚRGICO DO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO PROF. DR. ALBERTO ANTUNES-
HUPAA MACEIÓ-AL**

MACEIÓ/AL

2010

KRYSTIANELLY PATRÍCIA PEDROSA SANTA RITA

**AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS
DO AR NA UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA NEONATAL E NO CENTRO
CIRÚRGICO DO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO PROF. DR. ALBERTO ANTUNES-
HUPAA MACEIÓ-AL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas e da Saúde do Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de Alagoas, como parte do requisito para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Eurípedes Alves da Silva Filho

MACEIÓ/AL

2010

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecária: Maria Auxiliadora G. da Cunha

R231a Santa Rita, Krystianelly Patrícia Pedrosa.
Avaliação dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos do ar na Unidade de Terapia Intensiva Neonatal e no Centro Cirúrgico do Hospital Universitário Prof. Dr. Alberto Antunes – HUPAA Maceió-AL/ Krystianelly Patrícia Pedrosa Santa Rita, 2010.
142 f.

Orientador: Eurípedes Alves da Silva Filho.
Dissertação (mestrado em Ciências da Saúde) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde – ICBS. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas e da Saúde. Maceió, 2010.

Bibliografia: f. 85-103.

Anexos: f. 104-137

Apêndice: f. 138-142.

1. Ambientes climatizados. 2. Bioaerossóis. 3. Infecção hospitalar.
4. Ar - Qualidade. 5. Resolução n. 9 da ANVISA. I. Título.

CDU: 614.71

Ofereço

À Deus meu refúgio e minha fortaleza que me acompanhou em todas as etapas de minha vida e que não me deixou fraquejar e desistir deste sonho, mesmo quando os obstáculos pareciam não ser superados ele estava ali me guiando, protegendo e me dando forças.

Aos meus pais Vicente de Paula Ferreira Pedrosa e Cilene Araújo da Silva Pedrosa (In memoriam), exemplos de verdadeiro amor que aprendi a admirar desde cedo.

Aos meus irmãos Fábio da Silva Pedrosa e Kelly Cristina Pedrosa Cavalcanti, grandes exemplos de que os obstáculos podem ser sim superados e vencidos.

À minha tia-mãe Josefa Felícia Granja pelo amor e carinho dedicados ao longo de toda minha vida.

Dedico

Ao meu amado esposo Daniel Cavalcanti Santa Rita pelo amor incondicional, dedicação exclusiva e paciência nestes quase dezessete anos juntos. Saiba que seu grande e verdadeiro amor me fez acreditar novamente na vida.

À minha filha Karolyne Pedrosa Santa Rita (Karolzita) por me amar mesmo quando fui ausente, impaciente e intolerante. Você é e sempre será o maior tesouro da minha vida.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Alagoas (UFAL), através do Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde – ICBS pela oportunidade oferecida de cursar esta Pós-Graduação;

À Fundação de Amparo e Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL) pela concessão da bolsa de estudo durante a realização do Mestrado em Ciências Biológicas e da Saúde;

À coordenação do curso de Mestrado, nas pessoas da Prof^a. Dra Salete Smaniotto e Prof. Dr. Emiliano Barreto pelo grande exemplo de desempenho, dedicação e atenção ao curso de Mestrado de Ciências da Saúde / UFAL;

Ao meu orientador Prof. Dr. Eurípedes Alves da Silva Filho, pela oportunidade a mim concedida para a realização deste trabalho e por contribuir com a minha formação profissional durante estes cinco anos e meio de convivência;

Ao Corpo Docente do Programa de Mestrado de Ciências da Saúde por terem contribuído com minha formação profissional, através dos mais preciosos ensinamentos;

À Prof^a Dra. Anilda Araújo Santos, pela ajuda na identificação dos fungos isolados do ar do ambiente hospitalar;

À Prof^a e amiga MsC. Élica Amaro Cerqueira, por sempre interceder por mim e acreditar no meu potencial;

A toda equipe de profissionais do Centro Cirúrgico e da UTN do Hospital Universitário Professor Dr. Alberto Antunes, por todo auxílio prestado durante as coletas das amostras de ar;

Ao meu grande amigo Prof. Dr. Renato Rodarte pelos conselhos, carinho e amizade a mim demonstrada nestes quatro anos de convívio;

A mestra e grande amiga Aryanna Kelly Pinheiro Souza pela dedicação, apoio, amizade e principalmente paciência nos ensinamentos para a identificação de fungos e pelas dicas na finalização deste trabalho;

As minhas grandes amigas Claudia Cavalcanti de Matos Rodarte, Kelly Cristine Rocha Albuquerque, Marília Gracelídia dos Santos Barros, Luana Luzia Santos Pires, Guacyra Machado Lisboa pela amizade, colaboração nas tarefas e força principalmente emocional durante estes dois anos de mestrado sem vocês não teria concluído esta etapa tão importante na minha vida;

Aos meus sogros João Santa Rita e Iára Cavalcanti Santa Rita por criarem minha filha com amor e carinho desde o final da graduação até a conclusão deste mestrado;

Ao grande amigo Laércio Borges pelos ensinamentos, amizade, apoio, confiança e por sempre me dar força mesmo distante;

Aos colegas do Laboratório de Genética e Microbiologia Aplicada (BIOGEN) e do Laboratório de Biologia Celular e Molecular da Universidade Federal de Alagoas, por terem contribuído direta e indiretamente com este trabalho;

Aos amigos da turma de 2008 que conquistei e que jamais esquecerei em especial Diogo Costa, Anansa Aquino, Guacyra Lisboa, Danielle Gama, José Alex Farias, Gustavo Souza, Rafael Vital.

SUMÁRIO

	PÁGINAS
1. INTRODUÇÃO	16
2. REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1 Ambientes Climatizados.....	18
2.2 A Síndrome do Edifício Doente (SED).....	19
2.3 A Qualidade do Ar de Interiores.....	20
2.4 Contaminantes do Ar Interno.....	21
2.5 Fungos Anemófilos e Infecção Hospitalar.....	22
2.6 Legislação.....	24
3. OBJETIVOS	28
3.1 Objetivo Geral.....	28
3.2 Objetivos Específicos.....	28
4. MATERIAIS E MÉTODOS	29
4.1 Seleção dos Ambientes de Estudo.....	29
4.2 Descrição dos Ambientes de Estudo.....	29
4.2.1 Unidade de Terapia Intensiva Neonatal (UTN).....	29
4.2.2 Centro Cirúrgico.....	30
4.2.3 Ponto Externo.....	32
4.3 Coleta de amostras.....	32
4.4 Determinação dos Parâmetros Exigidos pela RE nº 9 da ANVISA.....	33
4.4.1 Coleta e Determinações de Bioaerossóis por Amostragem Ativa.....	33
4.4.2 Meios para Isolamento	34
4.4.3 Análise Quantitativa e Qualitativa das Colônias.....	34
4.4.4 Identificação morfo-cultural dos Fungos Filamentosos	35
4.4.5 Identificação de Leveduras através da Técnica de PCR.....	35
4.4.5.1 Obtenção da Massa Celular e Extração de DNA Genômico.....	35
4.4.5.2 Amplificação com os Iniciadores Espécie-específicos.....	36
4.5 Determinação da concentração de CO ₂	39
4.6 Determinação de temperatura, umidade relativa e velocidade do ar.....	39
4.7 Concentração de Aerodispersóides.....	40

4.8 Análise Estatística.....	41
5. RESULTADOS	42
5.1 Avaliação Microbiológica.....	42
5.1.1 Fungos e Bactérias Totais do Ar.....	42
5.1.2 Distribuição dos Fungos Filamentosos por Ambiente nos Períodos Seco e Chuvoso.....	42
5.1.3 Concentração de Bioaerossóis Fúngicos e Bacterianos por Amostragem Ativa.....	44
5.1.4 Concentrações de Bioaerossóis Totais.....	46
5.1.5 Relação Interna/Externa de Bioaerossóis.....	47
5.1.6 Microbiota Fúngica do Ar.....	49
5.1.7 Identificação de Leveduras do Gênero <i>Candida</i> Através da Técnica de PCR.....	56
5.2 Parâmetros Físicos e Químicos.....	58
5.2.1 Concentração de Aerodispersóides.....	58
5.2.2 Velocidade do Ar.....	59
5.2.3 Umidade Relativa do Ar.....	60
5.2.4 Temperatura do Ar.....	61
5.2.5 Concentração de CO ₂	62
5.3 Análises das Médias dos Parâmetros avaliados entre os Ambientes.....	63
5.4 Avaliação dos Parâmetros Conformes e Não Conformes.....	65
6. DISCUSSÃO	68
6.1 Avaliação Microbiológica.....	68
6.1.1 Fungos e Bactérias Totais do Ar.....	68
6.1.2 Distribuição dos Fungos Filamentosos por Ambiente nos Períodos Seco e Chuvoso.....	69
6.1.3 Concentração Média de Bioaerossóis Fúngicos e Bacterianos por Amostragem Ativa.....	69
6.1.4 Concentração de Bioaerossóis Totais.....	71
6.1.5 Relação Interna/Externa de Bioaerossóis.....	71

6.1.6 Microbiota Fúngica do Ar.....	72
6.1.7 Identificação de Leveduras do Gênero <i>Candida</i> Através da Técnica de PCR.....	74
6.2 Parâmetros Físicos e Químicos.....	76
6.2.1 Concentração de Aerodispersóides.....	76
6.2.2 Velocidade do Ar.....	77
6.2.3 Umidade Relativa do Ar.....	77
6.2.4 Temperatura do Ar.....	78
6.2.5 Concentração de CO ₂	78
6.3 Análises das Médias dos Parâmetros Avaliados entre os Ambientes.....	79
6.4 Avaliação dos Parâmetros Conformes e Não Conformes.....	80
7. CONCLUSÕES.....	82
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	84
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	85
10. ANEXOS.....	104
10.1 Resolução – RE Nº 9, de 16 de Janeiro de 2003.....	104
10.2 Consulta Pública Nº 109, de 11 de dezembro de 2003.....	125
11. APÊNDICE.....	138
11.1 Tabelas dos Parâmetros Avaliados por Coleta e por Ambiente Amostrado.	138
11.2 Aspectos Macroscópicos e Microscópicos dos Gêneros Identificados.....	141

LISTA DE FIGURAS

	PÁGINAS
FIGURA 1 - Ambiente A, B e C da UTN do Hospital Universitário Professor Dr. Alberto Antunes de Maceió-Alagoas.....	30
FIGURA 2 - Ambientes do Centro Cirúrgico salas 1, 2, 4, 7, 8 e 9 do Hospital Universitário Prof. Dr. Alberto Antunes de Maceió-Alagoas.....	31
FIGURA 3 - Ponto Externo do Hospital Universitário Prof. Dr. Alberto Antunes de Maceió-Alagoas.....	32
FIGURA 4a e 4b - Amostrador de Ar do tipo Anderson® de um estágio para a coleta de bioaerossóis.....	33
FIGURA 5 - Medidor portátil para avaliação da concentração de CO ₂	34
FIGURA 6 - Termo-higrômetro digital para avaliação de temperatura, umidade relativa e velocidade do ar.....	34
FIGURA 7 - Bomba de captação de aerodispersóides suspensos no ar.....	34
FIGURA 8 - Aspecto morfológico de fungos filamentosos no meio Agar Sabouraud Dextrose acrescido de cloranfenicol após a incubação de 5 a 7 dias.....	39
FIGURA 9 - Aspecto morfológico de leveduras no meio Agar Sabouraud Dextrose acrescido de cloranfenicol após a incubação de 5 a 7 dias.....	40
FIGURA 10 - Aspecto morfológico de Bactérias no meio Plate Count Agar acrescido de 50 µg/L de cetoconazol após a incubação durante 48 horas.....	41
FIGURA 11 - Distribuição total de unidades formadoras de colônias (UFC) de fungos e bactérias isoladas do ar dos ambientes A, B e C da UTN, centro cirúrgico e ponto externo do Hospital Universitário Prof. Dr. Alberto Antunes – HUPAA/UFAL, Maceió-AL.....	42
FIGURA 12 - Distribuição total de unidades formadoras de colônias (UFC) de fungos isolados do ar dos ambientes do Hospital Universitário Prof. Dr. Alberto Antunes – HUPAA/UFAL, Maceió-AL nos períodos seco e chuvoso.	43
FIGURA 13a - Distribuição de bioaerossóis fúngicos (média ± desvio padrão) isolados dos ambientes A, B e C da UTN, centro cirúrgico e ponto externo do Hospital Universitário Prof. Dr. Alberto Antunes – HUPAA/UFAL, Maceió-AL nos períodos seco e chuvoso.....	45

FIGURA 13b- Distribuição de bioaerossóis bacterianos (média ± desvio padrão) isolados dos ambientes A, B e C da UTN, centro cirúrgico e ponto externo do Hospital Universitário Prof. Dr. Alberto Antunes – HUPAA/UFAL, Maceió-AL nos períodos seco e chuvoso.....	45
FIGURA 14- Distribuição de bioaerossóis totais (média ± desvio padrão) por metro cúbico de ar isolado dos ambientes A, B e C da UTN, centro cirúrgico e ponto externo do Hospital Universitário Prof. Dr. Alberto Antunes – HUPAA/UFAL, Maceió-AL nos períodos seco e chuvoso.....	47
FIGURA 15- Gêneros mais frequentes isolados dos ambientes A, B e C da UTN, centro cirúrgico e ponto externo do Hospital Universitário Prof. Dr. Alberto Antunes- HUPAA/UFAL, Maceió-AL, nos períodos seco e chuvoso...	49
FIGURA 16- Espécies mais freqüentes isoladas dos ambientes A, B e C da UTN, centro cirúrgico e ponto externo do Hospital Universitário Prof. Dr. Alberto Antunes- HUPAA/UFAL, Maceió-AL, nos períodos seco e chuvoso...	56
FIGURA 17- Gel após eletroforese com os iniciadores espécies-específicos ilustrando os produtos de amplificação.....	58
FIGURA 18- Concentrações de aerodisperssóides (média ± desvio padrão) nos ambientes A, B e C da UTN e centro cirúrgico do Hospital Universitário Professor Dr. Alberto Antunes – HUPAA/UFAL, Maceió-AL nos períodos seco e chuvoso.....	59
FIGURA 19- Velocidade do ar (média ± desvio padrão) nos ambientes A, B e C da UTN e centro cirúrgico do Hospital Universitário Professor Dr. Alberto Antunes – HUPAA/UFAL, Maeió-AL nos períodos seco e chuvoso....	60
FIGURA 20- Umidade relativa do ar (média ± desvio padrão) nos ambientes A, B e C da UTN e centro cirúrgico do Hospital Universitário Professor Dr. Alberto Antunes – HUPAA/UFAL, Maceió-AL nos períodos seco e chuvoso..	61
FIGURA 21- Temperatura do ar (média ± desvio padrão) nos ambientes A, B e C da UTN e centro cirúrgico do Hospital Universitário Professor Dr. Alberto Antunes – HUPAA/UFAL, Maceió-AL nos períodos seco e chuvoso..	62
FIGURA 22- Concentração de CO ₂ (média ± desvio padrão) nos ambientes A, B e C da UTN e centro cirúrgico do Hospital Universitário Professor Dr. Alberto Antunes – HUPAA/UFAL, Maceió-AL nos períodos seco e chuvoso..	63
FIGURA 23- Diferença entre as médias de velocidade do ar nos ambientes A, B e C da UTN e no centro cirúrgico do Hospital Universitário Professor Dr. Alberto Antunes – HUPAA/UFAL, Maceió-AL.....	64
FIGURA 24- Diferença entre as médias de temperatura do ar nos ambientes A, B e C da UTN e no centro cirúrgico do Hospital Universitário Professor Dr. Alberto Antunes – HUPAA/UFAL,Maceió-AL.....	65

LISTA DE QUADROS E TABELAS

	PÁGINAS
QUADRO 1 – Parâmetros referenciais de qualidade do ar de interiores em ambientes artificialmente climatizados de uso público e coletivo (BRASIL, 2003).....	26
QUADRO 2 – Parâmetros referenciais microbiológicos de qualidade do ar de interiores, em serviços de saúde, segundo os níveis de risco (BRASIL, 2005).....	27
TABELA 1 – Iniciadores espécie-específicos utilizados na identificação das três espécies de leveduras do gênero <i>Candida</i> utilizadas como controle positivo.....	37
TABELA 2 – Protocolo de reação para amplificação com os iniciadores Espécie-específicos para as três espécies de leveduras patogênicas do gênero <i>Candida</i>	38
TABELA 3 – Relação I/E ≤ 1,5 indicando as concentrações médias de fungos e bactérias observados nos ambientes A, B e C da UTIN e do centro cirúrgico do Hospital Universitário Prof. Dr. Alberto Antunes.....	48
TABELA 4 – Espécies fúngicas isoladas dos ambientes A, B e C da UTN, centro cirúrgico e ponto externo do Hospital Universitário Prof. Dr. Alberto Antunes – HUPAA/UFAL, Maceió-AL.....	51
TABELA 5 – Frequência das espécies de leveduras do gênero <i>Candida</i> isoladas nos ambientes A, B e C da UTN, centro cirúrgico e ponto externo do Hospital Universitário Prof. Dr. Alberto Antunes – HUPAA/UFAL, Maceió-AL.....	57
TABELA 6 – Parâmetros de bioaerossóis, relação interna e externa, aerodisperssóides, umidade relativa, velocidade, temperatura do ar e CO ₂ nos ambientes A, B e C da UTN, centro cirúrgico e ponto externo do Hospital Universitário Prof. Dr. Alberto Antunes – HUPAA/UFAL, Maceió-AL.....	67

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACJ	Ar Condicionado de Janela
ASD	Agar Sabouraud Dextrose
BDA	Agar Batata Dextrose
Btus	Unidade Térmica Britânica
CC	Centro Cirúrgico
cm ³	Centímetro Cúbico
CO ₂	Dióxido de Carbono
CP n° 109	Consulta Pública n° 109
EDTA	Ácido Etileno Diamono Tetracético
Fan- coil	Ar Condicionado Central
HCL	Ácido Clorídrico
HUPAA	Hospital Universitário Prof. Dr. Alberto Antunes
Lactrimel	Agar Lactrimel
M	Molaridade
m/s	Metros por Segundo
m ³	Metro Cúbico
ml	Mililitros
Mm	Milímetro
MP	Material Particulado
NaCl	Cloreto de Sódio
NT-01	Norma Técnica n° 1
NT-02	Norma Técnica n° 2
NT-03	Norma Técnica n° 3
NT-04	Norma Técnica n° 4
PC	Período Chuvoso
PCA	Agar Contagem Padrão
pH	Potencial Hidrogeniônico
Ppm	Parte por Milhão
OS	Período Seco
SED	Síndrome do Edifício Doente

RE n° 9	Resolução n° 9 da ANVISA
Rpm	Rotações por Minuto
SDS	Dodecil Sulfato de Sódio
Split	Sistema de Ar Condicionado Composto de Duas Unidades uma Interna e uma Externa
TE	Tris-HCL EDTA
UCI	Unidade de Cuidados Intermediários
UFC	Unidades Formadoras de Colônias
URM	University Recife Mycologia
UTN	Unidade de Tratamento Intensivo Neonatal
YPD	Agar Yeast Extract Peptona Dextrose
$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Micrograma por Metro Cúbico
%	Porcentagem
° C	Graus Centígrados

RESUMO

As UTI's e o centro cirúrgico são ambientes hospitalares que merecem destaque, pois os pacientes nestes locais estão sujeitos a adquirir infecções provenientes do ar desses ambientes por apresentarem a saúde debilitada. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade do ar durante os períodos seco e chuvoso dos ambientes internos climatizados A, B e C da UTN, do centro cirúrgico e do ponto externo do Hospital Universitário HUPAA/UFAL, Maceió-AL, com relação aos parâmetros recomendados pela ANVISA, além de identificar a microbiota fúngica e quantificar as bactérias presentes no ar. Foram realizadas 22 coletas, totalizando 220 amostragens de ar realizadas através da metodologia indicada pela Resolução nº 9 da ANVISA que consiste na determinação dos parâmetros de bioaerossóis, CO₂, temperatura, umidade relativa, velocidade do ar e aerodispersóides. Para identificação dos fungos filamentosos foram comparadas as características macro e microscópicas e as leveduras foram identificadas através da técnica de PCR com iniciadores espécie-específicos. Das 3.839 UFC fúngicas isoladas foram identificadas 1.085 UFC pertencentes a 21 gêneros distribuídos em 63 espécies, sendo *Mycelia Sterilia* com 121 (11,1%) UFC e *Cladosporium cladosporioides* com 78 (7,2%) UFC as espécies mais freqüentes no período chuvoso. Entre as leveduras, *Candida parapsilosis* e *C. tropicalis* foram as mais ocorrentes, ambas com quatro isolados correspondendo a 4,7% cada. As médias foram estatisticamente significativas para os parâmetros CO₂, temperatura, umidade relativa, aerodispersóides e bioaerossóis, não sendo significativas para o parâmetro velocidade do ar. Os valores observados demonstram que os ambientes hospitalares estudados estavam fora de conformidade para maioria dos parâmetros recomendados pela vigilância sanitária em relação à qualidade do ar de interiores. Medidas corretivas são necessárias para remediar as possíveis fontes de contaminação nas unidades hospitalares de forma a atender as quatro normas técnicas preconizadas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária, contribuindo para minimizar os níveis de infecção hospitalar e o número de óbitos a esta relacionados.

PALAVRAS-CHAVE: Ambientes climatizados, bioaerossóis, infecção hospitalar, resolução nº 9 da ANVISA, qualidade do ar interior.

ABSTRACT

Intensive care units (ICU) and Surgical Center are noteworthy environments, because patients with poor health that frequent these places are subjected to acquire infections from the air of these environments. The aim of this study was to evaluate the air quality during the dry and rainy seasons of air-conditioned rooms of the NICU, neonatal intensive care unit, (A, B and C) , surgical center and exterior area at the University Hospital HUPAA/UFAL, Maceió-AL, for parameters recommended by ANVISA, and identify the mycoflora found and quantify the bacteria in the air. A number of 22 points of collects were performed, totaling 220 samples of air taken through the methodology specified by ANVISA's No. 9 Resolution, which consists in the definition of the parameters of bioaerosol, CO₂, temperature, relative humidity, air velocity and aerialdispersoids. Macro and microscopic features were compared in order to identify the mycoflora and yeasts were identified by PCR with species-specific primers. From the 3.839 fungal colony forming units (CFU) isolated, 1.085 CFU were identified as belonging to 21 genera distributed among 63 species. Mycelia Sterilia with 121 CFU (11.1%) and *Cladosporium cladosporioides* with 78 CFU (7.2%) were the most frequent species in rainy season. Among the yeast species, *Candida parapsilosis* and *C. tropicalis* had the biggest frequency, both with four isolates corresponding to 4.7% each. The means were statistically significant for the parameters CO₂, temperature, humidity and aerialdispersoids, not being significant for the air speed parameter. The observed values shows that the environments tested in the hospital were out of compliance for most of the parameters recommended by health surveillance in relation to the indoor air quality. Corrective measures are needed to remedy the possible sources of contamination in hospitals in order to comply with the four technical standards recommended by the National Agency for Sanitary Vigilance, contributing to the reduction of the levels of hospital infection, and the number of deaths related to it.

KEY WORDS: air-conditioned environments, bioaerossol, hospital infection, N° 9 ANVISA resolution, indoor air quality.

1.0 - INTRODUÇÃO

O impacto da qualidade do ar de interiores sobre a saúde e o bem-estar das pessoas que utilizam ou trabalham em ambientes aclimatados artificialmente tem sido tema de pesquisas na área da Saúde Pública desde 1970 (WHO, 2000).

A partir da década de 70 observou-se um aumento progressivo do uso de sistemas de ar condicionado em edificações. Esta tendência influenciou os projetos de edifícios, onde a comunicação com o ar externo é minimizada, o que pode acarretar em uma concentração dos poluentes gerados no ambiente interno. Então surgiram as primeiras reclamações de trabalhadores de ambientes internos, e estudos revelaram que as concentrações de poluentes nestes locais poderiam ser de 2 a 5 vezes superiores às encontradas no ar externo (ADDINGTON, 2004; ZHANG, 2004).

A consequência mais importante da má qualidade do ar em ambientes climatizados seguramente diz respeito à saúde humana. Como é do conhecimento geral, diversas doenças adquiridas por via aérea têm sido associadas à qualidade do ar de ambientes confinados (LEBOWITZ, 1972; RILEY, 1982; SAMSON, 1985; SORENSON et al. 1987; WASSERMAN, 1988; AL-DAGAL e FUNG, 1990; MILLER, 1992; MENZIES e BOURBEAU, 1997).

Entre os ambientes climatizados, os hospitalares merecem destaque, pois nestes locais é necessário uma grande preocupação com a qualidade do ar, porque, além dos problemas relacionados com a saúde ocupacional, existe a necessidade de cuidado com os doentes, especialmente os imunodeprimidos, pois a qualidade do ar pode exercer uma influência direta e de grande significância na velocidade de recuperação dos pacientes e na ocorrência de infecções hospitalares (WHO, 2002a; KULMALA et al. 2004; JAMES, 2007, QUADROS et al. 2009).

Considerando a preocupação mundial com a qualidade do ar em ambientes climatizados e a ampla e crescente utilização de sistemas de ar condicionado no país em função das condições climáticas, o Ministério da Saúde propôs através da portaria Nº 3.523/GM de 28 de agosto de 1998, que sejam determinados padrões de qualidade do ar em ambientes climatizados artificialmente, bem como o seu monitoramento (GAVA, 2002).

No Brasil, a qualidade do ar de interiores foi regulamentada pela Resolução RE Nº 9, de 16 de janeiro de 2003 da (ANVISA), que estabelece padrões de referência para a qualidade do ar Interior em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo, considerando o interesse sanitário na divulgação do assunto, bem como a preocupação com a saúde, segurança, bem-estar e conforto dos ocupantes dos ambientes climatizados. Porém, até o momento, a resolução pertinente a estabelecimentos de assistência à saúde ainda não foi oficializada. Nesta Resolução, são listados valores máximos recomendados para os seguintes parâmetros: contaminação microbiológica, dióxido de carbono, temperatura, umidade relativa, velocidade do ar e aerodispersóides (ANVISA, 2003).

Investigações da ocorrência de fungos ambientais, em especial os que compõem a microbiota anemófila hospitalar, habitualmente oportunista, são importantes para a prevenção de doenças alérgicas, bem como de infecções hospitalares provocadas por estes patógenos potenciais ao homem (GRUMACH, 2001).

Tendo em vista que propágulos destes microrganismos anemófilos são constantemente inalados e podem causar danos à saúde, desde uma leve alergia respiratória a uma doença grave e invasiva, principalmente para os imunodeprimidos, procurou-se demonstrar a importância do monitoramento através dos parâmetros recomendados pela RE nº 9 para ambientes hospitalares climatizados artificialmente, com o intuito de manter um nível adequado de saúde ambiental e que não represente risco inaceitável para a saúde de pacientes, profissionais de saúde e funcionários.

2.0 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1- Ambientes Climatizados

Os ambientes climatizados são os espaços fisicamente determinados e caracterizados por dimensões e instalações próprias, submetidos ao processo de climatização, através de equipamentos (ANVISA, 2003).

São considerados ambientes complexos, em virtude da infinidade de componentes químicos e biológicos (microrganismos oportunistas e com potencial patogênico) emitidos por diversas fontes, e que, dependendo das condições físicas (ventilação, umidade relativa e temperatura do ar) do ambiente, podem estar interagindo entre si. Além disso, vários estudos têm evidenciado que o ar interior dos ambientes fechados pode ser mais poluente do que o ar exterior (LEE et al. 2006).

Na década de 30 surgiram os primeiros ambientes climatizados, onde temperatura e umidade do ar eram controladas, proporcionando conforto térmico para as pessoas que ali conviviam (SIQUEIRA, 2000).

As doenças causadas pelas condições do ar interno insalubre estão entre as principais causas de pedidos de afastamento do trabalho, tanto nos Estados Unidos quanto na Europa. A Organização Mundial de Saúde (OMS) contabilizou a contribuição de uma variedade de fatores de risco a doenças e determinou que a poluição do ar interno é o 8º fator de risco mais importante, sendo responsável por 2,7% do conjunto de casos de doenças no mundo (WHO, 2008).

A dinâmica da dispersão dos microrganismos no ar em ambientes internos, principalmente em áreas hospitalares, merece atenção especial. Os problemas relacionados ao desconforto e a saúde de ocupantes de ambientes internos climatizados artificialmente, têm surgido com frequência crescente e vêm sendo objeto de atenção de pesquisadores de diversas áreas (AFONSO et al. 2006).

Em um hospital, o sistema de ventilação deve propiciar condições seguras de condicionamento do ar para o paciente e corpo clínico, além de fornecer um ambiente confortável em termos de temperatura e umidade. Alguns pacientes são vulneráveis à infecção via transmissão aérea, assim como outros funcionam como fonte de infecções, colocando os que o cercam em risco (COUTO et al. 2003).

2.2 - A Síndrome do Edifício Doente (SED)

Síndrome do edifício doente, (SED) é um termo que começou a ser usado na década de 70 com a introdução dos edifícios climatizados selados ao ar externo e com as primeiras reclamações dos seus usuários quanto à qualidade do ar interno (USEPA, 1994; USEPA, 1995; BRIGHTMAN e MOSS, 2004; COHEN, 2004; MOLHAVE, 2004; PERDRIX et al. 2005).

Segundo a (OMS), a síndrome do edifício doente descreve uma condição médica em que os ocupantes de um determinado edifício sofrem de sintomas de doenças ou se sentem mal sem haver motivo aparente para isto.

Perdrix (2005) citam os seguintes sintomas como os mais facilmente ligados à SED: rinite, congestionamento nasal, garganta seca, lacrimejamento, irritação ou ressecamento ocular, irritação na pele, eritema, sonolência e cefaléia. Esses sintomas afetam um percentual de ocupantes do edifício durante o tempo de ocupação e tendem a diminuir ou desaparecer quando essas pessoas deixam de ocupar o local.

A presença de sintomas similares entre os ocupantes do prédio é crucial na detecção da SED (REDLICH et al. 1997). Entretanto, esta é confirmada apenas se esses sintomas ocorrem em um número de pessoas significativamente superior ao considerado normal em condições saudáveis do edifício (HESS-KOSA, 2002). Estudos afirmam que quando 20% dos ocupantes de um edifício apresentam sintomas persistentes, de menor ou de maior gravidade, que desaparecem pouco depois da saída do prédio, fica evidente que os sintomas estão relacionados com as condições ambientais no prédio (SÍNDROME, 2002).

Segundo Lima de Paula (2003), as causas da SED podem ser explicadas por um conjunto de fatores, dentre estes a insuficiência do ar exterior, má distribuição do ar, controle deficiente de temperatura, projeto inadequado, modificações inadequadas após construção e manutenção inadequada do sistema de climatização. Alguns autores admitem que os principais fatores relacionados à SED sejam: aerodispersóides (poeira, fibras), bioaerossóis (fungos, bactérias, vírus), contaminantes químicos entre outros (GIODA e AQUINO NETO, 2003; PERDRIX et al. 2005).

2.3 - A Qualidade do Ar de Interiores

Nas últimas décadas, a qualidade do ar interior vem sendo objeto de atenção em decorrência da maior permanência dos indivíduos em ambientes fechados (GUO et al. 2004; WU et al. 2004). Estudos realizados em diferentes ambientes internos, condicionados e não condicionados, tais como escritórios, residências, shoppings e restaurantes demonstraram que a concentração de poluentes no interior desses locais é maior que o presente no ambiente externo (LAWRENCE et al. 2004; USTINAVICIENÉ et al. 2004).

A qualidade do ar interno depende diretamente da qualidade do ar no ambiente externo, mas podem ser afetadas pelas atividades realizadas dentro das edificações, como fumo e a cocção de alimentos, o aquecimento do ar e água, e até mesmo os materiais de construção e mobília (STATHOLOUPOU et al. 2008). Alguns estudos documentam que a qualidade do ar interior possui influência significativamente positiva na produtividade dos trabalhadores (FANGER, 2001).

Estudos realizados por Hess-Kosa (2002) revelam que os principais problemas relacionados à má qualidade do ar interno são a ventilação inadequada, seguido de contaminantes do ar externo, contaminantes do ar interno (gerados no próprio ambiente) e, em menor escala, materiais de construção e microrganismos.

Outro tipo de ambiente que merece cuidados e gera preocupação por parte dos profissionais da área de saúde é o hospitalar. As infecções hospitalares bacterianas são a maior causa de morbidade em pacientes hospitalizados, particularmente em unidade de terapia intensiva (TURNER et al. 1999).

Em ambientes hospitalares, torna-se cada vez mais importante o conhecimento da qualidade do ar, visto que diversas infecções hospitalares são transmitidas por contatos direto e indireto, aerossóis e vetores. Neste tipo de ambiente são mais freqüentes as infecções do trato respiratório baixo, pela inalação de aerossóis contaminados e aquelas oriundas de pós-cirúrgico por deposição de partículas contaminantes (GONTIJO-FILHO, 2000).

Os problemas relativos à saúde humana trazem outra conseqüência ainda que indireta, mas extremamente relevante. O número crescente de casos envolvendo pessoas com problemas de saúde, provavelmente originados em seus ambientes de trabalho, tem gerado absenteísmo e, por conseguinte, a queda da produtividade (TEETERS et al. 1995; FISK e ROSENFELD, 1997; WYON, 2004).

2.4 - Contaminantes do Ar Interno

Uma grande variedade de contaminantes é encontrada no ar interno das edificações podendo ser introduzidos ou produzidos nestes ambientes e são facilmente distinguíveis quanto à sua natureza, podendo ser classificados como químicos, físicos ou biológicos (CROFT et al. 1986; PLATTS-MILLS et al. 1987; HUNTER et al. 1988; ROM et al. 1991; OWEN e ENSOR, 1992; LOUDON et al. 1996; STONE, 2000).

Estes poluentes têm sido estudados desde a década de 70 em todo mundo e desde a década de 90 no Brasil (BRICKUS e NETO, 1999), tendo sido relatadas diversas consequências da sua presença no ar interior, como os fenômenos de irritabilidade direta, hipersensibilidade e carcinogênese (STONE, 2000; FANG et al. 2004).

Os bioaerossóis são os contaminantes biológicos presentes no ar e são representados pelas bactérias, fungos, algas, ácaros e vírus que podem causar doenças infecciosas ou não quando inalados (STETZENBACH et al. 2004; LAUMBACH e KIPEN, 2005). O indivíduo é contaminado por via aérea quando o agente microbiano é inalado e retido no trato respiratório em local propício ao seu desenvolvimento associado aos fatores de infectividade como imunidade, dimensão das partículas, profundidade da penetração e a dosagem mínima do agente capaz de provocar a doença (ROSA e MELO LISBOA, 2005).

Entre os microrganismos presentes no ar os fungos anemófilos constituem os principais contaminantes de ambientes fechados, podendo promover a sensibilização de indivíduos susceptíveis e o desencadear de processos alérgicos, irritação em mucosas e pele, infecções fúngicas e a exposição aos seus propágulos e metabólitos toxigênicos (PECHER et al. 1988; GOMPERTZ et al. 1999; STRAUSZ, 2001; MEZZARI et al. 2002; CHAO et al. 2002; MENEZES et al. 2004).

Os contaminantes físicos chamados aerodisperssóides ou material particulado em suspensão possuem uma grande influência na qualidade do ar em ambientes internos, bem como externos. Esta categoria de poluentes é constituída de uma mistura física e química de poeiras, fumaça e todo tipo de material sólido ou líquido (gotículas, aerossol, névoas, fumaça, entre outros) que se encontra suspenso na atmosfera devido às suas dimensões diminutas ou temperatura elevada (SÃO PAULO, 2009).

Dentre os inúmeros poluentes normalmente encontrados no interior das edificações, o material particulado representa a forma mais visível de contaminação. As partículas internas têm como origem fontes internas quanto externas, entretanto, internamente, as partículas ocorrem em frações fina, visto as fontes de dispersão produzir partículas pequenas e apresentarem maior quantidade de matéria orgânica que aquela encontrada no ar externo, devido, principalmente, às atividades desenvolvidas dentro da edificação (CARMO, 1999).

Os compostos químicos poluentes do ar de ambientes climatizados são representados, principalmente, pelo dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrogênio (NO₂), Ozônio (O₃) e os formaldeídos que são encontrados na produção de metabólitos humanos, na combustão de cigarros, queimadores de fogões, e veículos automotores no caso do CO₂, CO e NO₂. Os formaldeídos são utilizados na formulação de materiais de acabamento, mobiliários, colas, produtos de limpeza e desinfecção de ambientes (ANVISA, 2003).

2.5 - Fungos Anemófilos e as Infecções Hospitalares

Os fungos que são dispersos na natureza através do ar atmosférico são denominados de fungos anemófilos, possuindo capacidade de colonizar diferentes substratos e habitats de forma singular e muito eficiente (MEZZARI et al. 2002; ESQUIVEL et al. 2003), e por oportunismo, acabam provocando patologias no ser humano (JAWETS, 1998).

Diferentes investigações sugerem que a distribuição dos fungos varia entre as áreas geográficas, sendo também influenciadas por fatores ambientais, sazonais e climáticos (PEI-CHIN et al. 2000a; HUANG et al. 2002).

Estudos realizados por Pei-Chin et al.(2000b), mostram que a exposição a fungos do ar parece estar associada ao desenvolvimento de várias doenças respiratórias. Tais doenças podem levar ao afastamento dos servidores, além do risco aos usuários deste tipo de serviço (STRAUSZ, 2001).

Várias espécies de fungos anemófilos apresentam grande importância em patologias médicas, tais como as pertencentes aos gêneros *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Cladosporium*, *Alternaria*, entre outros, tornando-se elementos especialmente alergizantes e patogênicos, fato este bastante preocupante à clínica

médica, pois tais microrganismos estão dispersos abundantemente no meio ambiente (WYNGAARDEN, 1993; GRUMACH, 2001).

Os pacientes das Unidades de Terapia Intensiva (UTI) apresentam maior risco de adquirir infecção hospitalar devido aos seguintes fatores: severidade da doença de base, muitas vezes ocasionando deficiência da imunidade humoral, celular e/ou inespecífica; procedimentos invasivos a que são submetidos, antes e após admissão em UTI, como cateteres venosos centrais, cateterismo vesical e ventilação mecânica, tempo de internação prolongado, uso de antibioticoterapia de amplo espectro, alta densidade populacional e a alta relação paciente-enfermeiro (GORBACH, BARLET e BLACKLOW, 2003; ABRAMCZYK e RICHMANN, 2006).

As UTIs são consideradas epicentros de infecções hospitalares, e a partir delas microrganismos podem ser transmitidos para os demais setores do hospital. Essa disseminação, porém, não fica restrita ao ambiente hospitalar, podendo chegar aos domicílios e outras instituições de apoio para onde os pacientes sejam transferidos (PORTUGAL, 2002).

Pneumonias hospitalares ocasionadas por bactérias multirresistentes em pacientes sob ventilação mecânica, infecções do trato urinário, infecções do sítio cirúrgico e de tecidos moles têm sido mais frequentemente diagnosticadas em UTIs (CAVALCANTE et al. 2000).

No Brasil, entre aproximadamente 5 e 15% dos pacientes hospitalizados e 25 a 35% dos pacientes admitidos em Unidades de Terapia Intensiva adquirem infecção hospitalar, sendo ela a quarta causa de mortalidade (EGGIMANN e PITTET, 2001).

Uma das principais causas apontadas para o grande número de pacientes acometidos por infecções hospitalares é a transmissão cruzada de patógenos (LEDSON et al. 1998; HOFFMAN et al. 1999; GARDAM et al. 2002). No entanto, outros fatores como os equipamentos de terapia respiratória, de biópsia, endoscópios e cateteres inadequadamente esterilizados; o uso de insumos recentemente contaminados por exposição indevida; salas de cirurgia, UTIs e enfermarias mal preparadas ou mal higienizadas a utilização indiscriminada de antimicrobianos, além do uso de antissépticos impróprios nas mãos da equipe médica ou de enfermagem, também contribuí amplamente para o surgimento e a disseminação destas infecções (SIQUEIRA, 2000; RAMPLING et al. 2001; BERQUÓ et al. 2004; HARAKEH et al. 2005).

A infecção de sítio cirúrgico é um caso específico de infecção hospitalar causada pela exposição do paciente no momento da cirurgia (MACHADO, 2006). A infecção adquirida em centro cirúrgico tem sido apontada como uma das principais causas de complicações pós-operatórias, levando a um aumento médio de 60% no período de internação. É considerada uma complicação relevante, por contribuir para o aumento da morbidade e mortalidade dos pacientes pós- cirúrgicos (OLIVEIRA e CIOSAK, 2007). A principal causa da infecção do sítio cirúrgico é a contaminação bacteriológica por via aérea (MANGRAM et al. 1999; RUI et al. 2008). Entretanto, Machado (2006) afirma que o ar das salas de cirurgia, antigamente muito valorizado, é considerado hoje um fator de menor importância na contaminação do campo operatório.

Atualmente, os dados sobre infecção hospitalar são pouco divulgados no Brasil. Além disso, esses dados não são consolidados por muitos hospitais, o que dificulta o conhecimento da dimensão do problema no país (TURRINI e SANTO, 2002). Entretanto, estima-se que estas sejam responsáveis por cerca de 45.000 óbitos e prejuízos na ordem de bilhões de reais anualmente (MALUF et al. 2002).

2.6 - Legislação

No Brasil, após a morte do ministro das comunicações Sérgio Motta, ocorrida em 20 de agosto de 1998, provável vítima da Síndrome do Edifício Doente (LOPES, 2004), surgiu a primeira norma para ambientes climatizados, não aplicável a estabelecimentos de saúde, a portaria nº 3.523, de 28/08/1998 do Ministério da Saúde, que tem como objetivo estabelecer medidas básicas referentes à manutenção dos sistemas de climatização, através do Plano de Manutenção e Operação e Controle (PMOC). O referido PMOC passou a ser exigido na resolução RE nº9 de 16 de janeiro de 2003, no qual foi estipulado as verificações e correções técnicas que deverão ser executadas em cada ponto do sistema de refrigeração, sendo também especificado o número de ocupantes de cada ambiente refrigerado, a carga térmica do equipamento e o tipo de atividade desenvolvida no local. Estas medidas tiveram como finalidade garantir a boa qualidade no ar do ambiente, de forma a não oferecer riscos à saúde dos ocupantes. (BRASIL, 1998).

A ANVISA, em decorrência da Portaria nº 3.523, publicou a Resolução nº 176 de 24 de outubro de 2000 com algumas orientações técnicas sobre padrões referenciais da qualidade do ar de interiores em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo (BRASIL, 2000). Essa Resolução definiu os parâmetros mínimos para uma boa qualidade do ar de interiores, como concentração de CO₂, temperatura, umidade relativa, velocidade do ar e material particulado, cujos desequilíbrios podem causar agravos à saúde dos ocupantes e foi revisada em 2003, originando a Resolução em vigor RE nº 9, de 16 de janeiro de 2003.

A quantificação de microrganismos no ar torna-se necessária pelas consequências diretas para a saúde humana e pode ser usada para a detecção de fontes contaminantes, principalmente em ambientes internos (NUNES, 2005). Estudos sobre contaminação microbiológica em ambientes hospitalares ganham maior importância em unidades de atendimento a portadores de doenças imunodepressoras, pois os usuários dessas unidades encontram-se com seus sistemas imunológicos comprometidos (QUADROS, 2008).

A maioria dos padrões e recomendações para microrganismos no ar de ambientes internos enfocam apenas fungos. Além disso, tais padrões e recomendações estão relacionados a doenças clinicamente definidas e abordam a amostragem, medidas corretivas e manutenção preventiva, sem estabelecer limites para as concentrações totais de bactérias no ar (RAO et al. 1996; OLESEN, 2004).

A legislação em vigor estabelece que a contagem total máxima de bolores e leveduras deve ser 750 UFC/m³ de ar e que a relação entre as contagens de microrganismos no ar interno e no ar externo do prédio não deve ser superior a 1,5 (Relação I/E). Tal parâmetro estaria relacionado ao fato de que valores muito elevados da relação I/E indicam a presença de fontes poluidoras no interior do prédio, que devem ser pesquisadas (Anexo 1).

A ANVISA preconiza a higienização mensal dos componentes do sistema de climatização, porém no componente hídrico, usado para umidificação do ar, recomenda-se a limpeza quinzenal, pois há risco de crescimento bacteriano, produção de aerossóis e inalação dos mesmos e semestralmente preconiza-se a limpeza dos sistemas de ar e de forros falsos. (BRASIL, 2000).

Os parâmetros estabelecidos pela legislação brasileira (BRASIL, 1998; BRASIL, 2000; BRASIL, 2003) estão apresentados no quadro 1.

Quadro 1- Parâmetros de referências para a qualidade do ar em ambientes artificialmente climatizados de uso público e coletivo (BRASIL, 2003).

Parâmetros	Valores máximos permitidos
Físico-Químicos	
Dióxido de carbono	≤ 1000 ppm
Aerodispersóides	≤ 80 µg/m ³
Temperatura: Verão	23-26° C
Inverno	20-22° C
Velocidade do ar	0,25 m/s
Umidade relativa: Verão	40-65%
Inverno	35-65%
Taxa de renovação	27m ³ /h/pessoa
Microbiológicos	
Quantitativo para bolores e leveduras	≤ 750 UFC/m ³
Relação I/E*	≤ 1,5

*Relação entre a quantidade de fungos no ar interno (I) e no ar externo ao prédio (E)

Os ambientes hospitalares foram o foco mais recente da atenção da ANVISA, que promoveu a redação da Consulta Pública nº 109, de 11 de dezembro de 2003 (BRASIL, 2003), que até o presente momento não foi oficializada (Anexo 2). Este documento classifica os ambientes hospitalares em quatro níveis de risco de ocorrência de eventos adversos à saúde e estabelece que os padrões de referência para a contaminação microbiológica (limites máximos para as contagens totais de fungos e bactérias) são diferenciados para os ambientes enquadrados nesses níveis de risco conforme apresentado no quadro 2.

Quadro 2- Parâmetros referenciais microbiológicos de qualidade do ar de interiores, em serviços de saúde, segundo o nível de risco (BRASIL, 2003).

Variáveis e Componentes	Nível 0	Nível 1	Nível 2	Nível 3
Partículas biológicas totais no ar ambiental	$\leq 750 \text{ UFC/m}^3$	$= 500 \text{ UFC/m}^3$	$= 200 \text{ UFC/m}^3$	$= 50 \text{ UFC/m}^3$

Outra diferença desse documento em relação à RE nº 9 é o estabelecimento de limites de concentração para alguns compostos no ar, sendo eles: fenol (15 mg/m^3), formaldeído ($2,3 \text{ mg/m}^3$) e etanol (1480 mg/m^3). Os valores estabelecidos para os parâmetros físicos, bem como a concentração de material particulado, permaneceram iguais aos da RE nº 9. Entretanto, a Consulta Pública nº 109 não estabelece padrões para a concentração de CO_2 no ar interno (BRASIL, 2003).

3.0 - OBJETIVOS

3.1- GERAL: Avaliar a qualidade do ar interno em duas categorias de ambientes hospitalares nos períodos seco e chuvoso: Unidade de Terapia Intensiva Neonatal (UTN) e Centro Cirúrgico (CC) do Hospital Universitário Prof. Dr. Alberto Antunes da Universidade Federal de Alagoas.

3.2- ESPECÍFICOS:

- ✓ Avaliar os parâmetros: contaminação microbiológica, dióxido de carbono, temperatura, umidade relativa, velocidade do ar e aerodispersóides nos ambientes hospitalares;
- ✓ Determinar a relação I/E dos bioaerossóis fúngicos;
- ✓ Avaliar as variações de bioaerossóis fúngicos;
- ✓ Identificar os fungos filamentosos por características morfo-culturais
- ✓ Indicar as espécies fúngicas baseada na literatura como potencialmente causadoras de doenças e quantificar as bactérias presentes nos ambientes climatizados;
- ✓ Caracterizar as espécies de leveduras através de métodos moleculares.

4.0 - MATERIAL E MÉTODOS

4.1- Seleção dos Ambientes de Estudo

O estudo foi realizado em ambientes onde os pacientes apresentam um estado de saúde comprometido ou enfraquecido. Seguindo este critério, foram selecionados três ambientes da Unidade de Terapia Intensiva Neonatal (UTN), seis salas do centro cirúrgico e um ponto externo ao Hospital Universitário Professor Dr. Alberto Antunes de Maceió-Alagoas para determinação da relação I/E.

4.2 - Descrição dos Ambientes de Estudo

4.2.1- Unidade de Terapia Intensiva Neonatal (UTN)

Localizada dentro do setor de neonatologia/pediatria do HU, a UTN tem capacidade para 14 leitos, sendo sete no ambiente A e sete no ambiente B. O sistema de ar condicionado é do tipo ACJ (ar condicionado de janela). Os ambientes A e B possuem um ar condicionado de 12.000 e 18.000 btus respectivamente e o ambiente C não possui ar condicionado (**Figura 1**).

Os três ambientes da UTN são interligados e neles trabalham um médico pediatra plantonista e um residente, uma enfermeira chefe, três auxiliares de enfermagem e uma fisioterapeuta. Circulam também funcionários dos setores de radiologia, alimentação, limpeza e principalmente as mães e os pais que têm livre acesso e os avós que tem as visitas liberadas apenas às quintas-feiras.



Figura 1: Ambientes A, B e C da UTN do Hospital Universitário Prof. Dr. Alberto Antunes de Maceió-Alagoas

4.2.2 - Centro Cirúrgico

O centro cirúrgico possui seis salas de cirurgia (1, 2, 4, 7, 8 e 9) com atividades no período de 8:00 às 17:00 horas (**Figura 2**). Na medida em que as cirurgias vão sendo finalizadas as salas são limpas para que outros procedimentos possam acontecer. As atividades agendadas são concluídas às 17:00hs e após esse período somente as cirurgias emergenciais são realizadas.

Em cada sala de cirurgia além do ar condicionado central, existe também um ar condicionado de janela do tipo ACJ ou do tipo Split que foram mantidos ligados durante as realizações das coletas pela falta de funcionamento adequado do ar condicionado central.

O sistema de ar condicionado central é do tipo *fan-coil*, não havendo unidades independentes permanecendo, portanto, ligado por todo o período de funcionamento das atividades do dia sendo desligado após às 17:00 horas. As medições foram realizadas nas salas de cirurgia 1, 2, 4, 7, 8 e 9, no decorrer de um dia normal de funcionamento. As salas 1, 8 e 9 possuem ar condicionado do tipo split e central e as salas 2, 4 e 7 possuem ar condicionado do tipo ACJ e central. O fluxo de pessoas nestes ambientes é bastante restrito a apenas pessoas do setor.



Figura 2: Centro Cirúrgico salas 1, 2, 4, 7, 8 e 9 do Hospital Universitário Prof. Dr. Alberto Antunes de Maceió-Alagoas.

4.2.3 - Ponto Externo (PE)

Para determinar a relação entre a concentração de bioaerossóis em cada coleta, foi realizada amostragem de um ponto externo na área externa do Hospital Universitário Prof. Dr. Alberto Antunes de Maceió-Alagoas (**Figura 3**).



Figura 3: Ponto Externo a edificação do Hospital Universitário Prof. Dr. Alberto Antunes de Maceió-Alagoas.

4.3 - Coleta de Amostras

Foram realizadas 22 coletas de ar de ambientes climatizados selecionados para a avaliação dos parâmetros recomendados pela ANVISA, sendo duas placas por ambiente, totalizando 220 placas para determinação de fungos e bactérias. Os parâmetros físicos e químicos como temperatura, umidade relativa, velocidade do ar, aerodispersóides e CO₂ também foram determinados durante as coletas para bioaerossóis, através de equipamentos específicos previamente calibrados. As 10 primeiras coletas correspondem ao período seco de novembro de 2008 a fevereiro de 2009, e as 12 últimas correspondem ao período chuvoso de março a setembro de 2009.

4.4 - Determinação dos parâmetros exigidos pela RE nº 9 da ANVISA

4.4.1- Coleta e Determinações de Bioaerossóis por Amostragem Ativa

Para a determinação de bioaerossóis foi utilizado um amostrador de ar por impactação (amostrador de Anderson[®]) de um estágio da marca Energética colocado no centro dos ambientes analisados a uma altura de 1,5 m de altura do solo, (**Figuras 4a e 4b**). Em cada ponto de amostragem, foram coletados 280 litros de ar, com vazão mantida fixa em 28,0 L/min, durante 10 minutos. De cada ambiente foram coletadas duas amostras de ar através de placas de Petri descartáveis de 90 x 10 mm com meios para isolamento de fungos e bactérias.

Entre as amostragens, o coletor foi desinfetado com gaze embebida em álcool isopropílico a 98%. Após as coletas as placas foram acondicionadas em sacos plásticos e transportadas ao Laboratório de Genética e Microbiologia Aplicada - BIOGEN do Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde – ICBS. As placas para crescimento de bactérias foram incubadas a 32 °C por 48 horas e as de fungos a 25 °C por 5 a 7 dias, em estufa bacteriológica. Após o período de incubação as colônias foram quantificadas em Unidade Formadoras de Colônias por metro cúbico de ar (UFC/m³).



Figuras 4a e 4b: Amostrador de Ar do tipo Anderson[®] de um estágio utilizado para a coleta de bioaerossóis

4.4.2 - Meios para Isolamento

Foi utilizado o meio ASD (Agar Sabouraud Dextrose) para crescimento e contagem de fungos filamentosos e leveduras. O meio foi esterilizado a 121° C por 20 minutos e adicionados a 50 mg/L de cloranfenicol e ampicilina a 50° C. Para o crescimento e contagem total de bactérias foi utilizado o meio PCA (Plate Count Agar) e vertidos em placas de Petri descartáveis estéreis sob condições assépticas e armazenados sobre refrigeração até o momento do uso.

4.4.3 - Análise Quantitativa e Qualitativa das Colônias

Os fungos filamentosos e leveduras (**Figura 5 e 6**), respectivamente foram quantificados, isolados e identificados. As bactérias foram apenas quantificadas em Unidades Formadoras de Colônias (UFC/m³) de ar (**Figura 7**).



Figura 5: Aspecto morfológico de fungos filamentosos no meio Ágar Sabouraud Dextrose acrescido de cloranfenicol após a incubação de 5 a 7 dias



Figura 6: Aspecto morfológico de levedura no meio Ágar Sabouraud Dextrose acrescido de cloranfenicol após a incubação de 5 a 7 dias

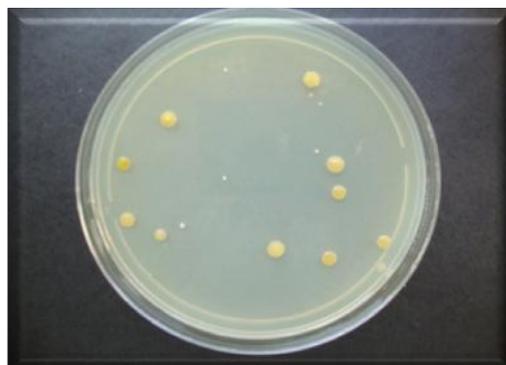


Figura 7: Aspecto morfológico de Bactérias no meio Ágar Padrão para Contagem acrescido de 50 µg/L de cetoconazol após a incubação durante 48 horas

4.4.4 - Identificação morfo-cultural dos Fungos Filamentosos

Os fungos filamentosos isolados foram identificados com base nas características macroscópicas das colônias e observações micromorfológicas através de esporulação no microcultivo em meios BDA (Ágar Potato Dextrose) e Lactrimel (LACAZ et al. 2002 e NEUFELD, 1999). Este procedimento consistiu na inoculação do fungo sobre uma pequena quantidade de meio de cultura sólido colocado na superfície da lâmina de vidro, previamente esterilizada sobre canudo e um filtro de papel umidificado. Após a inoculação, o meio de cultura foi coberto por uma lamínula também estéril e o conjunto foi então incubado em estufa bacteriológica a 25 °C para observação em microscopia óptica, sem alterar a integridade das estruturas do fungo, permitindo sua identificação. Os fungos que não esporularam após sucessivas repetições de microcultivo, foram então classificados como Mycelia Sterilia. Grupo que não apresenta estruturas reprodutivas. Após a identificação os isolados foram armazenados em água esterilizada pelo método de Castellani (1939).

4.4.5 - Identificação das Leveduras através da Técnica de PCR

4.4.5.1- Obtenção da Massa Celular e Extração de DNA Genômico

Os isolados de leveduras foram inoculados em 1,0 mL de YPD líquido e incubados a 30 °C por 16 horas a 150 rpm em mesa agitadora com temperatura controlada. Após esse período, foi retirado 1,0 mL da amostra e transferido para microtubos de 1,5 mL esterilizados, e centrifugados a 5000 g por três minutos. O sobrenadante foi descartado e lavado em 1,0 mL de água destilada esterilizada e novamente centrifugado a 5000 g por três minutos. Novamente, o sobrenadante foi descartado e adicionados 600 µL de solução de lise (2,0 mL tris-HCl 1 M pH 8,0, 0,5 mL EDTA 0,5 M pH 8,0, 1,0 mL SDS 10%, 0,5 mL NaCl 0,5 M e água destilada esterilizada 6,0 mL). Os microtubos foram mantidos a 65 °C em banho-maria por 30 minutos com agitação por inversão a cada 10 minutos. Posteriormente, foi adicionado igual volume de fenol/clorofórmio/álcool isolamílico (25:24:1) e após breve agitação em vortex as suspensões foram centrifugadas a 12.000 g por 10 minutos. Em seguida foram transferidos 500 µL da fase aquosa para novos

microtubos esterilizados de 1,5 mL de capacidade e adicionados 500 µL de clorofórmio/álcool isoamílico (24:1). As amostras foram centrifugadas novamente por igual período e rotação; em seguida, 400 µL da fase superior foram transferidos para novos micotubos esterilizados de igual medida. A estes tubos foram adicionados 800 µL de etanol absoluto gelado, permanecendo por 2 horas a -20 °C para precipitação do DNA. Após esse período os microtubos foram mantidos a temperatura ambiente por 20 minutos e centrifugado a 12.000 g por 10 minutos. O DNA precipitado foi lavado com etanol a 70% por duas vezes, secado a temperatura ambiente (± 25 °C), em seguida ressuspendido em tampão Tris/EDTA (TE) pH 8,0 (TRIS 10 mM/EDTA 1 mM) e mantido a -20 °C para posterior amplificação (SILVA-FILHO, 2003).

4.4.5.2 - Amplificação com os Iniciadores Espécie-específicos

A reação de amplificação por PCR utilizando os iniciadores espécie-específicos (**Tabela 1**), foi realizada em volume final de 20 µL em termociclador MJ – BIOCLICLE, de acordo com o protocolo descrito na **Tabela 2**. Os ciclos de amplificação foram programados para um ciclo de desnaturação inicial de 5 minutos a 96 °C, seguido de 40 ciclos para desnaturação a 94 °C por 30 segundos, temperatura de pareamento a 58 °C por 30 segundos, extensão a 72 °C por 30 segundos, com extensão final a 72 °C por 15 minutos. Os produtos amplificados foram separados por eletroforese em gel de agarose a 1,3% e submetido a uma tensão de 100 volts entre os eletrodos por 60 minutos em tampão TBE 0,5X. O gel foi corado com brometo de etídeo e os fragmentos foram visualizados em transiluminador e fotografados em sistema de fotodocumentação (DOC PRINT VILBER LOUMART). Como controle positivo para os iniciadores espécie-específicos foram utilizados DNA de leveduras da Coleção de Culturas – URM/UFPE *Candida albicans* URM5689; *C. parapsilosis* URM5583; *C. guilliermondii* URM5563; *C. glabrata* URM5594; *C. tropicalis* URM5694 e *C. krusei* URM1059.

TABELA 1 - Iniciadores espécie-específicos utilizados na identificação de seis espécies de leveduras patogênicas do gênero *Candida* utilizadas como controle positivo.

ESPÉCIE	INICIADOR	SEQUÊNCIA (5' → 3')	PB	REFERÊNCIA
<i>C. albicans</i>	CALB1	TTT ATC AAC TTG TCA CAC CAG A	≈273	LUO e MITCHELL, 2002
	CALB2	ATC CCG CCT TAC CAC TAC CG		
<i>C. glabrata</i>	CGL1	TTA TCA CAC GAC TCG ACA CT	≈423	LUO e MITCHELL, 2002
	CGL2	CCC ACA TAC TGA TAT GGC CTA CAA		
<i>C. parapsilosis</i>	CPA1	GCC AGA GAT TAA ACT AAC CA	≈300	HSU et al. 2003
	CPA2	CCT ATC CAT TAG TTT ATA CTC CGC		
<i>C. tropicalis</i>	CTR1	CAA TCC TAC CGC CAG AGG TTA T	≈357	LUO e MITCHELL, 2002
	CTR2	TGG CCA CTA GCA AAA TAA GCG T		
<i>C. guilliermondii</i>	CGU1	GCA TCG ATG AAG AAC GCA GC	≈315	HSU et al. 2003
	CGU2	GTTTGG TTG TTG TAA GGC CGG G		
<i>C. krusei</i>	CKRU	GCA TCG ATG AAG AAC GCA GC	≈258	HSU et al. 2003
	CKRU2	AAA AGT CTA GTT CGC TCG GGC C		

TABELA 2 - Protocolo de reação para amplificação com os iniciadores espécie-específicos para as seis espécies de leveduras patogênicas do gênero *Candida*.

COMPONENTES	CONCENTRAÇÃO ESTOQUE	VOLUME NA REAÇÃO (μL)	CONCENTRAÇÃO FINAL
Água destilada esterilizada		7,4	
Tampão PCR	10X	2,50	1,25X
BSA (Soro Albumina Bovina)	0,25 μg/μL	2,50	0,03 μg/μL
Mistura de dNTPs	2,0 mM	2,50	0,2 mM
Iniciador 1	12,5 pmoles/μL	1,25	0,8 pmol/μL
Iniciador 2	12,5 pmoles/μL	1,25	0,8 pmol/μL
MgCl ₂	50 mM	1,50	3,75 mmoles/μL
Taq Polimerase	5 U/μL	0,10	0,025 U/μL
DNA	50,0 ng/μL	1,00	2,5 ng/μL

4.5 - Determinação da Concentração de Dióxido de Carbono (CO₂)

As medições da concentração de CO₂ (Dióxido de Carbono) foram realizadas através de um medidor portátil de leitura direta por meio de sensor infravermelho não dispersivo da marca Testo[®], modelo 535 com sonda acoplada (**Figura 8**). O aparelho foi acionado a cerca de 1,50 cm de altura do solo por um período de cinco minutos, a leitura dos valores foi realizada ao final de cada coleta de ar e expressos em ppm (parte por milhão).



Figura 8: Medidor portátil para avaliação da concentração de CO₂

4.6 - Determinação da Temperatura, Umidade Relativa e Velocidade do ar

Para medição dos parâmetros de temperatura, umidade relativa e velocidade do ar foi utilizado um termo-higrômetro digital multifunção marca Testo[®], modelo 435, com sonda acoplada (**Figura 9**). O aparelho foi acionado a cerca de 1,50 cm de altura do solo e os valores foram obtidos ao final de cinco minutos de medição. Os resultados foram expressos em metros por segundo (m/s) para a velocidade do ar, em graus centígrados (°C) para temperatura e porcentagem (%) para umidade relativa do ar.



Figura 9: Termo-higrômetro digital para avaliação de temperatura, umidade relativa e velocidade do ar

4.7 - Concentração de Aerodispersóides

O método para a determinação de aerodispersóides consiste em passar por uma membrana filtrante de 37 mm de diâmetro, com porosidade de 5 μm , um volume de aproximadamente 60 litros de ar através de uma bomba de captação constituída por filtros de PVC (MB- 3422 da ABNT), modelo ITBDX2 da marca Sensidyne[®] durante 30 minutos (**Figura 10**). Para determinação da massa de aerodispersóides, foi realizada a pesagem das membranas antes e após a amostragem em balança eletrônica de precisão Bioprecisa modelo FAN-2104N. Os resultados desta análise foram expressos em unidade de massa por volume de ar (ex: $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - micrograma por metro cúbico) da fração do material particulado retido na membrana.



Figura 10: Bomba de captação de aerodispersóides suspensos no ar

4.8 - Análise Estatística

Os testes-t de Student, Mann-Whitney e Anova de um critério foram aplicados para avaliar as variáveis associadas aos ambientes estudados e aos períodos seco e chuvoso, bem como a frequência entre os gêneros isolados, sendo utilizado o *software* Biostat 5.0[®].

5.0 - RESULTADOS

5.1- Avaliação Microbiológica

5.1.1- Fungos e Bactérias Totais do Ar

A análise quantitativa das colônias permitiu observar a presença de 6.474 Unidades Formadoras de Colônias (UFC), dos ambientes A, B e C da UTN, do centro cirúrgico e do ponto externo. Destas, 3.839 (59,30%) UFC eram de fungos e 2.635 (40,70%) UFC eram de bactérias (**Figura 11**). Os valores médios encontrados para as colônias de fungos e bactérias foram (média \pm desvio padrão) $34,37 \pm 28,37$ e $23,95 \pm 17,14$, respectivamente.

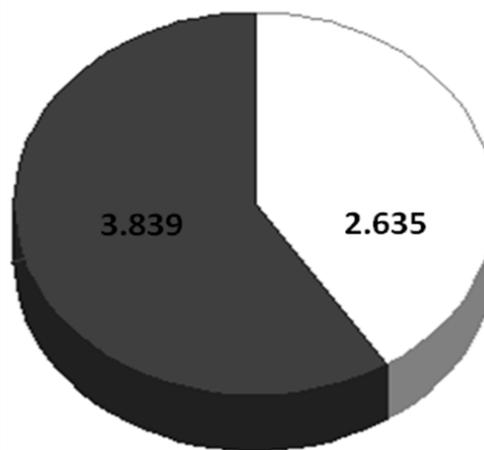


FIGURA 11- Distribuição total de Unidades Formadoras de Colônias (UFC) (média \pm desvio padrão) de fungos e bactérias isoladas do ar dos ambientes A, B e C da UTN, centro cirúrgico e ponto externo do Hospital Universitário Prof. Dr. Alberto Antunes – HUPAA/UFAL, Maceió-AL.

5.1.2 - Distribuição dos Fungos Filamentosos por Ambiente nos Períodos Seco e Chuvoso

A análise do número médio de colônias (média \pm desvio padrão) de cada ambiente por período como observado na **Figura 12** revelou que, dentre os ambientes internos avaliados, os valores médios encontrados para os períodos seco e chuvoso, respectivamente no ambiente A da UTN foram $28,20 \pm 18,13$ e $24,75 \pm$

16,99, para os períodos seco e chuvoso no ambiente B foram $24,10 \pm 15,79$ e $44,92 \pm 43,19$, para os períodos seco e chuvoso no ambiente C foram $31,90 \pm 13,36$ e $42,08 \pm 44,96$, para os períodos seco e chuvoso no centro cirúrgico foram $18,70 \pm 17,59$ e $39,58 \pm 23,17$ e para os períodos seco e chuvoso no ponto externo foram $48,00 \pm 38,43$ e $42,83 \pm 31,34$. As médias foram consideradas estatisticamente significativas (* $p \leq 0,05$) nos ambientes B da UTN e centro cirúrgico no período chuvoso com relação à distribuição fúngica nos ambientes quando comparadas com os períodos avaliados.

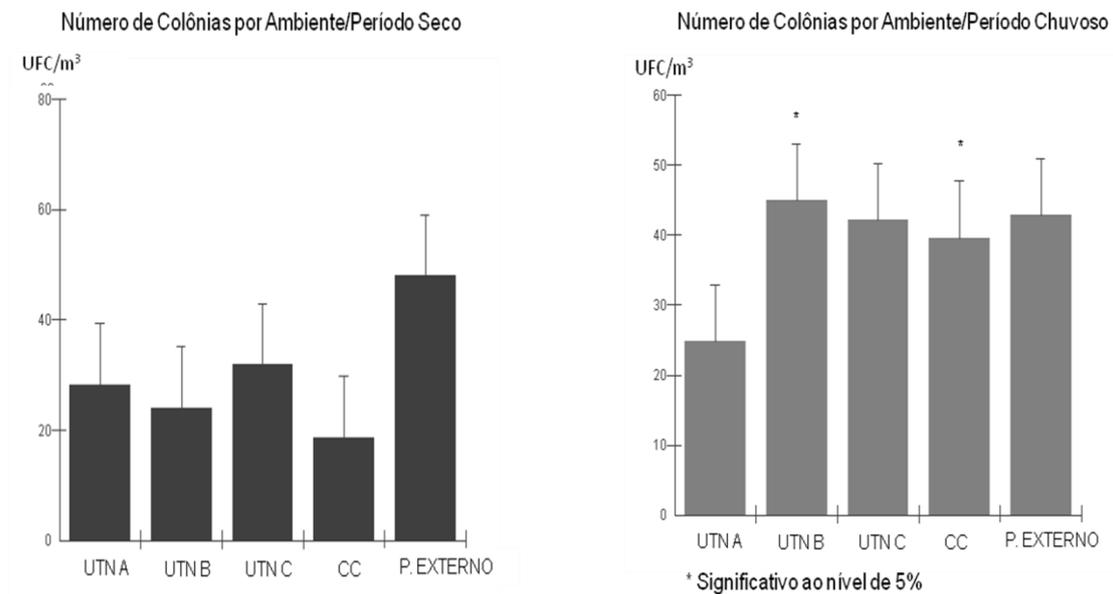


FIGURA 12 - Distribuição total de Unidades Formadoras de Colônias (UFC) de fungos isolados do ar dos ambientes A, B e C da UTN, centro cirúrgico e ponto externo do Hospital Universitário Prof. Dr. Alberto Antunes – HUPAA/UFAL, Maceió-AL nos períodos seco e chuvoso.

5.1.3 - Concentração de Bioaerossóis Fúngicos e Bacterianos por Amostragem Ativa

Foram obtidas 13.748 UFC/m³ de fungos, das quais, 2.075 UFC/m³ foram isoladas do ambiente A da UTN, 2.904 UFC/m³ do ambiente B, 2.921 UFC/m³ do ambiente C, 2.338 UFC/m³ do centro cirúrgico e 3.510 UFC/m³ do ponto externo. Os valores médios de colônias de fungos encontrados (média ± desvio padrão) nos períodos seco e chuvoso (**Figura 13a**) no ambiente A da UTN foram 102,80 ± 64,91 e 87,25 ± 59,94, nos períodos seco e chuvoso no ambiente B foram 99,80 ± 62,45 e 158,83 ± 152,51, nos períodos seco e chuvoso no ambiente C foram 113,80 ± 46,81 e 148,58 ± 158,72, nos períodos seco e chuvoso no centro cirúrgico foram 66,00 ± 62,10 e 139,83 ± 81,77 e nos períodos seco e chuvoso no ponto externo foram 169,60 ± 135,79 e 151,17 ± 110,81, respectivamente.

Para bioaerossóis bacterianos foram quantificadas 9.128 UFC/m³. Dos quais foram isoladas 1.606 UFC/m³ para o ambiente A da UTN, 1.518 UFC/m³ para o ambiente B, 2.336 UFC/m³ para o ambiente C, 1.942 UFC/m³ para o centro cirúrgico e 1.726 UFC/m³ para o ponto externo. Os valores médios de colônias de bactérias encontradas (média ± desvio padrão) nos períodos seco e chuvoso (**Figura 13b**) no ambiente A da UTN foram de 69,60 ± 45,88 e 75,83 ± 43,26, nos períodos seco e chuvoso no ambiente B foram 53,20 ± 26,98 e 82,17 ± 54,65, nos períodos seco e chuvoso no ambiente C foram 101,60 ± 47,69 e 110,00 ± 69,24, nos períodos seco e chuvoso no centro cirúrgico foram 85,10 ± 83,37 e 90,92 ± 80,28 e nos períodos seco e chuvoso no ponto externo foram 68,80 ± 42,35 e 86,50 ± 75,46, respectivamente.

Ao comparar a concentração de bioaerossóis fúngicos e bacterianos em ambos os períodos, foi possível verificar que apenas o centro cirúrgico apresentou à média estatisticamente significativa (* p ≤ 0,05) para bioaerossóis fúngicos, os demais ambientes avaliados não apresentaram significância estatística para bioaerossóis fúngicos e nem para bacterianos em nenhum dos períodos analisados.

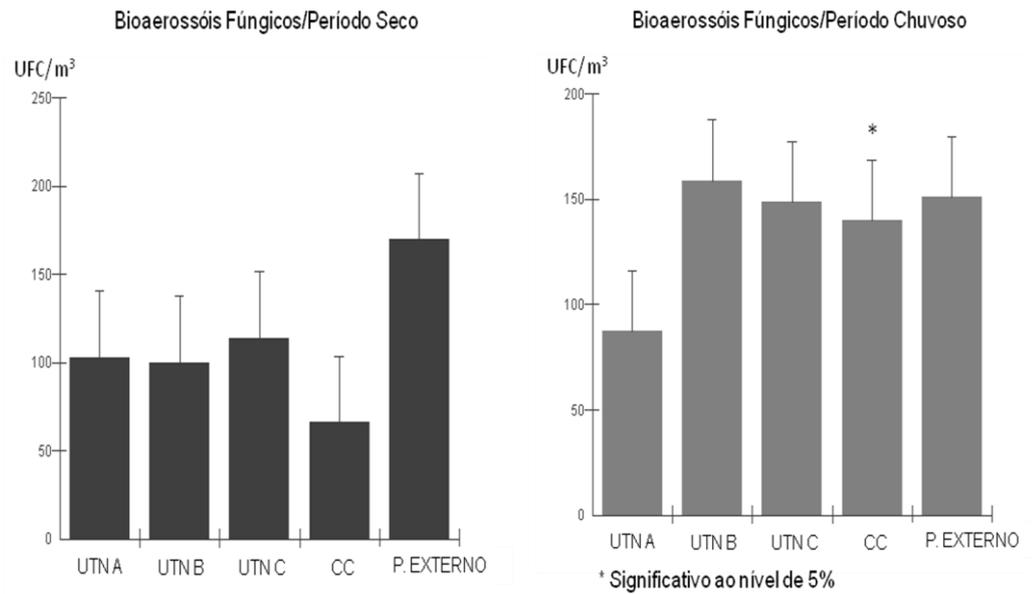


FIGURA 13a- Distribuição de bioaerossóis fúngicos (média \pm desvio padrão) isolados dos ambientes A, B e C da UTN, centro cirúrgico e ponto externo do Hospital Universitário Prof. Dr. Alberto Antunes – HUPAA/UFAL, Maceió-AL nos períodos seco e chuvoso.

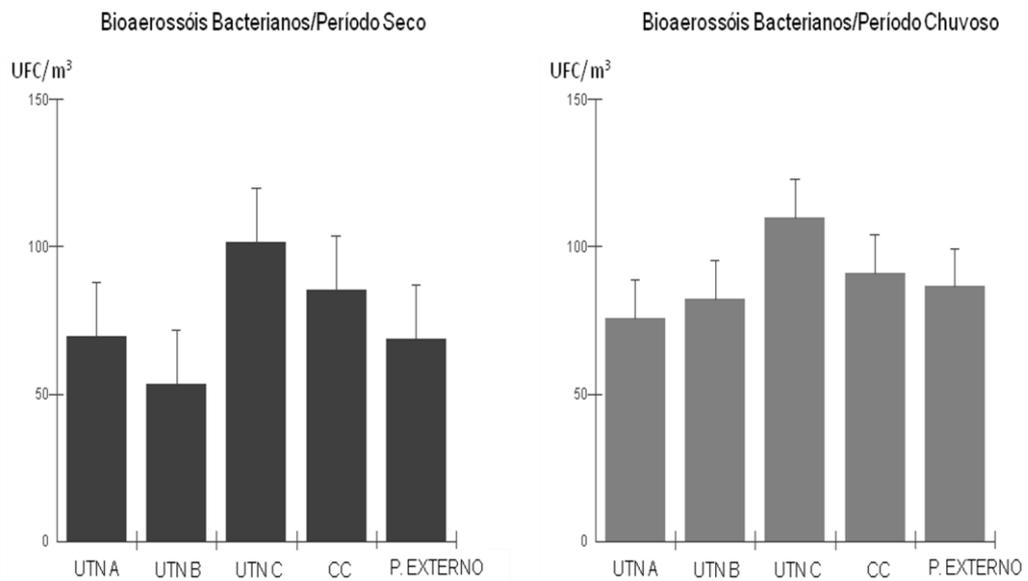


FIGURA 13b- Distribuição de bioaerossóis bacterianos (média \pm desvio padrão) isolados dos ambientes A, B e C da UTN, centro cirúrgico e ponto externo do Hospital Universitário Prof. Dr. Alberto Antunes – HUPAA/UFAL, Maceió-AL nos períodos seco e chuvoso.

5.1.4 - Concentrações de Bioaerossóis Totais

Ao analisar a distribuição de bioaerossóis totais (média \pm desvio padrão) (**Figura 14**) nas diferentes áreas hospitalares, verificou-se que os valores médios encontrados nos períodos seco e chuvoso no ambiente A da UTN foram $172,40 \pm 60,53$ e $163,08 \pm 88,45$, nos períodos seco e chuvoso para o ambiente B foram $153,00 \pm 69,22$ e $241,00 \pm 167,32$, nos períodos seco e chuvoso para o ambiente C foram $215,40 \pm 74,99$ e $258,58 \pm 180,48$, nos períodos seco e chuvoso para o centro cirúrgico foram $127,40 \pm 83,76$ e $246,67 \pm 125,68$ e nos períodos seco e chuvoso para o ponto externo foram $238,40 \pm 154,28$ e $237,67 \pm 126,82$. O ambiente B da UTN e o centro cirúrgico foram os ambientes que apresentaram médias estatisticamente significativas para o período chuvoso (* $p \leq 0,05$). Dentre os ambientes internos avaliados, o ambiente C da UTN foi o que apresentou as maiores médias tanto para o período seco como para o período chuvoso, porém não estatisticamente significativas (* $p \geq 0,05$).

Com relação ao ar externo coletado em comparação com os demais ambientes internos observou-se a maior média apenas para o período seco, todavia, esta não foi significativa (* $p \leq 0,05$).

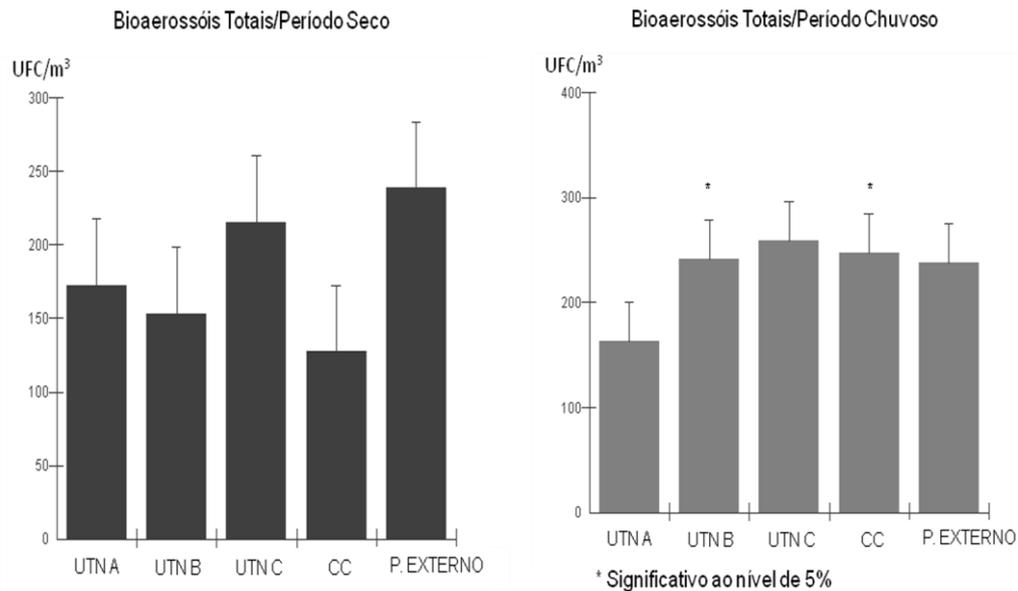


FIGURA 14 - Distribuição de bioaerossóis totais (média \pm desvio padrão) por metro cúbico de ar isolado dos ambientes A, B e C da UTN, centro cirúrgico e ponto externo do Hospital Universitário Prof. Dr. Alberto Antunes – HUPAA/UFAL, Maceió-AL nos períodos seco e chuvoso.

5.1.5 - Relação Interna/Externa de Bioaerossóis

A **Tabela 3** apresenta as relações obtidas da razão entre as concentrações de fungos e bactérias para os ambientes internos e externo avaliados (I/E). As maiores relações verificadas nos períodos seco e chuvoso, respectivamente no ambiente A da UTN foram 5,30 e 2,50, no ambiente B foram 3,50 e 4,0, no ambiente C foram 5,40 e 3,78 e no centro cirúrgico foram 2,90 e 6,39. De 22 coletas, 10 (45,5%) estiveram acima do valor máximo recomendado pela legislação para a relação I/E. As coletas seis e dezoito apresentaram as maiores relações em todos os ambientes analisados, conseqüentemente as maiores contaminações fúngicas.

TABELA 3 - Relação I/E \leq 1,5 indicando as concentrações médias de fungos e bactérias observadas nos ambientes A, B e C da UTN e do centro cirúrgico do Hospital Universitário Prof. Dr. Alberto Antunes – HUPAA/UFAL, Maceió-AL.

COLETAS	UTN A	UTN B	UTN C	CENTRO CIRÚRGICO
	R. I/E	R. I/E	R. I/E	R. I/E
1	1,94	0,51	0,54	0,46
2	0,48	0,79	0,96	0,37
3	0,55	1,75	1,36	0,91
4	1,60	1,21	1,64	0,79
5	0,43	0,23	0,54	0,27
6	5,30	3,50	5,40	2,90
7	1,05	0,60	1,31	0,29
8	0,21	0,32	0,56	0,40
9	0,75	0,71	0,81	1,21
10	0,75	0,49	0,88	0,90
11	0,30	3,21	3,32	0,91
12	0,32	0,41	0,36	0,22
13	0,31	0,82	0,79	0,91
14	1,51	1,26	1,62	0,79
15	0,59	0,61	0,63	1,20
16	1,79	1,81	2,71	1,40
17	0,82	1,61	0,87	0,83
18	2,50	4,00	3,78	6,39
19	1,37	0,63	0,83	1,40
20	0,30	0,09	0,34	0,21
21	1,09	0,43	1,26	2,40
22	0,38	0,92	0,60	0,93

Coleta 1 a 10 – Período seco; coleta 11 a 22 – Período chuvoso

5.1.6 - Microbiota Fúngica do Ar

Dos 3.939 isolados, foram identificados 1.085 fungos pertencentes a 21 gêneros e 63 espécies segundo o sistema de classificação de Alexopoulos *et al.* (1996) onde está representada a classe dos Deuteromycetes, subclasse Hyphomycetidae, incluindo duas famílias (Moniliaceae e Dematiaceae). Na **Tabela 4** estão descritos os valores absolutos e relativos correspondentes as espécies de fungos encontrados no ar dos ambientes estudados.

Dentre os gêneros isolados, os mais frequentes foram *Cladosporium* com 302 (27,83%) UFC, seguido de *Penicillium* 293 (27%) UFC, *Mycelia* 142 (13,08%) UFC, *Aspergillus* 126 (11,61%) UFC, *Monilia* 44 (4,05%) UFC, *Acremonium* 30 (2,76%), entre outros gêneros com frequências inferiores a 2% do total das colônias isoladas em todos os ambientes do estudo (**Figura 15**).

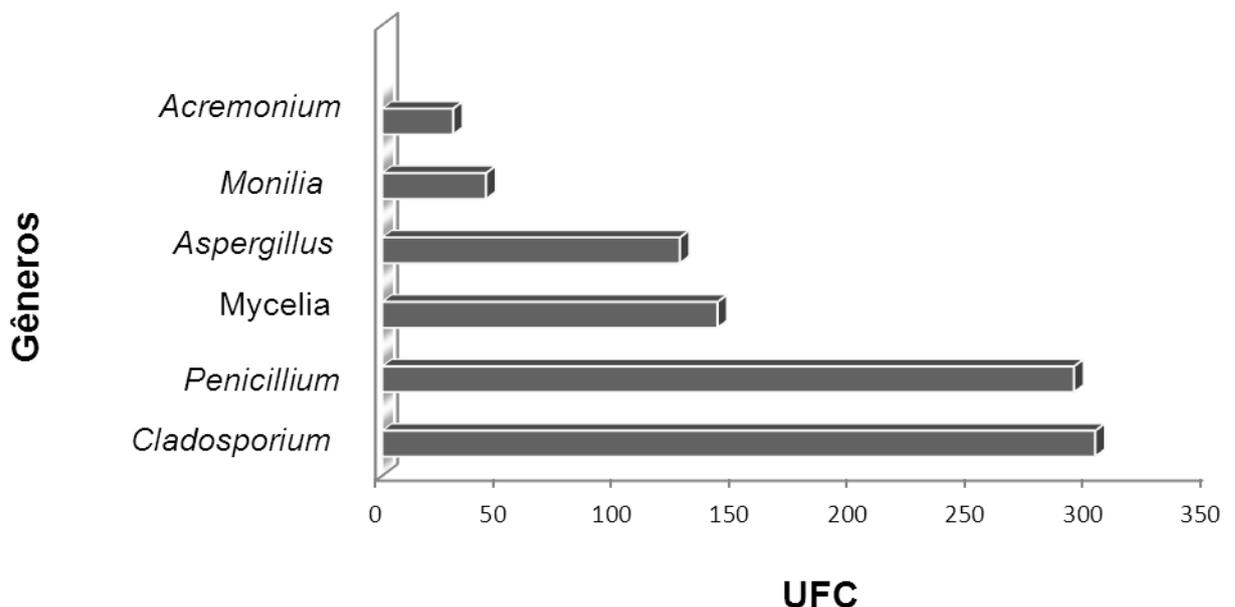


FIGURA 15 - Gêneros dos fungos mais frequentes isolados dos ambientes A, B e C da UTN, centro cirúrgico e ponto externo do Hospital Universitário Prof. Dr. Alberto Antunes- HUPAA/UFAL, Maceió, AL no período total.

Cladosporium cladosporioides foi a mais freqüente, com 180 (16,58%) UFC, seguido de *Mycelia Sterilia* 142 (13,08%) UFC, *Cladosporium herbarum* 103 (9,76%) UFC e

Penicillium aurantiogriseum 86 (7,92%) UFC, entre outras, com frequências inferiores a 7%.

De acordo com o número de fungos identificados, o ambiente A da UTN foi o que apresentou o maior número de isolados, com 257 UFC, seguido dos ambientes B, com 240 UFC, centro cirúrgico, com 214 UFC, ambiente C, com 205 UFC e ponto externo com 168 UFC (**Tabela 4**).

TABELA 4 - Distribuição de UFC das espécies de fungos identificadas nos ambientes A, B e C da UTN, centro cirúrgico e ponto externo nas 22 coletas realizadas no período seco (PS) (novembro de 2008 a fevereiro de 2009) e período chuvoso (PC) (março a setembro de 2009).

ESPÉCIE	UTN A		UTN B		UTN C		CENTRO CIRÚRGICO		PONTO EXTERNO		TOTAL
	P.S.	P.C.	P.S.	P.C.	P.S.	P.C.	P.S.	P.C.	P.S.	P.C.	
<i>Aspergillus aculeatus</i> ^P	1(16,66%)				5(83,33%)						6
<i>A. conchidus</i> ^P								3(100%)			3
<i>A. deflectus</i> ^P					6(75%)		1(12,50%)	1(12,50%)			8
<i>A. fumigatus</i> ^{P; A}	1(11,11%)				1(11,11%)					7(77,77%)	9
<i>A. granulosis</i> ^P				1(100%)							1
<i>A. nidulans</i> ^P				1(50%)						1(50%)	2
<i>A. niger</i> ^P					3(60%)			1(20%)		1(20%)	5
<i>A. niveus</i> ^P				20(100%)							20
<i>A. ochraceus</i> ^P				1(33,33%)		1(33,33%)				1(33,33%)	3
<i>A. oryzae</i> ^{P; A}	1(2,43%)	3(7,31%)	2(4,87%)	15(36,58%)		8(19,51%)		2(4,87%)		10(24,39%)	41
<i>A. sclerotiorum</i> ^P						1(100%)					1
<i>Aspergillus</i> sp.	1(4,16%)		3(12,50%)	4(16,66%)	1(4,16%)	9(37,50%)	1(4,16%)	2(8,33%)		3(12,50%)	24
<i>A. terreus</i> ^{P; A}							1(100%)				1
<i>A. unguis</i> ^P		2(100%)									2
<i>Acremonium curvulum</i> ^P	1(100%)										1
<i>A. hyalinulum</i> ^P		1(50%)		1(50%)							2
<i>A. kiliense</i> ^P		1(33,33%)		1(33,33%)						1(33,33%)	3
<i>A. patronii</i> ^P								2(100%)			2
<i>A. recifei</i> ^P		1(25%)		2(50%)				1(25%)			4
<i>Acremonium</i> sp.			1(5,55%)	5(27,77%)	3(16,66%)	1(5,55%)				8(44,44%)	18

P: Patogênico; T: Toxicogênico; A: Alergizante; NP: Não Patogênico (D Hoog et al. 2000).

Continuação da tabela 4: Distribuição de UFC das espécies identificadas nos ambientes A, B e C da UTN, centro cirúrgico e ponto externo nas 22 coletas realizadas no período seco (PS) (novembro de 2008 a fevereiro de 2009) e período chuvoso (PS) (março a setembro de 2009).

ESPÉCIE	UTN A		UTN B		UTN C		CENTRO CIRÚRGICO		PONTO EXTERNO		TOTAL
	P.S.	P.C.	P.S.	P.C.	P.S.	P.C.	P.S.	P.C.	P.S.	P.C.	
<i>Alternaria alternata</i> ^P		1(100%)									1
<i>Aureobasidium pullulans</i> ^P	1(14,28%)		2(28,57%)			1(14,28%)	2(28,57%)	1(14,28%)			7
<i>Aureobasidium</i> sp.					1(50%)				1(50%)		2
<i>Bipolares australiensis</i> ^P			1(8,33%)		1(8,33%)				10(83,33%)		12
<i>B. hawaiiensis</i> ^P	1(20%)	1(20%)		1(20%)	2(40%)						5
<i>B. spicifera</i> ^P			1(100%)								1
<i>Candida krusei</i> ^P				1(33,33%)				1(33,33%)		1(33,33%)	3
<i>C. parapsilosis</i> ^P				1(25%)		1(25%)		1(25%)		1(25%)	4
<i>C. tropicalis</i> ^P		1(25%)				1(25%)		1(25%)		1(25%)	4
<i>Cladosporium cladosporioides</i> ^P	22(12,22%)	33(18,33%)	26(14,44%)	22(12,22%)	23(12,77%)	8(4,44%)	6(3,33%)	24(13,33%)	1(0,55%)	15(8,33%)	180
<i>C. herbarum</i> ^{P; A}	35(33,01%)	3(2,83%)	4(3,77%)	18(16,98%)	26(24,52%)	3(9,83%)	5(4,71%)	8(7,54%)		4(3,77%)	106
<i>C. oxysporium</i> ^P	3(75%)	1(25%)									4
<i>C. sphaerospermum</i> ^P		11(91,66%)						1(8,33%)			12
<i>Chrysosporium keratinophilum</i> ^P	1(100%)										1
<i>Chrysosporium</i> sp.		1(33,33%)						1(33,33%)		1(33,33%)	3
<i>Cladophialofora bantiana</i> ^P						1(100%)					1
<i>Cladophialofora</i> sp.	1(100%)										1
<i>Conidiobolus</i> sp.							2(100%)				2
<i>Curvularia brachyspora</i> ^P										7(100%)	7
<i>C. clavata</i> ^P			1(16,66%)	1(16,66%)						4(66,66%)	6

P: Patogênico; T: Toxicogênico; A: Alergizante; NP: Não Patogênico (D Hoog et al. 2000).

Continuação da tabela 4: Distribuição de UFC das espécies identificadas nos ambientes A, B e C da UTN, centro cirúrgico e ponto externo nas 22 coletas realizadas no período seco (PS) (novembro de 2008 a fevereiro de 2009) e período chuvoso (PC) (março a setembro de 2009).

ESPÉCIE	UTN A		UTN B		UTN C		CENTRO CIRÚRGICO		PONTO EXTERNO		TOTAL
	P.S.	P.C.	P.S.	P.C.	P.S.	P.C.	P.S.	P.C.	P.S.	P.C.	
<i>Fusarium aqueeductum</i> ^P	1(100%)										1
<i>F. solani</i> ^P				4(44,44%)	5(55,55%)						9
<i>Fusarium</i> sp.	2(14,28%)		1(7,14%)	4(28,57%)			6(42,85%)		1(7,14%)		14
<i>Geotrichum candidum</i> ^{P; T}		1(50%)					1(50%)				2
<i>Geotrichum</i> sp.	1(100%)										1
<i>Mycellia Sterilia</i> ^{NP}	6(4,22%)	26(18,30%)	3(2,11%)	20(14,08%)	3(2,11%)	20(14,08%)	8(5,63%)	31(21,83%)	1(0,70%)	24(16,90%)	142
<i>Monilia sitophila</i> ^{NP}	4(9,09%)	1(2,27%)	3(6,81%)	7(15,90%)	5(11,36%)	5(11,36%)	3(6,81%)	4(9,09%)	9(20,45%)	3(6,81%)	44
<i>Nigrospora sphaerica</i> ^P	1(20%)				2(40%)		1(20%)			1(20%)	5
<i>Paecilomyces javanicus</i> ^P	8(100%)										8
<i>Paecilomyces</i> sp.	4(25%)				5(31,25%)		2(12,50%)	5(31,25%)			16
<i>P. variotii</i> ^{P; A}		1(100%)									1
<i>Penicillium aurantiogriseum</i> ^{NP}	2(2,32%)	27(31,39%)	10(11,62%)	6(6,97%)	4(4,65%)	16(18,60%)	7(8,13%)	3(3,48%)		11(12,79%)	86
<i>P. brevicompactum</i> ^P				1(100%)							1
<i>P. citrinum</i> ^P	5(20%)		6(24%)	1(4%)		2(8%)	3(12%)	7(28%)		1(4%)	25
<i>P. commune</i> ^P				1(20%)				4(80%)			5
<i>P. chrysogenum</i> ^P		4(44,44%)				2(22,22%)			1(11,11%)	2(22,22%)	9
<i>P. decumbens</i> ^P	3(13,04%)	4(17,39%)		7(30,43%)		2(8,69%)	2(8,69%)	1(4,34%)		4(17,39%)	23
<i>P. expansum</i> ^P		2(13,33%)	2(13,33%)	1(6,66%)		3(20%)		3(20%)		4(26,66%)	15
<i>P. griseofulvum</i> ^{NP}								1(100%)			1

P: Patogênico; T: Toxicogênico; A: Alergizante; NP: Não Patogênico (D Hoog et al. 2000).

Continuação da tabela 4: Distribuição de UFC das espécies identificadas nos ambientes A, B e C da UTN, centro cirúrgico e ponto externo nas 22 coletas realizadas no período seco (PS) (novembro de 2008 a fevereiro de 2009) e período chuvoso (PS) (março a setembro de 2009).

ESPÉCIE	UTN A		UTN B		UTN C		CENTRO CIRÚRGICO		PONTO EXTERNO		TOTAL
	P.S.	P.C.	P.S.	P.C.	P.S.	P.C.	P.S.	P.C.	P.S.	P.C.	
<i>P. marneffe</i> ^P							1(100%)				1
<i>P. piceum</i> ^P	1(1,26%)	7(8,86%)		13(16,45%)		6(7,59%)	1(1,26%)	34(43,03%)		17(21,51%)	71
<i>P. purpurogenum</i> ^{P; A}							5(100%)				5
<i>P. rugulosum</i> ^P	1(33,33%)	1(33,33%)	1(33,33%)								3
<i>P. spinulosum</i> ^P				2(100%)							2
<i>Penicillium</i> sp.	1(2,63%)	5(13,15%)	3(7,89%)	2(5,26%)	11(28,94%)		4(10,52%)	8(21,05%)	1(2,63%)	3(7,89%)	38
<i>Rhinocladiella</i> sp. ^P										1(100%)	1
<i>Scopulariopsis brevicaulis</i> ^P		1(14,28%)		3(42,85%)	2(28,57%)					1(14,28%)	7
<i>S. brumptii</i> ^P										1(100%)	1
<i>S. fusca</i> ^P		1(16,66%)		1(16,66%)		4(66,66%)					6
<i>S. koningii</i> ^P		6(50%)		2(16,66%)	1(8,33%)					3(25%)	12
<i>Scopulariopsis</i> sp.											
<i>Verticillium verticilioides</i> ^P	1(50%)								1(50%)		2
<i>Verticillium</i> sp.							1(100%)				1
Total de Identificados	110	147	70	170	110	95	63	151	15	153	1.085
Total de não identificados	111	211	166	374	204	415	113	335	465	361	2.754
TOTAL	221	358	236	544	314	510	176	486	480	514	3.839

P: Patogênico; T: Toxicogênico; A: Alergizante; NP: Não Patogênico (D Hoog et al. 2000).

Na **Figura 16** observa-se a frequência das principais espécies de fungos isolados por local de amostragem e por período de coleta. A espécie *Cladosporium cladosporioides* esteve presente com 78 (43,30%) UFC no período seco e 102 (56,70%) UFC no período chuvoso. Destas, 22 (28,20%) UFC e 33 (32,35%) UFC foram isoladas do ambiente A da UTN, 26 (33,33%) UFC e 22 (21,57%) UFC do ambiente B, 23 (29,48%) UFC e oito (7,85%) UFC do ambiente C, seis (7,70%) UFC e 24 (23,53%) UFC do centro cirúrgico e uma (1,29%) UFC e 15 (14,70%) UFC do ponto externo, respectivamente.

Mycelia Sterilia com 21 (14,79%) UFC no período seco e 121 (85,21%) UFC no período chuvoso. Destas, seis (28,57%) UFC e 26 (21,49%) UFC foram obtidas do ambiente A da UTN, três (14,28%) UFC e 20 (16,53%) UFC do ambiente B, três (14,28%) UFC e 20 (16,53%) UFC do ambiente C, oito (38,10%) UFC e 31 (25,61%) UFC do centro cirúrgico e uma (4,77%) UFC e 24 (19,84%) UFC do ponto externo, respectivamente.

Cladosporium herbarum com 70 (66,03%) UFC no período seco e 36 (33,97%) UFC no período chuvoso. Destas, 35 (50%) UFC e três (8,33%) UFC foram isoladas do ambiente A da UTN, quatro (5,72%) UFC e 18(50%) UFC do ambiente B, 26(37,14%) e três (8,33%) do ambiente C, cinco (7,14%) UFC e oito (22,22%) UFC do centro cirúrgico e zero (0%) UFC e quatro (11,12%) UFC do ponto externo, respectivamente.

Penicillium aurantiogriseum com 23 (26,74%) UFC no período seco e 63(73,25%) UFC no período chuvoso. Destas, duas (8,70%) UFC e 27 (42,85%) UFC foram obtidas do ambiente A da UTN, 10 (43,47%) UFC e seis (9,52%) UFC foram obtidas do ambiente B, quatro (17,40%) UFC e 16 (25,40%) UFC foram obtidas do ambiente C, sete (30,43%) UFC e três (4,76%) UFC foram obtidas do centro cirúrgico e zero (0%) UFC e 11 (17,47%) UFC do ponto externo, respectivamente.

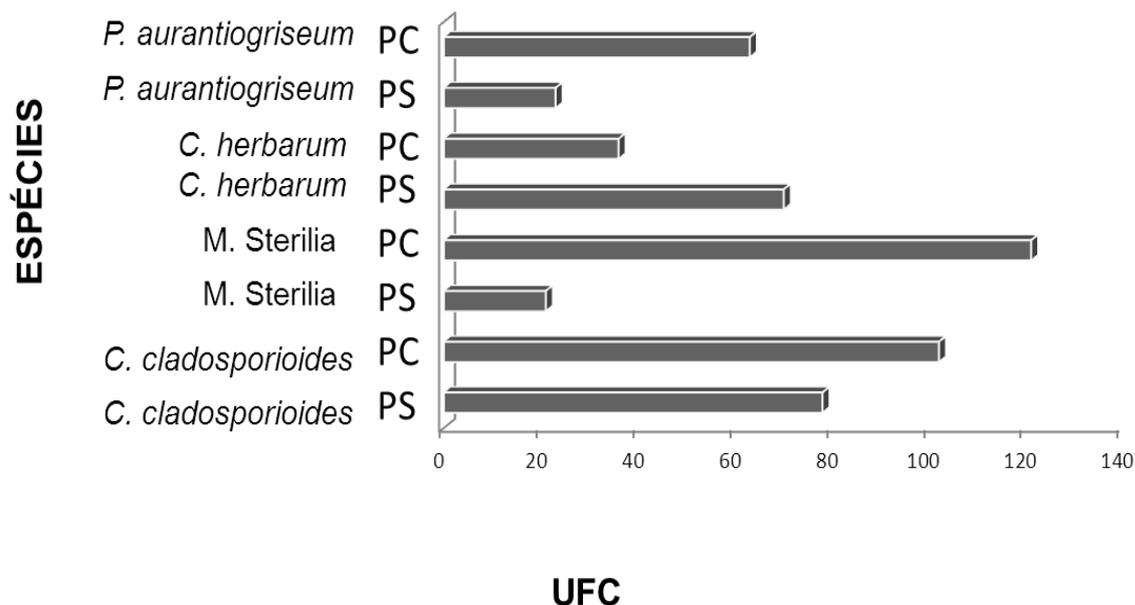


FIGURA 16- Espécies mais frequentes isoladas dos ambientes A, B e C da UTN, centro cirúrgico e ponto externo do Hospital Universitário Prof. Dr. Alberto Antunes- HUPAA/UFAL, Maceió, AL nos períodos seco (PS) e chuvoso (PC).

5.1.7 - Identificação das Espécies de Leveduras do Gênero *Candida* por PCR

Do total de 85 leveduras obtidas, 19 (22,35%) foram isoladas do ambiente A da UTN, 12 (14,12%) do ambiente B, 22 (25,88%) do ambiente C, 19 (22,35%) do centro cirúrgico e 13 (15,30%) do ponto externo. Destas, 71 (83,52%) foram contaminadas com esporos de fungos filamentosos e três (3,53%) não foram amplificadas com nenhum dos iniciadores espécie-específicos e não foram identificadas. Das 11 leveduras identificadas, três (3,53%) foram de *Candida krusei* provenientes do ambiente B da UTN, centro cirúrgico e ponto externo respectivamente. Das quatro leveduras (4,70%) identificadas como *Candida parapsilosis* uma (1,18%) foi obtida do ambiente B da UTN, uma (1,18%) foi obtida do ambiente C e uma (1,18%) foi obtida do centro cirúrgico. As quatro (4,70%) leveduras identificadas como *Candida tropicalis*, uma (1,18%) foi proveniente do ambiente A da UTN, uma (1,18%) do ambiente C, uma (1,18%) do centro cirúrgico e uma (1,18%) do ponto externo à edificação (**Tabela 5**).

TABELA 5 - Frequência das espécies de leveduras do gênero *Candida* isoladas nos ambientes A, B e C da UTN, centro cirúrgico e ponto externo do Hospital Universitário Prof. Dr. Alberto Antunes HUPAA/UFAL Maceió-AL.

ESPÉCIES	UTN A	UTN B	UTN C	C. CIRÚRGICO	P. EXTERNO	TOTAL
<i>C. krusei</i>	-	1(1,18%)	-	1(1,18%)	1(1,18%)	3(3,53%)
<i>C. parapsilosis</i>	-	1(1,18%)	1 (1,18%)	1(1,18%)	1(1,18%)	4(4,70%)
<i>C. tropicalis</i>	1(1,18%)	-	1(1,18%)	1(1,18%)	1(1,18%)	4(4,70%)
Leveduras não identificadas	18(21,17%)	10(11,76%)	20(23,52%)	16(18,84%)	10(11,76%)	74(87,07%)
Total	19(22,35%)	12(14,12%)	22(25,88%)	19(22,35%)	13(15,30%)	85(100%)

Os resultados da amplificação com os iniciadores espécie-específicos para *Candida tropicalis*, *C. parapsilosis* e *C. krusei*, estão apresentados na **Figura 17**. Foi possível observar que houve amplificação das amostras com os iniciadores específicos para as espécies de *Candida tropicalis*, *C. krusei*, *C. parapsilosis* e dos respectivos controles positivos provenientes da Coleção de Culturas da Micoteca URM do Departamento de Micologia da Universidade Federal de Pernambuco-Brasil.

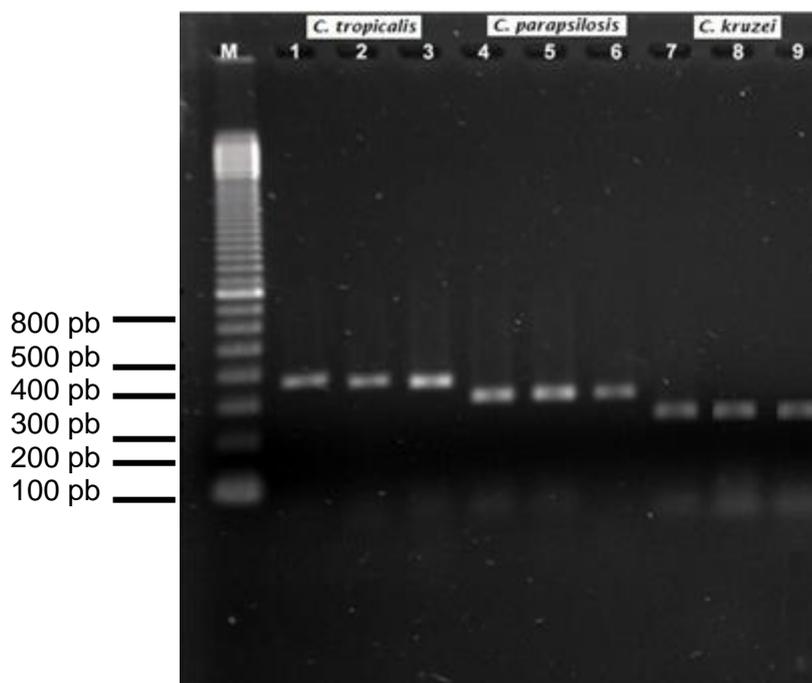


FIGURA 17 - Gel após eletroforese com os iniciadores espécie-específicos ilustrando os produtos da amplificação. Pistas de M a 9; M – Marcador de peso molecular de 100 pares de base (pb); Pista 1- *C. tropicalis* URM5694 (357 pb); 2 – AM17; 3 – AM18; 4 - *C. parapsilosis* URM5583 (300 pb); 5 – AM1; 6 – AM5 ; 7 - *C. krusei* URM1059 (258 pb); 8 – AM2 ; 9 – AM6.

5.2 - Parâmetros Físicos e Químicos

5.2.1- Concentração de Aerodispersóides

Ao quantificar o nível de partículas livres inaláveis (**Figura 18**), verificou-se que os valores médios encontrados (média \pm desvio padrão) nos períodos seco e chuvoso no ambiente A da UTN foram, $146,97 \pm 220,11$ e $183,25 \pm 244,73$, nos períodos seco e chuvoso no ambiente B foram, $34,40 \pm 39,30$ e $116,33 \pm 147,36$, nos períodos seco e chuvoso no ambiente C foram, $115,37 \pm 246,68$ e $112,78 \pm 11,36$ e nos períodos seco e chuvoso no centro cirúrgico foram, $34,20 \pm 39,49$ e $49,83 \pm 37,73$. As médias observadas nos ambientes B da UTN no período chuvoso e no ambiente C no período seco foram estatisticamente significativas (* $p \leq 0,05$) quando comparada a distribuição de bioaerossóis nos ambientes entre si em relação aos períodos avaliados. Os demais ambientes que apresentaram valores superiores ao estabelecido pela

ANVISA em ambos os períodos analisados, porém não foram estatisticamente significativos.

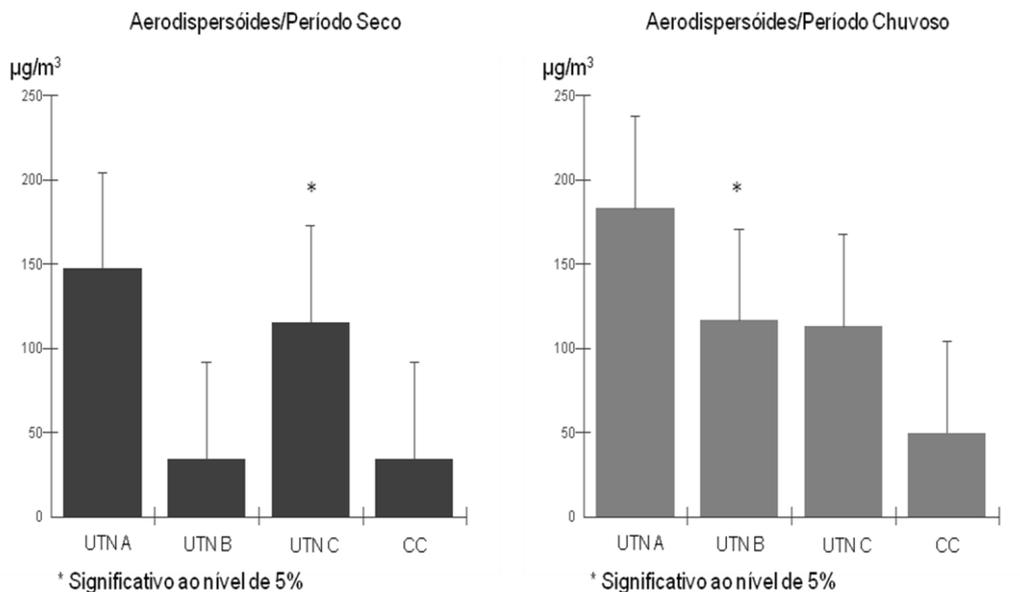


FIGURA 18 - Concentrações de aerodispersóides (média \pm desvio padrão) nos ambientes A, B e C da UTN e do centro cirúrgico do Hospital Universitário Prof. Dr. Alberto Antunes – HUPAA/UFAL, Maceió-AL nos períodos seco e chuvoso.

5.2.2 - Velocidade do Ar

Ao medir a velocidade do ar, verificou-se que os valores médios obtidos no ambiente A da UTN nos períodos seco e chuvoso foram, $0,117 \pm 0,039$ e $0,219 \pm 0,252$ no ambiente B nos períodos seco e chuvoso foram $0,197 \pm 0,153$ e $0,127 \pm 0,092$, no ambiente C nos períodos seco e chuvoso foram $0,088 \pm 0,027$ e $0,080 \pm 0,044$ e no centro cirúrgico nos períodos seco e chuvoso foram $0,306 \pm 0,274$ e $0,200 \pm 0,14$, respectivamente (**Figura 19**). As médias observadas, não apresentaram diferenças estatisticamente significativas quando comparadas a ambos os períodos avaliados.

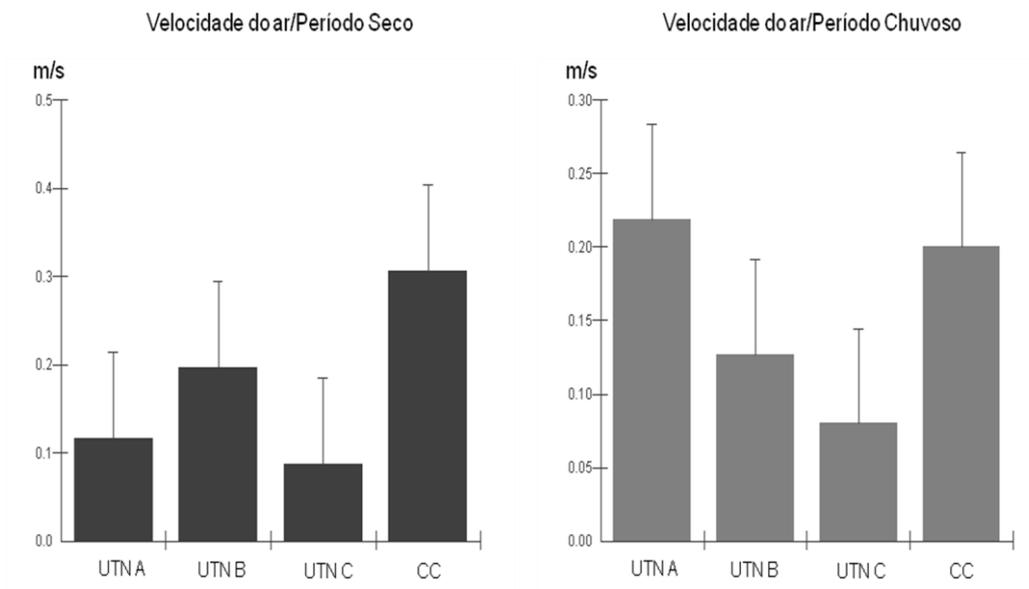


FIGURA 19 - Velocidade do ar (média \pm desvio padrão) nos ambientes A, B e C da UTN e do centro cirúrgico do Hospital Universitário Prof. Dr. Alberto Antunes – HUPAA/UFAL, Maceió-AL nos períodos seco e chuvoso.

5.2.3 - Umidade Relativa do Ar

Em relação a umidade relativa do ar, os valores médios encontrados (**Figura 20**) nos períodos seco e chuvoso para o ambiente A da UTN foram $50,97 \pm 5,77$ e $55,03 \pm 6,09$, nos períodos seco e chuvoso para o ambiente B foram, $53,10 \pm 5,737$ e $60,95 \pm 7,320$, nos períodos seco e chuvoso para o ambiente C foram $53,20 \pm 5,791$ e $58,41 \pm 6,08$ e nos períodos seco e chuvoso para o centro cirúrgico foram $58,78 \pm 6,21$ e $56,10 \pm 7,97$, respectivamente. A análise estatística evidenciou que apenas o ambiente B da UTN apresentou a média estatisticamente significativa para o parâmetro umidade relativa do ar no período chuvoso quando comparado ao período seco (* $p \leq 0,05$).

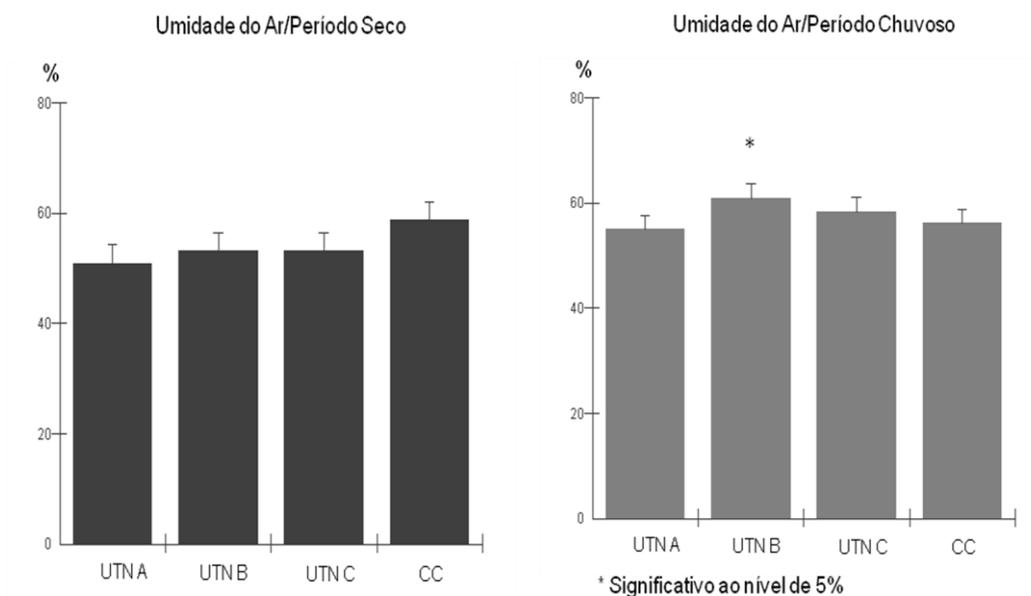


FIGURA 20- Umidade relativa do ar (média \pm desvio padrão) nos ambientes A, B e C da UTN e do centro cirúrgico do Hospital Universitário Prof. Dr. Alberto Antunes – HUPAA/UFAL, Maceió-AL nos períodos seco e chuvoso.

5.2.4 - Temperatura do ar

Para o parâmetro de temperatura do ar (**Figura 21**), os valores médios encontrados nos períodos seco e chuvoso, respectivamente no ambiente A da UTN foram $26,87 \pm 0,807$ e $25,78 \pm 1,153$, para os períodos seco e chuvoso no ambiente B foram $26,23 \pm 1,002$ e $26,60 \pm 0,844$, para os períodos seco e chuvoso no ambiente C foram, $27,40 \pm 0,736$ e $26,41 \pm 1,815$ e nos períodos seco e chuvoso no centro cirúrgico foram $24,54 \pm 3,260$ e $23,10 \pm 1,491$, respectivamente. Ao analisar estes dados pode-se verificar que as médias dos ambientes B e C da UTN e do centro cirúrgico para este parâmetro estudado não apresentaram diferenças estatisticamente significativas exceto o ambiente A da UTN que apresentou diferença estatisticamente significativa no período seco quando comparado ao período chuvoso (* $p \leq 0,05$).

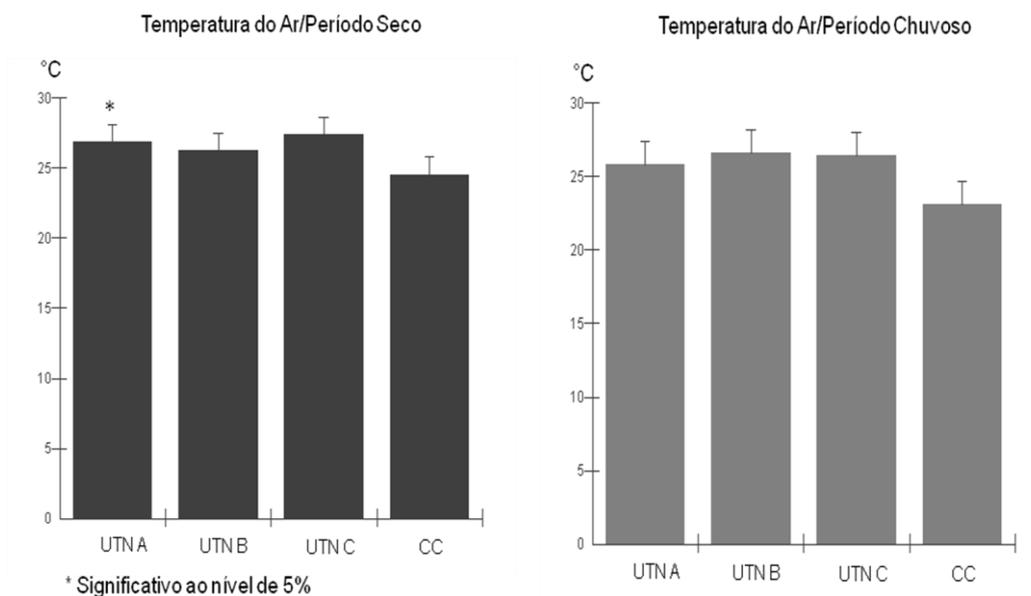


FIGURA 21 - Temperatura do ar (média \pm desvio padrão) nos ambientes A, B e C da UTN e do centro cirúrgico do Hospital Universitário Prof. Dr. Alberto Antunes – HUPAA/UFAL, Maceió-AL nos períodos seco e chuvoso.

5.2.5 - Concentração de CO₂

Ao avaliar a concentração de CO₂, (**Figura 22**) os valores médios encontrados para os períodos seco e chuvoso, respectivamente no ambiente A da UTN foram, $373,90 \pm 482,14$ e $482,91 \pm 431,80$, para os períodos seco e chuvoso no ambiente B foram, $384,70 \pm 495,43$ e $413,41 \pm 435,04$, para os períodos seco e chuvoso no ambiente C foram, $104,50 \pm 327,30$ e $467,83 \pm 427,45$ e para os períodos seco e chuvoso no centro cirúrgico foram, $604,50 \pm 100,36$ e $542,41 \pm 96,19$. A média observada no ambiente C da UTN apresentou diferença estatisticamente significativa no período chuvoso para o parâmetro CO₂ em comparação com o período seco (* $p \leq 0,05$).

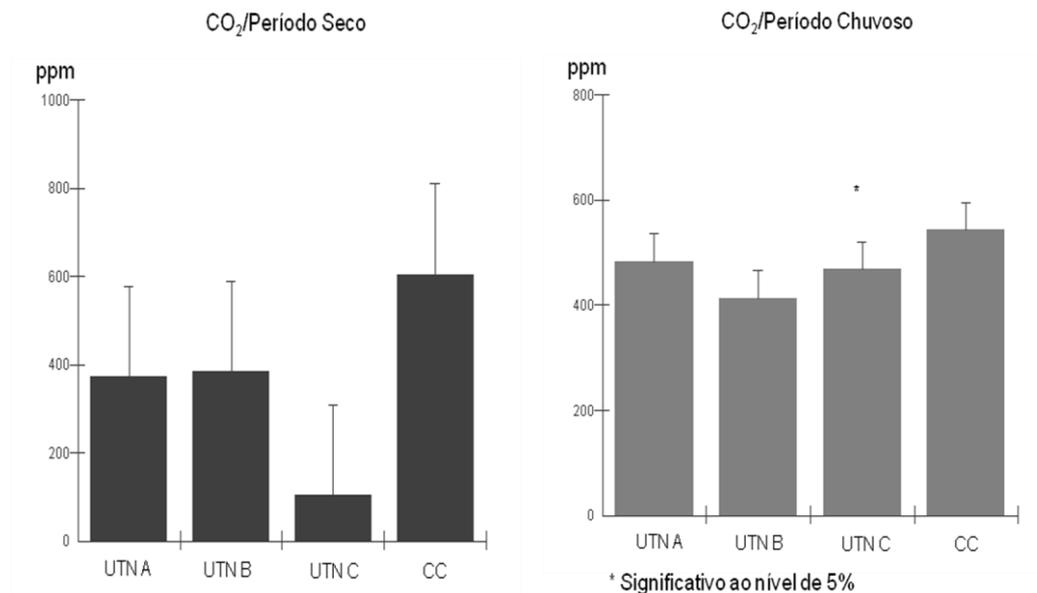


FIGURA 22 - Concentração de CO₂(média ± desvio padrão) nos ambientes A, B e C da UTN e do centro cirúrgico do Hospital Universitário Prof. Dr. Alberto Antunes – HUPAA/UFAL, Maceió-AL nos períodos seco e chuvoso.

5.3 - Análises das Médias dos Parâmetros Avaliados entre os Ambientes

Com relação à diferença entre as médias dos parâmetros aerodispersóides, bioaerossóis, umidade relativa do ar e dióxido de carbono (CO₂) observada nos ambientes A, B e C da UTN e centro cirúrgico, foi possível verificar que os valores encontrados não foram estatisticamente significativos, apresentando $p \geq 0,05$. Porém, ao avaliar o parâmetro velocidade do ar (**Figura 23**), verificou-se que quando comparados os ambientes A com o C da UTN, ambiente B com o centro cirúrgico e o ambiente C com o centro cirúrgico as médias foram consideradas estatisticamente significativas (* $p \leq 0,05$), nos ambientes A da UTN com 0,17m/s e no centro cirúrgico com 0,24m/s.

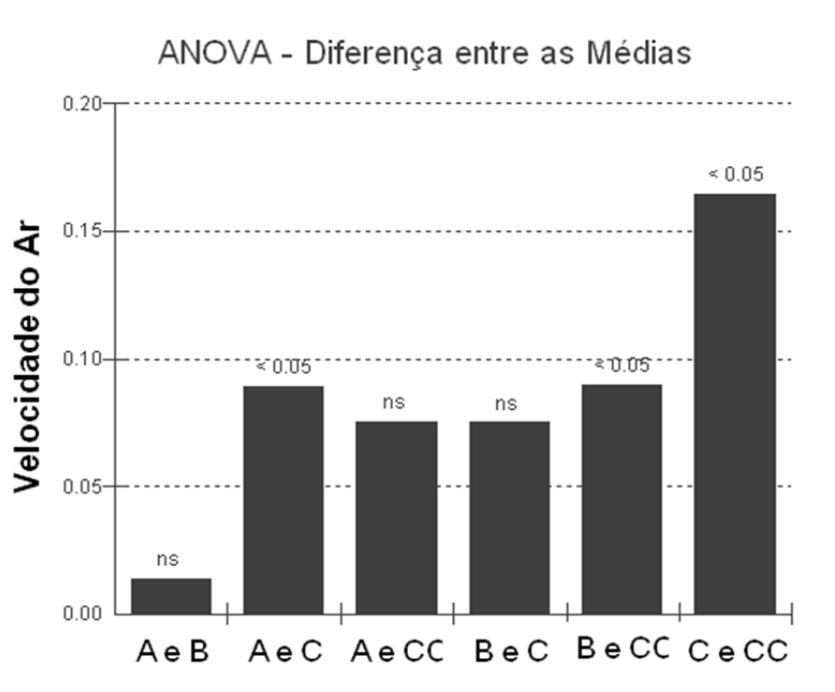


FIGURA 23- Diferença entre as médias de velocidade do ar nos ambientes A, B e C da UTN e no centro cirúrgico do Hospital Universitário Prof. Dr. Alberto Antunes – HUPAA/UFAL, Maceió-AL

Para a avaliação do parâmetro temperatura do ar (**Figura 24**), verificou-se que não houve diferença estatisticamente significativa quando comparadas as médias entre os ambientes A e B da UTN, ambientes A e C da UTN e ambientes B e C da UTN. Entretanto, quando se comparou isoladamente os ambientes da UTN com o centro cirúrgico, as médias foram consideradas estatisticamente significativas com $p \leq 0,05$, nos ambientes A com 26,27 °C, ambiente B com 26,43 °C e ambiente C da UTN com 26,86 °C.

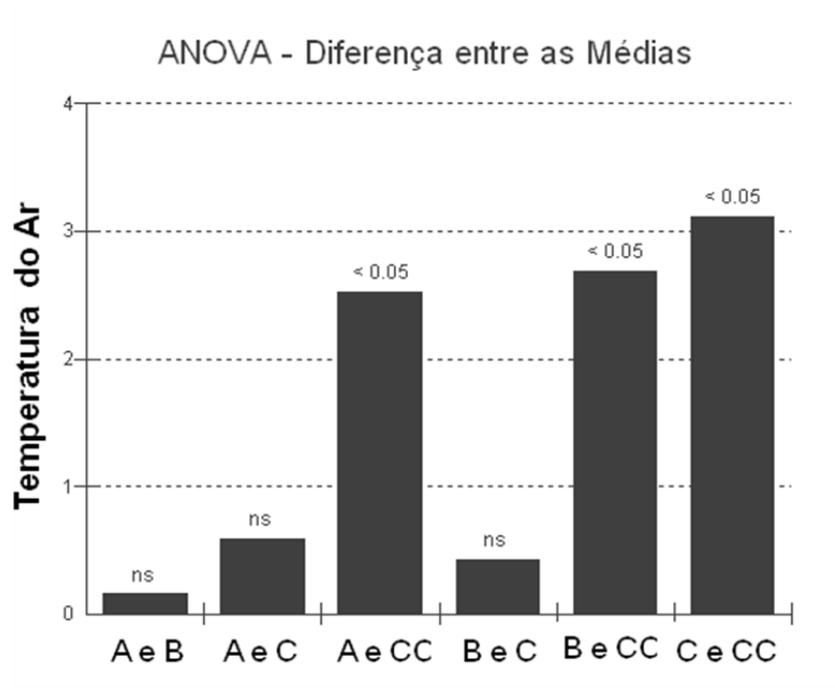


FIGURA 24 - Diferença entre as médias de temperatura do ar nos ambientes A, B e C da UTN e no centro cirúrgico do Hospital Universitário Prof. Dr. Alberto Antunes – HUPAA/UFAL, Maceió-AL

5.4 - Avaliação dos Parâmetros Conformes e Não Conformes, segundo a Consulta Pública nº 109 de dezembro de 2003

Os resultados obtidos para os parâmetros bioaerossóis, aerodispersóides, umidade relativa, velocidade do ar, temperatura e CO₂ segundo a Consulta Pública de 2003 (ANVISA) estão representados na **Tabela 6**.

Para a avaliação do parâmetro bioaerossóis totais nos ambientes A, B e C da UTN e centro cirúrgico, verificou-se que 2/22 coletas (9,09%), 4/22 coletas (18,18%), 3/22 coletas (13,64%), 4/22 coletas (18,18%), respectivamente, estavam fora de conformidade.

Ao avaliar a relação I/E, pode-se verificar que das 22 coletas realizadas, 16 (72,73%) estavam em conformidade nos ambientes A, B e C da UTN e das 22 realizadas no centro cirúrgico 19 (86,37%) estavam em conformidade.

Para o parâmetro aerodispersóides, pode-se observar que nos ambientes A e C da UTN das 22 coletas realizadas apenas oito (36,36%)

estavam em conformidade e 14 (63,64%) estavam fora de conformidade. No ambiente B da UTN 11 (50%) estavam fora de conformidade.

A avaliação da umidade relativa do ar revelou que das 22 coletas realizadas no ambiente A, 19 (86,36%) estavam dentro dos valores, de 40% a 60%, permitidos pela legislação em vigor e três (13,64%) estavam fora desse padrão. No ambiente B 13 (59,09%) coletas estavam em conformidade e nove (40,91%) estavam fora de conformidade. O ambiente C da UTN e o centro cirúrgico apresentaram respectivamente, 14 (63,64%) coletas que estavam em conformidade e oito (36,36%) que estavam fora de conformidade.

Com relação à velocidade do ar foi possível observar que apenas duas (9,09%) coletas realizadas nos ambientes A e B da UTN estavam fora de conformidade e 20 (90,91%) em conformidade. O ambiente C foi o único local da UTN em que este padrão foi obedecido durante as 22 (100%) coletas realizadas.

Para a avaliação da temperatura do ar verificou-se que os ambientes A, B e C da UTN apresentaram 21 (95,45%) coletas fora de conformidade e o centro cirúrgico apresentaram 15 (68,18%) coletas fora de conformidade.

A concentração de dióxido de carbono (CO_2), utilizado como indicador de renovação de ar revelou que, dos quatro ambientes avaliados, apenas o centro cirúrgico operou dentro do limite permitido em 100% das coletas realizadas. A UTN A foi o ambiente que apresentou o maior número de análises em conformidade 12 (54,55%). O ambiente C foi o que apresentou o maior número de coletas fora de conformidade 15 (68,18%), seguido do ambiente B com 12 (54,55%).

TABELA 6 - Parâmetros de bioaerossóis, relação interna e externa, aerodispersóides, umidade relativa, velocidade, temperatura do ar e CO₂ nos ambientes avaliados durante as 22 coletas realizadas no período de novembro de 2008 a setembro de 2009.

PARÂMETROS	CONSULTA PÚBLICA	UTN A		UTN B		UTN C		CENTRO CIRÚRGICO	
		Conf.	N. Conf.	Conf.	N. Conf.	Conf.	N. Conf.	Conf.	N. Conf.
		20	2	18	4	19	3	18	4
Bioaerossóis	200 UFC/m ³	(90,91%)	(9,09%)	(81,82%)	(18,18%)	(86,36%)	(13,64%)	(81,82%)	(18,18%)
		16	6	16	6	16	6	19	3
Relação I/E	1,5	(72,73%)	(27,27%)	(72,73%)	(27,27%)	(72,73%)	(27,27%)	(86,37%)	(13,63%)
		8	14	11	11	8	14	12	10
Aerodispersóides	80µg/m ³	(36,36%)	(63,64%)	(50,00%)	(50,00%)	(36,36%)	(63,64%)	(54,55%)	(45,45%)
		19	3	13	9	14	8	14	8
U. Relativa	40 a 60%	(86,36%)	(13,64%)	(59,09%)	(40,91%)	(63,64%)	(36,36%)	(63,64%)	(36,36%)
		20	2	20	2	22	0	16	6
Velocidade	0,25m/s	(90,91%)	(9,09%)	(90,91%)	(9,09%)	(100%)	(0,0)	(72,73%)	(27,27%)
		1	21	1	21	1	21	7	15
Temperatura	21 a 24°C	(4,55%)	(95,45%)	(4,55%)	(95,45%)	(4,55%)	(95,45%)	(31,82%)	(68,18%)
		12	10	10	12	7	15	22	0
CO₂	1.000ppm	(54,55%)	(45,45%)	(45,45%)	(54,55%)	(31,82%)	(68,18%)	(100%)	(0,0)

Conf.: em conformidade; **N. Conf.:** Fora de conformidade.

6.0 - DISCUSSÃO

6.1- Avaliação Microbiológica

6.1.1- Fungos e Bactérias Totais

A concentração de fungos e bactérias em ambientes climatizados tem se mostrado variável em função do tipo de amostragem, local e estação do ano, como tem demonstrado a literatura. Trabalho realizado por Souza (2009) em UTI neonatal no Hospital Universitário Prof. Dr. Alberto Antunes, Maceió, Alagoas, mostrou o isolamento de 1.029 UFC de fungos pela amostragem de sedimentação passiva, valores inferiores ao encontrado neste trabalho onde se utilizou amostragem ativa com o isolamento de 3.839 colônias de fungos, mais de três vezes superior ao primeiro método, sugerindo que a amostragem através do impactador é o método mais adequado para quantificação de bioaerossóis.

Com relação às bactérias, foi realizada apenas a quantificação para se obter informações da concentração desses microrganismos nos ambientes estudados, uma vez que a resolução não considera as bactérias presentes como marcador epidemiológico.

Entre os principais grupos de contaminantes em ambientes climatizados, os fungos estão entre as partículas microbianas provenientes do ar externo, sendo utilizado como principal marcador epidemiológico da contaminação desses ambientes (CORDEIRO et al. 2010). Essas partículas em suspensão no ar podem causar consequências aos seus ocupantes, destacando-se infecções, reações alérgicas e irritantes, resultando em desconforto, doença, perda de produtividade e absenteísmo, entre outras (WHO, 1998).

Segundo Kenny et al. (1999), a exposição a microrganismos aéreos ou outros bioaerossóis pode resultar em uma sensibilização respiratória (asma ou aoveolite) e em efeitos toxicológicos no pulmão, como a febre de inalação ou síndrome da poeira orgânica tóxica e isto pode contribuir para uma debilitação progressiva da saúde.

6.1.2 - Distribuição dos Fungos Filamentosos por Ambiente nos Períodos Seco e Chuvoso

No que diz respeito à distribuição sazonal com relação ao número de colônias (média \pm desvio padrão) dos fungos filamentosos encontrados, verificou-se uma maior frequência destes microrganismos no período chuvoso demonstrando a influência dos fatores abióticos como temperatura e umidade na distribuição dos fungos anemófilos.

Lobato et al. (2009), ao estudarem a prevalência e a sazonalidade dos fungos anemófilos em ambiente hospitalar no Rio Grande do Sul utilizando o mesmo tipo de equipamento, obtiveram uma maior ocorrência na primavera, resultados diferentes dos encontrados neste estudo, mas cabe ressaltar que em nossa região se considera apenas o período seco e chuvoso sem as quatro estações definidas como encontrado nas regiões sul e sudeste do país.

Para Gontijo-Filho et al. (2000) os estudos sobre a diversidade fúngica anemófila relacionada à sazonalidade em ambientes hospitalares, na maioria constituem-se de estudos de ambientes externos, mas servem como base para estudos de interiores devido à circulação de indivíduos e de usuários destes ambientes que servem como transportadores de esporos e propágulos fúngicos.

6.1.3 - Concentração média de Bioaerossóis Fúngicos e Bacterianos por Amostragem Ativa

No presente estudo foram isolados dos cinco ambientes analisados, 13.748 UFC/m³ de fungos e 9.128 UFC/m³ de bactérias a partir de 220 amostras realizadas através do coletor de impacto de um estágio.

Diniz et al. (2005), em seus estudos sobre monitoramento de fungos anemófilos e leveduras em unidade hospitalar de Araraquara no período de outubro de 2001 a agosto de 2002, utilizando o mesmo tipo de equipamento obteve 73.006 UFC/m³ dos ambientes das UTI adulto e neonatal e ponto externo a partir de 46, 46 e oito amostragens, respectivamente, valores estes 1,17 vezes superiores aos encontrados no presente trabalho. Por outro lado, os autores atribuem o grande número de colônias isoladas às reformas e

implantação de uma unidade dentro do hospital, coincidindo com o aumento na contagem total de fungos.

Estudos realizados por Nunes (2005), avaliando a qualidade microbiológica do ar de ambientes internos climatizados encontraram valores maiores para fungos (198 UFC/m³) do que para bactérias (98 UFC/m³), semelhantes aos encontrados neste estudo.

Com relação à concentração de bioaerossóis bacterianos Li e Hou (2003) ao avaliarem as características dos bioaerossóis em salas limpas de unidades de tratamento intensivo e cirúrgicas de um hospital demonstraram que, em média, a concentração de bactérias foi maior que a de fungos, ao contrário dos dados observados deste trabalho, onde a concentração de fungos foi maior que a de bactérias durante todo o período avaliado.

Alguns estudos demonstram a presença de aerossóis bacterianos gerados por respiradores como o realizado por Dias et al. (1997), que demonstraram a contaminação ambiental por estes microrganismos e projeção aérea do biofilme formado nas paredes dos tubos orotraqueais. Outros estudos relevantes foram realizados por Hart e Makin (1991), Nahapetian et al. (1991), Mc Donald et al. (1998), Bentham (2000) e Shelton et al. (2000), que ao avaliarem as coleções de água em nebulizadores e umidificadores de ambientes hospitalares, eram fontes de bactérias, que podiam ser dispersas pelo ar para o ambiente e podem contaminar o sistema de ar condicionado.

Entretanto, as informações com relação à bioaerossóis bacterianos ainda são escassas, o que dificulta a comparação com dados aqui apresentados. Talvez esta seja uma das razões para a RE nº 9 só considerar os fungos como marcador epidemiológico, apesar de já ser exigido o monitoramento de bactérias na Consulta Pública nº 109 de 2003 da ANVISA.

A presença de bioaerossóis em ambientes hospitalares com espécies bacterianas presentes no ar exterior ou geradas no próprio ambiente demonstra que, principalmente em áreas críticas, pode oferecer risco potencial para infecção (PEREIRA et al. 2005).

6.1.4 - Concentração de Bioaerossóis Totais

A avaliação de bioaerossóis totais em ambos os períodos avaliados evidenciou que em todos os ambientes estudados a concentração média de fungos e bactérias não ultrapassou o valor máximo recomendado pela resolução nº 9 da ANVISA, de 750 UFC/m³ de ar (ANVISA, 2003).

Os ambientes B da UTN e o centro cirúrgico foram os únicos ambientes que apresentaram significância estatística para bioaerossóis totais quando comparados ao período climático avaliado.

A avaliação do ar externo coletado evidenciou que mesmo apresentando a maior média para período seco, esta não apresentou significância, demonstrando, portanto, não haver relação da dispersão destes microrganismos neste ambiente com relação aos períodos avaliados neste estudo.

A presença de grandes concentrações de fungos em ambientes climatizados tem sido relatada ser proveniente de fontes dispersoras internas, visto que o condicionamento do ar tem a função de controlar, além de outras variáveis, partículas biológicas provenientes do ar exterior (GUO et al. 2004). Apesar disto, o controle só poderá ser atingido através de um programa de manutenção e controle adequado.

6.1.5 - Relação Interna/Externa

A relação I/E, isto é, o número de unidades formadoras de colônias no ambiente interno em relação ao número de unidades no ambiente externo esteve muito acima do valor recomendado pela resolução RE nº 9 da ANVISA que é $\leq 1,5$ em todos os ambientes analisados.

Dos ambientes internos avaliados o centro cirúrgico apresentou o maior número de coletas dentro do padrão da ANVISA, porém nesse mesmo ambiente foi verificada a maior relação I/E de 6,39 (4,26x) na coleta dezoito, que juntamente com a coleta seis foram as que apresentaram valores superiores ao recomendado pela resolução em todos os ambientes analisados.

O diagnóstico de fontes mostra-se necessário para uma intervenção eficiente. Estas informações comprovam que os ambientes climatizados têm os

condicionadores de ar como concentradores de microrganismos indicando a necessidade de monitoramento como recomenda a legislação pertinente. Não só os filtros como as unidades condensadoras precisam de manutenção cuja periodicidade deve ser determinada pela análise da qualidade do ar principalmente em ambientes hospitalares, cujos ocupantes são principalmente pessoas com saúde debilitada.

Kim e Kim (2007) avaliaram edifícios públicos em Seoul na Coreia do Sul e observaram que a relação I/E de todos os ambientes analisados estavam em conformidade, diferindo dos nossos resultados o que indica que na Coreia os cuidados com a qualidade do ar devem ser mais rigorosos.

6.1.6 - Microbiota Fúngica do Ar

A microbiota fúngica encontrada nos ambientes pesquisados no Hospital Universitário Prof. Dr. Alberto Antunes – HUPAA/UFAL mostrou-se bastante diversificada com 21 gêneros e 63 espécies, resultados que se aproximam bastante dos obtidos por Faria (1967), em cujo trabalho foram identificados 20 gêneros distintos, entretanto o autor não identificou as espécies.

Lugauskas e Krikstaponis (2004), em um estudo realizado em dois hospitais e três instituições médicas na Lituânia isolaram 155 espécies atribuídas a 41 gêneros através do método de sedimentação passiva, resultados superiores aos encontrados neste estudo.

Ao estudarem a dispersão fúngica em ambientes hospitalares, Catão et al. (1998) e Molina et al. (2002), puderam perceber que eventos de desinfecção, ventilação e o trânsito de pessoas são fatores determinantes para presença fúngica anemófila, verificando também que os gêneros *Cladosporium* e *Penicillium* seguido de *Mycelia Sterilia* foram os mais frequentes, dados estes que coincidem com o estudo aqui realizado, adicionando-se, a estes resultados os gêneros *Aspergillus*, *Monylia* e *Acremonium*. Souza (2009) também relata a influência destes eventos no aumento da microbiota fúngica anemófila.

Os fungos anemófilos isolados e identificados nesta pesquisa (*Pencillium* sp., *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Acremonium* sp., *Curvularia* sp.), são capazes, segundo Gaumann (1992), de provocar infecções oportunistas no hospedeiro em condições normais e principalmente em condições especiais,

tais como: pacientes imunodeprimidos, pacientes hospitalizados, crianças e idosos, visto que o poder patogênico e, por conseqüência, o desenvolvimento das doenças infecciosas provém do binômio virulência do microrganismos versus resistência do organismo infectado.

De acordo com De Hoog et al. (2000), podemos inferir que algumas espécies de fungos com potencial patogênico (P), toxicogênico (T), alergizante (A) foram isolados em todos os ambientes durante os períodos analisados.

Com relação às espécies identificadas *Cladosporium cladosporioides* foi a mais frequente e segundo Snowdon (1991), esta espécie é considerada um contaminante do ar e pode ser isolada do solo, frutas estocadas, grãos, gêneros alimentício e também tem sido relatada como patogênica ao homem. A temperatura ótima para seu crescimento varia de 18°C a 28°C, porém apresenta também bom crescimento entre as temperaturas máximas 28°C – 32°C e mínima de - 6°C.

Espécies do gênero *Aspergillus* bem como *P. chrysogenum*, *P. decumbens*, e *P. expansum*, encontradas neste estudo, foram relatados como agentes causadores de aspergilose e micoses oportunistas por Kennedy e Singler (1995). Outras espécies *Aspergillus* ocorreram em menor frequência como *A. niger*, *A. ochraceus*, *A. fumigatus*, que apesar de sua baixa concentração oferece riscos em função de sua patogenicidade. Este fato demonstra uma grave lacuna na RE nº 9 por não apresentar a concentração máxima permitida para esporos de fungos patógenos das vias respiráveis. A literatura mundial carece de estudos sobre ensaios biológicos de laboratório envolvendo a concentração mínima necessária para desencadear patologias.

Em ambientes hospitalares, no entanto, torna-se relevante lembrar que devido à própria natureza das atividades realizadas nestes locais, onde encontramos indivíduos com a saúde alterada, debilitados ou imunodeprimidos, a identificação das espécies de microrganismos mostrou-se tão importante quanto a determinação da quantidade destes no ar, como afirmam Mc Donald et al. (1998) e Schall (1991).

Não houve durante o período de estudo, associação entre a clínica dos pacientes da UTN e do centro cirúrgico com as possíveis doenças causadas pelos fungos descritos, em razão das dificuldades de acesso aos prontuários dos pacientes. Por outro lado, os atestados de óbitos não informam o agente

infecioso no caso de mortes resultantes de infecção hospitalar. No período de estudo ocorreram dois episódios, um de onicomicoses em funcionários do setor e um surto de contaminação por *Klebsiela pneumoniae* nos recém-nascidos a qual pode ter sido transmitida pelo funcionário portador ou mesmo pelo sistema de ar condicionado, uma vez que a referida espécie já foi detectada em filtros dos mesmos.

Durante o trabalho, observaram-se diversas falhas que certamente contribuíram para o aumento da microbiota fúngica nos ambientes avaliados. A reutilização de batas pelas mães dos neonatos, a falta de manutenção e limpeza adequada dos filtros de condicionadores de ar e ausência de uma rotina de limpeza e assepsia dos ambientes da UTN, bem como o controle de fluxo de pessoas que freqüentam estes ambientes e a lavagem das mãos de funcionários. A adoção de medidas de prevenção se faz necessária com o intuito de minimizar as fontes de contaminação principalmente para os imunodeprimidos e profissionais que ali convivem.

6.1.7- Identificação de Leveduras do Gênero *Candida* Através da Técnica de PCR

No presente estudo foram isoladas 85 UFC de leveduras em 110 amostras de ar obtidas por impactação utilizando o coletor tipo Anderson ®.

Através dos iniciadores espécie-específicos CKRU1 e CKRU2, CPA1 e CPA2 e CTR1 e CTR2, foi possível identificar as espécies de *Candida krusei*, *C. parapsilosis* e *C. tropicalis*. Os iniciadores amplificaram os controles da Micoteca URM de Recife e as amostras provenientes dos ambientes hospitalares, sendo portanto, considerados sensíveis e específicos.

Entre as espécies de *Candida não albicans*, *C. parapsilosis* e *C. tropicalis* foram as mais freqüentes, resultado similar aos encontrados por Xavier et al. (2008) e Cordeiro et al. (2010) em ambientes hospitalares.

Candida é o gênero mais importante de leveduras envolvida em infecções humanas e é a principal causa de fungemia, sendo destaque entre os fungos oportunistas (MORETTI, 2007). As leveduras foram isoladas com maior frequência no ambiente interno do que no externo, fato este justificado por

estes microrganismos fazerem parte da microbiota da pele dos seres humanos e serem carregados para o ambiente.

Segundo Colombo (2000), as leveduras do gênero *Candida* constituem o principal grupo de fungos envolvidos no acometimento de infecções hospitalares. *C. albicans* a espécie mais importante do gênero é frequentemente isolada de amostras clínicas, entretanto, essa espécie não foi isolada de nenhum ambiente, por se tratar de uma espécie endógena e só detectada no ambiente através dos fômites.

Mais recentemente, *C. parapsilosis* tem emergido como um importante patógeno nosocomial e pode ser proveniente de material clínico humano, bem como das amostras ambientais. Os fatores de risco associados à transmissão de *C. parapsilosis* são as mãos colonizadas dos profissionais de saúde que prestam atendimento ao paciente, nutrição parenteral e o uso prolongado de cateteres (CANTÓN et al. 2001; CARDENS et al. 2004; SAM MIGUEL et al. 2005). O isolamento desta espécie em amostras coletadas do ar através do impactador sugere que os profissionais de saúde e doentes infectados contribuem para sua disseminação para o ambiente. A ocorrência de *C. parapsilosis* é maior em crianças, principalmente em prematuros internados em unidade de terapia intensiva (WINGARD, 1995; COLOMBO, 2003)

Um estudo realizado por Medrano et al. (2006) revelou que *C. parapsilosis* foi o principal agente isolado, evidenciando a importância da mesma, em episódios de candidemia, em hospital de cuidados terciários no Nordeste do Brasil.

Candida tropicalis, apresenta uma alta prevalência em casos de candidemia no Brasil e no mundo. O mecanismo de transmissão é essencialmente endógeno e considera-se que cerca de 50 a 60% dos pacientes colonizados por esta espécie desenvolvam infecções sistêmicas (CANTÓN et al., 2001; COLOMBO et al. 2003; KONTOYANNIS et al. 2001; LACAZ et al. 2002).

Martins-Diniz et al. (2005) ao pesquisar as mãos, unhas e mucosa oral de 66 profissionais de saúde, que estavam diretamente em contato com os pacientes das UTI's e centro cirúrgico, observaram uma maior predominância de *Candida albicans* e *C. parapsilosis* em orofaringe e espaços interdigitais respectivamente o que tem preocupado as equipes de controle de infecção

hospitalar, pois podem ser fonte potencial de contaminação e disseminação de microrganismos.

As três espécies identificadas estiveram presentes tanto no ambiente externo como na UTN e centro cirúrgico. Recentemente, a utilização de técnicas de biologia molecular tem sido considerada uma poderosa ferramenta para investigação de surtos de infecção hospitalar, mas por ser uma metodologia ainda pouco conhecida na rotina de hospitais não foi instituída como ferramenta de diagnóstico. A identificação específica por PCR é mais segura e pode detectar espécies e linhagens muitas vezes resistentes a antifúngicos e que não são diagnosticadas por métodos convencionais, o que dificulta o tratamento pelo aparecimento de recidivas do quadro infeccioso.

6.2 - Parâmetros Físicos e Químicos

6.2.1 - Concentração de Aerodispersóides

A concentração média de material particulado nos ambientes climatizados hospitalar demonstrou que apenas a UTN B no período seco e o centro cirúrgico em ambos os períodos apresentaram valores abaixo de 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Os elevados valores observados neste estudo foram atribuídos à reforma pela qual estava passando o setor da Unidade de Cuidados Intensivos (UCI) durante um longo período deste trabalho. Estudos realizados por Bouza et al. (2002), demonstraram um significativo aumento de fungos propagados imediatamente após demolição de um prédio que fazia parte do complexo hospitalar onde trabalhavam.

Segundo Abt et al. (2000), o movimento e o número de pessoas são importantes fontes microbianas, pois o mínimo de atividade é capaz de ressuspender pequenas partículas desse material.

Alguns trabalhos comprovam que níveis elevados de determinado material particulado têm relação com o decréscimo da função pulmonar (BRICKUS, 1998; HARGREAVES et al. 2003). Sendo reconhecido que a inalação de uma concentração de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ desse material durante um período de 24 horas está associada ao aumento de 26% em sintomas respiratórios e

até 271% ao uso de medicação para asma quando comparada ao número de casos determinados para a concentração de até $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (BRICKUS, 1998).

Estudos realizados por Kibelstis et al. (1973), Irwig e Rocks (1978), demonstraram que a contínua exposição aos aerodispersóides nos ambientes de trabalho estão associadas aos sintomas de tosse com expectoração, sendo uma definitiva correlação entre a prevalência desses sintomas e o nível dessas exposições.

6.2.2 - Velocidade do Ar

Ao avaliar a velocidade média do ar nos ambientes estudados, foi possível observar que apenas o centro cirúrgico apresentou velocidade superior ao recomendado pela RE nº 9 da ANVISA, com a maior média observada no período seco. Os demais ambientes analisados operavam em conformidade com este parâmetro em ambos os períodos avaliados. Isto significa que este parâmetro de conforto está sendo respeitado nos ambientes A, B e C da UTN, garantindo a movimentação do ar no ambiente interno sem causar incômodo ou afetar a produtividade dos usuários destes ambientes.

Resultados semelhantes a estes foram relatados por Quadros (2008) ao analisar a velocidade do ar nos diferentes ambientes estudados, onde este parâmetro em nenhum momento excedeu o valor recomendado pela resolução RE nº 9 da ANVISA de $0,25\text{m/s}$.

Lira (2007), ao avaliar a qualidade do ar de dois hospitais da rede pública na cidade do Recife-PE, encontrou valores que estavam fora do recomendado pela resolução em três locais de coleta, demonstrando que este parâmetro de conforto não está sendo respeitado nestes ambientes.

6.2.3 - Umidade Relativa do Ar

Ao avaliar a umidade relativa do ar observou-se que todos os ambientes analisados operavam dentro da média da faixa recomendada de (40% a 60%), atendendo aos requisitos da ANVISA, mesmo no ambiente B da UTN que foi o único que apresentou significância estatística.

Segundo Steling et al. (1991), manter uma taxa de umidade do ar entre 40 a 60% afeta a multiplicação destes microrganismos, mantendo-os sob controle. Valores abaixo do recomendado pela Resolução nº 9 podem provocar irritação do trato respiratório e os valores acima do limite podem aumentar a possibilidade de crescimento microbiano (CARMO; PRADO, 1999).

6.2.4 - Temperatura do ar

De acordo com os limites estabelecidos para este parâmetro pela RE nº 9 da ANVISA, foi verificado que as temperaturas nos ambientes A, B e C da UTN apresentavam-se acima da faixa recomendada para as condições internas no verão que deverá variar de 22°C a 26°C e de 20°C a 22°C para inverno, exceto para o centro cirúrgico onde apenas a média verificada no período seco operava dentro da faixa recomendada.

Altas temperaturas aumentam a prevalência de sintomas da síndrome do edifício doente, deteriora a qualidade do ar, acrescenta a sensação de ar seco, além de afetar o desempenho e qualidade de trabalho dos usuários do ambiente (DAYSEY et al. 2003).

KWOC (2004) cita a temperatura e a umidade relativa, juntamente com a velocidade do ar, como fatores determinantes no conforto térmico dos usuários de uma edificação. Assim, considerando-se os resultados obtidos é possível afirmar que as condições de conforto dentro da UTN e do centro cirúrgico do Hospital Universitário Prof. Dr. Alberto Antunes não estão satisfatórias por estarem em sua maioria fora de conformidade para estes parâmetros.

6.2.5 - Concentração de CO₂

A análise de dióxido de carbono (CO₂), utilizado como indicador de renovação de ar externo, recomendado para conforto e bem-estar, não deve ultrapassar 1.000 ppm. Sendo assim, baseado nos dados apresentados, verificou-se que todos os valores obtidos foram satisfatórios, pois as médias

das amostragens nestes ambientes operavam dentro da faixa recomendada pela resolução RE nº 9 da ANVISA.

Entre os ambientes avaliados apenas no ambiente C da UTN observou-se diferença estatisticamente significativa, com a maior média verificada no período chuvoso, apesar de estarem em conformidade com a resolução.

Segundo Schwarzberg (1993) e Maroni et al. (1995) o dióxido de carbono age como asfixiante simples e também como irritante das vias respiratórias. Além disso, sua inalação pode provocar dores de cabeça, náuseas, vertigem e efeitos cardiovasculares.

6.3 - Análises das Médias entre os Ambientes

Ao avaliar o parâmetro velocidade do ar, verificou-se que a diferença entre as médias revelou que apenas o ambiente A da UTN e o centro cirúrgico apresentaram significância estatística. Lira (2007), ao avaliar o parâmetro de velocidade do ar de dois ambientes hospitalares encontrou valores que ultrapassaram 0,25m/s, estando, portanto, os ambientes referentes a sala de fumantes, o auditório e o isolamento da Unidade Hospitalar 1 fora do padrão recomendado pela Resolução nº 9.

Através da análise do parâmetro temperatura do ar, observou-se que a diferença entre as médias apresentou significância nos ambientes A, B e C da UTN, sendo o ambiente C o que apresentou a maior média. Estudos realizados por Quadros (2008) ao avaliar a qualidade do ar em ambientes internos hospitalares comparando os parâmetros físico-químicos e microbiológicos, constatou que o ambiente da UTN apresentava a maior média com relação aos outros ambientes avaliados, resultado semelhante ao encontrado neste estudo.

A avaliação dos parâmetros dióxido de carbono, aerodispersóides, umidade relativa do ar e concentração de bioaerossóis, demonstraram que a diferença entre as médias dos ambientes avaliados não foram estatisticamente significativas. Entretanto, quando se considera a RE nº 9 o que deve ser observado é se o ambiente está obedecendo ao valor máximo recomendado.

6.4 - Avaliação dos Parâmetros Conformes e não Conformes , segundo a Consulta Pública nº 109 de dezembro de 2003

A análise do parâmetro de bioaerossóis revelou que todos os ambientes do estudo apresentaram valores superiores aos estabelecidos na Consulta Pública nº 109 da ANVISA que permite até 200 UFC/m³ para ambientes internos hospitalares classificados como ambientes de risco 2 (ANVISA, 2003). Entretanto, em relação à resolução nº 9, é possível afirmar que um valor máximo de 750 UFC/m³ para ambientes internos demonstra ser uma exigência de grande tolerância, visto que, nenhum dos ambientes avaliados apresentaram valores superiores a 600 UFC/m³, podendo representar risco à saúde de pessoas com o sistema imune deficiente.

Segundo Mainelis e Yao, (2004) indivíduos expostos aos microrganismos do ar, tanto de ambiente exterior como de ambiente interiores, podem apresentar, além dos sintomas respiratórios, outras conseqüências adversas relacionadas à saúde, tais como: infecções, hipersensibilidade, pneumonias e reações tóxicas.

As concentrações de fungos filamentosos observadas no estudo com relação aos ambientes internos e externos (I/E) apresentaram valores superiores a 1,5 em todos os ambientes analisados, indicando assim que a concentração interna de fungos estava superior à externa pelo menos em três coletas realizadas. Quadros et al. (2008) verificaram que as relações interna e externa na UTI adulto, UTI neonatal e duas salas do centro cirúrgico encontravam-se muito abaixo do valor máximo recomendado pela legislação pertinente que é de 1,5, sendo portanto a concentração de fungos filamentosos no ar de interiores dos ambientes analisados, substancialmente inferior a concentração do ambiente externo.

A Consulta Pública nº 109, de 2003 recomenda que a concentração de aerodisperssóides totais no ar deve ser $\leq 80 \mu\text{g}/\text{m}^3$, como indicador do grau de pureza do ar e limpeza do ambiente climatizado, porém observou-se que os ambientes A e C da UTN apresentaram o maior número de coletas com valores superiores a $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sendo, portanto, considerados fora do padrão estabelecido pela legislação em vigor no Brasil.

A quantificação de aerodispersóides presentes no ar ambiental é um bom indicador da eficiência dos filtros e do acúmulo de sujidades no interior dos dutos dos sistemas de climatização artificiais (CORBI, 2006). Sua presença no ar, acima de determinadas concentrações, tem efeito danoso a saúde humana (RIBEIRO et al. 2001).

A umidade relativa do ar observada indicou que, o número de coletas fora de conformidade foram inferiores ao número de coletas dentro do limite estabelecido pela ANVISA como aceitável em todos os ambientes estudados sendo o ambiente A da UTN o que apresentou o maior número de coletas em conformidade com este parâmetro.

A avaliação da velocidade do ar como parâmetro de conforto indicou que os ambientes A e B da UTN apresentaram apenas duas coletas com valores superiores ao estabelecido pela Consulta Pública nº 109 que determina o valor de 0,25m/s para este parâmetro. O ambiente C da UTN foi o único ambiente que apresentou valores em conformidade em 100% das coletas realizadas.

A análise do parâmetro temperatura do ar permitiu verificar que os ambientes A, B e C da UTN apresentaram cada um deles apenas uma coleta dentro do padrão estabelecido de 21° C a 24° C e o centro cirúrgico apresentou sete coletas em conformidade com este parâmetro de conforto, demonstrando, portanto a ineficiência do sistema de climatização artificial nestes ambientes.

Apesar de não terem uma ligação direta com questões de saúde pública, os parâmetros de conforto (umidade relativa do ar, velocidade e temperatura) podem contribuir para o agravamento de situações de risco existentes em ambientes artificialmente climatizados (CORBI, 2006).

Para o parâmetro CO₂, mesmo não sendo exigida a sua avaliação pela Consulta Pública nº 109 de 2003 da ANVISA, a análise revelou que a concentração de dióxido de carbono, utilizado como indicador de renovação do ar, operou em conformidade no centro cirúrgico em todas as coletas. O ambiente C da UTN foi o que apresentou o maior número de coletas fora do padrão seguido dos ambientes B e A da UTN. A medida da concentração de CO₂ em um espaço tem sido defendida como alternativa para avaliar a taxa de ventilação e renovação do ar.

7.0 - CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho permitem concluir que:

- ✓ A concentração de microrganismos no ar em todos os ambientes estudados esteve de acordo com a legislação vigente em nosso país para ambientes internos climatizados, obedecendo ao limite máximo de 750 UFC/m³ de ar estabelecido para fungos. Porém, estes ambientes não estiveram de acordo com a consulta pública nº 109, a qual estabelece um limite de até 200 UFC/m³ de microrganismos no ar para ambientes hospitalares de risco 2;
- ✓ A velocidade do ar não atende aos requisitos da RE nº 9 apenas no centro cirúrgico nos dois períodos analisados;
- ✓ A temperatura do ar foi respeitada no centro cirúrgico no período seco, os demais ambientes operavam com temperaturas acima do permitido pela legislação;
- ✓ O parâmetro umidade relativa do ar, juntamente com a concentração de (CO₂) foram os únicos parâmetros que operavam em conformidade com a resolução da ANVISA em 100% dos ambientes estudados;
- ✓ A concentração de aerodispersóides não esteve em conformidade com a resolução nos ambientes A e C da UTN em ambos os períodos e no ambiente B da UTN apenas no período seco;
- ✓ A relação I/E esteve fora de conformidade em todos os ambientes avaliados, sendo o centro cirúrgico o ambiente que apresentou o menor número de relações fora de conformidade;
- ✓ O período chuvoso foi aquele em que se isolou o maior número de colônias e de espécies identificadas;
- ✓ Espécies consideradas pela literatura especializada como patogênicas, alergizantes e toxicogênicas foram isoladas de todos os ambientes avaliados

sendo, *Cladosporium cladosporioides* e *Cladosporium herbarum* as isoladas com maior frequência neste estudo;

✓ As espécies *Candida parapsilosis*, *C. tropicalis* e *C. krusei* foram identificadas através dos iniciadores espécie-específicos.

8.0 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste trabalho mostraram que a RE nº 9 não vem sendo cumprida, uma vez que a maioria dos parâmetros avaliados nos ambientes estudados apresentaram-se fora de conformidade. Tal evidência nos leva a crer que pode se tratar de negligência ou desconhecimento por parte dos gestores.

A falta de monitoramento pode levar a agravos de saúde e até mesmo a óbito sem que a causa tenha sido detectada ou relacionada à veiculação de microrganismos nestes ambientes climatizados. Os órgãos normatizadores e fiscalizadores também precisam fazer a sua parte a exemplo das vigilâncias estadual e municipal o que até o momento não vem sendo exigido o laudo de qualidade do ar dos estabelecimentos de serviço de saúde apesar de terem conhecimento da legislação em vigor. Esse descumprimento poderá levar a reclamações judiciais a partir do momento que pacientes e profissionais de saúde relacionarem doenças adquiridas através do sistema de climatização.

Além do laudo da qualidade do ar, o uso de equipamentos de proteção individual descartável, medidas simples de higiene pessoal, controle de circulação de pessoas nos setores críticos, utilização de produtos mais eficientes e menos diluídos nos ambientes e utensílios e uma rotina de limpeza das bandejas de água e filtros dos condicionadores de ar são procedimentos simples e capazes de evitar o acúmulo de propágulos fúngicos no interior dos ambientes. A adoção de tais medidas ajudam a melhorar a qualidade do ar e o controle de infecções hospitalares por microrganismos, o que contribui substancialmente para a redução dos custos hospitalares.

9.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMCZYK, M. L.; RICHMANN, R. Uso racional de antimicrobianos. In: BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Pediatria: Prevenção e controle de infecções hospitalar*. Brasília: Ed. ANVISA, 116p. 2006.

ABT, E.; SUH, H. H.; ALLEN, G.; KOUTRAKIS, P. Characterization of indoor particle sources: A study conducted in the metropolitan Boston area. **Environ. Health Perspect.**, v. 108, p. 35-44, 2000.

ADDINGTON, M.C. History and future of ventilation. In: SPENGLER, J.D. SAMET, J.M.MCCARTHY, J.F. **Indoor Air Quality Handbook**. New York: McGraw-Hill, 1448p. 2004.

AI-DAGAL, M. and FUNG, D. Y. Aeromicrobiology – a Review. **Crit. Rev. Food Sci. Nutr.**, v. 29, n. 5, p. 333-340. 1990.

AFONSO, M.S.M.; SOUZA, A.C.S.; TIPPLE, A.F.V.; MACHADO, E.A.; LUCAS E.A. Condicionamento de ar em salas de Operação e controle de infecção - uma revisão. **Revista Eletrônica de Enfermagem**. v.8, n.1, p. 134-146, 2006. Disponível em: <http://www.fen.ufg/revista/revista81revisao01.htm>. Acesso em 23 de abril de 2009.

ALEXOPOULOS, C.J. MIMS, C.W. BLACKWELL, M. **Introductory Mycology**. 4. ed. New York: John Wily e Sons. p. 869, 1996.

BENTHAM, R.H. Routine sampling and the control of *Legionella sp* in cooling water systems. **Journal Current Microbiology**, n.41, p.271-275, 2000.

BERQUÓ, L. S.; BARROS, A., J., D.; LIMA R. C. et al. Utilização de medicamentos para o rastreamento de infecções respiratórias na comunidade. **Revista de Saúde Pública**. v. 38, n. 3, p. 358-364. 2004.

BRASIL. Portaria nº. 3.523 de 28 de agosto de 1998. Regulamento Técnico contendo medidas básicas referentes aos procedimentos de verificação visual do estado de limpeza, remoção sujidades por métodos físicos e manutenção dos estados de integridade e eficiência de todos os componentes dos sistemas de climatização, para garantir a Qualidade do Ar de Interiores e prevenção de riscos a saúde de seus ocupantes de ambientes climatizados. **Diário Oficial da União**, Brasília, p. 40-42, 31 de agosto de 1998.

BRASIL. Resolução - RE nº. 176, de 24 de outubro de 2000. 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 União**, Brasília, p. 35-37, 20 de janeiro de 2003b.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RE nº. 09, de 16 de janeiro de 2003. Orientação Técnica revisada contende Padrões da Qualidade do Ar Interior em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo, **Diário Oficial da União**, Brasília, p. 35-37, 20 de janeiro de 2003c.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Consulta Pública nº. 109, de 11 de dezembro de 2003. Proposta de Resolução que Dispõe sobre Indicadores da Qualidade do Ar Ambiental Interior em Serviços de Saúde. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br>. Acesso em 18/11/2008.

BRICKUS, L. S., CARDOSO, J. N. AQUINO NETO, F. R. "Distributions of Indoor and Outdoor Air Pollutants in Rio de Janeiro, Brazil: Implications to Indoor Air Quality in Bayside Offices." **Environ Sci Technol** v.32, n.3, p.485-490, 1998.

BRICKUS, L. S. R.; NETO, F. R. A. A qualidade do ar de interiores e a química. **Química Nova**, v. 22, n. 1, p. 65-74, 1999.

BRIGHTMAN, H.S.; MOSS, N. Sick Building Syndrome- Studies and the compilation of normative and comparative values. In: SPENGLER, J.D. SAMET, J.M. MACCARTHY, J.F. **Indoor air quality handbook**. New York: MacGraw-Hill, p. 1448, 2004.

BOUZA , E.; PELÁEZ, T.; PÉREZ-MOLINA, J.; MARÍN, M.; ALCALÁ, L.; PADILHA, P. Demolition of a hospital building by controlled explosion: the impact on filamentous fungal load in internal and external air. **J. Hospital Infect.** v.52, p.234-42, 2002.

CARDENS, C. D.; CARRILLO-MUÑOZ, A. J.; ARIAS, A.; et al. Comparative evaluation of four commercial tests for presumptive identification of *Candida albicans*. **Journal Microbiol. Methods**, v. 59, n. 2, p. 293-297, 2004.

CANTÓN, E.; VIUDES, A.; PEMÁN, J. Infección sistémica nosocomial por levaduras. **Rev. Iberoamerica Micologia**, v. 18, n. 2, p. 51-55, 2001.

CARMO, A.T.; PRADO, R. T.A. **Qualidade do ar interno**. Texto técnico. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, p.15, 1999.

CASTELLANI, A. - Viability of some pathogenic fungi in distilled water. **J. trop. Med. Hyg.**,v. 42, p. 225-226, 1939.

CATÃO, R.M.R.; LIMA, E.O.; VIERIRA, K.U.M.; GOMES, L.F.V.A.; CEBALLOS, B.S.O. Distribuição da microbiota anemófila em ambiente hospitalar (Campina Grande, PB). **RBAC**. v. 30, p.25-30, 1998.

CAVALCANTE, N.F.J.; FACTORE, L.A.P.; FERNANDES, A.T.; BARROS, E.R. Unidade de terapia intensiva. In: FERNANDES, A.T.; editor. **Infecções hospitalares e suas interfaces na área da saúde**. São Paulo: Atheneu; v.1, p.749-51, 2000.

CHAO, H.J.; SCWARTZ, J.; MILTON, D.K.; BURGE, H.A. Populations and determinants of airborne fungi in large Office buildings. **Environ Health Perspect.** v.07, n.11, p. 77-82, 2002.

COLOMBO, A.L. Epidemiology and treatment of hematogenous candidiasis a Brazilian perspective. **Braz. Journal Infect. Diseases.** v.4, p. 113-138, 2000.

COLOMBO, A. L.; Epidemiology and treatment of hematogenous candidiasis: a Brazilian perspective. **Braz. Journal infect. Diseases.** v. 4, p. 113-138, 2003.

COHEN, M. L.H. **Oxydation de faibles concentrations de vapeurs organiques (COV) par photocatalyse heterogene.** Mémoire (Maitrise en génie Chimique). Université de Montréal. 2004.

CORBI, K.P. **Avaliação de Variáveis Ambientais em Ambientes Destinados a Ocupação Comum.** 2006. 67 f. Dissertação (Mestrado em Análises Clínicas) Faculdade de Ciências Farmacêuticas do Campus de Araraquara da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" 2006.

CORDEIRO, R.A.; BRILHANTE, R.S.N.; PANTOJA, L.D.M.; FILHO, R.M.; VIEIRA, P.R.N.; ROCHA, M.F.G.; MONTEIRO, A.J.; SIDRIM, J.J.C. Isolation of pathogenic yeasts in the air from hospital environments in the city of Fortaleza, northeast Brazil. **Braz. J. Infect Dis.**,v.14, n.1, p. 30-34, 2010.

COUTO, R.G.; PEDROSA, T.M.G.; NOGUEIRA, J.M. Infecção hospitalar e outras complicações não infecciosas da doença: epidemiologia, controle e tratamento. 3. ed., Rio de Janeiro: **Medsa.** p.429-30, 2003.

CROFT, W.A.; JARVIS, B.B.; YATAWARA, C.S. Airborne outbreak of trichothecene toxicosis. **Atmos. Environ.**, v. 20, p. 549-552. 1986.

DAISEY, J. M.; ANGELL, W. J.; APTE, M. G. Indoor air quality, ventilation and health symptoms in schools: an analysis of existing information. **Indoor Air**, v. 13, p. 53-64, 2003.

DIAS, M.D.; PELLACINE, E.N.; ZECHINELI, C.A. Aerosol bacteriano gerado por respiradores mecânicos: estudo comparativo. **Rev. Assoc. Méd. Brás**, v.1, n.43, p. 15-20, 1997.

DINIZ, J.N.M.; SILVA, R.A.M.; MIRANDA, E.T.; GIANNINI, M.J.S.M. Monitoramento de fungos anemófilos e de leveduras em unidade hospitalar. **Rev. Saúde Pública**, v.39, n.3, p.398-405, 2005.

EGGIMANN, P.; PITTET, D. Infection control in the ICU. **Chest**, v.120, p. 2059-2093, 2001.

ESQUIVEL P, MANGIATERRA M, GIUSIANO G, SOSA MA. Microhongos anemofilos em ambientes abiertos de dos ciudades del nordeste argentino. **Bol Micol**, v.18, p. 21-28; 2003.

FANGER, P. O. Human requirements in future air-conditioned environments. **International Journal of Refrigeration, Surrey**, v. 24, n. 2, p. 148-153, 2001.

FANG, L.; WION, D.P.; CLAUSSEN, G.; FANGER, P.O. Impact of indoor air temperature and humidity in a office on perceived air quality, SBS, symptoms and performance. **Indoor Air**, v. 14, n. Suppl 7, p. 74-81. 2004.

FARIA, A. **Aspectos ecológicos e clínicos da flora micológica anemófila de Belo Horizonte**. 1967,67 f. Tese (Doutorado em Micologia Médica)- Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais. UFMG. Belo Horizonte, 1967.

FISK, W.J.; ROSENFELD, A.H. Estimates of improved productivity and health from better indoor environments. **Indoor Air**, v. 7, p. 158-172. 1997.

GARDAM, M.A.; BUROWS, L.L.; KUS, J.V.; BURTON, J.; LOW, D.E.; CONLY, M.J.; HUMAR, A. Is surveillance for multidrug-resistant *Enterobacteriaceae* an effective infection control strategy in the absence of an outbreak? **J. Infet. Dis.**, v. 186, p. 1754-1760. 2002.

GAUMANN, C.C. (1992). **Manual de educação ambiental e medidas sanitárias**. Campinas: Embrapa – CNPQ. Disponível em: <www.brinkster.com/cearaworldnews/buscainterna/get_url.asp> Acesso em: 24/03/2009.

GAVA, M. A. **Desempenho nos Diferentes Meios de Cultura Utilizados na Avaliação de Fungos presentes em ambientes de produção de alimentos**. 2002. 65 f. Dissertação (Mestrado) em Ciências: Microbiologia Agrícola). Esc. Sup. de Agricultura. USP, São Paulo. 2002.

GIODA, A.; AQUINO NETO, F. R. Considerações sobre estudos de ambientes industriais e não-industriais no Brasil: uma abordagem comparativa. **Cadernos de Saúde Pública**, São Paulo, v. 19, n. 5, p. 1389-1387, 2003.

GOMPERTZ, O.F.; GAMBALE, W.; PAULA, C.R.; CORRÊA, B. **Fungos e alergia**. In: TRABULSI, L.R.; ALTERTHUM, F.; GOMPERTZ, O.F.; CANDEIAS, J.A.N. Microbiologia. 3rd Ed. São Paulo: Atheneu; p.421-422, 1999.

GONTIJO FILHO, P.P.; SILVA, C.R.M.; KRITSKI, A.L. Ambientes climatizados, portaria 3.523 de 28/8/98 do Ministério da Saúde e padrões de qualidade do ar de interiores do Brasil. **J. Pneumol.**, v.26, n.5, p. 254-8; 2000.

GORBACH, S.L.; BARLETT, J.G.E.; BLACKLOW, N.R. **Infectious diseases**. 3ª ed. Amesterdam:Lippincott Williams e Wilkins, 2515 p. , 2003.

GUO, H.; LEE, S.C.; CHAN, L.Y. Indoor air quality investigation at air-conditioned and non-air-conditioned markets in Hong Kong. **Sci. Total Environ.**, v. 323, p. 87-98, 2004.

GRUMACH, A. S. **Alergia e imunologia na infância e na adolescência**. São Paulo: Atheneu, p. 16-21, 2001.

HARAKEH, S.; YASSINE, H.; GHARIOS, M.; et al. Isolation, molecular characterization and antimicrobial resistance patterns of *Salmonella* and *Escherichia coli* isolates from meat based fast food in Lebanon. **Scienci Total Environ**, v. 341, n. 1-3, p. 33-44, 2005.

HARGREAVES, M.; PARAPPUKKARAN, S.; MORAWSKA, L.; HITCHINS, J.; HE, C.; GILBERT, D. A pilot investigation into associations between indoor airborne fungal and non-biological particle concentrations in residential houses in Brisbane, Australia **Sci. Total Environ.**, v. 312, p. 89-101, 2003.

HART, C.A.; MAKIN, T. *Legionella* in hospital: a review. **Journal of hospital infection**, n.18, Supl. A, p.481-489, 1991.

HESS-KOSA, K. **Indoor quality: sampling methodologies**. Boca Raton: CRC Lewis, p. 320, 2002.

HOFFMAN, P.N.; BENNETT A.M.; SCOTT G.M. Controlling airborne infections. **J. of Hosp. Infect.**, v. 43 Suppl., p. 203-210. 1999.

HOOG, S.G.; GUARRO, J.; GENÉ, J. **Atlas of Clinical Fungi**. 2ed. Barcelona: Universal Rovira i Virgili, p. 1125, 2000.

HSU, M. C.; CHEN, K. W.; LO, H. J. L. et al. Species identification of medically important fungi use of real-time igtthcycler PCR. **Journal Med. Microbiol.**, v. 52, p. 1071-1076, 2003.

HUANG, C.; LEE, C.L.F., MA. Y.; SU, H.J. The seasonal distribution of bioarosols in municipal lan fill sites: a 3-yr study. **Atmospheric Environment**, v.36, n.1, p. 4385-4395, 2002.

HUNTER, C.A.; GRANT, C.; FLANNIGAN, B.; BRAVERY, A.F. Mould in buildings: the air spora of domestic dwellings. **Intern. Biodet.**, v. 24, p. 81-101. 1988.

IRWIG, LM, Rocks P. Lung function and respiratory symptoms in silicotic and nonsilicotic gold miners. **Am Rev Respir Dis.**v.117, n.3, p.429-35, 1978.

JAMES, C.A. (2007). **Indoor Air Quality Problems in Health care Facilities.**[Em Linha] Disponível em <http://inspiredliving.com/airpurification/a~healthcareairproblems.htm>. Acesso em 9/04/2009.

JAWETS, E. Micologia Médica. 20 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.253-270, 1998.

KENNEDY MJ, SIGLER L: Aspergillus, Fusarium and other opportunistic moniliaceous fungi; in Murray PR, Baron EJ, Pfaller MA, Tenover FC, Tenover RH (eds): **Manual of Clinical Microbiology**, 3 ed. Washington, ASM Press, p. 765–790, 1995.

KENNY, L.C.; BOWRY,A.; CROOK,B.; STANCLIFFE, J.D. Field testing of a personal size selective bioaerosol sampler. **Annals of Occupational Hygiene.** v.43, n. 6, p. 393-404, 1999.

KIBELSTIS JA, MORGAN EJ, REGER R, LAPP NL, SEATON A, MORGAN WK. Prevalence of bronchitis and airway obstruction in American bituminous coal miners. **Am Rev Respir Dis.** v.108, n.4, p. 886-93, 1973.

KIM, K. Y.; KIM, C.N. Airborne Microbiological characteristics in public buildings of Korea. **Building and Environment**, v.25, n.42, p.2188-2196. Amsterdam:Elsevier, 2007.

KONTOYANNIS, D.; VAZIRI, I.; HANNA, H. A. Risk factors for *Candida tropicalis* fungemia in adult patients with cancer. **Clin. Infect. Dis.**, v. 33, n. 10, p. 1676-1681, 2001.

KULMALA, I.; Taipale, A., Heinonem, K., Jalonen, T. Makipaa, V. (2004). A New Approach for Enhancing Supply Air Filtration. Disponível em http://www.touchbriefings.com/pdf/747ir_hosp041_lifaair_tech.pdf. Acesso em 10/11/2008].

KWOC, A.G., Chapter 15: Thermal comfort: Concepts and guidelines. In: SPENGLER, J.D. SAMET, J.M. MCCARTHY, J.F. **Indoor Air Quality Handbook**. New York: McGraw-Hill, 2004 1.448p.

LACAZ, C.S.; PORTO, E.; MARTINS, J. E. C. **Micologia Médica**. 8ªed. São Paulo: Editora Sarvier, 695p, 2002.

LAUMBACH, R.J.; KIPEN, H.M. Bioaerosols and sick building syndrome: particles, inflammation, and allergy. **Curr. Opin. Allergy Clin. Immunol.**, v. 5, p. 135-139, 2005.

LAWRENCE, A.J.; MASIH, A.; TANEJA, A. Indoor/outdoor relationships of carbon monoxide and oxides of nitrogen in domestic homes with roadside, urban and rural locations in a central Indian region. **Indoor Air**, v. 15, p. 76-82, 2004.

LEBOWITZ, M.D. *et al.* Health in the urban environment. **Am. Rev. of Resp. Dis.**, v. 106, p. 824-841. 1972.

LEDSON, M.J.; GALLAGHER, M.J.; CORKILL, J.E.; HART, C.A.; WALSHAW, M.J. Cross infection between cystic fibrosis patients colonized with *urkholderia cepacia*. **Thorax**, v. 53, n. 5 p. 432-436, 1998.

LEE, CHIA-WEI; DAI, YU-TUNG; CHEN, CHIH-HSUEH; HSU, DER-JEN. Characteristics and health impacts of volatile organic compounds in photocopy centers. **Environmental Research**, v.100. p.139-149. Amsterdam: Elsevier, 2006.

LI C-S, HOU P-A, Bioaerosol characteristics in hospital clean rooms. **Sci. Total Environment** v.305, p.169-76, 2003.

LIMA DE PAULA, J.F. **Aeromicrobiota do ambiente cirúrgico**: princípios e peculiaridades da climatização artificial. 2003. 116 f. Dissertação (Mestrado em Enfermagem Fundamental) – Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2003.

LIRA, M.C.C., **Qualidade do ar interno de ambientes de dois hospitais da rede pública na cidade do Recife-PE**. 2007. 72 f. Dissertação (Mestrado) Instituto de Tecnologia de Pernambuco. PE, 2007.

LOBATO, R.C.; VARGAS, V.S.; SILVEIRA, E.S. Sazonalidade e prevalência de fungos anemófilos em ambiente hospitalar no Sul do Rio Grande do Sul, Brasil. *Rev. Fac. Ciênc. Méd. Sorocaba*, v.11, n.2, p.21-28, 2009.

LOPES, O.G. **Conforto térmico e qualidade do ar em ambientes** 2004. [online]. Disponível em: <http://cursos.unisanta.br/mecanica/polari/ct-og.pdf> Acesso em: 12 de junho de 2009.

LOUDON, K.W.; COLE, A.P.; BURNIE, J.P.; SHAW, A.J.; OPPENHEIN, B.A.; MORRIS, C.Q. Kitchens as a source of *Aspergillus niger* infection. **J. Hosp.Infect.**, v. 32, n. 3, p. 191-198. 1996.

LUGAUSKAS, A.; KRIKSTAPONIS, A.; Filamentous fungi inhaled in hospitals and some medical institutions in Lithuania. **Indoor and Built Environment**. v.13, p. 101-108, 2004.

LUO, G.; MITCHELL, T. G. Rapid identification of pathogenic fungi directly from cultures by using multiplex PCR. **Journal Clinical Microbiol.**, v. 40, p. 2860-2865, 2002.

MACHADO, M.B. **Infecções hospitalares em enfermaria de pediatria**. In: Brasil. Ministério da Saúde. *Pediatria: prevenção e controle de infecção hospitalar*. Brasília, DF: ANVISA, p.63-76, 2006.

MAINELIS, H.R.A.; YAO, M. Evaluation of a high-volume portable bioaerosol sampler in laboratory and field environments. **Indoor Air**, v. 14, p. 385-393, 2004.

MALUF, M. E. Z.; MALDONADO, A. F.; BERCIAL, M. E.; PEDROSA, S. A. A. Stethoscope a friend or a enemy? **Jornal de medicina de São Paulo**, v. 120, n. 1, p. 13-15, 2002.

MANGRAN, A.J.; HORAN, T.C.; PEARSON, M.L.; SILVER, L.C.; JARVIS, W.R.; Guideline for prevention of surgical site infection. **Infection Control and Hospital Epidemiology**, v.20, n.4, p.247-278. Minneapolis:University of Minnesota, 1999.

MARTINS-DINZ J. N.; SIVA, R. A. M.; MIRANDA, E. T.; et al. Monitoramento de fungos anemófilos e de leveduras em unidade hospitalar. **Rev. Saúde Pública**. v. 39, p. 398-405, 2005.

MARONI, M.; SEIFERT, B.; LINDVALL, T. Indoor Air Quality. **A Comprehensive Reference Book**. Air Quality Monographs, v. 3. Amsterdam: Elsevier, 1100p, 1995.

MEDRANO, D.J.A.;BRILHANTE, R.S.N; CORDEIRO, R.A.; ROCHA, M.P.G., RABENHORST, S.H.B., SIDRIM, J.J.C. Candidemia in a brazilian hospital: the importance of *Candida parapsilosis*. **Rev. Inst. Med. Trop.** São Paulo, v.48, p.17-20, 2006.

MCDONALD, L. C.; WALKER, M.; CARSON, L.; ARDUINO, M. et al., Outbreak of *Acinetobacter* spp. Bloodstream infection in a nusey associated with contaminated aerosols and air conditioners. **Pedriatr. Infect. Dis. Journal**, v. 17, p. 716-722, 1998.

MENEZES, E. A.; ALCANFOR, A.C.; CUNHA, F.A. Fungos anemófilos na sala de periódicos da biblioteca de ciências da saúde da Universidade Federal do Ceará. **RBAC**, v. 38, n. 3, p. 155-158, 2004.

MENZIES, D.; BOURBEAU, J. Building-related illnesses. **N. Engl. J. Med.** ,v. 337, n. 21, p. 1524-1531, 1997.

MEZZARI A. ; PERIN C.; SANTOS JR S.A.; BERND L.A.G. Airborne fungi in the city of Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil .**Rev Inst Med Trop São Paulo** v. 44,n. 5, p. 269-72. 2002.

MILLER, J.D. Fungi as contaminants of indoor air. **Atmosph. Environm.**, v. 26A, n. 12, p. 2163-2172, 1992.

MOLINAA, R.T.; GARIJOB, M.A.G.;RODRIGUEZ, A.F.M.; PALACIOS, I.S. Pollen and spores in the air of a hospital out-patient ward. **Allergol. Immunopathol.** v. 30,p. 232-8, 2002.

MOLHAVE, L. Sensory irritation in humans caused by volatile organic compounds (vocs) as indoor air pollutants: a summary of 12 exposure experiments. In: SPENGLER, J.D.; SAMET, J.M.; MCCARTHY, J.F. **Indoor air quality handbook**. New York: McGraw-Hill, n.25, 2004.

MORETTI, M.L. A importância crescente das infecções fúngicas. **Rev. Panam. Infectol.** , v.9, p. 8-9, 2007.

NAHAPETION, K.; CHARLLEMEL, O.; BEURTIN, D. et al. The intracellular multiplication of *Legionella pneumophila* in protozoa from hospital plubing system. **Rev. Microbiol.**, n. 142, p.677-685, 1991.

NEUFELD, P. M., **Manual de Micologia Médica-Técnicas Básicas de Diagnóstico**. 1ª.ed. Rio de Janeiro: Editora PNCQ, 1999.

NUNES, Z.G. **Estudos da qualidade microbiológica do ar de ambientes internos climatizados**. 2005.143 f. Tese (Doutorado em Vigilância Sanitária) Instituto de Controle da Qualidade em Saúde da Fundação Oswaldo Cruz. SC. 2005.

OLESEN, B., W., International standards for the indoor environment. **Indoor Air**. v. 14, n. Suppl. 7, p. 18-26, 2004.

OLIVEIRA, A.C.; CIOSAK, S.I. Surgical site infection in a university hospital: post-release surveillance and risk factors. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v.41, n.2, 2007.

OWEN, M.K.; ENSOR, D.S. Airborne particle sizes and sources found in indoor air. **Atmospheric Environm.**, v. 26A, n. 12, p. 2149-2162. 1992.

PECHER, S. A.; CASTRO, G. B.; BORRÁS, M. R. L. Inquérito sobre fungos anemófilos na fronteira Brasil-Colômbia. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop.**, v. 21, n.2, p.63-6, 1988.

PERDRIX, A. Syndrome bâtiments malsains (SBM). **Revue Francophone des Laboratories**, Amsterdam, n.373, p.67-72, 2005.

PEI-CHIN, W.; HUEY-JEN,S.; CHIA-YIN, L. Characteristics of indoor and outdoor airborne fungi at suburban and urban homes in two seasons. **The Science of the Total Environment**, v.253, n.2, p.111-118, 2000a.

PEI-CHIN, W.; HUEY-JEN,S.; HSIAO-MAN, H. A comparison of sampling media for environmental viable fungi collection in a hospital environment. **Environment Research. Section A**, v.82, n.4, p. 253-257, 2000b.

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.

PLATTS-MILLS, T.A.E.; HAYDEN, M.L.; CHAPMAN, M.D.; WILKINS, S.R. Seasonal variation in dust mite and grass-pollen allergens in dust from the houses of patients with asthma. **J. Allergy Clin. Immunol.**, v. 79, p. 781-791. 1987.

PORTUGAL. Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge. **Prevenção de infecções adquiridas no hospital: um guia prático.** [Monografia na Internet]. Lisboa; 2002. Disponível em http://www.opas.org.br/gentequefazsaude/bvsde/bvsacd/c_d49/man_oms.pdf. Acesso em 4 maio 2006.

QUADROS, M. E. **Qualidade do ar em ambientes internos hospitalares: Parâmetros Físico-Químicos e Microbiológicos.** 2008. 135 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2008.

QUADROS, M. E.; LISBOA, H.M.; OLIVEIRA, V.L.; SCHIRMER, W.N. Qualidade do ar interno em ambientes hospitalares. **Revista Tecnologia, Fortaleza**, v.30, n.1, p.38-52, 2009.

RAMPLING, A.; WISEMAN, S.; DAVIS, L.; HYETT, A.P.; WALBRIDGE, A.N.; Evidence that hospital hygiene is important in the control of methicillin-resistant ***Staphylococcus aureus***. **J. Infect. Soc.**, v. 49, p. 109-116. 2001.

RAO, C.Y.; BURGE, H.A.; CHANG, J.C. Review of quantitative Standards and guidelines for fungi in indoor air. **The Journal of the Air e Waste Management Association**, v. 46, n.9, p.899-908, 1996.

REDLICH, C.A.; SPARER, J.; CULLEN, M.R. Occupational medicine: sick building syndrome. **The Lancet: UK Medical Journal**, Oxford, v.349, p.1013-1016, 1997.

RILEY, R.L. Indoor airborne infection. **Environ.Int.**, v. 8, p. 317-320, 1982.

RIBEIRO, S.K.; REAL, M.V.; D'AGOSTO, M. de A.; MAIA, L.F.P.G. **Plano de ação para a redução de emissão de poluentes atmosféricos em aeroportos**. Universidade do Rio de Janeiro- Relatório COPPE/IVIG, 2001.

ROM, W.N.; TRAVIS, W.D; BRODY, A.R. Celular and molecular basis of the asbestos-related diseases. **Am. Rev. Of Respir. Dis.**, v. 143, p. 408-422. 1991.

ROSA, E; DE MELO LISBOA, H.M. Dispersão de aerossóis no sistema de tratamento de esgotos por iodo ativado na ETE Florianópolis-SC. **Revista de Estudos Ambientais**, Blumenau, v.7, n.1, p.26-38, 2005.

RUI, Z.; GUANGBEI, T.; JIHONG, L. Study on biological contaminant control strategies under different ventilation models in hospital operating room. **Building and Environment**, Amsterdam, v. 43, n. 5, p. 793-803, 2008.

SAMSON, R.A. Occurrence of moulds in modern living and working environments. **Eur. J. Epidemiol.**, v.1, p. 54-61. 1985.

SAN MIGUEL, L.G.; COBO, J.; OTHEO, E.; et al. Secular trends of candidemia in a large tertiary-care hospital from 1988 to 2000: emergence of *Candida parapsilosis*. **Infection Control and Hospital Epidemiology**, v. 26, p. 548-552, 2005.

SÃO PAULO. **Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Companhia de tecnologia de saneamento ambiental**. 2009. Qualidade do ar: informações. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/ar_saude.asp. Acesso em 29/09/2009.

SÍNDROME, do prédio doente. 2002 Disponível em: <http://WWW.cabano.com.br/síndrome_do_predio_doente.htm. Acesso em 30/04/2009

SIQUEIRA, L.F.G. **Síndrome do edifício doente, o meio ambiente e a infecção hospitalar.** In: FERNANDES, A.T.; FERNANDES, M.A.V.; RIBEIRO, N.F. Infecção hospitalar e suas interfaces na área da saúde. São Paulo: Atheneu, p.1307-1322, 2000.

SCHAAL, KP. Medical and microbiological problems arising from airborne infection in hospitals. **J. Hosp. Infect.**, v. 18, Suppl A, p. 451-459, 1991.

SCHWARZBERG, M. N. Carbon dioxide level as migraine threshold factor: hypothesis and possible solutions. **Medical Hypotheses** v. 41, n.1, p. 35-36, 1993.

SHELTON, B.G.; KERBEL, W.L.; WITHERRELL, L.; MILLAR, J.D. Review of legionnaires disease. **Journal for the Science of Occupational and Environmental Health and Safety**, v.61, n.5, p.738-742. 2000.

SILVA FILHO, E.A. **Caracterização genética de leveduras de destilarias de álcool combustível para otimização do processo de fermentação PE.** 2003. 108 f. Tese (Doutorado em Biologia de Fungos)- Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, 2003.

SIQUEIRA, L.F.G. “Síndrome do edifício doente, o meio ambiente e a infecção hospitalar.” In: A.T.Fernandes, M.A.V.Fernandes, N.F.Ribeiro, “**Infecção Hospitalar e suas Interfaces na Área da Saúde.**” São Paulo: Atheneu, p.1307- 1322, 2000.

SNOWDON, A L. **A Colour Atlas of post-harvest: diseases & disorders of fruits & vegetables.** London: Wolfe Scientific, v.1, 1991.

STERLING TD, COLLETT C, RUMEL D. A epidemiologia dos “edifícios doentes”. **Rev Saúde Pública** ,v.25 ,p.56-63, 1991.

SORENSEN, W.G.; FRASER, D.G.; JARVIS, B.B.; SIMPSON, J; ROBINSON, V.A.. Trichothecene mycotoxins in aerosolized conidia of *Stachybotrys atra*. **Appl. Environ. Microbiol.**, v. 53, p. 1370-1375. 1987.

STONE, V. Environmental air pollution. **Am. J. Respir. Crit. Care Med.**, v. 162, n.2 , p. 44 -47, 2000.

SOUZA, A. K. P. **Microbiota fúngica do ambiente da UTI neonatal e de amostras clínicas dos recém-nascidos internados no Hospital Universitário de Maceió-AL**. 2009. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde), Universidade Federal de Alagoas- UFAL, 2009.

STATHOLOUPOU, O.I. ASSIMAKOPOULOS, V.D. FLOCAS, V.A. HELMIS, C.G. An experimental study of air quality inside large athletic halls. **Building and Environment**, p.834-848, 2008.

STECZENBACH, L.D.; BUTTNER, M.P.; CRUZ, P. Detection and numeration of airborne biocontaminants. **Curr. Opin. Biotechnol.**, v. 15, p.170-174, 2004.

STRAUSZ, M.C. **Análise de um acidente fúngico na biblioteca central de Manguinhos: um caso de Síndrome do Edifício Doente**. 2001. 79 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública: Fundação Oswaldo Cruz; 2001.

TEETERS, K.; JONES, T.; BOATMAN, J.F. The future of indoor air quality: Legal and economic implications. **Cornell Hotel Restaur. Administr. Quart.**, v. 36, n. 2, p. 43-49. 1995.

TURNER, P.J.; GREENHALGH, J.M.; EDWARDS, J.R.; et al. The MYSTIC (meropenem yearly susceptibility test information collection) programme. **Int. J. Antimicrob. Agents.**, v. 13, n. 2, p. 117-125. 1999.

TURRINI, R.N.T., SANTO, A.H. Infecção hospitalar e causas múltiplas de morte. **J. Pediatria**. Rio de Janeiro, v.78, n.6, p. 485-490, 2002.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Indoor air pollution: an introduction for health professionals** (EPA-402-R-94-007). Washington, DC, 1994. 33 p.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **The inside story: a guide to indoor air quality** (EPA-402-K-93-007). Washington, DC, 1995. 39 p.

USTINAVICIENÉ, R.; OBELENIS, V.; EREMINAS, D. Occupational health problems in modern work environment. **Medicina (Kaunas)**, v. 40, p. 897-904, 2004.

WASSERMAN, S. Basic mechanisms in asthma. **Ann. Allergy**, v. 16, p. 477-482. 1988.

WINGARD, J.R. Importance of *Candida* species other than *Candida albicans* as pathogens in oncology patients. **Clinical Infectious Diseases**, v.20, p.115-125, 1995.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Indoor air quality: biological contaminants. **European Series**, n. 31, 1998.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **The Right to Health Indoor Air**, Bilthoven: 2000. Disponível: <http://www.who.int/indoorair/en>. Acesso em: 28 de setembro de 2009.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Prevention of Hospital – Acquired Infections – a Practical Guide**, 2ed., 2002a . Disponível em <http://www.who.int/csr/resources/publications:/drugresist/whocdscsreph200212.pdf>. Acesso em 30/11/2008].

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Programmes and projects: indoor air pollution**. 2008. Disponível: <http://www.who.int/indoorair/en>. Acesso em: 28 de setembro de 2009.

WU, P-C.; LI, Y-Y.; CHIANG, C.M.; HUANG, C.Y.; LEE, C.C.; LI, F.C.; SU, H.J. Changing microbial concentrations are associated with ventilation performance in Taiwan's air-conditioned office buildings. **Indoor Air**, v.15, p. 19-26, 2004.

WYNGAARDEN, J.B. **Tratado de medicina interna**. 19. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993.

WYON, D.P. The effects of indoor air quality on performance and productivity. **Indoor Air**, v. 14, n. Suppl. 7, p. 92-101. 2004.

XAVIER, P.C.N.; CGANG, M.R.; NUNES, M.O.; PALHARES, D.B.; SILVA, R.A.; BONFIM, G.F.; ALMEIDA JÚNIOR, N.F. Candidemia neonatal, em hospital público de Mato Grosso do Sul. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v.41, n. 5, p.459-463, 2008.

ZHANG, Y. **Indoor air quality engineering**. Boca Raton: CRC Press, 615p 2004.

10 - ANEXOS

10.1- Resolução – RE Nº 9, de 16 de Janeiro de 2003.

O Diretor da Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, no uso da atribuição que lhe confere a Portaria nº 570, do Diretor Presidente, de 3 de outubro de 2002;

Considerando o § 3º, do art. 111 do Regimento Interno aprovado pela Portaria n.º 593, de 25 de agosto de 2000, republicada no DOU de 22 de dezembro de 2000,

Considerando a necessidade de revisar e atualizar a RE/ANVISA nº 176, de 24 de outubro de 2000, sobre Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior em Ambientes Climatizados Artificialmente de Uso Público e Coletivo, frente ao conhecimento e a experiência adquiridos no país nos dois primeiros anos de sua vigência;

Considerando o interesse sanitário na divulgação do assunto;

Considerando a preocupação com a saúde, a segurança, o bem-estar e o conforto dos ocupantes dos ambientes climatizados;

Considerando o atual estágio de conhecimento da comunidade científica internacional, na área de qualidade do ar ambiental interior, que estabelece padrões referenciais e/ou orientações para esse controle;

Considerando o disposto no art. 2º da Portaria GM/MS n.º 3.523, de 28 de agosto de 1998;

Considerando que a matéria foi submetida à apreciação da Diretoria Colegiada que a aprovou em reunião realizada em 15 de janeiro de 2003, resolve:

Art. 1º 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, em anexo.

Art. 2º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

CLÁUDIO MAIEROVITCH PESSANHA HENRIQUES

ANEXO

ORIENTAÇÃO TÉCNICA ELABORADA POR GRUPO TÉCNICO ASSESSOR SOBRE PADRÕES REFERENCIAIS DE QUALIDADE DO AR INTERIO R EM AMBIENTES CLIMATIZADOS ARTIFICIALMENTE DE USO PÚBLICO E COLETIVO

I – HISTÓRICO

O Grupo Técnico Assessor de estudos sobre Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo, foi constituído pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, no âmbito da Gerência Geral de Serviços da Diretoria de Serviços e Correlatos e instituído por membros das seguintes instituições:

Sociedade Brasileira de Meio Ambiente e de Qualidade do Ar de Interiores/BRASINDOOR, Laboratório Noel Nutels Instituto de Química da UFRJ, Ministério do Meio Ambiente, Faculdade de Medicina da USP, Organização Panamericana de Saúde/OPAS, Fundação Oswaldo Cruz/FIOCRUZ, Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho - FUNDACENTRO/MTb, Instituto Nacional de Metrologia Normalização e Qualidade Industrial/INMETRO, Associação Paulista de Estudos e Controle de Infecção Hospitalar/APECIH e, Serviço de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde/RJ, Instituto de Ciências Biomédicas - ICB/USP e Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

Reuniu-se na cidade de Brasília/DF, durante o ano de 1999 e primeiro semestre de 2000, tendo como metas:

1. Estabelecer critérios que informe a população sobre a qualidade do ar interior em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo, cujo desequilíbrio poderá causar agravos a saúde dos seus ocupantes;
2. Instrumentalizar as equipes profissionais envolvidas no controle de qualidade do ar interior, no planejamento, elaboração, análise e execução de projetos

físicos e nas ações de inspeção de ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo.

Reuniu-se na cidade de Brasília/DF, durante o ano de 2002, tendo como metas:

1. Promover processo de revisão na Resolução ANVISA-RE 176/00
2. Atualizá-la frente a realidade do conhecimento no país.
3. Disponibilizar informações sobre o conhecimento e a experiência adquirida nos dois primeiros anos de vigência da RE 176.

II – ABRANGÊNCIA

O Grupo Técnico Assessor elaborou a seguinte Orientação Técnica sobre Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo, no que diz respeito a definição de valores máximos recomendáveis para contaminação biológica, química e parâmetros físicos do ar interior, a identificação das fontes poluentes de natureza biológica, química e física, métodos analíticos (Normas Técnicas 001, 002, 003 e 004) e as recomendações para controle (Quadros I e II).

Recomendou que os padrões referenciais adotadas por esta Orientação Técnica sejam aplicados aos ambientes climatizados de uso público e coletivo já existentes e aqueles a serem instalados. Para os ambientes climatizados de uso restrito, com exigências de filtros absolutos ou instalações especiais, tais como os que atendem a processos produtivos, instalações hospitalares e outros, sejam aplicadas as normas e regulamentos específicos.

III – DEFINIÇÕES

Para fins desta Orientação Técnica são adotadas as seguintes definições, complementares às adotadas na Portaria GM/MS n.º 3.523/98:

- a) **Aerodispersóides:** sistema disperso, em um meio gasoso, composto de partículas sólidas e/ou líquidas. O mesmo que aerossol ou aerosol.

- b) **Ambiente aceitável:** ambientes livres de contaminantes em concentrações potencialmente perigosas à saúde dos ocupantes ou que apresentem um mínimo de 80% dos ocupantes destes ambientes sem queixas ou sintomatologia de desconforto,
- c) **Ambientes climatizados:** são os espaços fisicamente determinados e caracterizados por dimensões e instalações próprias, submetidos ao processo de climatização, através de equipamentos.
- d) **Ambiente de uso público e coletivo:** espaço fisicamente determinado e aberto a utilização de muitas pessoas.
- e) **Ar condicionado:** é o processo de tratamento do ar, destinado a manter os requerimentos de Qualidade do Ar Interior do espaço condicionado, controlando variáveis como a temperatura, umidade, velocidade, material particulado, partículas biológicas e teor de dióxido de carbono (CO₂).
- f) **Padrão Referencial de Qualidade do Ar Interior:** marcador qualitativo e quantitativo de qualidade do ar ambiental interior, utilizado como sentinela para determinar a necessidade da busca das fontes poluentes ou das intervenções ambientais.
- g) **Qualidade do Ar Ambiental Interior:** Condição do ar ambiental de interior, resultante do processo de ocupação de um ambiente fechado com ou sem climatização artificial.
- h) **Valor Máximo Recomendável:** Valor limite recomendável que separa as condições de ausência e de presença do risco de agressão à saúde humana.

IV - PADRÕES REFERENCIAIS

Recomenda os seguintes Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior em ambientes climatizados de uso público e coletivo.

1 - O Valor Máximo Recomendável - VMR, para contaminação microbiológica deve ser ≤ 750 ufc/m³ de fungos, para a relação I/E $\leq 1,5$, onde I é a quantidade de fungos no ambiente interior e E é a quantidade de fungos no ambiente exterior.

NOTA: A relação I/E é exigida como forma de avaliação frente ao conceito de normalidade, representado pelo meio ambiente exterior e a tendência epidemiológica de amplificação dos poluentes nos ambientes fechados.

1.1 - Quando o VMR for ultrapassado ou a relação I/E for $> 1,5$, é necessário fazer um diagnóstico de fontes poluentes para uma intervenção corretiva.

1.2 - É inaceitável a presença de fungos patogênicos e toxigênicos.

2 - Os Valores Máximos Recomendáveis para contaminação química são:

2.1 - 1000 ppm de dióxido de carbono - (CO_2) , como indicador de renovação de ar externo, recomendado para conforto e bem-estar.

2.2 - $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de aerodispersóides totais no ar, como indicador do grau de pureza do ar e limpeza do ambiente climatizado.

NOTA: Pela falta de dados epidemiológicos brasileiros é mantida a recomendação como indicador de renovação do ar o valor = 1000 ppm de Dióxido de carbono - CO_2

3 - Os valores recomendáveis para os parâmetros físicos de temperatura, umidade, velocidade e taxa de renovação do ar e de grau de pureza do ar, deverão estar de acordo com a NBR 6401 - Instalações Centrais de Ar Condicionado para Conforto – Parâmetros Básicos de Projeto da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

3.1 - A faixa recomendável de operação das Temperaturas de Bulbo Seco, nas condições internas para verão, deverá variar de 23°C a 26°C , com exceção de ambientes de arte que deverão operar entre 21°C e 23°C . A faixa máxima de operação deverá variar de $26,5^\circ\text{C}$ a 27°C , com exceção das áreas de acesso que poderão operar até 28°C . A seleção da faixa depende da finalidade e do local da instalação. Para condições internas para inverno, a faixa recomendável de operação deverá variar de 20°C a 22°C .

3.2 - A faixa recomendável de operação da Umidade Relativa, nas condições internas para verão, deverá variar de 40% a 65%, com exceção de ambientes de arte que deverão operar entre 40% e 55% durante todo o ano. O valor máximo de operação deverá ser de 65%, com exceção das áreas de acesso que poderão operar até 70%. A seleção da faixa depende da finalidade e do local da instalação. Para condições internas para inverno, a faixa recomendável de operação deverá variar de 35% a 65%.

3.3 - O Valor Máximo Recomendável - VMR de operação da Velocidade do Ar, no nível de 1,5m do piso, na região de influência da distribuição do ar é de menos 0,25 m/s.

3.4 - A Taxa de Renovação do Ar adequada de ambientes climatizados será, no mínimo, de 27 m³/hora/pessoa, exceto no caso específico de ambientes com alta rotatividade de pessoas. Nestes casos a Taxa de Renovação do Ar mínima será de 17 m³/hora/pessoa, não sendo admitido em qualquer situação que os ambientes possuam uma concentração de CO₂, maior ou igual a estabelecida em IV-2.1, desta Orientação Técnica.

3.5 - A utilização de filtros de classe G1 é obrigatória na captação de ar exterior. O Grau de Pureza do Ar nos ambientes climatizados será obtido utilizando-se, no mínimo, filtros de classe G-3 nos condicionadores de sistemas centrais, minimizando o acúmulo de sujidades nos dutos, assim como reduzindo os níveis de material particulado no ar insuflado.

Os padrões referenciais adotados complementam as medidas básicas definidas na Portaria GM/MS n.º 3.523/98, de 28 de agosto de 1998, para efeito de reconhecimento, avaliação e controle da Qualidade do Ar Interior nos ambientes climatizados. Deste modo poderão subsidiar as decisões do responsável técnico pelo gerenciamento do sistema de climatização, quanto a definição de periodicidade dos procedimentos de limpeza e manutenção dos componentes do sistema, desde que asseguradas as freqüências mínimas

para os seguintes componentes, considerados como reservatórios, amplificadores e disseminadores de poluentes.

Componente	Periodicidade
Tomada de ar externo	Limpeza mensal ou quando descartável até sua obliteração (máximo 3 meses)
Unidades filtrantes	Limpeza mensal ou quando descartável até sua obliteração (máximo 3 meses)
Bandeja de condensado	Mensal*
Serpentina de aquecimento	Desencrustação semestral e limpeza trimestral
Serpentina de resfriamento	Desencrustação semestral e limpeza trimestral
Umidificador	Desencrustação semestral e limpeza trimestral
Ventilador	Semestral
Plenum de mistura/casa de máquinas	Mensal

*Excetando na vigência de tratamento químico contínuo que passa a respeitar a periodicidade indicada pelo fabricante do produto

V - FONTES POLUENTES

Recomenda que sejam adotadas para fins de pesquisa e com o propósito de levantar dados sobre a realidade brasileira, assim como para avaliação e correção das situações encontradas, as possíveis fontes de poluentes informadas nos Quadros I e II.

QUADRO I

Possíveis fontes de poluentes biológicos

Agentes biológicos	Principais fontes em ambientes interiores	Principais Medidas de correção em ambientes interiores
Bactérias	Reservatórios com água Estagnada, torres de resfriamento, bandejas de Condensado, desumificadores, umidificadores, serpentinas de condicionadores de ar e superfícies úmidas e quentes.	Realizar a limpeza e a conservação das torres de resfriamento; higienizar os reservatórios e bandejas de Condensado ou manter tratamento contínuo para eliminar as fontes; eliminar as infiltrações; higienizar as superfícies.

Fungos	Fungos Ambientes úmidos e demais fontes de multiplicação fúngica, como materiais porosos orgânicos úmidos, forros, paredes e isolamentos úmidos; ar externo, interior de condicionadores e dutos sem manutenção, vasos de terra com plantas.	Corrigir a umidade ambiental; manter sob controle rígido vazamentos, infiltrações e condensação de água; higienizar os ambientes e componentes do sistema de climatização ou manter tratamento contínuo para eliminar as fontes; eliminar materiais porosos contaminados; eliminar ou restringir vasos de plantas com cultivo em terra, ou substituir pelo cultivo em água (hidroponia); utilizar filtros G-1 na renovação do ar externo.
Protozoários	Reservatórios de água contaminada, bandejas e umidificadores de condicionadores sem manutenção.	Higienizar o reservatório ou manter tratamento contínuo para eliminar as fontes.
Vírus	Hospedeiro humano.	Adequar o número de ocupantes por m ² de área com aumento da renovação de ar; evitar a presença de pessoas infectadas nos ambientes climatizados.
Algas	Torres de resfriamento e bandejas de condensado.	Higienizar os reservatórios e bandejas de condensado ou manter tratamento contínuo para eliminar as fontes.
Pólen	Ar externo.	Manter filtragem de acordo com NBR-6401 da ABNT.
Artrópodes	Poeira caseira.	Higienizar as superfícies fixas e mobiliário, especialmente os revestidos com tecidos e tapetes; restringir ou eliminar o uso desses revestimentos.
Animais	Roedores, morcegos e aves.	Restringir o acesso, controlar os roedores, os morcegos, ninhos de aves e respectivos excrementos.

QUADRO II

Possíveis fontes de poluentes químicos

Agentes químicos	Principais fontes em ambientes interiores	Principais medidas de correção em ambientes interiores
CO	Combustão (cigarros, queimadores de fogões e veículos automotores).	Manter a captação de ar exterior com baixa concentração de poluentes; restringir as fontes de combustão; manter a exaustão em áreas em que ocorre combustão; eliminar a infiltração de CO proveniente de fontes externas; restringir o tabagismo em áreas fechadas.
CO ₂	Produtos de metabolismo humano e combustão.	Aumentar a renovação de ar externo; restringir as fontes de combustão e o tabagismo em áreas fechadas; eliminar infiltração de fontes externas.
NO ₂	Combustão	Restringir as fontes de combustão; manter a exaustão em áreas em que ocorre combustão; impedir a infiltração de NO ₂ proveniente de fontes externas; restringir o tabagismo em áreas fechadas.
O ₃	Máquinas copiadoras e impressoras a laser.	Adotar medidas específicas para reduzir a contaminação dos ambientes interiores, com exaustão do ambiente ou enclausuramento em locais exclusivos para os equipamentos que apresentem grande capacidade de produção de O ₃ .
Formaldeído	Materiais de acabamento, mobiliário, cola, produtos de limpeza domissanitários	Selecionar os materiais de construção, acabamento e mobiliário que possuam ou emitam menos formaldeído; usar produtos domissanitários que não contenham formaldeído.
Material particulado	Poeira e fibras.	Manter filtragem de acordo com NBR-6402 da ABNT; evitar isolamento termo-acústico que possa emitir fibras minerais, orgânicas e sintéticas para o ambiente climatizado; reduzir fontes internas e Ex-ternas; higienizar as superfícies fixas e mobiliários sem uso de vassouras, escovas ou espanadores; selecionar os

		materiais de construção e acabamento com menor porosidade; adotar medidas específicas para reduzir a contaminação dos ambientes interiores (vide biológicos); restringir o tabagismo em áreas fechadas.
Fumo de tabaco	Queima de cigarro, charuto, cachimbo, etc.	Aumentar a quantidade de ar externo admitido para renovação e/ou exaustão dos poluentes; restringir o tabagismo em áreas fechadas.
COV	Cera, mobiliário, produtos usados em limpeza e domissanitários, solventes, materiais de revestimento, tintas, colas, etc.	Selecionar os materiais de construção, acabamento, mobiliário; usar produtos de limpeza e domissanitários que não contenham COV ou que não apresentem alta taxa de volatilização e toxicidade.
COS-V	Queima de combustíveis e utilização de pesticidas.	Eliminar a contaminação por fontes de pesticidas, inseticidas e a queima de combustíveis; manter a captação de ar exterior afastada de poluentes.

COV – Compostos Orgânicos Voláteis.

COS-V – Compostos Orgânicos Semi- Voláteis.

Observações - Os poluentes indicados são aqueles de maior ocorrência nos ambientes de interior, de efeitos conhecidos na saúde humana e de mais fácil detecção pela estrutura laboratorial existente no país.

Outros poluentes que venham a ser considerados importantes serão incorporados aos indicados, desde que atendam ao disposto no parágrafo anterior.

VI – AVALIAÇÃO E CONTROLE

Recomenda que sejam adotadas para fins de avaliação e controle do ar ambiental interior dos ambientes climatizados de uso coletivo, as seguintes Normas Técnicas 001, 002, 003 e 004.

Na elaboração de relatórios técnicos sobre qualidade do ar interior, é recomendada a NBR-10.719 da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

1 World Health Organization. Indoor air quality: biological contaminants; Copenhagen , Denmark , 1983 (European Series nº 31).

2 American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc. ASHRAE Standard 62 - Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, 2001

3 Kulcsar Neto, F & Siqueira, LFG. Padrões Referenciais para Análise de Resultados de Qualidade Microbiológica do Ar em Interiores Visando a Saúde Pública no Brasil – *Revista da Brasindoor* . 2 (10): 4-21,1999.

4 Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA , **Resolução n.º 03** de 28/06 / 1990.

5 ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, **NBR 6401 – Instalações Centrais de Ar Condicionado para Conforto – Parâmetros Básicos de Projeto**, 1980.

6 Siqueira, LFG & Dantas, EHM. **Organização e Métodos no Processo de Avaliação da Qualidade do Ar de Interiores** - *Revista da Brasindoor* , 3 (1): 19-26, 1999.

7 **Aquino Neto, F.R; Brickus, L.S.R.** Padrões Referenciais para Análise de Resultados da Qualidade Físico-química do Ar de Interior Visando a Saúde Pública. *Revista da Brasindoor* , **3(2):4 -15,1999**

NORMA TÉCNICA 001

Qualidade do Ar Ambiental Interior. Método de Amostragem e Análise de Bioaerosol em Ambientes Interiores.

MÉTODO ANALÍTICO

OBJETIVO: Pesquisa, monitoramento e controle ambiental da possível colonização, multiplicação e disseminação de fungos em ar ambiental interior.

DEFINIÇÕES:

Bioaerosol: Suspensão de microorganismos (organismos viáveis) dispersos no ar.

Marcador epidemiológico: Elemento aplicável à pesquisa, que determina a qualidade do ar ambiental.

APLICABILIDADE: Ambientes de interior climatizados, de uso coletivo, destinados a ocupações comuns (não especiais).

MARCADOR EPIDEMIOLÓGICO: Fungos viáveis.

MÉTODO DE AMOSTRAGEM: Amostrador de ar por impactação com acelerador linear.

PERIODICIDADE: Semestral.

FICHA TÉCNICA DO AMOSTRADOR:

Amostrador: Impactador de 1, 2 ou 6 estágios.

Meio de Cultivo: Agar Extrato de Malte, Agar Sabouraud Dextrose a 4%, Agar Batata Dextrose ou outro, desde que cientificamente validado.

Taxa de Vazão: fixa entre 25 a 35 l/min, sendo recomendada 28,3 L/min.

Tempo de Amostragem: de 5 a 15 minutos, dependendo das especificações do amostrador.

Volume Mínimo: 140 L

Volume Máximo: 500 L

Embalagem: Rotina de embalagem para proteção da amostra com nível de biossegurança 2 (recipiente lacrado, devidamente identificado com símbolo de risco biológico)

Transporte: Rotina de embalagem para proteção da amostra com nível de biossegurança 2 (recipiente lacrado, devidamente identificado com símbolo de risco biológico)

Nota: Em áreas altamente contaminadas, pode

Calibração: Semestral	Exatidão: 0,02 L/min.
	Precisão: 99,92 %

ESTRATÉGIA DE AMOSTRAGEM:

Selecionar 01 amostra de ar exterior localizada fora da estrutura predial na altura de 1,50 m do nível da rua.

Definir o número de amostras de ar interior, tomando por base a área construída climatizada dentro de uma mesma edificação e razão social, seguindo a tabela abaixo:

Área construída (m²)	Número mínimo de amostras
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

As unidades funcionais dos estabelecimentos com características epidemiológicas diferenciadas, tais como serviço médico, restaurantes, creches

e outros, deverão ser amostrados isoladamente. Os pontos amostrais deverão ser distribuídos uniformemente e coletados com o amostrador localizado na altura de 1,5 m do piso, no centro do ambiente ou em zona ocupada.

PROCEDIMENTO LABORATORIAL: Método de cultivo e quantificação segundo normatizações universalizadas. Tempo mínimo de incubação de 7 dias a 25°C., permitindo o total crescimento dos fungos.

BIBLIOGRAFIA: "Standard Methods for Examination of Water and Wastewater".

17 th ed. APHA, AWWA, WPC.F; "The United States Pharmacopeia". USP, XXIII ed., NF XVIII, 1985.

NIOSH- National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM),

BIOAEROSOL SAMPLING (Indoor Air) 0800, Fourth Edition.

IRSST – Institute de Recherche en Santé et en Sécurité du Travail du Quebec, Canada, 1994.

Members of the Technical Advisory Committee on Indoor Air Quality, Commission of Public Health Ministry of the Environment – Guidelines for Good Indoor Air Quality in Office Premises, Singapore.

NORMA TÉCNICA 002

Qualidade do Ar Ambiental Interior. Método de mostragem e Análise da Concentração de Dióxido de Carbono em Ambientes Interiores.

MÉTODO ANALÍTICO

OBJETIVO: Pesquisa, monitoramento e controle do processo de renovação de ar em ambientes climatizados.

APLICABILIDADE: Ambientes interiores climatizados, de uso coletivo.

MARCADOR EPIDEMIOLÓGICO: Dióxido de carbono (CO₂).

MÉTODO DE AMOSTRAGEM: Equipamento de leitura direta.

PERIODICIDADE: Semestral.

FICHA TÉCNICA DOS AMOSTRADORES:

Amostrador: Leitura Direta por meio de sensor infravermelho não dispersivo ou célula eletroquímica.	
	Faixa: de 0 a 5.000 ppm.
Calibração: Anual ou de acordo com especificação do fabricante.	Exatidão: 50 ppm + 2% do valor medido

ESTRATÉGIA DE AMOSTRAGEM:

Definir o número de amostras de ar interior, tomando por base a área construída climatizada dentro de uma mesma edificação e razão social, seguindo a tabela abaixo:

Área construída (m²)	Número mínimo de amostras
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

As unidades funcionais dos estabelecimentos com características epidemiológicas diferenciadas, tais como serviço médico, restaurantes, creches e outros, deverão ser amostrados isoladamente.

Os pontos amostrais deverão ser distribuídos uniformemente e coletados com o amostrador localizado na altura de 1,5 m do piso, no centro do ambiente ou em zona ocupada.

PROCEDIMENTO DE AMOSTRAGEM: As medidas deverão ser realizadas em horários de pico de utilização do ambiente.

NORMA TÉCNICA 003

Qualidade do Ar Ambiental Interior. Método de Amostragem. Determinação da Temperatura, Umidade e Velocidade do Ar em Ambientes Interiores.

MÉTODO ANALÍTICO

OBJETIVO: Pesquisa, monitoramento e controle do processo de climatização de ar em ambientes climatizados.

APLICABILIDADE: Ambientes interiores climatizados, de uso coletivo.

MARCADORES: Temperatura do ar (°C) Umidade do ar (%) Velocidade do ar (m/s).

MÉTODO DE AMOSTRAGEM: Equipamentos de leitura direta. Termo-higrômetro e Anemômetro.

PERIODICIDADE: Semestral.

FICHA TÉCNICA DOS AMOSTRADORES:

Amostrador: Leitura Direta – Termo-higrômetro.

Princípio de operação: Sensor de temperatura do tipo termo-resistência.

Sensor de umidade do tipo capacitivo ou por condutividade elétrica.

Calibração: Anual

Faixa: 0° C a 70° C de temperatura e 5% a 95 % de umidade

	Exatidão: $\pm 0,8^{\circ} \text{C}$ de temperatura $\pm 5\%$ do valor medido de umidade
--	--

Amostrador: Leitura Direta – Anemômetro.

Princípio de operação: Preferencialmente de sensor de velocidade do ar do tipo fio aquecido ou fio térmico.

Calibração: Anual	Faixa: de 0 a 10 m/s
	Exatidão: $\pm 0,1 \text{ m/s} \pm 4\%$ do valor medido

ESTRATÉGIA DE AMOSTRAGEM:

Definir o número de amostras de ar interior, tomando por base a área construída climatizada dentro de uma mesma edificação e razão social, seguindo a tabela abaixo:

Área construída (m ²)	Número mínimo de amostras
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

As unidades funcionais dos estabelecimentos com características epidemiológicas diferenciadas tais como serviço médico, restaurantes, creches e outros, deverão ser amostrados isoladamente.

Os pontos amostrais deverão ser distribuídos uniformemente e coletados com o amostrador localizado na altura de 1,5 m do piso, no centro do ambiente ou em zona ocupada, para o Termo-higrômetro e no espectro de ação do difusor para o Anemômetro.

NORMA TÉCNICA 004

Qualidade do Ar Ambiental Interior. Método de Amostragem e Análise de Concentração de Aerodispersóides em Ambientes Interiores.

MÉTODO ANALÍTICO

OBJETIVO: Pesquisa, monitoramento e controle de aerodispersóides totais em ambientes interiores climatizados.

APLICABILIDADE: Ambientes de interior climatizados, de uso coletivo, destinados a ocupações comuns (não especiais).

MARCADOR EPIDEMIOLÓGICO: Poeira Total ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

MÉTODO DE AMOSTRAGEM: Coleta de aerodispersóides por filtração (MB - 3422 da ABNT).

PERIODICIDADE: Semestral.

FICHA TÉCNICA DO AMOSTRADOR:

Amostrador: Unidade de captação constituída por filtros de PVC, diâmetro de 37 mm e porosidade de 5 μm de diâmetro de poro específico para poeira total a ser coletada; Suporte de filtro em disco de celulose; Portafiltro em plástico transparente com diâmetro de 37 mm. Aparelhagem: Bomba de amostragem, que mantenha ao longo do período de coleta, a vazão inicial de calibração com variação de 5%.

Taxa de Vazão: 1,0 a 3,0 L/min, recomendado 2,0 L/min.

Volume Mínimo: 50 L Volume Máximo: 400 L

Tempo de Amostragem: relação entre o volume captado e a taxa de vazão utilizada

Embalagem: Rotina

Calibração: Em cada procedimento de coleta se operado com bombas diafragmáticas	Exatidão: $\pm 5\%$ do valor medido
---	-------------------------------------

ESTRATÉGIA DE AMOSTRAGEM:

Definir o número de amostras de ar interior, tomando por base a área construída climatizada dentro de uma mesma edificação e razão social, seguindo a tabela abaixo:

Área construída (m²)	Número mínimo de amostras
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

As unidades funcionais dos estabelecimentos com características epidemiológicas diferenciadas tais como serviço médico, restaurantes, creches e outros, deverão ser amostradas isoladamente.

Os pontos amostrais deverão ser distribuídos uniformemente e coletados com o amostrador localizado na altura de 1,5 m do piso, no centro do ambiente ou em zona ocupada.

PROCEDIMENTO DE COLETA: MB-3422 da ABNT.

PROCEDIMENTO DE CALIBRAÇÃO DAS BOMBAS: NBR- 10.562 da ABNT

PROCEDIMENTO LABORATORIAL: NHO 17 da FUNDACENTRO

VII – INSPEÇÃO

Recomenda que os órgãos competentes de Vigilância Sanitária com o apoio de outros órgãos governamentais, organismos representativos da comunidade e dos ocupantes dos ambientes climatizados, utilizem esta Orientação Técnica

como instrumento técnico referencial, na realização de inspeções e de outras ações pertinentes nos ambientes climatizados de uso público e coletivo.

VIII – RESPONSABILIDADE TÉCNICA

Recomenda que os proprietários, locatários e prepostos de estabelecimentos com ambientes ou conjunto de ambientes dotados de sistemas de climatização com capacidade igual ou superior a 5 TR (15.000 kcal/h = 60.000 BTU/h), devam manter um responsável técnico atendendo ao determinado na Portaria GM/MS nº 3.523/98, além de desenvolver as seguintes atribuições:

- a) providenciar a avaliação biológica, química e física das condições do ar interior dos ambientes climatizados;
- b) promover a correção das condições encontradas, quando necessária, para que estas atendam ao estabelecido no Art. 4º desta Resolução;
- c) manter disponível o registro das avaliações e correções realizadas;
- d) divulgar aos ocupantes dos ambientes climatizados os procedimentos e resultados das atividades de avaliação, correção e manutenção realizadas.

Em relação aos procedimentos de amostragem, medições e análises laboratoriais, considera-se como responsável técnico, o profissional que tem competência legal para exercer as atividades descritas, sendo profissional de nível superior com habilitação na área de química (Engenheiro químico, Químico e Farmacêutico) e na área de biologia (Biólogo, Farmacêutico e Biomédico) em conformidade com a regulamentação profissional vigente no país e comprovação de Responsabilidade Técnica - RT, expedida pelo Órgão de Classe.

As análises laboratoriais e sua responsabilidade técnica devem obrigatoriamente estar desvinculadas das atividades de limpeza, manutenção e comercialização de produtos destinados ao sistema de climatização.

10.2 – ANEXO 2

CONSULTA PÚBLICA Nº 109, DE 11 DE DEZEMBRO DE 2003.

A Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, no uso da atribuição que lhe confere o art. 11, inciso IV, do Regulamento da ANVISA aprovado pelo Decreto nº 3.029, de 16 de abril de 1999, c/c com o art. 111, inciso I, alínea “e” do Regimento Interno aprovado pela Portaria nº 593, de 25 de agosto de 2000, republicada no DOU de 22 de dezembro de 2000, em reunião realizada em 10 de dezembro de 2003.

Adota a seguinte Consulta Pública e eu, Diretor-Presidente, determino a sua publicação:

Art. 1º Fica aberto, a contar da data de publicação desta Consulta Pública, o prazo de 90 (noventa) dias para que sejam apresentadas críticas e sugestões relativas à proposta de Resolução que Dispõe sobre **Indicadores de Qualidade do Ar Ambiental Interior em Serviços de Saúde**, em anexo.

Art. 2º Informar que o texto da proposta de Resolução de que trata o art. 1º estará disponível na íntegra, durante o período de consulta, no endereço eletrônico www.anvisa.gov.br e que as sugestões deverão ser encaminhadas por escrito para o seguinte endereço: Agência Nacional de Vigilância Sanitária / Gerência Geral de Tecnologia em Serviços, SEPN 515, Bloco "B", Edifício Ômega, 4º andar, Asa Norte, Brasília-DF, CEP 70.770.502, por Fax: (61) 448-1302 ou E-mail: arquitetura.engenharia@anvisa.gov.br.

Art. 3º Findo o prazo estipulado no Art. 1º a Agência Nacional de Vigilância Sanitária articular-se-á com os órgãos e entidades envolvidos e aqueles que tenham manifestado interesse na matéria, para que indiquem representantes nas discussões posteriores, visando a consolidação do texto final.

CLAUDIO MAIEROVITCH PESSANHA HENRIQUES

Resolução - RE nº 9, de 2003.

O Diretor da Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, no uso da atribuição que lhe confere a Portaria nº 1096, do Diretor Presidente, de 4 de dezembro de 2003;

Considerando o § 3º, do art. 111 do Regimento Interno aprovado pela Portaria nº 593, de 25 de agosto de 2000, republicada no DOU de 22 de dezembro de 2000,

Considerando a preocupação com a saúde, a segurança, o bem-estar e o conforto dos pacientes e trabalhadores ocupantes de ambientes críticos e semicríticos dos serviços de saúde;

Considerando a possibilidade de controvérsia de dados científicos sobre a participação do meio ambiente na transmissão de processos infecciosos em serviços de saúde, objeto de normatizações por alguns países desenvolvidos e de estudos ainda não consolidados por outros, sendo entretanto aceito por todos, do aumento do risco de transmissão de doenças infecciosas por via ambiental, em função do aumento de processos e procedimentos imunossupressores e população usuária mais susceptível em serviços de saúde;

Considerando a não uniformidade de instalações de sistemas de climatização em serviços de saúde no Brasil, por sua extensão territorial e diferenças econômicas e tecnológicas e a possibilidade da participação do meio ambiente na cadeia epidemiológica das infecções em serviços de saúde;

Considerando a necessidade de instrumentalizar as equipes profissionais envolvidas na prevenção e controle de infecção em serviços de saúde; no planejamento, análise e execução de projetos físicos e de equipamentos; na inspeção de serviços de saúde; na manutenção e operação de sistemas de climatização instalados em serviços de saúde;

Considerando a necessidade de se manter em níveis controlados a participação ambiental nos processos infecciosos em serviços de saúde; considerando os direitos dos usuários, como consumidores, e dos profissionais da área da saúde, como trabalhadores nos serviços de saúde, de possuírem um ambiente de trabalho saudável;

Considerando que as medidas recomendadas para ambientes de estabelecimentos assistenciais de saúde classificados como não críticos seguem os padrões estabelecidos para áreas comuns de uso público e coletivo, conforme definido na Orientação Técnica da ANVISA, Resolução RE nº 9, de 16 de janeiro de 2003;

Considerando o atual estágio de conhecimento da comunidade científica, na área de qualidade do ar interior, que estabelece indicadores e padrões para o controle do ar ambiental,

Considerando que a matéria foi submetida à apreciação da Diretoria Colegiada que a aprovou em reunião realizada em 10 de dezembro de 2003, **resolve:**

Art. 1º. Determinar a publicação de Orientação Técnica referente a **Indicadores de Qualidade do Ar Interior em Ambientes de Serviços de Saúde**, no que diz respeito à definição de parâmetros biológicos, químicos e físicos do ar interior, a identificação das possíveis fontes poluentes de natureza biológica, química e física e métodos analíticos (Normas Técnicas), em anexo.

Art. 2º. Os órgãos competentes de Vigilância Sanitária utilizarão esta Orientação Técnica como instrumento técnico orientativo de suas avaliações na realização de inspeções e de outras ações pertinentes nos serviços de saúde.

Art. 3º. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde prestará cooperação técnica às Secretarias Estaduais e Municipais de Saúde, a fim de orientá-las sobre o exato cumprimento e interpretação desta Orientação Técnica.

Art. 4º. Esta Resolução entrará em vigor na data da sua publicação.

FRANKLIN RUBINSTEIN

ANEXO

ORIENTAÇÃO TÉCNICA REFERENTE A INDICADORES DE QUALIDADE DO AR INTERIOR EM AMBIENTES DE SERVIÇOS DE SAÚDE

As medidas recomendadas por esta Orientação Técnica aplicam-se aos ambientes classificados como críticos e semicríticos dos estabelecimentos assistenciais de saúde, na área pública e privada compreendendo:

- a) as construções novas de estabelecimentos assistenciais de saúde de todo o país;
- b) as áreas a serem ampliadas de estabelecimentos assistenciais de saúde já existentes;
- c) as reformas de estabelecimentos assistenciais de saúde já existentes e os anteriormente não destinados a estabelecimentos de saúde.

1. DEFINIÇÕES

Para fins desta Orientação Técnica são adotadas as seguintes definições:

1.1. **Ambientes críticos:** ambientes com ou sem pacientes onde existe risco aumentado de contaminação de indivíduos, alimentos ou de produtos. São locais onde se realizam procedimentos invasivos, encontram-se pacientes imunodeprimidos ou com doenças infecto-contagiosas, manipulam-se produtos estéreis, com alto risco de contaminação.

1.2. **Ambientes semicríticos:** ambientes ocupados por pacientes, excluindo-se os de áreas críticas, e todos os ambientes onde se realizam procedimentos de baixo risco de infecção ou de contaminação.

1.3. **Ambientes não-críticos:** ambientes do EAS não ocupados por pacientes, onde não se realizam procedimentos de risco de infecção ou de contaminação.

1.4. **Classificação de risco de ocorrência de eventos adversos à saúde por exposição ao ar ambiental:**

1.4.1. **Nível 0.** Área onde o risco não excede aquele encontrado em ambientes de uso público e coletivo.

1.4.2. **Nível 1.** Área onde não foi constatado o risco de eventos adversos relacionados à qualidade do ar, porém algumas autoridades, organizações ou investigadores sugerem que o risco deva ser considerado.

1.4.3. **Nível 2.** Área onde existem fortes evidências de risco de ocorrência de eventos adversos relacionados à qualidade do ar de seus ocupantes ou de pacientes que utilizarão produtos manipulados nestas áreas, baseadas em estudos experimentais, clínicos ou epidemiológicos bem delineados.

1.4.4. **Nível 3.** Área onde existem fortes evidências de alto risco de eventos adversos de seus ocupantes ou de pacientes que utilizam produtos manipulados nestas áreas, baseados em estudos experimentais, clínicos ou epidemiológicos bem delineados.

1.5. **Controle do ar ambiental:** avaliação e manutenção em níveis recomendados dos parâmetros químicos, físicos e biológicos do ar ambiental interior.

1.6. **Eventos adversos:** eventos que produzem, ou potencialmente podem produzir, resultados inesperados ou indesejados que afetem a saúde de pacientes, trabalhadores ou usuários de serviços de saúde.

1.7. **Indicadores de qualidade do ar ambiental interior:** parâmetros qualitativos e/ou quantitativos de Qualidade do Ar Ambiental Interior, utilizados como sentinela para determinar a necessidade de medidas corretivas e se estas medidas resultaram em alteração destes parâmetros.

1.8. **Medidas de controle do ar ambiental interior:** ações preventivas e corretivas relacionadas à qualidade do ar ambiental interior destinadas às reduções dos riscos à saúde.

1.9. **Serviços de saúde:** denominação genérica de estabelecimentos destinados ao desenvolvimento de ações relacionadas à promoção, proteção, manutenção e recuperação da saúde e/ou pesquisas na área de saúde, qualquer que seja o seu nível de complexidade.

2. INDICADORES DE QUALIDADE DO AR INTERIOR EM AMBIENTES DE SERVIÇOS DE SAÚDE

2.1. A presente Orientação Técnica define medidas de caráter preventivo a serem contempladas para o controle e validação de ações recomendadas para o Programa de Controle de Qualidade Ambiental e suas variáveis em serviços de saúde.

2.2. Devem ser adotadas as seguintes diretrizes nas ações para obtenção de condições satisfatórias do ar ambiental dentro do Programa de Controle de Qualidade Ambiental:

a) Políticas de ocupação de áreas específicas: utilização de barreiras físicas e os fluxos de trabalho e barreiras primárias, como cabines de segurança biológica (CSB) ou equipamentos de proteção individual (EPI), considerando as características da população usuária, materiais, equipamentos e o nível de risco envolvido nos procedimentos.

b) Políticas de acesso humano, de materiais e equipamentos em áreas específicas: utilização de procedimentos e práticas de entrada e saída, manutenção e manuseio, segundo seu nível de risco.

c) Práticas de controle de superfícies e artigos: utilização de procedimentos e práticas de higienização, segundo seu nível de risco.

d) Programa de manutenção, operação e controle dos sistemas prediais: acompanhamento das condições das instalações hidrossanitárias, elétricas, eletrônicas, fluido-mecânico e de climatização existentes, segundo as características exigidas pelo nível de risco ambiental.

2.3. São consideradas situações críticas para a qualidade do ar ambiental:

a) Construções e reformas de quaisquer dimensões em qualquer ambiente do serviço de saúde.

b) Construções e reformas que envolvam demolições em áreas do próprio lote do serviço de saúde ou de lotes vizinhos, adjacentes, ao serviço de saúde.

2.4. As situações acima consideradas devem ser previstas, acompanhadas e concluídas por ações descritas no Programa de Controle de Qualidade Ambiental.

2.5. Na classificação de risco para ocorrência de eventos adversos, devem ser consideradas as seguintes variáveis e componentes capazes de comprometer os resultados e processos esperados na realização dos procedimentos de promoção, proteção, manutenção e recuperação da saúde.

2.5.1. Componentes Químicos

Os contaminantes de origem química deverão ser pesquisados de forma particular, contemplando-se a existência de fontes, susceptibilidade do paciente e atendendo as especificações dos “Programa de Prevenção de Riscos Ambientais” – PPRA e “Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional” - PCMSO. Os valores máximos aceitáveis para contaminantes de origem química são descritos na tabela 1.

Tabela 1 – Componentes Químicos

Componentes	Valores máximos
Partículas respiráveis menores que 10µm	80µg/m ³
Fenol	15 mg/m ³
Formaldeído	2,3 mg/m ³
Etanol	1.480 mg/m ³
Cloro	2,3 mg/m ³

2.5.2. Variáveis físicas

Os parâmetros de origem física deverão ser considerados como descrito na tabela 2 (situações de conforto) para áreas que não exijam especificações diferenciadas.

- a) Em situações especiais onde haja necessidade da manutenção de condições específicas de temperatura, umidade relativa do ar e pressão, utilizar os parâmetros definidos no Apêndice I.
- b) Essas informações devem ser complementadas com os dados da Tabela 1 - Parâmetros de projeto, definidos na norma ABNT NBR 7256 - Tratamento de ar em estabelecimentos assistenciais de saúde.
- c) Para a avaliação dos parâmetros físicos em ambientes climatizados, utilizando indicadores de Qualidade do Ar Ambiental Interior, recomenda-se a Norma Técnica 001, relacionada no Apêndice II.

Tabela 2 – Variáveis físicas

Variáveis	Valores recomendados
Temperatura	21°C a 24°C
Umidade relativa	40% A 60%
Velocidade do ar (movimentação ao nível de 1,5 m do piso)	< 0,25 m/s

2.5.3. Variáveis Biológicas

O indicador de qualidade de ar ambiental interior é a contagem total de bactérias e fungos, não devendo ultrapassar os níveis relacionados abaixo.

Variáveis e Componentes	Nível 0	Nível 1	Nível 2	Nível 3
Partículas biológicas totais no ar ambiental	$\leq 750\text{UFC}/\text{m}^3$	$= 500\text{ UFC}/\text{m}^3$	$= 200\text{ UFC}/\text{m}^3$	$= 50\text{ UFC}/\text{m}^3$

Para a avaliação das variáveis biológicas em ambientes climatizados, utilizando indicadores de Qualidade do Ar Ambiental Interior, recomendam-se as Normas Técnicas 002, 003 e 004, relacionadas no Apêndice III, IV e V respectivamente.

2.6. Na vigência de evidências epidemiológicas de eventos adversos específicos em pacientes ou profissionais da área da saúde, causadas pelo contato com anestésicos e outros Compostos Orgânicos Voláteis (COVs), estes compostos devem ser avaliados e determinado o grau de comprometimento ambiental, com objetivo de orientar e controlar as ações de prevenção e/ou correção.

2.7. Devem ser observadas as orientações em relação aos procedimentos de descarte dos resíduos gerados no serviço de saúde, visando garantir a qualidade do ar interior, conforme definidas no Regulamento Técnico da ANVISA, Resolução RDC nº 33, de 25 de fevereiro de 2003, referente ao gerenciamento de resíduos de serviços de saúde (RSS).

2.8. Não devem ser aceitos nos ambientes microrganismos potencialmente agressores com transmissão comprovada por via ambiental, excetuando-se as áreas de isolamento destinadas à internação de pacientes com infecção transmitida pelo ar.

2.9. Para os efeitos desta Orientação Técnica são adotados os níveis de risco de ocorrência de eventos adversos à saúde relacionados ao ar ambiente em serviços de saúde, conforme o item 1.4, de acordo com as situações selecionadas como potencialmente responsáveis pela aquisição e/ou transmissão de eventos adversos e pelos métodos ou processos realizados nos procedimentos de promoção, proteção e recuperação da saúde.

2.10. As situações devem ser avaliadas em relação ao risco comprovadamente presente, segundo descrito no Apêndice I, considerando: procedimentos invasivos, manejo de pacientes susceptíveis, presença de substâncias contaminantes e materiais contaminantes de várias origens ou preparo de nutrientes, artigos e fármacos susceptíveis à contaminação, que gerem substâncias químicas no ambiente.

3. FONTES POLUENTES

3.1. Para fins de identificação e definição de ações são apresentadas as principais fontes de infecção no Quadro 1 e o modelo de disseminação de infecção em sala cirúrgica na Figura 1.

Quadro 1 - Possíveis fontes de infecção, veiculadas pelo ar em áreas hospitalares.

Fontes internas	Fontes externas
Pacientes infectados, ou portadores assintomáticos, profissionais e visitantes.	Solo e água, incluindo torres de resfriamento.
Áreas contaminadas (expurgo ou não) e fontes de aerossóis.	Matérias orgânicas.
Ventilação, sistema de ar condicionado, oxigenoterapia.	Construções e reformas.

4. RESPONSABILIDADES

4.1. É de responsabilidade do dirigente (administrador, proprietário, gerente ou gestor) do serviço de saúde a designação de comissão formada por profissionais de representação das áreas relacionadas ao risco gerado para implantar e executar o Programa de Controle de Qualidade Ambiental e redução dos riscos de Infecção vinculadas ao ambiente em serviços de saúde.

4.2. Esta Comissão poderá ter suas funções desempenhadas por outra comissão técnica já constituída no serviço de saúde, garantida a presença dos profissionais relacionados aos riscos envolvidos. Podendo ser representada por:

- a) Comissão de Controle de Infecção Hospitalar (CCIH);
- b) Comissão Interna de Biossegurança em Saúde (CIBS) ou equivalente.

4.3. A Comissão executiva do Controle de Qualidade Ambiental e redução dos riscos de infecção ou agravo a saúde vinculada ao ambiente, obriga-se a:

- a) Estabelecer o plano de ações de prevenção de fontes de contaminação vinculadas ao ambiente e ao sistema de climatização ambiental;

- b) Estabelecer o plano de ações de correção de fontes de contaminação vinculadas ao ambiente e ao sistema de climatização ambiental;
- c) Estabelecer o plano de validação das ações de prevenção e correção de fontes de contaminação vinculadas ao ambiente e ao sistema de climatização ambiental;
- d) Estabelecer a periodicidade de controle dos ambientes em função da condição estatística de incidência de infecção hospitalar e agravo à saúde de usuários, quer sejam pacientes ou profissionais de saúde no estabelecimento de sua responsabilidade.

4.4. A Comissão executiva do Controle de Qualidade Ambiental e redução dos riscos de infecção ou eventos adversos vinculados ao ambiente, deverá utilizar como instrumentos de validação e controle de ações:

- a) Avaliações biológicas, químicas e físicas das condições do ar interior dos ambientes de serviços de saúde. Os relatórios técnicos sobre qualidade do ar interior devem ser elaborados conforme especificado pela norma ABNT NBR 10.719 – Apresentação de relatórios técnico-científicos;
- b) Utilizar como Padrão Referencial de Qualidade de ar ambiental em estabelecimentos de saúde, segundo característica da área e seus riscos, o estabelecido nos itens 2.5 e 2.9 desta Resolução;
- c) Manter disponível o registro das validações de ações realizadas, pelo prazo mínimo de 5 (cinco) anos;
- d) Manter disponível o registro das avaliações e correções realizadas, pelo prazo mínimo de 5 (cinco) anos;
- e) Divulgar aos ocupantes dos ambientes os procedimentos e resultados das atividades de avaliação e correção realizadas;
- f) Desenvolver o controle ambiental envolvendo: ar interior, águas, superfícies e resíduos sólidos;
- g) Conhecer, acompanhar e colaborar com os estudos epidemiológicos das infecções relacionadas ao serviço de saúde, com vistas à execução oportuna de ações de prevenção e controle relacionados à qualidade do ar interior.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. PASQUARELLA, C.; PITZURRA, O. & SAVINO, A. The index of Microbial contamination. *Journal of Hospital Infection*, 46: 241-256, 2000.
2. RICE, N.; STREIFEL, A. & VESLEY, D. An evaluation of hospital specialventilation-room pressure. *Infection Control Hosp. Epidemiol.*, 22:19-23, 2001.
3. ASPEC – Association pour la prevention et l'étude de la contamination.
Recommandation 78/07 – Principes et methods de mesure de la biocontamination de l'air.
4. CENTER FOR DISEASES AND PREVENTION. Draft Guideline for Environmental Infection Control in Healthcare Facilities, 2001.
5. APIC – Association for professionals in infection control and epidemiology.
Infection control tool kit series:
Construction and renovation. 1989-1999 Apic Education Committe.
6. Fernandes, A.T. editor - *Infecção Hospitalar e suas Interfaces na Área de Saúde*, 2000.

11 - APÊNDICE

11.1 - Tabelas dos Parâmetros Avaliados por Coleta e por Ambientes Amostrados

UTN A

COLETA	AERODISPERSÓIDES	BIOAEROSÓIS		TEMPERATURA	VELOCIDADE	UMIDADE	CO2
		BACT.	FUNG.				
C1	4.000 ug/m ³	25 UFC/m ³	226 UFC/m ³	26,3°C	0,14 m/s	49,10%	1.131 ppm
C2	5.600 ug/m ³	60 UFC/m ³	84 UFC/m ³	26,4° C	0,08 m/s	49,00%	989 ppm
C3	4.266,56 ug/m ³	39 UFC/m ³	46 UFC/m ³	26,1° C	0,17 m/s	48,20%	1.012 ppm
C4	2.933,28 ug/m ³	32 UFC/m ³	155 UFC/m ³	27,0° C	0,15 m/s	45,90%	934 ppm
C5	5.866,56 ug/m ³	113 UFC/m ³	42 UFC/m ³	26,4° C	0,15 m/s	48,40 %	878 ppm
C6	3.466,66 ug/m ³	85 UFC/m ³	102 UFC/m ³	26,4° C	0,13 m/s	55,20%	1035 ppm
C7	80 ug/m ³	60 UFC/ m ³	70 UFC/m ³	26,8° C	0,09 m/s	46,70%	1.163 ppm
C8	533,33 ug/m ³	21 UFC/m ³	88 UFC/m ³	26,9° C	0,12 m/s	58,40%	1.223 ppm
C9	333,33 ug/m ³	166 UFC/m ³	32 UFC/m ³	27,6° C	0,10 ms	46,10%	932 ppm
C10	500 ug/m ³	95 UFC/m ³	183 UFC/m ³	28,8° C	0,04 m/s	62,70%	1.339 ppm
C11	80 ug/m ³	28 UFC/m ³	32 UFC/m ³	23,3° C	0,89m/s	51,70%	885 ppm
C12	500 ug/m ³	64 UFC/m ³	46 UFC/m ³	26,7° C	0,24 m/s	54,80%	998 ppm
C13	80 ug/m ³	21 UFC/m ³	109 UFC/m ³	24,5° C	0,55 m/s	62,60%	898 ppm
C14	833,33 ug/m ³	141 UFC/m ³	141 UFC/m ³	27,2° C	0,15m/s	51,30%	1.258 ppm
C15	80 ug/m ³	124 UFC/m ³	99 UFC/m ³	25,8° C	0,11 ms	55,10%	747 ppm
C16	266,66 ug/m ³	120 UFC/m ³	247 UFC/m ³	26,2° C	0,07 m/s	47,30%	1.107 ppm
C17	80 ug/m ³	102 UFC/m ³	49 UFC/m ³	25,9° C	0,06m/s	49,30%	1.093 ppm
C18	80 ug/m ³	102 UFC/m ³	56 UFC/m ³	24,8° C	0,05 m/s	57%	1.024 ppm
C19	80 ug/m ³	88 UFC/m ³	81 UFC/m ³	26,2° C	0,12 m/s	52,80%	1.083 ppm
C20	80 ug/m ³	53 UFC/m ³	74 UFC/m ³	25,7° C	0,05 m/s	50,70%	749 ppm
C21	1.666,66 ug/m ³	56 UFC/m ³	32 UFC/m ³	27,4° C	0,20 m/s	68,80%	745 ppm
C22	38.333,33 ug/m ³	11 UFC/m ³	81 UFC/m ³	25,7° C	0,14 m/s	59,0%	768 ppm

UTN B

COLETA	AERODISPERSÓIDES	BIOAEROSÓIS		TEMPERATURA	VELOCIDADE	UMIDADE	CO2
		BACT.	FUNG.				
C1	2.666,66 ug/m ³	21 UFC/m ³	42 UFC/m ³	26,0°C	0,17 m/s	49,70%	1.034 ppm
C2	9.066,56 ug/m ³	42 UFC/m ³	190 UFC/m ³	26,3° C	0,08 m/s	50,10%	1.038 ppm
C3	5.600 ug/m ³	60 UFC/m ³	212 UFC/m ³	25,7° C	0,11 m/s	50,00%	945 ppm
C4	1.866,56 ug/m ³	64 UFC/m ³	78 UFC/m ³	27,1° C	0,13 m/s	44,90%	1.677 ppm
C5	4.533,28 ug/m ³	28 UFC/m ³	56 UFC/m ³	23,8° C	0,62 m/s	54,80 %	952 ppm
C6	3.466,66 ug/m ³	56 UFC/m ³	67 UFC/m ³	26,3° C	0,19 m/s	60,20%	978 ppm
C7	80 ug/m ³	45 UFC/m ³	28 UFC/m ³	26,2° C	0,17 m/s	48,50%	966 ppm
C8	80 ug/m ³	35 UFC/m ³	134 UFC/m ³	27,4° C	0,13 m/s	60,50%	1.354 ppm
C9	80 ug/m ³	117 UFC/ m ³	71 UFC/ m ³	27,0° C	0,18 m s	51,10%	1007 ppm
C10	80 ug/m ³	64 UFC/m ³	120 UFC/m ³	26,5° C	0,19 m/s	61,20%	1.415 ppm
C11	80 ug/m ³	71 UFC/m ³	565 UFC/m ³	26,9° C	0,06 m/s	48,30%	872 ppm
C12	80 ug/m ³	88 UFC/m ³	53 UFC/m ³	27,2° C	0,04 m/s	62,60%	1.163 ppm
C13	80 ug/m ³	60 UFC/m ³	290 UFC/m ³	26,9° C	0,23 m/s	64,70%	828 ppm
C14	1.000 ug/m ³	92 UFC/m ³	145 UFC/m ³	26,8° C	0,07 m/s	60,00%	1.457 ppm
C15	266,66 ug/m ³	124 UFC/m ³	106 UFC/m ³	28,4° C	0,12 m/s	58,80%	978 ppm
C16	533,33 ug/m ³	148 UFC/m ³	223UFC/m ³	25,5° C	0,37m/s	48,70%	1.274 ppm
C17	80 ug/m ³	198 UFC/m ³	99 UFC/m ³	25,2° C	0,14 m/s	58,60%	1.162 ppm
C18	80 ug/m ³	95 UFC/m ³	159 UFC/m ³	26,9° C	0,05 m/s	62,20%	1.027 ppm
C19	80 ug/m ³	18 UFC/m ³	60 UFC/m ³	26,7° C	0,11 m/s	59,30%	1.008 ppm
C20	80 ug/m ³	21 UFC/m ³	18 UFC/m ³	25,8° C	0,09 m/s	65,20%	789 ppm
C21	5.000 ug/m ³	25 UFC/m ³	11 UFC/m ³	26,7° C	0,11 m/s	73,30%	725 ppm
C22	30.000 ug/m ³	46 UFC/m ³	177 UFC/m ³	26,3° C	0,13 m/s	69,70 %	763 ppm

UTN C

COLETA	AERODISPERSÓIDES (ug/m ³)	BIOAEROSÓIS (UFC/m ³)		TEMPERATURA (° C)	VELOCIDADE (m/s)	UMIDADE (%)	CO2 (ppm)
		BACT.	FUNG.				
C1	2.933,33 ug/m ³	18 UFC/m ³	49 UFC/m ³	27,2°C	0,09 m/s	52,90%	1.036 ppm
C2	9.600 ug/m ³	170 UFC/m ³	117 UFC/m ³	26,9° C	0,07 m/s	50,50%	1.018 ppm
C3	4.000 ug/m ³	88 UFC/m ³	124 UFC/m ³	26,2° C	0,08 m/s	50,90%	1.103 ppm
C4	2.133,28 ug/m ³	74 UFC/m ³	117 UFC/m ³	27,7° C	0,09 m/s	46,90%	1.317 ppm
C5	7.733,28 ug/m ³	95 UFC/m ³	99 UFC/m ³	27,4° C	0,09 m/s	50,20 %	1.002 ppm
C6	800 ug/m ³	102 UFC/m ³	99 UFC/m ³	26,5° C	0,06 m/s	57,20%	1.002 ppm
C7	80 ug/m ³	53 UFC/m ³	109 UFC/m ³	27,4 °C	0,08 m/s	48,40%	1.344 ppm
C8	80 ug/m ³	152 UFC/m ³	145 UFC/m ³	28,4° C	0,15 m/s	60,70%	1.384 ppm
C9	3.666,66 ug/m ³	155 UFC/m ³	60 UFC/m ³	28,4° C	0,06m/s	49,60%	1.142 ppm
C10	166,66 ug/m ³	109 UFC/m ³	219 UFC/m ³	27,9° C	0,11m:s	64,70%	1.354 ppm
C11	80 ug/m ³	56 UFC/m ³	600 UFC/m ³	27,4° C	0,07 m/s	47,40%	967 ppm
C12	333,33 ug/m ³	106 UFC/m ³	17 UFC/m ³	28,4° C	0,04 m/s	55,20%	1.281 ppm
C13	166,66 ug/m ³	148 UFC/m ³	191 UFC/m ³	27,0 C	0,05 m/s	61,10%	1054 ppm
C14	333,33 ug/m ³	120 UFC/m ³	184 UFC/m ³	27,6° C	0,08 m/s	55,80%	1.390 ppm
C15	80 ug/m ³	113 UFC/m ³	124 UFC/m ³	27,5° C	0,08 m/s	61,90%	627 ppm
C16	800 ug/m ³	307 UFC/m ³	247 UFC/m ³	21,4° C	0,20m/s	49,90%	562 ppm
C17	80 ug/m ³	92 UFC/m ³	67 UFC/m ³	25,5° C	0,07 m/s	56,70%	1.190 ppm
C18	80 ug/m ³	120 UFC/m ³	120 UFC/m ³	25,6° C	0,05 m/s	63,30%	900 ppm
C19	6.666,66 ug/m ³	78 UFC/m ³	25 UFC/m ³	26,4° C	0,09m/s	61%	1.047 ppm
C20	80 ug/m ³	78 UFC/m ³	64 UFC/m ³	26,1° C	0,04 m/s	57,70%	917 ppm
C21	13.333,33 ug/m ³	53 UFC/m ³	49 UFC/m ³	27,7° C	0,07 m/s	70,10%	779 ppm
C22	21.666,66 ug/m ³	49 UFC/m ³	95 UFC/m ³	26,4° C	0,12 m/s	60,90%	857 ppm

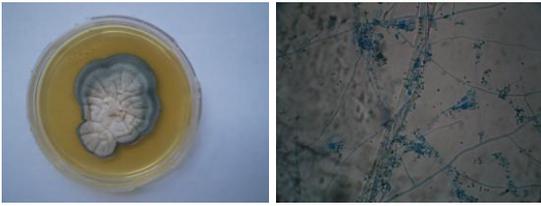
C. CIRÚRGICO

COLETA	AERODISPERSÓIDES (ug/m ³)	BIOAEROSÓIS (UFC/m ³)		TEMPERATURA (° C)	VELOCIDADE (m/s)	UMIDADE (%)	CO2 (ppm)
		BACT.	FUNG.				
C1	3.466,56 ug/m ³	32 UFC/m ³	25 UFC/m ³	25,0°C	0,32 m/s	55,50%	585 ppm
C2	10.133,28 ug/m ³	21 UFC/m ³	88 UFC/m ³	24,5° C	0,20 m/s	55,20%	643 ppm
C3	3.733,28 ug/m ³	42 UFC/m ³	99 UFC/m ³	27,2° C	0,09 m/s	59,10%	664 ppm
C4	2.666,56 ug/m ³	60 UFC/m ³	32 UFC/m ³	26,8 ° C	0,09 m/s	66,00%	743 ppm
C5	1.866,56 ug/m ³	56 UFC/m ³	42 UFC/m ³	20,8° C	0,60 m/s	58,10 %	525 ppm
C6	3.466,66 ug/m ³	53 UFC/m ³	49 UFC/m ³	23,6° C	0,11 m/s	45,30%	638 ppm
C7	80 ug/m ³	21 UFC/m ³	14 UFC/m ³	17,5° C	0,91 m/s	57,30%	517 ppm
C8	80 ug/m ³	170 UFC/m ³	46 UFC/m ³	27,7° C	0,10 m/s	61,70%	748 ppm
C9	80 ug/m ³	283 UFC/m ³	39 UFC/m ³	27,5° C	0,18 m/s	63,00%	539 ppm
C10	80 ug/m ³	113 UFC/m ³	226 UFC/m ³	24,8° C	0,46 m/s	66,60%	443 ppm
C11	80 ug/m ³	28 UFC/m ³	152 UFC/m ³	23,5° C	0,18 m/s	53,30%	470 ppm
C12	80 ug/m ³	60 UFC/m ³	18 UFC/m ³	20,8° C	0,20 m/s	53,00%	577 ppm
C13	80 ug/m ³	88 UFC/m ³	300 UFC/m ³	24,8 ° C	0,04 m/s	44,90%	554 ppm
C14	1.000 ug/m ³	42 UFC/m ³	106 UFC/m ³	23,5° C	0,16m/s	55,00%	477 ppm
C15	1.333,33 ug/m ³	230 UFC/m ³	223 UFC/m ³	25,3° C	0,13m/s	54,20%	471 ppm
C16	80 ug/m ³	78 UFC/m ³	208 UFC/m ³	21,4° C	0,20 m/s	49,90%	562 ppm
C17	80 ug/m ³	92 UFC/m ³	60 UFC/m ³	22,7° C	0,24 m/s	62,70%	644 ppm
C18	80 ug/m ³	279 UFC/m ³	127 UFC/m ³	24,1° C	0,05 m/s	52,90%	641 ppm
C19	80 ug/m ³	71 UFC/m ³	102 UFC/m ³	22,2° C	0,32 m/s	67,40%	481 ppm
C20	80 ug/m ³	49 UFC/m ³	39 UFC/m ³	24,6° C	0,07 m/s	46,40%	745 ppm
C21	20.000 ug/m ³	18 UFC/m ³	177 UFC/m ³	21,1° C	0,56 m/s	69%	466 ppm
C22	16.666,66 ug/m ³	56 UFC/m ³	166 UFC/m ³	23,2° C	0,25 m/s	64,50%	421 ppm

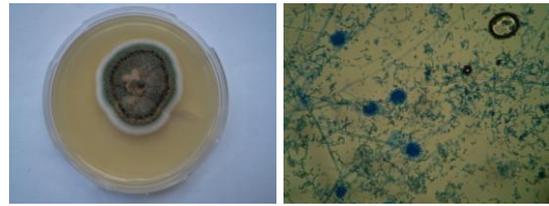
P. EXTERNO

COLETA	AERODISPERSÓIDES (ug/m ³)	BIOAEROSÓIS (UFC/m ³)		TEMPERATURA (° C)	VELOCIDADE (m/s)	UMIDADE (%)	CO2 (ppm)
		BACT.	FUNG.				
C1	6.666,56 ug/m ³	49 UFC/m ³	74 UFC/m ³	30,6° C	0,42 m/s	59,70%	406 ppm
C2	9.333,28 ug/m ³	85 UFC/m ³	212 UFC/m ³	30,5° C	0,39 m/s	55,00%	401 ppm
C3	3.466,56 ug/m ³	78 UFC/m ³	78 UFC/m ³	29,3° C	0,39 m/s	61,30%	413 ppm
C4	1.600 ug/m ³	67 UFC/m ³	50 UFC/m ³	27,7° C	0,09 m/s	46,90%	1.317 ppm
C5	3.466,56 ug/m ³	127 UFC/m ³	233 UFC/m ³	30,5° C	0,18 m/s	57,20 %	423 ppm
C6	2.933,33 ug/m ³	14 UFC/m ³	21 UFC/m ³	27,2° C	0,23 m/s	83,00%	420 ppm
C7	80 ug/m ³	42 UFC/m ³	81 UFC/m ³	28,7° C	0,51m/s	57,80%	440 ppm
C8	80 ug/m ³	124 UFC/m ³	410 UFC/m ³	31,1° C	0,30 m/s	60,90%	456 ppm
C9	80 ug/m ³	99 UFC/m ³	166 UFC/m ³	29,4° C	0,60m/s	57,70%	481 ppm
C10	80 ug/m ³	3UFC/m ³	371 UFC/m ³	26,5° C	0,35 m/s	76,80%	428 ppm
C11	80 ug/m ³	53 UFC/m ³	145 UFC/m ³	28,8° C	0,44 m/s	62,10%	460 ppm
C12	80 ug/m ³	99 UFC/m ³	247 UFC/m ³	29,3° C	0,40 m/s	66,10%	415 ppm
C13	80 ug/m ³	60 UFC/m ³	368 UFC/m ³	31,1° C	0,38m/s	65,00%	404 ppm
C14	666,66 ug/m ³	81 UFC/m ³	106 UFC/m ³	25,8° C	0,15m/s	85,30%	387 ppm
C15	533,33 ug/m ³	307 UFC/m ³	70 UFC/m ³	26,5° C	0,09m/s	83,30%	428 ppm
C16	3.333,33 ug/m ³	64 UFC/m ³	141 UFC/m ³	28,3° C	0,30m/s	70,90%	376 ppm
C17	80 ug/m ³	124 UFC/m ³	60 UFC/m ³	27,2° C	0,24m/s	79,30%	418 ppm
C18	80 ug/m ³	21 UFC/m ³	42 UFC/m ³	24,3° C	0,93m/s	90,30%	392 ppm
C19	13.333,33 ug/m ³	49 UFC/m ³	74 UFC/m ³	26,3° C	0,13m/s	74,40%	474 ppm
C20	13.333,33 ug/m ³	99 UFC/m ³	321 UFC/m ³	27,2° C	0,29m/s	65,60%	412 ppm
C21	13.333,33 ug/m ³	42 UFC/m ³	39 UFC/m ³	27,3° C	0,78 m/s	67,10%	388 ppm
C22	31.666,66 ug/m ³	39 UFC/m ³	201 UFC/m ³	27,2° C	0,24 m/s	70,40%	387 ppm

11.2 - Aspectos Macroscópicos e Microscópicos dos Gêneros Identificados



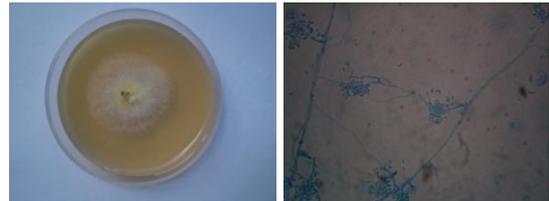
Penicillium sp.



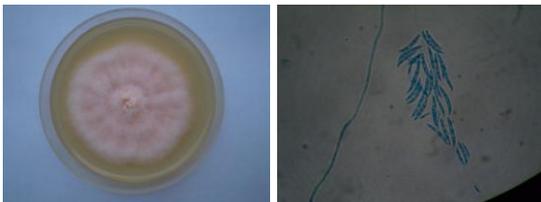
Aspergillus sp.



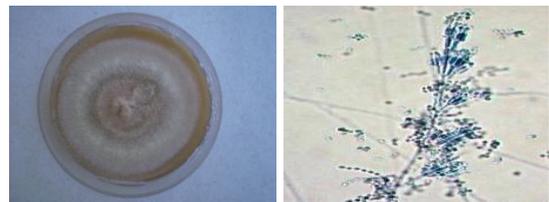
Aureobasidium sp.



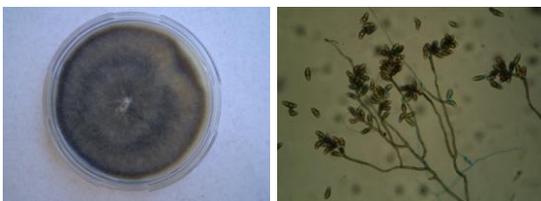
Acremonium sp.



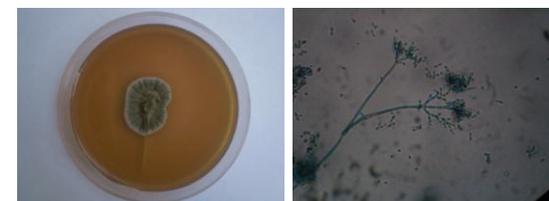
Fusarium sp.



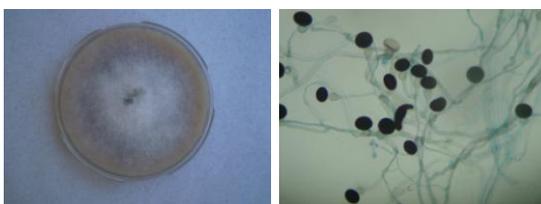
Verticillium sp.



Curvularia sp.



Cladosporium sp.



Nigrospora sp.



Monilia sp.



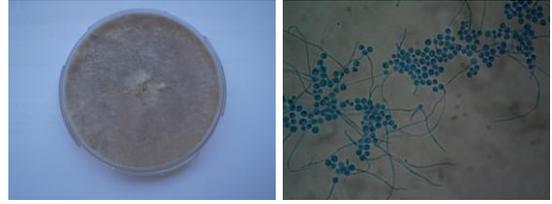
Scopulariopsis sp.



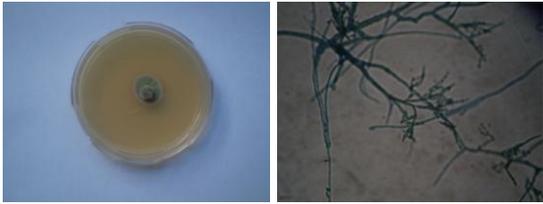
Mycelia sp.



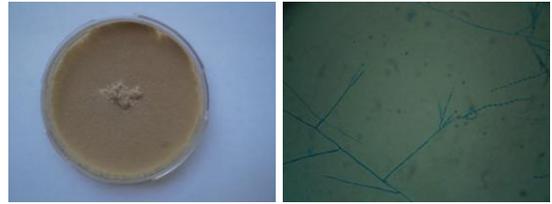
Bipolares sp.



Conidiobolus sp.



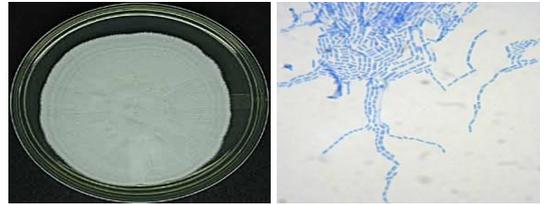
Cladophialofora sp.



Paecilomyces sp.



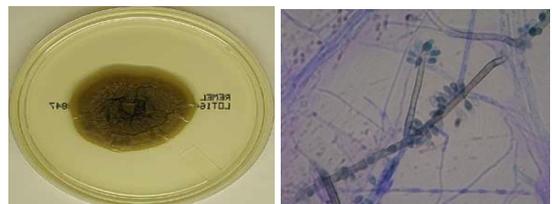
Alternaria sp.



Geotrichum sp.



Chrysosporium sp.



Rhinocladiella sp.



Candida sp.