

## DIVULGAÇÃO TÉCNICA

# DIVERSIDADE DE BIOAEROSÓIS PRESENTES EM AMBIENTES URBANIZADOS E PRESERVADOS DE UM CAMPUS UNIVERSITÁRIO

L.D.M. Pantoja\*, M.S. Couto, G.C. Paixão

Universidade Estadual do Ceará, Instituto Superior de Ciências Biomédicas Costa, Laboratório de Microbiologia, Av. Paranjana, 1700, CEP 60740-903, Fortaleza, CE, Brasil. E-mail: lydiapantoja@bol.com.br

### RESUMO

Os bioaerossóis são partículas de origem biológica suspensas no ar, tendo como importantes constituintes os fungos anemófilos. O conhecimento da microbiota aérea de um dado local é determinante para o diagnóstico ecológico, monitoramento da contaminação do ar e tratamento de alergias. A presente pesquisa se propôs a estabelecer a microbiota fúngica e verificar possíveis impactos das diferenças sazonais sobre o espectro fúngico. Para isso realizou-se a identificação e contagem das colônias dos fungos presentes no ar de diferentes ambientes do Campus do Itaperi/UECE. Foram analisadas 50 amostras de ar das quais se isolou 4.086 colônias pertencentes a 18 gêneros, sendo os mais incidentes *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp. e *Fusarium* sp. Observaram-se relações positivas entre o número de colônias e os ambientes analisados, sendo a sala de aula o ambiente mais biocontaminado, porém não se encontrou correlação com a sazonalidade. Constatou-se que a diferença na concentração do ar devia estar mais relacionada com os desequilíbrios das atividades humanas, do que com as condições climáticas da região.

PALAVRAS-CHAVE: Aerobiologia, bioaerossóis, fungos anemófilos, *Aspergillus* sp.

### ABSTRACT

DIVERSITY OF THE BIOAEROSOLS PRESENT IN URBANIZED ENVIRONMENT AND PRESERVES OF A UNIVERSITY CAMPUS. The bioaerosols are particles of biological origin suspended in the air, having as important constituents the airborne fungi. The knowledge of the airborne mycota in a certain site is determinative for ecological diagnosis, measuring of air contamination and allergy treatments. This study was carried out to establish the mycota and verify possible impacts of seasonal differences on fungal community. For this, it was performed identification and counting of fungi colonies existed in the air environment of different sites at UECE/Itaperi Campus. The analyses carried through 50 air samples, which were isolated 4,086 colonies belonging to 18 genera, being the most incidents *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp. e *Fusarium* sp. Positive relations between the number of colonies and the analyzed environments were observed, being the classroom the most biocontaminated environment, although correlations with seasonal changes were not observed. It was evidenced that the difference in air concentration should be more related to the unbalance in human activities than to the climatic conditions of the region.

KEY WORDS: Aerobiology, bioaerosols, airborne fungi, *Aspergillus* sp.

O aumento da contaminação do ar, em especial nos grandes centros urbanos, tem se tornado cada vez mais importante como fonte de agravo à saúde do homem e dos demais seres vivos.

A Aerobiologia é a ciência que estuda os organismos biológicos presentes no ar (viáveis ou não-viáveis), suas origens, o transporte e a deposição em relação às condições meteorológicas e seus impactos sobre seres humanos, animais ou plantas (MOREAU, 1994; BIEVRE, 1998; MAIN, 2003). Em interação com

outras ciências, como a biologia, fisiologia vegetal, micologia e meteorologia formam o alicerce básico para estudar a produção, a liberação, o transporte e a deposição de bioaerossóis.

Os bioaerossóis são definidos como partículas de origem biológica, suspensas no ar (CAVINATTO, 1991). São numerosos e diversificados, compreendendo vírus, bactérias, fungos, cistos de protozoários, grãos de pólen, fragmentos de plantas e insetos. Essas partículas biológicas podem perfazer de 10 a 50% da massa

\*Iniciação Científica, Curso de Ciências Biológicas.

total do ar, dependendo da estação do ano e da localização geográfica. O tamanho das partículas pode variar de  $0,01\mu\text{m}$  até mais de  $100\mu\text{m}$ , sendo que os vírus correspondem às menores partículas biológicas, enquanto os grãos de pólen apresentam partículas entre  $10\text{-}150\mu\text{m}$  (MADELIN, 1994; WESTBROOK & ISARD, 1999; BURGE, 2002; MAIN, 2003).

A colonização do ar está diretamente relacionada às condições do ambiente, de forma que os microrganismos variam em qualidade e quantidade, dependendo do local analisado, podendo ainda ser, distintos dois tipos de microbiota aérea: de ambientes fechados e de ambientes abertos (PEI-CHIN *et al.*, 2000a; PASTUSZKA *et al.*, 2000; HUANG *et al.*, 2002).

Doenças infecciosas e não infecciosas induzidas pela inalação de diferentes bioaerossóis dependem não apenas de suas propriedades biológicas e composição química, mas também do número de partículas inaladas e sítio em que se depositam no sistema respiratório. Aerossóis maiores que  $10\mu\text{m}$  possuem baixa probabilidade de atravessar a região nasal, os com diâmetro de  $5\text{-}10\mu\text{m}$ são depositados no sistema respiratório superior e as partículas menores que  $5\mu\text{m}$ , designadas de frações respiratórias, são capazes de penetrar nos alvéolos, causando infecções, reações alérgicas e outras doenças graves (PASTUSZKA *et al.*, 2000).

Problemas respiratórios podem estar diretamente relacionados com a inalação de aeroalérgenos. Como forma usual de dispersão, os fungos produzem propágulos que são estruturas muito leves e utilizam o ar como veículo de transporte, de forma que estão sempre presentes nesse meio. Os fungos são organismos de ampla distribuição e adaptados a vários ambientes, sendo encontrados em quase todos os ecossistemas existentes no planeta (ALEXOPOULOS *et al.*, 1996). Segundo AZEVEDO (1997) estes microrganismos despertam grande interesse prático e científico devido as suas características biológicas (saprofíticos, parasitas e simbiontes), sendo considerados assim seres ubiquitários, que podem facilmente utilizar substâncias simples para o seu crescimento.

Os fungos que comumente habitam o ambiente aéreo são denominados fungos anemófilos ou alergizantes, pertencentes a diversos gêneros e espécies.

Alguns estudos como os realizados por PEI-CHIN *et al.* (2000b), mostraram que a exposição a fungos do ar parece estar associada ao desenvolvimento de várias doenças respiratórias. Assim, muitas asmas ditas "de clima" estão na dependência ou em relação íntima com a flora micótica do ar, existindo, ainda outras patologias como aspergilose, pneumonite por hiper-sensibilidade, rinite e algumas reações tóxicas, como toxicose sistêmica aguda, além de micoses com graus variados de dificuldade de tratamento (REPONEN *et al.*, 1996). Tais problemas culminam com a ausência de

estudantes à escola e profissionais ao trabalho, ou a baixa produtividade em hospitais e ambientes ocupacionais (LI; KUO, 1992).

Diferentes investigações de campo sugerem que a distribuição fúngica, em termos de concentrações e composições genéricas, variam entre as áreas geográficas, sendo também influenciadas por fatores ambientais sazonais e climáticos (PEI-CHIN *et al.*, 2000a; HUANG *et al.*, 2002).

Apesar da necessidade de monitoração dos níveis de bioaerossóis na avaliação dos riscos para a saúde, diferenças entre amostradores automáticos e técnicas de cultivo dificultam a comparação dos resultados. No momento, não existe limite microbiológico de exposição ocupacional (EDUARD & HEEDERIK, 1998).

Há numerosas propostas para determinação dos Valores Máximos Aceitáveis (VMA) ou de conjuntos de valores que classifiquem as condições ambientais, com relação aos marcadores epidemiológicos (fungos e bactérias), através de padrões ou normas, indicados por Órgãos Governamentais, Órgãos e Sociedades Científicas ou Privadas ou ainda através de projetos de pesquisa, experiência profissional ou consenso científico. Observa-se, porém, que essas propostas não são uniformes, sugerindo a possibilidade de variações decorrentes de variáveis macro-geográficas, climáticas e até mesmo sócio-econômicas e tecnológicas (RAO *et al.*, 1996).

No Brasil, o Conselho Nacional do Meio Ambiente, por meio da Resolução nº 3, de junho de 1990, estabelece os padrões de qualidade do ar nos ambientes externos que, ultrapassados, poderão afetar a saúde, a segurança e o bem-estar da população. No tocante às partículas inaláveis, os padrões primários e secundários são concentração média anual de  $50\mu\text{g}/\text{m}^3$  e concentração de  $150\text{ g.m}^{-3}.\text{dia}^{-1}$ , que não deve ser excedida mais de uma vez por ano (CONAMA, 1990). Enquanto que para os níveis de contaminantes biológicos do ar de interiores, que variam enormemente em função do tempo e espaço, não existem métodos e padrões amplamente aceitos no país.

A despeito da reconhecida participação dos fungos em quadros de hipersensibilidade do trato respiratório, as publicações sobre a presença desses seres na atmosfera das cidades brasileiras ainda são reduzidas (GOMPERTZ *et al.*, 1999). Com isso, atualmente, há grande dificuldade na caracterização de certas doenças respiratórias, fato que pode ser parcialmente explicado pelo desconhecimento da microbiota fúngica a que as populações estão expostas.

Assim, estudos sistematizados e periódicos da microbiota aérea poderão permitir avanços no diagnóstico e desenvolvimento de novos métodos de abordagens de diferentes patologias. Desta forma, a presente pesquisa ao realizar estudos em áreas urbanizadas e preservadas do Campus do Itaperi

contribui para verificação dos possíveis impactos das diferenças sazonais do semi-árido nordestino sobre o espectro fúngico, bem como acrescenta informações que possam ajudar em uma maior divulgação da aerobiologia em nosso país.

### **Coleta de amostras**

#### **a) Caracterização dos locais de coleta**

O experimento foi realizado no Campus do Itaperi da Universidade Estadual do Ceará (UECE) situado a 03° 47' S de latitude e 038° 33' W de longitude, correspondendo a uma área física total de 1.020.791 m<sup>2</sup>, localizado no Bairro do Itaperi, pertencente à Secretaria Regional IV da Cidade de Fortaleza, Ceará. A área de estudo possui uma população de transeuntes de aproximadamente 12.000 pessoas por dia.

Dentro do Campus foram selecionados cinco locais, determinados por apresentarem características próprias, a saber: a Biblioteca Central e o Almoxarifado Central por serem ambientes aéreos estáticos, úmidos e quentes que favorecem a proliferação dos fungos anemófilos; a Sala de Aula I-03 por se localizar em um local centralizado dentro do Campus e possuir ocupação nos três turnos; a Praça de Alimentação por apresentar um elevado trânsito de transeuntes e uma Área Preservada localizada ao sul do Campus, ainda sem construções humanas e com pequena presença de transeuntes.

#### **b) Método de coleta**

Para a coleta das amostras foi utilizado o método da sedimentação passiva em placas de Petri de 150 mm de diâmetro, contendo ágar Sabouraud com 2% de dextrose, acrescido de cloranfenicol.

Cada placa foi exposta por 12h, das 8 às 20h, em cada um dos cinco ambientes a uma altura de 2 m acima do solo, próximo à área de respiração humana (PEI-CHIN *et al.*, 2000a).

Coletas mensais foram realizadas entre os meses de agosto de 2004 a maio de 2005, em cada um dos locais perfazendo um total de 50 amostras. O período de coleta foi dividido em dois grupos: Grupo I (agosto a dezembro/2004) e Grupo II (janeiro a maio/2005), o que corresponde no Estado do Ceará às estações seca e chuvosa, respectivamente.

Os dados climáticos do Campus do Itaperi referentes às temperaturas máximas e mínimas, a média da umidade relativa do ar e a média da precipitação atmosférica durante o período de coletas foram obtidos junto à Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCME).

### **Processamento laboratorial**

Após o período de exposição, as placas foram vedadas com uma fina película de plástico e incubadas

das à temperatura de 25 - 28°C durante uma semana, realizando-se observações diárias. A partir do aparecimento de colônias fúngicas procedeu-se à contagem das mesmas nas placas provenientes de cada ambiente.

Após a contagem global, realizou-se uma triagem, através das características macroscópicas, de todos os diferentes tipos de colônias, as quais foram, em seguida, repicadas individualmente para tubos com ágar Sabouraud com 2% de dextrose, acrescido de cloranfenicol. Depois de purificadas, as colônias foram identificadas mediante a análise conjunta dos aspectos macro-morfológicos e micromorfológicos segundo metodologia preconizada por SIDRIM *et al.* (2004) e HOOG *et al.* (2000).

### **Análise dos Dados**

Os dados foram analisados através de estatísticas descritivas, análise de variância e teste de Tukey para comparação das médias.

A contagem global de colônias de todos os ambientes resultou em 4.086 colônias de fungos. A Sala de Aula I-03 se destacou como o local com maior número de colônias (1.260), enquanto que na Área Preservada houve o crescimento de apenas 354 colônias. Na Tabela 1 percebe-se a relação existente entre o número total de colônias e o local selecionado para a coleta, onde os locais com maior movimentação de pessoas e disponibilidade de substratos orgânicos foram mais colonizados por fungos que áreas com poucas atividades humanas. Esses achados se coadunam aos de TERESA *et al.* (2001), que realizaram pesquisa sobre a concentração microbiana e a influência de alguns fatores ambientais na dispersão de bioaerossóis em cômodos específicos do Prédio Tradicional da Faculdade de Ciências Farmacêuticas - UNESP, demonstrando que a concentração desses bioaerossóis em ambientes internos populoso é superior a observada em ambientes onde existe menor circulação de pessoas.

Foram isolados 18 gêneros fúngicos, sendo que os gêneros *Aspergillus* sp., presente em 39 amostras (78%), *Penicillium* sp. (15 amostras - 30%) e *Fusarium* sp. (11 amostras - 22%) os mais comumente encontrados. Os demais gêneros foram observados com menor freqüência conforme demonstrado na Figura 1. Os hifomicetos não identificados até gênero (4%) foram incluídos na ordem *Agonomycetales* (*Mycelia sterilia*).

No tocante a composição do espectro de fungos anemófilos, este é formado predo-minantemente por deuteromicetos filamentosos hialinos. O único representante do grupo das leveduras foi o gênero *Candida* sp., presente em 2% das amostras. Entre estudos aerobiológicos realizados em países temperados apontam os fungos demáceos, em especial o gênero *Cladosporium* sp., como os membros preponderantes

no ar e na poeira (SOLOMON *et al.*, 2006). No presente estudo, a incidência de fungos demáceos foi pequena, representada pelos gêneros: *Curvularia* sp., *Cladosporium* sp., *Bipolaris* sp. e *Exserohilum* sp., isolados em 10%, 4%, 2% e 2% das amostras, respectivamente.

Tabela 1 - Freqüência absoluta e média ± desvio padrão (sd) de colônias por local de coleta.

Local de coleta	Freqüência absoluta de colônias	Média ± Sd
Sala de Aula I-03	1.260	86,0 ± 52,8
Biblioteca Central	1.046	35,4 ± 30,6
Almoxarifado Central	860	56,6 ± 52,47
Praça de Alimentação	566	104,6 ± 73,1
Área Preservada	354	126,0 ± 67,2
Total	4.086	-

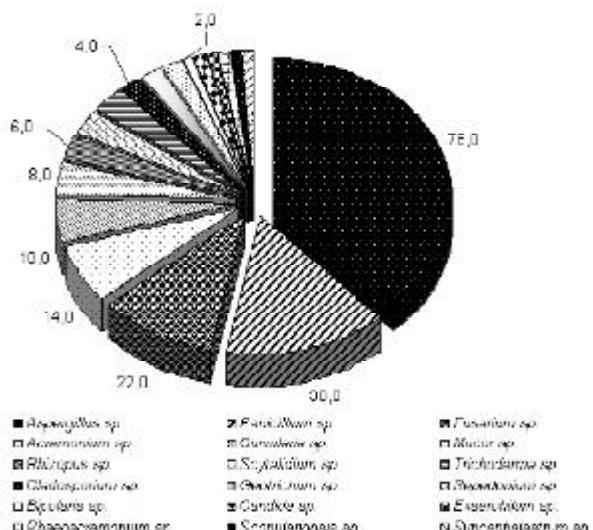


Fig. 1 - Participação relativa (%) dos principais gêneros fúngicos isolados nos diversos ambientes analisados.

Segundo LACAZET *et al.* (2002), os gêneros *Alternaria*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Ustilago*, *Paecilomyces*, *Scopulariopsis*, *Gliocladium*, *Verticillium*, *Trichoderma*, *Diplosporium*, *Trichothecium*, *Graphium*, *Streptomyces*, *Rhizopus*, *Acremonium*, *Mucor*, *Helminthosporium*, *Pullularia*, *Hemispora*, *Pleospora*, *Pestalotia*, *Monilia*, *Chaetomium*, *Teichospora*, *Aspergillus*, *Penicillium* e *Rhodotorula* são os principais componentes fúngicos do ar e da poeira, deste modo a maioria dos gêneros ora isolados encontram-se dentro do esperado para esse habitat.

Embora a Sala de Aula I-03 tenha se caracterizado como o ambiente com o maior número de colônias não

existe na literatura respaldo para uma possível comparação dos dados presentes nesta pesquisa, estando disponíveis apenas dados referentes ao ambiente com o segundo maior número de colônias que foi a Biblioteca Central.

Assim, ao analisar especificamente a distribuição dos fungos no ar da Biblioteca Central da UECE, encontrou-se *Acremonium blochii*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus* sp., *Fusarium cladosporium*, *Fusarium* sp., *Mycelia sterilia*, *Mucor* sp., *Penicillium* sp., *Rhizopus* sp. e *Scytonidium hyalinum*. em diferentes percentuais. GAMBALE *et al.* (1993) realizando trabalho de pesquisa da microbiota fúngica do ar e de livros em 28 bibliotecas da Universidade de São Paulo, verificaram que os fungos mais freqüentes nesses locais pertencem aos gêneros *Cladosporium* sp., *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp., *Rhodotorula* sp., *Epicoccum* sp., *Aureobasidium* sp., *Neurospora* sp., *Trichoderma* sp., *Rhizopus* sp., *Phoma* sp., *Monascus* sp., *Curvularia* sp., *Alternaria* sp., *Penicillium* sp., *Geotrichum* sp., *Acremonium* sp., e outros não-esporulados (*Mycelia sterilia*). Embora a concentração total de fungos na Biblioteca Central da UECE seja elevada, a diversidade de gêneros é bem menor do que o descrito na literatura, havendo divergência ainda nos gêneros mais incidentes, uma vez que diferentemente de outros estudos nacionais semelhantes, o gênero *Aspergillus* sp. foi o mais isolado nesse ambiente.

Fungos hialinos da família *Moniliaceae*, representados pelos gêneros *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp. e *Acremonium* sp. foram únicos presentes em todos os ambientes (Tabela 2), possivelmente motivados por sua ampla distribuição ubiquitária.

O predomínio do gênero *Aspergillus* sp. como principal componente da microbiota fúngica da Cidade de Fortaleza, CE, já havia sido descrito por MENEZES *et al.* (2004), os quais fazendo um estudo em dez bairros da cidade de Fortaleza, usando também a técnica da sedimentação passiva em placas de Petri com período de exposição de 15 minutos, catalogaram 1.521 colônias de 24 gêneros diferentes, sendo *Aspergillus* sp. (44,7%) o de maior freqüência.

No tocante as condições climáticas os Grupos I e II apresentaram, respectivamente, média da temperatura máxima de 29,74° C e 30,00° C; média da temperatura mínima de 26,32° C e 26,68° C; média da umidade relativa do ar de 66,68 e 73,39 e média da precipitação atmosférica 0,06 mm e 1,7 mm, não sendo possível constatar nenhuma relação significativa entre a composição quantitativa global de colônias fúngicas com os períodos climáticos analisados, visto que a média dos períodos não foi considerada significante, pois apresentaram um coeficiente de variação (CV) superior ou muito próximo a 50% (Tabela 3), assim sendo, não foi possível

estabelecer diferenças de distribuição e quantificação fúngica em relação a sazonalidade, o que provavelmente pode ser explicado pela ausência de estações climáticas bem definidas no Estado do Ceará.

Tabela 2 - Distribuição de freqüência absoluta de gêneros fúngicos por ambiente.

Gênero fúngico	AS	BC	AC	PA	AP
<i>Aspergillus</i> sp.	10	9	9	5	6
<i>Penicillium</i> sp.	3	3	4	3	2
<i>Fusarium</i> sp.	6	3	1	1	-
<i>Acremonium</i> sp.	1	1	3	1	1
<i>Curvularia</i> sp.	1	-	3	-	1
<i>Mucor</i> sp.	1	2	1	-	-
<i>Rhizopus</i> sp.	-	2	1	-	-
<i>Scytalidium</i> sp.	-	1	-	1	1
<i>Trichoderma</i> sp.	2	-	1	-	-
<i>Cladosporium</i> sp.	-	-	2	-	-
<i>Geotrichum</i> sp.	1	-	-	1	-
<i>Mycelia sterilia*</i>	-	1	1	-	-
<i>Sepedonium</i> sp.	-	-	1	1	-
<i>Bipulares</i> sp.	-	-	-	1	-
<i>Candida</i> sp.	1	-	-	-	-
<i>Exserohilum</i> sp.	-	-	1	-	-
<i>Phaeoacremonium</i> sp.	1	-	-	-	-
<i>Scopulariopsis</i> sp.	-	-	-	-	1
<i>Syncelplastum</i> sp.	-	-	-	-	1

Legenda: SA - Sala de Aula I-03; BC - Biblioteca Central; AC - Almoxarifado Central; PA - Praça de Alimentação e AP - Área Preservada.

\*ordem *Agonomycetales*

Tabela 3 - Número total de colônias desenvolvidas durante o período seco (Grupo I) e chuvoso (Grupo II).

Período	Nº de colônias	Média ± sd	CV (%)
Grupo I	2.350	69,44 ± 29,18	42,02
Grupo II	1.736	94,00 ± 84,60	90,00

Porém ao analisar separadamente o número médio de colônias da cada ambiente por período observou-se que a Sala de Aula I-03 foi considerada uma exceção visto que o número de colônias variou bastante nos dois períodos, sendo que no período seco o número de colônias foi 2 vezes maior em comparação ao período chuvoso, tal achado deve-se provavelmente as atividades humanas desenvolvidas no Campus, pois os meses de janeiro e fevereiro são caracterizados como os meses de menor trânsito de alunos devido o recesso das atividades acadêmicas, enquanto a Área Preservada, a Praça de Alimentação, o Almoxarifado Central e a Biblioteca Central não apresentaram relevância de seus valores em ambos os períodos (Fig. 2).

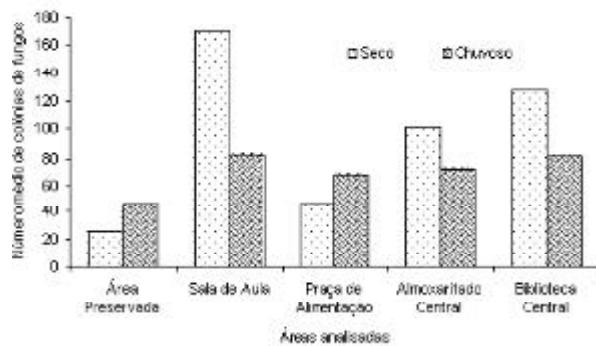


Fig. 2 - Número médio de colônias fúngicas por área analisada durante os períodos seco e chuvoso.

A evolução do número de colônias/mês, por ambiente pesquisado, mostrou que entre agosto e novembro de 2004 a Praça de Alimentação e a Área Preservada apresentaram pouca quantidade e qualidade de colônias em comparação aos meses de dezembro de 2004 a maio de 2005 (Quadro 1). Essa variação coincidiu com o início de duas construções nas áreas próximas desses ambientes, o Centro de Controle de Zoonose pertencente à Secretaria de Saúde da Cidade de Fortaleza, CE, situado na região sudoeste do

Quadro 1 - Número de colônias e diversidade de gêneros no período A (agosto a novembro de 2004) e período B (dezembro de 2004 a maio de 2005), respectivamente os períodos antes e depois das construções do Centro de Controle de Zoonose e do Departamento de Mestrado de Geografia.

Local de coleta	Período	Número de colônias	Diversidade de gêneros
Praça de alimentação	A	142	1 gênero
	B	424	8 gêneros
Área preservada	A	76	2 gêneros
	B	278	7 gêneros

Campus, afetando diretamente a Área Preservada e também se iniciou a construção de um novo departamento de estudos pertencente ao Mestrado de Geografia da UECE, afetando a Praça de Alimentação. Ambas as construções iniciaram-se em dezembro de 2004, podendo relacionar esse fato há provável existência de uma fonte externa de bioaerosóis, tais como materiais de construção úmidos, os quais proporcionam condições ideais para a proliferação de microrganismos.

Assim, parece-nos, que as diferenças encontradas na concentração de fungos no ar de nossa região deva estar mais relacionada com desequilíbrios das atividades humanas do que com fatores climáticos. Visto que, os ambientes mais populosos e com maior disponibilidade de substratos orgânicos foram os mais biocontaminados, indicando que a implementação de práticas de remoção mecânica da poeira e da instalação de equipamentos eficientes que promovam a filtração e renovação do ar, principalmente nos ambientes com o maior fluxo de indivíduos devam ser estimuladas.

Os fungos filamentosos hialinos, em especial o gênero *Aspergillus* sp., são os principais constituintes da microbiota aérea analisada, e o fato desses fungos comportarem-se tanto como patógenos primários, mas principalmente como patógenos oportunistas, sinaliza para a necessidade da realização de estudos mais aprofundados, tornando-se rotineiro o monitoramento da qualidade fúngica do ar e o controle ambiental de fungos viáveis como marcador epidemiológico da contaminação microbiana, o que poderá contribuir na diminuição de impactos ambientais na vida das pessoas.

## AGRADECIMENTO

À Prof<sup>a</sup>. Dra. Célia Maria de Souza Sampaio e ao Prof<sup>o</sup>. Ms. Aldeney Andrade Soares Filho pela disponibilidade de equipamentos e revisão do texto; À Universidade Estadual do Ceará pela bolsa IC-UECE e À Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - FUNCUME, pelo acesso aos dados.

## REFERÊNCIAS

- ALEXOPOULOS, C.J.; MIMS, C.W.; BLAKWELL, L. *Introductory mycology*. 4.ed. New York: John Wiley & Sons, 1996. p.869.
- AZEVEDO, J. L. Genética e melhoramento de fungos. *Biotecnologia - Ciência e Desenvolvimento*, v.1, n.1, p.12-15, 1997.
- BEVRE, C. *Cours de Mycologie Médicale - Aerobiologie* [s.l]: Centre d'Enseignement, Institut Pasteur, 1998.
- BURGE, H.A. An update on pollen and Fungal spore aerobiology. *Journal of the Allergy and Clinical Immunology*, v.110, n.4, p.544-552, 2002.
- CAVINATTO, V.M. *Influência de fatores ambientais na dispersão de partículas originadas em um sistema de tratamento biológico de esgotos em valos de oxidação*. 1991. 123p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Faculdade de Ciências Biológicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução N° 3 de 18 de junho, 1990. *Padrões de qualidade do ar*. Diário Oficial da União, 22/08/1990.
- EDUARD, W. & HEEDERIK, D. Methods for quantitative assessment of airborne levels of noninfectious microorganisms in highly contaminated work environments. *American Industrial Hygiene Association Journal*, v.59, n.1, p.113-127, 1998.
- GAMBALE, W.; CROCE J, COSTA-MANSO E, CROCE, MS. Library fungi at the University of São Paulo and their relationship with respiratory allergy. *Journal of Investigational Allergology and Clinical Immunology*, v.3, n.2, p.45-50, 1993.
- GOMPERTZ, O.F.; GAMBALE, W.; PAULA, C.R.; CORRÉA, B. Fungos e alergias. In: TRABULSI, L.R.; ALTHERTHUM, F.; GOMPERTZ, O.F. *Microbiologia*. 3. ed. São Paulo: Atheneu, 1999. p.421-422.
- HOOG, G.S.; GUARRO, J.; GENÉ, J. *Atlas of Clinical Fungi*. 2. ed. Barcelona: Universitat Rovira i Virgili, 2000. p.1125.
- HUANG, C.; LEE, C.L.F.; MA, Y.; SU, H.J. The seasonal distribution of bioaerosols in municipal landfill sites: a 3-yr study. *Atmospheric Environment*, v.36, n.1, p.4385-4395, 2002.
- LACAZ, C.S.; PORTO, E.; MARTINS, J.E.C.; HEINS-VACCARI, E.M.; MELO, N.T. *Tratado de micologia médica*: Lacaz. 9. ed. São Paulo: Sarvier, 2002. p.1104.
- LI, C. & KUO, Y. Airbone characterization of fungi indoors and outdoors. *Journal of Aerosol Science*, v.23, n.1, p.667-670, 1992.
- MADELIN, T.M. Fungal aerosols: a review. *Journal of Aerosol Science*, v.25, n.8, p.1405-1412, 1994.
- MAIN, C.E. Aerobiological, ecological and health linkages. *Environment International*, v.29, n.2/3, p.347-349, 2003.
- MENEZES, E.A.; TRINDADE, E.C.P.; COSTA, M.M.; FREIRE, C.C.F.; CAVALCANTE, M. DE S.; CUNHA, F.A. Fungos anemófilos isolados na cidade de Fortaleza, Estado do Ceará, Brasil. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, v.46, n.3, p.133-137, 2004.
- MOREAU, R.M. The origin of aerobiology. *Journal of Aerosol Science*, v.25, n.1, p.109-110, 1994.
- PASTUSZKA, J.S.; PAW, U.K.T.; LIS, D.O.; WLAZLO, A.; ULFIG, K. Bacterial and fungal aerosol in indoor environment in Upper Silesia, Poland. *Atmospheric Environment*, v.34, n.3, p.3833-3842, 2000.
- PEI-CHIN, W.; HUEY-JEN, S.; CHIA-YIN, L. Characteristics of indoor and outdoor airbone 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.

- TERESA, D.B.; PONSONI, K.; RADDI, M.S.G. Bioaerossóis em Ambientes do Prédio Tradicional da Faculdade de Ciências Farmacêuticas – UNESP. *Revista de Ciências Farmacêuticas*, v.22, n.1, p.31-39, 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 & Waste Management Association*, v.46, n.9, p.899-908, 1996.
- REPONEN, T.; WILLEKE, K.; ULEVICIUS, V.; RAPONEM, A.; GRINSHIPUN, S.A. Effect of relative humidity on the aerodynamic diameter and respiratory deposition of fungal spores. *Atmospheric Environment*, v.30, n.23, p.3967-3974, 1996.
- SIDRIM, J.J.C. & ROCHA, M.F.C. *Micologia médica à luz de autores contemporâneos*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. p.388.
- SOLOMON, G.M.; KOSKI, M.H.; ELLMAN, M.R.; HAMMOND, S.K. Airborne mold and endotoxin concentrations in New Orleans, Louisiana, after flooding, October through November 2005. *Environ Health Perspect*. v.114, n.9, p.1381-1386, 2006.
- WESTBROOK, J.K. & ISARD, S.A. Atmospheric scales of biotic dispersal. *Agricultural and Forest Meteorology*, v.97, n.4, p.263-274, 1999.

Recebido em 25/1/07

Aceito em 1/4/07