

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

THIAGO DE CARVALHO MORETTI

**ARTRÓPODES ASSOCIADOS ÀS CARCAÇAS DE PEQUENOS ROEDORES
EXPOSTAS EM ÁREA DE FORMAÇÃO VEGETAL SECUNDÁRIA NO MUNICÍPIO
DE CAMPINAS, SP.**

**Tese apresentada ao Instituto de Biologia da
Universidade Estadual de Campinas, para a
obtenção do título de Mestre em
Parasitologia.**

Orientador: Prof. Dr. Odair Benedito Ribeiro

Campinas, 2006

UNIDADE BC
Nº CHAMADA TUNICAMP
M817a
V _____ EX _____
TOMBO BCI 70062
PROC 16.123.06
C _____ D X
PREÇO 11,00
DATA 2.2/09/06
Nº CPD _____

BIB ID: 387552

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE BIOLOGIA – UNICAMP

M817a

Moretti, Thiago de Carvalho

Artrópodes associados às carcaças de pequenos roedores expostas em área de formação vegetal secundária no município de Campinas, SP / Thiago de Carvalho Moretti. -- Campinas, SP: [s.n.], 2006.

Orientador: Odair Benedito Ribeiro.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia.

1. Entomologia forense. 2. Animais - Carcaças. 3. Díptera. 4. Camundongo. 5. *Rattus norvegicus*. I. Ribeiro, Odair Benedito. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biologia. III. Título.

(rcdt/ib)

Título em inglês: Arthropods associated with small rodent carcasses exposed in a secondary wood area in the municipality of Campinas, SP.

Palavras-chave em inglês: Forensic entomology; Animal carcasses; Díptera; Mice; *Rattus norvegicus*.

Área de concentração: Parasitologia.

Titulação: Mestre em Parasitologia.

Banca examinadora: Odair Benedito Ribeiro, Angelo Pires do Prado, Patrícia Jacqueline Thyssen.

Data da defesa: 30/06/2006.

Campinas, 30 de junho de 2006.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Odair Benedito Ribeiro (orientador)

Prof. Dr. Ângelo Pires do Prado

Prof (a). Dr (a). Patrícia Jacqueline Thyssen

Prof. Dr. Carlos Fernando Salgueirosa de Andrade

Prof. Dr. Glauco Machado

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, José Wilson Moretti e Vânia de Carvalho Moretti, pelo amor, incentivo, paciência e respeito incondicional por minha educação;

Ao meu irmão, Diego de Carvalho Moretti, pela amizade e pelo exemplo;

Ao Prof. Dr. Odair Benedito Ribeiro, pela orientação, amizade e por ter sido o responsável pelo início da minha jornada na Entomologia;

A Profa. Dra. Ana Maria Aparecida Guaraldo, pelo carinho e por ter me mostrado o maravilhoso mundo dos parasitas;

Ao Prof. Dr. Ângelo Pires do Prado, pelas valiosas contribuições no Exame de Qualificação e no Exame Prévio;

A Profa. Dra. Patrícia Jacqueline Thyssen, pela amizade, participação no Exame Prévio e pela expressiva ajuda em todas as etapas do presente estudo;

Aos Profs. Drs. Carlos Fernando Salgueirosa de Andrade e Silmara Marques Allegretti, pela participação no Exame Prévio;

Ao Prof. Dr. Glauco Machado, pela participação no Exame Prévio e pela identificação dos opiliões coletados no presente estudo;

As Profas. Dras. Marlene Tiduko Ueta e Urara Kawazoe, pela participação no Exame de Qualificação;

Aos Profs. Drs. Paulo Sérgio de Oliveira, Cátia Antunes de Mello-Patiu e Márcia Souto Couri, pela identificação dos exemplares da Família Formicidae, Sarcophagidae e Muscidae, respectivamente;

Ao Prof. Dr. Arício Xavier Linhares, pelo auxílio nas análises estatísticas.

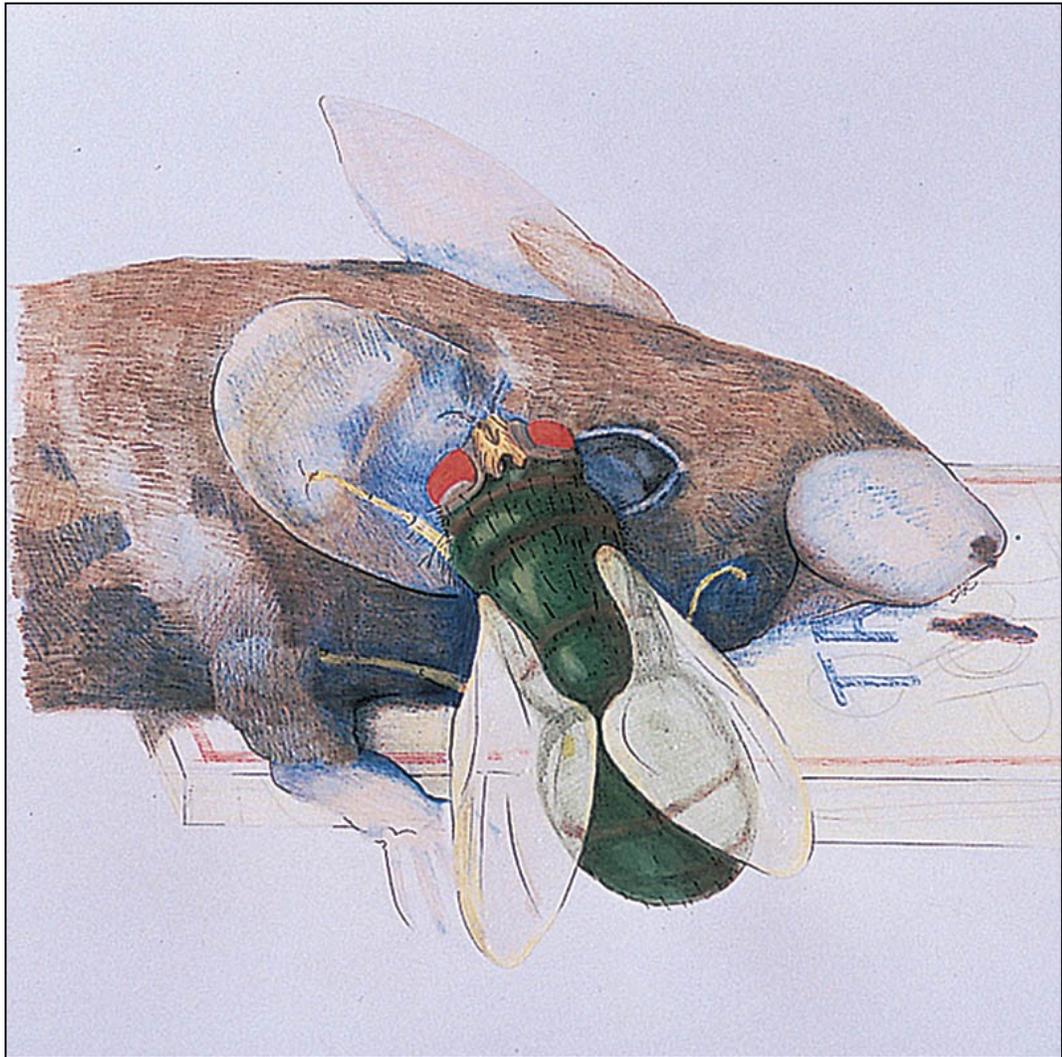


Figura extraída de Beckendorf *et al.* 2002. *Arch. Intern. Med.*, 162:638-640. A figura mostra um exemplar de *Lucilia sericata* inspecionando uma carcaça de camundongo (*Mus musculus*).

... Certa vez, em França, ha justamente 71 annos, um modesto medico provinciano, Bergeret, apertado na difficil conjunctura de determinar o tempo de morte de uma creança, cujo corpo mumificado continha larvas e chrysalidas de insectos, lembrou-se, ante a fallencia dos recursos que a chronologia putrefactiva lhe facultava para o caso, de recorrer ao estudo da fauna dos cadaveres, conseguindo, dest'arte, firmar diagnose peremptoria e precisa. Esse relatorio abria uma esperanza para os medicos legistas. Lançava a semente que mais tarde fructificaria num dos mais bellos e curiosos capitulos da medicina legal de nossos dias. Não ousarei contar-vos, por meudo, as vicissitudes porque passou o problema, nem vos enumerar os copiosos trabalhos, que ora alçavam o estudo da fauna cadaverica ao nivel do recurso mais seguro e valioso para a chronothanatognose, como se diz na arrevesada terminologia medica, ora restringiam seus prestimos a quasi nada, quando lhe não negavam qualquer importancia ou serventia.

Deverei, porém, citar-vos o verdadeiro creador desse capitulo da sciencia dos nossos dias, o sabio entomologista Mégnin, que o estudou com carinho, systematisou e deu-lhe emfim foros de cidadania scientifica. Com elle chegou a questão ao apogeu: seus trabalhos resumem o maximo que o estudo da fauna cadaverica prometeu a medicina legal. O problema medico legal mais importante que a fauna cadaverica pretendia resolver era o da determinação do tempo da morte. Baseava-se em dois principios. Creado na época em que alvoreciam as pesquisas sobre os germens da putrefacção, acreditando-se que os microbios não entravam atabalhoadamente na fauna da decomposição cadaverica, senão em ordem methodica, regular, constante, uns em pós outros, o systema se firmava em que a putrefacção evolve por phases succesivas, regulares, (...) de sorte que a composição chimica do corpo em putrefacção se ia alterando progressivamente, sempre na mesma ordem e em limites de tempo mais ou menos iguaes até a reduccão final. Aceito esse postulado, admittia Mégnin que o insecto como o acariano, quer fosse ao cadaver para nutrir-se, quer para garantir à sua próle meio nutritivo farto e conveniente ao crescimento, só o procurava quando a putrefacção havia attingido a phase cuja constituição chimica lhe era mais favoravel. Dest'arte, a cada periodo putrefactivo correspondia uma turma, uma legião, de trabalhadores da morte, segundo a pinturesca expressão de Mégnin. E assim se construiu o eschema das turmas dos trabalhadores da morte...

(Parte da Conferência realizada por Oscar Freire em 1921, no Centro Acadêmico Oswaldo Cruz. In: Freire, O. 1923. Fauna Cadaverica Brasileira. *Revista de Medicina*, 4:15-40).

SUMÁRIO

RESUMO	01
ABSTRACT	02
1. INTRODUÇÃO	03
2. OBJETIVOS	09
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
4. MATERIAL E MÉTODOS	26
5. RESULTADOS	37
6. DISCUSSÃO	66
7. CONCLUSÕES	71
8. ANEXOS	72
9. REFERÊNCIAS	76

MORETTI, T.C. **Artrópodes associados às carcaças de pequenos roedores expostas em área de formação vegetal secundária no município de Campinas, SP.** 2006. Tese (Mestrado em Parasitologia) – Universidade Estadual de Campinas.

RESUMO

Embora estudos do destino *post-mortem* de cadáveres humanos sejam de interesse forense, e na natureza grandes animais se tornem disponíveis à colonização por insetos logo após a morte, o destino do vasto número de carcaças de animais pequenos em alguns habitats, bem como os parâmetros que conduzem este processo, ainda são pouco estudados. Em vista deste quadro, foram conduzidos estudos sobre a decomposição de carcaças de pequenos roedores em uma área de vegetação secundária dentro do campus da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP (22°49'15''S, 47°04'08''W) na cidade de Campinas – SP (Brasil), de agosto de 2003 a junho de 2004, para analisar a composição da fauna de invertebrados que visitam e colonizam os cadáveres. Quatro carcaças de camundongo de laboratório (*Mus musculus*) e quatro carcaças de rato (*Rattus norvegicus*) foram expostas em cada estação, durante o período acima estabelecido. As carcaças foram acondicionadas em aparato adequado para coleta de insetos imaturos e adultos. No curso da decomposição das 32 carcaças, foram coletados 6514 exemplares (820 adultos e 5694 imaturos) de 53 espécies de artrópodes pertencentes às famílias Sarcophagidae, Calliphoridae, Muscidae, Fanniidae, Syrphidae, Richardiidae, Sepsidae, Micropezidae, Otitidae, Drosophilidae, Phoridae, Dolichopodidae, Anthomyiidae, Asilidae e Lauxaniidae (Diptera), Formicidae, Ichneumonidae, Encyrtidae e Apidae (Hymenoptera), Staphylinidae (Coleoptera) e Gonyleptidae (Opiliones). As espécies colonizadoras mais abundantes foram *Lucilia eximia* (Wiedemann, 1819) (Diptera: Calliphoridae), bem como as espécies de Sarcophagidae *Peckia (Pattonella) intermutans* (Walker, 1861) e *Sarcophaga (Liopygia) ruficornis* (Fabricius, 1794), as quais são raramente vistas criando-se em carcaças de grandes animais. Este comportamento pode sugerir uma especialização destas espécies em colonizar carcaças pequenas, possivelmente como estratégia de escape à competição com outras espécies de dípteros necrófagos em carcaças de grandes animais.

Palavras-Chave: Entomologia Forense, Animais – Carcaças, Diptera, Camundongo, *Rattus norvegicus*.

MORETTI, T.C. **Arthropods associated with small rodent carcasses exposed in a secondary wood area in the municipality of Campinas, SP.** Tese (Mestrado em Parasitologia) – Universidade Estadual de Campinas.

ABSTRACT

Although studies of the *post-mortem* fate of human corpses are of forensic interest, and in natural environments large animals become available to insect colonization soon after death, the fate of the vast number of small carcasses in some habitats, as well as the parameters that lead this process, are not objective of important investigations. Due to this situation, decomposition studies of small rodent carcasses were conducted in a secondary wood area within the Campus of Campinas State University – UNICAMP (22°49'15''S, 47°04'08''W) in the municipality of Campinas (Brazil), from August 2003 to June 2004, to analyze the composition of the local carrion visiting and colonizing invertebrate fauna. Four laboratory mouse carcasses (*Mus musculus*) and four rat carcasses (*Rattus norvegicus*) were exposed in each season, during the set period. All the carcasses were placed in an iron-mesh cage, which was adequate to collect adult and immature insects. In the course of the decomposition of the 32 rodent carcasses, 6514 specimens (820 adults and 5694 immatures) of 53 arthropod species from the families Sarcophagidae, Calliphoridae, Muscidae, Fanniidae, Syrphidae, Richardiidae, Sepsidae, Micropezidae, Otitidae, Drosophilidae, Phoridae, Dolichopodidae, Anthomyiidae, Asilidae and Lauxaniidae (Diptera), Formicidae, Ichneumonidae, Encyrtidae e Apidae (Hymenoptera), Staphylinidae (Coleoptera) and Gonyleptidae (Opiliones) were collected. The most abundant species breeding on the carcasses were *Lucilia eximia* (Wiedemann, 1819) (Diptera: Calliphoridae) and some Sarcophagidae species, such as *Peckia (Pattonella) intermutans* (Walker, 1861) and *Sarcophaga (Liopygia) ruficornis* (Fabricius, 1794), which are rarely seen breeding on carcasses of large animals. This behavior can suggest a specialization of these species in colonizing small carcasses, possibly an attempt to avoid competition with other species of necrophagous Diptera in carcasses of large animals.

Key Words: Forensic Entomology, Animal Carcasses, Diptera, Mice, *Rattus norvegicus*.

1. INTRODUÇÃO

Embora estudos do destino *post-mortem* de cadáveres humanos sejam de interesse forense, e na natureza grandes animais se tornem disponíveis à colonização por insetos logo após a morte, o destino do vasto número de carcaças de animais pequenos em alguns habitats, bem como os parâmetros que conduzem este processo, ainda são pouco estudados.

Uma dada região, seja ela tropical ou temperada, apresenta uma quantidade considerável de roedores de vários portes, ofídios, anfíbios e aves, em adição aos jovens de animais de grande porte, seus abortos, placentas e outras membranas que aparecem por ocasião dos nascimentos. Embora não seja parte abordada no estudo em questão, a fauna de invertebrados, como vermes, moluscos terrestres e larvas de lepidópteros, pode também atrair dípteros colonizadores de carcaças especializados em colonizar tais recursos (BLACKITH & BLACKITH, 1990).

Há essencialmente três destinos possíveis para um corpo pequeno: pode ser levado por vertebrados que se alimentam de carcaças; pode ser colonizado por moscas e outros artrópodes; ou pode apodrecer ou mumificar de acordo com o clima local. Combinações destas possibilidades são também possíveis (BLACKITH & BLACKITH, 1990).

Segundo Campobasso *et al.* (2001), a decomposição de corpos é um processo complexo que vai desde a autólise de células individuais por degradação de componentes químicos intracelulares, até a autólise tecidual, ocasionada pela liberação de enzimas e por processos externos introduzidos por bactérias e fungos provenientes do intestino e ambiente externo. As enzimas bacterianas causam liquefação dos tecidos pela degradação de proteínas, carboidratos e lipídios em seus componentes básicos (aminoácidos, água e dióxido de carbono, ácidos graxos e substâncias voláteis) com formação de gases (nitrogênio, metano e amônia). Os tecidos são

digeridos a um fluido consistente, com a produção de grande quantidade de gases de cheiro putrefacto; depois, os tecidos tornam-se úmidos e permanecem repletos de gases. Aspectos químicos e ultraestruturais da decomposição foram extensivamente discutidos por Gill - King (1997).

De acordo com Bornemissza (1957), podem ser reconhecidos cinco estágios durante o processo de decomposição, sendo que cada um deles é atrativo para um grupo específico de inseto sarcossaprófago, por oferecer condições propícias para o seu desenvolvimento. Por exemplo, Hobson (1932) constatou que no período inicial da decomposição, os tecidos são excessivamente ácidos e, portanto, imprestáveis para a alimentação das larvas de dípteros, as quais são forçadas a alimentar-se dos líquidos entre as fibras musculares. A velocidade de decomposição pode variar segundo a ação de fatores abióticos como temperatura, umidade, precipitação ou insolação, e fatores bióticos, que correspondem à fauna decompositora e a causa da morte (SMITH, 1986; MONTEIRO-FILHO & PENEREIRO, 1987).

Segundo Smith (1986), quatro categorias ecológicas podem ser identificadas em comunidades presentes em carcaças: (1) espécies necrófagas, as quais verdadeiramente se alimentam da carcaça; (2) predadores e parasitas de espécies necrófagas, que se alimentam de outros insetos ou artrópodes; (3) espécies onívoras, que se alimentam tanto da carcaça quanto de seus colonizadores e (4) espécies adventícias, que usam o cadáver como uma extensão de seus ambientes.

A sucessão entomológica em carcaças, como em toda comunidade efêmera, tem sido descrita como um processo discreto por muitos autores (PAYNE, 1965; LANE, 1975), que se basearam na utilidade forense de tal processo. Contudo, Schoenly e Reid (1987) foram os primeiros a apresentar como foco a dinâmica da sucessão entomológica, propondo que este

padrão seria contínuo, e não discreto. A hipótese de um processo discreto implica que deve haver mais similaridade na composição de espécies dentro de uma fase de decomposição em particular do que entre estágios de decomposição. Isto ocorre devido à separação temporal de espécies que são atraídas especialmente por uma fase de decomposição. Por outro lado, se não há estes compartimentos isolados, o processo ecológico em questão não pode ser considerado como discreto abrindo espaço para interpretações continuístas.

Considerando a sucessão entomológica em carcaças como um processo discreto, haveria então muita importância no reconhecimento e estabelecimento de estágios de sucessão, e depois em vincular cada estágio a uma fauna de artrópodes específica.

A sucessão em carcaças por insetos constitui um processo complexo, em termos de tamanho da carcaça, e de variações na altitude, no habitat e na sazonalidade durante a utilização desta fonte de criação por diferentes espécies de moscas, quando estas atuam como saprófagas (MACLEOD & DONNELLY, 1957; NUORTEVA & SKAREN, 1960; KUUSELA & HANSKI, 1982; BLACKITH & BLACKITH, 1990; DAVIES, 1999; ISICHE *et al.* 1992; SMITH & WALL, 1997).

Levando em consideração a colonização por moscas, grupo que inclui várias famílias com espécies necrófagas, Kuusela e Hanski (1982) propuseram a questão de que se há ou não preferência por certos tipos ou tamanhos de carcaça, e concluíram que estes são determinantes insignificantes da estrutura da comunidade destes insetos, no local deste estudo (Sul da Finlândia).

Denno e Cothran (1976) utilizaram coelhos com massa média de 1 kg, que ainda pode ser considerada uma carcaça grande comparada com a maioria dos animais selvagens, já que um coelho é aproximadamente 30 vezes mais pesado que um camundongo, por exemplo. Quanto menor é a carcaça, mais intensa é a competição entre as larvas de moscas colonizadoras. A

sucessão, como o padrão ordenado de substituição de espécies (RICKLEFS, 1973), foi reconhecido por fitossociologistas no final do século XIX (COWLES, 1899). Depois, tal conceito passou a ser utilizado em outras áreas das Ciências Biológicas.

Considera-se que 60% da fauna decompositora seja constituída por dípteros e coleópteros, sendo que dentre os dípteros, os Calliphoridae dos gêneros *Lucilia*, *Chrysomya*, *Cochliomyia*, e *Calliphora*, bem como vários gêneros de Sarcophagidae, destacam-se pela abundância relativa e pela definida sucessão durante o processo de decomposição (BORNEMISSZA, 1957; REED, 1958; PAYNE, 1965, 1972).

Embora em termos forenses as ordens Diptera e Coleoptera sejam as mais importantes, as ordens Lepidoptera, Hymenoptera, Blattodea, Hemiptera, Isoptera e Dermaptera podem ser consideradas grupos de potencial interesse forense, na medida em que não são rotineiramente utilizados em investigações sobre fauna cadavérica, mas também freqüentemente não se dispõem de dados biológicos e comportamentais suficientemente estudados, que lhes pudessem garantir exclusão ou inclusão definitiva no conjunto de insetos já estudados nos cadáveres. Entretanto, o que se observa freqüentemente na literatura são apenas descrições de ocorrência de exemplares destas ordens, sem qualquer tipo de discussão do possível papel destes insetos na carcaça. É neste contexto que o termo **Artropodologia Forense** ganha cada vez mais sentido.

Aos califorídeos certamente foi dado maior enfoque neste estudo, seja pelo que foi explicitado acima, seja por serem considerados o core da comunidade formada pelas diferentes populações de moscas decompositoras de carcaças (HANSKI, 1977).

Em vista do número não tão significativo de estudos que tratam da competição intra ou interespecífica de dípteros colonizadores de carcaças em situações naturais, desenvolveu-se este estudo sob um enfoque essencialmente ecológico, na medida em que se buscou verificar não só a

influência de moscas invasoras do gênero *Chrysomya* na biologia das moscas nativas, mas também as diferentes estratégias de utilização de carcaças de pequenos animais.

As moscas do gênero *Chrysomya*, até meados da década de 1970, eram restritas aos trópicos do Velho Mundo. Estudos indicam que no ano de 1975, três espécies deste gênero foram introduzidas com sucesso no Brasil: *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819), *Chrysomya putoria* (Wiedemann, 1819) e *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1794). O período de 1975 a 1976 coincidiu com um grande êxodo de refugiados angolanos, cujas embarcações aportaram às costas do sudeste Brasileiro, muitas delas acompanhadas de animais domésticos (GUIMARÃES *et al.*, 1978,1979); a partir daí a dispersão destas espécies ocorreu por todo o continente (MARILUIS, 1981; BAUMGARTNER & GREENBERG, 1984; BAUMGARTNER, 1988; WELLS, 1991).

Dentre as espécies de moscas nativas, pode-se destacar *Cochliomyia macellaria* (Fabricius, 1775), que era considerada a mais freqüente e constante espécie encontrada em carcaças nos estágios de putrefação e fermentação, raramente ocorrendo no estágio de decomposição inicial (FREIRE, 1914). Entretanto, após a introdução das espécies de *Chrysomya* no Brasil, este quadro foi alterado, provavelmente devido à competição entre estas e *C. macellaria*, a qual possivelmente tenha sido deslocada pelas espécies invasoras (BAUMGARTNER & GREENBERG, 1984), experimentando inclusive declínio populacional em certas regiões brasileiras. Tal quadro pode ser facilmente explicado, em termos de sucessão, pelo fato de uma carcaça sempre receber mais ovos ou larvas do que pode sustentar (HOLDAWAY, 1930; SALT, 1932; FULLER, 1934; KNEIDEL, 1984), possibilitando severa competição por alimento, principalmente durante a fase larval.

Atualmente, as espécies de *Chrysomya* são freqüentes em produtos animais expostos em feiras livres (peixes, vísceras); criam-se em lixões, pocilgas, matadouros, carcaças animais e

mesmo em excrementos. São, portanto, importantes na contaminação do alimento humano com agentes patogênicos (intestinais e não intestinais) oriundos de lixo e outros detritos, além de serem importantes pelos danos econômicos que podem vir a causar, já que larvas de certas espécies provocam miíases primárias ou secundárias (ZUMPT, 1965).

Este tipo de estudo, além de possibilitar a compreensão de uma série de aspectos ecológicos, tem valor para a Medicina Legal, na área conhecida como Entomologia Forense, a qual pode ser definida como a aplicação do estudo de insetos e outros artrópodes que, em associação com procedimentos criminalísticos, tem o propósito de descobrir informações úteis para uma investigação (NUORTEVA, 1977; ERZINÇLIOGLU, 1983; KEH, 1985; SMITH, 1986; CATTS & GOFF, 1992).

Várias aplicações nesta área já foram enumeradas por Catts e Haskell (1990), Oliva *et al.* (1995) e Byrd e Castner (2001): determinação do tempo (intervalo pós-morte ou IPM), local, modo ou causa da morte; movimentação do cadáver; associação dos suspeitos com a cena do crime; investigação de substâncias tóxicas; casos envolvendo possível morte súbita; acidentes de trânsito com causa desconhecida. Desta forma justifica-se a importância da observação da fauna de insetos que colonizam pequenas carcaças, bem como as possíveis variações sazonais ao longo das coletas dos dados de campo, de maneira a contribuir para incrementar o conhecimento da colonização de carcaças animais por dípteros e outros insetos.

2. OBJETIVOS

Este estudo teve como objetivo analisar aspectos ecológicos de populações de dípteros das famílias Calliphoridae e Sarcophagidae associadas à decomposição de carcaças de pequenos roedores (Rodentia: Muridae) expostas em uma área de formação vegetal secundária no município de Campinas, salientando:

1. A abundância relativa de adultos e imaturos;
2. Determinar as espécies que apenas visitam a carcaça e as que lá se desenvolvem;
3. Possíveis diferenças na sucessão entre carcaças expostas ao sol (parcial) e à sombra;
4. Verificar se há ou não sucessão entomológica nas carcaças;
5. Possíveis diferenças na composição da fauna decompositora em carcaças de roedores de tamanhos diferentes.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. A CARÇAÇA COMO MICROHABITAT

A carcaça é uma microsere negligenciada. Corpos de peixes em decomposição levados à terra firme, restos de répteis, pássaros e mamíferos mortos, são especialmente adequados para estudos de tal natureza. Associados com mudanças na composição química da carcaça estão numerosas questões, envolvendo atividades bacterianas, biocenoses do cadáver, e a sucessão microseral da fauna cadavérica (ALLEE *et al.*, 1949).

O parágrafo acima fornece uma idéia da complexidade de estudar processos envolvidos na decomposição de carcaças animais. Carcaças de vertebrados, assim como o esterco, são excelentes exemplos de recursos efêmeros e de distribuição irregular, além de terem alto valor nutricional e serem freqüentemente alvos de competição por insetos. Condições físico-químicas e bióticas nestes microhabitats mudam rapidamente e acabam por selecionar populações que os colonizem também de maneira rápida (HANSKI, 1987).

Outros aspectos das carcaças como recursos colonizados por insetos, além da ocorrência irregular e efêmera, devem ser levados em consideração. A relação existente entre o recurso (a carcaça) e seus consumidores é do tipo não-interativa: os insetos são incapazes de influenciar a taxa de renovação da carcaça. Diferente da maioria das interações consumidor-recurso, não há espaço para ocorrência de coevolução: os cadáveres mantêm suas propriedades independentemente da ação dos consumidores, os quais podem apenas fazer com que o recurso seja ainda mais efêmero, dependendo do ritmo de remoção (HANSKI, 1987).

Em termos de disponibilidade, há pouquíssimos estudos que comparam tal aspecto em

diferentes biomas. A maior ocorrência natural de biomassa de mamíferos, e conseqüentemente a maior disponibilidade de carcaças, ocorre nas savanas tropicais (e.g., 250 kg/ha nas savanas africanas) (OWEN, 1983). Mesmo se houvesse estudos mais específicos quanto à produção de carcaças, estes não necessariamente indicariam a disponibilidade real dos cadáveres para os insetos, pois não estariam considerando a influência dos animais vertebrados carniceiros, os quais podem remover 60-100% das carcaças de pequenos mamíferos e pássaros em ecossistemas temperados (PUTMAN, 1978). Richardson (1980) estudou o papel de carniceiros vertebrados em ecossistemas tropicais, e concluiu que abutres e hienas são responsáveis pelo completo consumo de 90% das carcaças disponíveis em alguns territórios da África do Sul.

3.2. COMPETIÇÃO E SUCESSO ECOLÓGICO

Segundo Birch (1957), competição é um importante fator controlador de populações. Embora seu significado preciso seja controverso, competição pode ser considerada como uma manifestação da luta pela existência, na qual dois ou mais organismos de espécies iguais ou diferentes exercem uma influência danosa um sobre o outro, já que suas demandas mútuas excedem a disponibilidade imediata do recurso em comum. A influência danosa que os competidores exercem uns sobre os outros é geralmente mútua. Porém, por haver diferenças entre os organismos que são importantes para a ocorrência da competição, pode haver considerável variação no grau de prejuízo desempenhado por cada competidor.

A soma das características relevantes de cada competidor constitui sua habilidade competitiva, e qualquer característica que favoreça um grupo sobre outro em uma situação de

competição confere vantagem competitiva a este grupo. Nessas condições, a população larval é influenciada pela sua densidade e pelos inimigos naturais, fatores estes que irão refletir na taxa de mortalidade larval e na fecundidade dos adultos (BUTLIN & DAY, 1984).

As larvas de dípteros da Infraordem Muscomorpha apresentam considerável radiação ecológica para ocupar diversos habitats e são bem adaptados ao desenvolvimento em meios de decomposição de origem vegetal ou animal, ou ainda exercer parasitismo facultativo ou obrigatório em animais (LEVOT *et al.*,1979).

Considera-se que o alimento seja o principal fator regulador do número e flutuação das populações de insetos, pois dele dependerá o sucesso das larvas em obter quantidades suficientes de nutrientes, ou ainda adotar uma estratégia peculiar a uma dada população (LEVOT *et al.*,1979). Ulyett (1950) sugere que adaptações, tais como a rapidez de crescimento larval, o tempo após oviposição ou larviposição no qual o crescimento mais rápido ocorre, a habilidade de formar pupas viáveis, mas com comparativamente baixo peso, e uma redução geral no tamanho dos indivíduos da população em favor de um aumento do número total de sobreviventes, são estratégias adotadas que mantêm as populações.

O sucesso ecológico dos Calliphoridae pode ser analisado tendo como base estes e outros parâmetros. O comportamento de oviposição, a posição das espécies desta família na seqüência natural de oviposição na carcaça, e a habilidade relativa desta família em enfrentar a condição de superpopulação que ocorre em substratos de natureza imprevisível (carcaça) também são de grande importância no sucesso dos califorídeos adultos em obter porções significativas de proteína da carcaça, fator que está diretamente relacionado à habilidade reprodutiva destas moscas e ao sucesso das larvas em explorar satisfatoriamente um recurso alimentar limitado (LEVOT *et al.*,1979).

Outro aspecto interessante é o papel desempenhado pelas formigas na exploração de carcaças em ambientes tropicais, as quais certamente entram em intensa competição com moscas e coleópteros necrófagos (JANZEN, 1983). Informações adicionais sobre formigas em carcaças podem ser encontradas no artigo anexo: Moretti, T.C.; Ribeiro, O.B. 2006. *Cephalotes clypeatus* Fabricius (Hymenoptera: Formicidae): Hábitos de Nidificação e Ocorrência em Carcaça Animal. *Neotropical Entomology*, 35(3): 412-415.

3.3. CALLIPHORIDAE, SARCOPHAGIDAE E DIVISÃO DE RECURSOS

Os Calliphoridae e os Sarcophagidae são duas famílias de moscas caliptradas filogeneticamente relacionadas, e cujas estratégias alimentares larvais são extremamente diversas, muito embora esta segunda família apresente biologia muito mais diversa que a primeira.

A literatura disponível sobre o assunto (COLE & SCHLINGER, 1969) revela basicamente dois grupos de exploração de recursos. Ao primeiro grupo pertencem espécies cujas larvas usam tecidos vivos de vertebrados e invertebrados como fonte de alimento. Membros do segundo grupo são primariamente necrófagos, alimentando-se de carcaças. Estas duas categorias são parcialmente artificiais, já que algumas espécies (e.g., *Lucilia sericata*) conseguem explorar carcaças tão eficientemente quanto provocar miíases. Porém, mesmo estas espécies tendem a concentrar-se no primeiro ou no segundo grupo.

Membros destas duas famílias coexistem em carcaças de mamíferos, como apontam diversos estudos (e.g., FULLER, 1934), já que não tratam este recurso de maneira homogênea, sendo capazes de especializar-se em diferentes aspectos dos recursos alimentares fornecidos por

um cadáver.

Denno (1973), investigando possíveis relações de nicho larval de uma guilda de moscas necrófagas, revelou clara divisão de recursos. Desta forma, uma das questões mais importantes deve focar-se não na natureza destas divergências de nicho observadas, mas nas possíveis causas destas. Competição interespecífica é rotineiramente deduzida como a força ecológica que conduz ou mantém a divisão de recursos.

Miller (1967) enfatizou que o papel que a competição interespecífica exerce na determinação de relações de nicho de espécies que coexistem naturalmente pode ser melhor elucidado implementando experimentos de subtração ou adição de uma espécie componente. Algumas diferenças entre as estratégias reprodutivas de Calliphoridae e Sarcophagidae possibilitaram experimentos de subtração.

As fêmeas da família Sarcophagidae são, sem exceção, vivíparas ou ovovivíparas, depositando larvas de primeiro ínstar que imediatamente escavam túneis na fonte alimentar e começam a se alimentar. Os Calliphoridae, por outro lado, são ovíparos, depositando seus ovos em locais específicos da carcaça. As varejeiras fêmeas adultas, devido à oviposição crítica, devem manter contato direto com a carcaça, enquanto que os sarcófagídeos não necessitam deste contato íntimo com o recurso alimentar, porque são capazes de depositar suas larvas diretamente na carcaça ou abandoná-las enquanto permanecem agarradas em algum objeto que permaneça sobre a carcaça (DENNO & COTHRAN, 1975).

Com relação aos Sarcophagidae, cumpre destacar que eles não só se destacam na utilização de carcaças de vertebrados: Lopes (1973), citou várias espécies criando-se em invertebrados mortos, entre os quais moluscos de diversos tamanhos (e.g., os gastrópodes *Thaumastus taunaysii* Ferrussac, *Solaropsis brasiliana* Deshayes e *Pomacea* sp.), pupas de

Brassolis astyra Godart (Lepidoptera: Brassolidae), em *Periplaneta americana*, Oligochaeta da família Magascolecidae, vermes terrestres, *Rhinocricus sp.* (Myriapoda: Julidae) e até cabeças de camarão. Não há relatos de Calliphoridae colonizando invertebrados mortos.

3.4. USO DE CARÇAÇAS ANIMAIS POR *TETRAGONISCA ANGUSTULA*

A maioria das abelhas e vespas que se alimentam de pólen (Masaridae) depende basicamente de pólen e néctar obtidos das flores. Abelhas sem ferrão (Meliponini) podem visitar frutas, secreções de afídeos, excreta de mamíferos, exudatos vegetais e carcaças animais, dos quais elas eventualmente obtêm açúcares, proteínas, sais e materiais para construção de ninhos. Entre as abelhas eusociais, o completo abandono do forrageamento em flores, ou seja, a necrofagia obrigatória, ocorre no gênero afrotropical *Cleptotrigona* e nas espécies neotropicais *Trigona hypogea*, *T. necrophaga* e *T. crassipes*, que utilizam tecidos de animais mortos em substituição às fontes protéicas convencionais, como por exemplo, pólen (NOLL *et al.*, 1996).

Tais abelhas depositam enzimas digestivas na carcaça, já que esta possui tecidos parcialmente digeridos dissolvidos em substância líquida, os quais são retidos em uma espécie de papo e em seguida absorvidos com as partes bucais como se fosse néctar (ROUBIK, 1989).

A qualidade das carcaças como fonte de aminoácidos, lipídeos, proteínas, carboidratos, vitaminas e minerais varia consideravelmente com o táxon e estágio de decomposição. Um aspecto interessante é que as abelhas necrófagas evitam animais mortos há muito tempo ou que estejam infestados por larvas de moscas. Entretanto, elas rápida e eficientemente colonizam carcaças recentes, convertendo-as em um material glandular cinza-esverdeado, que é armazenado

e usado como se fosse pólen (ROUBIK, 1982). O valor nutricional de tecidos animais em decomposição explorado por abelhas necrófagas pode até mesmo ser considerado superior ao do pólen, pois apesar de possuir conteúdo energético inferior, apresenta conteúdo protéico imensamente superior (ROUBIK, 1989).

Fontes alimentares não usuais exploradas por abelhas podem indicar simplesmente necessidade por sais minerais. Abelhas freqüentemente acumulam excesso de água metabólica (BERTSCH, 1984), o que pode levar a taxas elevadas de excreção, conduzindo à necessidade de substituição de íons. Sais de sódio, potássio e fosfatos são os candidatos prováveis procurados pelas abelhas quando estas visitam carcaças. A possível busca por umidade nas carcaças também já foi assinalada por Schwarz (1948) em alguns Meliponini. Além da necrofagia obrigatória, parece haver também necrofagia facultativa, que pode sugerir que algumas abelhas suplementam a dieta normal de pólen e néctar com tecidos de animais mortos.

Dentre os meliponíneos, destaca-se *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1807) (Hymenoptera: Apidae: Meliponinae, Trigonini) conhecida como jataí, com aproximadamente 5mm e corpo predominantemente dourado. Sua distribuição geográfica é ampla no continente Americano, indo do sul do México até a Argentina. As colônias apresentam 2.000-5.000 indivíduos. Os principais locais de nidificação são: ocos variados em muros de pedra, tijolos vazados, cabaças, ocos de árvores. *Tetragonisca angustula* é considerada espécie sinantrópica, e seus ninhos podem ser encontrados por mais de 35 anos no mesmo local. Assim, pode-se dizer que os ninhos são perenes, mas as rainhas são trocadas periodicamente (NOGUEIRA-NETO, 1970).

A entrada da colméia é constituída por um tubo de cerume rendilhado com base firme. Nos ninhos novos ou fracos, essa entrada é fechada durante a noite. É característico a presença de abelhas guardas ou sentinelas que ficam planando nas proximidades do tubo, formando uma

pequena nuvem. No interior da colméia, o ninho possui invólucro de cerume abundante, com várias camadas finas. O alimento é armazenado em potes ovóides. *Tetragonisca angustula* constrói as células de cria em forma de favos, geralmente dispostas paralelamente e construídas de forma simultaneamente, em bateria, de modo que ficam prontas para receber o alimento larval todas de uma vez. Frequentemente as operárias botam ovos tróficos para a rainha, a qual alimenta-se destes antes de colocar os seus.

Oliveira *et al.* (2004) afirmaram que *T. angustula* é uma espécie forrageira generalista e a mais eficaz polinizadora nativa da flora Americana. Em estudo realizado no campus da Universidade Estadual de Campinas, distrito de Barão Geraldo, Agostini e Sazima (2003) coletaram exemplares deste himenóptero em diversas espécies de plantas nativas, entre as quais *Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl. (S) (Ipê-roxo), *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex DC.) Standl. (S) (Ipê-amarelo) e *Eugenia jambos* L. (A) (Jambeiro) e exóticas, tais como *Prunus persica* (L.) Batsch. (S) (Pessegueiro), *Citrus limon* (L.) Burm. (S) (Limoeiro) e *Mangifera indica* L. (A) (Mangueira).

Na literatura disponível sobre a dieta de *T. angustula*, não há nenhuma referência à necrofagia, seja esta obrigatória ou mesmo facultativa.

3.5. CARÇAÇA ANIMAL COMO FONTE DE ALIMENTO PARA *ALLOGRAPTA OBLIQUA*

Allograpta obliqua (Say, 1823) (Diptera: Syrphidae) é uma espécie comum de sirfídeo no continente Americano, bastante estudada em agro-ecossistemas já que os adultos são importantes

agentes polinizadores e as larvas são predadoras, alimentando-se principalmente de afídeos que atacam culturas de citros, árvores frutíferas subtropicais, alfafa, soja, algodão, uva, alface e diversas espécies de plantas ornamentais (BHATIA, 1939).

O exemplar adulto de *A. obliqua* mede de 6 a 7 mm de comprimento. Esta espécie pode ser facilmente reconhecida por algumas características morfológicas externas: listras torácicas amarelas e faixas torácicas também amarelas; no quarto e quinto segmentos abdominais, há quatro listras ou manchas amarelas, de disposição oblíqua e longitudinal; na face, também de coloração amarelada, nota-se ausência de uma listra mediana completa (SMITH & HAGEN, 1956).

Os adultos alimentam-se de pólen, néctar e da secreção açucarada oriunda de afídeos. As fêmeas devem alimentar-se de pólen para maturação completa de seus ovos. As larvas perfuram o corpo dos afídeos com os ganchos bucais, sugando seus fluídos corporais. As colônias de afídeos são recursos efêmeros: podem rapidamente desaparecer devido à predação, parasitismo, epizootias fúngicas, declínio da qualidade do hospedeiro (planta), mudanças climáticas, dispersão. Na ausência de afídeos, as larvas de *A. obliqua* podem alimentar-se de materiais vegetais, como pólen (SCHNEIDER, 1969).

O ciclo de vida de *A. obliqua* pode variar de três semanas (no verão) à nove semanas (no inverno). Os ovos são colocados individualmente na superfície de folhas ou em gravetos que contém afídeos. As larvas eclodem em dois ou três dias durante o verão e dentro de oito dias no inverno. Wadley (1931) observou que o estágio larval dura cinco dias, e cada larva pode consumir uma média de 34 afídeos por dia. O estágio pupal dura de oito a dez dias no verão e de dezoito a trinta e três dias no inverno, de acordo com Campbell e Davidson (1924).

No que se refere à colonização de carcaças animais por dípteros, tradicionalmente inclui-se a família Syrphidae na categoria ecológica de predadores e parasitas de espécies necrófagas

(WOLFF *et al.*, 2001). Entretanto, não há estudos disponíveis que tentem elucidar o papel dos sirfídeos na utilização dos recursos de carcaças animais, e, portanto, no processo de sucessão entomológica. Tal aspecto reflete-se na escassa quantidade de estudos que incluem a família Syrphidae em análises forenses. Na literatura disponível, há apenas descrição de ocorrência de espécies de sirfídeos, sem qualquer tipo de discussão do possível papel destes insetos na carcaça (e.g. CARVALHO *et al.*, 2000).

3.6. PHORIDAE E CARCAÇAS DE VERTEBRADOS

Há numerosos registros de Phoridae associados à carcaças de vertebrados, mas a maioria destes é certamente relacionado a necessidade das fêmeas adultas por alimentos com alto conteúdo protéico.

Exemplares adultos de Phoridae visitam carcaças para alimentar-se, ou, mais raramente, ovipor. Johnson (1975) relatou a presença destes dípteros em carcaças de mamíferos (esquilo, coelho, gato e marsupiais arborícolas) em Illinois, ao longo de todos os estágios de decomposição destas carcaças.

Na Europa, Lundt (1964) enterrou pequenos fragmentos de carne bovina a diferentes profundidades, e observou Phoridae adultos a partir do quarto dia do enterramento. As espécies presentes em seu estudo foram: *Anevrina unispinosa*, *Conicera tibialis*, *Megaselia rufipes*, *Metopina heselhausi*, *Triphleba autumnalis*, *T. dudai* e *T. nudipalpis*. Além dos exemplares adultos, o autor também registrou a presença de larvas de Phoridae, porém não as identificou em nível de espécie.

McClure *et al.* (1967) registraram a presença de larvas de *Diplonevra peregrina* alimentando-se de morcegos recentemente mortos em cavernas da Malásia. *Megaselia rufipes*, de acordo com Disney e Evans (comunicação pessoal), pode criar-se em carcaças de ratos. Em relatos de presença de larvas de Phoridae em carcaças de vertebrados, nem sempre é evidente se as larvas realmente se alimentam da carcaça ou se elas predam outros invertebrados (DISNEY, 1994).

Segundo Disney (1994), alguns Phoridae exerceriam papel comparável ao dos Calliphoridae em relação à decomposição de carcaças animais, com uma única diferença: as varejeiras preferem carcaças expostas, enquanto que os Phoridae, carcaças enterradas.

Megaselia scalaris (Loew, 1866) já foi observada criando-se em cadáveres humanos em estágio de mumificação, na África do Sul (PRINS & DISNEY, comunicação pessoal). No Brasil, há alguns relatos da presença de *M. scalaris* em *Sus scrofa* Linnaeus (CARVALHO *et al.*, 2000), sem, contudo, haver preocupação em discutir possíveis usos desta espécie nas carcaças, já que ela é abundante em vários ambientes.

3.7. COLEÓPTEROS EM CARCAÇAS

A ordem Coleoptera é considerada a segunda ordem de maior interesse forense (OLIVEIRA-COSTA, 2003), na qual a maioria das espécies é predadora, muito embora haja alguns grupos verdadeiramente necrófagos. Devido a estes diferentes papéis desempenhados pelos coleópteros nas carcaças, não há uma fase característica da presença desta ordem no processo de decomposição.

Espécies da família Staphylinidae apresentam larvas e adultos de hábitos predadores. Larvas de dípteros são o seu alimento preferencial, mas podem alimentar-se de outras formas imaturas e adultas que ocorrem nos cadáveres. Chegam em poucas horas após a morte e permanecem ativas até os estágios finais da decomposição (EARLY & GOFF, 1986), apesar de serem mais abundantes nos estágios de putrefação e putrefação escura, quando é mais intensa a atividade de larvas de dípteros. A espécie *Eulissus chalibaeus* (Mannerheim, 1830) (Coleoptera: Staphylinidae), de coloração verde metálica, já foi citada por Souza e Linhares (1997), e foi a única espécie de coleóptero coletada no decorrer do presente estudo.

A família Carabidae também apresenta espécies predadoras, tanto sob a forma de larvas quanto de adultos, que podem ser encontradas em carcaças durante todo o processo de decomposição. Outro grupo predatório é a família Histeridae, cujos representantes chegam no início da decomposição e alimentam-se principalmente de larvas (PAYNE & CROSSLEY, 1966).

Como necrófaga, destaca-se a família Silphidae, cujos exemplares normalmente chegam às carcaças no estágio fermentativo e permanecem até o estágio seco. Segundo Reed (1958), são os imaturos desta família que devem ser considerados necrófagos, já que se alimentam dos restos das carcaças, enquanto que os adultos seriam predadores e se alimentariam de formas imaturas de insetos. Deve-se ressaltar que ainda há dúvidas quanto aos hábitos alimentares desta família, que inclusive chega a ser classificada como predadora por alguns autores (e.g. PAYNE & CROSSLEY, 1966).

Há muitas famílias de besouros que já foram registradas em carcaças de animais vertebrados. Payne e Crossley (1966) listaram exemplares de 40 famílias de coleópteros presentes em carcaças expostas durante estudo na região Sudeste dos Estados Unidos.

3.8. OUTROS ARTRÓDOPES DE INTERESSE FORENSE

3.8.1. *MISCHONYX CUSPIDATUS* (OPILIONES: GONYLEPTIDAE)

Geralmente, diz-se que opiliões são artrópodes predadores que, sob certas condições, podem alimentar-se de carcaças animais (ACOSTA & MACHADO, 2006). Com exceção de alguns ácaros, todos os outros aracnídeos rejeitam cadáveres, e a maioria dos registros de necrofagia nestes grupos é restrita a exemplares mantidos em laboratório (MCCORMICK & POLIS, 1990). Determinar a importância relativa da necrofagia versus predação na dieta de uma determinada espécie pode ter importante significado ecológico, na medida em que estas duas modalidades de aquisição de energia possuem impactos diferentes na dinâmica dos ecossistemas (HALAJ & CADY, 2000). Entretanto, a maioria das observações de campo é de opiliões já consumindo as presas, então nem sempre fica claro se trata-se de um caso de predação ou necrofagia (NYFFELER & SYMONDSON, 2001), embora a primeira seja muito mais freqüente. Quando consumidor de animais mortos, opiliões podem alimentar-se de uma grande variedade de presas (HILLYARD & SANKEY, 1989). Morse (2001) fez interessantes observações em *Phalangium opilio* consumindo carcaças intactas de abelhas, vespas e noctuídeos. Sankey (1949) forneceu registros não usuais de *Oligolophus tridens*, *Leiobunum rotundum*, *Mitopus morio*, *Phalangium opilio* e *Opilio parietinus* consumindo carcaças de vertebrados (uma toupeira, um rato, uma gaivota, restos de peixe), embora nenhum em avançado estágio de decomposição.

Aparentemente, as espécies de opiliões não são igualmente propensas a necrofagia. De acordo com Immel (1955), somente exemplares de *Rilaena triangularis* que enfrentaram longos períodos de privação alimentar aceitaram carcaças de vertebrados. Exemplares de

Paranemastoma quadripunctatum, *Nemastoma bimaculatum*, *Lacinius ephippiatus* e *M. morio* aceitaram somente vertebrados mortos recentemente (ADAMS, 1984).

3.9. O PROCESSO DE DECOMPOSIÇÃO

O processo de decomposição nada mais é do que a degradação metabólica da matéria orgânica em compostos orgânicos e inorgânicos simples, com conseqüente liberação de energia. Tal processo é efetuado primeiramente pela ação de organismos como fungos e bactérias e, em seguida, por artrópodes, entre os quais predominam os insetos sarcossaprófagos (NUORTEVA, 1977).

Bornemissza (1957) aponta a possibilidade de dividir o processo de decomposição em estágios, apesar de tratar-se de processo contínuo, unicamente com objetivos didáticos. Pelo fato da decomposição ser dependente de condições climáticas e sazonais, além de circunstâncias locais, o número e duração de estágios de decomposição reconhecidos por diversos autores é extremamente variável. Por exemplo, Howden (1950), nomeou apenas dois estágios, enquanto Payne (1965) reconheceu seis e Mégnin (1894), oito. O tempo requerido para decomposição total de um corpo também é variável, podendo ser de dez dias (CORNABY, 1974) até três anos (MÉGNIN, 1894). No presente estudo, foram utilizados os estágios propostos por Bornemissza (1957), que são:

1. **Decomposição Inicial:** a carcaça apresenta-se fresca externamente, e o processo de decomposição começa internamente como conseqüência da atividade bacteriana, provavelmente também de protozoários e nematóides - presentes no animal antes de sua

morte;

2. **Putrefação:** a carcaça incha pela presença de gases produzidos internamente; há também certo odor de putrefação;
3. **Putrefação Escura:** os tecidos adquirem consistência cremosa, e as partes expostas ficam enegrecidas. O corpo rompe-se com escape de gases; o odor de putrefação torna-se muito intenso;
4. **Fermentação:** A carcaça está secando. Durante o início desta fase, quando ainda há tecidos frescos, há odor característico de ácido butírico. A superfície ventral da carcaça pode estar coberta por fungos.
5. **Estágio Seco:** A carcaça está quase que completamente seca, e decompõe-se muito vagarosamente.

Os estágios acima citados podem ser facilmente reconhecidos ou observados em carcaças de grande tamanho, visto que nestas o processo de decomposição é mais lento. Contudo, carcaças de pequeno tamanho (como as utilizadas no presente estudo) decompõem-se tão rapidamente que a distinção entre um estágio e outro se torna muito difícil (PAYNE, 1965).

3.10. MUMIFICAÇÃO

De acordo com Vass (2001), a mumificação, que é relacionada às condições de aridez e altas temperaturas, reduz a taxa de decomposição da carcaça, já que a baixa umidade e impenetrabilidade do cadáver mumificado são fatores desfavoráveis para a colonização por insetos. Tendo em vista as condições climáticas como fatores importantes neste processo, é

possível afirmar que este é muito mais comum em regiões árticas e desérticas.

Segundo Vass (2001), a mumificação representa o resultado final de um tecido, com baixo valor nutricional e, que de alguma forma, sobreviveu ao processo de degradação. A pele remanescente é convertida em um tecido semelhante a couro, que permanece aderido aos ossos.

Louw e Van der Linde (1993), relatando 17 estudos de caso nos quais a atividade de insetos foi observada em cadáveres humanos na África do Sul, notaram que somente as partes expostas dos corpos investigados sofreram processo de mumificação e estavam livres de insetos (imaturos e adultos), enquanto que as partes cobertas por roupa ou imersas na água eram ativamente decompostas, devido, pelo menos parcialmente, à atividade de insetos. No que diz respeito à decomposição de corpos cobertos por roupa, Mann *et al.* (1990), afirmam que as roupas protegem o corpo da luz solar, a qual é evitada pelas larvas de dípteros, fator que acelera a decomposição e impede o processo de mumificação.

Payne (1965) também referiu-se à mumificação, em carcaças de porcos livres da ação de insetos durante o processo de decomposição. Neste estudo, as carcaças tornaram-se gradualmente secas. A perda de fluidos era praticamente nula, e os porcos mantiveram essa aparência mumificada por dois meses. O contorno dos ossos era visível, indicando que a maioria dos tecidos já havia decomposto. O odor presente era bolorento. Após uma chuva, o odor ficou mais aparente, porém nunca forte como nas carcaças em processo de decomposição regular.

Schroeder *et al.* (2002) destaca o papel dos Coleópteros da família Dermestidae, que contribuiriam para a decomposição de cadáveres que se encontram mumificados, até mesmo no interior das habitações humanas.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi realizado de agosto de 2003 a junho de 2004 (Tabela 3) em uma área de formação vegetal secundária de aproximadamente 3.500 m² localizada no Campus da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, no município de Campinas, São Paulo, Brasil (22°49'15''S, 47°04'08''W). Trata-se de um terreno com amplas perturbações antrópicas, e que foi considerado região de brejo até meados da década de 1970, e ainda hoje apresenta uma pequena região constantemente alagada, servindo para atestar que o local era antigamente uma região de drenagem (Figuras 1 e 2).

A área conta com espécies vegetais nativas e exóticas, dentre as quais se destacam *Typha* sp. (Taboa), *Prunus sphaerocarpa* (pessegueiro-bravo), *Psidium guajava* L. (goiabeira), *Croton zehntneri* Pax. & K. Hoffm. (canelinha), *Banisteriopsis caapi* (Spruce ex Griseb.) C.V. Morton (Cipó), *Persea americana* Mill. (abacateiro), *Prunus domestica* L. (ameixeira-japonesa) e *Senna multijuga* (Rich.) H.S. Irwin & Barneby (pau-cigarra).

Quanto ao clima, cumpre destacar que o local está em sintonia com o clima da cidade de Campinas, na medida em que se situa na faixa de transição entre os climas controlados pelos sistemas extratropicais e tropicais e os grandemente controlados pelos sistemas intertropicais, tendo uma sucessão de tipos de tempo ao longo do ano dependente do tipo de frontogênese da frente Polar Atlântica e do potencial isobárico do Anticlone Migratório Polar (MENDES *et al.*, 1973). Tal dinâmica condiciona um clima bastante variável, com ocorrência aleatória de períodos de seca, variáveis em frequência, duração e intensidade, apesar de ser classificado como úmido, em termos de normais climatológicas.

Portanto, considera-se o clima da região como sazonal, com uma estação seca e de temperaturas amenas que ocorre do começo de junho até o final de agosto (inverno), e outra estação mais quente e úmida que vai do meio de novembro até final de março (verão). Há ainda dois períodos de transição caracterizados por oscilações na temperatura e precipitação: do começo de abril até o final de maio (outono), e começo de setembro até o início de novembro (primavera). A temperatura média do mês mais frio é inferior a 18 °C, e do mês mais quente é acima de 22 °C (LEITÃO-FILHO & MORELLATO, 1995).



Figura 1. Aspecto geral da área sombreada dentro da área de estudo.



Figura 2. Aspecto geral da área parcialmente ensolarada dentro da área de estudo.

4.2. MODELO PARA ESTUDO

Neste estudo foram utilizadas 16 carcaças de camundongo (*Mus musculus*, linhagem Swiss) e 16 carcaças de rato (*Rattus norvegicus*, linhagem Wistar), os quais são mantidos rotineiramente no biotério do Departamento de Parasitologia do Instituto de Biologia da UNICAMP, e descartados após a morte. As massas, em gramas, de todas as carcaças utilizadas neste estudo compõem a Tabela 1.

Tabela 1. Massas, em gramas, das carcaças de rato e camundongo, divididas por experimento.

EXPERIMENTO	M ca/pe	M ca/s	M ra/pe	M ra/s
Inverno I	27,23	29,45	206,53	164,50
Inverno II	20,14	35,23	215,80	200,20
Primavera I	42,23	45,31	239,70	178,55
Primavera II	35,90	40,69	251,75	179,25
Verão I	41,25	40,65	156,11	180,40
Verão II	44,42	42,16	187,52	185,95
Outono I	28,26	25,63	183,07	166,10
Outono II	30,74	28,05	167,90	184,29

M ca/pe: massa do camundongo na área parcialmente ensolarada; **M ca/s:** massa do camundongo na área sombreada; **M ra/pe:** massa do rato na área parcialmente ensolarada; **M ra/s:** massa do rato na área sombreada.

4.3. ATIVIDADES DE CAMPO E LABORATÓRIO

Com a realização de estudo piloto, no qual carcaças de dois ratos foram deixadas para decompor na área de estudo proposta, verificou-se a necessidade de proteger as carcaças de possíveis carniceiros de grande porte (lagartos, cães e urubus). Portanto, as carcaças, expostas no

período de agosto de 2003 a junho de 2004, foram acondicionadas em uma embalagem plástica (15x10x10 cm) (Fig.3), cuja base foi retirada e substituída por uma tela de arame com malha reduzida entre nós, a qual permite fluxo de água, porém não permite a saída de imaturos. Entre a tela de arame e a carcaça foi colocada uma camada de 4 cm de espessura de vermiculita, material adequado para absorver a umidade proveniente da água da chuva. Uma armação de ferro (30x30x30 cm) revestida por tela de arame com malha de uma polegada entre nós, foi fixada sobre a embalagem plástica, por meio de 4 ganchos de ferro, um em cada lado da base da gaiola, permitindo acesso de artrópodes mas impedindo o acesso de animais carniceiros de grande porte (Fig.4). Para a coleta dos insetos alados, foi utilizado um puçá de base circular; os adultos não alados foram coletados com pinça comum, diretamente sobre a carcaça. Todos estes espécimes foram mortos com éter sulfúrico e levados ao laboratório para triagem.

A coleta dos espécimes adultos, alados e não alados, foi feita diariamente por 30 minutos, no período entre 10:00 e 14:00 horas, horário de maior atividade dos insetos. No laboratório, estes foram acondicionados em pequenos frascos de vidro, rotulados de acordo com dia e local de coleta e identificados em nível de espécie. Os espécimes imaturos (larvas e pupas) foram coletados na vermiculita presente na embalagem de plástico e levados ao laboratório de Entomologia do Departamento de Parasitologia, onde foram acondicionados em potes com vermiculita cobertos com organza, e mantidos em sala sob temperatura de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $60\pm 10\%$, para acompanhamento da emergência dos adultos e posterior identificação. Os imaturos foram coletados apenas ao final do experimento de campo, ou seja, quando a carcaça já não era mais visitada pelos adultos.

Parâmetros físicos foram medidos diariamente, por ocasião da coleta dos exemplares adultos, e para a sua obtenção, foram utilizados termômetro (graduado em graus centígrados,

modelo MM 5202- Incoterm®) para a determinação da temperatura do ar local e higrômetro (modelo 4463, Stäcker & Olms®) para a determinação da umidade relativa (Fig.5). Os outros dados meteorológicos foram obtidos junto ao Centro de Ensino e Pesquisa Agrícola da UNICAMP - CEPAGRI. Durante cada estação, no período de estudo, foram realizadas duas etapas de experimentos, e em cada uma destas etapas foram expostas quatro carcaças simultaneamente: um rato (*Rattus norvegicus*, linhagem Wistar) e um camundongo (*Mus musculus*, linhagem Swiss) em cada uma das duas áreas de estudo (área sombreada e área parcialmente ensolarada) (Fig.1 e Fig.2), separadas por uma distância aproximada de vinte metros. Portanto, foram expostas oito carcaças por estação climática. Cumpre destacar que, por ocasião da exposição dos resultados, algumas vezes as duas etapas de cada experimento foram consideradas de forma conjunta, de maneira a configurar um único experimento por estação, para tornar possível a análise estatística dos dados.



Figura 3. Disposição de uma carcaça de rato no interior da embalagem plástica do aparato.



Figura 4. Aparato para proteção das carcaças no campo.



Figura 5. Termômetro (esquerda) modelo MM 5202- Incoterm® e higrômetro (direita) modelo 4463, Stäcker & Olms®, utilizados para obtenção de parâmetros climáticos no campo.

4.4. IDENTIFICAÇÃO DOS EXEMPLARES

No laboratório, os insetos adultos coletados nas carcaças e os emergidos em laboratório foram contados e identificados em nível de família, gênero e espécie. Para a determinação das espécies, foram utilizadas chaves taxonômicas (DEAR, 1985; PAPE, 1996; CARVALHO *et al.*, 2002) ou auxílio de outros pesquisadores: Dr. Ângelo Pires do Prado e Dr. Arício Xavier Linhares, do Departamento de Parasitologia da UNICAMP; Dr. Paulo Sérgio Oliveira e Dr. Glauco Machado, do Departamento de Zoologia da UNICAMP; Dra. Patrícia Jacqueline Thyssen, do Departamento de Parasitologia da UNESP (Botucatu); Dra. Cátia Antunes de Mello-Patiu e Dra. Márcia Souto Couri, do Departamento de Entomologia do Museu Nacional - UFRJ.

4.5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.5.1. ÍNDICES FAUNÍSTICOS

Foram calculados os índices faunísticos (IF) das principais famílias coletadas, com o objetivo de avaliar a diversidade total encontrada no local de estudo, bem como a diversidade em relação a cada estação do ano.

O conceito de diversidade de espécies possui dois componentes principais: **a riqueza**, também chamada de densidade de espécies, com base no número total de espécies presentes e a **uniformidade**, que tem por princípio a abundância relativa das espécies e o grau de sua dominância ou na ausência desta (ODUM, 1988). A diversidade de espécies tende a aumentar com

o tamanho da área e desde altas latitudes em direção ao Equador. A diversidade tende a ser reduzida em comunidades bióticas que sofrem estresse, porém também pode ser reduzida pela competição em comunidades antigas e ambientes físicos estáveis.

Dois outros tipos de diversidade também são importantes: a diversidade de **padrões**, que resulta na zonação, estratificação, periodicidade, disposição em manchas, redes alimentares e outros arranjos das populações e microhabitats componentes; e a diversidade **genética**, que inclui a manutenção de heterozigosidade genotípica, polimorfismo e outras formas de variabilidade genética, que constituem uma necessidade adaptativa de populações naturais.

Para verificar a diversidade das espécies coletadas, foram utilizados os seguintes índices, segundo Southwood (1978), Ludwig e Reynolds (1988):

$$\text{Shannon-Weaver (função H): } H = -\sum_{i=1}^S \left[\left(\frac{n_i}{n} \right) \times \ln \left(\frac{n_i}{n} \right) \right]$$

Onde: n_i = número de indivíduos pertencentes a i espécies, n = número total de espécies na população.

$$\text{Simpson-Yule } (\lambda): \lambda = \frac{\sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1)}{n(n-1)}$$

Onde: diversidade alta <0,5> diversidade baixa.

4.5.2. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para comparar a abundância das espécies coletadas foi empregado o teste de Análise de Variância (ANOVA) – propondo como hipótese nula a homogeneidade dos valores de abundância – e para comparação de médias foi utilizado o teste de Duncan. Todas as análises foram feitas pelo procedimento PROC GLM (Modelos Lineares Gerais) do programa SAS System for Windows versão 6.12 (SAS Institute Inc., 1988).

4.5.3. ADULTOS COLETADOS

Na ANOVA, os fatores analisados (variáveis independentes) foram: tamanho da carcaça (camundongo e rato), estação do ano (inverno, outono, primavera e verão), ambiente de exposição (sol e sombra), família dos insetos capturados, bem como as interações carcaça/ambiente, carcaça/estação, carcaça/família, estação/ambiente, estação/família e ambiente/família. A variável resposta (dependente) foi a frequência, representada pelo número de espécimes capturados.

4.5.4. ADULTOS EMERGIDOS EM LABORATÓRIO

Na ANOVA, os fatores analisados (variáveis independentes) foram: tamanho da carcaça (camundongo e rato), estação do ano (inverno, outono, primavera e verão), ambiente de exposição (sol e sombra), família dos insetos emergidos, bem como as interações

carcaça/ambiente, carcaça/estação, carcaça/família, estação/ambiente, estação/família e ambiente/família. A variável resposta (dependente) foi a frequência, representada pelo número de espécimes imaturos coletados e criados em laboratório).

5. RESULTADOS

5.1. DADOS METEOROLÓGICOS

Na Tabela 2 são dadas as médias de temperatura (°C), umidade relativa (%) e precipitação (mm) para cada um dos oito experimentos de campo realizados. Nas Figuras 6 a 13, encontram-se as oscilações destes 3 parâmetros, bem como a velocidade dos ventos (km/h), de acordo com cada experimento. Vale salientar que as medidas de temperatura e umidade relativa foram tomadas no local de estudo, ao passo que a precipitação e velocidade dos ventos foram obtidas junto ao CEPAGRI.

Tabela 2. Médias de temperatura (°C), umidade relativa (%) e precipitação (mm) para cada experimento de campo.

EXPERIMENTO	T (°C)	UR(%)	P(mm)
Inverno I	21,0	0,78	58,8
Inverno II	22,4	1,03	51,7
Primavera I	27,4	0,00	48,9
Primavera II	26,5	6,18	78,0
Verão I	31,3	2,25	64,3
Verão II	28,3	3,92	75,2
Outono I	22,2	4,54	73,3
Outono II	16,9	5,28	79,7

T (°C): temperatura média durante experimento; **UR (%)**: umidade relativa média durante o experimento; **P(mm)**: precipitação média durante o experimento.

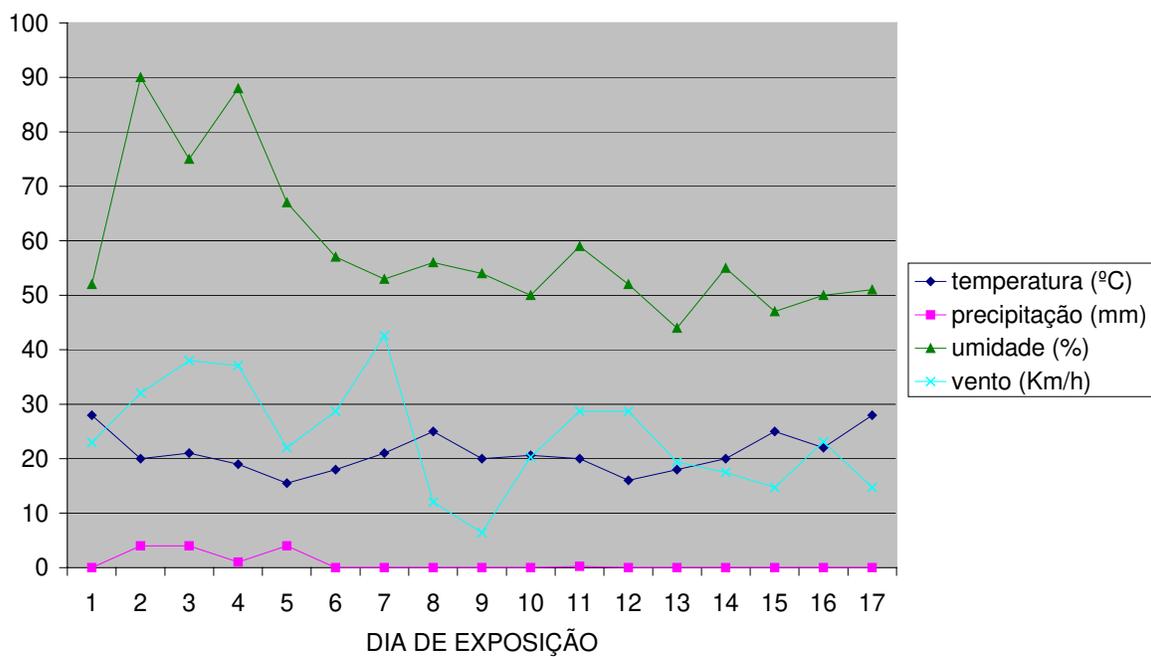


Figura 6. Médias diárias de temperatura (°C), precipitação (mm), umidade relativa (%) e vento (km/h) durante exposição das carcaças no experimento **Inverno I**.

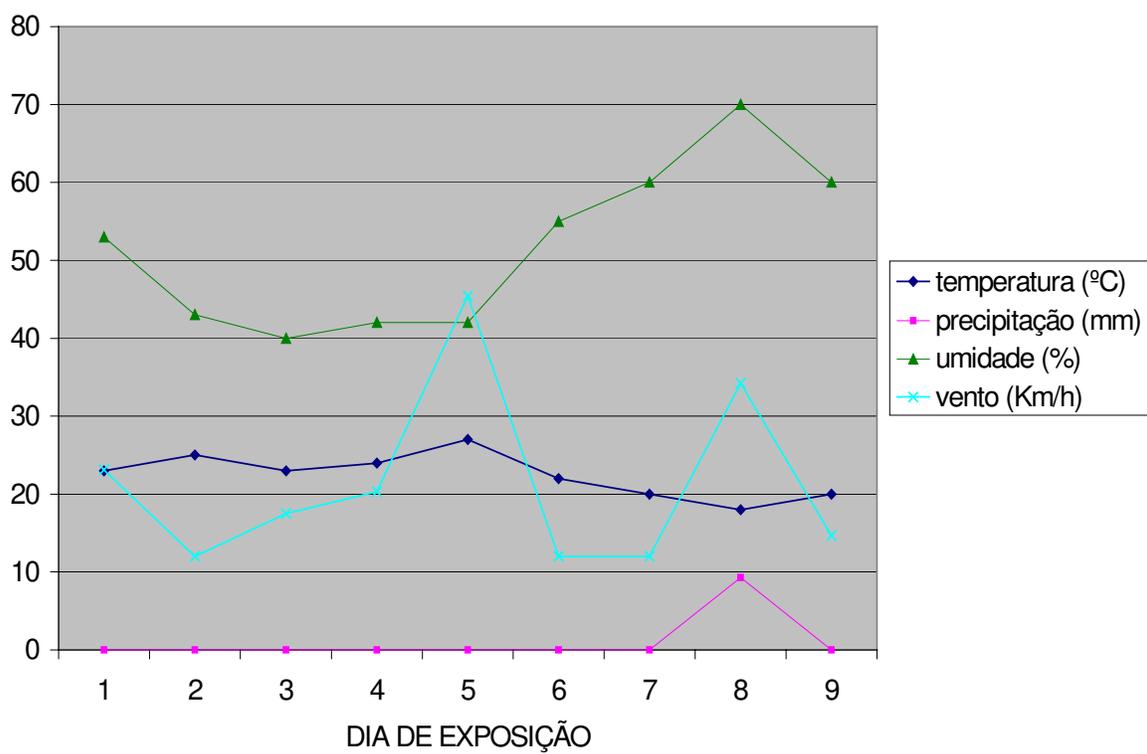


Figura 7. Médias diárias de temperatura (°C), precipitação (mm), umidade relativa (%) e vento (km/h) durante exposição das carcaças no experimento **Inverno II**.

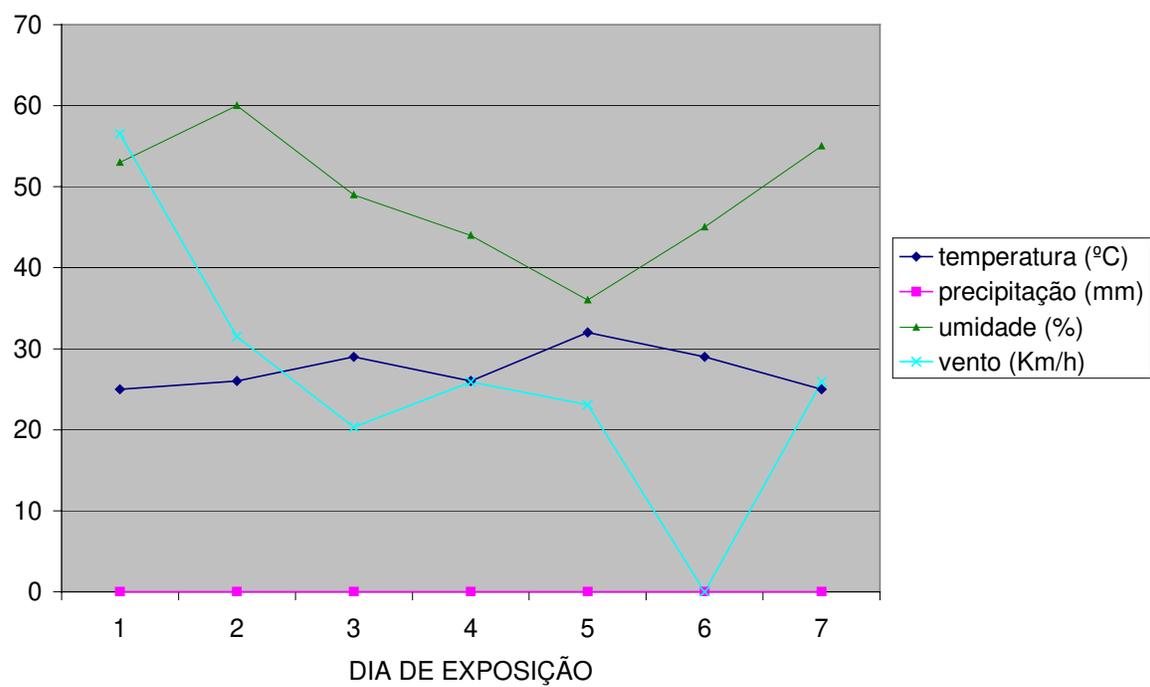


Figura 8. Médias diárias de temperatura (°C), precipitação (mm), umidade relativa (%) e vento (km/h) durante exposição das carcaças no experimento **Primavera I**.

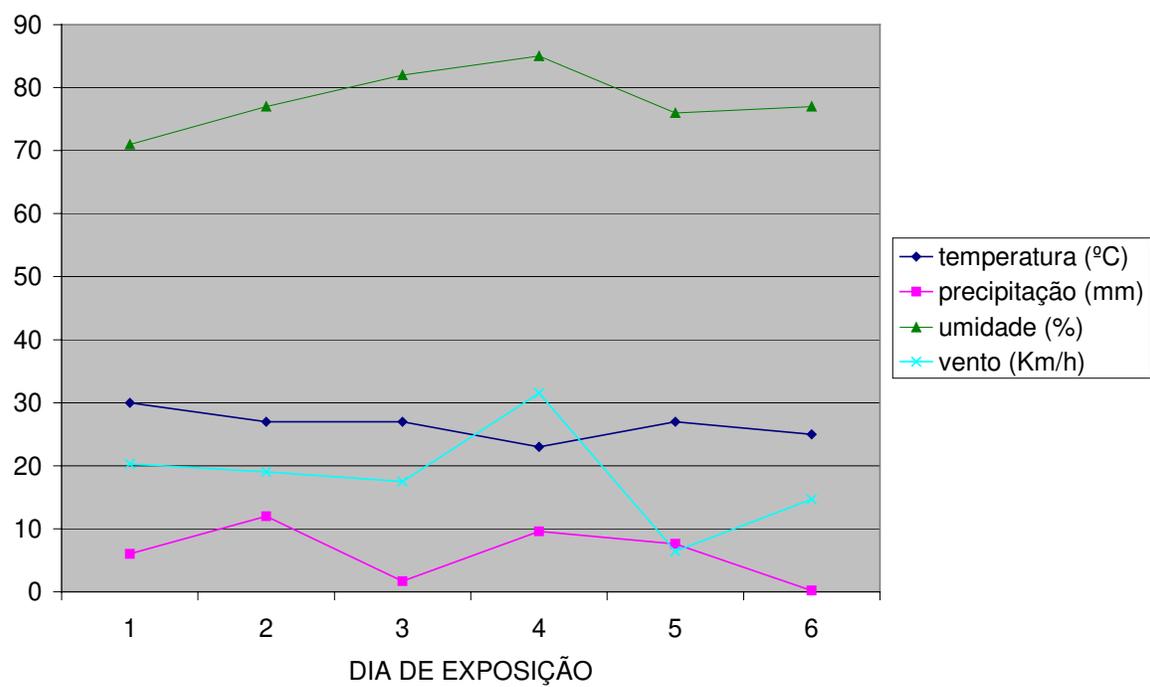


Figura 9. Médias diárias de temperatura (°C), precipitação (mm), umidade relativa (%) e vento (km/h) durante exposição das carcaças no experimento **Primavera II**.

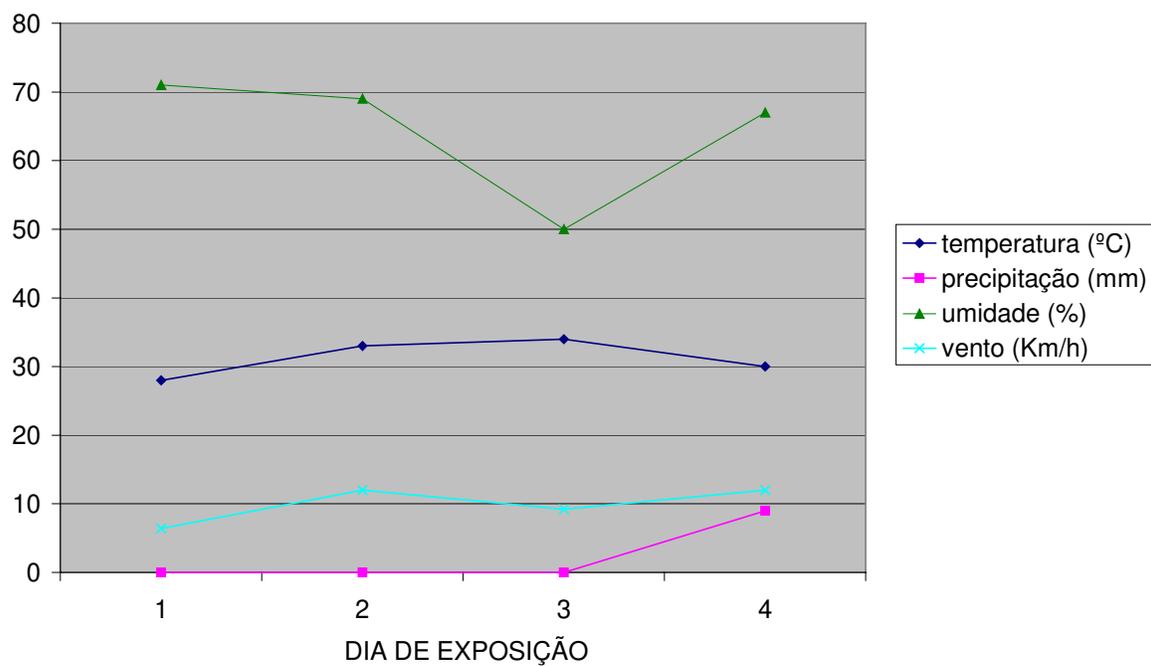


Figura 10. Médias diárias de temperatura (°C), precipitação (mm), umidade relativa (%) e vento (km/h) durante exposição das carcaças no experimento **Verão I**.

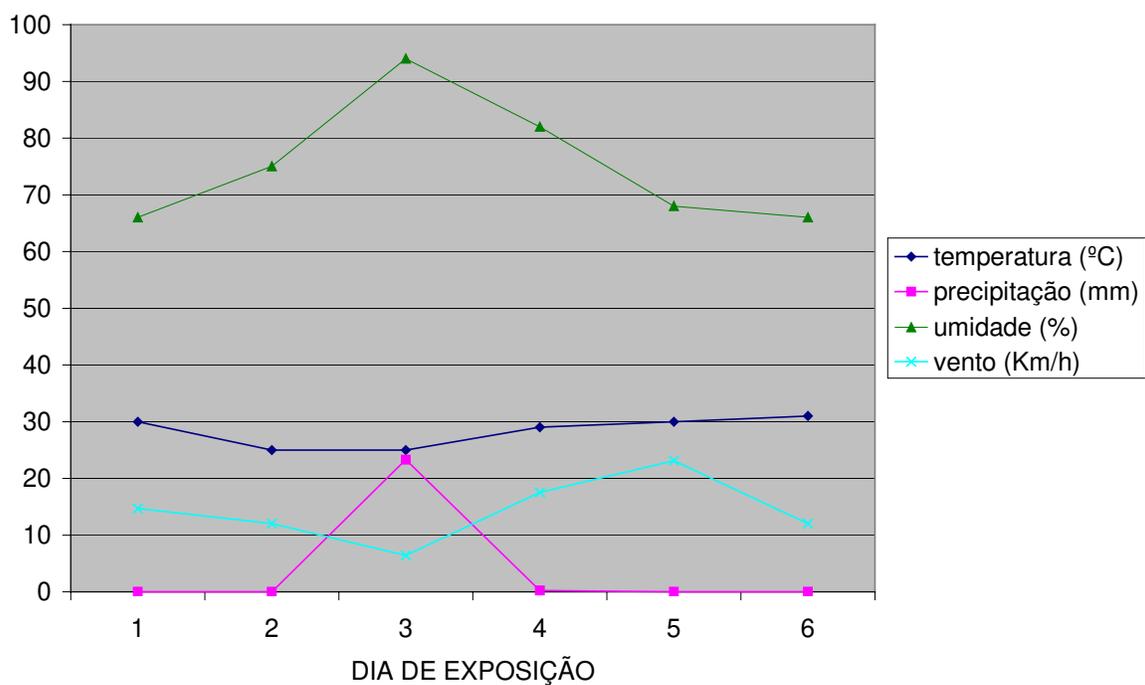


Figura 11. Médias diárias de temperatura (°C), precipitação (mm), umidade relativa (%) e vento (km/h) durante exposição das carcaças no experimento **Verão II**.

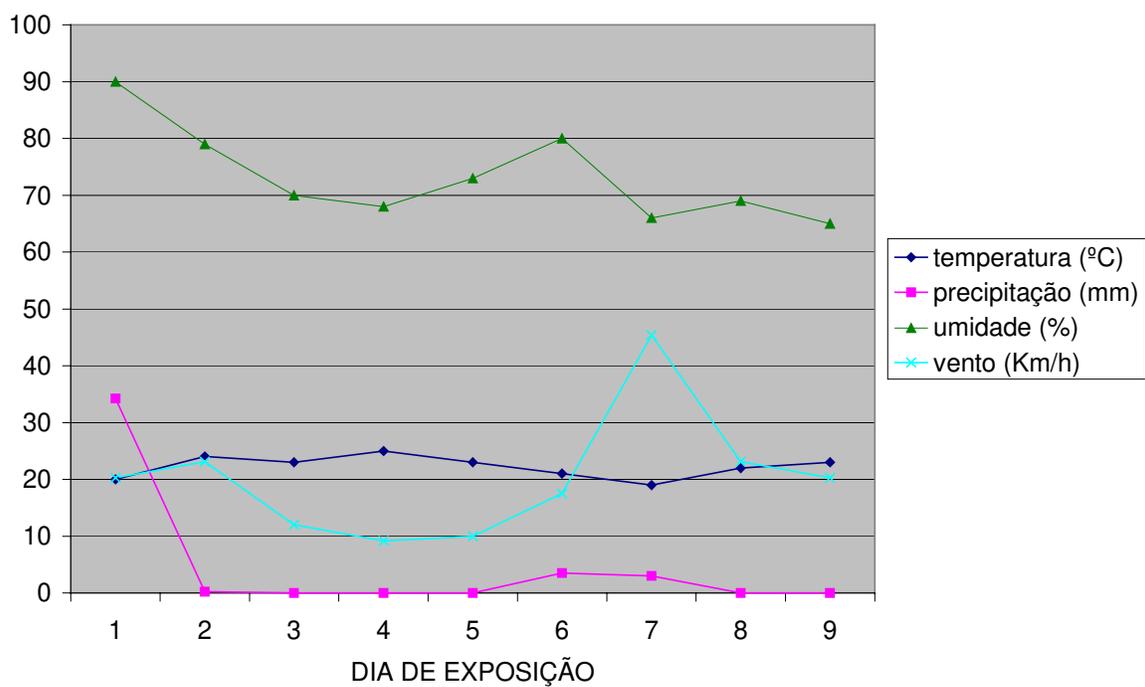


Figura 12. Médias diárias de temperatura (°C), precipitação (mm), umidade relativa (%) e vento (km/h) durante exposição das carcaças no experimento **Outono I**.

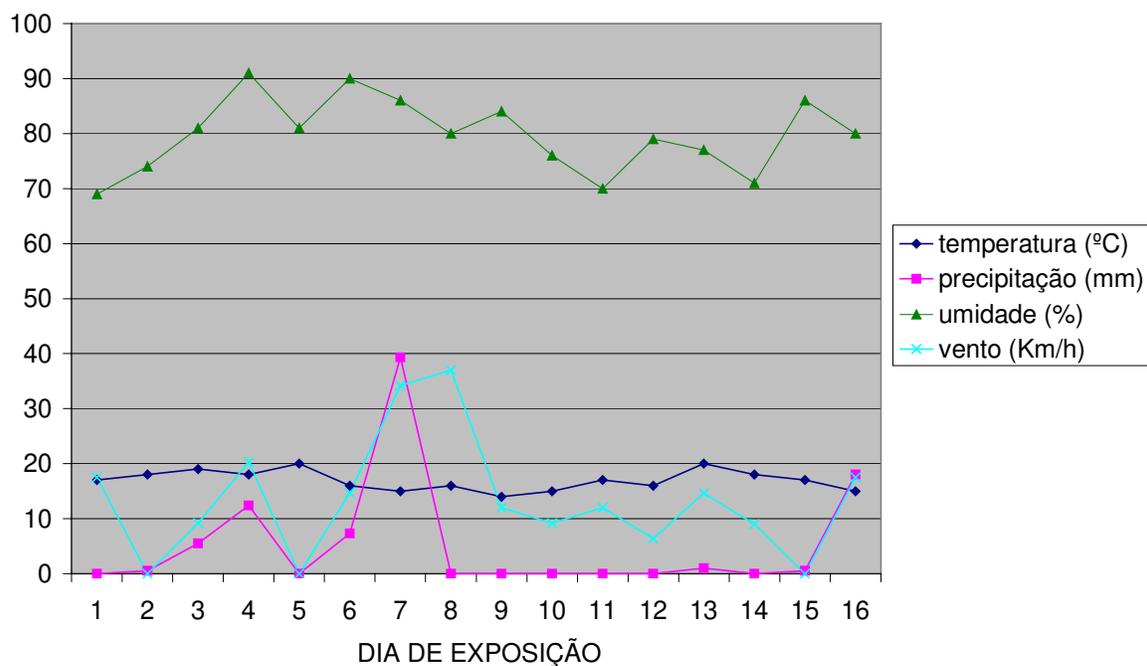


Figura 13. Médias diárias de temperatura (°C), precipitação (mm), umidade relativa (%) e vento (km/h) durante exposição das carcaças no experimento **Outono II**.

5.2. EXPERIMENTOS E ENTOMOFAUNA ASSOCIADA ÀS CARÇAÇAS

Todo o processo de decomposição e os estágios acompanhados no presente estudo seguiram os termos definidos por Bornemissza (1957) (Figs. 14 a 18). A Tabela 4 fornece o tempo de decomposição de cada carcaça utilizada neste estudo.



Figura 14. Estágio inicial de decomposição da carcaça de rato.



Figura 15. Estágio de putrefação da carcaça de rato.



Figura 16. Estágio de putrefação escura da carcaça de rato.



Figura 17. Estágio de fermentação da carcaça de rato.



Figura 18. Estágio seco da carcaça de rato.

Tabela 3. Período de realização dos oito experimentos de campo

Experimento	Período de Realização
Inverno I	agosto de 2003
Inverno II	setembro de 2003
Primavera I	outubro de 2003
Primavera II	dezembro de 2003
Verão I	fevereiro de 2004
Verão II	março 2004
Outono I	abril de 2004
Outono II	maio/junho de 2004

Tabela 4. Tempo de decomposição total das carcaças, em dias, em cada um dos experimentos.

EXPERIMENTO	ca/pe	ca/s	ra/pe	ra/s
Inverno I	17	16	13	14
Inverno II	8	8	9	8
Primavera I	6	7	6	6
Primavera II	4	5	6	6
Verão I	4	4	4	4
Verão II	5	6	5	5
Outono I	8	8	9	9
Outono II	14	16	8	13

ca/pe: camundongo na área parcialmente ensolarada; **ca/s:** camundongo na área sombreada; **ra/pe:** rato na área parcialmente ensolarada; **ra/s:** rato na área sombreada.

Na Tabela 5 encontram-se os artrópodes provenientes das 32 carcaças (imaturos e adultos), divididos em família e ordem, em cada um dos experimentos realizados. Nesta Tabela, **I** = inverno, **P** = primavera, **V** = verão, **O** = outono, **Im** = imaturos e **A** = adultos.

Nas Tabelas 6 a 9, pode-se verificar com facilidade a abundância de artrópodes (imaturos e adultos) coletados em cada estação, nos dois ambientes de estudo (sol e sombra).

Tabela 5. Abundância de artrópodes coletados em 32 carcaças de pequenos roedores nas quatro estações, durante o período de estudo.

Ordem	Família	Espécie	Experimento										
			I		P		V		O				
			Im	A	Im	A	Im	A	Im	A			
Diptera	Sarcophagidae	<i>Peckia (Squamatodes) ingens</i>	16		3	1							
		<i>Titanogrypa (Cucullomyia) larvicida</i>									1		
		<i>Peckia (Euboettcheria) anguilla</i>										1	
		<i>Peckia (Euboettcheria) collusor</i>	5										
		<i>Helicobia pilifera</i>		1									
		<i>Helicobia pilipleura</i>		1									7
		<i>Sarcophaga (Lipoptilocnema) crispina</i>											1
		<i>Sarcophaga (Lipoptilocnema) crispula</i>		2									
		<i>Oxysarcodexia angrensis</i>		1					2				1
		<i>Oxysarcodexia carvalhoi</i>			4				2				6
		<i>Oxysarcodexia riograndensis</i>		3									
		<i>Oxysarcodexia thornax</i>		4					3				
		<i>Parasarcophaga</i> sp.							1				
		<i>Peckia (Pattonella) intermutans</i>	35	5	5	5	15	5	47				3
		<i>Peckia (Peckia) chrysostoma</i>		4	2	6		1					
		<i>Peckia (Peckia) pexata</i>				1							1
		<i>Ravinia belforti</i>						2					1
		<i>Sarcodexia lambens</i>		13		3		1					5
		<i>Sarcophaga (Liopygia) ruficornis</i>	145	1	2								1
		<i>Sarcophagula</i> sp.		2				5					
	<i>Microcerella halli</i>		1										
	Calliphoridae	<i>Chrysomya albiceps</i>		27	29	66	75	3				2	
		<i>Chrysomya megacephala</i>		20		36		2					
		<i>Lucilia eximia</i>	302	8	2465	26	1537	2	31			8	
		<i>Hemilucilia segmentaria</i>	2		16	1	18			607			
		<i>Cochliomyia macellaria</i>				1							
	Muscidae	<i>Musca domestica</i>				1							
		<i>Sarcopromusca pruna</i>			20								
		<i>Ophyra solitaria</i>						1					
	Syrphidae	<i>Ornidia obesa</i>		1		37		3					
		<i>Copestylum</i> sp.										1	
		<i>Allograpta obliqua</i>				30							
	Fanniidae	<i>Baccha</i> sp.				1							
		<i>Fannia</i> sp.	5	5	135	2	100	5				6	
	Richardiidae	espécie não identificada		1				1					
	Sepsidae	espécie não identificada		1				7				1	
	Micropezidae	espécie não identificada		4		10		1				1	
Otitidae	<i>Euxesta</i> sp.		1				84				37		
Drosophilidae	<i>Drosophila</i> sp.										25		
Phoridae	<i>Megaselia scalaris</i>			1							2		
Dolichopodidae	espécie não identificada				1		3				10		
Anthomyiidae	espécie não identificada										1		
Asilidae	espécie não identificada						1						
Lauxaniidae	espécie não identificada										1		
Hymenoptera	Encyrtidae	<i>Tachinaephagus zealandicus</i>			67								
	Ichneumonidae	espécie não identificada				1					3		
	Formicidae	<i>Cephalotes clypeatus</i>				82							
		<i>Camponotus</i> sp.				4							
		<i>Atta sexdens</i>				2						41	
		<i>Camponotus abdominalis</i>										50	
Apidae	<i>Tetragonisca angustula</i>									29			
Coleoptera	Staphylinidae	<i>Eulissus chalybaeus</i>			4								
Opiliones	Gonyleptidae	<i>Mischonyx cuspidatus</i>		17									

Tabela 6. Abundância de artrópodes (imaturos e adultos) coletados no inverno, nos dois ambientes de estudo (sol e sombra).

INVERNO			
AMBIENTE	ESTÁGIO	ESPÉCIES	Nº DE EXEMPLARES
SOL	ADULTOS	<i>Chrysomya albiceps</i>	14
		<i>Chrysomya megacephala</i>	11
		<i>Helicobia pilifera</i>	1
		<i>Sarcophaga (Lipoptilocnema) crispula</i>	1
		<i>Lucilia eximia</i>	8
		Micropezidae gen. sp. indet.	1
		<i>Oxysarcodexia angrensis</i>	1
		<i>Oxysarcodexia riograndensis</i>	3
		<i>Ornidia obesa</i>	1
		<i>Oxysarcodexia thornax</i>	2
		<i>Peckia (Pattonella) intermutans</i>	2
		<i>Peckia (Peckia) chrysostoma</i>	2
		<i>Microcerella halli</i>	1
		<i>Sarcodexia lambens</i>	9
		<i>Sarcophagula</i> sp.	2
		<i>Sarcophaga (Liopygia) ruficornis</i>	1
	IMATUROS	<i>Peckia (Squamatodes) ingens</i>	16
		<i>Peckia (Euboettcheria) collusor</i>	5
		<i>Lucilia eximia</i>	5
		<i>Peckia (Pattonella) intermutans</i>	1
<i>Sarcophaga (Liopygia) ruficornis</i>		145	
SOMBRA	ADULTOS	<i>Chrysomya albiceps</i>	13
		<i>Chrysomya megacephala</i>	9
		<i>Fannia</i> sp.	5
		<i>Helicobia pilipleura</i>	1
		<i>Sarcophaga (Lipoptilocnema) crispula</i>	1
		<i>Mischonyx cuspidatus</i>	17
		Micropezidae gen. sp. indet.	3
		<i>Oxysarcodexia thornax</i>	2
		<i>Euxesta</i> sp.	1
		<i>Peckia (Pattonella) intermutans</i>	3
		<i>Peckia (Peckia) chrysostoma</i>	2
		Richardiidae gen. sp. indet.	1
		<i>Sarcodexia lambens</i>	4
		Sepsidae gen. sp. indet.	1
	IMATUROS	<i>Hemilucilia segmentaria</i>	2
		<i>Fannia</i> sp.	5
		<i>Lucilia eximia</i>	297
		<i>Peckia (Pattonella) intermutans</i>	34

Tabela 7. Abundância de artrópodes (imaturos e adultos) coletados na primavera, nos dois ambientes de estudo (sol e sombra).* Endoparasito gregário de pupas de *C. megacephala*.

PRIMAVERA			
AMBIENTE	ESTÁGIO	ESPÉCIES	Nº DE EXEMPLARES
SOL	ADULTOS	<i>Peckia (Squamatodes) ingens</i>	1
		<i>Allograpta obliqua</i>	30
		<i>Atta sexdens</i>	2
		<i>Chrysomya albiceps</i>	54
		<i>Cochliomyia macellaria</i>	1
		<i>Chrysomya megacephala</i>	32
		<i>Cephalotes clypeatus</i>	82
		<i>Camponotus</i> sp.	4
		<i>Fannia</i> sp.	2
		Ichneumonidae gen. sp. indet.	1
		<i>Lucilia eximia</i>	23
		Micropezidae gen. sp. indet.	1
		<i>Musca domestica</i>	1
		<i>Ornidia obesa</i>	36
		<i>Peckia (Peckia) chrysostoma</i>	6
		<i>Peckia (Peckia) pexata</i>	1
		<i>Peckia (Pattonella) intermutans</i>	2
		<i>Sarcodexia lambens</i>	3
		<i>Eulissus chalybaeus</i>	4
		<i>Baccha</i> sp.	1
IMATUROS	<i>Chrysomya albiceps</i>	29	
	<i>Fannia</i> sp.	33	
	<i>Lucilia eximia</i>	1234	
	<i>Megaselia scalaris</i>	1	
	<i>Tachinaephagus zealandicus</i> *	67	
SOMBRA	ADULTOS	<i>Chrysomya albiceps</i>	12
		<i>Chrysomya megacephala</i>	4
		Dolichopodidae gen. sp. indet.	1
		<i>Hemilucilia segmentaria</i>	1
		<i>Lucilia eximia</i>	3
		Micropezidae gen. sp. indet.	9
		<i>Ornidia obesa</i>	1
		<i>Peckia (Pattonella) intermutans</i>	3
	IMATUROS	<i>Peckia (Squamatodes) ingens</i>	3
		<i>Fannia</i> sp.	102
		<i>Hemilucilia segmentaria</i>	16
		<i>Lucilia eximia</i>	1231
		<i>Oxysarcodexia carvalhoi</i>	4
<i>Peckia (Pattonella) intermutans</i>	5		
<i>Peckia (Peckia) chrysostoma</i>	2		
<i>Sarcopromusca pruna</i>	20		
<i>Sarcophaga (Liopygia) ruficornis</i>	2		

Tabela 8. Abundância de artrópodes (imaturos e adultos) coletados no verão, nos dois ambientes de estudo (sol e sombra).

VERÃO			
AMBIENTE	ESTÁGIO	ESPÉCIES	Nº DE EXEMPLARES
SOL	ADULTOS	Asilidae gen. sp. indet.	1
		<i>Chrysomya albiceps</i>	2
		Dolichopodidae gen. sp. indet.	1
		<i>Fannia</i> sp.	3
		<i>Lucilia eximia</i>	2
		<i>Ornidia obesa</i>	3
		<i>Euxesta</i> sp.	84
		<i>Parasarcophaga</i> sp.	1
		<i>Peckia (Pattonella) intermutans</i>	3
		Sepsidae gen. sp. indet.	6
	IMATUROS	<i>Chrysomya albiceps</i>	75
		<i>Fannia</i> sp.	39
		<i>Lucilia eximia</i>	1339
<i>Sarcophagula</i> sp.		5	
SOMBRA	ADULTOS	<i>Chrysomya albiceps</i>	1
		<i>Chrysomya megacephala</i>	2
		Dolichocopidae gen. sp. indet.	2
		<i>Fannia</i> sp.	2
		Micropezidae gen. p. indet.	1
		<i>Oxysarcodexia thornax</i>	3
		<i>Ophyra solitaria</i>	1
		<i>Oxysarcodexia angrensis</i>	2
		<i>Oxysarcodexia carvalhoi</i>	2
		<i>Peckia (Pattonella) intermutans</i>	2
		<i>Peckia (Peckia) chrysostoma</i>	1
		<i>Ravinia belforti</i>	2
		Richardiidae gen. sp. indet.	1
		<i>Sarcodexia lambens</i>	1
		Sepsidae gen. sp. indet.	1
	IMATUROS	<i>Hemilucilia segmentaria</i>	18
		<i>Fannia</i> sp.	61
		<i>Lucilia eximia</i>	198
		<i>Peckia (Pattonella) intermutans</i>	15

Tabela 9. Abundância de artrópodos (imaturos e adultos) coletados no outono, nos dois ambientes de estudo (sol e sombra).

OUTONO			
AMBIENTE	ESTÁGIO	ESPÉCIES	Nº DE EXEMPLARES
SOL	ADULTOS	<i>Anthomyiidae</i> gen. sp. indet.	1
		<i>Atta sexdens</i>	41
		<i>Chrysomya albiceps</i>	2
		<i>Camponotus abdominalis</i>	50
		<i>Titanogrypa (Cucullomyia) larvicida</i>	1
		Dolichopodidae gen. sp. indet.	1
		<i>Drosophila</i> sp.	16
		<i>Peckia (Euboettcheria) anguilla</i>	1
		<i>Fannia</i> sp.	6
		<i>Helicobia pilipleura</i>	6
		Ichneumonidae gen. sp. indet.	1
		Lauxaniidae gen. sp. indet.	1
		<i>Sarcophaga (Lipoptilocnema) crispina</i>	1
		<i>Lucilia eximia</i>	3
		<i>Euxesta</i> sp.	36
		<i>Peckia (Pattonella) intermutans</i>	3
		<i>Peckia (Peckia) pexata</i>	1
		<i>Ravinia belforti</i>	1
		Sepsidae gen. sp. indet.	1
		<i>Sarcodexia lambens</i>	5
<i>Tetragonisca angustula</i>	29		
IMATUROS	IMATUROS	<i>Hemilucilia segmentaria</i>	203
		<i>Lucilia eximia</i>	14
		<i>Peckia (Pattonella) intermutans</i>	8
SOMBRA	ADULTOS	<i>Copestylum</i> sp.	1
		<i>Drosophila</i> sp.	9
		Dolichopodidae gen. sp. indet.	9
		<i>Helicobia pilipleura</i>	1
		Ichneumonidae gen. sp. indet.	2
		<i>Lucilia eximia</i>	5
		<i>Megaselia scalaris</i>	2
		Micropezidae gen. sp. indet.	1
		<i>Euxesta</i> sp.	1
		<i>Oxysarcodexia angrensis</i>	1
	<i>Oxysarcodexia carvalhoi</i>	6	
	<i>Sarcophaga (Liopygia) ruficornis</i>	1	
	IMATUROS	IMATUROS	<i>Hemilucilia segmentaria</i>
<i>Lucilia eximia</i>			17
<i>Peckia (Pattonella) intermutans</i>			39

No curso da decomposição das 32 carcaças, foram coletados 6514 exemplares, sendo 820 adultos (Tabela 20 - anexos) e 5694 imaturos (Tabela 21 - anexos), de 53 espécies de artrópodes pertencentes às famílias Sarcophagidae, Calliphoridae, Muscidae, Fanniidae, Syrphidae, Richardiidae, Sepsidae, Micropezidae, Otitidae, Drosophilidae, Phoridae, Dolichopodidae, Anthomyiidae, Asilidae e Lauxaniidae (Diptera), Formicidae, Ichneumonidae, Encyrtidae e Apidae (Hymenoptera), Staphylinidae (Coleoptera) e Gonyleptidae (Opiliones).

Quanto às ordens coletadas, obtivemos 6214 exemplares da ordem Diptera (95,39%), 279 exemplares da ordem Hymenoptera (4,28%), 17 exemplares da ordem Opiliones (0,26%) e 4 exemplares da ordem Coleoptera (0,06%).

Contando os exemplares adultos, as famílias que mais se destacaram foram: Calliphoridae com 202 (24,63%), Formicidae com 179 (21,82%), Otitidae com 122 (14,87%) e Sarcophagidae com 99 (12,07%). As demais famílias coletadas apresentaram pequeno número de exemplares: Syrphidae (73), Apidae (29), Drosophilidae (25), Fanniidae (18), Gonyleptidae (17), Micropezidae (16), Dolichopodidae (14), Sepsidae (9), Ichneumonidae (4), Staphylinidae (4), Muscidae (2), Richardiidae (2), Phoridae (2), Anthomyiidae (1), Asilidae (1) e Lauxaniidae (1).

Com relação aos exemplares imaturos, seis famílias foram representadas no presente estudo: Calliphoridae com 5082 (89,25%), Sarcophagidae com 284 (4,98%), Fanniidae com 240 (4,21%), Encyrtidae com 67 (1,17%), Muscidae com 20 (0,35%) e Phoridae com apenas 1 (0,01%). Os exemplares da espécie *Tachinaephagus zealandicus* (Ashmead) (Hymenoptera: Encyrtidae) foram encontrados parasitando pupas de *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae), e emergiram destas em laboratório. Mais detalhes desta ocorrência podem ser encontradas no artigo anexo: Moretti, T.C.; Ribeiro, O.B. 2006. **Encontro do parasitóide**

***Tachinaephagus zealandicus* (Ashmead) (Hymenoptera: Encyrtidae) em pupas de *Chrysomya megacephala* (Fabricius) (Diptera: Calliphoridae) em carcaça de rato.** *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 58 (1): 137-140. Aspectos da biologia de *T. zealandicus* como parasitóide de larvas de dípteros sinantrópicos foram extensivamente estudados por Almeida (2000).

Em relação à espécie *M. scalaris*, coletada na primavera e outono, trata-se provavelmente de contaminação nos recipientes utilizados para armazenar as larvas oriundas dos experimentos de campo, o que já foi relatado em criações de dípteros e outros artrópodes por Garris (1983).

Especificamente em relação aos experimentos, foram coletados 633 exemplares durante o inverno (123 adultos e 510 imaturos) (Tabela 6), 3070 exemplares durante a primavera (321 adultos e 2749 imaturos) (Tabela 7), 1880 durante o verão (130 adultos e 1750 imaturos) (Tabela 8) e 931 durante o outono (246 adultos e 685 imaturos) (Tabela 9).

No experimento inverno, destacaram-se em abundância de imaturos as espécies *Lucilia eximia* (Wiedemann, 1819) (Diptera: Calliphoridae) e *Sarcophaga (Liopygia) ruficornis* (Fabricius, 1794) (Diptera: Sarcophagidae). Em relação aos exemplares adultos, merece especial atenção a espécie *Mischonyx cuspidatus* (Roewer, 1913) (Opiliones: Gonyleptidae) pelo fato de nunca ter sido registrada como freqüentadora de carcaças animais. Neste experimento, 232 exemplares de artrópodes foram coletados na região parcialmente ensolarada do local de estudo, enquanto que 401 exemplares foram coletados na região sombreada (Tabela 6). Observou-se neste experimento o processo de mumificação de um camundongo, que foi retirado de campo após ter permanecido exposto 17 dias na região parcialmente ensolarada no local de estudo, sem ter sido colonizado por larvas de dípteros (figs. 19 e 20).



Figura 19. Vista dorsal do camundongo mumificado.



Figura 20. Vista ventral do camundongo mumificado.

No experimento primavera, destacaram-se em abundância de imaturos *L. eximia* e *Fannia* sp. É ainda interessante notar a presença de 20 exemplares imaturos da espécie *Sarcopromusca pruna* (Shannon & Del ponte, 1926), (Diptera: Muscidae), espécie raramente apontada como de potencial interesse forense. Um aspecto interessante em relação a *S. pruna* é que ela vem sendo incriminada como importante veiculadora de ovos de *Dermatobia hominis* (Linnaeus Jr., 1781)

(Diptera: Cuterebridae) na região Neotropical (SILVA *et al.*, 1989). Com relação aos exemplares adultos, destacam-se o sirfídeo *Allograpta obliqua* (Say, 1823) e a formiga *Cephalotes clypeatus* Fabricius, por tratar-se de espécies jamais coletadas em carcaças. *Eulissus chalybaeus* (Mannerheim, 1830) foi a única espécie de coleóptero coletada no decorrer do presente estudo. Neste experimento, 1651 exemplares foram coletados na região parcialmente ensolarada do local de estudo, enquanto que 1419 foram coletados na região sombreada (Tabela 7).

Quanto ao experimento verão, a exemplo dos experimentos inverno e primavera, *L. eximia* destacou-se pela abundância de imaturos. Em relação aos adultos, destacou-se *Euxesta* sp. (Diptera: Otitidae), gênero saprófago encontrado em material vegetal em decomposição e em fezes de Lepidoptera por Link *et al.* (1984). Neste experimento, 1564 exemplares foram coletados na região parcialmente ensolarada do local de estudo, enquanto que 316 foram coletados na região sombreada (Tabela 8).

No experimento outono, destacou-se em abundância de imaturos a espécie *Hemilucilia segmentaria* Fabricius, tanto na região parcialmente ensolarada quanto na sombreada. Quanto aos adultos, merecem destaque os formicídeos *Atta sexdens* Linnaeus (subfamília Myrmicinae) e *Camponotus abdominalis* Fabricius (subfamília Formicinae), bem como *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1807) (Hymenoptera: Meliponinae). Neste experimento, 432 exemplares foram coletados na região parcialmente ensolarada do local de estudo, enquanto que 499 foram coletados na região sombreada (Tabela 9).

5.3. ÍNDICES FAUNÍSTICOS

A utilização dos índices faunísticos de Shannon-Weaver (função H) e Simpson-Yule (λ) para

os adultos das famílias Calliphoridae e Sarcophagidae durante as quatro estações do ano no período de estudo, possibilitou a observação quanto à diversidade em relação aos dois tipos de carcaça (rato e camundongo). As duas famílias acima foram escolhidas para o cálculo dos índices faunísticos devido à abundância delas neste estudo.

Para as carcaças de rato (Tabela 10), a diversidade das duas famílias consideradas mostrou-se alta, já que o índice de Simpson-Yule (λ) teve resultados inferiores a 0,5 em quase todas as estações, com exceção da família Calliphoridae no outono e na primavera, bem como para a família Sarcophagidae no verão.

Para as carcaças de camundongo (Tabela 11), o índice de Simpson-Yule (λ) teve resultados inferiores a 0,5 em quase todas as estações, com exceção dos sarcófagídeos no outono, evidenciando que também houve alta diversidade das famílias para as carcaças menores.

Quanto ao índice de Shannon-Weaver (função H), não houve homogeneidade, apresentando-se mais alto ou mais baixo que o valor do índice de Simpson-Yule dependendo da estação e família consideradas. Por vezes, não foi possível calcular os índices faunísticos; portanto, aparece nas Tabelas 10 e 11 a sigla NC (não calculado).

Tabela 10. Índices faunísticos de Shannon-Weaver (função H) e Simpson-Yule (λ) para os adultos das famílias Calliphoridae e Sarcophagidae nas carcaças **de ratos**, nas quatro estações (NC= não calculado).

Estação	Índices	Sarcophagidae	Calliphoridae
Inverno	H	0,65	0,44
	λ	0,24	0,36
Outono	H	0,80	0,22
	λ	0,14	0,64
Primavera	H	NC	0,33
	λ	NC	0,50
Verão	H	0,19	0,29
	λ	0,66	0,40

Tabela 11. Índices faunísticos de Shannon-Weaver (função H) e Simpson-Yule (λ) para os adultos das famílias Calliphoridae e Sarcophagidae nas carcaças **de camundongos**, nas quatro estações (NC= não calculado).

Estação	Índices	Sarcophagidae	Calliphoridae
Inverno	H	0,83	NC
	λ	0,02	NC
Outono	H	0,19	NC
	λ	0,66	NC
Primavera	H	0,58	0,47
	λ	0,24	0,38
Verão	H	0,94	NC
	λ	0,11	NC

5.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Não foi possível realizar os testes estatísticos em nível de espécies, devido ao baixo número de exemplares obtidos durante coleta e/ou criação. Foi utilizado em todos os testes o nível de significância $\alpha = 0.05$.

5.4.1. ADULTOS

Foram analisadas as seguintes famílias: Sarcophagidae, Calliphoridae, Muscidae, Fanniidae, Syrphidae, Richardiidae, Sepsidae, Micropezidae, Otitidae, Drosophilidae, Phoridae, Dolichopodidae, Anthomyiidae, Asilidae e Lauxaniidae (Diptera), Formicidae, Ichneumonidae e Apidae (Hymenoptera), Staphylinidae (Coleoptera) e Gonyleptidae (Opiliones). Para tal análise, foi empregado o teste de Análise de Variância (ANOVA).

O tamanho da carcaça ($F= 5,59$; $P< 0,0221$), a estação ($F= 2,91$; $P< 0,0439$), o tipo de ambiente ($F= 8,48$; $P< 0,0054$), a família ($F= 4,58$; $P< 0,0001$) e a interação tamanho da carcaça/família ($F= 8,82$; $P< 0,0001$) foram significativos para a variável dependente frequência. As interações carcaça/ambiente ($F= 0,10$; $P< 0,7565$), carcaça/estação ($F= 0,56$; $P< 0,6404$), estação/ambiente ($F= 1,21$; $P< 0,3143$), estação/família ($F= 1,15$; $P< 0,3330$) e ambiente/família ($F= 0,80$; $P< 0,5715$) não foram significativas para a frequência.

Com a realização do teste de Duncan para comparação de médias, observa-se na Tabela 12 que: as médias foram significativamente diferentes entre os dois tamanhos de carcaça; o experimento realizado na primavera apresenta média significativamente diferente das demais estações; as médias foram significativamente diferentes entre os dois ambientes de estudo; a família Formicidae apresenta média significativamente diferente das demais famílias

consideradas.

Tabela 12. Teste de Duncan para comparação de médias entre tamanhos de carcaça, estações, ambientes e famílias de artrópodes adultos coletados.

Parâmetros		N	média *
carcaça	rato	67	5.284 (B)
	camundongo	49	9.510 (A)
estação	primavera	28	11.464 (A)
	outono	33	7.455 (B, A)
	verão	25	5.200 (B)
	inverno	30	4.100 (B)
ambiente	sol	67	9.851 (A)
	sombra	49	3.265 (B)
família	Formicidae	5	35.800 (A)
	Otitidae	4	30.500 (B, A)
	Apidae	1	29.000 (B, A)
	Gonyleptidae	1	17.000 (B, A, C)
	Drosophilidae	2	12.500 (B, C)
	Syrphidae	7	10.429 (B, C)
	Calliphoridae	20	10.100 (B, C)
	Staphylinidae	1	4.000 (C)
	Fanniidae	5	3.600 (C)
	Dolichopodidae	5	2.800 (C)
	Micropezidae	6	2.667 (C)
	Sarcophagidae	44	2.250 (C)
	Sepsidae	4	2.250 (C)
	Phoridae	1	2.000 (C)
	Ichneumonidae	3	1.333 (C)
	Muscidae	2	1.000 (C)
	Lauxaniidae	1	1.000 (C)
	Anthomyiidae	1	1.000 (C)
	Asilidae	1	1.000 (C)
	Richardiidae	2	1.000 (C)

(*) médias com a mesma letra não são significativamente diferentes.

5.4.2. IMATUROS

Foram analisadas as seguintes famílias: Sarcophagidae, Calliphoridae, Muscidae, Fanniidae, Phoridae (Diptera) e Encyrtidae (Hymenoptera), utilizando-se o teste de Análise de Variância (ANOVA).

O tamanho da carcaça ($F= 9,45$; $P< 0,0106$) foi o único parâmetro significativo para a variável dependente frequência. As variáveis estação ($F= 0,57$; $P< 0,6439$), ambiente ($F= 0,00$; $P< 0,9912$) e família ($F= 1,64$; $P< 0,2292$), bem como as interações carcaça/ambiente ($F= 0,17$; $P< 0,6862$), carcaça/estação ($F= 0,22$; $P< 0,8784$), estação/ambiente ($F= 0,65$; $P< 0,5981$), estação/família ($F= 0,47$; $P< 0,7926$) e ambiente/família ($F= 0,33$; $P< 0,7202$) não foram significativas para a frequência.

Com a realização do teste de Duncan para comparação de médias, observa-se na Tabela 13 que: as médias foram significativamente diferentes entre os dois tamanhos de carcaça; não houve diferença significativa entre as médias das estações, ambientes de estudo e famílias criadas na carcaça.

Tabela 13. Teste de Duncan para comparação de médias entre tamanhos de carcaça, estações, ambientes e famílias de artrópodes imaturos.

Parâmetros		N	média *
carcaça	rato	26	3.918 (A)
	camundongo	11	1.899 (B)
estação	primavera	14	3.112 (A)
	outono	6	3.801 (A)
	verão	8	4.019 (A)
	inverno	9	2.693 (A)
ambiente	sol	17	3.429 (A)
	sombra	20	3.224 (A)
família	Calliphoridae	15	4.383 (A)
	Fanniidae	5	3.554 (A)
	Sarcophagidae	14	2.235 (A)
	Phoridae	1	0.693 (A)
	Muscidae	1	3.045 (A)
	Encyrtidae	1	4.220 (A)

(*) médias com a mesma letra não são significativamente diferentes.

6. DISCUSSÃO

No presente estudo, observou-se que as carcaças de roedores foram decompostas por uma ampla variedade de insetos, com predominância de dípteros das famílias Calliphoridae, Sarcophagidae, Fanniidae e Muscidae, que podem ser consideradas as mais importantes no que diz respeito à utilização de carcaças como substrato de colonização, já que se incluem na categoria ecológica de necrófagos, segundo Smith (1986). Dentro destas, destacaram-se o califorídeo *Lucilia eximia* e o sarcófagídeo *Peckia (Pattonella) intermutans*, pois foram as únicas espécies encontradas em todos os experimentos, tanto adultos quanto imaturos. Especificamente em relação a *L. eximia*, os dados obtidos no presente estudo apontam para uma possível especialização deste califorídeo em colonizar carcaças pequenas, possivelmente como estratégia de escape à competição com outras espécies de dípteros necrófagos em carcaças de grandes animais.

O grande número de espécies de Sarcophagidae presentes neste estudo (21) pode ser considerado um aspecto peculiar se comparado com outros importantes estudos realizados no Brasil (CARVALHO *et al.*, 2000; MONTEIRO-FILHO & PENEREIRO, 1987; MOURA *et al.*, 1997). Três possíveis explicações podem ser inferidas para tal aspecto: dificuldade de identificação das espécies desta família, o que pode conduzir a inclusão na mesma espécie de exemplares que apenas possuam caracteres morfológicos semelhantes; influência de aspectos sazonais e/ou ambientais; diferenças na estratégia de exploração de insetos necrófagos em carcaças de tamanhos diferentes, uma vez que Carvalho *et al.* (2000) utilizaram carcaças de porcos em seu estudo.

Houve cinco espécies de Sarcophagidae que se criaram na carcaça, e que, portanto, podem

ser alvo de investigações forenses mais aprofundadas: *Peckia (Squamatodes) ingens* (Walker, 1849), *Peckia (Euboettcheria) collusor* (Curran & Walley, 1934), *Peckia (Pattonella) intermutans* (Walker, 1861), *Sarcophaga (Liopygia) ruficornis* (Fabricius, 1794) e *Oxysarcodexia carvalhoi* (Lopes, 1946). É um número expressivo, se comparado ao número obtido por Carvalho *et al.* (2000), Oliveira-Costa *et al.* (2001) e Salviano *et al.* (1996).

Deve-se também mencionar o encontro de outros três grandes grupos de artrópodes. O grupo (I), que inclui espécies de Diptera pertencentes a famílias que tradicionalmente não são incluídas em estudos forenses (*e.g.* Syrphidae, Otitidae e Drosophilidae); grupo (II), com insetos pertencentes às ordens Hymenoptera e Coleoptera e grupo (III), que engloba outros artrópodes que não pertencem à classe Insecta.

No grupo (I), destaca-se *Allograpta obliqua*, cujas larvas são predadoras de afídeos que atacam culturas agrícolas. Porém, segundo Bugg e Ditcher (1989), há a possibilidade destas larvas, na ausência de afídeos, alimentar-se de pólen e outras fontes para completar seu ciclo evolutivo. É neste contexto que se pode inferir a possibilidade de utilização de carcaças por este sirfídeo, na medida em que tanto carcaças animais quanto pólen têm alto conteúdo protéico.

No grupo (II), destaca-se a espécie *Tetragonisca angustula* (Hymenoptera: Meliponinae). O fato desta espécie ter sido encontrada em carcaças não necessariamente indica suplementação protéica; pode simplesmente refletir necessidade por sais minerais ou umidade. Outra possibilidade é a busca por fungos presentes na porção interna das carcaças, os quais permaneceriam expostos por ocasião da ruptura das mesmas, que ocorre usualmente na fase de putrefação escura (BORNEMISSZA, 1957). Esta exposição poderia atrair exemplares de *T. angustula*, já que algumas espécies de fungos que ocorrem em microhabitats visitados por

abelhas sem ferrão desempenham função importante na nutrição destes insetos, por representarem rica fonte de proteínas e vitaminas (ROSA, comunicação pessoal).

No grupo (III), *Mischonyx cuspidatus* faz parte de uma família pouquíssima explorada em estudos forenses. Contudo, são necessários estudos mais elaborados quanto à dieta desta espécie para chegar a conclusões de qual seria o seu papel na utilização da carcaça ou sobre a fauna regularmente nela encontrada.

Pôde-se verificar um maior número de dípteros, tanto adultos quanto imaturos, no experimento realizado na primavera, seguido do experimento realizado no verão. Tal resultado deve-se, provavelmente, às condições climáticas destas duas estações, já que, de acordo com Monteiro-Filho e Penereiro (1987), altas temperaturas associadas a altas umidades relativas tendem a agilizar o desenvolvimento dos insetos e o processo de decomposição, o que atrai mais dípteros para oviposição e/ou larviposição. Estes autores estudaram a decomposição de carcaças de ratos albinos (*Rattus rattus*) em uma mata de formação primária com perturbações.

Segundo Hewadikaram e Goff (1991), carcaças menores sofrem mais influência de fatores ambientais externos (temperatura e umidade relativa) se comparadas com carcaças de maior porte. Assim, a ausência de medições da temperatura interna das carcaças no presente estudo deu-se pelo fato desta não variar significativamente se comparada com a temperatura ambiental, variação esta que poderia ser esperada em carcaças maiores (NORRIS, 1965).

Cumprе destacar que, pelo fato dos estudos de campo terem sido realizados em uma região onde não há divisão nítida entre as estações climáticas, talvez a análise da decomposição das carcaças e fauna de artrópodes relacionada a estas não devesse seguir tal divisão, que apesar de artificial, tem função para delimitação temporal dos experimentos.

O presente estudo não demonstra uma nítida sucessão entomológica nas carcaças, contrariando outros estudos (e.g. PAYNE, 1965; LANE, 1975), que descreveram a decomposição de carcaças animais como um processo discreto, o que influenciou muitos estudos subseqüentes por terem como base a utilidade forense de tal processo. Ao longo do presente estudo, não houve relação inseto/fase estrita ou as chamadas “ondas de colonização”, nas quais os Diptera teriam um pico durante os estágios iniciais, seguido de representantes predadores da ordem Hymenoptera (formigas, por exemplo) e subseqüentemente pelos Coleoptera nos estágios mais avançados. Constatou-se que houve, simultaneamente, a chegada nas carcaças de moscas de várias famílias, formigas e mesmo besouros, confirmando observações realizadas por Moura *et al.* (2005). O fato do recurso em questão (carcaça de pequeno tamanho) ser efêmero, pode explicar a chegada simultânea de várias espécies com interesse de explorar o mesmo sub-recurso, e somente aquelas que apresentam alguma vantagem competitiva conseguem estabelecer-se como colonizadoras. Se a presente análise fosse feita em termos de guildas, talvez uma sucessão pudesse ser percebida, não temporal, mas funcional.

Entretanto, há necessidade de estudos complementares sobre este tópico, que deveriam levar em consideração coletas mais refinadas de adultos e imaturos e maior resolução taxonômica, utilizando os estágios de decomposição das carcaças apenas como um artifício para delimitação temporal.

Os resultados obtidos com os cálculos dos índices faunísticos para os adultos das famílias Calliphoridae e Sarcophagidae confirmaram a alta diversidade de espécies em todas as estações como um todo, contrariando o padrão verificado por Carvalho (1996) em suínos, no qual a diversidade foi maior durante o inverno, já que o substrato demoraria mais tempo para decompor-se totalmente devido às características climáticas comuns a esta época do ano, como temperatura

e umidade relativa baixas, o que permitiria o acesso de uma maior amplitude de artrópodes. Todavia, deve-se ressaltar a possibilidade de haver diferentes estratégias de utilização de carcaças de tamanhos distintos, o que poderia explicar, portanto, índices faunísticos diversos.

O tamanho das carcaças (rato ou camundongo) foi estatisticamente significativo para a frequência de adultos e imaturos, o que se contrapõe ao estipulado por Norris (1965), que afirmou que tal parâmetro seria fundamental somente em carcaças de tamanhos bem mais diferenciados, ou em ambientes mais preservados, que não é o caso da região de estudo em questão, com modificações antrópicas nítidas e localizada na área urbana do município de Campinas.

7. CONCLUSÕES

- O tamanho das carcaças influenciou na frequência de adultos e imaturos presentes na carcaça;
- O presente estudo revelou não haver uma nítida sucessão entomológica nas carcaças;
- Os índices faunísticos para os adultos das famílias Calliphoridae e Sarcophagidae indicaram alta diversidade de espécies em todas as estações climáticas;
- As espécies de Sarcophagidae *Peckia (Squamatodes) ingens*, *Peckia (Euboettcheria) collusor*, *Peckia (Pattonella) intermutans*, *Sarcophaga (Liopygia) ruficornis* e *Oxysarcodexia carvalhoi*, além dos Calliphoridae *Lucilia eximia* e *Chrysomya albiceps*, parecem contribuir de forma importante na decomposição de carcaças de pequenos animais, o que pode vir a contribuir inclusive na área forense;

8. ANEXOS

Tabela 20. Número de exemplares de todos os artrópodes adultos presentes nas 32 carcaças utilizadas no estudo, divididos por estação e ambiente (CA = camundongo).

Família	Espécie	Estação	Ambiente	Carcaça	Nº de exemplares
Asilidae	Asilidae gen. sp. indet.	Verão	Sol	CA	1
Calliphoridae	<i>Chrysomya albiceps</i>	Verão	Sol	rato	2
Dolichopodidae	Dolichopodidae gen. sp. indet.	Verão	Sol	CA	1
Fanniidae	<i>Fannia</i> sp.	Verão	Sol	CA	3
Calliphoridae	<i>Lucilia eximia</i>	Verão	Sol	CA	2
Syrphidae	<i>Ornidia obesa</i>	Verão	Sol	CA	3
Otitidae	<i>Euxesta</i> sp.	Verão	Sol	CA	84
Sarcophagidae	<i>Parasarcophaga</i> sp.	Verão	Sol	CA	1
Sarcophagidae	<i>Peckia (Pattonella) intermutans</i>	Verão	Sol	rato	3
Sepsidae	Sepsidae gen. sp. indet.	Verão	Sol	rato	6
Calliphoridae	<i>Chrysomya albiceps</i>	Verão	Sombra	rato	1
Calliphoridae	<i>Chrysomya megacephala</i>	Verão	Sombra	rato	2
Dolichopodidae	Dolichocopidae gen. sp. indet.	Verão	Sombra	rato	2
Fanniidae	<i>Fannia</i> sp.	Verão	Sombra	rato	2
Micropezidae	Micropezidae gen. p. indet.	Verão	Sombra	rato	1
Sarcophagidae	<i>Oxysarcodexia thornax</i>	Verão	Sombra	CA	3
Muscidae	<i>Ophyra solitaria</i>	Verão	Sombra	CA	1
Sarcophagidae	<i>Oxysarcodexia angrensis</i>	Verão	Sombra	CA	2
Sarcophagidae	<i>Oxysarcodexia carvalhoi</i>	Verão	Sombra	CA	2
Sarcophagidae	<i>Peckia (Pattonella) intermutans</i>	Verão	Sombra	rato	2
Sarcophagidae	<i>Peckia (Peckia) chrysostoma</i>	Verão	Sombra	rato	1
Sarcophagidae	<i>Ravinia belforti</i>	Verão	Sombra	CA	2
Richardiidae	Richardiidae gen. sp. indet.	Verão	Sombra	rato	1
Sarcophagidae	<i>Sarcodexia lambens</i>	Verão	Sombra	CA	1
Sepsidae	Sepsidae gen. sp. indet.	Verão	Sombra	rato	1
Anthomyiidae	Anthomyiidae gen. sp. indet.	Outono	Sol	rato	1
Formicidae	<i>Atta sexdens</i>	Outono	Sol	CA	41
Calliphoridae	<i>Chrysomya albiceps</i>	Outono	Sol	rato	2
Formicidae	<i>Camponotus abdominalis</i>	Outono	Sol	rato	50
Sarcophagidae	<i>Titanogrypa (Cucullomyia) larvicida</i>	Outono	Sol	rato	1
Dolichopodidae	Dolichopodidae gen. sp. indet.	Outono	Sol	CA	1
Drosophilidae	Drosophilidae gen. sp. indet.	Outono	Sol	CA	16
Sarcophagidae	<i>Peckia (Euboettcheria) anguilla</i>	Outono	Sol	rato	1
Fanniidae	<i>Fannia</i> sp.	Outono	Sol	rato	6
Sarcophagidae	<i>Helicobia pilipleura</i>	Outono	Sol	rato	6
Ichneumonidae	Ichneumonidae gen. sp. lindet.	Outono	Sol	rato	1
Lauxaniidae	Lauxaniidae gen. sp. indet.	Outono	Sol	rato	1

Sarcophagidae	<i>Sarcophaga (Lipoptilocnema) crispina</i>	Outono	Sol	rato	1
Calliphoridae	<i>Lucilia eximia</i>	Outono	Sol	rato	3
Otitidae	<i>Euxesta</i> sp.	Outono	Sol	CA	36
Sarcophagidae	<i>Peckia (Pattonella) intermutans</i>	Outono	Sol	rato	3
Sarcophagidae	<i>Peckia (Peckia) pexata</i>	Outono	Sol	rato	1
Sarcophagidae	<i>Ravinia belforti</i>	Outono	Sol	CA	1
Sepsidae	Sepsidae gen. sp. indet.	Outono	Sol	rato	1
Sarcophagidae	<i>Sarcodexia lambens</i>	Outono	Sol	CA	5
Apidae	<i>Tetragonisca angustula</i>	Outono	Sol	CA	29
Syrphidae	<i>Copestylum</i> sp.	Outono	Sombra	rato	1
Drosophilidae	Drosophilidae gen. sp. indet.	Outono	Sombra	CA	9
Dolichopodidae	Dolichopodidae gen. sp. indet.	Outono	Sombra	rato	9
Sarcophagidae	<i>Helicobia pilipleura</i>	Outono	Sombra	rato	1
Ichneumonidae	Ichneumonidae gen. sp. lindet.	Outono	Sombra	rato	2
Calliphoridae	<i>Lucilia eximia</i>	Outono	Sombra	rato	5
Phoridae	<i>Megaselia scalaris</i>	Outono	Sombra	rato	2
Micropezidae	Micropezidae gen. sp. indet.	Outono	Sombra	CA	1
Otitidae	<i>Euxesta</i> sp.	Outono	Sombra	rato	1
Sarcophagidae	<i>Oxysarcodexia angrensis</i>	Outono	Sombra	rato	1
Sarcophagidae	<i>Oxysarcodexia carvalhoi</i>	Outono	Sombra	rato	6
Sarcophagidae	<i>Sarcophaga (Liopygia) ruficornis</i>	Outono	Sombra	rato	1
Calliphoridae	<i>Chrysomya albiceps</i>	Inverno	Sol	rato	14
Calliphoridae	<i>Chrysomya megacephala</i>	Inverno	Sol	rato	11
Sarcophagidae	<i>Helicobia pilifera</i>	Inverno	Sol	CA	1
Sarcophagidae	<i>Sarcophaga (Lipoptilocnema) crispula</i>	Inverno	Sol	rato	1
Calliphoridae	<i>Lucilia eximia</i>	Inverno	Sol	rato	8
Micropezidae	Micropezidae gen. sp. indet.	Inverno	Sol	CA	1
Sarcophagidae	<i>Oxysarcodexia angrensis</i>	Inverno	Sol	CA	1
Sarcophagidae	<i>Oxysarcodexia riograndensis</i>	Inverno	Sol	rato	3
Syrphidae	<i>Ornidia obesa</i>	Inverno	Sol	CA	1
Sarcophagidae	<i>Oxysarcodexia thornax</i>	Inverno	Sol	rato	2
Sarcophagidae	<i>Peckia (Pattonella) intermutans</i>	Inverno	Sol	rato	2
Sarcophagidae	<i>Peckia (Peckia) chrysostoma</i>	Inverno	Sol	rato	2
Sarcophagidae	<i>Microcerella halli</i>	Inverno	Sol	CA	1
Sarcophagidae	<i>Sarcodexia lambens</i>	Inverno	Sol	rato	9
Sarcophagidae	<i>Sarcophagula</i> sp.	Inverno	Sol	CA	2
Sarcophagidae	<i>Sarcophaga (Liopygia) ruficornis</i>	Inverno	Sol	CA	1
Calliphoridae	<i>Chrysomya albiceps</i>	Inverno	Sombra	CA	13
Calliphoridae	<i>Chrysomya megacephala</i>	Inverno	Sombra	rato	9
Fanniidae	<i>Fannia</i> sp.	Inverno	Sombra	rato	5
Sarcophagidae	<i>Helicobia pilipleura</i>	Inverno	Sombra	CA	1
Sarcophagidae	<i>Sarcophaga (Lipoptilocnema) crispula</i>	Inverno	Sombra	CA	1
Gonyleptidae	<i>Mischonyx cuspidatus</i>	Inverno	Sombra	CA	17
Micropezidae	Micropezidae gen. sp. indet.	Inverno	Sombra	rato	3
Sarcophagidae	<i>Oxysarcodexia thornax</i>	Inverno	Sombra	rato	2
Otitidae	<i>Euxesta</i> sp.	Inverno	Sombra	rato	1

Sarcophagidae	<i>Peckia (Pattonella) intermutans</i>	Inverno	Sombra	rato	3
Sarcophagidae	<i>Peckia (Peckia) chrysostoma</i>	Inverno	Sombra	rato	2
Richardiidae	Richardiidae gen. sp. indet.	Inverno	Sombra	rato	1
Sarcophagidae	<i>Sarcodexia lambens</i>	Inverno	Sombra	rato	4
Sepsidae	Sepsidae gen. sp. indet.	Inverno	Sombra	rato	1
Sarcophagidae	<i>Peckia (Squamatodes) ingens</i>	Primavera	Sol	CA	1
Syrphidae	<i>Allograpta obliqua</i>	Primavera	Sol	CA	30
Formicidae	<i>Atta sexdens</i>	Primavera	Sol	rato	2
Calliphoridae	<i>Chrysomya albiceps</i>	Primavera	Sol	rato	54
Calliphoridae	<i>Cochliomyia macellaria</i>	Primavera	Sol	rato	1
Calliphoridae	<i>Chrysomya megacephala</i>	Primavera	Sol	rato	32
Formicidae	<i>Cephalotes clypeatus</i>	Primavera	Sol	CA	82
Formicidae	<i>Camponotus</i> sp.	Primavera	Sol	rato	4
Fanniidae	<i>Fannia</i> sp.	Primavera	Sol	CA	2
Ichneumonidae	Ichneumonidae gen. sp. indet.	Primavera	Sol	rato	1
Calliphoridae	<i>Lucilia eximia</i>	Primavera	Sol	CA	23
Micropezidae	Micropezidae gen. sp. indet.	Primavera	Sol	CA	1
Muscidae	<i>Musca domestica</i>	Primavera	Sol	CA	1
Syrphidae	<i>Ornidia obesa</i>	Primavera	Sol	rato	36
Sarcophagidae	<i>Peckia (Peckia) chrysostoma</i>	Primavera	Sol	CA	6
Sarcophagidae	<i>Peckia (Peckia) pexata</i>	Primavera	Sol	CA	1
Sarcophagidae	<i>Peckia (Pattonella) intermutans</i>	Primavera	Sol	CA	2
Sarcophagidae	<i>Sarcodexia lambens</i>	Primavera	Sol	CA	3
Staphylinidae	<i>Eulissus chalybaeus</i>	Primavera	Sol	rato	4
Syrphidae	<i>Baccha</i> sp.	Primavera	Sol	rato	1
Calliphoridae	<i>Chrysomya albiceps</i>	Primavera	Sombra	CA	12
Calliphoridae	<i>Chrysomya megacephala</i>	Primavera	Sombra	CA	4
Dolichopodidae	Dolichopodidae gen. sp. indet.	Primavera	Sombra	rato	1
Calliphoridae	<i>Hemilucilia segmentaria</i>	Primavera	Sombra	rato	1
Calliphoridae	<i>Lucilia eximia</i>	Primavera	Sombra	CA	3
Micropezidae	Micropezidae gen. sp. indet.	Primavera	Sombra	CA	9
Syrphidae	<i>Ornidia obesa</i>	Primavera	Sombra	CA	1
Sarcophagidae	<i>Peckia (Pattonella) intermutans</i>	Primavera	Sombra	rato	3

Tabela 21. Número de exemplares de todos os artrópodes imaturos presentes nas 32 carcaças utilizadas no estudo, divididos por estação e ambiente (CA = camundongo).

Família	Espécie	Estação	Ambiente	Carcaça	Nº de exemplares
Calliphoridae	<i>Chrysomya albiceps</i>	Verão	Sol	rato	75
Fanniidae	<i>Fannia</i> sp.	Verão	Sol	rato	39
Calliphoridae	<i>Lucilia eximia</i>	Verão	Sol	rato	1339
Sarcophagidae	<i>Sarcophagula</i> sp.	Verão	Sol	rato	5
Calliphoridae	<i>Hemilucilia segmentaria</i>	Verão	Sombra	rato	18
Fanniidae	<i>Fannia</i> sp.	Verão	Sombra	rato	61
Calliphoridae	<i>Lucilia eximia</i>	Verão	Sombra	rato	198
Sarcophagidae	<i>Peckia (Pattonella) intermutans</i>	Verão	Sombra	CA	15
Calliphoridae	<i>Hemilucilia segmentaria</i>	Outono	Sol	rato	203
Calliphoridae	<i>Lucilia eximia</i>	Outono	Sol	CA	14
Sarcophagidae	<i>Peckia (Pattonella) intermutans</i>	Outono	Sol	rato	8
Calliphoridae	<i>Hemilucilia segmentaria</i>	Outono	Sombra	rato	404
Calliphoridae	<i>Lucilia eximia</i>	Outono	Sombra	CA	17
Sarcophagidae	<i>Peckia (Pattonella) intermutans</i>	Outono	Sombra	rato	39
Sarcophagidae	<i>Peckia (Squamatodes) ingens</i>	Inverno	Sol	rato	16
Sarcophagidae	<i>Peckia (Euboettcheria) collusor</i>	Inverno	Sol	CA	5
Calliphoridae	<i>Lucilia eximia</i>	Inverno	Sol	CA	5
Sarcophagidae	<i>Peckia (Pattonella) intermutans</i>	Inverno	Sol	CA	1
Sarcophagidae	<i>Sarcophaga (Liopygia) ruficornis</i>	Inverno	Sol	rato	145
Calliphoridae	<i>Hemilucilia segmentaria</i>	Inverno	Sombra	rato	2
Fanniidae	<i>Fannia</i> sp.	Inverno	Sombra	rato	5
Calliphoridae	<i>Lucilia eximia</i>	Inverno	Sombra	rato	297
Sarcophagidae	<i>Peckia (Pattonella) intermutans</i>	Inverno	Sombra	rato	34
Calliphoridae	<i>Chrysomya albiceps</i>	Primavera	Sol	rato	29
Fanniidae	<i>Fannia</i> sp.	Primavera	Sol	rato	33
Calliphoridae	<i>Lucilia eximia</i>	Primavera	Sol	rato	1234
Phoridae	<i>Megaselia scalaris</i>	Primavera	Sol	rato	1
Encyrtidae	<i>Tachinaephagus zealandicus</i>	Primavera	Sol	rato	67
Sarcophagidae	<i>Peckia (Squamatodes) ingens</i>	Primavera	Sombra	CA	3
Fanniidae	<i>Fannia</i> sp.	Primavera	Sombra	rato	102
Calliphoridae	<i>Hemilucilia segmentaria</i>	Primavera	Sombra	rato	16
Calliphoridae	<i>Lucilia eximia</i>	Primavera	Sombra	rato	1231
Sarcophagidae	<i>Oxysarcodexia carvalhoi</i>	Primavera	Sombra	CA	4
Sarcophagidae	<i>Peckia (Pattonella) intermutans</i>	Primavera	Sombra	rato	5
Sarcophagidae	<i>Peckia (Peckia) chrysostoma</i>	Primavera	Sombra	CA	2
Muscidae	<i>Sarcopromusca pruna</i>	Primavera	Sombra	CA	20
Sarcophagidae	<i>Sarcophaga (Liopygia) ruficornis</i>	Primavera	Sombra	CA	2

SCIENTIFIC NOTE

Cephalotes clypeatus Fabricius (Hymenoptera: Formicidae): Hábitos de Nidificação e Ocorrência em Carcaça Animal

THIAGO DE C. MORETTI E ODAIR B. RIBEIRO

Depto. Parasitologia, Instituto de Biologia, Unicamp. Cidade Universitária "Zeferino Vaz", Distrito de Barão Geraldo, C. postal 610913, 083-970, Campinas, SP

Neotropical Entomology 35(3):412-415 (2006)

Cephalotes clypeatus Fabricius (Hymenoptera: Formicidae): Nesting Habits and Occurrence in Animal Carcass

ABSTRACT - The ecological position of the family Formicidae in animal carcasses varies from predator, when feeding on eggs, larvae and pupae of some insects to necrophagous, when the ants feed on exudates or decomposing tissues. Ants are present in human corpses subject to forensic analyses and can also be used in estimation of the post-mortem interval (PMI). *Cephalotes clypeatus* Fabricius is exclusively arboreal and occurs only in the American continent. During a field study conducted in the Campus of the Universidade Estadual de Campinas, in December 2003, a laboratory mouse carcass weighing 35,9 g was placed in an iron-mesh cage, which was adequate to collect adult ants. The carcass decomposed in four days. The total of 82 specimens of *C. clypeatus* was collected, in the first two days of exposure. They were observed feeding on exudates, tissues of the carcass, and on Diptera larvae occurring in the carcass. This species was observed nesting in hollow branches of *Senna multijuga* (Rich.) H.S. Irwin & Barneby (Caesalpinaceae), which was found one-meter far from the cage. Further investigation on the biology of this Cephalotini must be performed, in order to understand the role of this species in the utilization of animal carcasses, and in the entomological succession process as well. This is the first report of *C. clypeatus* in animal carcasses.

KEY WORDS: Ant, forensic entomology, *Senna multijuga*, Brazil

RESUMO - A posição ecológica dos himenópteros da família Formicidae em carcaças animais varia de predador, ao alimentar-se de ovos, larvas e pupas de alguns insetos, a necrófago, quando se alimentam de exudatos ou dos tecidos em decomposição. As formigas estão presentes em cadáveres humanos sujeitos a análises forenses e podem inclusive ser úteis na determinação do intervalo post-mortem (IPM). *Cephalotes clypeatus* Fabricius é exclusivamente arbórea, e ocorre apenas no continente americano. Durante experimento realizado em dezembro de 2003 no campus da Universidade Estadual de Campinas, uma carcaça de camundongo (*Mus musculus*, linhagem Swiss) de 35,9 g foi exposta em aparato adequado para coleta de exemplares de formigas adultas. A carcaça se decompôs totalmente em quatro dias. Foram coletados 82 exemplares adultos de *C. clypeatus*, nos dois primeiros dias de exposição. Os indivíduos de *C. clypeatus* foram observados alimentando-se dos exudatos, tecidos da carcaça e de larvas de dípteros que se encontravam na carcaça. O himenóptero em questão nidificou em galhos ocos de *Senna multijuga* (Rich.) H.S. Irwin & Barneby (Caesalpinaceae), que se localizava a 1 m do aparato que continha a carcaça. Estudos quanto à biologia desse Cephalotini são necessários, para que se possa ter noção exata do papel da espécie na utilização dos recursos de carcaças animais, e, portanto, no processo de sucessão entomológica. Trata-se do primeiro registro de *C. clypeatus* em carcaças animais.

PALAVRAS-CHAVE: Formiga, entomologia forense, *Senna multijuga*, Brasil

A posição ecológica das formigas em carcaças animais varia de predador, ao alimentar-se de ovos, larvas e pupas de alguns insetos, a necrófago, quando se alimentam de exudatos ou dos tecidos em decomposição. Quando atuam

como necrófagas, as formigas afetam a decomposição e a colonização por insetos e podem produzir artefatos que podem ser tomados por mutilações ou ferimentos (Patel 1994), induzindo a erros em investigações forenses. Quando

predadoras, elas podem remover substancial quantidade de colonizadores e, dependendo da voracidade e quantidade de espécimes, podem retardar o processo de decomposição (Early & Goff 1986, Wells & Greenberg 1994). As formigas representam importante parte do componente necrófago-predador da comunidade sarcossaprófaga, e evoluem de maneira diferente e independente do conjunto desta comunidade (Martínez *et al.* 1997).

As formigas estão presentes em cadáveres humanos sujeitos a análises forenses (Louw & Van der Linde 1993, Anderson 1995). Goff & Win (1997) estimaram o intervalo post-mortem (IPM) de restos humanos encontrados em uma caixa de metal baseado no tempo de estabelecimento requerido por uma colônia de *Anoplolepis longipes* Jerdon.

Clark & Blom (1991) discutem a importância de carcaças de vertebrados como fonte de alimento adicional para formigas que se alimentam de sementes, mesmo considerando a periodicidade de disponibilidade da carcaça. Wells & Greenberg (1994) discutem as possíveis interferências de *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) na ocorrência de larvas de dípteros das famílias Sarcophagidae e Calliphoridae em carcaças animais. Stoker *et al.* (1995) concluem que *S. invicta* altera drasticamente a composição da comunidade necrófaga e o processo de sucessão, principalmente sob condições de recurso alimentar limitado.

Neste trabalho, relata-se a ocorrência de adultos de *Cephalotes clypeatus* Fabricius (Hymenoptera: Formicidae) alimentando-se de exudatos, tecidos da carcaça e larvas de dípteros durante o processo de decomposição de um pequeno roedor.

C. clypeatus pertence à Tribo Cephalotini (subfamília Myrmicinae), cujos representantes são exclusivamente arbóricolas e ocorrem apenas no continente americano. O conhecimento sobre a dieta dessa Tribo é bastante incipiente (Roche & Wheeler 1997) e, segundo Corn (1980), inclui nectários extraflorais, secreções açucaradas oriundas de homópteros, frutas caídas no solo, fezes de pássaros, animais mortos, insetos que se locomovem lentamente e pólen. Apesar da larga distribuição, há carência de investigações comportamentais e de campo para esta espécie, tendo em vista que a maioria dos estudos restringe-se às espécies exclusivamente norte-americanas. No Brasil, merecem destaque os estudos de Kempf (1951, 1973).

O estudo foi realizado em uma área de formação vegetal secundária de 3.500 m² localizada no Campus da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), no município de Campinas, SP (22°49'15"S, 47°04'08"W).

A área conta com espécies vegetais nativas e exóticas, dentre as quais destacam-se *Typha* sp. (taboa), *Prunus sphaerocarpa* (pessegueiro-bravo), *Psidium guajava* L. (goiabeira), *Croton zehntneri* Pax. & K. Hoffm. (canelinha), *Banisteriopsis caapi* (Spruce ex Griseb.) C.V. Morton (Cipó), *Persea americana* Mill. (abacateiro), *Prunus domestica* L. (ameixeira-japonesa) e *Senna multijuga* (Rich.) H.S. Irwin & Barneby (pau-cigarra ou aleluia).

O clima da região é sazonal, com duas estações bem definidas: uma estação seca e de temperaturas amenas (junho a agosto) e outra estação mais quente e úmida (novembro a

março). A temperatura média do mês mais frio é inferior a 18°C, e do mês mais quente é acima de 22°C (Leitão-Filho & Morellato 1995).

Uma carcaça de camundongo *Mus musculus* L. (Rodentia: Muridae), linhagem Swiss, de 35,9 g foi exposta em local parcialmente ensolarado dentro da área de estudo, durante o mês de dezembro de 2003. A carcaça é proveniente do descarte de camundongos do biotério do Departamento de Parasitologia do Instituto de Biologia da Unicamp. A carcaça foi acondicionada em uma embalagem plástica (15 x 10 x 10 cm), cuja base foi retirada e substituída por uma tela de arame com malha reduzida entre nós, a qual permite fluxo de água. Entre a tela de arame e a carcaça foi colocada uma camada de 4 cm de vermiculita. Uma armação de ferro (30 x 30 x 30 cm) revestida por tela de arame com malha de uma polegada foi fixada sobre a embalagem plástica, por meio de quatro ganchos de ferro, um em cada lado da base da gaiola, permitindo acesso de artrópodes, mas impedindo o acesso de animais carniceiros de grande porte (Fig.1).

A coleta dos espécimes foi feita diariamente por 30 min, no período entre 10:00h e 14:00h. Todos os espécimes coletados foram mortos com éter sulfúrico e levados ao laboratório para triagem. No laboratório, foram acondicionados em pequenos frascos de vidro, rotulados de acordo com dia de coleta e identificados em nível de espécie.

A temperatura e a umidade relativa foram medidas diariamente. Outros dados meteorológicos constantes da Tabela 1 foram obtidos junto ao CEPAGRI - Centro de Ensino e Pesquisa Agrícola da Unicamp.

A carcaça se compôs totalmente entre os dias 6 e 9 de dezembro de 2003. Foram coletados 82 exemplares adultos de *C. clypeatus*. *C. clypeatus* foi encontrada apenas nos dois primeiros dias de exposição da carcaça no ambiente.

C. clypeatus nidificou em galhos ociosos e sob a casca de *Senna multijuga* (Rich.) H.S. Irwin & Barneby (Caesalpinaceae), árvore conhecida popularmente como pau-cigarra ou aleluia e que se localizava a 1 m do aparato que continha a carcaça. Os indivíduos de *C. clypeatus* foram observados alimentando-se dos exudatos e tecidos da carcaça. Além disso, observou-se a predação de larvas de Diptera (provavelmente 1º instar de califorídeos). A predação de larvas de tamanho grande ou de dípteros adultos não foi observada, o que pode ser explicado por duas características morfológicas da tribo Cephalotini, evidenciadas por Wilson (1976) na espécie *Zacryptocerus varians* Fr. Smith: o tamanho diminuto das mandíbulas e o formato corporal rígido. Tais características podem também explicar o fato de Wilson (1976) não ter observado alimentos sólidos sendo carregados para os ninhos. Baseando-se nesses aspectos, pode-se inferir que a utilização de larvas de dípteros por *C. clypeatus* estaria vinculada à possibilidade de consumo de hemolinfa.

O presente estudo relata pela primeira vez a presença de *C. clypeatus* em carcaças. Em relação à biologia do himenóptero, assinalam-se duas importantes associações: com *S. multijuga* e com carcaças animais. Durante o experimento, após alguns minutos da colocação da carcaça no ambiente, já se podia verificar alguns

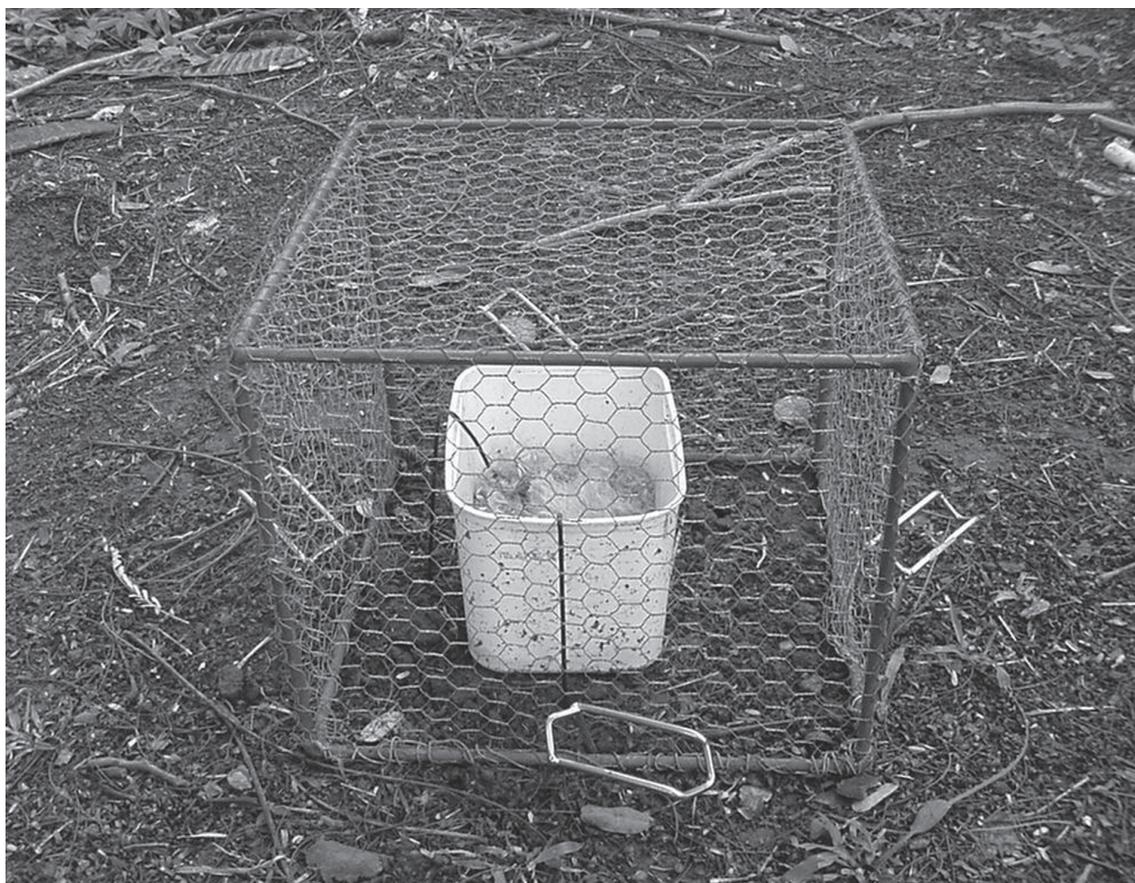


Fig. 1. Aparato utilizado para exposição de carcaça de camundongo de 35,9 g na área de estudo.

exemplares de *C. clypeatus* dentro da embalagem plástica que continha a carcaça, localizando-se principalmente na região bucal, cavidade auricular, escroto, olhos e ânus do cadáver. A presença de *C. clypeatus* nesses locais foi responsável pelo surgimento de pequenas lesões exsudativas, as quais foram eleitas por exemplares de dípteros das famílias Sarcophagidae e Calliphoridae como sítios para larviposição e oviposição, respectivamente. No terceiro dia de exposição da carcaça, quando esta já se encontrava em estágio final de decomposição, havia consideravelmente menor quantidade de larvas de

dípteros no substrato de pupariação em comparação com o segundo dia de exposição. Isto pode ter ocorrido devido à predação exercida por *C. clypeatus*, muito embora o aparato de exposição da carcaça não a isolava de outros insetos predadores, como vespas, coleópteros ou mesmo hemípteros.

Trabalhos ulteriores sobre a obtenção e utilização de recursos alimentares por *C. clypeatus* são desejáveis, para que se possa ter noção exata do papel da espécie na utilização dos recursos de carcaças animais e, portanto, no processo de sucessão.

Tabela 1. Dados meteorológicos do período de exposição de uma carcaça de camundongo de 35,9 g, entre os dias 6 (dia 1) e 9 (dia 4) de dezembro de 2003.

D. E.	T. A. (°C)	T. min (°C)	T. máx (°C)	U. R. ¹ (%)	P (mm)	V (km/h)
1	30	19	31	65,1	6	20,3
2	27	19	29	62,6	12	19
3	29	20	30	66,2	1,7	17,5
4	23	18	23	78,2	9,6	31,5

D. E. = dias de exposição; T. A. = temperatura ambiente no momento da observação; T. máx. = temperatura máxima do dia; T. min. = temperatura mínima do dia; U.R. = umidade relativa média do dia; P = precipitação acumulada em 24h, até as 8:00h do dia de cada observação; V = velocidade do vento no momento da coleta; 1: erro padrão da média (EP) = 39,36

Agradecimentos

Os autores do presente estudo agradecem ao Prof. Dr. Paulo Sérgio Oliveira, do Departamento de Zoologia do Instituto de Biologia da Unicamp, pela confirmação da identificação da formiga.

Referências

- Anderson, G.S. 1995. The use of insects in death investigations: An analysis of cases in British Columbia over five year period. *Can. Soc. Forensic Sci. J.* 28: 277-292.
- Clark, W.H. & P.E. Blom. 1991. Observations of ants (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae, Formicinae, Dolichoderinae) utilizing carrion. *Southwest. Nat.* 36: 140-142.
- Corn, M.L. 1980. Polymorphism and polyethism in the neotropical ant *Cephalotes atratus* L. *Insectes Soc.* 27: 29-42.
- Early, M. & M.L. Goff. 1986. Arthropod succession patterns in exposed carrion on the island of Oahu, Hawaiian Islands, USA. *J. Med. Entomol.* 23: 520-531.
- Goff, M.L. & B.H. Win. 1997. Estimation of postmortem interval based on colony development time for *Anoplolepis longipes* (Hymenoptera: Formicidae). *J. Forensic Sci.* 42: 1176-1179.
- Kempf, W.W. 1951. A taxonomic study on the ant tribe Cephalotini (Hymenoptera: Formicidae). *Rev. Entomol.* 22: 1-244.
- Kempf, W.W. 1973. A new *Zacryptocerus* from Brazil, with the remarks on the generic classification of the tribe Cephalotini (Hymenoptera: Formicidae). *Studia Entomol.* 16: 449-462.
- Leitão-Filho, H.F. & L.P.C. Morellato. 1995. Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana: Reserva de Santa Genebra, Campinas, S P. Campinas, Editora da Unicamp, 136p.
- Louw, M. & T.C. Van der Linde. 1993. Insects frequenting decomposing corpses in central South Africa. *Afr. Entomol.* 1: 265-269.
- Martínez, M.D., M.I. Arnaldos & M.D. García. 1997. Datos sobre la fauna de hormigas asociada a cadáveres (Hymenoptera: Formicidae). *Bol. Asoc. Esp. Entomol.* 21: 281-283.
- Patel, F. 1994. Artifact in forensic medicine: Postmortem rodent activity. *J. Forensic Sci.* 39: 257-260.
- Roche, R.K. & D.E. Wheeler. 1997. Morphological specializations of the digestive tract of *Zacryptocerus rohweri* (Hymenoptera: Formicidae). *J. Morphol.* 234: 253-262.
- Stoker, R.L., W.E. Grant & S.B. Vinson. 1995. *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae) effect on invertebrate decomposers of carrion in central Texas. *Environ. Entomol.* 24: 817-822.
- Wells, J.D. & B. Greenberg. 1994. Effect of the red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) and carcass type on the daily occurrence of postfeeding carrion-fly larvae (Diptera: Calliphoridae, Sarcophagidae). *J. Med. Entomol.* 31: 171-174.
- Wilson, E.O. 1976. A social ethogram of the neotropical arboreal ant *Zacryptocerus varians* (Fr. Smith). *Anim. Behav.* 24: 354-363.

Received 30/XI/04. Accepted 24/VI/05.

Comunicação

(Communication)

Encontro do parasitóide *Tachinaephagus zealandicus* (Ashmead) (Hymenoptera: Encyrtidae) em pupas de *Chrysomya megacephala* (Fabricius) (Diptera: Calliphoridae) em carcaça de rato

[Occurrence of the parasitoid *Tachinaephagus zealandicus* (Ashmead) (Hymenoptera: Encyrtidae) in pupae of *Chrysomya megacephala* (Fabricius) (Diptera: Calliphoridae) in rat carcass]

T.C. Moretti, O.B. Ribeiro

¹Instituto de Biologia – UNICAMP
Caixa Postal 6109
13083-970 - Campinas, SP

Chrysomya megacephala (Fabricius, 1794) foi pela primeira vez observada no Brasil na década de 70 e dispersou-se rapidamente, atingindo todo o território nacional (Guimarães et al., 1978; Guimarães et al., 1979). Tem considerável importância médica e veterinária por atuar como vetor mecânico de patógenos, entre os quais protozoários (Greenberg, 1973), bactérias entéricas, como *Shigella* sp. e *Salmonella* sp. (La Paz, 1938) e helmintos, como *Ascaris* sp., *Toxocara* sp., *Trichuris* sp., *Capillaria* sp., oxiurídeos e tricostrongilídeos (Monzon et al., 1991; Oliveira et al., 2002), além de ser responsável por causar miíase secundária (Leger e Couput, 1924).

Os adultos dessa mosca são atraídos por alimentos, fezes de origem humana e animal, depósitos de lixo, aterros sanitários e carcaça de animais. Além dos hábitos alimentares promíscuos, o grande tamanho e a grande quantidade de cerdas em seu corpo também constituem importantes fatores para a incriminação de *C. megacephala* como vetor mecânico de patógenos (Oliveira et al., 2002).

Atualmente, é considerada espécie eusinantrópica e cria-se com mais facilidade na área urbana, características que dificultam o controle químico, o qual pode representar perigo

de contaminação ao homem, animais e ambiente. Nesse contexto, insere-se a possibilidade de utilização de microhimenópteros parasitóides no controle biológico de *C. megacephala*, por ser um método fácil, seguro e barato (Carvalho et al., 2003).

Tachinaephagus zealandicus (Ashmead, 1904) é uma espécie endoparasita gregária de larvas de dípteros superiores das famílias Calliphoridae, Sarcophagidae e Muscidae, comumente encontrada no hemisfério sul (Silveira et al., 1989). Johnston e Tiegs (1921) conduziram as primeiras investigações quanto à biologia desse microhimenóptero, envolvendo larvas de Calliphoridae provenientes de carcaças. Olton e Legner (1974) indicaram que as fêmeas de *T. zealandicus* são atraídas por material vegetal ou animal em decomposição.

O presente estudo relata a ocorrência do parasitóide *T. zealandicus* em pupas de *C. megacephala* associadas à carcaça de rato em área de formação vegetal secundária de 3.500m², no município de Campinas, SP (22°49'15''S, 47°04'08''W). Objetiva-se disponibilizar tal informação para uso em controle biológico.

Expôs-se uma carcaça de rato (*Rattus norvegicus*, linhagem Wistar) de 251,75g em

local parcialmente ensolarado, dentro da área de estudo. A carcaça foi acondicionada em embalagem plástica (15×10×10cm), cuja base foi retirada e substituída por uma tela de arame com malha reduzida entre nós, a qual permite fluxo de água, porém não permite a saída de imaturos de dípteros. Entre a tela de arame e a carcaça, foi colocada uma camada de 4cm de vermiculita, material adequado para absorver a umidade proveniente da água da chuva. Uma armação de ferro (30×30×30cm) revestida por tela de arame com malha de uma polegada entre nós foi fixada sobre a embalagem plástica, por meio de quatro ganchos de ferro, um em cada lado da base da

gaiola, permitindo acesso de artrópodes, mas impedindo o acesso de animais carniceiros de grande porte. Durante o período de exposição da carcaça, parâmetros físicos foram medidos diariamente, sempre entre as 10 e 13 horas (Tab. 1). Após a decomposição total da carcaça, larvas e pupas foram retiradas da embalagem plástica exposta no ambiente e acondicionadas em pote plástico contendo vermiculita, substrato para pupariação das larvas. Esses potes foram mantidos no laboratório de entomologia sob temperatura de 25±1°C e umidade relativa de 60±10%, para acompanhamento da emergência dos adultos.

Tabela 1. Estágios de decomposição de carcaça¹ de ratos e dados meteorológicos do período de exposição

DE	ED	TA(°C)	Tmin(°C)	Tmáx(°C)	UR(%)	P(mm)	V(km/h)
1	I	31	19	31	65	6	20,3
2	I	29	19	29	62	12	19
3	P	27	20	30	66	1,7	17,5
4	PE	23	18	23	78	9,6	31,5
5	S	27	16	31	59	7,6	6,4
6	S	25	18	33	52	0,2	14,7

I: Bornemissza (1957).

DE = dias de exposição; ED = estágio de decomposição da carcaça: I = inicial; P = putrefação; PE = putrefação escura; S = seco; TA = temperatura ambiente média do dia; Tmax = temperatura máxima do dia; Tmin = temperatura mínima do dia; UR = umidade relativa média do dia; P = precipitação acumulada em 24 horas, até as 8h do dia de cada observação; V = velocidade do vento no momento da coleta.

A carcaça se decompôs totalmente em seis dias, entre os dias seis e 11 de dezembro de 2003. Ao longo do período de 25 dias da retirada da carcaça do campo, houve emergência de espécimes representantes das famílias Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae e Fanniidae. Após esse período, restaram 73 pupas nas quais não houve emergência de dípteros. Tais pupas foram transferidas para um pequeno recipiente de vidro para observação.

Cinco dias após a transferência, notou-se a emergência de 43 fêmeas e 24 machos do microhimenóptero identificado como *T. zealandicus*. O dimorfismo sexual foi evidente, principalmente pelas características da antena. Baseando-se no formato e volume dos tubérculos na região posterior do pupário e na distância entre peritremas (Amorim e Ribeiro, 2001), constatou-se que os 73 pupários eram da espécie *C. megacephala*. A taxa de parasitismo para esse hospedeiro foi 91,8%. Foi possível notar que *T. zealandicus* é de comportamento gregário, mas não foi possível quantificar o número exato de parasitóides que emergiu de cada pupa.

Levantamentos realizados por Silveira et al. (1989) e Carvalho et al. (2003) relataram a ocorrência de *T. zealandicus* em pupas de *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel) (Calliphoridae), *C. megacephala* e *Syntesiomyia nudiseta* (Wulp) (Muscidae).

Quanto ao segundo estudo, que trata especificamente de parasitóides do califorídeo *C. megacephala*, não há dados relativos à taxa de parasitismo, ou seja, houve apenas descrição de ocorrência. Pode-se afirmar que ainda faltam dados suficientes para concluir se *T. zealandicus* é ou não promissor alvo de programas de controle para moscas sinantrópicas. A duração dos ciclos de vida de *T. zealandicus* (±27 dias) e *C. megacephala* (±8 ½ dias) foi importante para que não se descartassem as pupas logo após o período referente ao ciclo de vida da mosca.

Segundo Marchiori et al. (1998), as áreas de matas são importantes locais de origem de parasitóides inimigos naturais de dípteros. É interessante notar que o presente estudo foi realizado em área de mata, porém com características secundárias e localizada dentro do

perímetro urbano do distrito de Barão Geraldo, Campinas, São Paulo.

Uma questão importante no estudo de inimigos naturais de moscas sinantrópicas é o reconhecimento de quais fases do ciclo de vida do díptero estudado são vulneráveis a determinado parasitóide. Segundo Newman e Andrewartha (1930), *T. zealandicus* tem preferência por ovipor em larvas de moscas de terceiro instar. Isso permite inferir que o parasitismo no presente estudo deve ter ocorrido no campo, já que as larvas ficaram expostas no meio ambiente e só foram encaminhadas ao laboratório por ocasião da decomposição total da carcaça, quando a maioria das larvas já havia se transformado em pupas. Saber o local onde

ocorreu o parasitismo é importante, por exemplo, quando se mantêm criações de moscas em laboratório.

Pode-se concluir que se fazem necessários estudos mais específicos quanto à biologia e ecologia local de *T. zealandicus*, com o intuito de incrementar programas de controle biológico de moscas sinantrópicas, tendo em vista a importância médico-veterinária de algumas espécies, e também a dificuldade de implementação de controle químico em certas regiões urbanas.

Palavras-chave: mosca, *Tachinaephagus zealandicus*, *Chrysomya megacephala*, carcaça de rato, Campinas

ABSTRACT

This study reports the occurrence of Tachinaephagus zealandicus (Ashmead) (Hymenoptera: Encyrtidae) parasitizing pupae of Chrysomya megacephala (Fabricius) (Diptera: Calliphoridae) associated with a decomposing rat carcass in a secondary wood area in Campinas, SP. The parasitism rate was 91.8%.

Keywords: fly, Tachinaephagus zealandicus, Chrysomya megacephala, rat carcass, Campinas

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, J.A.; RIBEIRO, O.B. Distinction among the puparia of three Blowfly species (Diptera: Calliphoridae) frequently found on unburied corpses. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, v.96, p.781-784, 2001.

BORNEMMISSZA, G.F. An analysis of arthropod succession in carrion and the effect of its decomposition on the soil fauna. *Austr. J. Zool.*, v.5, p.1-2, 1957.

CARVALHO, A.R.; MELLO, R.P.; D'ALMEIDA, J.M. Microhimenópteros parasitóides de *Chrysomya megacephala*. *Rev. Saúde Pública*, v.37, p.810-812, 2003.

DE LA PAZ, G.C. The bacterial flora of flies caught in foodstores in the city of Manila. *Mon. Bull. Bureau Health*, v.18, p.1-20, 1938.

GREENBERG, B. *Flies and disease: biology and disease transmission*. New Jersey: Princeton University, 1973. v.II, 447p.

GUIMARÃES, J.H.; PRADO A.P.; BURALLI, G.M. Dispersal and distribution of three newly

introduced species of *Chrysomya* Robineau-Desvoid in Brazil (Diptera: Calliphoridae). *Rev. Bras. Entomol.*, v.23, p.245-255, 1979.

GUIMARÃES, J.H.; PRADO A.P.; LINHARES, A.X. Three newly introduced blowflies species in southern Brazil (Diptera: Calliphoridae). *Rev. Bras. Entomol.*, v.22, p.53-60, 1978.

JOHNSTON, T.H.; TIEGS, O.W. On the biology and economic significance of the chalcid parasites of Australian sheep-maggot flies. *Proc. R. Soc. Queensl.*, v.33, p.99-128, 1921.

LEGER, A.; COUPUT, A. Nasomyiase à *Chrysomya dux*. *Esch. Bull. Soc. Pathol. Exot.*, v.17, p.375, 1924.

MARCHIORI, C.H.; OLIVEIRA, A.T.; SCATOLINI, D. Ocorrência de espécies de *Alysiinae* (Hymenoptera: Braconidae) em áreas de mata nativa da região de Itumbiara, GO. *Arq. Inst. Biol.*, v.65, p.43, 1998.

MONZON, R.B.; SANCHEZ, A.R.; TADIAMAN, B.M. et al. A comparison of the role of *Musca domestica* (Linnaeus) and *Chrysomya megacephala* (Fabricius) as

mechanical vectors of helminthic parasites in a typical slum area of metropolitan manila. *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health*, v.22, p.222-228, 1991.

NEWMAN, L.J.; ANDREWARTHA, H.G. Blowfly parasite. The red- legged chalcid, *Stenoterys fulvoventralis* (Dodd). *J. Dep. Agric. West. Aust.*, v.2, p. 89-95, 1930.

OLIVEIRA, V.C.; MELLO, R.P.; D'ALMEIDA, J.M. Dípteros muscóides como vetores mecânicos de ovos de helmintos em jardim

zoológico, Brasil. *Rev. Saúde Pública*, v.36, p.614-620, 2002.

OLTON, G.S.; LEGNER, E.F. Biology of *Tachinaephagus zealandicus* (Hymenoptera: Encyrtidae), parasitoid of synanthropic diptera. *Can. Entomol.*, v.106, p.785-800, 1974.

SILVEIRA, G.A.R.; MADEIRA, N.G.; AZEREDO-ESPIN, A.M.L. et al. Levantamento de microhimenópteros parasitóides de dípteros de importância médico-veterinária no Brasil. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, v.84, supl. IV, p.505-510, 1989.

9. REFERÊNCIAS

ACOSTA, L.E.; MACHADO, G. Diet and foraging. In: **Harvestmen: The Biology of Opiliones**, R. Pinto-da-Rocha, G. Machado, G. Giribet (eds.). Harvard University Press, Cambridge, MA. 2006 (in press).

ADAMS, J. The habitat and feeding ecology of woodland harvestmen (Opiliones) in England. *Oikos*, v. 42, p. 361-370, 1984.

ALLEE, W.C.; EMERSON, A.E.; PARK, O.; PARK, T.; SCHMIDT, K.P. **Principles of animal ecology**. W.B. Saunders Co., Philadelphia, 837 p., 1949.

ALMEIDA, M.A.F. **Aspectos da biologia de *Tachinaephagus zealandicus* Ashmead (Hymenoptera: Encyrtidae), parasitóide de larvas de dípteros sinantrópicos**. Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, Tese de Doutorado, 107 p., 2000.

AGOSTINI, K.; SAZIMA, M. Resources of ornamental plants for bee on campus of the State University of Campinas, São Paulo, Brazil. *Bragantia*, v.62, p.335-343, 2003.

BAUMGARTNER, D.L. Spread of introduced *Chrysomya* blowflies (Diptera: Calliphoridae) in the neotropics with records news to Venezuela. *Biotropica*, v. 20, p. 167-168, 1988.

BAUMGARTNER, D.L.; GREENBERG, B. The genus *Chrysomya* (Diptera: Calliphoridae) in the New World. *Journal of Medical Entomology*, v. 21, p. 105-113, 1984.

BHATIA, M.L. Biology, morphology and anatomy of aphidophagous syrphid larvae. *Parasitology*, v. 31, p. 78-129, 1939.

BECKENDORF, R.; KLOTZ, S.A.; HINKLE, N.; BARTHOLOMEW, W. Nasal Myiasis in an Intensive Care Unit Linked to Hospital -Wide Mouse Infestation. *Archives of Internal Medicine*, v. 162, p. 638-640, 2002.

BERTSCH, A. Foraging in male bumblebees (*Bombus lucorum* L.): maximizing energy or minimizing water load? *Oecologia*, v. 62, p. 325-336, 1984.

BIRCH, L.C. The meanings of competition. *American Naturalist*, v.9, p. 15-18, 1957.

BLACKITH, R.E.; BLACKITH, G.R. Insect infestation of small corpses. *Journal of Natural History*, v. 24, p. 699-709, 1990.

BORNEMISSZA, G.F. An analysis of arthropod succession in carrion and the effect of its decomposition on the soil fauna. *Australian Journal of Zoology*, v. 5, p. 1-12, 1957.

BUGG, R.L.; DITCHER, J.D. Warm-season cover crops for pecan orchards: horticultural and entomological implications. *Biological Agriculture and Horticulture*, v.6, p.123-148, 1989.

BUTLIN, R.K.; DAY, T.H. The effect of larval competition on development time size in the seaweed fly *Coelopa frigida*. *Oecologia*, v.63, p. 122-127, 1984.

BYRD, J.H.; CASTNER, J.L. Insects of Forensic Importance. In: **Forensic Entomology – The utility of arthropods in legal investigations**. CRC Press, USA, p. 43-80, 2001.

CAMPBELL R.E.; DAVIDSON, W.M. Notes on aphidophagous Syrphidae of southern California. *Bulletin of the Southern California Academy of Science*, v. 23, p. 3-71, 1924.

CAMPOBASSO, C.P.; DI VELLA, G.; INTRONA, F. Factors affecting decomposition and Diptera colonization. *Forensic Science International*, v. 120, p. 18-27, 2001.

CARVALHO, L.M.L. **Sucessão e ecologia de populações de insetos associados à decomposição de carcaças de suínos expostas em ambiente de mata natural de mata mesófila semidecídua, Campinas-SP**. Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, Dissertação de Mestrado, 75 p., 1996.

CARVALHO, L.M.L.; THYSSEN, P.J.; LINHARES, A.X.; PALHARES, F.B. A checklist of arthropods associated with carrion and human corpses in southeastern Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 95, p. 135-138, 2000.

CARVALHO, C.J.B.; MOURA, M.O.; RIBEIRO, P.B. Chave para adultos de dípteros (Muscidae, Fanniidae, Anthomyiidae) associados ao ambiente humano no Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 46, p. 107-114, 2002.

CATTS, E.P.; HASKELL, N.H. **Entomology & Death: a procedural guide.** Joyce's Print Shop, USA, 182 p., 1990.

CATTS, E.P.; GOFF, M.L. Forensic entomology in criminal investigations. *Annual Review of Entomology*, v. 37, p. 253-272, 1992.

COLE, F.R.; SCHLINGER, E.I. **The flies of western North America.** University of California press, Berkeley and Los Angeles, 693 p., 1969.

CORNABY, B.W. Carrion Reduction by Animals in Contrasting Tropical Habitats. *Biotropica*, v. 6, p. 51-63, 1974.

COWLES, H.C. The ecological relations of the vegetation on the sand dunes of Lake Michigan. *Botanical Gazette*, v. 27, p. 95-391, 1899.

DAVIES, L. Seasonal and spatial changes in blowfly production from small and large carcasses at Durham in lowland northeast England. *Medical and Veterinary Entomology*, v. 13, p. 245-251, 1999.

DEAR, J.P. A revision of the New World Chrysomyini (Diptera: Calliphoridae). *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 3, p. 109-169, 1985.

DENNO, R.F. **The niche relationships and competitive interactions of some carrion-breeding Calliphoridae and Sarcophagidae.** Ph.D. Thesis, University of California, Davis, 129 p., 1973.

DENNO, R.F.; COTHRAN, W.R. Niche relationships of a guild of necrophagous flies. *Annals of the Entomological Society of America*, v. 68, p. 741-745, 1975.

DENNO, R.F.; COTHRAN, W.R. Competitive interactions and ecological strategies of sarcophagid and calliphorid flies inhabiting rabbit carrion. *Annals of the Entomological Society of America*, v. 69, p. 109-113, 1976.

DISNEY, R.H.L. **Scuttle Flies: The Phoridae.** Chapman & Hall, London. 467 p., 1994.

EARLY, M.; GOFF, M.L. Arthropod succession patterns in exposed carrion on the island of O'hau, Hawaiian Islands, USA. *Journal of Medical Entomology*, v. 23, p. 520-531, 1986.

ERZINÇLIOĞLU, Y.Z. The application of entomology to Forensic Medicine. *Medicine, Science and the Law*, v. 23, p. 57-63, 1983.

FREIRE, O. Algumas notas para o estudo da fauna cadavérica da Bahia. *Gazeta Medica da Bahia*, v. 46, p. 1-125, 1914.

FREIRE, O. Fauna cadavérica brasileira. *Revista de Medicina*, v.4, p. 15-40, 1923.

FULLER, M.E. The insects inhabitants of carrion: a study in animal ecology. *Australian Council on Science and Industry Research Bulletin*, v. 82, p. 4-63, 1934.

GARRIS, G.I. *Megaselia scalaris* (Diptera: Phoridae) infesting laboratory tick colonies. *Journal of Medical Entomology*, v. 20, p. 688, 1983.

GILL-KING, H. Chemical and Ultrastructural Aspects of Decomposition. In: Haglund, W.; Sorg, M. eds. **Taphonomy: The Postmortem Fate of Human Remains**. CRC Press, p. 93-108, 1997.

GUIMARÃES, J.H.; PRADO, A.P.; LINHARES, A.X. Three newly introduced Blowfly species in Southern Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 22, p. 53-60, 1978.

GUIMARÃES, J.H.; PRADO, A.P.; BURALLI, G.M. Dispersal and distribution of the three newly introduced species *Chrysomya* Robineau-Desvoidy in Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 23, p. 245-255, 1979.

HALAJ, J.; CADY, A.B. Diet composition and significance of earthworms as food of harvestmen (Arachnida: Opiliones). *The American Midland Naturalist*, v.143, p.487-491, 2000.

HANSKI, I. Biogeography and ecology of carrion flies in the Canary Island. *Annales Entomologica Fennica*, v. 42, p. 113-121, 1977.

HANSKI, I. Carrion fly community dynamics: patchiness, seasonality and coexistence. *Ecological Entomology*, v. 12, p. 257-266, 1987.

HEWADIKARAM, K.A.; GOFF, M.L. Effect of carcass size on rate of decomposition and arthropod succession patterns. *American Journal of Forensic Medicine and Pathology*. v. 12, p. 235-240, 1991.

HILLYARD, P.D.; SANKEY, J.H.P. Harvestmen. In: Kermack D.M. & Barnes R.S.K. (eds.), **Synopses of the British fauna**, New Series, v. 4. p.1-120, 2nd ed., E. J. Brill, London, 1989.

HOBSON, R.P. Studies on the nutrition of blow-fly larvae. III. The liquefaction of muscle. *Journal of Experimental Biology*, v. 9, p. 359-365, 1932.

HOLDAWAY, F.G. Field populations and natural control of *Lucilia sericata*. *Nature*, v. 126, p. 648-649, 1930.

HOWDEN, A.T. **The succession of beetles in carrion**. M.S. Thesis, North Carolina State College, Raleigh, 1950.

IMMEL, V. Einige Bemerkungen zur Biologie von *Platybunus bucephalus* (Opiliones, Eupnoi). *Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Systematik*, v. 83, p. 475-484, 1955.

ISICHE, J.; HILLERTON, J.E.; NOWELL, F. Colonization of the mouse cadaver by flies in Southern England. *Medical and Veterinary Entomology*, v. 6, p. 168-170, 1992.

JANZEN, D.H. Insects. Introduction. In: Janzen, D.H. ed. **Costa Rican Natural History**. University of Chicago Press, Chicago, p. 619-645, 1983.

JONHSON, M.D. Seasonal and Microseral Variations in the Insect Populations on Carrion. *American Midland Naturalist*, v.93, p. 79-90, 1975.

KEH, B. Scope and applications of forensic entomology. *Annual Review of Entomology*, v. 30, p.137-154, 1985.

KNEIDEL, K.A. Competition and disturbance in communities of carrion-breeding Diptera. *Journal of Animal Ecology*, v. 53, p. 849-865, 1984.

KUUSELA, S.; HANSKI, I. The structure of carrion fly communities; the size, and the type of the carrion. *Holarctic Ecology*, v. 5, p. 337-348, 1982.

LANE, R.P. An investigation into Blowfly (Diptera: Calliphoridae) succession on corpses. *Journal of Natural History*, v.9, p. 581-588, 1975.

LEITÃO-FILHO, H.F.; MORELLATO, L.P.C. **Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana: Reserva de Santa Genebra, Campinas, S P.** Campinas, Editora da Unicamp, 136 p., 1995.

LEVOT, G.W.; BROWN, K.R.; SHIPP, E. Larval growth of some calliphorid and sarcophagid diptera. *Bulletin of Entomological Research*, v. 69, p. 469-475, 1979.

LINK, D.; STORCK, L.; CERVI, J.A.; PADOIN, A.J.; GIULIANI, D. Ocorrência da mosca *Euxesta* sp. em milho doce na região de Santa Maria, RS. *Revista do Centro de Ciências Rurais*, v. 14, p. 93-99, 1984.

LOPES, H.S. Collecting and rearing Sarcophagid flies (Diptera) in Brazil, during forty years. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 45, p. 279-291, 1973.

LOUW, M.; VAN DER LINDE, T.C. Insects frequenting decomposing corpses in central South Africa. *African Entomology*, v. 1, p. 265-269, 1993.

LUDWIG, J. A.; REYNOLDS, J.F. **Statistical Ecology: a primer on methods and computing.** NY, USA: John Wiley-Interscience, 179 p., 1988.

LUNDT, H. Ecological observations about the invasion of insects into carcasses buried in soil. *Pedobiologia*, v. 4, p. 158-180, 1964.

MACLEOD, J.; DONELLY, J. Some ecological relationships of natural populations of Calliphorine blowflies. *Journal of Animal Ecology*, v. 26, p. 645-663, 1957.

MANN, R.W.; BASS, W.M.; MEADOWS, L. Time since death and decomposition of the human body: variables and observations in case and experimental field studies. *Journal of Forensic Sciences*, v. 35, p. 103-111, 1990.

MARILUIS, J.C. Nuevos Calliphoridae para la Argentina, Bolivia y Ecuador (Diptera). *Revista de Ia Sociedad Entomológica Argentina*, v.40, p. 103-105, 1981.

McCLURE, H.E.; LIM, B.L.; WINN, S.E. Fauna of the Dark Cave, Batu Caves, Kuala Lumpur, Malaysia. *Pacific Insects*, v. 9. p. 399-428, 1967.

McCORMICK, S.J.; POLIS, G.A. Prey, predators, and parasites. In: **The Biology of Scorpions** (G.A. Polis ed.), Stanford University Press, Stanford, p. 294-320, 1990.

MÉGNIN, P. **La fauna des Cadavres. Application de l'entomologie a la médecine.** Gauthier. Paris: Villars et Fils., 214 p., 1894.

MENDES, M.S.; ORTOLANI, A.A.; KRUG, C.A.; PUPO, C.M.M.; VERDADE, F.C.; GOUVÊA, P.F.S. Introdução. In: **A contribuição da região de Campinas para o desenvolvimento e a segurança nacional.** Associação dos Diplomados da Escola Superior de Guerra, Campinas, p. 5-23, 1973.

MILLER, R.S. Pattern and process in competition. *Advances in Ecological Research*, v. 4, p.1-74, 1967.

MONTEIRO-FILHO, E.L.A.; PENEREIRO, J.L. Estudo de decomposição e sucessão sobre uma carcaça animal numa área do Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 47, p. 289-295, 1987.

MORSE, D.H. Harvestmen as commensals of crab spiders. *The Journal of Arachnology*, v.29, p.273-275, 2001.

MOURA, M.O.; CARVALHO, C.J.B.; MONTEIRO-FILHO, E.L.A. A preliminary analysis of insects of medico-legal importance in Curitiba, State of Paraná. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 92, p. 269-274, 1997.

MOURA, M.O.; MONTEIRO-FILHO, E.L.A.; CARVALHO, C.J.B Heterotrophic succession in carrion arthropod assemblages. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 48, p.477-486, 2005.

NOGUEIRA-NETO, P.N. **A criação de abelhas indígenas sem ferrão (Meliponinae)**. Editora chácaras e quintais, São Paulo, p. 74-76, 1970.

NOLL, F.B.; MATEUS, S.; ZUCCHI, R. Morphological caste differences in neotropical swarm-founding polistine wasps *Protopolybia exigua exigua* (Hymenoptera, Vespidae). *Journal of New York Entomological Society*, v. 104, p. 61-69, 1996.

NORRIS, K.R. The bionomics of blowflies. *Annual Review of Entomology*, v. 10, p. 47-68, 1965.

NUORTEVA, P.; SKAREN, U. Observations on the attraction of blowflies in the carcasses of micro-mammals in the commune of Kuhmo, East Finland. *Annales Entomologica Fennica*, v. 26, p. 221-226, 1960.

NUORTEVA, P. Sarcosaprophagous insects as forensic indicators. In: **Forensic medicine: a study in trauma and environmental hazards**. vol. II. W.B. Saunders Company, p.1072-1095, 1977.

NYFFELER, M.; SYMONDSON, W.O.C. Spiders and harvestmen as gastropod predators. *Ecological Entomology*, v.26, p.617-628, 2001.

ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 434 p., 1988.

OLIVA, A.; RAVIOLI, J.; TREZZA, F.; NAVARRI, C. Entomologia forense. *Prensa Médica Argentina*, v.82, p. 229-234, 1995.

OLIVEIRA, R.C.; NUNES, F.M.F.; CAMPOS, A.P.S. Genetic divergence in *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) (Hymenoptera, Meliponinae, Trigonini) based on rapd markers. *Genetic and Molecular Biology*, v.27, p.181-186, 2004.

OLIVEIRA-COSTA, J.; MELLO-PATIU, C.A.; LOPES, S.M. Muscoid Diptera associated with human corpses at the death scene in the State of Rio de Janeiro, Brazil. *Boletim do Museu Nacional. Nova Serie, Zoologia*. Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil: N^o. 464, p.1-6, 2001.

OLIVEIRA-COSTA, J. (Org.). **Entomologia Forense - Quando os insetos são Vestígios**. Campinas: Millennium, 257 p., 2003.

OWEN, D.F. The abundance and biomass of forest animals. In: F.B. Golley, eds. **Ecosystems of the world**, v. 14 (A): Tropical Rain Forest. Elsevier, Amsterdam, p. 93-100, 1983.

PAPE, T. A catalogue of the Sarcophagidae of the World (Insecta: Diptera). *Memoirs of Entomology International*, v. 8, p. 1-558, 1996.

PAYNE, J.A. A summer carrion study of the baby pig *Sus scrofa* Linnaeus. *Ecology*, v. 46, p. 853-866, 1965.

PAYNE, J.A. Insects succession and decomposition of pig carcasses in water. *Journal of the Georgia Entomological Society*, v. 7, p. 153-162, 1972.

PAYNE, J.A.; CROSSLEY, D.A. **Animal species associated with pig carrion**. Publ. No. 153, Radiation and Ecology Section, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN, 1966.

PUTMAN, R.J. The role of carrion-frequenting arthropods in the decay process. *Ecological Entomology*, v. 3, p.133-139, 1978.

REED, H.B. A study of dog carcass communities in Tennessee, with special reference to the insects. *The American Midland Naturalist*, v. 59, p. 213-245, 1958.

RICHARDSON, P.R.K. **The natural removal of ungulate carcasses, and the adaptive features of the scavengers involved**. M.S. Thesis, Pretoria University, Pretoria, South Africa, 1980.

RICKLEFS, R.E. **Ecology**, 2nd ed., NY, USA: Chiron Press, 1973.

ROUBIK, D. W. Obligate necrophagy in a social bee. *Science*, v. 217, p. 1059-1060, 1982.

ROUBIK, D. W. **Ecology and Natural History of Tropical Bees**. Cambridge Univ. Press, New York, 514 p., 1989.

SALT, G. The natural control of the sheep blowfly *Lucilia sericata* Meigen. *Bulletin of Entomological Research*, v. 23, p. 235-245, 1932.

SALVIANO, R.J.B.; MELLO, R.P.; SANTOS, R.F.S.; BECK, LC.N.H.; FERREIRA, A. Calliphoridae (Diptera) associated with human corpses in Rio de Janeiro, Brazil. *Entomología y Vectores*, v.3, p.145-146, 1996.

SAS Institute Incorporation. **SAS/STAT user's Guide**. Release 6.03, North Carolina, USA: Ed. Cary, 1988.

SANKEY, J.H.P. Observations on food, enemies and parasites of British harvest-spiders (Arachnida, Opiliones). *The Entomologist's Monthly Magazine*, v. 85, p.246-247, 1949.

SCHNEIDER, E. Bionomics and physiology of aphidophagous Syrphidae. *Annual Review of Entomology*, v.14, p.103-123, 1969.

SCHOENLY, K.; REID, W. Dynamics of heterotrophic succession in carrion arthropod assemblages: discrete series or a continuum of change? *Oecologia*, v. 73, p. 192-202, 1987.

SCHROEDER, H.; KLOTZBACH, H.; OESTERHELWEG, L.; PÜSCHEL, K. Larder beetles (Coleoptera, Dermestidae) as an accelerating factor for decomposition of a human corpse. *Forensic Science International*, v.127, p. 231-236, 2002.

SCHWARZ, H.L. The stingless bees (Meliponini) of the Western Hemisphere. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, v. 90, p. 1-546, 1948.

SILVA, A.A.J.; SMITH, D.H.; BARBOSA, S.A.J.S. *Sarcopromusca pruna* (Diptera: Muscidae) as an egg transport host of *Dermatobia hominis* (Diptera: Cuterebridae) in the cacau region of Bahia, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 84, p. 491-497, 1989.

SMITH, K.E.; WALL, R. The use of carrion as breeding sites by the blowfly *Lucilia sericata* and other Calliphoridae. *Medical and Veterinary Entomology*, v. 11, p. 38-44, 1997.

SMITH, K.G.V. **A manual of Forensic Entomology**. Ithaca, NY, USA: Cornell Univ. Press, 205 p., 1986.

SMITH, R.E.; HAGEN, K.S. Predators of the spotted alfalfa aphid. *California Agriculture* v. 10, p. 8-10, 1956.

SOUZA, A.M.; LINHARES, A.X. Diptera and Coleoptera of potencial forensic importance in Southeastern Brazil: relative abundance and sasonality. *Medical and Veterinary Entomology*, v. 11, p. 8-12, 1997.

SOUTHWOOD, T.R.E. **Ecological methods (with particular reference to the study of insect populations)**. London, England: Chapman and Hall, 1978.

ULLYETT, G.C. Competition for food and allied phenomena in sheep-blowfly populations. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, v. 234, p. 77-174, 1950.

VASS, A.A. Beyond the grave – understanding human decomposition. *Microbiology today*, v.28, p. 190-192, 2001.

WADLEY, F.M. Ecology of *Toxoptera graminum*, especially as to factors affecting importance in the northern United States. *Annals of the Entomological Society of America*, v.24, p. 325-395, 1931.

WELLS, J.D. *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae) has reached the continental United States. Review of its biology, pest status and spread around the world. *Journal of Medical Entomology*, v. 28, p. 471-473, 1991.

WOLFF, M.; URIBE, A.; ORTIZ, A.; DUQUE, P. A preliminary study of forensic entomology in Medellin, Colombia. *Forensic Science International*, v.120, p.53-59, 2001.

ZUMPT, F. **Myiasis in man and animals in the old world**. London, England: Butherworths, 267 p., 1965.