

# ESTUDO DA PRESENÇA DO FUNGO *Aspergillus sp.* EM AMBIENTE DE CIRCULAÇÃO PÚBLICA – ESTAÇÃO CIÊNCIA/PARQUE TECNOLÓGICO ITAIPU – BR.

Cassiano Ricardo Franco<sup>1</sup>, Bianca Espindola<sup>2</sup>, Adrieli Cristina da Silva<sup>3</sup>, Huei Diana Lee<sup>4</sup>, Leonilda Correia dos Santos<sup>5</sup>, Feng Chung Wu<sup>6</sup>

**Abstract** — *Air is in direct contact with the human beings and is vital to our survive. Thus during the air conditioning process by means of devices, there is dissemination of dust, small drops among others substances. These physical structures carry diverse microorganisms as fungus which may be found in many different places and environments. In knowing the existence of ambient fungus with pathogenic characteristics, in this work, it was carried through a study and an analysis of the dynamics of growth and dissemination of Aspergillus sp. This research will be carried out at the Science Station of the Itaipu Technological Park/BR (EC/PTI – BR).*

**Index Terms** — *Fungi, Aspergillus sp., public environment.*

## INTRODUÇÃO

O homem vive num processo dinâmico de saúde e de doença, atributo esse dependente da exposição ao ambiente a qual vive e da capacidade de adaptação e transformação desse meio. Nesse contexto, teorias são elaboradas com a finalidade de explicar essa dinâmica.

Nos primórdios do século XX uma das teorias mais aceitas foi representada pela teoria miasmática que se caracterizava pela presença de miasmas, emanações presentes no ar que afetavam o organismo e geravam moléstias. Essas emanações eram combatidas pela renovação e circulação do ar [1]. Sob esse pretexto, a preocupação com a qualidade desse meio físico era fundamental para a manutenção da saúde. Esta preocupação se mantém até os dias atuais, pois, por meio do progresso, as mudanças ambientais rápidas e desordenadas tais como desmatamento, aquecimento global, emissão de poluentes atmosféricos e as conglomerações urbanas, trouxeram à tona o tema ambiental como vital para a sobrevivência dos seres vivos. Apesar

desses acontecimentos, a sociedade cria e utiliza os recursos tecnológicos desenvolvidos para promoverem melhores condições de vida. Um exemplo desse fato é o aumento da utilização de condicionadores de ar em diversos ambientes com a finalidade da manutenibilidade de máquinas e acervos bibliográficos e ainda, a promoção do fator conforto disponibilizado [2].

O condicionamento de ar ganha destaque conjuntamente com o desenvolvimento urbano, com as grandes construções verticais, onde ocorre a diminuição de ventilação natural devido à diminuição no tamanho e nos números de janelas. Esse fato acarreta no aumento da probabilidade de surgimento de enfermidades nesses ambientes como doenças respiratórias, alérgicas, infecto-contagiosas entre outras [3].

Neste contexto, o ar é um meio físico vital à sobrevivência dos seres vivos e por meio deste, matérias particuladas, pó e gotículas podem ser carreados conjuntamente com os microorganismos representados por bactérias, vírus, protozoários e fungos. Esses organismos estão presentes naturalmente no meio ambiente e muitas vezes agem como patógenos oportunistas podendo causar enfermidades às pessoas com distúrbios de defesas local ou sistêmico [4].

A qualidade do ar interno é influenciada por fatores como as taxas de ventilação, o número de pessoas que ocupam e circulam no ambiente, a natureza e o grau de atividades exercidas por esses indivíduos nesses espaços [5]. Sob esse escopo, ambientes públicos tornam-se áreas propícias para a presença de microorganismos oportunistas ambientais como os fungos do gênero *Aspergillus sp.*

Assim, conhecendo a existência de fungos ambientais os quais podem apresentar características patogênicas, neste trabalho foi proposto o estudo da utilização dos aparelhos condicionadores de ar focando a dinâmica de crescimento e

[1] Cassiano Ricardo Franco, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Av. Presidente Tancredo Neves, 6731, 85866-900, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, carfranco1@yahoo.com.br

[2] Bianca Espindola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Av. Presidente Tancredo Neves, 6731, 85866-900, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, biancaespindola@gmail.com

[3] Adrieli Cristina da Silva, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Av. Presidente Tancredo Neves, 6731, 85866-900, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, adrieli\_lelinha@hotmail.com

[4] Huei Diana Lee, Laboratório de Bioinformática, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, hueidianalee@gmail.com

[5] Leonilda Correia dos Santos, Laboratório Ambiental Itaipu, Av. Presidente Tancredo Neves, 6731, 85866-900, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, leonilda@itaipu.gov.br

[6] Feng Chung Wu, Laboratório de Bioinformática, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, Fundação Parque Tecnológico de Itaipu, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, Serviço de Coloproctologia da Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil, wufc@pti.org.br

disseminação de fungos representados pelo *Aspergillus sp.*. O ambiente escolhido para o estudo foi a Estação Ciência do Parque Tecnológico Itaipu. Esta Instituição de caráter extensionista recebe grande circulação pública de pessoas principalmente representadas por crianças do ensino fundamental do município de Foz do Iguaçu alcançando uma quantidade média de 15.000 crianças por ano.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Local de Experimentação

A coleta das amostras nos filtros dos condicionadores de ar foi realizada na Estação Ciência – Parque Tecnológico Itaipu/BR, sendo esse material preparado e submetido a análises microbiológicas no Laboratório Ambiental da Itaipu. Posteriormente, a interpretação estatística dos dados foi realizada no Laboratório de Bioinformática – LABI da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE.

O período de estudo ocorreu do dia 23 de Julho ao dia seis de Agosto do ano de 2007.

Todas as coletas e procedimentos foram realizados pelo mesmo pesquisador.

### Materiais

Os materiais utilizados para as etapas do delineamento experimental desse trabalho estão relacionados abaixo:

- Dez filtros dos condicionadores de ar, Springer®, modelo Silentia de 18.000 btus;
- Meios de cultura Sabouraud Agar Dextrose, HIMEDIA®, Lote WA288;
- Contador de colônias eletrônico, Phoenix®, modelo CP600;
- Câmara de fluxo laminar, Trox®, série 1499;
- Termômetro de registro de temperatura, modelo máxima e mínima;
- Estufa de cultura e bacteriologia, BINDER®;
- Balança de precisão, Delta Range®, modelo Mettler AE 260;
- Autoclave vertical, Phoenix®.

### Delineamento Experimental

Dez condicionadores de ar (CA) presentes nas paredes da EC/PTI-BR foram separados em dois grupos (SI e CI) caracterizados de acordo com a incidência de raios solares (TABELA I). Nesse contexto, os aparelhos da parede sul não recebem incidência de luz solar (FIGURA 1-A), enquanto os aparelhos da parede norte recebem incidência de luz solar (FIGURA 1-B).

Durante o trabalho, todos os aparelhos eram ligados diariamente por oito horas e neste período de estudo, os botões destinados ao controle de temperatura permaneceram sempre em uma mesma posição. Para o controle da temperatura, o termômetro foi posicionado em contato direto

com os filtros, com a finalidade de registrar as temperaturas no local de coleta (FIGURA 2).

TABELA I  
REPRESENTAÇÃO DOS GRUPOS DE CONDICIONADORES DE AR.

Estação Ciência – Parque Tecnológico Itaipu/BR	
(Grupo SI) Parede Sul – Condicionadores sem incidência direta de luz solar	(Grupo CI) Parede Norte – Condicionadores com incidência direta de luz solar
SI-1	CI-1
SI-2	CI-2
SI-3	CI-3
SI-4	CI-4
--	CI-5
--	CI-6

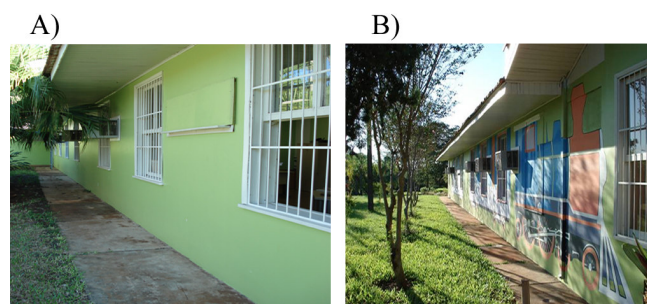


FIGURA 1  
A) PAREDE SUL DA EC/PTI-BR – SEM INCIDÊNCIA DE LUZ SOLAR. B) PAREDE NORTE DA EC/PTI-BR – COM INCIDÊNCIA DE LUZ SOLAR.



FIGURA 2  
POSIÇÃO DO TERMÔMETRO MODELO MÁXIMA E MÍNIMA NO CA.

Em relação às coletas, os filtros dos condicionadores de ar foram divididos em 12 quadrantes (FIGURA 3-B). Sete dias após a lavagem e secagem dos filtros, ocorreu a primeira coleta das amostras em três quadrantes de cada filtro, e no décimo quarto dia, ocorreu novamente a coleta de

materiais em outros três quadrantes (FIGURA 3-A). As amostras foram retiradas da face externa dos filtros e os quadrantes destinados à coleta foram escolhidos aleatoriamente.

Para a realização da coleta em cada quadrante, foi utilizado um swab estéril e o método de coleta seguiu os procedimentos abaixo:

- Pesagem dos swabs antes da coleta;
- Coleta das amostras nos quadrantes previamente determinados;
- Pesagem dos swabs após a coleta;
- Introdução do material coletado em tubos de ensaio estéreis contendo cinco mililitros de solução salina a 0,9 %.

Após esses procedimentos, foi realizada a semeadura de dez microlitros das amostras em meios de cultura Sabouraud Águar Dextrose, utilizando a técnica *spread plate* (técnica de espalhamento em superfície). Posteriormente, ocorreu o posicionamento dos meios de cultura em estufa com temperatura variando entre 23° C e 26° C, durante três dias.

A contagem das colônias de *Aspergillus sp.* foi realizada utilizando-se contador eletrônico de colônias e os resultados foram analisados aplicando-se o teste *t* não-pareado com nível de significância de 5% ( $p = 0,05$ ). Para esse fim, utilizou-se do aplicativo GraphPad InStat®.

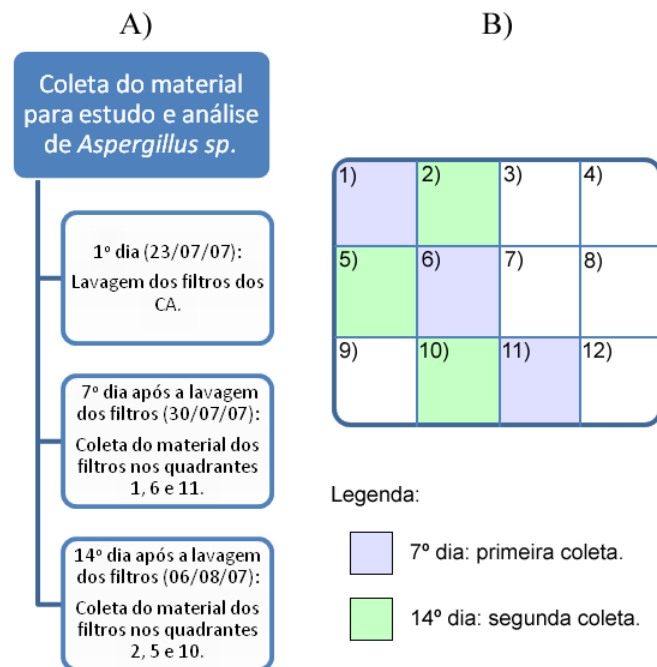


FIGURA 3

REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA: A) DELINEAMENTO EXPERIMENTAL; B) FILTRO DE CA COM OS RESPECTIVOS QUADRANTES.

## RESULTADOS

Os *Aspergillus sp.* foram encontrados em todos os filtros de condicionadores de ar avaliados da EC/PTI-BR.

Os resultados obtidos dos condicionadores de ar número três e seis da parede norte foram descartados, devido a problemas operacionais nos aparelhos.

Os dados referentes à pesagem dos swabs após a coleta não apresentaram diferença significativa no 7º dia ( $p = 0,9$ ) e no 14º dia ( $p = 0,27$ ).

Os valores da quantidade total de colônias de *Aspergillus sp.* referentes aos quadrantes dos filtros dos condicionadores de ar, no intervalo do 7º e 14º dia, estão representados na TABELA I.

Os filtros dos condicionadores de ar expostos à incidência de luz solar apresentaram maior número de colônias de *Aspergillus sp.* (TABELA II).

TABELA I

CRESCIMENTO TOTAL DE COLÔNIAS DE *ASPERGILLUS SP.*, DAS AMOSTRAS COLETADAS DOS FILTROS DE CA DA EC/PTI – BR, NO INTERVALO DO 7º E 14º DIA.

Número do aparelho CA	Quadrantes dos filtros no 7º dia				Quadrantes dos filtros no 14º dia			
	1	6	11	Total	2	5	10	Total
1-CI	17	19	12	48	05	08	08	21
2-CI	13	14	17	44	10	09	12	31
4-CI	15	19	15	49	11	07	11	29
5-CI	12	15	16	43	06	05	08	19
1-SI	13	20	13	46	08	08	07	23
2-SI	09	09	18	36	01	05	04	10
3-SI	13	10	13	36	02	06	09	17
4-SI	14	10	09	33	07	02	05	14

TABELA II

TOTAL DE COLÔNIAS DE *ASPERGILLUS SP.* DAS AMOSTRAS COLETADAS DOS FILTROS DE CA DA EC/PTI – BR, NO INTERVALO DO 7º E 14º DIA.

Dia	Total de colônias nos CA CI	Total de colônias nos CA SI	p-valor
7º dia	184	151	$p=0,0366$
14º dia	100	64	$p=0,0076$

## DISCUSSÃO

O conforto proporcionado pelos condicionadores de ar é importante na climatização de ambientes, principalmente em regiões de clima quente. Além do conforto proporcionado por esses aparelhos, existem efeitos e mecanismos nocivos diretamente relacionados ao seu uso como a disseminação de microrganismos por meio de partículas. Assim, a coleta do material foi obtida dos filtros dos condicionadores de ar da Estação Ciência/Parque Tecnológico Itaipu – BR.

A EC/PTI – BR é considerado um centro de ciências interativo que realiza exposições na área de física, matemática, informática, biologia e tem como objetivo

popularizar, disseminar e promover a educação científica principalmente aos alunos do ensino fundamental, com idade entre sete e 12 anos. Em um trabalho sobre dermatose fúngica em couro cabeludo de crianças de Goiânia, foi demonstrado que lesões presentes nessa região apresentaram maior frequência em crianças de três a 13 anos. O predomínio dessa enfermidade está relacionado principalmente com a ausência de ácidos graxos de cadeia média (C8-C12) que inibem o desenvolvimento de dermatófitos no hospedeiro [6]. Desse modo, é de notório saber que esses infantes apresentam a defesa imunológica ainda em desenvolvimento, sendo assim, mais susceptíveis a infecções.

Seguindo a mesma linha de avaliação, em [7] foi estudado a hipersensibilidade a fungos em crianças asmáticas, de seis a 10 anos de idade e pôde ser observado que das 13 crianças as quais configuraram a casuística, doze delas apresentaram respostas alérgicas. Neste mesmo trabalho, dentre os extratos fúngicos testados, o de *Aspergillus mix* apresentou-se com maior positividade, ou seja, em sete crianças. No levantamento domiciliar, a espécie encontrada com maior quantidade foi também representada pelo *Aspergillus sp.*

Na relevância em relação ao local de trabalho, o número de pessoas circulantes nos ambientes públicos e coletivos está relacionado com a veiculação e o aumento de partículas que carregam os microorganismos patogênicos.

No presente trabalho na semana que antecedeu a primeira coleta, a qual apresentou maior gradiente de crescimento de colônias de *Aspergillus sp.*, a EC/PTI-BR recebeu ao total 307 visitantes. No entanto, na semana seguinte que precedeu a segunda coleta, por motivos operacionais, circularam apenas 37 pessoas. Esta diminuição de visitantes pode ser o fator causal do menor crescimento de *Aspergillus sp.* de acordo com as análises experimentais.

Nesse sentido, em [8], identificando-se as microbiotas fúngicas em ambientes considerados assépticos, foi analisado o crescimento fúngico em relação ao ambiente aberto, ao ambiente fechado sem filtração de ar e também o ambiente fechado com filtração de ar. Na análise dessas microbiotas antes e após o período de atividades dos empregados, foi concluído que ocorreu um aumento no número de colônias isoladas após o expediente de trabalho, enquanto no ambiente fechado com filtração do ar, obteve um número reduzido de colônias. Nos ambientes fechados sem filtração e no ambiente aberto, ficou caracterizada a veiculação expressiva de esporos fúngicos, demonstrando assim, que o número de pessoas está diretamente relacionado com a presença de seres microscópicos no meio em que se vive.

Por meio da metodologia aplicada, nos períodos de coleta que compreenderam o estudo, ou seja, no sétimo dia e no 14º dia, após a limpeza, os filtros de condicionadores de ar encontrados em parede com incidência direta de luz solar apresentou maior crescimento de *Aspergillus sp.* (7º dia – p-valor=0,0366 e 14º dia – p-valor=0,0076) quando

comparado com os filtros dos aparelhos instalados na parede sem incidência de luz solar direta.

Em relação à temperatura, considera-se que a maioria das espécies de *Aspergillus sp.* cresce e esporula adequadamente na temperatura 25º C [9]. O controle dessa grandeza física, foi feito posicionando o termômetro com marcação de máxima e de mínima, o mais próximo possível do local de coleta das amostras. Esse procedimento teve como finalidade determinar a faixa de variação da temperatura no local do filtro que oscilou entre 21ºC e 23ºC demonstrando homogeneidade. Depois do período de funcionamento que compreendia das nove horas às 17 horas, os aparelhos permaneceram desligados até o dia seguinte.

Acredita-se que em paredes com incidência direta de luz solar, ocorre o “armazenamento” de energia térmica que, paulatinamente, durante o período noturno, é transferida para os materiais e componentes pertencentes a ela como as janelas, portas e condicionadores de ar. Desse modo, durante o funcionamento do aparelho, a temperatura que rege o ambiente interno é caracterizada pela temperatura interna da área do edifício e, conseqüentemente, os filtros de condicionadores de ar também apresentam temperaturas similares, pois o ar filtrado é proveniente desse ambiente. Durante o período de não funcionamento do aparelho, ou seja, após as 17 horas, a parede com incidência direta de luz solar com energia térmica acumulada durante o dia, promove a dissipação de calor principalmente para os condicionadores de ar inseridos nela, possibilitando assim, um ambiente favorável ao crescimento de fungos.

De acordo com o escopo acima, o ganho de calor de um edifício está relacionado com critérios como a constituição física, a finalidade e a localização do edifício e a orientação geográfica. A carga térmica relacionada com a localização e a orientação geográfica predial se dá principalmente ao ganho de calor por insolação [10].

A termo-acumulação é importante para a diferenciação do ganho de calor instantâneo e a capacidade de refrigeração do ambiente em um determinado instante. A entrada de calor pode ser por radiação solar através de superfícies transparentes ou translúcidas, pelo calor conduzido por paredes e telhados, pelo calor gerado no interior do ambiente por ocupantes, luzes e equipamentos e por fim, pela infiltração de ar e de ar de renovação [11].

Todas as coletas e procedimentos de análise foram realizados pelo mesmo pesquisador para que ocorresse a homogeneização das amostras estudadas. Em relação ao atributo homogeneidade, a lavagem dos filtros de ar seguiu um delineamento metodológico que manteve a mesma pressão, tempo e direção do jato de água assim como das manobras de secagem. Assim, em relação à filtragem de ar, [12] considera como um dos requisitos mais importantes em sistema de ar condicionado, a filtragem, pois é através desse processo que se obtém a pureza do ar.

Nesse contexto, os ambientes internos apresentam características próprias e, em relação ao índice de geração de poluição local, o fator mais importante é a deficiência na

ventilação do espaço [13]. Neste ínterim, o ambiente interno é caracterizado pela recirculação de quantidade de ar não tratado, acrescido de baixa parcela de ar externo [14].

Neste trabalho, além dos cuidados referentes à limpeza dos filtros, foram tomados cuidados também na pesagem dos swabs antes e após cada coleta. Esse procedimento foi realizado para a certificação de que a técnica de coleta de amostras seguiu um padrão de direcionamento e força para a obtenção de uma quantidade semelhante de materiais, tendo com sete dias ( $p=0,9$ ) e com 14 dias ( $p=0,27$ ).

Atualmente, existe somente normatização retratando os valores referentes à concentração de fungos no ar "indoor" por meio da Unidade Formadora de Colônia (UFC/m<sup>3</sup>). Além disso, não existem normas oficiais publicadas sobre a concentração aceitável de colônias de fungos em condicionadores de ar em locais de circulação pública. Existe ainda carência de estudos científicos relacionados com a descrição detalhada de técnicas de coleta e de semeadura de materiais presentes nos filtros de condicionadores de ar.

## CONCLUSÃO

Por meio da análise dos resultados, este trabalho permitiu concluir que:

- Existe a presença de fungos *Aspergillus sp.* em todos os filtros de ar condicionado no ambiente de circulação pública EC/PTI – BR;
- Existe um maior crescimento de colônias de *Aspergillus sp.* coletados das amostras dos filtros de condicionadores de ar instalados na parede que recebeu incidência direta de luz solar na EC/PTI-BR;
- Na EC/PTI-BR, no período em que ocorreu maior visitação pública durante a experimentação, originou elevação no crescimento de *Aspergillus, sp.*

## AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Desenvolvimento Tecnológico Avançado do Parque Tecnológico Itaipu (PDTA/PTI – BR) pelo fomento da bolsa de pesquisa durante o trabalho.

## REFERÊNCIAS

- [1] COSTA, M. C. L., "A cidade e o pensamento médico: uma leitura do espaço urbano", *Mercator: revista de Geografia da Universidade Federal do Ceará*, 2002, ano 1.
- [2] SANTOS, L. C.; PENKAL, M. L., "Ar condicionado em hospitais", *VI Encontro Brasileiro de Higienistas Ocupacionais*, 1999.
- [3] STERLING, T. D.; COLLETT, C.; RUMEL, D., "A epidemiologia dos "edifícios doentes"". *Rev. Saúde Pública*, 1991, v. 25.
- [4] COURA, J.R., "Endemias e meio ambiente do século XXI", *Cadernos de saúde Pública*, 1992, v.8.
- [5] PELCZAR JR., M. J.; CHAN, E. C. S.; KRIEG, N. R., "Microbiologia: conceitos e aplicações", *Makron Books*, 1996.
- [6] DIAS, T.; FERNANDES, O. F. L.; SOARES, A. J.; PASSOS, X. S.; COSTA, M.; et al., "Tinha do couro cabeludo em crianças de Gioânia,

Brasil", *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 2003, v. 36.

- [7] OSORIO, A. C. A.; LYRA, N. R. S.; SARINHO, E. S. C., "Hipersensibilidade a fungos em crianças asmáticas de uma comunidade do Recife, Pernambuco", *Rev. Brasileira Saúde Materna e Infantil*, 2006, v. 6.
- [8] ALMEIDA, M. E. S.; MARTINI, M. H.; PORTO, E.; CAMARGO, A. M. M.; RIZZO, E.; et al., "Identificação da microbiota fúngica de ambientes considerados assépticos". *Rev. Saúde Pública*, 1988, v. 22.
- [9] LACAZ, C. S.; PORTO, E.; HEINS-VACCARI, E. M.; MELO, N. T., "Guia para identificação: fungos, actinomicetos, algas de interesse médico", *SARVIER*, 1998.
- [10] KARASHIMA, T. M., "Avaliação de diferentes ferramentas para o cálculo de carga térmica e sua aplicação na análise de edifícios", *Trabalho de conclusão de curso da Universidade de Brasília*, 2006.
- [11] BORDUNI, R.; PIMENTA, J., "Análise do impacto de elementos de sombreamento externo sobre a carga térmica de edificações". *X Congresso Brasileiro de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação, Aquecimento e Tratamento de Ar*, 2007.
- [12] GONTIJO-FILHO, P.P.; SILVA, C. R. M.; KRITSKI, A.L., "Ambientes climatizados, portaria 3.523 de 28/08/1998 do Ministério da Saúde e padrões de qualidade do ar interior do Brasil", *J. Pneumologia*, 2000, v. 26.
- [13] CROCE, M.; VASCONCELOS, D. M.; MANSO, E. R. C.; DUARTE, A. J. S., "Poluição ambiental e alergia respiratória", *Revista da Faculdade de Medicina da USP de Ribeirão Preto*, 1998, v. 1.
- [14] DANTAS, E. H. M., "Ar condicionado vilão ou aliado? Uma revisão crítica". *Revista Brasindoor*, 1998, v.9.