

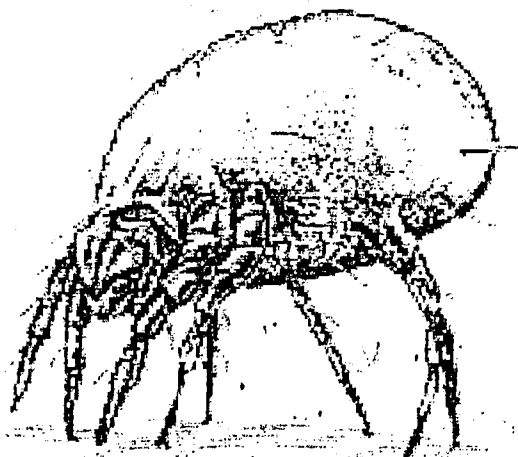
FERNANDO LOURENÇO PEREIRA

SISBI/UFU



1000213781

MON  
636-056.3  
P4369  
TES/MEM

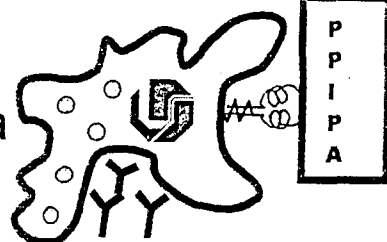


Ocorrência de Ácaros e  
Alérgenos em  
Veículos de Transporte Público

UBERLÂNDIA  
2004



Universidade Federal de Uberlândia



Fernando Lourenço Pereira

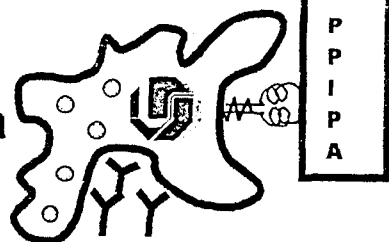
# Ocorrência de ácaros e alérgenos em veículos de transporte público

UBERLÂNDIA

2004



Universidade Federal de Uberlândia



Fernando Lourenço Pereira

# Ocorrência de ácaros e alérgenos em veículos de transporte público

Dissertação apresentada ao colegiado  
do Programa de Pós-graduação em  
Imunologia e Parasitologia Aplicadas  
da Universidade Federal de Uberlândia,  
para obtenção do título de Mestre em  
Imunologia e Parasitologia Aplicadas

Orientador: Prof. Dr. Ernesto Akio Taketomi

Co-orientadores: Prof. Dr. Júlio Mendes

**UBERLÂNDIA**

2004

## Dedicatória

À minha avó Jerônima Lourenço, 73 anos, mãe que  
participa acentuadamente na minha formação  
**intelectual, moral e profissional.**

## Agradecimentos

O espírito de equipe sempre nos impulsiona a realizar tarefas simples e complexas dentro do ambiente profissional e acadêmico. No âmago das relações interpessoais aprendi muito com a atuação daqueles que me fizeram crescer e que aqui passo a prestigiar-los:

Ao meu orientador Prof. Dr. Ernesto Akio Taketomi, pelo apoio, pela paciência e estímulo.

Ao Prof. Júlio Mendes, meu co-orientador, pela paciência, atenção e direcionamentos importantes para a realização deste trabalho.

À Dr<sup>a</sup>. Deise Aparecida de Oliveira Silva, o espelho de todos nós do laboratório, sempre disposta a nos ensinar construtivamente.

À Msa. Sílvia Azevedo Terra, pelo imenso auxílio e cortesia ao me ajudar na identificação de ácaros e ao Biólogo Ronaldo Alves por ter me ensinado a técnica imunoenzimática ELISA.

À Msa. Mônica Camargo Sopelete, a qual aprendi muito...

Aos professores deste Programa de Pós-graduação, em especial às Professoras: Dr<sup>a</sup>. Maria Aparecida de Souza (carinhosamente Cida), Dr<sup>a</sup>. Julia Maria Costa-Cruz e Dr<sup>a</sup>. Janethe D. de Oliveira Pena, as quais são exemplos de competência e liderança neste Programa.

Aos amigos do Programa Especial de Treinamento do Curso de Ciências Biológicas, por terem me proporcionado mostrar a importância da imunologia aos universitários desta Instituição.

Aos meus *conselheiros e amigos* que, desprendidos de seu tempo para me ouvir, souberam me compreender e me ajudar em momentos de abstrações filosóficas: Deus, Mirian dos Reis, Maria Margarida Naves, Edsonéa Cândido Simplicio

(Madamme Poerón), Iolanda Braga (Ioio), e os secretários Luceleide Freitas Queiroz Damásio e João Martins Neto.

E por fim, aos representantes da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/CAPES, que há seis anos tem apoiado a minha formação cidadã e acadêmica.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Asma e rinite: principais doenças alérgicas no Brasil e no mundo</b>	<b>3</b>
1.1.1 Definição de asma	3
1.1.2 Prevalência de asma no Brasil	3
1.1.3 Asma: um problema mundial	4
1.1.4 O que é rinite alérgica?	5
<b>1.2 Biologia dos ácaros</b>	<b>5</b>
1.2.1 Ecologia dos ácaros da poeira domiciliar	5
1.2.2 Espécies mais freqüentes de ácaros da poeira domiciliar	7
1.2.3 Ciclo de vida e nutrição dos ácaros da poeira domiciliar	10
1.2.4 Morfologia básica de um ácaro	11
<b>1.3 Como os alérgenos induzem e mantêm a alergia?</b>	<b>14</b>
1.3.1 Propriedades dos alérgenos	14
1.3.2 O papel dos alérgenos na resposta alérgica	15
<b>1.4 Exposição alergênica</b>	<b>19</b>
1.4.1 Principais alérgenos de ácaros da poeira domiciliar	19
1.4.2 Exposição aos principais alérgenos de <i>D. pteronyssinus</i> e <i>D. farinae</i>	20
1.4.3 Fel d 1: o principal alérgeno de <i>Felis domesticus</i>	21
1.4.4 Exposição alergênica em veículos de transporte público	22
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>24</b>

<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b>	25
3.1 Características dos veículos de transporte	25
3.2 Amostras de poeira dos veículos de transporte público	25
3.3 Identificação acarológica	26
3.4 Extração de alérgenos	27
3.5 ELISA para determinação dos níveis de alérgenos	27
3.6 Análise estatística	29
 <b>4. RESULTADOS</b>	 30
4.1 Análise acarológica	34
4.2 Níveis de alérgenos em veículos de transporte público	32
4.3 Índice de exposição em veículos de transporte público	34
4.4 Níveis de alérgenos em assentos e filtros de condicionadores de ar de ônibus com ventilação artificial	37
4.5 Níveis de alérgenos e tempo de utilização dos veículos de transporte	38
4.6 Correlação entre níveis de alérgenos e temperatura ou umidade relativa do ar em veículos de transporte	40
 <b>5. DISCUSSÃO</b>	 43
<b>6. CONCLUSÕES</b>	49
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	50
 <b>ANEXOS</b>	
Anexo 1	58
Anexo 2	60
 <b>RESUMO</b>	 61
<b>SUMMARY</b>	62



Trabalho realizado nos laboratórios de Imunologia e de Entomologia do Departamento de Imunologia, Microbiologia e Parasitologia do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade Federal de Uberlândia, sob a orientação do Prof. Dr. Ernesto Akio Taketomi e com auxílio financeiro da CAPES.

## LISTA DE FIGURAS, TABELAS E QUADROS

Quadro 1 – Prevalência da atopia entre diferentes populações do mundo

Quadro 2 – Espécies de ácaros mais comuns no continente Sul-americano

Quadro 3 – Propriedades dos alérgenos inaláveis ou aeroalérgenos

Figura 1 – Fatores que promovem e protegem contra o desenvolvimento da inflamação alérgica respiratória

Figura 2 – Morfologia básica de um ácaro

Figura 3 – Balanço entre citocinas Th<sub>1</sub> e Th<sub>2</sub> em indivíduos saudáveis e com asma

Figura 4 – Como os alérgenos induzem e mantêm a alergia?

Figura 5 – Níveis de alérgenos de *D. pteronyssinus* (Der p 1), *D. farinae* (Der f 1) e *Felis domesticus* (Fel d 1) em diferentes seções de veículos de transporte público

Figura 6 – Percentagem de amostras de poeira, analisadas como índice de exposição, contendo os alérgenos Der p 1, Der f 1 e Fel d 1 em ônibus com ventilação natural, ônibus com ventilação artificial e táxis

Figura 7 – Comparação entre níveis dos alérgenos Der p 1, Der f 1 e Fel d 1 em amostras de poeira (n = 30) coletadas de assentos e filtros do condicionador de ar de ônibus com ventilação artificial

Figura 8 – Níveis de alérgenos de *D. pteronyssinus* (Der p 1), *D. farinae* (Der f 1) e *Felis domesticus* (Fel d 1) conforme a idade dos veículos de transporte público

Figura 9 – Correlação entre níveis de Der p 1 (A) ou Der f 1 (B) e a temperatura interna obtida em táxis.

Figura 10 – Correlação entre níveis de Der f 1 mensurados em ônibus com ventilação artificial (A) ou em táxis (B) e a umidade relativa do ar.

Tabela 1– Frequência e dominância de ácaros encontrados em amostras de veículos de transporte público

Tabela 2 – Índice de exposição aos alérgenos Der p 1, Der f 1, and Fel d 1 em ônibus com ventilação natural, ônibus com ventilação artificial e táxis

# *1. Introdução*

O conceito de alergia foi originalmente definido por Clemens Freiherr von Pirquet em 1906 como “uma capacidade alterada do corpo de reagir a uma substância estranha”, o que era uma definição extremamente ampla que incluía todas as reações imunológicas (FIREMAN, 1998). Atualmente, a alergia é a manifestação clínica conseqüente às reações associadas à Imunoglobulina E (IgE) induzidas principalmente por alérgenos (TAYLOR, 1998).

A alergia ou hipersensibilidade do tipo I ou imediata é característica de indivíduos atópicos. Desta forma, o termo atopia refere-se à propensão de se produzir anticorpos IgE específicos contra alérgenos ambientais, tais como proteínas antigênicas de ácaros, fungos e polens (TAYLOR, 1998). A atopia é usualmente reconhecida na clínica por meio do teste cutâneo ou dosagem de IgE alérgeno-específica no soro, pela elevação da IgE sérica total e pela presença de eosinófilos no sangue (COOKSON, 1999).

Existem vários fatores genéticos e ambientais que podem influenciar no desenvolvimento da atopia: a atopia eventualmente pode estar associada com polimorfismos de muitos genes diferentes. As evidências que sustentam esta hipótese são: (1) a maior ocorrência de atopia entre gêmeos univitelinos do que em gêmeos bivitelinos; e (2) a associação entre atopia e polimorfismos do receptor de alta afinidade da IgE no cromossomo 11q ( $FC\epsilon R1-\beta$ ) e do gene da interleucina-4 (IL-4) no cromossomo 5 (COOKSON, 1999). Além disso, Babu e Arshad (2003) enfatizam que além dos fatores genéticos que influenciam nas doenças alérgicas, a natureza, a dose do alérgeno e fatores ambientais como as infecções por vírus, helmintos e a constituição da flora

intestinal de um indivíduo são fatores determinantes para a progressão da doença alérgica, como pode-se observar no esquema a seguir (figura 1):

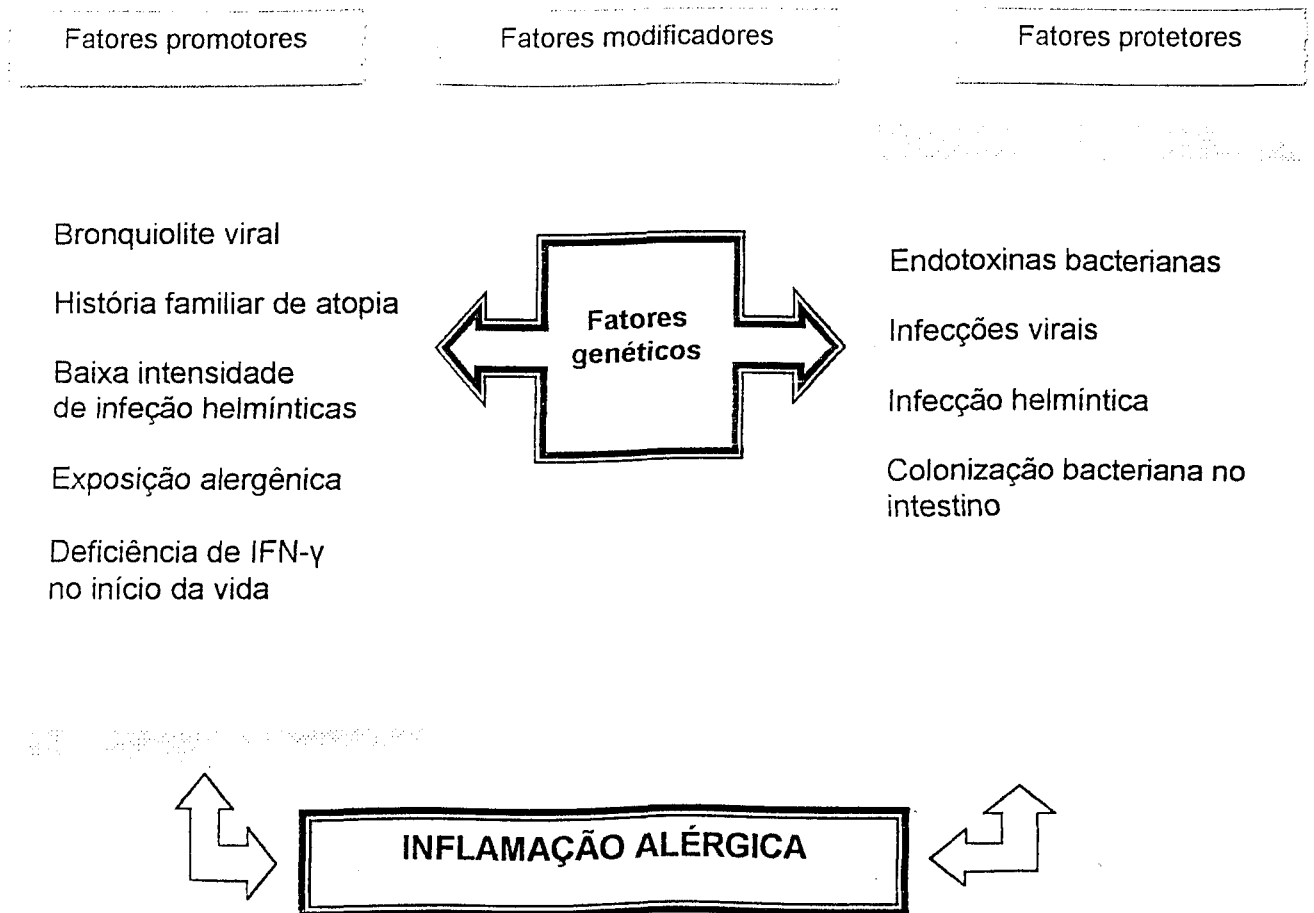


Figura 1 – Fatores que promovem e protegem contra o desenvolvimento da inflamação alérgica respiratória (Adaptado de Babu e Arshad (2003)).

## 1.1 ASMA E RINITE: PRINCIPAIS DOENÇAS ALÉRGICAS NO BRASIL E NO MUNDO

### 1.1.1 Definição de asma

A definição de asma tem sofrido inúmeras modificações devido à falta da exata compreensão dos mecanismos envolvidos na sua patogênese. Em 2002, um *Consenso Mundial de Asma*, denominado GINA (do inglês: *Global Initiative for Asthma*), definiu a asma como:

“Uma alteração inflamatória crônica das vias aéreas na qual muitas células e elementos celulares participam. A inflamação crônica causa um aumento da hiperreatividade das vias aéreas que leva a episódios recidivantes de sibilos, falta de ar, sensação de aperto torácico e tosse, particularmente à noite ou nas primeiras horas da manhã. Estes episódios estão geralmente associados com generalizada, mas variável obstrução das vias aéreas, que é habitualmente reversível, espontaneamente ou com tratamento.”

### 1.1.2 Prevalência da asma no Brasil

Anualmente ocorrem cerca de 350.000 internações por asma no Brasil, constituindo-se na quarta causa de hospitalização (2,3% do total) pelo Sistema Único de Saúde (SUS) e sendo a terceira causa entre crianças e adultos jovens (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2000). Há registros de aumento desse número de internações entre 1993 e 1999 com indícios de que a prevalência da asma esteja aumentando em todo o mundo, inclusive no Brasil (FIORI et al., 2001). Em 1996, os custos do SUS com internação por asma foram de 76 milhões de reais, representando 2,8% do gasto total anual e o terceiro maior valor gasto com uma doença.

### 1.1.3 Asma: um problema mundial

A asma é um problema de ordem mundial e ocorre entre todas as etnias, mas sua prevalência varia de menos de 1% a mais de 30% entre a população de diferentes países. Há evidências suficientes que a prevalência da asma está aumentando em todo o mundo: em alguns países, como Papua, Nova Guiné, a asma aumentou em mais de 20 vezes em um período de 30 anos (BEASLEY, 1999).

O quadro 1 extraído do *site* do *Global Initiative for Asthma* (GINA, 2002) mostra a prevalência da atopia em alguns países. Com exceção da Ilha de Tristão da Cunha, os valores situam-se entre 2,7% e 12% como asma diagnosticada e entre 20 e 30% para a presença de sibilos. Os valores são bastante altos nesta ilha devido à consangüinidade dos seus habitantes.

Quadro 1 – Prevalência da atopia entre diferentes populações do mundo

País	Asma diagnosticada	Sibilos recorrentes	Atopia
Austrália	11,9%	28,1%	56,4%
Nova Zelândia	10,5%	—	44,0%
Bélgica	7,2%	—	—
Inglaterra	12%	30,3%	16,5%
Alemanha	2,7%	17%	14,0%
Espanha	4,0%	22%	10,5%
Tristão da Cunha	56%	46,9%	47,0%

Fonte: *Global Initiative for Asthma* (GINA), 2002.

### 1.1.4 O que é Rinite Alérgica ?

A rinite alérgica é uma doença mediada por IgE caracterizada clinicamente por um prurido nasal intenso, espirros em salva, obstrução nasal e coriza hialina, sintomas estes conseqüentes do intenso processo inflamatório da mucosa nasal (SKONER, 2001).

A rinite alérgica representa um problema global de saúde pública que atinge, no mínimo, 10 a 25% da população geral e sua prevalência vem aumentando. Embora a rinite alérgica não seja uma doença grave, modifica a vida social dos pacientes e afeta o desempenho escolar e a produtividade no trabalho (BOUSQUET et al., 2002).

## 1.2 BIOLOGIA DOS ÁCAROS

### 1.2.1. Ecologia dos ácaros da poeira domiciliar

Em 1921, Kern demonstrou que extratos de poeira produziram testes cutâneos positivos em pacientes com asma. Em 1969, Voorhorst e colaboradores sugeriram que a presença de 100 ou mais ácaros por grama de poeira provocaria o risco de sintomas de alergia e desenvolvimento da asma.

A poeira domiciliar é uma mistura de materiais orgânicos e não-orgânicos, tais como: ácaros (*Dermatophagoides pteronyssinus*, *Dermatophagoides farinae*, *Blomia tropicalis* e outros), insetos como baratas (*Blattella germanica* e *Periplaneta americana*); epitélios de animais domésticos, como cães (*Canis familiaris*) e gatos (*Felis domesticus*), fungos (*Aspergillus fumigatus*, *Cladosporium herbarum*), polens (gramas, arbustos e árvores), poluentes (CO, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>), dentre outros (SELTZER, 1994).

As duas espécies de ácaros mais prevalentes e que são foco deste trabalho, apresentam a seguinte classificação taxonômica: Reino Metazoa, Filo Artropode, Classe



Arachinida, Ordem Acarina, Família Pyroglyphidae (Cynclife, 1958), Gênero *Dermatophagoides* (Bogdanov, 1864), espécies *D. pteronyssinus* (Trouessart, 1897) e *D. farinae* (Hughes, 1961). Estes ácaros são as espécies mais prevalentes e de maior importância associados à exposição alergênica na asma (GELBER et al., 1993).

Um levantamento bibliográfico realizado recentemente no Brasil demonstrou que *Dermatophagoides pteronyssinus* e *Blomia tropicalis* são as espécies de ácaros mais comuns da poeira domiciliar (BINOTTI et al., 2001). Essas espécies se alternam dependendo das condições climáticas, da umidade, da temperatura e dos fatores nutricionais do ambiente examinado (BAGGIO; AMBROZIO; ANTILLA, 1989). No Brasil, em 17 Estados foi relatada a presença de *D. farinae* (BINOTTI et al., 2001), sendo que em Uberaba/MG esse ácaro é o mais prevalente nas residências (TERRA et al., 2004).

O ambiente criado nas residências atuais é propício para o crescimento de ácaros, com temperaturas variando entre 20 e 30 °C, e a umidade relativa do ar entre 50 e 80% (CUSTOVIC, TAGGART; WOODCOCK, 1994; MIYAMOTO et al., 1995). Sabe-se também que a redução em torno de 5% da umidade relativa do ar acarreta a diminuição seis vezes o número de ácaros por grama de poeira (BESSOT et al., 1988; IZAOLA et al., 1995). Contudo, mesmo em condições climáticas muito secas, pode demorar meses para que a população de ácaros ou os níveis de seus alérgenos diminuam significativamente nas superfícies (PLATTS-MILLS, CHAPMAN, 1987; ARLIAN; BERNSTEIN; GALLAGHAN, 1982).

Jorge Neto (1984), durante os anos de 1979 e 1980, com a investigação semanal de 15 domicílios, demonstrou a presença de dois picos anuais de proliferação de ácaros, principalmente *D. pteronyssinus*, que ocorreram nos meses de março/abril e outubro/novembro, na cidade de São Paulo. Posteriormente, Rizzo et al. (1997) mostraram maiores níveis de alérgenos de *D. pteronyssinus* no inverno. Murray et al.

(1983) revelaram que as variações estacionais ocorrem de ano para ano, tornando-se difícil prever os níveis de ácaros e, conseqüentemente, a correlação com sintomas.

Além da temperatura e umidade relativa do ar interferirem na população de ácaros da família Pyroglyphidae, dois grupos de ácaros, descritos a seguir, são considerados importantes para o controle populacional destes artrópodes (FLECHTMAN, 1986):

- a) Predadores, tais como *Cheyletus*, *Spinibdella* (Actinédidas), alimentam-se diretamente de outros ácaros Acarida, seja ingerindo o seu conteúdo interno, seja ingerindo partes de seu exoesqueleto.
- b) Competidores (*Acaridae* em geral, *Glycyphagus*, *Chortoglyphus*) quando em população superior aos Acarida primários, exaurem o meio ambiente nas suas reservas alimentares, ou contaminam com fungos incompatíveis com a biologia dos Acarida primários.

Outros fatores ambientais como a movimentação das partículas alergênicas, (SAKAGUCHI et al., 1989), a ventilação e a atividade humana ou animal (SAKAGUCHI et al., 1993), o nível de ocupação, uso de condicionador de ar e frequência de limpeza (GREEN et al., 1992), podem contribuir para a ocorrência de ácaros e seus alérgenos não somente no interior de residências como também em veículos de transporte.

### 1.2.2 Espécies mais frequentes de ácaros da poeira domiciliar

Todas as estruturas e características morfológicas são de importância taxonômica e filogenética na análise e classificação em famílias, gêneros e espécies de ácaros. No quadro 2, observam-se as principais espécies mais comuns nos ecossistemas sul-americanos divididos em dois grupos, de acordo com Hughes, 1976 e Krants, 1979, adaptado de Pérez-Santos, 1995.

No grupo 1, destacam-se ácaros primários ou contaminantes ambientais, que as três principais famílias: Pyroglyphidae (Cynicliffe, 1958), Glycyphagidae (Berlese, 1887) e Acaridae (Ewing e Nesbitt, 1942) (PÉREZ-SANTOS, 1995).

Os membros da família Pyroglyphidae caracterizam-se por apresentar a superfície corporal com impressões digitais, tarsos curtos, setas de comprimento variável e placa dorsal anterior presente. Esta família divide-se em duas subfamílias: (1) Pyroglyphinae; na qual a placa dorsal anterior forma um tegumento, com impressões digitais grosseiras e irregulares, sendo *Euroglyphus maynei* (Cooreman, 1950) a principal espécie desta subfamília; (2) os Dermatophagoidinae, que se caracterizam pela ausência de tegumento, impressões digitais finas e regulares, com duas espécies principais. *Dermatophagoides pteronyssinus* e *D. farinae* (PÉREZ-SANTOS, 1995).

Os ácaros pertencentes à família Glycyphagidae caracterizam-se por apresentar a superfície corporal com pequenas papilas, os tarsos são alongados e as setas dorsais são longas e pectinadas. Estão incluídas nesta família, as espécies *Blomia tropicalis* e *Lepidoglyphus destructor* (Schank, 1781) (PÉREZ-SANTOS, 1995).

Ácaros da família Acaridae caracterizam-se por apresentar a superfície corporal lisa, sulco dorsal transversal, com setas dorsais de tamanho variável. Nesta família, estão inclusas espécies como *Acarus siro* e *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank, 1781) que são ácaros que vivem junto aos alimentos estocados (FLECHTMANN, 1977).

O grupo 2 refere-se aos ácaros predadores e parasitas que sobrevivem às custas dos ácaros primários, sendo também chamados de ácaros secundários. Estão inclusos neste grupo ácaros da família Actinedida (Cheyletidae), com várias espécies de vida livre, predadoras dos ácaros primários e dos primeiros estágios de desenvolvimento de traças, besouros etc, sendo também encontrados em ninhos de aves e roedores (PÉREZ-SANTOS, 1995).

Quadro 2 – Espécies de ácaros mais comuns no continente Sul-americano

GRUPO	FAMÍLIA	GENÉRO	ESPECIE
1 CONTAMINANTES AMBIENTAIS	PYROGLYPHIDAE	<i>Euroglyphus</i>	<i>E. longior</i> <i>E. maynei</i>
		<i>Dermatophagoides</i>	<i>D. pteronyssinus</i> <i>D. farinae</i> <i>D. evansi</i> <i>D. microceras</i> <i>D. neotropicalis</i> <i>D. deane</i>
		<i>Hirstia</i>	<i>H. dominicola</i> <i>H. chelodonis</i>
		<i>Malayoglyphus</i>	<i>M. intermedius</i> <i>M. carmelitus</i>
		<i>Pyroglyphus</i>	<i>P. africanus</i>
		<i>Sturnophagoides</i>	<i>S. brasiliensis</i>
	GLYCYPHAGIDAE		
		<i>Austroglyphus</i>	<i>A. gemiculatus</i>
		<i>Ctenoglyphus</i>	<i>C. intermedius</i>
		<i>Blomia</i>	<i>B. tropicalis</i> <i>B. tijo-bodas</i>
		<i>Lepidoglyphus</i>	<i>L. destructor</i>
		<i>Glycyphagus</i>	<i>G. domesticus</i>
		<i>Aeroglyphus</i>	<i>A. robustus</i>
		<i>Gohiera</i>	<i>G. fusca</i>
	ACARIDAE		
		<i>Tyrophagus</i>	<i>T. putrescentiae</i>
		<i>Caloglyphus</i>	<i>C. bereseli</i>
		<i>Ryzoglyphus</i>	<i>R. echinopus</i>
		<i>Tyroglyphus</i>	<i>T. echinopus</i>
		<i>Chortoglyphus</i>	<i>C. arcuatus</i>
		<i>Suidasia</i>	<i>S. pontifficia</i>
		<i>Acarus</i>	<i>A. siro</i>
		<i>Aleuroglyphus</i>	<i>A. ovatus</i>
2 PREDADORES	GAMASIA		<i>Hipoaspis aculeifer</i> <i>Eulaelaps stabularis</i> <i>Dermanyssus gallinae</i> <i>Blastissoculus tarsalis</i> <i>Klemania plumigena</i>
	ACTINEDIDA		<i>Cheyletus fortis</i> <i>Tarsonemas granartus</i> <i>Pyemotis herfsi</i> <i>Tydeus molestus</i> <i>Spinibdella lignicola</i> <i>Cunax setirostris</i>

Muitos desses ácaros foram identificados no interior de casas (TERRA et al., 2004, MEDEIROS et al., 2002) e, recentemente, as espécies *D. pteronyssinus* e *D. farinae* foram identificadas no interior de trens e carros (UEHARA; TOYODA; KONISHI, 2000,

NEAL et al., 2002). No entanto, outras possíveis espécies de ácaros presentes em veículos de transporte público ainda não foram relatadas.

### 1.2.3 Ciclo de vida e nutrição dos ácaros da poeira domiciliar

Os ácaros das poeiras domiciliares apresentam as seguintes formas evolutivas durante sua biologia: ovo - larva - protoninfa - deutoninfa (ou ninfa hipotus) - tritoninfa e adultos (machos e fêmeas). Entre um estágio evolutivo e outro há mudas ou ecdises. Esses restos e os cadáveres dos ácaros ficam no ecossistema por muito tempo, onde podem ser levados com a poeira para as vias respiratórias do homem (CROCE; BAGGIO, 2003).

Os períodos entre uma e outra fase evolutiva do ácaro podem variar grandemente na dependência da alimentação e, sobretudo, com as variações microclimáticas: em média, para as espécies mais comuns, o ciclo evolutivo transcorre num prazo de 20 a 30 dias em temperatura entre 18 e 30 °C e umidade relativa do ar entre 60 e 70% (FERNÁNDEZ-CALDAS et al., 1997).

A duração da oviposição de uma fêmea pode atingir 30 dias consecutivos, conforme a espécie e as condições ecológicas locais, podendo nesse período, uma única fêmea produzir até 50 ovos. O amadurecimento desses ovos no ambiente, varia de acordo com as condições ecológicas locais, sobretudo com umidade, temperatura e a presença de predadores. Contudo esse tempo de evolução pode sofrer fenômenos de diapausa, às vezes prolongadas por mais de 100 dias (FLECHTMANN, 1979).

Em relação à nutrição, *D. pteronyssinus* alimenta-se com descamação de pele sem gordura, ao passo que *D. farinae* alimenta-se com escamas de pele e fungos do tipo leveduras. Humanos perdem em média 1 a 2 mg de escamações cutâneas por dia, que somadas às descamações epiteliais dos animais domésticos, torna o ecossistema

domiciliar bastante propício para a alimentação desses ácaros. Alguns ácaros não aceitam pele gordurosa, e quem se incumbem de desengordurá-la são os fungos do gênero *Aspergillus*, os quais são encontrados no interior do intestino dos ácaros juntamente com pólen, grãos, fibras de algodão e outros resíduos, todos eles potencialmente alergizantes (CROCE; BAGGIO, 2003).

Dos resíduos deixados pelos ácaros no ambiente, além de seus exúvios, os restos do seu metabolismo são eliminados sob a forma de pequenas "bolotas fecais" envoltas por uma membrana periférica que se rompe no ambiente em contato com o ar atmosférico, liberando seu conteúdo (restos metabólicos), hoje reconhecidos como 65% mais potente em antígenos sensibilizantes que o próprio corpo do ácaro (CROCE; BAGGIO, 2003).

#### 1.2.4 Morfologia básica de um ácaro

No corpo de um ácaro típico pode-se reconhecer basicamente um gnatossoma, anterior, e um idiossoma, posterior (PÉREZ-SANTOS, 1995)(Figura 2).

O gnatossoma apresenta as peças bucais e não deve ser confundido com uma cabeça, pois a massa nervosa central encontra-se no idiossoma; os olhos são dorsais ou dorsolaterais no propodosoma. Assim, o gnatossoma é internamente apenas um tubo através do qual o alimento é levado ao esôfago. Sobre a cavidade oral encontra-se um par de quelíceras, geralmente trisegmentadas. Estes, junto com os palpos, se constituem nos órgãos preensores. Os palpos podem ser simples estruturas sensoriais que auxiliam na localização do alimento ou modificados em órgão raptorais. As quelíceras variam bastante em seu aspecto; geralmente o terceiro segmento é modificado em um dígito móvel que se opõe à parte fixa distal – do segundo segmento. Esses dígitos opostos, ou quelas podem ser indentados para preensão e dilaceração (FLECHTMANN, 1979).

A boca se continua por uma faringe que funciona como uma bomba de sucção para os alimentos. Pode haver glândulas salivares, que se abrem por condutos pares na cavidade bucal ou por estiletos salivares anteriores à abertura oral. Essas glândulas elaboram várias enzimas que permitem a digestão pré-oral (FLECHTMANN, 1977)

O idiossoma pode apresentar escudos bem esclerosados ou pode ser mole, delicado. Embora o idiossoma seja uma peça única podem ocorrer sulcos transversais naqueles ácaros destituídos de esclerotização. No idiossoma reconhecemos um propodossoma, anterior, e um histerossoma, posterior, que podem ser separados ou não por um sulco. Partes do idiossoma podem apresentar escudos: um escudo anterior pode cobrir o prodorso ou todo o idiossoma; podem ocorrer um ou mais escudos posteriores. Ventralmente, o idiossoma pode mostrar-se dividido por sulcos e pode ou não apresentar escudos. As aberturas genital ou anal encontram-se geralmente em um escudo ou são protegidas por valvas (FLECHTMANN, 1979).

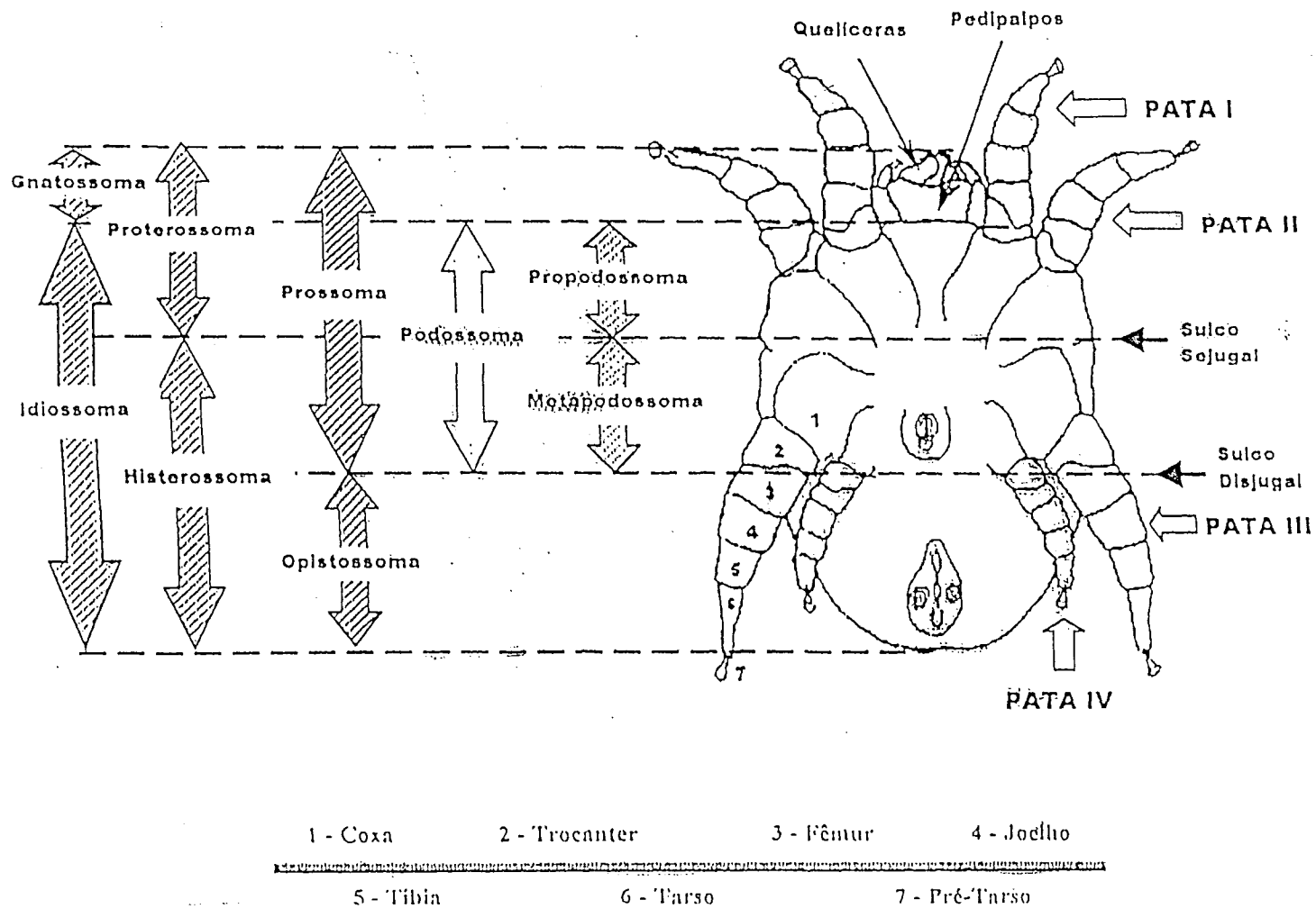


FIGURA 2 - Estrutura esquemática de um ácaro.



1. 3 COMO OS ALÉRGENOS INDUZEM E MANTÊM A ALERGIA?

1.3.1 Propriedades dos alérgenos

A maioria das doenças alérgicas em humanos é causada por um número limitado de alérgenos protéicos, com baixo peso molecular (5-50 kDa), solúveis em água, ou glicoproteínas que rapidamente penetram através das membranas mucosas, estimulando a síntese de IgE (KALINER; LEMANSKE, 1992). O quadro 3, modificado de Janeway et al. (2002) destaca as principais características gerais dos alérgenos inaláveis ou aeroalérgenos.

Atualmente, sabe-se que alguns alérgenos têm atividade enzimática permitindo que penetrem nas barreiras epiteliais. Segundo Bascom (1996) o alérgeno do grupo I do ácaro da poeira doméstica (*Dermatophagoides pteronyssinus*) é responsável pela alergia de 20% da população do continente americano. Este alérgeno é uma protease de cisteína, homóloga a papaina conhecida como Der p 1 (STEWART et al. 1991). Esta enzima cliva a ocludina, uma proteína componente das junções compactas entre células epiteliais, e pode ganhar um acesso anormal às células apresentadoras de antígenos profissionais, aos mastócitos e aos eosinófilos subepiteliais (WAN, 1999).

Quadro 3: Propriedades dos alérgenos inaláveis ou aeroalérgenos

Características gerais dos aeroalérgenos que podem promover resposta Th2 que estimulam a síntese de IgE	
Proteína	Somente as proteínas induzem respostas de células T
Enzimaticamente ativa	Os alérgenos freqüentemente são proteases
Dose baixa	Favorece a ativação de células T CD4 <sup>+</sup> produtoras de IL-4
Baixo peso molecular	O alérgeno pode se difundir para fora da partícula no muco
Alta solubilidade	O alérgeno pode ser facilmente eluído da partícula
Estável	O alérgeno pode permanecer viável na partícula dessecada
Contém peptídeos que se ligam ao MHC de classe II do hospedeiro	Necessário para a instrução de células T

Fonte: modificado de JANEWAY et al., 2002

Além disso, Der p 1 é capaz de clivar CD23 (receptor de IgE de baixa afinidade: FcεRIIb) e CD25 (cadeia α do receptor de IL-2) iniciando sua alergenicidade (SHAKIB; SCHULTZ; SEWELL, 1998). Por outro lado, existem alérgenos, como o alérgeno do grupo II de *D. pteronyssinus* (Der p 2), que não apresentam atividade enzimática, mas são altamente imunogênicos (POMÉS, 2002).

### 1.3.2 O papel dos alérgenos na resposta alérgica

O sistema imune tem sido caracterizado como tendo dois tipos distintos de células T auxiliares, Th<sub>1</sub> e Th<sub>2</sub>. As células do fenótipo Th<sub>1</sub> são primariamente responsáveis pela imunidade a bactérias intracelulares, protozoários, e vírus e produzem IFN-γ, IL-5 e TNF-β. Células Th<sub>2</sub> estão associadas a resposta imune a helmintos e alérgenos. Essas células Th<sub>2</sub> secretam IL-4, IL-10, IL-13 e estimulam células B a produzir IgG4 e IgE. Adicionalmente, células Th<sub>2</sub> secretam IL-5, uma citocina que promove a diferenciação e a proliferação de eosinófilos, os quais têm um papel importante na inflamação das vias aéreas e asma (SLUNT; TAKETOMI; PLATTS-MILLS, 1997; ABBAS; LITCHMAN; 2003).

Em um organismo saudável há um balanço destas citocinas, contudo em um indivíduo alérgico isto não ocorre, como pode ser observado na figura 3:

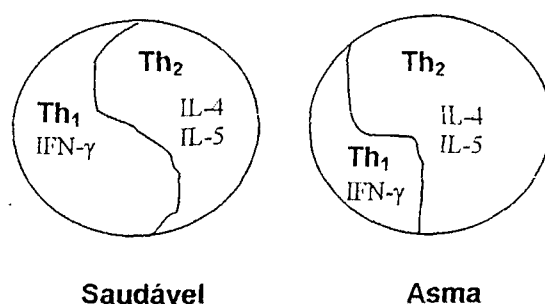


Figura 3 – Balanço entre citocinas Th<sub>1</sub> e Th<sub>2</sub> em indivíduos saudáveis e com asma. Normalmente, há um balanço *yin/yan* entre os subgrupos de citocinas Th<sub>1</sub> e Th<sub>2</sub>; contudo, na asma, há desvio de perfil de resposta imune de Th<sub>1</sub> para Th<sub>2</sub> a qual promove a resposta alérgica. Além disso, citocinas que não estão restritas a linfócitos Th<sub>1</sub> e Th<sub>2</sub> são produzidas em maior quantidade nas vias aéreas de asmáticos e pode ser derivado de outras fontes celulares (Adaptado de Beasley, 1999).

O contato inicial em poucos minutos com alérgenos solúveis na superfície da mucosa, particularmente o trato respiratório, pode favorecer o contato com o alérgeno com células apresentadoras de antígeno (por exemplo, células dendríticas) e ou células B específicas com imunoglobulina de superfície. Se células  $th_2$  são recrutadas, citocinas tais como interleucina 4 (IL-4) e IL-13 podem ser sintetizadas para favorecer a troca de classes de imunoglobulinas de células B específicas para imunoglobulina E (esse processo é chamado de sensibilização, conforme observa-se na figura 5a). A sensibilização leva ao estabelecimento de células B de memória e células T de memória alérgeno-específicas. Subseqüentes contatos com alérgenos podem ativar células B de memória  $IgE^+$  que em contato com células T auxiliam no aumento da produção de anticorpos  $IgE$  alérgeno-específicos. Esses anticorpos se ligam a receptores de alta afinidade ( $Fc\epsilon RI$ ) e baixa afinidade ( $Fc\epsilon RII$ ) encontrados na superfície de mastócitos, basófilos, monócitos, células dendríticas e células B (CONSTANT; LEE; BOTTOMLY, 2000).

Caso um indivíduo atópico tenha um contato subseqüente com o mesmo alérgeno, este se liga cruzadamente a duas ou mais moléculas de  $IgE$  na superfície celular, promovendo o início de eventos de transdução de sinais nos mastócitos e basófilos, levando à liberação de mediadores biologicamente ativos (histamina, leucotrienos) por meio da degranulação e, também, os sintomas imediatos de alergia (ABBAS; LITCHMAN, 2003).

A ativação dos mastócitos e basófilos resulta em três tipos de respostas biológicas: secreção dos conteúdos pré-formados dos seus grânulos, síntese e secreção de produtos lipídicos e secreção de citocinas. A ligação cruzada da  $IgE$  ao antígeno culmina na degranulação devido à ativação de proteínas quinases ativadas por mitógenos e de uma fosfolipase C específica ao fosfatidilinositol ( $PI-PCLy$ ). A  $PI-PCLy$  catalisa a liberação do trifosfato de inositol ( $IP_3$ ) e do diacilglicerol (DAG) da membrana. A  $IP_3$  causa a liberação do cálcio intracelular ( $Ca^{2+}$ ) do retículo endoplasmático. A combinação desta

molécula ao DAG e fosfolipídios da membrana ativam a proteína quinase ativada por mitógeno (MAP-quinase) e a enzima fosfolipase A2 cíclica (cPLA<sub>2</sub>), que por sua vez, inicia a síntese de mediadores lipídicos (leucotrieno C<sub>4</sub>, prostaglandina D<sub>2</sub>). Juntas, estas moléculas apresentam efeito importante na ativação e recrutamento das células inflamatórias, além da contração da musculatura lisa associada à doença alérgica (ABBAS; LITCHMAN, 2003). A etapa de reação imediata na alergia está ilustrada na figura 5b.

Há ainda uma reação tardia que ocorre em indivíduos alérgicos, causada pela apresentação de alérgenos às células T, as quais são ativadas, proliferam e liberam citocinas pró-inflamatórias (por exemplo, IL-4, IL-5 e IL-13 (figura 5c). Este processo pode ser iniciado pela apresentação de alérgenos mediada por IgE à células T. Citocinas de padrão Th2 (por exemplo, IL-5) induzem eosinofilia tecidual e liberação de mediadores inflamatórios de eosinófilos (VALENTA, 2001).

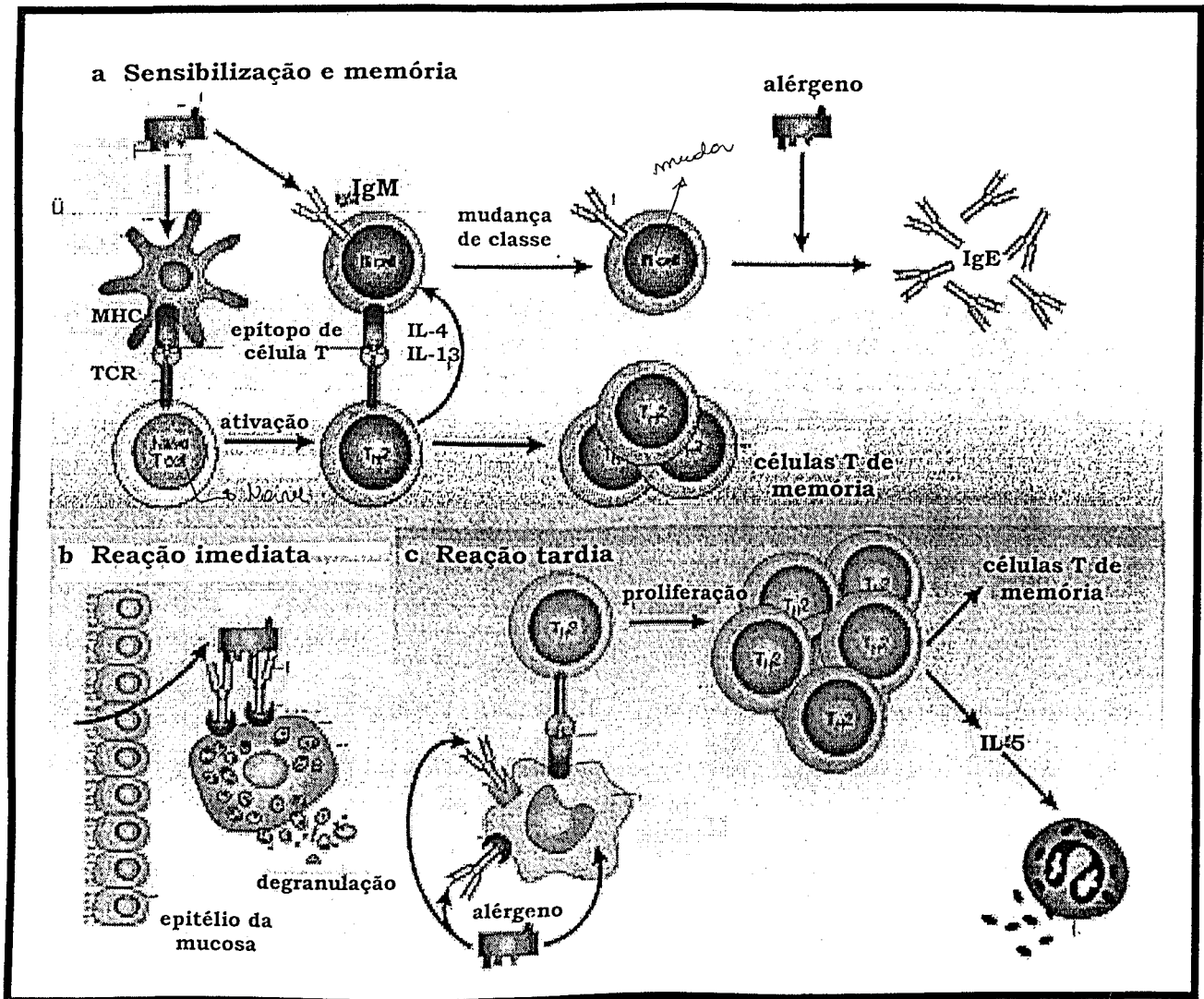


Figura 4 - Como os alérgenos induzem e mantêm a alergia ? a. Sensibilização e memória.

O contato inicial do alérgeno com células apresentadoras de antígeno (por exemplo, células dendríticas) e ou células B específicas com imunoglobulina de superfície, favorece a síntese de citocinas tais como interleucina 4 (IL-4) e IL-13, culminando na troca de classes de imunoglobulinas de células B específicas para imunoglobulina E (esse processo é chamado de sensibilização). **b. Reação imediata.** A ligação cruzada de alérgenos as IgEs de superfície levam a liberação de mediadores biologicamente ativos (histamina, leucotrienos) por meio da desgranulação e, também, os sintomas imediatos de alergia. **c. Reação tardia:** Citocinas de padrão Th2 (por exemplo, IL-5) induzem eosinofilia tecidual e liberação de mediadores inflamatórios de eosinófilos (Adaptado de Valenta, 2001).

## 1.4 EXPOSIÇÃO ALERGÊNICA

### 1.4.1. Principais alérgenos de ácaros da poeira domiciliar

Os alérgenos sensibilizantes do ácaro da poeira doméstica estão divididos em 11 grupos, identificados com base no peso molecular e homologia seqüencial. Foram identificados como os principais, as cisteína-proteases (alérgenos do grupo I: *D. pteronyssinus* [Der p 1], *D. farinae* [Der f 1], *D. microceras* [Der m 1]); as serina-proteases (alérgenos do grupo IX); e as amilases (alérgenos do grupo IV) (BRUNTON; SAPHIR, 1999).

Estas enzimas alergênicas provêm das células do trato gastrointestinal do ácaro e são encontradas em alto teor em suas fezes, em partículas de 10 a 40 µm de diâmetro, semelhantes no tamanho ao pólen ou esporos fúngicos. Os alérgenos do grupo II de *D. pteronyssinus* (Der p 2) e *D. farinae* (Der f 2) são derivados principalmente do corpo dos ácaros e não das fezes.

Os alérgenos predominantes na poeira doméstica pertencem aos grupos I e IX, encontrando-se, também, os alérgenos do grupo II, porém, em escala bem menor. Estas partículas permanecem transitoriamente em suspensão no ar, após "turbulências" como quando da utilização de aspiradores de pó, ou quando do ato de "fazer a cama", não mais sendo detectados em suspensão 30 a 40 minutos após cessação da turbulência (BRUNTON; SAPHIR, 1999).

Alguns destes alérgenos são enzimas proteolíticas, havendo evidências de que Der p 1 e Der p 9 interfiram na permeabilidade da mucosa, proporcionando a liberação de citocinas pró-inflamatórias e aumento da produção de IgE (HOOVER; PLATTS-MILLS, 1995). Os alérgenos produzidos por outras espécies de ácaros, tais como *Blomia tropicalis* e *Blomia kulagini*, são uma importante causa de sensibilização em pacientes

asmáticos residentes em regiões tropicais e subtropicais, como por exemplo Brasil e Flórida, EUA (FERNÁNDEZ-CALDAS et al., 1993; TSAI et al., 1998).

#### 1.4.2 Exposição aos principais alérgenos de *D. pteronyssinus* e *D. farinae*

Com o desenvolvimento de técnicas imunoenzimáticas (ELISA), tem sido possível realizar a quantificação específica dos principais alérgenos da poeira. O uso de um ELISA simples e sensível utilizando dois anticorpos monoclonais (ELISA tipo sanduíche) para alérgenos tem possibilitado, de forma rotineira, a determinação dos níveis bem como a avaliação dos aeroalérgenos em amostras de poeira (LUCZYNSKA et al., 1989).

Vários estudos relataram o ácaro *D. pteronyssinus* como mais importante e prevalente nas residências brasileiras (JORGE NETO, 1984, ARRUDA et al., 1991) em relação ao ácaro *D. farinae*. Entretanto, estudos recentes têm relatado maior prevalência de alérgenos de *D. farinae* sobre *D. pteronyssinus* em residências de Uberlândia, MG (SOPELETE et al., 2000) e em Uberaba, MG (TERRA et al., 2004).

Outros estudos têm mostrado que locais públicos como hospitais, escritórios, cinemas e escolas têm menores níveis de concentração de alérgenos do que nas casas, devido ao nível de ocupação, uso de condicionadores de ar e frequência de limpeza (GREEN et al., 1992). Contudo, esses locais podem apresentar níveis de alérgenos suficientes para sensibilizar indivíduos geneticamente predispostos.

Considerou-se no Segundo Encontro Internacional de Ácaros da Poeira e Asma, realizado na Inglaterra em 1990, que exposições em níveis  $\geq 2$   $\mu\text{g/g}$  de poeira dos alérgenos de ácaros dos grupos 1 e 2 seriam fator de risco para sensibilização em indivíduos atópicos, enquanto que exposição em níveis  $\geq 10$   $\mu\text{g/g}$  de poeira destes alérgenos seria fator de risco para o desencadeamento de crises agudas de asma

(PLATTS-MILLS et al., 1992). Em um terceiro encontro, em 1997, o fator de risco para sensibilização ( $\geq 2 \mu\text{g/g}$  de poeira) foi confirmado, mas não o fator de exacerbação de sintomas ( $\geq 10 \mu\text{g/g}$  de poeira) (PLATTS-MILLS et al., 1997).

Entretanto, existe uma minoria de indivíduos alérgicos que podem se sensibilizar ou apresentar a exacerbação dos sintomas com níveis de exposição alergênica menores ou maiores do que os limites pré-estabelecidos. Portanto, níveis  $\geq 2 \mu\text{g}$  de alérgenos de Der p 1 ou Der f 1 por grama de poeira e, principalmente,  $\geq 10 \mu\text{g}$  de alérgenos por grama de poeira devem ser melhor considerados como uma concentração acima da qual a "maioria" dos indivíduos alérgicos a ácaros desenvolverão sintomas (PLATTS-MILLS et al., 1995).

#### 1.4.3 Fel d 1: o principal alérgeno de *Felis domesticus*

Em gatos, o alérgeno Fel d 1 (*Felis domesticus*) provém dos folículos pilosos intradérmicos (principalmente na área facial), e uma concentração elevada deste alérgeno é encontrada nas glândulas salivares, lágrimas, urina de machos e secreções anais (ANDERSON; BAER, 1981; LEITERMANN; OHMAN, 1984; DE ANDRADE et al., 1996). Em machos, a produção glandular do Fel d 1 parece estar sob controle hormonal e diminui após a castração. (ZIELONKA et al., 1994). Em 1997, o Terceiro *Workshop* Internacional de Cuenca concluiu que o significado clínico desta redução na produção de alérgenos necessita maior investigação, pois muitos asmáticos com alergia comprovada ao epitélio de gatos, continuam sintomáticos mesmo quando têm seus gatos castrados (PLATTS-MILLS et al., 1997).

A descamação da pele de *Felis domesticus* elimina partículas de 2 a 5  $\mu\text{m}$  de diâmetro que contêm o alérgeno Fel d 1, que permanecem longo período em suspensão, principalmente em ambientes mal ventilados mantendo sua potência alergênica por mais.



de 20 semanas, mesmo após a remoção do animal (HOOVER; PLATTS-MILLS, 1995; WOOD et al., 1989). Em ambientes co-habitados com gatos, os níveis de Fel d 1 alcançam 10 µg/g de poeira (CHAPMAN et al., 1988). Os alérgenos dos animais de estimação, em especial os do gato, apresentam maior mobilidade do que os alérgenos dos ácaros, sendo encontrados em quantidades detectáveis em casas e escolas onde estes animais nunca estiveram. Este fato se deve à grande aderência das partículas que portam os alérgenos em roupas e que são transportadas passivamente pelas pessoas que tocam nos gatos ou visitam ambientes com gatos (CHAPMAN; WOOD 2001).

Ressalta-se ainda que os alérgenos de cães e gatos podem ser encontrados em 25% dos ambientes onde habitualmente não estão presentes estes animais (CUSTOVIC et al., 1998). Atualmente, níveis de Fel d 1  $\geq 1$  µg/g de poeira são reconhecidos como fator de risco para sensibilização de indivíduos geneticamente predispostos (GELBER et al., 1993).

#### 1.4.4 Exposição alérgica em veículos de transporte público

Ácaros e animais domésticos são importantes fontes de aeroalérgenos domiciliares (CUSTOVIC; TAGGART; WOODCOCK, 1994) e seus papéis no desenvolvimento das doenças alérgicas têm sido reconhecidos por muitos anos (PLATTS-MILLS; CHAPMAN, 1987).

Residências, locais públicos como creches, escolas, hospitais, cinemas e veículos de transporte público têm sido considerados como fontes de exposição aos alérgenos de ácaros e animais domésticos (RULLO et al., 2002; CUSTOVIC et al., 1998; WICKENS et al., 1997; PARTTI-PELLINEN et al., 2000; UEHARA; TOYODA; KONISHI, 2000). A ocorrência desses alérgenos nestes locais públicos tem sido atribuída principalmente ao transporte passivo pelas roupas (ENBERG et al., 1993; PATCHETT; LEWIS; CRANE;

FITZHARRIS, 1993; TOVEY; MAHMIC; MACDONALD, 1995, DE LUCCA; O' MEARA; TOVEY, 2000; NEAL; ARLIAN; MORGAN, 2002).

Embora fatores ambientais, tais como temperatura e umidade relativa do ar possam influenciar nos níveis de alérgenos de ácaros (SIDENIUS et al., 2002; ORIBE; MIYAZAKI, 2000), a superfície de camas, carpetes e assentos de veículos constituem os principais locais onde níveis sensibilizantes de alérgenos de *D. pteronyssinus* (Der p 1), *D. farinae* (Der f 1) e *Felis domesticus* (Fel d 1) podem ser encontrados.

Em assentos de trens e ônibus urbanos, Partti-Pellinen et al. (2000) têm detectado níveis significantes de alérgenos de animais domésticos, particularmente Fel d 1.

Altos níveis de alérgenos de ácaros e de epitélio de gatos em veículos de transporte público podem representar um problema significativo em indivíduos sensibilizados, especialmente se viajarem a longas distâncias. Assim, o conhecimento da exposição alergênica em veículos poderá ser uma medida adicional para prevenir sintomas respiratórios alérgicos em indivíduos atópicos.

## 2. *Objetivos*

- Determinar a frequência e a dominância de ácaros em amostras de poeira coletadas de veículos de transporte público;
- Determinar os níveis dos alérgenos Der p 1, Der f 1 e Fel d 1 em diferentes seções de veículos de transporte público;
- Investigar o(s) alérgeno(s) predominante(s) em cada tipo de veículo de transporte;
- Analisar a relação entre níveis de alérgenos de ácaros e gato em assentos e o tempo de uso dos veículos de transporte;
- Analisar a relação entre os níveis de alérgenos de ácaros e de gato e a temperatura ou a umidade relativa do ar em veículos de transporte público.

### 3. *Material e Métodos*

#### 3.1 Características dos veículos de transporte

Três companhias de ônibus, de Uberlândia/MG, foram contatadas para estudo de exposição alergênica em ônibus interestaduais, os quais foram divididos em dois grupos de acordo com o sistema de ventilação: sessenta ônibus sem condicionadores de ar ou ventilação natural (VN) e 60 ônibus com condicionadores de ar ou ventilação artificial (VA). Adicionalmente, um total de 60 táxis urbanos sem condicionador de ar em Uberlândia foi incluído no presente estudo, o qual foi conduzido de janeiro de 2000 a janeiro de 2002. Um consentimento informado foi obtido dos diretores das companhias de ônibus e dos proprietários dos táxis (ANEXO I).

#### 3.2 Amostras de poeira dos veículos de transporte público

Três amostras de poeira foram obtidas de cada ônibus de acordo com o seguinte critério: (1) assentos da frente (do 1º ao 16º assento), (2) assentos do meio (do 17º ao 32º assento), e (3) assentos do fundo (do 33º ao 46º assento). Todos assentos eram revestidos por tecidos (estofados). Adicionalmente, amostras de poeira do filtro dos condicionadores de ar de cada ônibus VA ( $n = 30$ ) foram também coletadas. Uma ficha foi utilizada para obtenção de dados e identificação dos veículos (ANEXO II).

A coleta de três amostras de poeira de cada táxi seguiu um critério similar: (1) assentos do motorista, (2) assento dianteiro do passageiro, e (3) assento traseiro do

passageiro. Todos assentos eram revestidos por tecidos (estofados). Os dados e identificação dos veículos foram também registrados em uma ficha (ANEXO II).

Após a limpeza regular dos veículos pelas companhias de ônibus ou pelos proprietários dos táxis, amostras de poeira foram coletadas dos assentos com a utilização de um aspirador de pó (Electrolux, 1200 W, Manaus, AM, Brasil) adaptado com papel de filtro para retenção da poeira, durante 3 a 5 minutos e, em seguida, identificadas e armazenadas a 4 °C até a identificação acarológica e extração dos alérgenos.

No momento da coleta das amostras de poeira, foram realizadas medições da temperatura interna de cada veículo e da umidade relativa do ar por meio de um termohigrômetro digital (Hygrotherm, TFA, Alemanha).

### 3.3 Identificação acarológica

Um total de 30 amostras (uma amostra de cada veículo) foi selecionado aleatoriamente para o estudo da acarofauna. Estas amostras foram submetidas ao método de suspensão modificado (FERNANDEZ-CALDAS, 1997). Em resumo, 50 mg de poeira foram misturadas com 10 ml de solução salina saturada, adicionada ou não de duas gotas de violeta de genciana a 1% e 20 mL de solução álcool-éter (1:1). Após um período de incubação de 5 minutos e leve agitação, as misturas de poeira e salina saturada com e sem violeta de genciana foram divididas em duas placas de Petri de 5 cm de diâmetro.

Após exame das amostras com auxílio de microscópio estereoscópico (modelo TL2, Olympus Optical Co, Ltda., Japão), em aumento de 40X, os ácaros encontrados foram depositados em lâmina contendo 2 gotas de meio de preparação permanente de Hoyer (4mL de água destilada, 3 mL de goma arábica, 20 g de hidrato de cloral e 2 mL de glicerina, adicionados nesta ordem) (FLECHTMANN, 1986). Em seguida, a lâmina foi

coberta com lâminula, vedada com esmalte incolor e identificada de acordo com o tipo de veículo.

As lâminas montadas foram mantidas à temperatura ambiente para clarificação do material para posterior identificação e contagem de ácaros. Após este período, procedeu-se à identificação dos ácaros com auxílio de um microscópio de luz (modelo CHT, Olympus Optical Co, Ltda., Japão), em aumento de 20 a 40X para o reconhecimento das espécies de ácaros da poeira domiciliar e de estocagem (FLETCHMANN, 1986; PEREZ-SANTOS, 1995; FERNÁNDEZ-CALDAS, 1997).

### 3.4 Extração de alérgenos

As amostras de poeira coletadas dos assentos estofados de cada veículo foram peneiradas em uma malha fina de 0,3 mm (Standard Sieve Series A.S.T.M., EUA). Um total de 100 mg de cada amostra de poeira foi incubada com 2 mL de tampão borato (pH 8,0) durante 18 horas a 4 °C, para extração dos alérgenos. Em seguida, procedeu-se à centrifugação a 10.000 g por 10 min e o sobrenadante obtido foi coletado e armazenado a -20 °C até a realização dos ensaios imunoenzimáticos.

### 3.5. ELISA para determinação dos níveis de alérgenos

Para quantificação dos níveis de alérgenos foi utilizado o método ELISA tipo sanduiche de acordo com Sopelete et al. (2000). Em resumo, microplacas de poliestireno de alta afinidade (Costar, *Corning Inc.*, EUA) foram sensibilizadas (50 µL/poço) com os respectivos anticorpos monoclonais: anti-Der p 1 (clone 5H8), anti-Der f 1 (clone 6A8) e anti-Fel d 1 (clone 6F9) na concentração de 10 µg/mL em tampão carbonato-bicarbonato a 0,06M, pH 9,6. As placas foram incubadas por 18 horas a 4 °C em câmara úmida.

Em seguida, as placas foram lavadas por três vezes com solução salina tamponada com fosfatos (PBS) a 0,01M, pH 7,2, contendo Tween 20 a 0,05% (*Polyoxyethylene-sorbitan monolaurate*, Sigma Chemical Co., St. Louis, EUA) (PBST) a 0,05% e subseqüentemente bloqueadas (100 µL/poço) com PBST acrescido de soroalbumina bovina (BSA, Sigma) a 1% (PBST-BSA) por 1 hora à temperatura ambiente.

As placas foram submetidas a três ciclos de lavagens com PBST seguindo da adição dos extratos das amostras de poeira dos diferentes veículos (50 µL/poço), em duas concentrações (não diluído e 1:5) em PBST-BSA. Paralelamente, foram realizadas, em duplicata, as curvas padrões em onze diluições duplas seriadas em PBST-BSA, iniciando em 250 ng/mL para Der p 1 e Der f 1, e 80 ng/mL para Fel d 1, utilizando para cada alérgeno as seguintes amostras de referência: Der p 1 (UVA 93/02), Der f 1 (UVA 93/03) e Fel d 1 (UVA 94/04).

Após incubação por 1 hora à temperatura ambiente, as placas foram novamente lavadas por seis vezes com PBST, seguindo-se a adição (50 µL/poço) dos respectivos anticorpos monoclonais biotinilados: anti-Der p 1 e anti-Der f 1 (clone 4C1) e anti-Fel d 1 (clone 3E4C4), ambos a 1:1000 em PBST-BSA.

Novas lavagens foram realizadas como descrito anteriormente e o conjugado estreptavidina-peroxidase (Sigma Chemical Co.) foi adicionado (50 µL/poço) a 1:1000 em PBST-BSA, incubando-se por 30 minutos à temperatura ambiente.

Após o último ciclo de lavagens das placas com PBST, foi adicionado o substrato enzimático consistindo de solução de ABTS (*2,2'-azinobis-3ethyl-benzthiazoline sulfonic acid*; Sigma) a 0,01M em tampão citrato-fosfato 0,07M, pH 4,2 contendo 0,03% de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

A leitura foi realizada em leitor de microplacas (Titertek Multiskan Plus, Flow Laboratories, EUA) a 405 nm, em tempos variáveis, tendo como referência os valores de densidade óptica (D.O.) da curva padrão. Os extratos das amostras de poeira que apresentaram valores de D.O. extrapolados acima da curva padrão dos respectivos

alérgenos foram novamente testados em diluições maiores (1:10 e 1:25). Resultados de D.O. foram expressos em  $\mu\text{g/g}$  de poeira, como descrito anteriormente (LUCZYNSKA, 1989).

### 3.6 Análise Estatística

Para todos os cálculos estatísticos foi utilizado o software *GraphPad Prism* versão 3,0 (GraphPad Software, Inc.).

Como as concentrações de alérgenos não apresentaram uma distribuição normal (Gaussiana), os cálculos foram realizados utilizando testes não paramétricos. Médias geométricas (Mg) com intervalo de confiança (IC) de 95% foram obtidos para níveis de alérgenos e as diferenças entre as médias foram analisadas pelo teste de *Mann-Whitney*.

Para analisar a correlação entre as diferentes variáveis estudadas: níveis dos alérgenos Der f 1, Der p 1 e Fel d 1, temperatura e umidade relativa do ar, foi utilizado o teste de correlação de *Spearman*.

Todos os resultados foram considerados significativos quando apresentaram valores de  $P < 0,05$ .



## 4. Resultados

### 4.1 Análise acarológica

Do total de 540 amostras coletadas, foram selecionadas aleatoriamente 30 amostras para a análise acarológica (10 amostras selecionadas para cada tipo de veículo). Em 26/30 (87%) amostras foram positivas para ácaros, sendo encontrados em todas as amostras de ônibus VA e táxis. Ácaros foram detectados em, 60% das amostras de ônibus VN.

As espécies de ácaros encontradas, por ordem decrescente de dominância, em ônibus VN, VA e táxis, respectivamente foram: *D. pteronyssinus* (43,7%; 55,7% e 45,7%), *D. farinae* (35,4%; 20,2% e 13,1%), *Euroglyphus maynei* (4,2%; 3,3% e 4,3%), *Cheyletus spp* (4,2%; 1% e 0%), *D. evansi* (4,2%; 0% e 2,2%) e *D. neotropicalis* (2,1%; 1,4% e 0%), respectivamente. Foram encontrados ninfas e ácaros que não puderam ser devidamente identificados, por não apresentarem boas condições de preservação ou clarificação para identificação (Tabela 1).

*D. pteronyssinus* e *D. farinae* foram as espécies mais frequentes em cada tipo de veículo de transporte público, sendo encontrados em maior número em ônibus VA (Tabela 1).

Tabela 1— Frequência e dominância de ácaros encontrados em amostras de veículos de transporte público

Espécies de ácaros	Ônibus VN		Ônibus VA		Táxi	
	Frequência <sup>a</sup>	Dominância <sup>b</sup>	Frequência	Dominância	Frequência	Dominância
	Nº(%)	n(%)	Nº(%)	n(%)	Nº(%)	n(%)
<i>D. pteronyssinus</i>	5(50)	22(43,7)	10(100)	116(55,7)	6(60)	21(45,6)
<i>D. farinae</i>	4(40)	16(35,4)	7(70)	42(20,2)	4(40)	6(13,1)
<i>D. neotropicalis</i>	1(10)	1(2,1)	2(20)	3(1,4)	0	0
<i>D. evansi</i>	2(20)	2(4,2)	0	0	2(20)	1(2,2)
<i>Euroglyphus maynei</i>	2(20)	2(4,2)	5(50)	7(3,3)	2(20)	2(4,3)
<i>Cheyletus</i> spp.	2(20)	2(4,2)	1(10)	1(1)	0	0
Ninfas	2(20)	3(6,2)	6(60)	23(11,1)	0	16(34,8)
Não identificados	0	0	6(60)	15(7,2)	4(40)	0
Total		48(100)		208(100)		46(100)

<sup>a</sup>Frequência absoluta (Nº) e relativa (%) de amostras positivas para ácaros; <sup>b</sup>Porcentagem do total de número de ácaros coletados; Abreviaturas: VN (ventilação natural); VA (ventilação artificial).

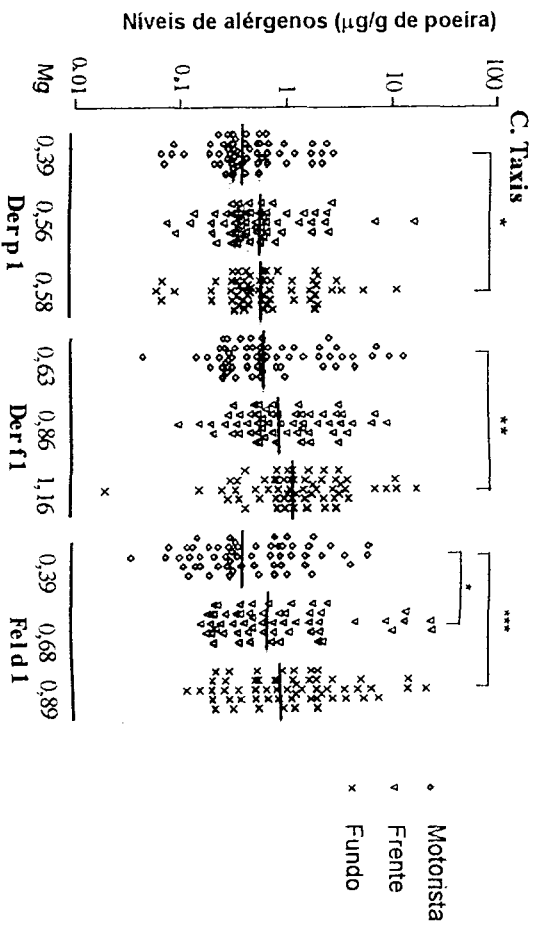
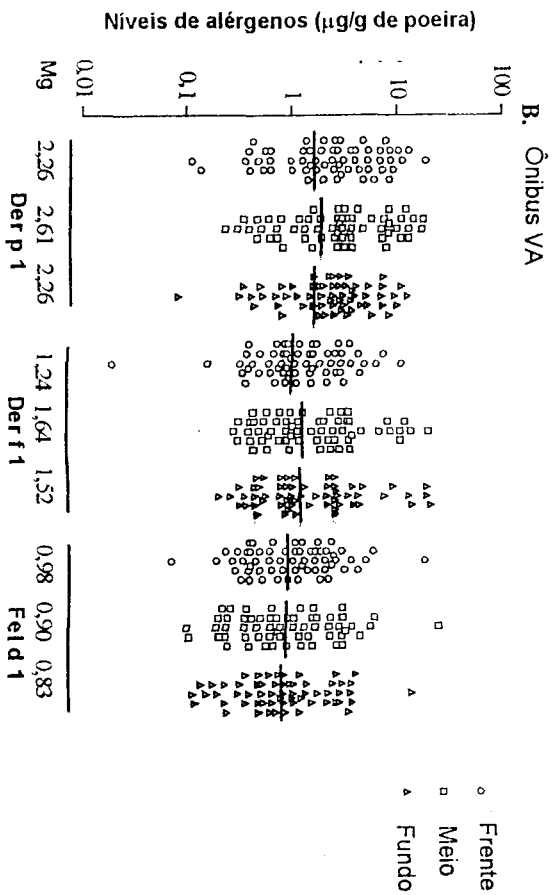
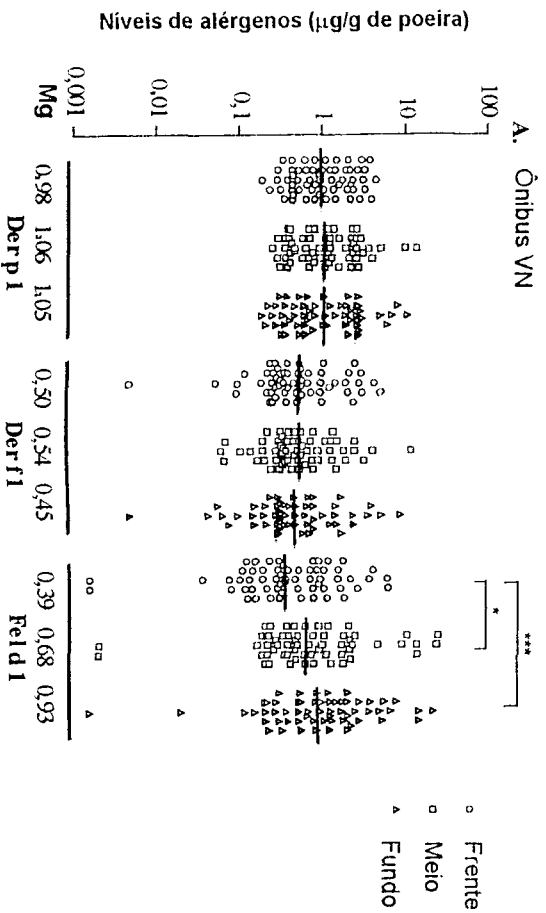
#### 4.2 Níveis de alérgenos em veículos de transporte público

Alérgenos de ácaros (Der p 1 e Der f 1) e de gato (Fel d 1) foram mensurados em um total de 540 amostras de poeira de assentos estofados de 180 veículos de transporte público.

Não houve diferença significativa entre os três diferentes locais dos ônibus VN e VA para os alérgenos Der p 1 e Der f 1 (Figura 5A). Contudo, níveis do alérgeno Fel d 1 foram significativamente maiores nos assentos do fundo (Mg = 0,93; IC 95%: 0,62-1,38 µg/g de poeira) e do meio (Mg = 0,68; IC 95%: 0,44-1,05 µg/g de poeira) que nos assentos da frente (Mg = 0,39; IC 95%: 0,26-0,57 µg/g de poeira;  $P < 0,05$ ) dos ônibus VB (Figura 5A).

Em táxis (Figura 5C), níveis de alérgenos de ácaros foram significativamente maiores no assento traseiro dos passageiros em relação ao assento do motorista ( $P < 0,05$ ). Entretanto, níveis do alérgeno de gato (Fel d 1) foram significativamente maiores nos assentos dianteiro e traseiro dos passageiros quando comparado ao assento do motorista ( $P < 0,05$ ). Não houve diferença significativa nos níveis do alérgeno Fel d 1 entre os assentos dianteiro e traseiro dos passageiros ( $P > 0,05$ ).

Figura 5- Níveis de alérgenos de *D. pteronyssinus* (Der p 1), *D. farinae* (Der f 1) e *Felis domesticus* (Fel d 1) em veículos de transporte público. Amostras foram coletadas de: (A) ônibus com ventilação natural (OVN; n = 60) e (B) ônibus com ventilação artificial (OVA; n = 60) em diferentes assentos (frente, meio e fundo); e (C) 60 táxis em diferentes assentos (motorista, passageiro da frente, passageiro do fundo). mg = média geométrica; \*  $P < 0,05$ ; \*\*\*  $P < 0,001$ .



#### 4.3 Índice de exposição alergênica em veículos de transporte público

O maior nível de cada alérgeno encontrado nos três diferentes locais analisados de cada ônibus ou táxi foi considerado como índice de exposição alergênica, conforme descrito por Sopelete et al (2000).

Quando analisados os índices de exposição de cada tipo de veículo (Tabela 2), observou-se que níveis dos alérgenos Der p 1 e Der f 1 foram significativamente maiores em ônibus VA (4,3 e 2,4  $\mu\text{g/g}$  de poeira, respectivamente) que ônibus VN (1,6 e 0,8  $\mu\text{g/g}$  de poeira, respectivamente;  $P < 0,05$ ), enquanto níveis de Fel d 1 não foram significativamente diferentes entre os tipos de ônibus ( $P > 0,05$ ). Além disso, Der p 1 foi o alérgeno predominante em ônibus VA, com níveis acima do fator de risco para sensibilização (4,3  $\mu\text{g/g}$  de poeira), embora Der f 1 e Fel d 1 também tenham sido detectados em níveis sensibilizantes (2,4 e 1,5  $\mu\text{g/g}$  de poeira, respectivamente). Em ônibus VN, Der p 1 e Fel d 1 foram os alérgenos mais comuns e detectados próximo aos ou acima dos níveis de sensibilização (1,6 e 1,2  $\mu\text{g/g}$  de poeira, respectivamente). Por outro lado, os alérgenos Der f 1 e Fel d 1 foram predominantemente encontrados em táxi em níveis próximos ao ou acima do limiar de sensibilização (1,7 e 1,6  $\mu\text{g/g}$  de poeira, respectivamente).

Tabela 2 – Índice de exposição aos alérgenos Der p 1, Der f 1, and Fel d 1 em ônibus com ventilação natural (VN; n = 60), ônibus com ventilação artificial (VA; n = 60) e táxis (n = 60).

Tipo de veículo	Alérgenos (µg/g de poeira)*		
	Der p 1	Der f 1	Fel d 1
Ônibus VN	1,6 (1,3 – 2,1) <sup>A,a</sup>	0,8 (0,6 – 1,0) <sup>A,b</sup>	1,2 (0,9 – 1,5) <sup>A,a</sup>
Ônibus VA	4,3 (3,4 – 5,4) <sup>B,a</sup>	2,4 (1,9 – 3,1) <sup>B,b</sup>	1,5 (1,2 – 1,9) <sup>A,c</sup>
Táxi	0,9 (0,7 – 1,1) <sup>C,a</sup>	1,7 (1,3 – 2,2) <sup>B,b</sup>	1,6 (1,2 – 2,2) <sup>A,b</sup>

\*Os dados são expressos como média geométrica (IC 95%), considerando os maiores níveis de cada alérgeno (dos três locais) em um ônibus ou táxi como índice de exposição.

<sup>A,a</sup> Diferentes letras maiúsculas indicam diferenças estatisticamente significantes entre os tipos de veículos, enquanto diferentes letras minúsculas indicam diferenças estatisticamente significantes entre os alérgenos encontrados dentro do mesmo tipo de veículo, como indicado pelo teste de Mann Whitney ( $P < 0,05$ ).

Considerando o índice de exposição para os alérgenos Der p 1, Der f 1 e Fel d 1 em cada veículo de transporte público, as porcentagens das amostras de poeira foram analisadas de acordo com os níveis sensibilizantes para estes alérgenos (Figura 6). Assim, níveis de Der p 1  $\geq 2$  µg/g de poeira foram encontrados, em ordem decrescente de frequência, em 82% (ônibus VA), 45% (ônibus VN) e 23% (táxis) das amostras de poeira coletadas desses veículos de transporte público. Níveis sensibilizantes de Der f 1 foram encontrados em 58% (ônibus VA), 40% (táxis) e 20% (ônibus VN). Por outro lado, níveis de Fel d 1  $\geq 1$  µg/g de poeira foram detectados em mais de 60% das amostras coletadas de todos os tipos de veículos analisados.

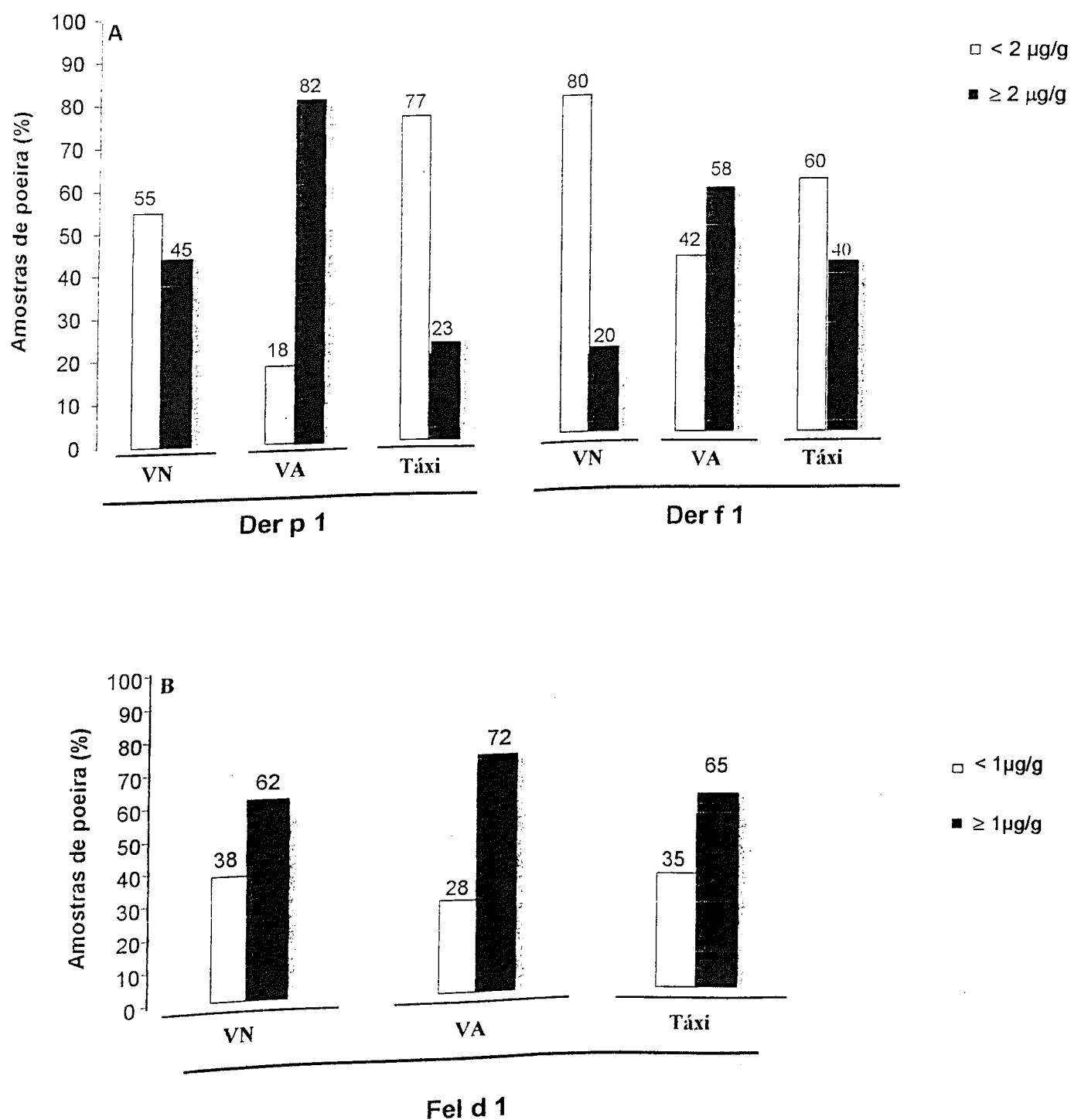


Figura 6 – Percentagem de amostras de poeira, analisadas como índice de exposição, contendo os alérgenos Der p 1, Der f 1 e Fel d 1 em ônibus com ventilação natural (VN; n = 60), contendo os alérgenos Der p 1, Der f 1 e Fel d 1 em ônibus com ventilação artificial (VA; n = 60) e táxis (n = 60), de acordo com o limiar de níveis sensibilizantes: (A) < 2 µg/g e ≥ 2 µg/g de poeira para alérgenos de ácaros; (B) < 1 µg/g e ≥ 1 µg/g de poeira para alérgenos de gato.



#### 4.4 Níveis de alérgenos em assentos e filtros de condicionadores de ar de ônibus com ventilação artificial

A comparação entre os níveis de alérgenos de ácaros (Der p 1 e Der f 1) e gato (Fel d 1) determinados em amostras coletadas de assentos estofados e filtros do condicionador de ar de ônibus VA está demonstrada na Figura 7. Foi observado que os níveis médios de Der p 1, Der f 1 e Fel d 1 foram significativamente maiores em assentos que em filtros de condicionador de ar de ônibus VA ( $P < 0,0001$ ).

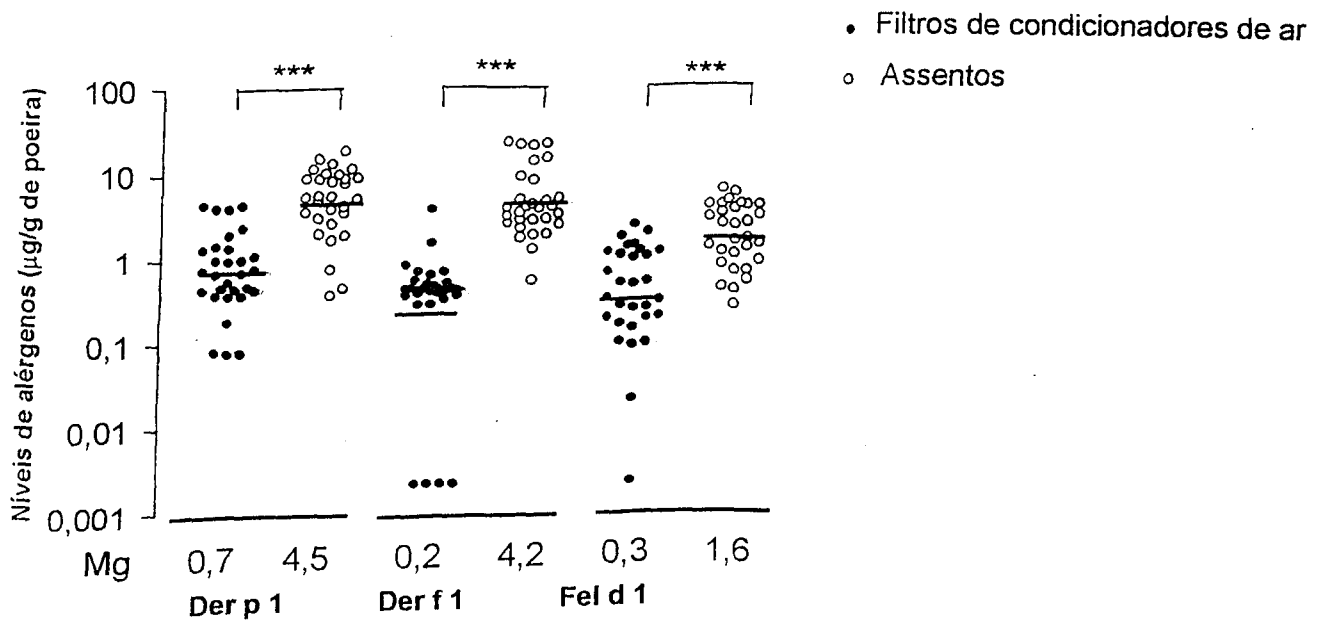
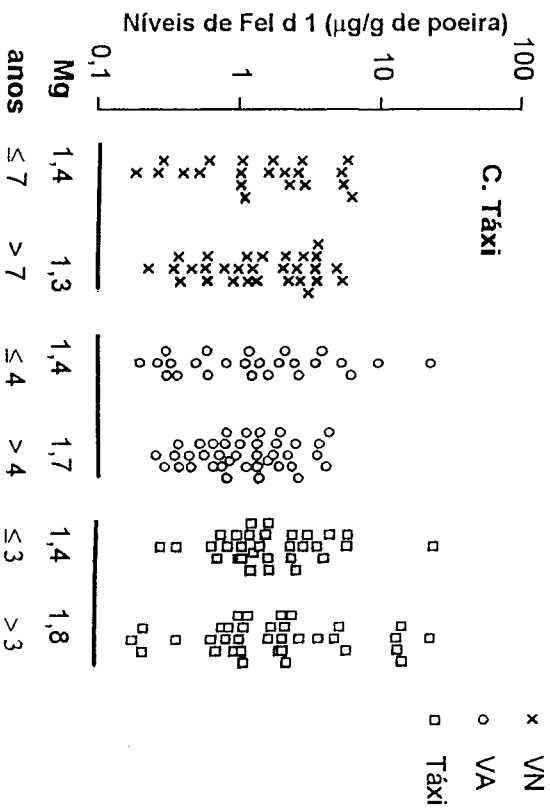
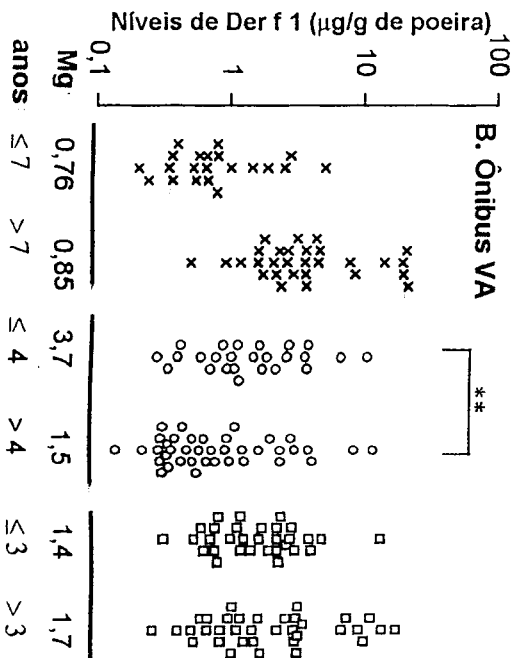
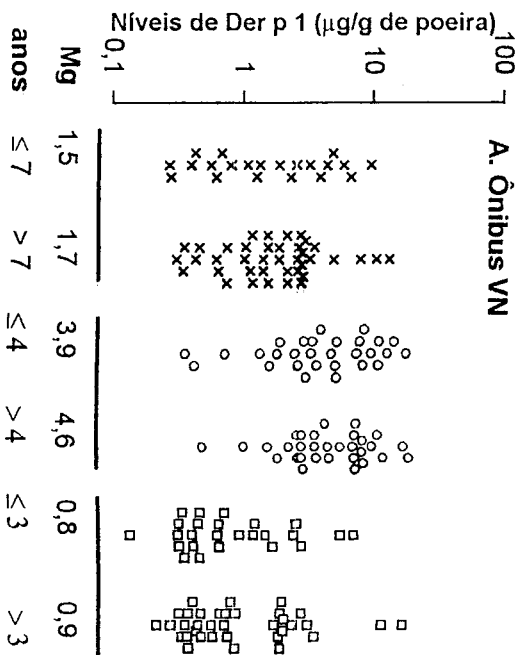


Figura 7— Níveis de alérgenos Der p 1, Der f 1 e Fel d 1 em amostras de poeira ( $n = 30$ ) coletadas de assentos e filtros do condicionador de ar de ônibus com ventilação artificial. As barras horizontais indicam as médias geométricas (Mg). \*\*\*  $P < 0,001$ .

#### 4.5 Níveis dos alérgenos e tempo de utilização dos veículos de transporte

Os veículos de transporte público estudados apresentaram tempo médio de uso muito distintos: ônibus VN (mg = 7,3 anos), ônibus VA (mg = 4,2 anos) e táxis (mg = 3,3 anos). Por conseguinte, foi investigado se havia associação entre a idade dos veículos (tempo médio de uso) e os níveis dos alérgenos mensurados (Figura 8). Somente para o alérgeno Der f 1 em ônibus VA houve uma diferença significativa entre os níveis deste alérgeno e a idade dos veículos, com níveis significativamente maiores e acima do limiar de sensibilização em ônibus VA com tempo médio de uso  $\leq 4$  anos ( $3,7 \mu\text{g/g}$  de poeira) do que aqueles  $> 4$  anos de uso ( $1,5 \mu\text{g/g}$  de poeira;  $P < 0,001$ ). Embora não tenha havido diferença significativa entre o tempo de uso e níveis dos alérgenos para os demais veículos, observou-se que ônibus VA apresentaram níveis próximos ou sensibilizantes de alérgenos Der p 1 e Der f 1 independente do tempo de uso desses veículos (Figs. 8A e 8B). Adicionalmente, as amostras de todos os tipos de veículos apresentaram níveis sensibilizantes de Fel d 1 independente da idade do veículo de transporte (Fig. 8C).

Figura 8 - Níveis de alérgenos de *D. pteronyssinus* (Der p 1), *D. farinae* (Der f 1) e *Felis domesticus* (Fel d 1) conforme a idade dos veículos de transporte público. Amostras foram coletadas de: (A) ônibus com ventilação natural (VN; n = 60) e (B) ônibus com ventilação artificial (VA; n = 60); e (C) 60 táxis. mg = média geométrica; \*\*  $P < 0,001$ .



x VN  
o VA  
□ Táxi

#### 4.6 Correlação entre níveis dos alérgenos e temperatura ou umidade relativa do ar em veículos de transporte

Utilizando-se do índice de exposição obtido para cada alérgeno em diferentes veículos de transporte, dados da temperatura interna do veículo e umidade relativa do ar mensurados no momento da coleta foram utilizados para o estabelecimento de relações entre essas variáveis.

Foi observado uma significativa correlação negativa entre níveis de Der p 1 ( $r = -0,37$ ;  $P = 0,0033$ ) ou Der f 1 ( $r = -0,57$ ,  $P < 0,0001$ ) e as temperaturas obtidas em táxis (Figuras 9A e 9B, respectivamente). Não houve qualquer correlação significativa entre os níveis dos alérgenos de ácaros ou de gato e a temperatura obtida nos diferentes tipos de ônibus ( $P > 0,05$ ).

Adicionalmente, correlações positivas e significativas foram encontradas entre os níveis de Der f 1 e a umidade relativa do ar em ônibus VA ( $r = 0,39$ ;  $P = 0,0322$ ) e em táxis ( $r = 0,38$ ;  $P = 0,0024$ ) (Figura 10). Nenhuma correlação significativa foi encontrada entre os níveis dos alérgenos Der p 1 ou Fel d 1 e a umidade relativa do ar em todos os tipos de veículos analisados ( $P > 0,05$ ).

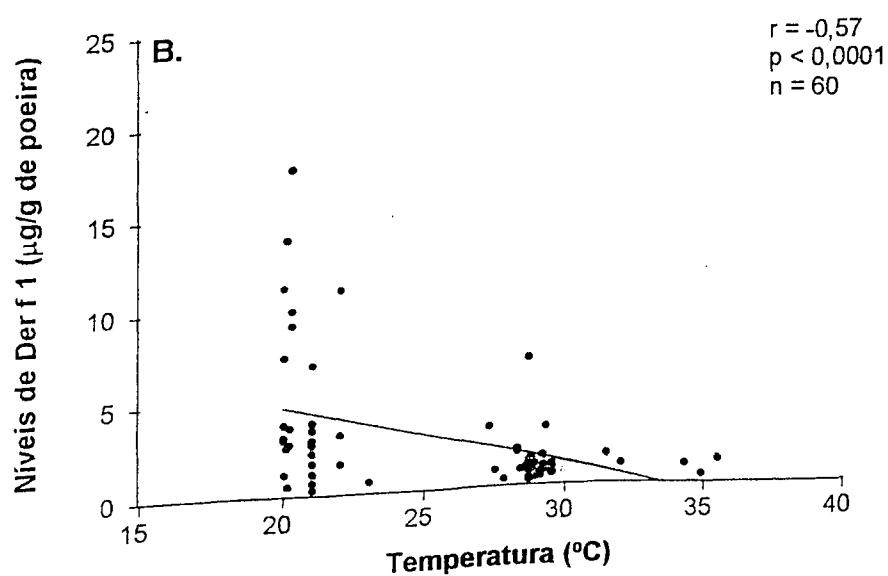
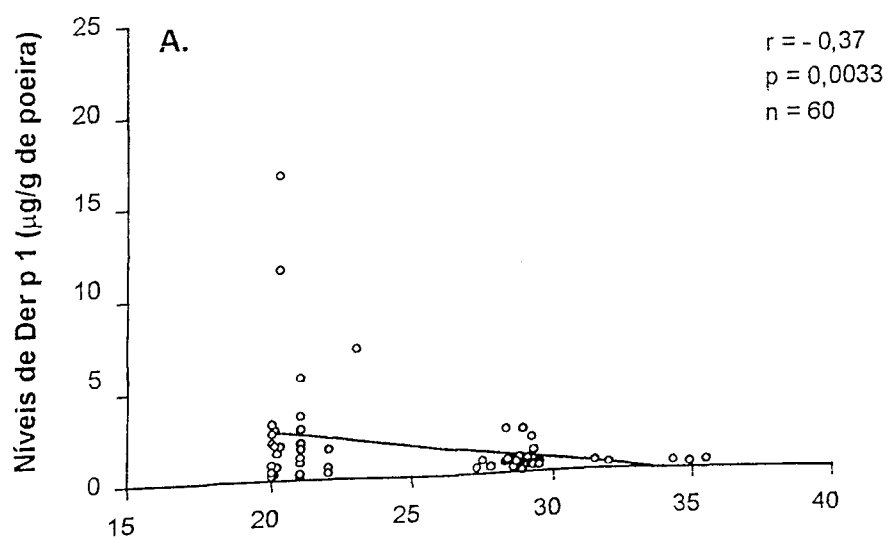


Figura 9 – Correlação entre níveis de Der p 1 (A) ou Der f 1 (B) e a temperatura interna obtida em taxis.

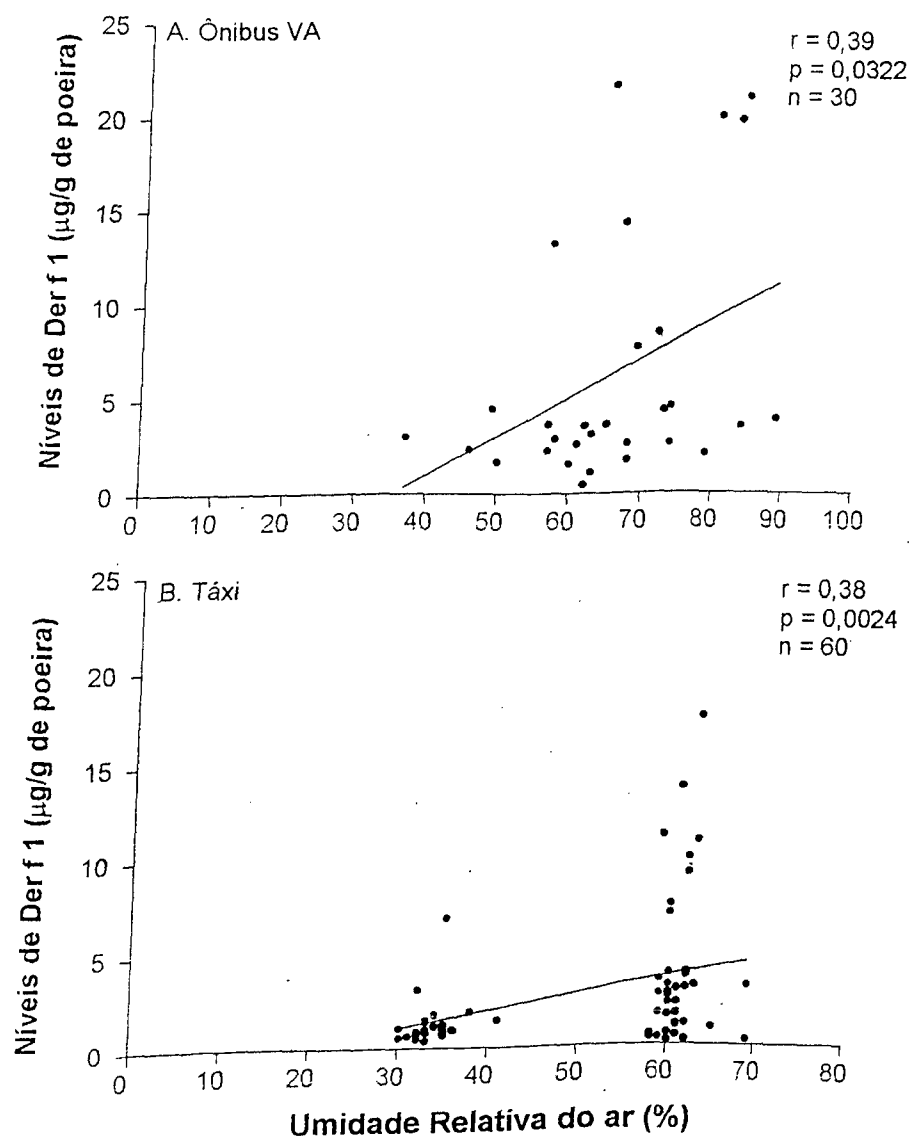


Figura 10 – Correlação entre níveis de Der f 1 mensurados em ônibus com ventilação artificial (A) ou em táxis (B) e a umidade relativa do ar.

## 5. Discussão

Atualmente, pessoas gastam mais de 5% do seu tempo dentro de veículos de transporte público (POPE, 1993). Por conseguinte, a ocorrência de ácaros e alérgenos em veículos de transporte público pode representar um importante problema de saúde para indivíduos previamente sensibilizados ou geneticamente predispostos.

Ácaros, alérgenos de ácaros e de animais domésticos podem ser encontrados em tais veículos e provavelmente são transportados de um lugar para outro, aderidos às roupas (NEAL; ARLIAN; MORGAN, 2002). Vários fatores, tais como o nível de ocupação, o sistema de ventilação, a temperatura e a umidade relativa do ar em diferentes locais públicos ou veículos de transporte podem influenciar os níveis de alérgenos (SAKAGUCHI et al., 1993; WICKMAN et al., 1999; CARRER; MARONI; ALCINE, 2001).

No presente estudo, ácaros da espécie *D. pteronyssinus* e *D. farinae* foram os mais freqüentes e dominantes. Além disso, níveis variáveis de alérgenos de ácaros e de gato foram encontrados em diferentes tipos de veículos de transporte público, incluindo níveis acima do fator de risco para sensibilização alérgênica e/ou desencadeamento de sintomas respiratórios.

Foi observado uma distribuição homogênea de alérgenos de ácaros em diferentes locais (assentos da frente, do meio e do fundo) dos dois tipos de ônibus (VN e VA) analisados, os quais são os principais meios de transporte público no Brasil. Em contraste, níveis de alérgenos de gato não foram igualmente distribuídos em ônibus VN, sendo detectados em maiores concentrações nos assentos do fundo e do meio. Esses dados sugerem que os alérgenos de ácaros são uniformemente distribuídos em ônibus independente do sistema de ventilação, natural ou artificial (ônibus com e sem condicionadores de ar). Contudo, a maior concentração dos alérgenos de gato nos



assentos do meio para trás (fundo), poderiam ser reflexo da perturbação dos alérgenos provocada pelo movimento dos veículos. Esses alérgenos provavelmente foram carregados pelas roupas dos passageiros que possuem gatos em casa, já que animais domésticos, incluindo gatos, não são permitidos ser conduzidos em veículos de transporte público no Brasil. Neste contexto, Munir et al. (2003) relataram que níveis de Fel d 1 em lugares públicos podem variar no mesmo dia ou entre diferentes dias dependendo do número de pessoas que visitam estas áreas.

De modo similar, níveis de alérgenos de ácaro e de gato em táxis foram maiores nos assentos dianteiro e traseiro dos passageiros do que no assento do motorista, embora os níveis médios desses alérgenos estavam abaixo dos limites para sensibilização alérgica. Tal fato pode ser também explicado pelo transporte passivo de alérgenos de gato aderidos às roupas dos passageiros, já que há um grande fluxo de diferentes passageiros que podem ter esses animais em casa.

No Brasil, o principal ácaro da poeira domiciliar é *Dermatophagoides pteronyssinus* (BINOTTI, 2001), embora recentemente *D. farinae* e/ou seu principal alérgeno Der f 1 foram os mais comuns em nossa região (TERRA et al., 2004, SOPELETE et al., 2000). No presente estudo, em ambos tipos de ônibus, o alérgeno predominante foi Der p 1, sendo encontrado em maiores concentrações em ônibus VA que VN, com índice de exposição acima dos valores limiares para sensibilização alérgica (4,3 e 1,6 µg/g de poeira, respectivamente). Estas diferenças podem estar relacionadas ao sistema de ventilação desses ônibus, o qual claramente tem um impacto significativo na ocorrência de alérgenos de ácaros. A ventilação natural, mas não a artificial, pode permitir maior movimentação do ar e maiores taxas de trocas gasosas, uma vez que as pessoas costumam viajar, na maior parte do tempo, com as janelas abertas e, conseqüentemente, as concentrações de alérgenos dentro do ônibus são reduzidas. Em contraste, em ônibus com sistema de ventilação artificial (VA), pessoas viajam sempre com as janelas

fechadas, resultando em menores taxas de trocas gasosas e uma maior concentração de alérgenos no interior desses ônibus.

Adicionalmente, foi observado maiores concentrações de Der p 1 que Der f 1 em ambos tipos de ônibus, apesar de Der f 1 ser o alérgeno predominante em nossa região. Isto se deve ao fato que tais veículos, embora pertencentes às companhias localizadas nesta região, viajam por longas distâncias entre diferentes estados, e assim, podem estar transportando o alérgeno Der p 1 de outros lugares.

Estudos prévios sobre a ocorrência, densidade de ácaros e níveis de alérgenos têm sido relatados em veículos de transporte público, como trens de passageiros no Japão (UEHARA et al., 2000) e Glasgow (COLLOFF et al., 1987). Nestes veículos, a espécie mais comum foi *D. pteronyssinus* e os resultados foram muito semelhantes aos da poeira domiciliar, embora a densidade de ácaros foi menor e os ácaros foram provavelmente transportados das casas por intermédio de roupas e animais domésticos (COLLOFF et al., 1987). Por outro lado, altos níveis de alérgenos de ácaro ( $\geq 10 \mu\text{g/g}$  de poeira) foram encontrados nos assentos estofados de trens urbanos do Japão, sugerindo que estes locais possam representar sítios de reprodução dos ácaros (UEHARA et al., 2000).

Ao analisar o índice de exposição a alérgenos de ácaros de acordo com o fator de risco para sensibilização ou desencadeamento de sintomas de alergia respiratória ( $\geq 2 \mu\text{g/g}$  de poeira), os resultados demonstraram que 82% e 58% das amostras de poeira de assentos de ônibus VA apresentaram níveis de Der p 1 e Der f 1  $\geq 2 \mu\text{g/g}$  de poeira, respectivamente. Estes valores foram significativamente maiores do que aqueles encontrados para ônibus VN e táxis, indicando que concentrações elevadas de alérgenos de ácaros suficientes tanto para sensibilização como para desencadeamento de sintomas alérgicos são encontradas preferencialmente em ônibus VA. Em contraste, outros estudos têm mostrado níveis de alérgenos de ácaros  $< 2 \mu\text{g/g}$  de poeira em assentos de trens e

ônibus (PARTTI-PELLINEN et al., 2000) ou nos assentos de carros particulares (TAKETOMI et al., 2002). Os níveis extremamente baixos de alérgenos de ácaros encontrados neste último estudo podem ser atribuídos às condições desfavoráveis para sobrevivência e/ou crescimento de ácaros, tais como altas temperaturas e baixa umidade relativa do ar verificada dentro destes veículos, devido à permanência por longo tempo com janelas fechadas sob condições de clima tropical. Por outro lado, no presente estudo, uma proporção significativa das amostras de assento dos táxis (40%) apresentaram níveis sensibilizantes de Der f 1, mas não de Der p 1, provavelmente porque (1) os táxis circulam geralmente dentro do perímetro urbano de Uberlândia, onde Der f 1 tem sido o alérgeno mais prevalente (SOPELETE et al. 2000) e (2) táxis permanecem comumente estacionados com janelas abertas em lugares sombreados, com isso propiciando condições mais favoráveis para sobrevivência e/ou crescimento de ácaros do que em carros particulares.

Em relação aos níveis de Fel d 1, foi encontrado uma alta proporção (> 60%) de amostras de poeira de assentos de ambos os tipos de ônibus e de táxis apresentando níveis sensibilizantes de Fel d 1 ( $\geq 1 \mu\text{g/g}$  da poeira), reforçando que os alérgenos de gato são provavelmente depositados das roupas para veículos de transporte público. De acordo com estes achados, diversos estudos têm relatado que o alérgeno Fel d 1 tem sido detectado em diversos locais públicos, onde animais de estimação não são permitidos (DE LUCCA; O' MEARA; TOVEY, 2000, MUNIR; EINARSSON; DREBORG, 2003, EGMAR et al., 1998). Tal fato pode ser devido às características aerodinâmicas deste alérgeno, que geralmente é transportado em pequenas partículas ( $< 2,5 \mu\text{m}$ ) que ficam suspensas no ar por muitas horas (LUCZYNSKA, 1994). A respeito dos níveis de alérgenos de ácaros e de gato detectados nas amostras dos assentos e dos filtros do condicionador de ar em ônibus VA, os resultados mostraram que os assentos, ao invés dos filtros dos condicionadores de ar, constituem os principais reservatórios de alérgenos

em ônibus com ventilação artificial. Entretanto, o sistema de condicionadores de ar pode contribuir para induzir os sintomas alérgicos devido a um efeito aditivo sobre a exposição alergênica total pelas concentrações de alérgenos presentes em seus filtros e carregados pelo ar frio e seco gerado pelo sistema.

Neste estudo, o tempo de uso dos veículos parece não ter influenciado diretamente sobre os níveis de alérgenos de ácaros e gato, embora Taketomi et al. (2002) demonstraram a tendência de carros próprios com maior tempo de uso apresentarem maiores níveis alergênicos. Um achado surpreendente foi que níveis do alérgeno Der f 1 tenderam a diminuir em ônibus VA com maior tempo de uso, possivelmente pelas condições de temperatura e umidade relativa do ar internas destes veículos que favorecem a dominância de *D. pteronyssinus* sobre *D. farinae* em veículos com maior tempo de uso.

Altas temperaturas em táxi podem constituir um fator limitante para a ocorrência de menores níveis dos alérgenos Der p 1 e Der f 1, indicando que condições desfavoráveis de temperatura influenciam na ocorrência dos ácaros e de seus alérgenos. Por outro lado, foi observado que níveis do alérgeno Der f 1 se correlacionaram positivamente com a umidade relativa do ar em ônibus VA e táxis, sugerindo que *D. farinae* possa estar adaptado a maiores percentagens de umidade relativa do ar que *D. pteronyssinus* nestes veículos de transporte.

A ausência de correlação significativa entre os níveis do alérgeno Fel d 1 e a temperatura ou umidade relativa do ar em todos os tipos de veículos analisados sugere que este alérgeno seja mais estável em condições climáticas adversas que os alérgenos de ácaros.

Baseado nestes resultados, pode-se concluir que os assentos estofados dos veículos de transporte público constituem um importante reservatório de alérgenos para a contaminação contínua do ambiente interno, que poderia comprometer os efeitos do

controle da exposição alergênica empregado em casa. Assim, medidas de controle ambiental adicionais para reduzir a exposição alergênica a ácaros e animais domésticos devem ser estendidas aos veículos do transporte público, já que o conhecimento e a determinação da exposição alergênica nestes veículos serão úteis para uma estratégia global de controle, em que os proprietários do táxi e os gerentes das companhias de transporte público devem estar cientes de sua importância e utilização. Finalmente, os profissionais de saúde, especialmente alergistas, devem também estar cientes desta possibilidade adicional de exposição alergênica em veículos de transporte público na conduta clínica de seus pacientes sensibilizados a ácaros e animais domésticos.

## 6. Conclusões

- *Dermatophagoides pteronyssinus* é o ácaro mais abundante e freqüente no interior de ônibus e táxis;
- Alérgenos, especialmente de *Felis domesticus* (Fel d 1), podem se distribuir distintamente em diferentes compartimentos de ônibus e táxi.
- Ônibus interestaduais podem ser considerados como reservatórios de alérgenos de ácaros, especialmente o alérgeno Der p 1 em ônibus com condicionadores de ar;
- O alérgeno Fel d 1 apresenta-se em níveis sensibilizantes tanto em ônibus com condicionador de ar quanto em ônibus com ventilação natural e táxi, demonstrando mais uma vez a sua distribuição ubiqüitária no ambiente;
- A temperatura pode influenciar nos níveis do alérgeno Der p 1 e Der f 1 em táxis;
- Os níveis do alérgeno Der f 1 correlacionam-se positivamente com umidade relativa do ar em ônibus com ventilação artificial e em táxi .

## 6. Referências Bibliográficas

- ABBAS, A.K.; LITCHMAN, A.H. Immediate Hipersensitivity. In: \_\_\_\_ Cellular and Molecular Immunology. Philadelphia: Saunders. 2003, cap. 19, p. 432-452.
- ANDERSON, M.C.; BAER, H. Allergenically active components of cat allergen extracts. **Journal of Immunology**. Baltimore, v. 127, n. 3, p. 972-975, 1981.
- ARLIAN, L.G.; BERNSTEIN, I.L.; GALLAGHAN, J.S. The prevalence of house dust mites, *Dermatophagoides spp*, and associated environmental conditions in homes in Ohio. **Journal of Allergy & Clinical Immunology**. St Louis, v. 69, p. 527-323, 1982.
- ARRUDA, L.K.; VAILES, L.D.; PLATTS-MILLS, T.A.; FERNANDEZ-CALDAS, E.; MONTEALEGRE, F.; LIN K, L.; CHUA, K.Y.; RIZZO, M.C.; NASPITZ, C.K.; CHAPMAN, M.D. Sensitization to *Blomia tropicalis* in patients with asthma and identification of allergen Blo t 5. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**. New York, v. 155, n. 1, p. 343-350, 1997.
- ARRUDA, L. K.; RIZZO, M. C.; CHAPMAN, M. D.; FERNANDEZ-CALDAS, E.; BAGGIO, D.; PLATTS-MILLS, T.A.E.; NAPISTZ, C.K. Exposure and sensitization to house dust mite allergens among asthmatic children in São Paulo, Brazil. **Clinical and Experimental Allergy**. Oxford, v. 21, p. 433-439, 1991.
- BABU, K.S.; ARSHAD, S.H. The role of allergy in the development of airway inflammation in children. **Paediatric Respiratory Reviews**. London, v. 4, n. 1, p. 40-46, 2003.
- BAGGIO, D.; AMBROZIO, L.C.; ANTILLA, M.A. Ácaros ambientais e manifestações alérgicas. **Revista Brasileira de Alergia e Imunopatologia**. São Paulo, v. 12, p. 56, 1989.
- BASCOM, R. Environmental factors and respiratory hypersensitivity: the Americas. **Toxicology Letters**. Amsterdam, v. 86, n. 2, p. 115-130, 1996.
- BEASLEY, R. Epidemiology of asthma. In: DJUKANOVIC, R.; HOLGATE, S.T. (Ed) **An Atlas of asthma**. New York and London: The Parthenon Publishing Group, 1999, cap. 2. p. 20-22).
- BESSOT, J.C.; PAULI, G.; CASIDA, E.; CHARPIN, J. **Dossier de producto Sobrex**, Laboratorio Searle Iberica, p. 5.A, 1988.
- BINOTTI, R.S.; MUNIZ, J.R.O.; PASCHOAL, I.A.; PRADO, A.P. do; OLIVEIRA, C.H. House Dust Mites in Brazil – An Annotated Bibliography. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 96, n. 8, p. 1177-1184, 2001.

BOUSQUET, J.; CAUWENBERGE, P.; KHALTAEV, N. **Manejo da rinite alérgica e seu impacto na asma: um guia médico para médicos e enfermeiras**. 2002. Disponível em: <<http://www.sbpt.org.br/download/ARIA.pdf>>. Acesso em: 28 dez. 2003.

BRUNTON, S.A.; SAPHIR R.L. Dust mites and asthma. **Hospital Practice**. New York, v. 34, n. 10, p. 67-68, 1999.

CARRER, P.; MARONI, M.; ALCINE, D. Allergens in indoor air: environmental assesment and health effects. **The Science of the Total Environment**. Amsterdam, v. 270, n. 1, p. 33-42, 2001.

CHAPMAN, M. D.; WOOD, R. A.; The role and remediation of animal allergens in allergic diseases. **Journal of Allergy & Clinical Immunology**. St Louis, v. 107, n. 3, p. S414-S421, 2001.

CHAPMAN, M.D., AALBERSE, R.C., BROWN, M.J., PLATTS-MILLS, T.A. Monoclonal antibodies to the major feline allergen Fel d 1. 2. Single step affinity purification of Fel d 1, N-terminal sequence analysis, and development of a sensitive two-site immunoassay to assess Fel d 1 exposure. **Journal of Immunology**. Baltimore, v. 140, n. 3, p. 812-818, 1988.

COLLOFF, M.J. Mite fauna of dust from passenger trains in Glasgow. **Epidemiology and Infection**. New York, v. 98, n. 4, p. 127-130, 1987.

CONSTANT, S.L.; LEE, K.S.; BOTTOMLY, K. Site of antigen delivery can influence T cell priming: pulmonary environment promotes preferential Th2-type differentiation. **European Journal of Immunology**. Weinheim, v. 30, n. 3, p. 840-847, 2000.

COOKSON, W. The alliance of genes and environment in asthma and allergy. **Nature**. London, v. 402, n. 25, p. B5-B11, 1999.

CROCE, J; BAGIO, D. Ácaros contaminantes de ambientes e causadores de doenças alérgicas no homem. Disponível em: Disponível em: <<http://www.kirsner.com/acaros.html>>. Acesso em: 28 dez. 2003.

CUSTOVIC, A.; FLETCHER, A.; PICKERING, C.A. FRANCIS, H.C.; GREEN, R.; SMITH, A.; CHAPMAN, M.; WOODCOCK, A. Domestic allergens in public places III: house dust mite, cat, dog and cockroach allergens in British hospitals. **Clinical and Experimental Allergy**. Oxford, v. 1, n. 28, p.53-59, 1998.

CUSTOVIC, A.; TAGGART, S.C.O; WOODCOCK, A. House dust mite and cat allergen in different indoor environments. **Clinical and Experimental Allergy**. Oxford, v. 24. p. 1164-1168, 1994.

CUSTOVIC, A.; SIMPSON, A.; CHAPMAN, M. D.; WOODCOCK, A. Allergen avoidance in treatment of asthma and atopic disorders. **Thorax**, London, v. 53, p.60, 1998.

DE ANDRADE, A.D.; BIRNBAUM, J.; MAGALON, C.; MAGNOL, J.P.; LANTEAUME, A.; CHARPIN, D.; VERVLOET, D. Fed d 1 levels in cat anal glands. **Clinical and Experimental Allergy**. Oxford, v. 26, n. 2, p. 178-180, 1996.



DE LUCCA, S.D.; O'MEARA, T.J.; TOVEY, E.R. Exposure to mite and cat allergens on a range of clothing items at home and the transfer of cat allergen in the workplace. **Journal of Allergy & Clinical Immunology**. St Louis, v. 106, n. 5, p. 874-879, 2000.

DUTRA, B.M.R.S.; ROSÁRIO FILHO, N.A.; ZAVADNIAK, A.F. Alérgenos inaláveis em Curitiba: uma revisão de sua relevância clínica. **Revista Brasileira de Alergia e Imunopatologia**, São Paulo, v. 24, n. 5, 2001.

EGMAR, A.C.; ALMQVIST, C.; EMENIUS, G.; ILJA, G.; WICKMAN, M. Deposition of cat (Fel d 1), dog (Can f 1), and horse allergen over time in public environments – a model of dispersion. **Allergy**. Copenhagen, v. 53, n. 10, p. 957-961, 1998.

EGMAR, L.; EMENIUS, G.; AXELSSON, G.; PERSHAGEN, G.; WICKMAN, G. Direct and indirect exposure to cat (Fel d 1) and dog (Can f 1) allergen in homes. **Journal of Allergy & Clinical Immunology**. St Louis, v.91, p. 324, 1993.

ENBERG, R.N.; SHAMIE, S.M.; MCCULLOUGH, J.; OWNBY, D.R. Ubiquitous presence of cat allergen in cat-free buildings: probable dispersal from human clothing. **Annals of Allergy**. MacLean, v. 70, n. 6, p. 471-474, 1993.

FERNANDEZ-CALDAS, E.; PUERTA, L.; MERCADO, D.; LOCKEY, R.F.; CARABALLO, L.R. Mite fauna, Der p 1, Der f 1 and *Blomia tropicalis* allergen levels in a tropical environment. **Clinical and Experimental Allergy**. Oxford, v. 23, n. 4, p. 292-297, 1997.

IORE, R.W.; COMPARSI, A.B.; RECK, C.L.; OLIVEIRA, J.K.; PAMPANELLI, K.B.; FRITSCHER, C.C. Variação na prevalência de asma e atopia em um grupo de escolares de Porto Alegre/RS. **Jornal de Pneumologia**. São Paulo, v. 27, n. 5, p. 237-242, 2001.

FIREMAN, P. Imunologia das doenças alérgicas. In: \_\_\_\_\_. Asma e a imunologia das doenças alérgicas. London: Mosby-Wolfe Medical Communications. 1998. cap. 1. p. 1-26.

FLECHTMANN, C.H.W. In: Morfologia \_\_\_\_\_. Ácaros de importância médico veterinária. São Paulo: Livraria Nobel. 1977. cap. 1. p. 15.

FLECHTMANN, C.H.W. In: Organização geral dos ácaros \_\_\_\_\_. Ácaros de importância agrícola. São Paulo: Livraria Nobel. 1979. cap. 1. p. 16-21.

FLECHTMANN, C.H.W. Ácaros em produtos armazenados e na poeira domiciliar. Piracicaba: USP-SP, **Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queirós**, 97 p., 1986.

GELBER, L.E.; SELTZER, L.H.; BOUZOUKIS, J.K.; POLLART, S.M.; CHAPMAN, M.D.; PLATTS-MILLS, T.A.. Sensitization and exposure allergens as risk factors for asthma among patients presenting to hospital. **The American Review of Respiratory Disease**. Baltimore, v. 147, n. 3, p. 573-578, 1993.

Global Initiative For Asthma – GINA. Global strategy for asthma management and prevention. 2002. Disponível em: <<http://www.ginasthma.com/workshop.pdf>>. Acesso em: 28 dez. 2003.

GREEN, W.F.; MARKS, G. B.; TOVEY, E. R., TOELLE, B. G., WOOLCOCK, A.J House dust mites and mite allergens in public places. **Journal of Allergy & Clinical Immunology**. St Louis, v. 89, n.6, p. 1196-1197, 1992.

HOOVER, G.E.; PLATTS-MILLS, T.A.E. What the pulmonology needs to know about allergy. **Clinics in Chest Medicine**. Philadelphia, v. 16, n. 4, p. 603-620, 1995.

IZAOLA, A. P.; MILLA, J. J. S.; GARMILLA, J. I.M.; ANTÍPARA, I. Humedad relativa y ácaros. Estudio de intervención. **Allegologia e Immunopathologia**. Barcelona, v. 23, n. 5, p. 231-2344, 1995.

JANEWAY, C. A.; TRAVERS, P.; WALPORT, M.; SHLOMCHIK, M.. Allergy and Hypersensitivity. In: \_\_\_\_ **Immunobiology: the immune system in health and disease**. London: Garlandscience. 2002, p. 499-526.

JORGE-NETO, J.; BAGGIO, D. Ácaros da poeira domiciliar na cidade de São Paulo-SP. **Revista Brasileira de Alergia e Imunopatologia**, São Paulo, 1984, Edição especial.

KALINER, M.; LEMANSKE, R. Rhinitis And Asthma. **Journal of the American Medical Association**. Chicago, v. 268, n. 20, p. 2807-2829, 1992.

LEITERMANN, K.; OHMAN, J.L. Cat allergen 1: Biochemical, antigenic, and allergenic properties. **Journal of Allergy & Clinical Immunology**. St Louis, v.74, n. 2, p. 147-153, 1984.

LUCZYNSKA, C.M.; ARRUDA, L.K.; PLATTS-MILLS, T.A.; MILLER, J.D.; LOPEZ, M.; CHAPMAN, M.D. A two-site monoclonal antibody ELISA for the quantification of the major *Dermatophagoides* spp. allergens, Der p I and Der f I. **Journal of Immunology Methods**. Amsterdam, v. 118, n 2, p. 227-235, 1989.

LUCZYNSKA, C.M. Risk factors for indoor allergen exposure. **Respiratory Medicine**. London, v. 88, n. 10, p. 723-729, 1994.

LUCZYNSKA, C.M.; LI, Y.; CHAPMAN, M.D.; PLATTS-MILLS, T.A.E. Airborn concentration on particle size distribution of allergens derived from domestic cats (*Felis domesticus*). **American Review of Respiratory Disease**. Baltimore., v. 141, p. 361-367, 1990.

MASTEN, B.J.; LIPSCOMB M.F. Comparison of lung dendritic cells and B cells in stimulating naive antigen-specific T cells. **Journal of Immunology**. Baltimore, v. 162, n. 3, p. 1310-1317, 1999.

MEDEIROS, M. JR.; FIGUEIREDO, J.P.; ALMEIDA, M.C.; ATTA, A.M.; TAKETOMI, E.A.; SILVA, D.A.; TERRA, S.A.; AMORIM, W.W.; PINHO, R.S.; ARAUJO, M.I., CARVALHO, E.M. Association between mite allergen (Der p 1, Der f 1, Blo t 5) levels and microscopic identification of mites or skin prick test results in asthmatic subjects. **International Archives of Allergy and Immunology**. Basel, v. 129, n. 3, p. 237-24163, 20002.

MIHRSHAHI, S.; MARKS, G.; VANLAAR, C.; TOVEY, E.; PEAT, J. Predictors of high house dust mite allergen concentrations in residential homes in Sydney. **Allergy**. Copenhagen, v. 57, n. 2, p. 137-142, 2002.

MILLS, S.; SIEBERS, R.; WICKENS, K.; CRANE, J.; PURDIE, G.; FITZHARRIS, P. House dust mite allergen levels in individual bedding components in New Zealand. **The New Zealand Medical Journal**. Wellington, v. 115, n. 1151, p. 151-153, 2002.

Ministério da Saúde. Secretaria Nacional de Ações Básicas de Saúde, Estatísticas de Mortalidade, 2000.

MIYAMOTO, T. Environmental impact on hypersensitivity and allergy. In: JOHANSSON, S. G. O. (eds.) **Progress in allergy and clinical immunology**. v. 3, Stockholm: Hogrefe & Huber publishers. 1995, 480p., p. 81-82.

MUNIR, A.K.; EINARSSON, R.; DREBORG, S. Variability of airborne cat allergen, Fel d 1, in a public place. **Indoor Air**. Copenhagen, v. 13, n. 4, p. 353-358, 2003.

MURRAY, A.B.; FERGUSON, A.C. Dust-free bedrooms in the treatment of asthmatic children with house dust or house dust mite allergy: A controlled trial. **Pediatric**. Springfield, v. 71, p. 418-422, 1983.

NEAL, J. S.; ARLIAN, L.G. Relationship among house-dust mites, Der 1, Fel d 1, and Can f 1 on clothing and automobile seats with respect to densities in houses. **Annals of Allergy, Asthma & Immunology**. McLean, v. 88, n. 4, p. 410-405, 2002.

ORIBE, Y.; MIYAZAKI, Y. Effects of relative humidity on the population growth of house-dust mites. **Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science**. Tokyo, v. 9, n.4, p. 201-203, 2000.

PARTTI-PELLINEN, K.; MARTTILA, O.; MAKINEN-KILJUNEN, S.; HAAHTELA, T. Occurrence of dog, cat, and mite allergens in public transport vehicles. **Allergy**. Copenhagen v. 55, p. 65-68, 2000.

PATCHETT, K.; LEWIS, S.; CRANE, J.; FITZHARRIS, P. Cat allergen (Fel d 1) levels on school children's clothing and in primary school classrooms in Wellington, New Zealand. **Journal of Allergy & Clinical Immunology**. St Louis, v. 100, n. 6, p. 755-759, 1997.

PÉRES-SANTOS, C. Course on mite identification-keys to the identification of families, genera and species of common house dust mite and storage food mites. In EUROPEAN CONGRESS OF ALLERGOLOGY AND CLINICAL IMMUNOLOGY, 16. Madrid, 25-30 June, 1995. 82 p.

PLATTS-MILLS, T.A.; VERVOLLET, D.; THOMAS, W.R.; AALBERSE, R.C.; CHAPMAN, M.D. Indoor allergens and asthma: report of the Third International Workshop, Cuenca, Spain. **Journal of Allergy & Clinical Immunology**. St Louis, v. 100, n. 6, p. S2-S4, 1997.

PLATTS-MILLS, T.A.E.; CHAPMAN, M. D. Dust mites immunology, allergic disease and environmental control. **Journal of Allergy & Clinical Immunology**. St Louis, v. 80, p. 755-757, 1987.

PLATTS-MILLS, T.A.E. Estimation of allergen concentration in indoor environments? Prediction of health-related effects. In: GAMMAGE, R. B., BERVEN, B. A. (ed.) **Indoor air and human health**. Boca Raton: CRC Press, 1996, 380p., p. 197-210.

PLATTS-MILLS, T.A.E.; SPORIK, R. B.; WHEATLEY, L. M.; HEYMANN, P.W. Is there a dose-reponse relationship between exposure to indoor allergens and symptoms of asthma. **Journal of Allergy & Clinical Immunology**. St Louis, v. 96, n. 4, p. 435-440, 1995.

PLATTS-MILLS, T.A.E.; THOMAS, W. R.; AALBERSE, R. C.; VERVLOET, D.; CHAPMAN, M. D. Dust mite allergens and asthma: report of a Second International Workshop. **Journal of Allergy & Clinical Immunology**. St Louis, v. 89, p. 1046-1060, 1992.

PLATTS-MILLS, T.A.E.; VERVLOET, D.; THOMAS, W. R. Indoor allergens and asthma report of the Third International Workshop **Journal of Allergy & Clinical Immunology**. St Louis, v. 100, n. 6, p. S1-S23, 1997.

POMÉS, A. Intrinsic properties of allergens and environmental exposure as determinants of allergenicity. **Allergy**. Copenhagen, v. 57, n. 1, p. 673-679, 2002.

POPE, A.M. Agents, Sources, Source controls, and diseases. In: Pope AM, Patterson R, Burg H, eds. **Indoor Allergens – Assessing and Controlling Adverse Health Reactions**. Washington: National Academy Press, 1993: 86-130.

RIZZO, M.C.; NASPITZ, C.K.; FERNÁNDEZ-CALDAS, E.; LOCKEY, R.F.; MIMIÇA, I.; SOLÉ, D. Endotoxin exposure and symptoms in asthmatic children. **Pediatric Allergy and Immunology**. Oxford, v. 8, p. 121-126, 1997.

RULLO, V.E.; RIZZO, M.C.; ARRUDA, L.K.; SOLE, D.; NASPITZ, C.K. Day-care centers and schools as sources of exposure to mites, cockroach, and endotoxin in the city of São Paulo, Brazil. **Journal of Allergy & Clinical Immunology**. St Louis, v. 110, n. 4, p. 582-588, 2002.

SAKAGUCHI, M.; INOUE, S.; IRIE, T.; YASUEDA, H.; YOSHIZAMA, S.; SHIDA, T.; Measurement of allergens associated dust mite allergy. II. Concentration of airborne mite allergens (Der 1 and Der 2) in the houses. **International Archives of Allergy and Applied Immunology**. Basel, v. 90, n. 2, p. 190-193, 1989.

SAKAGUCHI, M.; INOUE, S.; IRIE, T.; MIYAZAWA, H.; WATANABE, M.; YASUEDA, H.; SHIDA, T.; NITTA, H.; CHAPMAN, M. D.; SCHOU, C.; AALBERGE, R. C. Airborne cat (Fel d 1), dog (Can f 1), and mite (Der p 1 e Der p 2) allergen levels in the homes of Japan. **Journal of Allergy & Clinical Immunology**. St Louis, v. 92, n. 6, p. 797-801, 1993.

SELTZER, J.M. Biological contaminants. **Journal of Allergy and Clinical Immunology**. St Louis, v. 94, n. 2, p. 318-326, 1994.

SHAKIB, F.; SCHULTZ, O.; SEWELL, H. A mite subversive: cleavage of CD23 and CD25 by Der p 1 enhances allergenicity. **Immunology Today**. Amsterdam, v. 19, n. 7, p. 313-316, 1998.

SIDENIUS, K.E.; HALLAS, T.E.; POULSEN, L.K.; MOSBECH, H. A controlled intervention study concerning the effect of intended temperature rise on house dust mite load. **Annals of agricultural and environmental medicine**. v. 9, n. 2, p. 163-168, 2002.

Sistema Único de Saúde - SUS. Disponível em: Disponível em:  
<<http://www.datasus.gov.br>>. Acesso em: 28 dez. 2003.

SKONER, D.P. Allergic rhinitis: Definition, epidemiology, pathophysiology, detection, and diagnosis. **Journal of Allergy & Clinical Immunology**. St Louis, v. 108, n. 1, p. S 1 –S 7, 2001.

SLUNT, J.B.; TAKETOMI, E.A.; PLATTS-MILLS; T.A. **Clinical and Experimental Allergy**. Oxford, v. 27, n. 10, p. 1184-1192, 1997.

SOLE, D.; YAMADA, E.; VANA, A.T.; WERNECK, G.; SOLANO DE FREITAS, L.; SOLOGUREN, M.J.; BRITO M.; ROSARIO FILHO, N.A.; STEIN, R.T; MALL, O.I.J. International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC): prevalence of asthma and asthma-related symptoms among Brazilian schoolchildren. **Journal of Investigational Allergology & Clinical Immunology**. Barcelona, v. 11, n. 2, p. 123-1288, 2001.

SOPELETE, M. C., SILVA, D. A. O., ARRUDA, L. K., CHAPMAN, M. D., TAKETOMI, E. A. *Dermatophagoides farinae* (Der f 1) and *Dermatophagoides pteronyssinus* (Der p 1) allergen exposure among subjects living in Uberlândia, Brazil. **International Archives of Allergy and Immunology**. Basel, v. 122, n. 4, p. 257-263, 2000.

STEWART, G.A.; LAKE, F.R.; THOMPSON, P.J. Faecally derived hydrolytic enzymes from *Dermatophagoides pteronyssinus*: physicochemical characterization of potential allergens. **International Archives of Allergy and Applied Immunology**. Basel, v. 95, n. 2-3, p. 248-256, 1991.

TAKETOMI, E.A.; JUSTINO, C.M.; SOPELETE, M.C.; SILVA, D.A.O. Pet and mite allergen levels in Brazilian cars [abstract]. **Allergy**. Copenhagen, v. 57, S895, 2002.

TAYLOR, A.J. Asthma and allergy. **British Medical Journal**. London, v. 316, n. 28, p. 997-999, 1998.

TERRA, S.A; SOPELETE, M.C; SILVA, D.A.O.; MENDES, J; TAKETOMI, E.A.. Mite allergen levels and acarologic analysis in house dust samples in Uberaba, Brazil. **Journal of Investigational Allergology & Clinical Immunology**. Barcelona, v. 14, n. 3, 2004 (In press).

TOVEY, E.R.; MAHMIC, A.; MCDONALD, L.G. Clothing- an important source of mite allergen exposure. **Journal of Allergy and Clinical Immunology**. St Louis, n. 6, v. 96, p. 999-1001, 1995.

- TOVEY, E.R.; CHAPMAN, M.D.; WELLS, C.W.; PLATTS-MILLS, T.A.E. The distribution of dust mite allergen in the houses of patients with asthma. **The American Review of Respiratory Disease**. Baltimore, v. 124, p. 630-635, 1981.
- TSAI, J.J.; WU, H.H.; SHEN, H.D.; HSU, E.L.; WANG, S.R. Sensitization to *Blomia tropicalis* among asthmatic patients in Taiwan. **International Archives of Allergy and Immunology**. Basel, v. 115, n. 2, p. 144-149, 1998.
- UEHARA, K.; TOYODA, Y.; KONISHI, E. Contamination of passenger trains with *Dermatophagoides* (Acari: Pyroglyphidae) mite antigen in Japan. **Experimental & Applied Acarology**. Amsterdam, v. 24, n. 9, p. 727-734, 2000.
- VALENTA, R. The future of antigen-specific immunotherapy of allergy. **Nature Reviews Immunology**. London, v. 2, n. 6, p. 446-453, 2002.
- WAN, H.; WINTON, H.L.; SOELLER, C.; TOVEY, E.R.; GRUENERT, D.C.; THOMPSON, P.J.; STEWART, G.A.; TAYLOR, G.W.; GARROD, D.R.; CANNELL, M.B.; ROBINSON, C. Der p 1 facilitates transepithelial allergen delivery by disruption of tight junctions. **The Journal of Clinical Investigation**. New Haven, v. 104, n. 1, p. 123-133, 1999.
- WHARTON, G.W. House dust mites. **Journal of Medical Entomology**. Honolulu, v. 12, n. 6, p. 577-621, 1976.
- WICKENS, K.; MARTIN, I.; PEARCE, N.; FITZHARRIS, P.; KENT, R.; HOLBROOK, N.; SIEBERS, R.; SMITH, S.; TRETOWEN, H.; LEWIS, S.; TOWN, I.; CRANE, J. House dust mite allergen levels in public places in New Zealand. **Journal of Allergy & Clinical Immunology**. St Louis, v. 99, n. 5, p. 587-593, 1997.
- WICKMAN, M.; EGMAR, A.; EMENIUS, G.; ALMQVIST, C.; BERGLIND, N.; LARSSON, P.; VAN HAGE-HAMSTEN, M. Fel d 1 and Can f 1 in settled dust and airborne Fel d 1 in allergen avoidance day-care centres for atopic children in relation to number of pet-owners, ventilation and general cleaning. **Clinical and Experimental Allergy**. Oxford, v. 29, n. 5, p. 626-632, 1999.
- WOOD, R.A.; CHAPMAN, M.D.; ADKINSON, N.F.; EGGLESTON, P.A. The effect of cat removal on allergen content in household-dust samples. **Journal of Allergy & Clinical Immunology**. St Louis, v. 83, n. 4, p. 730-734, 1989.
- ZIELONKA, T.M.; CHARPIN, D.; BERBIS, P.; LUCIANI, P.; CASANOVA, D.; VERVOLOET, D. Effects of castration and testosterone on Fel d 1 production by sebaceous glands of male cats: I - Immunological assessment. **Clinical and Experimental Allergy**. Oxford, v. 24, n. 12, p. 1169-1173.

**ANEXO 1**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOMÉDICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
IMUNOLOGIA E PARASITOLOGIA APLICADAS

**De: Dr. Ernesto Akio Taketomi**

**Para:**

Fazemos parte de um grupo de Pesquisa em Alergia e Imunologia Clínica da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) que estuda a importância dos alérgenos ambientais em veículos de transportes público. Para a realização da Dissertação de Mestrado do Aluno **Fernando Lourenço Pereira**, integrante Programa de Pós-Graduação em Imunologia e Parasitologia Aplicadas, necessitamos coletar poeira do interior de táxi. Para tanto gostaríamos de obter o consentimento dos responsáveis desta empresa. Os alunos que realizarão a coleta serão previamente identificados e o farão com um aspirador de pó. Todos os dados referentes à empresa serão sigilosos e não serão divulgados na pesquisa.

Colocamos à disposição para esclarecimentos mais detalhados da pesquisa a ser realizada.

Certos da sua colaboração, desde já agradeço

---

Prof. Dr. Ernesto Akio Taketomi  
Coordenador do Projeto de Pesquisa

## TERMO DE CONSENTIMENTO

Eu, \_\_\_\_\_,  
concordo em participar do projeto de pesquisa intitulado "Exposição a alérgenos inaláveis em meios de transporte público", que será realizado nesta unidade de ensino e pesquisa, estando ciente dos seguintes aspectos:

- Necessidade de colheitas de amostras de poeira no interior dos ônibus;
- Necessidade de preenchimento de questionário próprio e termo de consentimento;

Terei a garantia de receber resposta a qualquer pergunta, ou esclarecimento a qualquer dúvida a cerca dos procedimentos, benefícios e outros assuntos relacionados com a investigação.

Será respeitado o caráter confidencial das informações fornecidas, não sendo permitida a identificação da empresa ou do ônibus.

Uberlândia, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ 2002.





## ANEXO 2

UFU

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Instituto de Ciências Biomédicas

Programa de Pós-Graduação em Imunologia e Parasitologia Aplicadas

Telefax: (34) 3218-2333

Av. Pará 1720 - Campus Umuarama 38400-902 Uberlândia-MG

**FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DO ÔNIBUS**

a) Tipos de ônibus

( ) ônibus com ventilação natural ( ) ônibus com ventilação artificial

b) Ano de fabricação do veículo: \_\_\_\_\_

c) Número da placa: \_\_\_\_\_

d) Número do ônibus: \_\_\_\_\_

e) Tipo de estofado: \_\_\_\_\_

f) Data de colheita: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

g) Temperatura: \_\_\_\_\_

h) Umidade Relativa: \_\_\_\_\_

**FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DO TÁXI**

NOME DO CONDUTOR: \_\_\_\_\_

MARCA DO VEÍCULO: \_\_\_\_\_

ANO DE FABRICAÇÃO: \_\_\_\_\_

TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA: \_\_\_\_\_

**INFORMAÇÕES GERAIS**

2 – Costuma transportar animais no automóvel ? Com qual frequência?

( ☐ SIM ☐ NÃO3– Se a resposta 2 for SIM, qual (is) animal (s) ?  
\_\_\_\_\_

Uberlândia, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2002

## RESUMO

Ácaros e animais domésticos são importantes fontes de aeroalérgenos em veículos de transporte público, que podem representar um sério problema em indivíduos sensibilizados. O objetivo deste estudo foi determinar os níveis dos alérgenos de ácaros (Der p 1 e Der f 1) e de gato (Fel d 1) em ônibus e taxis, bem como avaliar o alérgeno predominante em cada tipo de veículo de transporte público. Alérgenos de ácaros e de gato foram mensurados por ELISA tipo "sanduíche" em amostras de poeira coletada de assentos estofados de 60 ônibus com ventilação natural (VN), 60 ônibus com ventilação artificial (VA) e 60 taxis. Trinta amostras de poeira do filtro dos condicionadores de ar dos ônibus VA foram também incluídas. Níveis de Der p 1 and Der f 1 foram significativamente maiores em ônibus VA que VN, enquanto níveis de Fel d 1 não foram significativamente diferentes entre os tipos de ônibus. Não houve diferença significativa entre os níveis de alérgenos de ácaros em diferentes seções dos ônibus, enquanto níveis de Fel d 1 foram significativamente maiores em assentos do fundo e do meio do que os assentos da frente de ônibus VN. Alérgenos de ácaros e de gato em taxis foram significativamente maiores no assento traseiro dos passageiros do que no assento do motorista. Uma grande proporção de amostras de poeira dos veículos, especialmente em ônibus VA (82% para Der p 1 and 58% para Der f 1) apresentaram níveis sensibilizantes dos alérgenos de ácaros, enquanto > 60% das amostras de todos os tipos de veículos continham níveis sensibilizantes para Fel d 1. Amostras de poeira coletada de assentos mostraram níveis significativamente maiores de alérgenos de ácaros e de gato do que amostras coletadas do filtro dos condicionadores de ar dos ônibus VA. Pode-se concluir que veículos de transporte público constituem um importante reservatório de alérgeno e contaminação contínua deste ambiente interno. Profissionais da saúde devem estar cientes desta possibilidade adicional de exposição alérgica na conduta clínica de seus pacientes sensibilizados a ácaros e animais domésticos.

**PALAVRAS-CHAVES:** Exposição alérgica, ácaros da poeira domiciliar, Der p 1, Der f 1, Fel d 1, veículos de transporte público

## Summary

Mites and pets are important sources of indoor allergens in public transport vehicles that could represent a serious problem in sensitized subjects. The aim of this study was to determine Der p 1, Der f 1 and Fel d 1 allergen levels in buses and taxis, and to evaluate the predominant allergen in each public transport vehicle. Mite and cat allergens were measured by a sandwich ELISA in dust samples collected from upholstered seats of 60 natural ventilation buses (NVB), 60 artificial ventilation buses (AVB) and 60 taxis. Thirty dust samples from air-conditioning filters of AVB were also included. Der p 1 and Der f 1 levels were significantly higher in AVB than NVB, while Fel d 1 levels were not significantly different between the types of buses. No significant differences were found for mite allergen levels in various sites of both types of buses, whereas Fel d 1 levels were significantly higher in rear and middle than front seats in NVB. Mite and cat allergen levels in taxis were significantly higher in passenger's rear than driver's seats. A high proportion of dust samples of vehicles, especially AVB (82% for Der p 1 and 58% for Der f 1) had sensitizing levels for mite allergens, while > 60% of samples from all vehicles had sensitizing levels for Fel d 1 allergen. Samples from seats showed significantly higher levels of mite and cat allergens than air-conditioning filter of AVB. It can be concluded that public transport vehicles constitute an important allergen reservoir for continuous contamination of the indoor environment. Health professionals should be aware of this additional possibility of allergen exposure on medical management of their mite and cat sensitized patients.

Key words: allergen exposure, Der p 1, Der f 1, Fel d 1, house dust mite, public transport vehicles