

Rodrigo César Corrêa

**Análise da fauna de Coleoptera (Insecta) associada a carcaças enterradas de coelhos, *Oryctolagus cuniculus* (L., 1758) (Lagomorpha, Leporidae), em Curitiba, Paraná**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Área de concentração em Entomologia, Departamento de Zoologia, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Profa. Dra. Lúcia Massutti de Almeida

CURITIBA

2010

"Aquele que atinge o seu ideal, por isso mesmo o ultrapassa."

(Nietzsche)

## **Agradecimentos**

“Nenhum dever é mais urgente do que o de demonstrar gratidão.” Ambrósio

A Professora Lúcia Massutti de Almeida, por mais uma vez ter aceitado me orientar, pelo aconselhamento, incentivo e confiança.

Ao Kleber Makoto Mise, colega de laboratório que com o tempo passei a considerar amigo e mentor, pelas conversas produtivas, idéias compartilhadas e pelo “papo cabeça” nos horários de folga.

A todos os membros do Laboratório de Sistemática e Bioecologia de Coleoptera.

Aos especialistas Edilson Caron e Angélico Asenjo Flores (Staphylinidae), Daniel Pessoa de Moura e Fernando Willyan Trevisan Leivas (Histeridae), Fernando Vaz de Mello e Paschoal Coelho Grossi (Scarabaeidae), pelo valioso auxílio na identificação do material e também por disponibilizarem sua bibliografia.

A Maria Fernanda da Cruz Caneparo e Bruna Pasqualinoto Macari pela ajuda durante a montagem do experimento e exumações.

A CAPES pela concessão da bolsa que me permitiu estudar.

Ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia (UFPR) pela oportunidade e pela infraestrutura.

Ao SIMEPAR que gentilmente forneceu os dados ambientais solicitados.

Ao Sr. Antonio Luiz Andrade, do Biotério da UFPR, pelo auxílio no manuseio dos animais durante a instalação dos experimentos.

A minha família e amigos por compreenderem a minha indisponibilidade em muitos finais de semana e feriados (desculpa pessoal, foi por uma boa causa) e por me ajudarem, direta ou indiretamente, durante a execução deste projeto (obrigado a todos!).

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>iii</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>iv</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>vi</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>5</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>6</b>
<b>3.1. Descrição da Área.....</b>	<b>6</b>
<b>3.2. Instalação do Experimento.....</b>	<b>7</b>
<b>3.3. Coletas e Exumações.....</b>	<b>8</b>
<b>3.4. Montagem e Identificação.....</b>	<b>9</b>
<b>3.5. Análise Estatística.....</b>	<b>10</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>4.1. Estudo da Fauna de Coleoptera associada à carcaças enterradas.....</b>	<b>10</b>
<b>4.1.1. Famílias coletadas.....</b>	<b>10</b>
<b>4.1.2. Famílias com potencial importância forense.....</b>	<b>14</b>
<b>4.2. Sazonalidade e Padrão de Sucessão.....</b>	<b>23</b>
<b>4.3. Fases de Decomposição.....</b>	<b>28</b>
<b>4.3.1. Descrição do estado de decomposição durante as exumações.....</b>	<b>29</b>
<b>4.4. Taxas de decomposição.....</b>	<b>34</b>
<b>4.5. Fatores Abióticos.....</b>	<b>37</b>
<b>4.5.1 Temperaturas Coletadas.....</b>	<b>38</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>42</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>44</b>

## LISTA DE TABELAS

- Tabela I. Número de espécimes de Coleoptera coletados por família e subfamília por estação, associados aos cadáveres enterrados de *O. cuniculus* (Lagomorpha, Leporidae), em Curitiba (PR).....12
- Tabela II. Número de espécimes de Coleoptera coletados na cova e em armadilhas pitfall, durante um ano de coleta, em cadáveres enterrados de *O. cuniculus* (Lagomorpha, Leporidae), em Curitiba (PR).....13
- Tabela III. Espécies de Coleoptera com potencial importância forense, separadas por estação e exumação, durante um ano de coleta, em cadáveres enterrados de *O. cuniculus* (Lagomorpha, Leporidae), em Curitiba (PR). Cores mais escuras representam maior abundância. ■ 1-5 ■ 6-10 ■ 11+.....14
- Tabela IV. Quantidade total de espécimes de Coleoptera de interesse forense coletadas por estação e exumação, em cadáveres enterrados de *O. cuniculus* (Lagomorpha, Leporidae), em Curitiba (PR). .....24
- Tabela V. Ocorrência das espécies de Coleoptera, na cova e em armadilhas do tipo pitfall, durante o outono de 2008, em cadáveres enterrados de *O. cuniculus* (Lagomorpha, Leporidae), em Curitiba (PR). Cores mais escuras representam maior abundância. ■ 1-5 ■ 6-10 ■ 11+.....26
- Tabela VI. Ocorrência das espécies de Coleoptera, na cova e em armadilhas do tipo pitfall, durante o inverno de 2008, em cadáveres enterrados de *O. cuniculus* (Lagomorpha, Leporidae), em Curitiba (PR). Cores mais escuras representam maior abundância. ■ 1-5 ■ 6-10 ■ 11+.....26
- Tabela VII. Ocorrência das espécies de Coleoptera, na cova e em armadilhas do tipo pitfall, durante a primavera de 2008, em cadáveres enterrados de *O. cuniculus* (Lagomorpha, Leporidae), em Curitiba (PR). Cores mais escuras representam maior abundância. ■ 1-5 ■ 6-10 ■ 11+.....27
- Tabela VIII. Ocorrência das espécies de Coleoptera, na cova e em armadilhas do tipo pitfall, durante o verão de 2008/2009, em cadáveres enterrados de *O. cuniculus* (Lagomorpha, Leporidae), em Curitiba (PR). Cores mais escuras representam maior abundância. ■ 1-5 ■ 6-10 ■ 11+.....27
- Tabela IX. Porcentagem de biomassa perdida na carcaça controle de *O. cuniculus* (Lagomorpha, Leporidae) durante as diferentes estações, em Curitiba (PR).....34
- Tabela X. Porcentagem de biomassa perdida nas carcaças enterradas de *O. cuniculus* (Lagomorpha, Leporidae) durante as diferentes estações, em Curitiba (PR). Cada exumação corresponde a 2 semanas. ....34

Tabela XI. Condições climáticas médias durante as diferentes estações do ano no período de abril de 2008 a março de 2009, em Curitiba (PR). Dados fornecidos pelo SIMEPAR.....	38
--	----

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Centro Politécnico (UFPR), o círculo marca a área do controle e o retângulo a área onde foram enterrados os cadáveres durante o experimento. Destaque para a proximidade com a BR-116 (à esquerda) e o início da BR-277 (acima).....	6
Figura 2. Cadáver de <i>O. cuniculus</i> (Lagomorpha, Leporidae) posicionado dentro da cova.....	7
Figura 3. Gaiola com a carcaça controle de <i>O. cuniculus</i> (Lagomorpha, Leporidae).....	7
Figura 4. Armadilhas pitfall instaladas ao redor da cova do cadáver de <i>O. cuniculus</i> (Lagomorpha, Leporidae.).....	8
Figura 5. Termômetro utilizado para medição da temperatura do solo e do corpo enterrado. Em destaque o plug do termopar exposto para permitir a medição.....	9
Figuras 6-13. Estado de decomposição dos cadáveres de <i>O. cuniculus</i> (Lagomorpha, Leporidae) durante as exumações em várias estações.....	33
Figura 14. Taxa de decomposição nos corpos enterrados de <i>O. cuniculus</i> (Lagomorpha, Leporidae) durante as diferentes estações, em Curitiba (PR).....	35
Figuras 15-18. Temperatura (mínima, média e máxima), umidade relativa e precipitação durante as diferentes estações do ano (2008/2009), em Curitiba (PR).....	38
Figuras 19-21. Análise de variância sazonal das temperaturas ambiente, do solo a 30 cm de profundidade e interna das carcaças enterradas. Barras verticais representam intervalos de confiança de 0,95.....	39
Figuras 22-25. Análise de variância entre os conjuntos de temperaturas ambiente, do solo a 30 cm de profundidade e interna das carcaças enterradas, coletadas em cada uma das estações. Barras verticais representam intervalos de confiança de 0,95.....	40
Figuras 26-29. Comparação entre as temperaturas ambiente, do solo a 30 cm de profundidade e interna das carcaças enterradas e controle, coletadas em cada uma das estações.....	41

**Análise da fauna de Coleoptera (Insecta) associada a carcaças enterradas de coelhos, *Oryctolagus cuniculus* (L., 1758) (Lagomorpha, Leporidae), em Curitiba, Paraná**

**RESUMO**

A entomologia forense estuda a aplicação dos insetos e outros artrópodes que interagem com problemas legais, e pode ser utilizada como ferramenta adicional na estimativa do intervalo pós-morte (IPM). No Brasil existem relativamente poucos trabalhos sobre esta ciência, e na maioria dos casos o enfoque principal é dado à Díptera, contudo, em determinadas situações, os Coleoptera compreendem a principal evidência para a determinação do IPM. Fatores como temperatura e acesso ao corpo são os mais importantes afetando a taxa de decomposição e a presença dos insetos. Desta forma, considerando a falta de informações a respeito da fauna encontrada em carcaças enterradas, e a relevância destes dados, o presente estudo teve como objetivo estudar os Coleoptera coletados em corpos enterrados e verificar a influência dos fatores abióticos na decomposição e nos insetos. O experimento foi realizado no Centro Politécnico (UFPR), Curitiba, Paraná, em fragmento de Floresta Ombrófila Mista. Em cada estação foram utilizados seis coelhos com aproximadamente um quilo, cinco enterrados e um controle exposto, sacrificados por deslocamento cervical e imediatamente enterrados em cova de 30 centímetros de profundidade. Para amostragem dos insetos que se aproximavam da carcaça foram instaladas, ao redor da cova do último animal a ser exumado, quatro armadilhas do tipo pitfall, contendo solução de formol a 4%, para conservação dos insetos e uma gota de detergente, para quebrar a tensão superficial. Os insetos foram coletados nas armadilhas nos mesmos dias das exumações, as quais foram realizadas após 2, 4, 6, 8 e 10 semanas. Cada carcaça teve um dia específico para ser examinada e pesada, sendo descartadas em seguida. Durante a exumação todos os insetos encontrados no solo e no corpo foram coletados. As temperaturas do solo, a 30 cm de profundidade e a das carcaças foram coletadas diariamente. Foram capturados 1.724 espécimes pertencentes a 22 famílias, destes 1.503 indivíduos e 9 famílias foram consideradas com potencial importância forense. Staphylinidae (1.275) foi a mais abundante, representando 73,95% dos indivíduos coletados. Em Histeridae *Operclipygus hospes* pode ter um papel importante como potencial indicador para corpos enterrados, pois não há registros desta espécie em nenhum estudo de entomologia forense. A abundância e a composição de espécies variaram de acordo com a estação, revelando um possível padrão sazonal, entretanto o padrão de sucessão dentro de cada estação não pode ser claramente reconhecível. Dentre os fatores abióticos, a precipitação parece ter tido grande influência sobre a fauna cadavérica e também sobre a velocidade de decomposição. A temperatura da carcaça enterrada e a do solo a 30 cm de profundidade apresentaram-se bem próximos. Este foi o primeiro trabalho com carcaças enterradas na região Neotropical e os resultados obtidos revelam diferenças interessantes quanto a decomposição e a fauna encontrada, indicando sua relevância na interpretação de casos com corpos não expostos nesta região.

Palavras chave: Corpos enterrados; entomologia forense; fatores abióticos; sazonalidade; tafonomia forense.

**Analysis of the Coleoptera associated with buried carcasses of rabbits, *Oryctolagus cuniculus* (L., 1758) (Lagomorpha, Leporidae) in Curitiba, Paraná, Brazil.**

**ABSTRACT**

Forensic Entomology is the use of the insects and other arthropods that inhabit decomposing remains and can be used as an additional tool in estimating the *post-mortem* interval (PMI). In Brazil there are few papers about this science, and in the majority of the cases the focus is given to Diptera, however, in some situations, Coleoptera comprises the main evidence for the PMI estimative. Factors like temperature and body access are the most important in the decomposition rate and insects presence. Considering the lack of information about the fauna found in buried carcasses, and the relevance of these data, the objective of this study was to investigate the Coleoptera found in buried bodies and check the influence of abiotic factors on the decomposition and the insects. The experiment was realized in Centro Politécnico (UFPR), Curitiba, Paraná, in a fragment of Mixed Rain Forest. In each season 6 rabbits with approximately 1 kg were used, 5 buried and 1 as exposed control, they were killed by cervical dislocation and buried in 30 cm depth graves. For sampling of the insects that approach the carcass four pitfall traps were settled around the grave of the last animal to be exhumed, the traps were filled with 4% formalin solution, for insect's conservation, and a drop of detergent, to break the superficial tension. The insects were collected from the traps in the same days of the exhumations, with were realized after 2, 4, 6, 8 and 10 weeks. Each carcass had one specific day to be examined and weighted, being discarded after. During the exhumation all the insects found in the soil and in the body were collected. The temperatures from soil at 30 cm of depth and from the carcasses were measured daily. There were collected 1,724 specimens belonging to 22 families and of these, 1,503 insects and 9 families were considered of potential forensic importance. Staphylinidae (1,275) was the most abundant, representing 73.95% of the collected specimens. In Histeridae *Operclipygus hospes* can have an important role as forensic indicator for buried bodies, because there aren't registers of this species in any forensic entomology study. The abundance and species composition varied depending on season, showing a possible seasonal pattern, however the successional pattern in each season couldn't be clearly recognizable. Among the abiotic factors, the precipitation seemed to have great influence over the cadaveric fauna and decomposition velocity. The buried carcass and 30 cm depth soil temperature showed very close. That was the first study with buried carcasses in Neotropical region and the results obtained reveal interesting differences in the decomposition and fauna indicating the relevance of these data on the interpretation of the cases involving buried bodies in this region.

Keywords: Buried bodies; forensic entomology; abiotic factors; seasonality; forensic taphonomy.



## 1. INTRODUÇÃO

Após a morte, o corpo passa por rápidas mudanças físicas, químicas e biológicas. A decomposição de cadáveres atrai centenas de espécies de artrópodes, principalmente moscas (Diptera), besouros (Coleoptera) e suas larvas, além de ácaros, isópodes, opiliões e nematódeos. Cada estágio de decomposição atrai diferentes espécies de artrópodes (a maioria insetos), estes se alimentam, vivem ou se reproduzem na carcaça, colonizando-a numa seqüência previsível, conhecida como sucessão entomológica. Desta forma, a análise dos artrópodes encontrados em uma vítima de homicídio, semanas ou meses após a morte, leva a estimativa do provável tempo desde a morte (Lord 1990; Vanlaerhoven & Anderson 1996; Carvalho *et al.* 2000; Benecke 2001).

Entomologia forense é o nome dado à aplicação do estudo dos insetos e outros artrópodes que interagem com problemas legais (Hall 1990; Catts & Goff 1992).

Lord & Stevenson (1986), dividiram a entomologia forense em três componentes: entomologia urbana (procedimentos legais envolvendo insetos e animais relacionados que afetam estruturas construídas pelo homem e outros aspectos do meio humano), produtos armazenados (contaminação em grandes quantidades de produtos estocados, como cereais e outros produtos) e a entomologia médico-legal. A última também é conhecida como “entomologia médico-criminal”, por tratar da estimativa do intervalo pós-morte (IPM), principalmente em casos que envolvem crimes violentos.

A razão básica para a utilização de insetos em investigações criminais reside no fato de que eles são os primeiros a encontrar o cadáver, presentes em todas as fases de decomposição, e, além disso, algumas espécies são específicas de certas áreas e estações (Catts & Goff 1992; Carvalho *et al.* 2000). Assim, o estudo dos artrópodes associados a cadáveres pode produzir informações adicionais, auxiliando na resolução de crimes e suas circunstâncias (Benecke 2001; Benecke & Lessig 2001; Oliveira-Costa 2003).

O primeiro relato sobre o uso de insetos para a resolução de um crime é considerado por muitos autores como sendo na China medieval, pelo “investigador da morte”, Sung Tz’u no livro traduzido como “The washing away of wrongs”. Neste caso o investigador chinês utilizou a presença de moscas varejeiras que foram atraídas, provavelmente devido ao odor de partículas de sangue, pela foice de um camponês. Após ser interrogado pela polícia o homem acabou confessando a autoria do crime (Keh 1985; Hall 1990; Catts & Goff 1992; Benecke 2001; Oliveira-Costa 2003).

O primeiro caso envolvendo a estimativa do IPM é atribuído ao médico francês Bergeret, que em 1855 utilizou pupas de varejeiras e larvas de mariposas. Porém, somente a partir de 1894 essa ciência tornou-se mundialmente conhecida, graças ao célebre trabalho de Mégnin, “La faune des cadavres” (Catts & Goff 1992; Benecke 2001; Oliveira-Costa 2003).

Com isso foram criados vários modelos experimentais utilizando carcaças de vários tipos de animais, de camundongos a elefantes. No entanto, o modelo mais utilizado, e que mais se assemelha ao homem é o porco doméstico. Porcos são onívoros, possuem flora intestinal e pele similar à humana, e, além disso, a taxa de decomposição parece ser a mesma para porcos e humanos de mesmo peso (Campobasso *et al.* 2001). Desta forma, considerando que animais passam por estágios de decomposição muito semelhantes aos de cadáveres humanos, até mesmo animais pequenos são muito úteis para a obtenção de dados sobre a entomofauna cadavérica de uma região.

Sabe-se que diferentes tipos de insetos são atraídos por diferentes estágios de decomposição. Em 1957, Bornemissza observou cinco diferentes estágios: decomposição inicial (0-2 dias); putrefação (2-12 dias); putrefação escuro (12-20 dias); fermentação (20-40 dias) e seco (40-50 dias).

A temperatura e a umidade relativa também atuam como fatores importantes, tanto na velocidade de decomposição quanto na chegada dos diferentes tipos de artrópodes à carcaça. Monteiro-Filho & Penereiro (1987) demonstraram que, altos índices de umidade e temperatura permitem a decomposição rápida da carcaça, enquanto baixas temperaturas e baixas umidades fazem com que a carcaça demore mais tempo para se decompor. Este prolongamento no tempo de decomposição permite a chegada de mais artrópodes à carcaça.

As variações na temperatura e umidade relativa estão frequentemente associadas com as estações do ano. Trabalhos como os de Souza & Linhares (1997), Moura *et al.* (1997), Monteiro-Filho & Penereiro (1987), Tabor *et al.* (2005), entre outros, mostram que a fauna encontrada pode variar de acordo com as estações, sendo que algumas espécies podem não estar presentes em determinadas épocas do ano, revelando assim, a importância dos dados obtidos por estudos sazonais da entomofauna cadavérica. Mise *et al.* 2007 relatam que houve diferença significativa na fauna de Coleoptera encontrada em carcaças de porcos nas diferentes estações do ano, a decomposição foi mais lenta no inverno, seguida do outono, primavera e verão e, além disso, o número de indivíduos coletados no inverno também foi menor, apesar da colonização ter ocorrido desde os seus primeiros dias.

Em carcaças enterradas a temperatura do solo desempenha um papel importante, pois esta possui uma menor variação do que a atmosférica e tende a ser menor. Além disso, o solo

restringe a formação de massas larvais de Diptera. Sem a formação dessas massas a temperatura corporal não se eleva e, por isso, a fauna de insetos se desenvolve em ritmo menor (Vanlaerhoven & Anderson 1996). O tipo de solo possui importância no processo de decomposição, e também diminui a atividade de bactérias aeróbias responsáveis pelo estágio inicial de decomposição (Bornemissza 1957). Estes fatores fazem com que o processo de decomposição em carcaças enterradas apresente um padrão diferente daquele observado em carcaças expostas.

Payne *et al.* (1968) demonstraram que o processo de decomposição em carcaça enterrada de porco é bastante lento se comparado com carcaças expostas. Foram identificados cinco estágios de decomposição: fresco (até três dias), inflação (sete a dez dias), deflação (de dez dias a um mês), desintegração (entre um e dois meses) e esqueletização. A carcaça enterrada levou entre seis e oito semanas para perder 20% de sua massa, enquanto carcaças expostas perdem cerca de 90% em apenas sete dias, principalmente devido a ação das larvas de dípteros.

De acordo com Mann *et al.* (1990), depois da temperatura, o acesso ao corpo pelos insetos é o segundo fator mais importante afetando a taxa de decomposição. Rodriguez & Bass (1985), observaram que a taxa de decomposição varia de acordo com a profundidade que o corpo é enterrado, enquanto um corpo enterrado a 30 cm chegou à fase de esqueletização em cerca de três meses, outro enterrado a 1,2 m por um ano apresentou um notável grau de conservação.

Insetos são encontrados em corpos enterrados porque em alguns casos a postura é realizada antes do corpo ser enterrado, ou então, porque o inseto é capaz de cavar o solo até alcançá-lo (Oliveira-Costa 2003). Gomes *et al.* (2006) demonstrou que larvas de *Chrysomya megacephala* (Diptera, Calliphoridae) podem chegar a até 13 cm de profundidade em determinadas condições de iluminação.

No Brasil existem relativamente poucos estudos sobre entomologia forense, e na maioria dos casos o enfoque principal é dado à ordem Diptera, que são os principais indicadores forenses nos estágios iniciais de decomposição.

Entretanto, não há dúvidas que em alguns casos, principalmente quando restos humanos em estágios avançados de decomposição são recuperados, os Coleoptera compreendem a principal evidência entomológica para a determinação do IPM (Kulshrestha & Satpathy 2001). E, além disso, coleópteros podem ser encontrados desde as fases iniciais de decomposição até a fase de restos secos onde somente a pele e os ossos estão presentes.

Coleoptera é a segunda ordem de maior interesse forense, na qual muitos representantes são verdadeiramente necrófagos, porém a maioria é predadora. Dentre as quatro subordens: Myxophaga, Archostemata, Adephaga e Polyphaga, as duas últimas possuem famílias de importância forense. Segundo Smith (1986) as famílias consideradas de interesse forense são: Anthicidae, Carabidae, Cleridae, Dermestidae, Geotrupidae, Histeridae, Hydrophilidae, Leiodidae, Nitidulidae, Ptinidae, Rhizophagidae, Scarabaeidae, Silphidae, Staphylinidae, Tenebrionidae e Trogidae.

Ao se estudar besouros encontrados em corpos enterrados é extremamente importante considerar o trabalho de Motter (1898), que após Mégnin (1894), foi o primeiro a relatar os insetos encontrados em exumações de corpos humanos. O autor realizou 150 exumações em cadáveres enterrados durante períodos variáveis e escreveu pequenas notas sobre a *causa mortis*, condições do corpo, tipo de solo e insetos encontrados. Dentre os coleópteros foram identificadas espécies de Carabidae (*Schizogenius amphibius*, *Dicaelus ovalis*, *Harpalus faunus*), Pselaphidae (=Pselaphinae, Staphylinidae) (*Batrisus ferox*, *Batrisus globosus*), Staphylinidae (*Atheta* sp., *Actobius paederoides*, *Homalota* sp., *Lathrobium simile*, *Staphylinus cinnamopterus*, *Paederus littorarius*, *Philonthus* sp., *Eleusis pallida*, *Actobius umbripennis*), Trichopterygidae (=Ptiliidae) (*Trichopteryx haldemanni*), Nitidulidae (*Rhizophagus sculpturatus*), Trogossitidae (*Tenebrioides laticollis*), Elateridae (*Monocrepidius bellus*), Scarabaeidae (*Lachnosterna* sp.) e Curculionidae (*Sphenophorus* sp.).

Outros estudos realizados utilizando corpos humanos e suínos enterrados mostram que besouros das famílias Staphylinidae, Carabidae, Histeridae, Silphidae e Leiodidae foram encontrados em diferentes situações. Payne *et al.* (1968) em seu trabalho com carcaça enterrada de porco encontrou exemplares de Staphylinidae (*Oxytelus insignitus* e *Aleochara* spp.). Segundo Smith (1986), membros da família Rhizophagidae estão particularmente associados com corpos humanos enterrados. Vanlaerhoven & Anderson (1996), exumaram carcaças enterradas por 15, 45 e 90 dias e encontraram picos de Staphylinidae e Carabidae após 15 dias, Silphidae após 45 dias e Leiodidae após 90 dias. Vanlaerhoven & Anderson (1999), incluem também espécies de Leiodidae, Silphidae e Histeridae. Em exumações de corpos humanos Bourel *et al.* (2004) cita a presença de *Omalium rivulare* e *Philonthus* sp. (Staphylinidae). Em um caso de homicídio, um homem foi encontrado parcialmente enterrado, com uma mão e um pé expostos e nele foram encontrados exemplares de *Emus hirtus* (Staphylinidae) e *Saprinus furvus* (Histeridae), ambas as espécies componentes

característicos da fauna sarcosaprófaga, e grandes predadores de larvas de dípteros (Arnaldos *et al.* 2005).

Contudo, as espécies citadas anteriormente, são referentes a estudos realizados em países da Europa e América do Norte. Excluindo-se o trabalho de Pessoa & Lane (1941) com a fauna cadavérica de Scarabaeidae, não há nenhum estudo a respeito da comunidade sarcosaprófaga de Coleoptera encontrada em corpos enterrados no Brasil, e muito menos dados a respeito do padrão de sucessão em carcaças enterradas.

Segundo Amendt *et al.* (2004), cabe aos entomólogos forenses à tarefa de reconstruir as condições da cena de morte o mais próximo possível e a criação de modelos que permitam a análise dos dados é essencial para a credibilidade desta ciência. Por essa razão a utilização de um modelo experimental para a amostragem dos dados da entomofauna encontrada em corpos enterrados é um importante meio para fornecer informações adicionais aos estudos de entomologia forense no Brasil.

Tendo em vista a carência de estudos da fauna de Coleoptera em corpos enterrados este estudo teve como objetivo fornecer dados sobre os insetos encontrados nessas condições e, além disso, contribuir para o incremento da base de dados dos insetos de potencial interesse forense para a região de Curitiba, já iniciada com os trabalhos Moura *et al.* (1997), Mise *et al.* (2007, 2008, 2010) e Almeida & Mise (2009).

## **2. OBJETIVOS**

### Geral

Estudar a fauna de Coleoptera associada à cadáveres enterrados de coelhos, *Oryctolagus cuniculus* (Lagomorpha, Leporidae), em Curitiba, Paraná.

### Específicos

- Coletar e identificar as espécies de Coleoptera encontradas nas carcaças;
- Conhecer o padrão de sucessão das espécies coletadas em carcaças enterradas com base nos dados obtidos em 2, 4, 6, 8 e 10 semanas;
- Verificar se há diferença entre a fauna encontrada nas diferentes estações do ano;
- Comparar o tempo de decomposição nas diferentes estações do ano;

- Comparar a taxa de decomposição em carcaças enterradas e expostas;
- Verificar se há diferença entre a temperatura da carcaça enterrada e do solo a mesma profundidade;
- Examinar a influência das temperaturas ambiente e do solo na decomposição de carcaças enterradas.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Descrição da Área

O experimento foi realizado entre abril de 2008 e março de 2009, na reserva “Mata Viva” (25°26'44.5"S, 49°13'56.6"W. WGS84, aproximadamente 900m acima do nível do mar) localizada no Centro Politécnico (UFPR), no bairro Jardim das Américas, Curitiba, Paraná.

O clima da região é subtropical úmido mesotérmico, classificado como Cfb na escala Köppen, ou seja, sem estação seca definida, com verões amenos e invernos com geadas freqüentes. A temperatura média anual fica entre 17 e 18°C; a umidade relativa média entre 80 e 85% e a precipitação média anual entre 1400 e 1600 mm (IAPAR 2009). A reserva está situada dentro do domínio da Floresta Ombrófila Mista (Reginato *et al.* 2008), porém encontra-se sobre forte influência antrópica devido a sua localização dentro de um campus universitário e proximidade com rodovias de tráfego intenso, BR-116 e BR-227 (Fig. 1).



Figura 1. Centro Politécnico (UFPR), o círculo marca a área do controle e o retângulo a área onde foram enterrados os cadáveres durante o experimento. Destaque para a proximidade com a BR-116 (à esquerda) e o início da BR-227 (acima).

### 3.2. Instalação do Experimento

Em cada estação foram utilizados seis coelhos com aproximadamente um quilo cada, cinco enterrados e um controle exposto. Os animais foram sacrificados por deslocamento cervical e imediatamente enterrados em cova de 40 cm<sup>2</sup> por 30 cm de profundidade (Fig. 2). O animal controle foi colocado em uma gaiola metálica com malha de três cm<sup>2</sup>, para evitar a ação de grandes animais necrófagos, mas ainda assim, permitir a passagem dos insetos (Fig. 3). A gaiola com o controle foi instalada no mesmo local utilizado no experimento de Mise *et al.* (2007).



Figura 2. Cadáver de *O. cuniculus* (Lagomorpha, Leporidae) posicionado dentro da cova.



Figura 3. Gaiola com a carcaça controle de *O. cuniculus* (Lagomorpha, Leporidae).

No último animal a ser exumado foi inserida uma sonda para a coleta da temperatura retal e ao lado da cova enterrada uma outra sonda na mesma profundidade para medição da temperatura do solo. Ao redor da cova desta carcaça também foram montadas quatro armadilhas do tipo pitfall para amostragem dos insetos que se aproximavam da cova (Fig. 4). As armadilhas estavam a 50 cm da borda da cova e instaladas nas direções norte, sul, leste e oeste. Cada uma delas continha solução de formol a 4%, para conservação dos insetos e uma gota de detergente, para quebrar a tensão superficial.



Figura 4. Armadilhas pitfall instaladas ao redor da cova do cadáver de *Oryctolagus cuniculus* (Lagomorpha, Leporidae).

### 3.3. Coletas e Exumações

Foram realizadas medições diárias da temperatura retal da carcaça exposta e da enterrada, a 30 cm de profundidade no solo próximo da cova e também da temperatura ambiente. No animal controle a temperatura retal foi medida até o início da fase seca, quando o corpo não possuía mais uma porção interna, ou massa larval, para a medição da temperatura. A temperatura ambiente foi adquirida no local onde foram coletadas as temperaturas do solo e do corpo enterrado. Em todos os casos o termômetro foi colocado na sombra, a cerca de 20 cm do solo e deixado para estabilizar por aproximadamente cinco minutos. Para estas coletas foi utilizado um termômetro de sonda Icel TD-801 (Fig. 5). Outros dados meteorológicos foram fornecidos pela estação do Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR), localizada no Centro Politécnico, UFPR.





Figura 5. Termômetro utilizado para medição da temperatura do solo e do corpo enterrado. Em destaque o plug do termopar exposto para permitir a medição.

Após a coleta as armadilhas pitfall eram reabastecidas nos mesmos dias das exumações, as quais foram realizadas após 2, 4, 6, 8 e 10 semanas e seu conteúdo foi triado sob lupa para separar os Coleoptera dos outros grupos presentes nas armadilhas.

Durante as exumações, a terra da cova foi cuidadosamente removida até a exposição do corpo. A carcaça, juntamente com a terra acima e abaixo eram colocadas em sacos plásticos separados e levados para triagem. Os insetos foram coletados com pinças e pincéis de maneira minuciosa tanto na terra quanto na carcaça e então colocados em potes contendo álcool 70% para posterior montagem e identificação. A carcaça recém desenterrada era fotografada e, assim que todos os insetos eram coletados e a terra aderida removida, o cadáver era pesado e comparado com o do corpo controle, que também era pesado uma vez por semana durante três semanas. Após todo o processo realizado o animal desenterrado era colocado em saco plástico e devidamente descartado. Cada uma das carcaças teve um dia específico para ser examinada e em seguida foram devidamente descartadas.

### 3.4. Montagem e Identificação

Após a triagem os insetos foram montados, etiquetados e então identificados com o auxílio das seguintes chaves de identificação: Booth *et al.* (1990) e Costa Lima (1952) (famílias de Coleoptera); Mazur (2001) (Histeridae); Ocampo (2006) (Hybosoridae); Scholtz

(1990) (Trogidae); Newton *et al.* (2001) e Navarrete-Heredia *et al.* (2002) (Staphylinidae), além da ajuda de especialistas.

### **3.5. Análise Estatística**

O programa Statistica 7.0 (StatSoft Inc. 2004) foi utilizado para a realização dos testes de correlação, análise de variância simples (one way ANOVA com intervalo de confiança de 95%) e teste de Tukey (HSD). Os dados de temperatura ambiente, solo a 30 cm de profundidade e do corpo enterrado foram analisados para verificar as diferenças entre as estações e entre as amostras.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Estudo da fauna de Coleoptera associada à carcaças enterradas**

#### **4.1.1. Famílias coletadas**

Foram coletados 1724 espécimes pertencentes a 22 famílias (Tabs. I-II), dentre as quais nove foram consideradas de potencial importância forense por terem sido relatadas em cadáveres em outros estudos sucessionais ou por serem definidas como necrófagas/saprófagas ou predadoras.

Staphylinidae (1275) foi a família mais abundante, representando 73,95% dos indivíduos coletados. As outras famílias consideradas importantes foram Nitidulidae (144); Scarabaeidae (62); Hybosoridae (41); Histeridae (38); Ptiliidae (26); Leiodidae (13); Hydrophilidae (8) e Trogidae (3), as quais em conjunto com Staphylinidae somam 93,38% da fauna coletada.

Insetos das famílias Carabidae, Anthicidae, Rhizophagidae, Tenebrionidae, Ptilodactylidae, Scolytidae, Eucnemidae, Dryopidae, Chrysomelidae, Elateridae, Curculionidae, Coccinellidae e Corylophidae representaram 6,61% dos insetos coletados (114 espécimes) e foram considerados acidentais, seja pela pequena quantidade de indivíduos coletados ou por não possuírem hábito necrófilo, sendo desta forma, considerados pouco relevantes neste estudo.

A comparação entre a quantidade de indivíduos coletados de cada família torna-se difícil, principalmente devido as diferentes metodologias utilizadas e ainda por haver

pouquíssimos trabalhos sobre a fauna encontrada em corpos enterrados. Os principais trabalhos foram os de Motter (1898) e Bourel *et al.* (2004) que coletaram insetos em exumações de corpos humanos enterrados legalmente; Payne *et al.* (1968) que utilizaram porcos enterrados em estruturas semelhantes a caixões; Rodriguez & Bass (1985) que apresentaram pouquíssimos detalhes sobre a fauna em cadáveres humanos enterrados e Vanlaerhoven & Anderson (1996, 1999) que utilizaram porcos vestidos e em contato direto com o solo. Contudo, apesar das diferenças metodológicas, a presença de espécies da família Staphylinidae é uma constante nesses trabalhos, nas espécies encontradas associadas às covas ou aos corpos enterrados, indicando que os membros desta família possuem uma maior habilidade em encontrar seu caminho até os corpos.

Além de Staphylinidae, outras famílias presentes em estudos com corpos enterrados, citados anteriormente, incluem Carabidae, Scarabaeidae, Nitidulidae, Ptiliidae, Trogossitidae, Elateridae, Curculionidae, Leiodidae e Silphidae. Apesar de que nem todas as espécies destas famílias estarem associadas com corpos em decomposição, todas foram coletadas durante este trabalho, com exceção de Silphidae.

Certamente a quantidade de insetos encontrados em corpos expostos é muito maior se comparada com àquela encontrada em cadáveres enterrados. A facilidade em encontrar o recurso permite que vários grupos de insetos estejam presentes na carcaça, sejam eles necrófilos ou não. Há uma imensa quantidade de trabalhos detalhando a fauna encontrada em diversos tipos de cadáveres expostos (ex. Bornemissza, 1957; Payne, 1965; Jiron & Cartín, 1981; Anderson & Vanlaerhoven, 1996; Moura *et al.* 1997; Bharti & Singh, 2003; Mise *et al.* 2007, entre outros) e comparando com a fauna encontrada em corpos enterrados, mostrando que a abundância e a riqueza de espécies são maiores em corpos expostos.

Tabela I. Número de espécimes de Coleoptera coletados por família e subfamília por estação, associados aos cadáveres enterrados de *O. cuniculus* (Lagomorpha, Leporidae), em Curitiba (PR).

<b>Famílias</b>	<b>Subfamílias</b>	<b>Outono</b>	<b>Inverno</b>	<b>Primavera</b>	<b>Verão</b>	<b>Total</b>
<b>Staphylinidae</b>	Aleocharinae	142	138	372	93	745
	Oxytelinae	28	96	163	136	423
	Staphylininae	3	7	15	21	46
	Scydmaeninae	10	27	1	0	38
	Osoriinae	16	0	0	0	16
	Paederinae	0	0	0	1	1
	Tachyporinae	0	2	3	0	5
	Scaphidiinae	0	0	1	0	1
<b>Histeridae</b>	Histerinae	2	0	15	21	38
<b>Scarabaeidae</b>	Scarabaeinae	0	0	0	1	1
	Rutelinae	0	0	1	1	2
	Aphodiinae	11	3	19	26	59
<b>Hybosoridae</b>	Anaidinae	0	22	19	0	41
<b>Trogidae</b>		1	1	0	1	3
<b>Nitidulidae</b>		15	37	72	20	144
<b>Leiodidae</b>		3	0	3	7	13
<b>Hydrophilidae</b>		6	1	1	0	8
<b>Ptiliidae</b>		15	2	8	1	26
<b>Carabidae</b>		0	1	0	0	1
<b>Anthicidae</b>		2	1	5	1	9
<b>Rhizophagidae</b>		0	0	0	1	1
<b>Tenebrionidae</b>		1	0	2	0	3
<b>Ptilodactylidae</b>		0	9	8	1	18
<b>Scolytidae</b>		21	2	1	13	37
<b>Eucnemidae</b>		0	0	1	9	10
<b>Dryopidae</b>		1	2	1	1	5
<b>Chrysomelidae</b>		1	0	3	1	5
<b>Elateridae</b>		0	0	1	2	3
<b>Curculionidae</b>		1	3	4	1	9
<b>Coccinellidae</b>		1	3	6	0	10
<b>Corylophidae</b>		0	2	1	0	3
<b>Total por estação</b>		280	359	726	359	1724

Tabela II. Número de espécimes de Coleoptera coletados na cova e em armadilhas do tipo pitfall, durante um ano de coleta, em cadáveres enterrados de *O. cuniculus* (Lagomorpha, Leporidae), em Curitiba, (PR).

Estações			Outono		Inverno		Primavera		Verão		Total
Familia	Subfamilia	Espécie / Morfoespécie	Cova	Pitfall	Cova	Pitfall	Cova	Pitfall	Cova	Pitfall	
<b>Staphylinidae</b>	Aleocharinae	<i>Atheta iheringi</i>	12	2	32		42		1		89
		Athetini sp.1		4	2	1	77			2	86
		Athetini sp.2	54	3	51	6	75	2	12	14	217
		Athetini sp.3		15		10	3	35		13	76
		Athetini sp.4	5	4	5	6	54	49	4	10	137
		Athetini sp.5	1	35	5	11		19		18	89
		Lomechusini sp.1			3	2	2	5	2	14	28
		Lomechusini sp.2	5								5
		Probrachida sp.			1			1		2	4
		Hoplandria sp.			2						2
		<i>Aleochara pseudochrysorrhoea</i>	1								1
		Aleocharinae sp.1						1			1
		Aleocharinae sp.2							1		1
	Aleocharinae não identificado		1	1		5	2			9	
	Oxytelinae	<i>Anotylus</i> sp.1			1		2		12	3	18
		<i>Anotylus</i> sp.2	5	22	16	78	33	128	3	118	403
		<i>Anotylus</i> sp.3	1		1						2
	Staphylininae	<i>Xanthopygus</i> sp.		1		4	1	11	2	11	30
		<i>Dysanellus</i> sp.								3	3
		Xantholinini sp.1				2					2
		Xantholinini sp.2			1				2		3
		Xantholinini sp.3	1					1			2
		<i>Philonthus</i> sp.								1	1
Staphilinini sp.1						2			1	3	
Staphilinini sp.2		1								1	
Staphilinini sp.3								1		1	
Scydmaeninae		Scydmaninae sp.		10		27		1			38
Osoriinae	<i>Osorius</i> sp.	13	1							14	
	<i>Oryssomma</i> sp.	2								2	
Paederinae	<i>Ronetus</i> sp.							1		1	
Tachyporinae	<i>Coproporus</i> sp.1				1	2				3	
	<i>Coproporus</i> sp.2				1					1	
	<i>Sepedophilus</i> sp.					1				1	
Scaphidiinae	Scaphidiinae sp.						1			1	
<b>Histeridae</b>	Histerinae	<i>Operclipygus hospes</i>	2				14	1	21		38
<b>Scarabaeidae</b>	Aphodiinae	<i>Ataenius</i> spp.	11		3		6	13	5	21	59
	Scarabaeinae	<i>Dichotomius</i> sp.								1	1
	Rutelinae	Rutelinae sp.					1		1		2
<b>Hybosoridae</b>	Anaidinae	<i>Chaetodus exaratus</i>			6	16		19			41
<b>Nitidulidae</b>		Nitidulidae spp.	1	14	1	36	12	60		20	144
<b>Trogidae</b>		<i>Polynonchus</i> sp.		1	1				1		3
<b>Leiodidae</b>		<i>Dissochaetus murrayi</i>	2								2
		Leiodidae spp.	1				1	2		7	11
<b>Hydrophilidae</b>		<i>Dactylosternum fryanum</i>	1	5		1		1			8
<b>Ptiliidae</b>			14	1	1	1	1	7		1	26
<b>Carabidae</b>						1					1
<b>Anthicidae</b>			2		1		2	3	1		9
<b>Rhizophagidae</b>									1		1
<b>Tenebrionidae</b>			1				1	1			3
<b>Ptilodactylidae</b>					9			8		1	18
<b>Scolytidae</b>			1	20	1	1		1		13	37
<b>Eucnemidae</b>								1		9	10
<b>Dryopidae</b>				1		2		1		1	5
<b>Chrysomelidae</b>				1				3		1	5
<b>Elateridae</b>								1		2	3
<b>Curculionidae</b>			1		2	1	1	3		1	9
<b>Corylophidae</b>						2	1				3
<b>Coccinellidae</b>				1		3	1	5			10
<b>Total</b>			138	142	145	214	340	386	69	290	1724



delas são saprófagas e se alimentam de matéria orgânica em decomposição (Navarrete-Heredia *et al.* 2002).

Dentre os 73,95% dos Staphylinidae coletados foram identificadas 34 espécies (Tab. II), sendo que os Aleocharinae (745) e Oxytelinae (423) totalizaram 91,61%. As espécies mais abundantes foram *Anotylus* sp.2, Athetini sp.2, Athetini sp.4 e *Atheta iheringi* Bernhauer, 1908.

Os Aleocharinae são numerosos e habitam microhabitats em todo o mundo. São predadores generalistas abundantes atacando comunidades de folhiço, solo, excremento, carcaça, material vegetal em decomposição e ninhos de aves e mamíferos (Navarrete-Heredia *et al.* 2002).

A tribo Athetini contém milhares de espécies de distribuição mundial e são os micropredadores dominantes em muitos habitats incluindo carcaças, estrume, frutas e raízes em decomposição. Esta é uma das tribos em Aleocharinae de difícil caracterização (Newton *et al.* 2001).

Dentre os Aleocharinae, *Aleochara pseudochrysorrhoea* Caron, Mise & Klimaszewski, 2008 teve apenas um exemplar coletado enquanto *Atheta iheringi* e as outras cinco espécies de Athetini foram as mais abundantes totalizando 693 indivíduos. Payne *et al.* (1968) coletaram espécies de *Aleochara* em corpos enterrados de porco e Lundt (1964) encontrou espécies do gênero *Atheta* em profundidades maiores que 10 cm. De acordo com Navarrete-Heredia *et al.* (2002), as espécies de *Atheta* são, em sua maioria, predadores encontrados abundantemente em matéria orgânica em decomposição de diferentes origens.

A maioria das espécies de Oxytelinae é saprófaga ou se alimenta de algas e diatomáceas. Podem ser encontradas em excremento, fungos em decomposição, carcaças, folhiço, entre outros (Navarrete-Heredia *et al.* 2002).

Em Oxytelinae foram coletadas três espécies de *Anotylus*. Payne *et al.* (1968), encontraram apenas uma, *Anotylus insignitus* (Gravenhorst, 1806) (= *Oxytelus insignitus*). *Anotylus* é um gênero com mais de 350 espécies de distribuição mundial, muitas encontradas em estrume, carcaças e outros tipos de material em decomposição (Newton *et al.* 2001).

Staphilininae é a segunda maior subfamília de Staphylinidae, cujas espécies são predadoras e encontradas em vários tipos de habitats incluindo folhiço, margens de córregos, plantas, cavernas, matéria orgânica em decomposição, estrume, ninhos de animais, entre outros (Navarrete-Heredia *et al.* 2002). Nesta subfamília *Xanthopygus* sp. foi a espécie mais abundante, segundo Newton *et al.* (2001), o gênero *Xanthopygus* inclui aproximadamente 40 espécies para a região Neotropical.

Dentre as espécies coletadas em outros trabalhos com corpos enterrados Vanlaerhoven & Anderson (1996) documentaram a presença de *Ontholestes cingulatus* (Gravenhorst, 1802); Motter (1898) coletou *Homalota* sp., *Philonthus* sp., *Erichsonius paederoides* (LeConte, 1863) (= *Actobius paederoides*), *Neobisnius umbripennis* Erichson, 1840 (= *Actobius umbripennis* LeConte, 1863) e *Staphylinus cinnamopterus* Gravenhorst, 1802 e Bourel *et al.* (2004) também coletou *Philonthus* sp.. Entretanto, no presente estudo apenas um espécime de *Philonthus* sp. foi coletado e nenhuma das demais espécies reportadas nos trabalhos citados anteriormente ocorreram durante as exumações realizadas em Curitiba.

Em cadáveres expostos, Mise *et al.* (2007) em trabalho realizado na mesma área coletou mais de 56,19% de Staphylinidae (29 espécies) em carcaças expostas de porco na mesma região. Porém apesar da abundância e da riqueza de espécies de Coleoptera coletadas terem sido maiores, em carcaças enterradas foram coletadas 34 espécies de Staphylinidae. Desta forma, a maior porcentagem de Staphylinidae em corpos enterrados pode significar que insetos desta família possuem maior facilidade em encontrar o substrato que outros grupos.

Ao se comparar a fauna de Staphylinidae coletada em corpos expostos é possível notar uma diferença marcante quanto às espécies coletadas. Barthi & Singh (2003) coletaram apenas *Philonthus longicornis* Stephens, 1832 em carcaças expostas de coelhos na Índia.

No Brasil, Souza & Linhares (1997), documentaram grande abundância de espécies de *Philonthus* e uma menor quantidade de *Xanthopygus*, enquanto Mise *et al.* (2007) coletaram 107 espécimes de *Philonthus*, mas nenhum de *Xanthopygus*.

As diferenças na abundância e na composição da fauna de Staphylinidae encontrada por Mise *et al.* (2007), que realizaram estudo de sucessão na mesma área, evidenciam o impacto do acesso ao corpo sobre a fauna necrófila. Nesse mesmo trabalho Staphylininae apresentou maior riqueza, seguida por Aleocharinae e Oxytelinae. As espécies mais abundantes foram *Aleochara pseudochrysochora* (= *Aleochara* sp.1), *Atheta iheringi* (= *Ocalea* sp.1) e *Philonthus* sp.

## **Nitidulidae**

Esta é uma família cosmopolita com cerca de 2.800 espécies em aproximadamente 172 gêneros. As espécies são primariamente saprófagas e micetófagas. Apesar de alguns viverem em flores, a maioria é encontrada em frutas em decomposição, líquidos fermentados de plantas e em fungos. Poucas são atraídas por carcaças e restos animais em decomposição, sendo normalmente encontradas em estados mais avançados de decomposição. No entanto,



poucos trabalhos têm sido realizados para estabelecer o valor destes besouros para a entomologia forense (Habeck 2002; Byrd & Castner 2009).

De acordo com Payne & King (1969), larvas e adultos são abundantes durante a fase seca de decomposição e alimentam-se da pele ressecada, praticamente na mesma época em que são encontrados os Dermestidae, porém parece que os Nitidulidae preferem pele com um pouco mais de umidade do que as preferidas pelos Dermestidae.

Nitidulidae foi a segunda família mais abundante neste estudo, com 144 exemplares coletados em todas as estações, contudo, sua identificação não foi possível devido a falta de especialistas e chaves, assim não se tem conhecimento de quantas e nem de quais são as espécies coletadas.

Motter (1898) foi o único a coletar Nitidulidae em exumações, e apenas registrou *Rhizophagus scalpturatus* Mannerheim, 1852.

Em corpos expostos no Brasil, Mise *et. al.* (2007) coletaram 5 indivíduos pertencentes a 4 espécies, *Carpophilus* sp. e outras 3 não identificadas. Na Colômbia, Wolff *et al.* (2001) relataram a presença de uma espécie não identificada de Nitidulidae ocorrendo em fases mais avançadas de decomposição.

A associação de espécies desta família com cadáveres também foi relatada em outros continentes. Wang *et al.* (2008) relataram uma espécie não identificada na China e Özdemir & Sert (2009) 3 espécies, *Nitidula rufipes* (Linnaeus, 1767), *Nitidula flavomaculata* Rossi, 1790 e *Nitidula carnaria* (Schaller, 1783), associadas a carcaças de porcos na Turquia e Anderson & Vanlaerhoven (1996) coletaram duas espécies, *Carpophilus* sp e *Omosita colon* (L., 1758) no Canadá.

Apesar dos Nitidulidae serem frequentemente associados a carcaças em trabalhos realizados na América do Sul e em outras partes do mundo, a falta de identificação das espécies pode estar fazendo com que sua importância para a entomologia forense esteja sendo subestimada conforme já salientado por Habeck (2002) e Byrd & Castner (2009). A abundância da família foi muito maior nos estudos com carcaças enterradas do que com as expostas na mesma região, demonstrando que a família pode ter um importante papel em situações onde o corpo esta enterrado.

## **Scarabaeidae**

A família contém mais de 27.800 espécies e sua história natural é bastante diversa incluindo adultos que se alimentam de estrume, carcaças, vegetação, pólen, frutas e raízes.

Aphodiinae e Scarabaeinae incluem cerca de 6.850 espécies, aproximadamente 25% dos Scarabaeidae, com distribuição mundial (Ratcliffe *et al.* 2002).

Foram coletados 62 Scarabaeidae, pertencentes a 3 subfamílias, porém apenas Aphodiinae e Scarabaeinae possuem espécies necrófagas, enquanto a maioria das espécies de Rutelinae se alimenta de matéria vegetal. Motter, 1898 reportou apenas *Lachnosterna* sp. em corpos exumados, e esta foi a única espécie de Scarabaeidae coletada.

Espécies da subfamília Scarabaeinae geralmente estão associadas a estrume, e algumas até apresentam graus de especialização sobre o estrume de diferentes animais, vertebrados ou invertebrados. No entanto, algumas espécies podem se alimentar de diferentes tipos de carcaças, fungos, frutas em decomposição e outros tipos de material vegetal em decomposição. A fauna mundial inclui pouco mais de 5.000 espécies em 234 gêneros (Ratcliffe *et al.* 2002).

Apenas um exemplar de *Dichotomius* foi coletado, gênero previamente citado em Marchiori *et al.* (2000), Cruz & Vasconcelos (2006) e Mise *et al.* (2007), como espécie associada a carcaças de porco no Brasil. De acordo com Ratcliffe *et al.* (2002), *Dichotomius* é um gênero do novo mundo com cerca de 150 espécies descritas.

Aphodiinae possui cerca de 3.300 espécies, e é uma subfamília cosmopolita com preferências bastante variadas quanto ao habitat e alimentação. Podem se alimentar de detritos, estrume, fungos, plantas vivas e carcaças, ou estar associados com formigas e cupins (Scholtz & Grebennikov 2005).

Foram coletados 59 espécimes pertencentes ao gênero *Ataenius*. Este grupo não foi citado anteriormente em corpos enterrados, contudo, *Ataenius picinus* e *Ataenius* sp. foram reportadas por Mise *et al.* (2007), porém em quantidades menores, e Marchiori *et al.* (2000) coletaram duas espécies do gênero em Goiás.

O gênero *Ataenius* contém centenas de espécies de distribuição mundial, a maioria das espécies conhecidas são detritívoras, enquanto outras se especializam em vários tipos de estrume. As larvas alimentam-se de estrume ou de solos ricos em matéria orgânica (Ratcliffe *et al.* 2002, White 1983).

É provável que uma junção entre a habilidade para escavação e o hábito alimentar do grupo com o método de coleta utilizado neste trabalho, tenham contribuído para a captura de maior número de insetos desta subfamília. A presença da carcaça no solo certamente proporcionou maior riqueza de matéria orgânica, atraindo os insetos para a cova, enquanto a triagem do solo permitiu a captura de maior quantidade de insetos.

## Hybosoridae

A família Hybosoridae é cosmopolita e contém 33 gêneros e aproximadamente 210 espécies (Allsopp 1984). Muito pouco é conhecido da sua história natural, mas sabe-se que os adultos alimentam-se de carcaças de vertebrados e invertebrados em estados iniciais de decomposição. Algumas espécies são encontradas em estrume e outras atraídas por luz durante a noite (Jameson 2002).

*Chaetodus* é um gênero Neotropical com espécies distribuídas nas Américas Central e do Sul. Suas espécies são atraídas por carcaças e estrume, provavelmente suas fontes primárias de alimento (Ocampo 2006).

Foram coletados 41 indivíduos pertencentes à *Chaetodus exaratus* Arrow, 1909, que apresenta registros para Brasil, Paraguai e Argentina (Ocampo 2006). Aparentemente a família não foi reportada em nenhum estudo de sucessão entomológica, porém é impossível dizer se não houve coleta ou se foi identificada como subfamília de Scarabaeidae como propõem algumas classificações.

Em 2009 Hybosoridae foi observado em carcaça de porco na mesma região onde este trabalho foi realizado, isso demonstra que a família ocorre em corpos expostos na região (observação pessoal), assim sendo, é provável que o método de coleta utilizado por Mise *et al.* (2007) não tenha sido eficiente na captura destes insetos.

## Histeridae

A família conta com aproximadamente 330 gêneros e 3.900 espécies distribuídas mundialmente que são principalmente predadores de larvas e ovos, especialmente de Cyclorhapha (Diptera), a maioria em carcaças, estrume e material vegetal em decomposição. Muitas espécies ocorrem em carcaças durante as fases iniciais de decomposição onde se alimentam de larvas de moscas (Kovarík & Caterino 2001; White 1983).

Foram coletados 38 espécimes de Histeridae e identificados como *Operclipygus hospes* (Lewis, 1902) (= *Phelister hospes*) a qual foi originalmente descrita de Ulster, Nova Iorque, Estados Unidos. Entretanto, Wenzel (1976) propôs a mudança da espécie para o gênero *Operclipygus* e acrescenta que a localidade do tipo provavelmente foi um erro do autor e o correto é Santarém, Pará, Brasil.

Segundo Mazur (2001) o gênero *Operclipygus* constitui um grupo heterogêneo cuja posição de diversas espécies ainda é incerta, além disso, a biologia do grupo é pouco

conhecida. Ainda de acordo com este autor todas as 37 espécies conhecidas estão distribuídas exclusivamente na região Neártica, no entanto trata-se de uma informação equivocada, pois Mazur (1997) e Kovarik & Caterino (2005) citam o gênero como tendo distribuição para a região Neotropical.

Em corpos enterrados Vanlaerhoven & Anderson (1999) coletaram larvas de Histeridae ao exumar porcos enterrados por 16 meses. Arnaldos *et al.* (2005) documentaram a presença de *Saprinus furvus* Erichson, 1834 nas roupas de um cadáver parcialmente enterrado na Espanha.

Em corpos expostos a presença de espécies de Histeridae é bastante comum. No Brasil foram coletadas espécies dos gêneros *Euspilotus*, *Hister*, *Saprinus*, *Omalodes* e *Phelister* (Almeida & Mise 2009).

Como única espécie de Histeridae coletada em carcaças enterradas na região de Curitiba, *Operclipygus hospes* pode ter um papel importante como potencial indicador para estas situações. O valor desta espécie não pode ser subestimado, pois não foram encontrados relatos em outros estudos de entomologia forense ou sucessão ecológica, no Brasil ou em outros países.

## **Ptiliidae**

Esta família é amplamente distribuída ao redor do mundo. Até 1999, mais de 70 gêneros e 550 espécies haviam sido descritos. Apesar de comuns são pouco coletados devido ao seu tamanho reduzido e hábitos noturnos. Vivem em matéria orgânica em decomposição úmida, alimentando-se de fungos e são abundantes em folhíço, abaixo de vinhas, em orifícios de árvores, estrume, musgos entre outros (White 1983; Hall 2001). Foram coletados 26 exemplares Ptiliidae, os quais foram incluídos entre as famílias potencialmente importantes, pois suas espécies foram relatadas em outros trabalhos de exumações e de sucessão ecológica.

Motter (1898) coletou *Acrotrichis haldeamani* (LeConte 1863) (= *Trichopteryx haldemanni*) em exumações de corpos humanos.

Mise *et al.* (2007) coletaram 13 espécimes em carcaças de porcos expostos na mesma região do presente estudo. Espécies de Ptiliidae também foram coletadas em carcaças por Bornemissza (1957), Easton (1966) e Payne & King (1969). Walker Jr. (1957) coletou uma espécie em pitfalls contendo peixe como isca, comprovando o hábito saprófago/necrófago da família.

Como mencionado anteriormente, a ausência de Ptiliidae em muitos trabalhos pode estar mais relacionada com a dificuldade de coleta, devido ao seu pequeno tamanho, do que com a ausência do grupo em estudos de sucessão entomológica. Outro fato a ser considerado é que são poucos os trabalhos voltados para a entomologia forense que listam todos os insetos coletados, pois a maioria considera apenas algumas famílias como importantes, desta forma a presença de outros grupos pode estar sendo negligenciada.

## **Leiodidae**

Leiodidae é uma família de distribuição mundial com 3.460 espécies em 340 gêneros com uma grande variedade de hábitos alimentares e habitats utilizados. Em geral as espécies que habitam áreas de floresta são, ou presume-se que sejam saprófagas e vivem em vários tipos de matéria orgânica em decomposição. Podem se alimentar de matéria vegetal, animal, especialmente estrume e carcaças, fungos e bactérias (Newton 2005).

Neste estudo foram coletados 13 espécimes, dois deles identificados como *Dissochaetus murrayi* Reitter, 1884. Apenas Vanlaerhoven & Anderson (1996, 1999) coletaram Leiodidae em corpos enterrados, e também nas pitfalls próximas ao experimento.

Em experimentos com corpos expostos em Curitiba, *Dissochaetus murrayi* foi coletada por Moura *et al.* (1997) e *Hydnobius* sp. por Mise *et al.* (2007).

Apesar de ser considerada uma das famílias de importância forense por Smith (1986), poucos trabalhos da região Neotropical relatam a presença de Leiodidae. Segundo Almeida & Mise (2009) apenas três autores coletaram Leiodidae, além dos dois autores de Curitiba citados anteriormente, Velásquez (2008) coletou uma espécie não identificada em carcaças de rato na Venezuela.

## **Hydrophilidae**

Esta família compreende mais de 2.800 espécies descritas, organizadas em 170 gêneros, a maioria pertencendo às subfamílias Hydrophilinae, que são aquáticos, e Sphaeridinae, terrestres ou semi-aquáticos. Com raras exceções os imaturos são predadores. Apesar de grande parte dos adultos serem vegetarianos algumas espécies podem se alimentar de tecidos animais mortos e outras podem ser onívoras e ocasionalmente predadoras ou detritívoras. A maioria das espécies é aquática, porém a maioria dos Sphaeridinae vive em

estrupe fresco, em solo rico em húmus ou em folhas úmidas em decomposição (White 1983; Van Tassel 2001; Archangelsky *et al.* 2005).

Foram coletados oito representantes desta família e identificados como *Dactylosternum fryanum* Knisch, 1824. Apesar dos autores que estudaram a fauna de corpos enterrados não terem relatado nenhuma espécie desta família, estudos com corpos expostos reportaram a ocorrência deste grupo em diferentes regiões. Chapman & Sankey (1955) coletaram *Cercyon lateralis* (Marsham, 1802) e *C. unipunctatus* (Linnaeus, 1758); Reed (1958) coletou duas espécies desse mesmo gênero; Payne & King (1969) coletaram *Cercyon haemorrhoidalis* (Fabricius, 1775), *C. melanocephalus* (Linnaeus, 1758), *Tectosternum naviculare* (Zimmermann, 1869) (= *C. navicularis*), *Cercyon analis* (Paykull, 1798) (= *C. maculatum* Melsheimer 1846) e *Cryptopleurum minutum* (Fabricius, 1775) em corpos expostos e Mise *et al.* (2007) coletaram 4 espécies não identificadas.

Segundo Smith (1986), dados precisos quanto aos hábitos alimentares de Hydrophilidae não são conhecidos, mas muitas espécies ocorrem em carcaças. Forbes & Dadour (2009) relatam que besouros desta família podem ser observados nos estágios iniciais de decomposição, alimentando-se de ovos e larvas de Diptera. Payne & King (1969), também reportaram que muitas espécies permaneciam escondidas embaixo das carcaças e provavelmente passaram despercebidas devido ao seu tamanho reduzido.

A partir destas informações cabe considerar que é muito provável que o mesmo aconteça em outros estudos de fauna, as espécies podem passar despercebidas ou serem ignoradas devido ao desconhecimento dos seus hábitos alimentares. Porém, é possível notar que todas as espécies relatadas nos poucos trabalhos aqui citados, inclusive *Dactylosternum fryanum* pertencem a Sphaeridinae e as espécies de *Cercyon* foram coletadas duas vezes em carcaças no hemisfério norte. Isto indica que há necessidade de um maior esforço na coleta e identificação deste grupo, o qual pode vir a colaborar para o conhecimento da fauna cadavérica.

## **Trogidae**

Trogidae é uma família cosmopolita que consiste de três gêneros, *Trox*, *Omorgus* e *Polynoncus* e cerca de 300 espécies. A fauna nativa da América do Sul é formada por *Omorgus*, com aproximadamente um terço das espécies e *Polynoncus*. Os adultos e larvas desta família são queratinófagos, e se alimentam de várias fontes de restos animais. Estão entre os últimos na sucessão de insetos a visitar carcaças e se alimentam de pele, penas e

pelos, mas já foram ocasionalmente encontrados predando ovos de gafanhotos e larvas de moscas (Scholtz 1990; Scholtz & Grebennikov 2005).

Foram coletados apenas três exemplares da família, todos pertencentes ao gênero *Polynoncus* e aparentemente da mesma espécie. Não há na literatura registros de espécies dessa família em estudos com carcaças enterradas.

Em carcaças expostas no Brasil, Luederwaldt (1911), coletou *Polynoncus gemmingeri* Harold, 1872 (=Trox), *Polynoncus pilularius* Germar, 1824 (=Trox) e *Omorgus suberosus* Fabricius, 1775 (=Trox), Moura *et al.* (1997) e Cruz & Vasconcelos (2006) coletaram uma espécie não identificada, Marchiori *et al.* (2000) coletaram *Omorgus suberosus* e Mise *et al.* (2007) coletou *Polynoncus* sp. e *Omorgus* sp.

Trogidae é uma família importante no processo de sucessão ecológica em corpos expostos, pois como visto anteriormente foi coletada por diversos autores, contudo neste estudo as espécies foram encontradas apenas nas pitfalls e em pequena quantidade.

Apesar disso, não se pode concluir que o grupo é menos importante, pois a presença de um grupo necrófago próximo às covas pode indicar que alguns indivíduos foram atraídos pela carcaça, mas não conseguiram chegar até ela.

#### **4.2. Sazonalidade e Padrão de Sucessão**

Estudos prévios demonstram que a fauna de um local pode variar de maneira significativa durante as diferentes estações do ano. O desenvolvimento dos insetos é extremamente dependente de condições ambientais como temperatura, umidade e precipitação. Por isso, utilizar o padrão de sucessão entomológica baseado na coleta de dados durante uma única estação, pode gerar erros na estimativa do IPM.

Em Campinas, Monteiro-Filho & Penereiro (1987) encontraram diferenças entre a fauna encontrada em diferentes estações e Souza & Linhares (1997) concluíram que há um padrão sazonal definido para várias espécies.

Em Curitiba Moura *et al.* (1997) e Mise *et al.* (2007) estudaram a sazonalidade de algumas espécies de insetos coletados em carcaças expostas e também observaram que há diferença no padrão sucessional. Mesmo quando analisado em intervalos de uma semana, esse padrão apresenta várias recolonizações, caracterizando uma flutuação populacional comum em carcaças (Mise *et al.* 2007; Moura *et al.* 2005; Schoenly 1992).

No presente estudo a quantidade de insetos coletados variou bastante durante as estações (Tab. IV), sendo que a maior quantidade foi coletada durante a primavera (672),

seguida por verão (308), inverno (300) e outono (222), respectivamente. Foram coletadas 20 espécies em cada estação com exceção do verão onde ocorreram 21 espécies.

Tabela IV. Quantidade total de espécimes de Coleoptera de interesse forense coletadas por estação e exumação, em cadáveres enterrados de *O. cuniculus* (Lagomorpha, Leporidae), em Curitiba (PR).

Exumação	Outono	Inverno	Primavera	Verão
I	60	66	164	174
II	27	59	115	37
III	34	41	90	36
IV	51	55	126	28
V	50	79	177	33
Total	222	300	672	308

Ao nível taxonômico de família e subfamília possíveis padrões sazonais foram identificados (Tab. I). Staphylinidae, Nitidulidae, Ptiliidae e Aphodiinae (Scarabaeidae) ocorreram em todas as estações. Em Staphylinidae, a subfamília Aleocharinae foi mais abundante que Oxytelinae em todas as estações, com exceção do verão, onde ocorreu o inverso, e Scydmaeninae ocorre em grande número em duas estações, outono e inverno. A presença de Hybosoridae foi registrada apenas durante o inverno e a primavera, e as espécies de Histeridae foram coletadas em maior número durante a primavera e o verão. Desta forma, a primeira vista, foram encontrados três indicadores sazonais: Scydmaeninae, para outono/inverno; Histeridae, primavera/verão e Hybosoridae, inverno/primavera.

Porém, é importante observar que quando os diferentes métodos de coleta são separados, assim como as espécies e as morfoespécies (Tab. II) novos indicadores podem ser observados. Isto evidencia a importância do conhecimento da biologia e comportamento dos táxons, e também, quando possível, de uma identificação mais refinada para uma definição mais acurada dos insetos que realmente participam da sucessão entomológica como membros da fauna necrófila. Um bom exemplo é Scydmaeninae, que inicialmente foi considerado como possível indicador para outono e inverno. Entretanto, a presença destes insetos apenas nas pitfalls, somado ao estudo do comportamento da subfamília revelou que este é apenas um grupo acidental, associado ao folhicho e ambientes úmidos, indicando, neste caso, a estação, sem nenhuma relação com a carcaça.

Dentre os insetos considerados de interesse forense (Tab. III) é possível notar que algumas espécies ocorreram em todas as estações, no entanto foram coletadas em quantidades diferentes em cada uma delas, enquanto outras, em apenas uma estação (Tabs. V-VIII).



A espécie mais abundante em todas as estações foi *Anotylus* sp.2, exceto no outono, onde *Athetini* sp.2 e *Athetini* sp.5 apresentaram maior quantidade de indivíduos. *Aleochara pseudochrysorrhoea*, *Staphilinini* sp.2 e *Dissochaetus murrayi* foram coletadas apenas durante o outono; *Coproporus* sp.2 e *Xantholinini* sp.1 durante o inverno; *Sepedophilus* sp durante a primavera; *Dysanellus* sp., *Philonthus* sp., *Staphilinini* sp.3 e *Dichotomius* sp. apenas durante o verão.

Algumas espécies foram coletadas em duas estações, *Anotylus* sp.3 foi coletado no outono e inverno; *Coproporus* sp.1 e *Chaetodus exaratus* foram coletados apenas durante o inverno e primavera, e *Staphylinini* sp.1 e *Operclipygus hospes* foram coletados em quantidades significativas apenas durante a primavera e verão.

A presença de determinados táxons apenas em certas estações delimitam um possível padrão sazonal. Alguns grupos apresentaram variação na abundância conforme a estação, como é o caso de *Atheta iheringi* que foi coletada em todas as estações, mas sua maior abundância foi durante o inverno e a primavera, estações onde esteve presente em apenas uma exumação. Outras espécies apresentaram um padrão semelhante, mesmo ocorrendo durante todo o ano tiveram maior quantidade concentrada em uma das estações. *Athetini* sp.1 e *Athetini* sp.4 estiveram presentes em números relativamente baixos durante o ano, mas durante a primavera houve um aumento considerável de indivíduos coletados.

Apesar dos padrões sazonais terem sido identificados, o padrão de sucessão dentro de cada estação não é facilmente reconhecível. Assim, como citado por Mise *et al.* (2007) é provável que o padrão encontrado tenha passado por várias recolonizações, com as espécies alternando presenças e ausências dentro de uma mesma estação.

Insetos estão ativos em maiores números durante as estações mais quentes, no entanto as chuvas mais constantes durante a primavera e o verão podem afetar a presença da fauna necrófila.

A influência da precipitação sobre a entomofauna cadavérica é mencionada por poucos autores. Segundo Easton & Smith (1970) o clima úmido reduz a riqueza e a abundância de besouros, no entanto, Reed (1958) reportou que durante a chuva, a atividade alimentar e reprodutiva de Silphidae, Staphylinidae e outros insetos que estavam no solo e sobre a carcaça continuou normalmente. De acordo com Mann (1990) a atividade de oviposição das moscas pode ser reduzida durante a chuva.

Contudo, dentro do solo a precipitação pode atuar de maneira diferente sobre os insetos, o enclausuramento na cova não permite a evaporação normal da água, além disso, grandes quantidades de chuva podem superar a capacidade de drenagem do solo e inundar a

cova, causando a morte ou afastando os insetos. Por isso, pode-se concluir que a precipitação tem grande efeito sobre a fauna associada com corpos enterrados. Na terceira exumação do inverno a cova estava inundada e supor que isto aconteceu com os outros corpos leva a crer que durante grandes períodos de chuva a fauna associada foge ou morre forçando a recolonização quando a quantidade de água na cova diminui.

Tabela V. Ocorrência das espécies de Coleoptera, na cova e em armadilhas do tipo pitfall, durante o outono de 2008, em cadáveres enterrados de *O. cuniculus* (Lagomorpha, Leporidae), em Curitiba (PR). Cores mais escuras representam maior abundância. ■ 1-5 ■ 6-10 ■ 11+.

Familia	Subfamilia	Espécie	I		II		III		IV		V		Total	
			Cova	Pitfall	Cova	Pitfall	Cova	Pitfall	Cova	Pitfall	Cova	Pitfall		
Staphylinidae	Aleocharinae	<i>Atheta iheringi</i>	1	2					1		10		14	
		<i>Athetini sp.1</i>					2		2				4	
		<i>Athetini sp.2</i>		3			5		27		22		57	
		<i>Athetini sp.3</i>	2	6		3	3		1		2		17	
		<i>Athetini sp.4</i>		2			1	4	1	1			9	
		<i>Athetini sp.5</i>	1	9		12	4		5		5		36	
		<i>Aleochara pseudochrysorrhoea</i>	1										1	
		Oxytelinae	<i>Anotylus sp.2</i>	2	3		3	1	4	2	5		7	27
	<i>Anotylus sp.3</i>					1							1	
		Staphylininae	<i>Xanthopygus sp.</i>				1							1
	<i>Xantholinini sp.3</i>		1										1	
<i>Staphilinini sp.2</i>	1											1		
Histeridae		<i>Operclipygus hospes</i>			1						1		2	
Scarabaeidae	Aphodiinae	<i>Ataenius spp.</i>				9		2					11	
Nitidulidae		Nitidulidae spp.	1	8		3	1		1		1		15	
Trogidae		<i>Polynoncus sp.</i>										1	1	
Leiodidae		<i>Dissochaetus murrayi</i>	2										2	
		Leiodidae spp.				1							1	
Hydrophilidae		<i>Dactylosternum fryanum</i>	1		3		2						6	
Ptiliidae			14				1						15	

Tabela VI. Ocorrência das espécies de Coleoptera, na cova e em armadilhas do tipo pitfall, durante o inverno de 2008, em cadáveres enterrados de *O. cuniculus* (Lagomorpha, Leporidae), em Curitiba (PR). Cores mais escuras representam maior abundância. ■ 1-5 ■ 6-10 ■ 11+.

Familia	Subfamilia	Espécie	I		II		III		IV		V		Total	
			Cova	Pitfall	Cova	Pitfall	Cova	Pitfall	Cova	Pitfall				
Staphylinidae	Aleocharinae	<i>Atheta iheringi</i>			32								32	
		<i>Athetini sp.1</i>			1			1		1			3	
		<i>Athetini sp.2</i>	12	2	1			1	4	37			57	
		<i>Athetini sp.3</i>		1	2		5		1		1		10	
		<i>Athetini sp.4</i>	2	2		1	3			3			11	
		<i>Athetini sp.5</i>	5	2		2	4		2		1		16	
		Oxytelinae	<i>Anotylus sp.1</i>	1										1
	<i>Anotylus sp.2</i>		10	17		13	18		16	6	14		94	
	<i>Anotylus sp.3</i>								1				1	
		Staphylininae	<i>Xanthopygus sp.</i>					1		3				4
	<i>Xantholinini sp.1</i>						2						2	
<i>Xantholinini sp.2</i>										1			1	
	Tachyporinae	<i>Coproporus sp.1</i>										1	1	
<i>Coproporus sp.2</i>					1								1	
Scarabaeidae	Aphodiinae	<i>Ataenius spp.</i>	2					1					3	
Hybosoridae		<i>Chaetodus exaratus</i>	6	3			2		10		1		22	
Nitidulidae		Nitidulidae spp.		1		6	1	3		13		13	37	
Trogidae		<i>Polynoncus sp.</i>					1						1	
Hydrophilidae		<i>Dactylosternum fryanum</i>								1			1	
Ptiliidae							1	1					2	

Tabela VII. Ocorrência das espécies de Coleoptera, na cova e em armadilhas do tipo pitfall, durante a primavera de 2008, em cadáveres enterrados de *O. cuniculus* (Lagomorpha, Leporidae), em Curitiba (PR). Cores mais escuras representam maior abundância. ■ 1-5 ■ 6-10 ■ 11+.

Familia	Subfamilia	Espécie	I		II		III		IV		V		Total
			Cova	Pitfall	Cova	Pitfall	Cova	Pitfall	Cova	Pitfall	Cova	Pitfall	
<b>Staphylinidae</b>	Aleocharinae	<i>Atheta iheringi</i>							42				42
		Athetini sp.1	6		4						67		77
		Athetini sp.2	4	1	6		5	1	39		21		77
		Athetini sp.3		6		9		1		5	1	14	36
		Athetini sp.4	15	44		3	31	1	3		5	1	103
		Athetini sp.5		5		5		1		1		7	19
	Oxytelinae	<i>Anotylus</i> sp.1			1		1						2
		<i>Anotylus</i> sp.2	1	42	12	22	1	23	5	11	14	30	161
	Staphylininae	<i>Xanthopygus</i> sp.		1		3		2		3	1	2	12
		Xantholinini sp.3										1	1
		Staphilinini sp.1							2				2
	Tachyporinae	<i>Coproporus</i> sp.1	2										2
		<i>Sepedophilus</i> sp.									1		1
<b>Histeridae</b>				2	1	6				6		15	
<b>Scarabaeidae</b>	Aphodiinae	<i>Ataenius</i> spp.		2	3	6	1	5	2				19
<b>Hybosoridae</b>		<i>Chaetodus exaratus</i>		10		6		1		2		19	
<b>Nitidulidae</b>		Nitidulidae spp.		21	12	18		9		6	6	72	
<b>Leiodidae</b>		Leiodidae spp.			1					2		3	
<b>Hydrophilidae</b>		<i>Dactylosternum fryanum</i>								1		1	
<b>Ptiliidae</b>			4		1		1	1	1			8	

Tabela VIII. Ocorrência das espécies de Coleoptera, na cova e em armadilhas do tipo pitfall, durante o verão de 2008/2009, em cadáveres enterrados de *Oryctolagus cuniculus* (Lagomorpha, Leporidae), em Curitiba (PR). Cores mais escuras representam maior abundância. ■ 1-5 ■ 6-10 ■ 11+.

Familia	Subfamilia	Espécie	I		II		III		IV		V		Total
			Cova	Pitfall	Cova	Pitfall	Cova	Pitfall	Cova	Pitfall	Cova	Pitfall	
<b>Staphylinidae</b>	Aleocharinae	<i>Atheta iheringi</i>	1										1
		Athetini sp.1					1		1				2
		Athetini sp.2	2	13	5	1	3	1			2		27
		Athetini sp.3		11		1							12
		Athetini sp.4		10	4					2			16
		Athetini sp.5		15		1							16
	Oxytelinae	<i>Anotylus</i> sp.1	8		2	2			2			1	15
		<i>Anotylus</i> sp.2	1	87		8	1	10	1	10		3	121
	Staphylininae	<i>Xanthopygus</i> sp.		4		2	2	4				1	13
		<i>Dysanellus</i> sp.		1						1		1	3
		Xantholinini sp.2									2		2
		<i>Philonthus</i> sp.		1									1
		Staphilinini sp.1		1									1
Staphilinini sp.3						1						1	
<b>Histeridae</b>		<i>Operclipygus hospes</i>	2				4		2		13	21	
<b>Scarabaeidae</b>	Aphodiinae	<i>Ataenius</i> spp.		5		2	1	3	4	3		8	26
	Scarabaeinae	<i>Dichotomius</i> sp.		1								1	
<b>Nitidulidae</b>		Nitidulidae spp.		11		6		1		1	1	20	
<b>Trogidae</b>		<i>Polynoncus</i> sp.								1		1	
<b>Leiodidae</b>		Leiodidae spp.				3		4				7	
<b>Ptiliidae</b>				1								1	

Para os grupos de importância forense foram contabilizados tanto os coletados durante as exumações (cova), como os capturados pelas pitfalls, pois foi considerado que insetos com comportamento necrófilo não se encontravam na região por acaso, mas sim chegaram até a cova, porém não conseguiram acessar o corpo. Houve certo equilíbrio entre o número de

espécies coletadas nas covas e nas pitfalls, com exceção do verão, onde a quantidade de insetos nas pitfalls foi aproximadamente quatro vezes maior que aqueles coletados nas covas.

Considerando a quantidade de insetos coletados nos diferentes métodos é possível observar que a habilidade dos diferentes grupos em chegar ao cadáver varia consideravelmente. Por exemplo, neste estudo foram coletados 89 exemplares de *Atheta iheringi*, com apenas 2 em pitfall, enquanto para *Anotylus* sp.2, dos 403 espécimes, 346 ocorreram em pitfall e 57 nas covas. Em Mise *et al.* (2007) nos três métodos de coleta (bandeja, shannon e pitfall) foram coletados 533 exemplares de *Atheta iheringi*, sendo 365 na bandeja, 161 na shannon e apenas 7 em pitfall e 45 espécimes de *Anotylus* sp.1, sendo, 33 na bandeja, 1 na shannon e 11 em pitfall. Comparando a quantidade de espécimes coletados em cada tipo de armadilha pode ser observado que estes insetos chegam até o corpo de maneiras diferentes. A maior quantidade de *Atheta iheringi* na shannon parece demonstrar que esta espécie de besouro apresenta melhor capacidade de vôo que *Anotylus* sp.1, pois a grande maioria foi capturada na pitfall.

Comparando com os resultados obtidos no presente estudo, também se pode chegar a mesma conclusão, já que também houve uma grande quantidade de *Anotylus* sp. 2 coletados em pitfall e a quase ausência de *Atheta iheringi* nessas armadilhas. Assim, a hipótese de que *Anotylus* sp. 2 chega até a cova caminhando pelo solo (por isso o maior número em pitfall) e *Atheta iheringi* possui um melhor sistema para a localização do corpo (pois ocorreu em quantidades razoáveis na cova, mas em pequenas quantidades nas armadilhas), parece ser bem suportada.

### **4.3. Fases de Decomposição**

A decomposição é um processo contínuo e complexo e suas fases são amplamente utilizadas como marcadores para auxiliar na determinação do IPM. No entanto, estas fases não devem ser consideradas como momentos claramente distinguíveis, mas como uma seqüência de fenômenos que se combinam numa progressão ininterrupta, até que a matéria orgânica seja completamente destruída (Ronchi *et al.* 1989 *apud* Campobasso *et al.* 2001). Além disso, as fases de decomposição não possuem início e fim claramente definido e a determinação de mudança de estágio é relativamente subjetiva (Archer 2003).

O número de estágios observados varia de acordo com a classificação utilizada. Algumas das mais conhecidas são as de Mégnin (1898), que estabeleceu 8 estágios; Bornemissza (1957) com 5 estágios; Reed (1958) com 4 estágios e Payne (1965) com 6

estágios. Estas fases são definidas de maneira artificial para permitir uma melhor descrição do processo de sucessão ecológica.

É amplamente difundido que diferentes grupos de insetos são atraídos por diferentes fases de decomposição e isto permite uma melhor análise dos padrões de sucessão entomológica. Entretanto, Jiron & Cartín (1981) relatam que a sucessão depende em grande parte das tolerâncias microclimáticas e da preferência alimentar dos insetos, não havendo, portanto, uma relação estrita entre um determinado estágio de decomposição e a presença de alguma espécie em particular.

Além disso, estas mesmas fases podem se apresentar de maneiras diferentes dependendo do local onde o corpo é encontrado. Segundo Dix & Graham (2000), geralmente o grau de decomposição de um corpo que permaneceu na superfície do solo por 1 semana corresponde ao de um corpo imerso na água por 2 semanas ou 6-8 semanas enterrado no solo.

No estudo com corpos enterrados de Payne *et al.* (1968) os autores classificaram as fases de decomposição utilizando uma nomenclatura diferenciada daquela utilizada pelo mesmo autor em 1965 para corpos expostos. Entretanto, Payne *et al.* (1968) observaram a decomposição da carcaça enterrada diariamente, através de fotos do corpo que estava dentro de um “caixão”, e puderam ver o processo como um todo, e é exatamente por isso que esta classificação não foi utilizada no presente estudo, pois a metodologia foi diferente, já que os corpos foram observados apenas no dia da exumação. Outra nomenclatura foi utilizada por Breitmeier *et al.* (2005), que ao realizar exumações na Alemanha, separou o estado do corpo em quatro fases, de acordo com o grau de decomposição e integridade de órgãos e tecidos.

Apesar de diferentes nomenclaturas para as fases de decomposição estarem disponíveis na literatura, no presente estudo essas classificações não serão utilizadas devido às condições peculiares do experimento. Ao invés disso, as condições do corpo em cada exumação serão brevemente descritas de maneira semelhante àquelas feitas por Turner & Wiltshire (1999), que forneceram algumas informações básicas sobre as condições dos cadáveres desenterrados e suas taxas de decomposição. Os fatores abióticos de cada estação serão comentados de maneira mais detalhada a seguir.

#### **4.3.1. Descrição do estado de decomposição durante as exumações**

Segundo Fiedler & Graw (2003) corpos que permaneceram enterrados por períodos similares de tempo podem apresentar graus variáveis de decomposição. Esta informação somada à subjetividade da delimitação das fases de decomposição, além da dificuldade de

caracterização de cada fase durante o experimento levaram a conclusão que o melhor seria trabalhar com unidades de tempo e com a quantidade de biomassa perdida de cada carcaça.

## **Outono**

Nesta primeira exumação o corpo não apresentou nenhum inchaço ou enrijecimento e os tecidos do animal encontravam-se parcialmente liquefeitos e com aspecto pastoso.

Na segunda exumação o corpo apresentava aspecto murcho, com os tecidos do corpo liquefeitos, ossos se desprendendo com facilidade da massa corpórea e os ossos dos membros encontravam-se quase que completamente limpos envoltos apenas por pele e pêlos.

Na terceira exumação a carcaça encontrava-se ainda mais murcha que a anterior, com os ossos dos membros completamente limpos e apenas mantidos juntos a pele do animal (Fig. 6), ou seja, com as pernas praticamente secas. Os tecidos estavam liquefeitos, restando apenas uma massa amarelada, mais escura na região dos órgãos, com os ossos desprendendo-se facilmente dos tecidos.

Na quarta exumação a carcaça estava praticamente seca, apresentando apenas uma pequena quantidade de massa escura formada pelos órgãos.

Na quinta exumação a carcaça já se encontrava praticamente seca (Fig. 7), apresentando apenas na região interna uma pequena quantidade de massa escura úmida formada pelos órgãos, com os ossos desarticulados e a pele se desmanchando.

## **Inverno**

Na primeira exumação do inverno a carcaça estava bem conservada, com o corpo pouco inchado e os órgãos internos intactos (Fig. 8).

Na segunda exumação a carcaça também estava relativamente bem conservada, com o corpo levemente inchado. O interior do crânio encontrava-se pastoso, com os órgãos internos ainda bem conservados, intestinos inchados devido ao acúmulo de gás, porém com nenhuma área do corpo rompida ou vazamento de órgãos. Os membros já estavam perdendo aderência ao corpo.

Na terceira exumação, devido a chuva intensa, a cova estava inundada a cerca de 20-25 cm da superfície. O corpo encontrava-se com os membros e pelos soltando-se com facilidade. Nesta fase, devido a umidade e a lama acumuladas na carcaça, pouco pode ser observado (Fig. 9). Os membros e a cabeça estavam em estágio inicial de esqueletização, não

havia nenhum vazamento de órgãos internos, e os gases acumulados no intestino apresentavam-se semelhantes ao da segunda exumação.

Na quarta exumação a carcaça já se encontrava em estágio mais avançado de decomposição, o corpo não apresentava inchaço e os órgãos e tecidos estavam pastosos. Todas as partes do corpo apresentavam-se desmanchando com muita facilidade, com os ossos soltando-se e envolvidos por uma pasta amarelada, provavelmente gordura.

Na última exumação do inverno a carcaça estava murcha, com a pele soltando facilmente, os ossos dos membros limpos e mantidos unidos apenas pela frágil pele, a qual se rasgava facilmente. A cabeça apresentava-se em estágio de esqueletização inicial e a região interna do corpo com praticamente gordura e alguns tendões presentes. Alguns órgãos internos estavam presentes formando uma massa escura, e os intestinos ainda com certo acúmulo de gases.

## **Primavera**

Na primeira exumação na primavera o corpo permaneceu bem conservado e levemente inchado.

Na segunda exumação os tecidos já se encontravam pastosos, a pele desprendendo-se com facilidade, os membros estavam fracamente aderidos ao corpo e os ossos praticamente soltos dentro da pele. O corpo do animal apresentava aspecto bastante frágil e desmontava-se com facilidade.

Na terceira exumação o estado de decomposição foi muito semelhante ao da carcaça anterior, porém mais murcha e com os ossos soltando-se facilmente. Os tecidos internos começavam a formar uma pasta amarelada (Fig 10).

Na quarta exumação o corpo já se encontrava murcho, com os ossos dos membros soltos e envolvidos apenas pela pele, com alguns tendões ainda presentes junto aos ossos. Todos os ossos desprendiam-se com facilidade e a região interna do cadáver apresentava uma pasta amarelada formada pelos tecidos decompostos.

Na quinta exumação os membros apresentavam os ossos secos e envolvidos pela pele que se desfazia com facilidade. Todos os ossos soltavam-se também facilmente e a região interna estava formada por uma pasta amarelada já meio seca (Fig 11).

## **Verão**

Na primeira exumação durante o verão o corpo encontrava-se relativamente bem conservado com os tecidos moles e de consistência pastosa (Fig 12). Os pêlos, a pele e os ossos soltavam-se com facilidade, mas, apesar da consistência cremosa dos tecidos, alguns órgãos ainda podiam ser reconhecidos.

Na segunda exumação a carcaça estava murcha e relativamente bem conservada externamente, com a pele soltando-se com facilidade, a extremidade dos membros formados apenas por pele e ossos. Os órgãos internos apresentavam consistência pastosa, como na exumação anterior.

Na terceira exumação do verão o corpo já estava bastante decomposto, com os tecidos pastosos e grande parte do corpo em couro e osso. Órgãos internos encontravam-se pastosos e quase totalmente decompostos.

Na quarta exumação a condição do corpo apresentou-se muito semelhante ao da exumação anterior, com os órgãos internos decompostos, tecidos pastosos e grande parte do corpo transformado em pele e osso (Fig. 13).

Na quinta exumação a carcaça já estava dura e ressecada em algumas áreas, com os órgãos internos decompostos e com muitos ossos secos e soltos.

Importante ressaltar que em todas as exumações da primavera, e nas quatro primeiras do verão os corpos permaneceram muito úmidos devido às chuvas constantes durante estas épocas. Na terceira exumação do inverno a cova ficou completamente inundada devido a grande quantidade de chuvas no dia da exumação.





Figuras 6-13. Estado de decomposição dos cadáveres de *O. cuniculus* (Lagomorpha, Leporidae) durante as exumações em várias estações.

#### 4.4. Taxas de decomposição

Como já esperado, os corpos expostos perderam massa muito mais rapidamente que os enterrados. Em todos os casos a quantidade de massa perdida pelo cadáver exposto em uma semana foi muito maior que a dos corpos enterrados por 10 semanas (Tabs. IX-X, Fig. 14).

Alguns autores relataram uma perda de massa considerável em corpos expostos. Segundo Payne (1965), na Carolina do Sul (EUA) cadáveres de porco pesando entre 1 kg e 1,4 kg expostos a insetos perderam aproximadamente 90% de massa em menos de 5 dias. Em Washington (EUA) porcos pesando aproximadamente 20 kg ficaram com apenas 17% do peso original em 9 dias (Shean *et al.* 1993) e no Canadá porcos com cerca de 22 kg ficaram com menos de 50% do seu peso original em um período que variou entre 11 e 16 dias (Anderson & Vanlaerhoven 1996). Estes dados demonstram que mesmo em regiões diferentes, corpos expostos perdem massa muito rapidamente.

Tabela IX. Porcentagem de biomassa perdida na carcaça controle de *O. cuniculus* (Lagomorpha, Leporidae) durante as diferentes estações, em Curitiba (PR).

Semanas	Outono	Inverno	Primavera	Verão
1	72,10%	64,97%	67,52%	80,69%
2	88,41%	84,73%	71,58%	78,66%
3	88,41%	84,73%	86,32%	81,50%

Tabela X. Porcentagem de biomassa perdida nas carcaças enterradas de *O. cuniculus* (Lagomorpha, Leporidae) durante as diferentes estações, em Curitiba (PR). Cada exumação corresponde a 2 semanas.

Exumação	Outono	Inverno	Primavera	Verão
I	3,94%	5,35%	6,20%	20,06%
II	27,39%	14,60%	18,35%	15,19%
III	43,51%	12,93%	28,07%	25,94%
IV	65,46%	31,49%	31,33%	42,36%
V	63,91%	39,08%	49,95%	40,73%

Os resultados obtidos no presente estudo são semelhantes aos apresentados por Payne *et al.* (1968) e Vanlaerhoven & Anderson (1996, 1999) quanto a existência de diferença na velocidade de decomposição em corpos enterrados e expostos. Entretanto, estes autores relataram diferentes quantidades de perda de massa em seus experimentos. Vanlaerhoven & Anderson (1996, 1999), estudaram corpos enterrados em duas zonas biogeoclimáticas

canadenses e encontraram diferentes resultados quanto a perda de massa, enquanto na zona CWH (Coastal Western Hemlock) o corpo perdeu cerca de 70% em mais de 450 dias, na zona SBS (Sub-Boreal Spruce) o cadáver perdeu apenas cerca de 20% no mesmo período. De acordo com os autores, o solo frio do Canadá contribuiu para a conservação do cadáver, por isso a decomposição levou mais tempo. Em Payne *et al.* (1968), nos EUA, os corpos enterrados perderam entre 70% e 90% de massa em aproximadamente 60 dias.

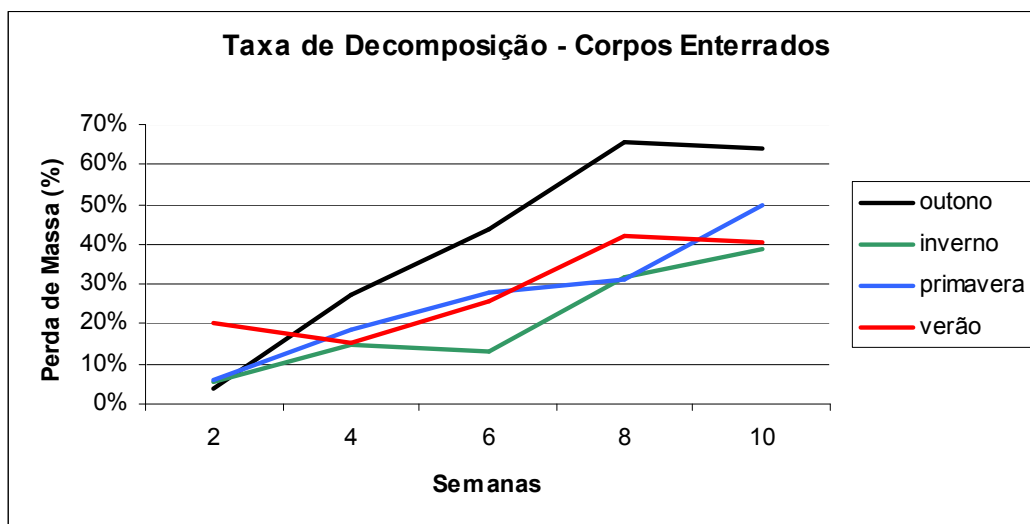


Figura 14. Taxa de decomposição nos corpos enterrados de *O. cuniculus* (Lagomorpha, Leporidae) durante as diferentes estações, em Curitiba (PR).

Entretanto, é importante observar que os autores anteriormente citados não tinham como objetivo realizar análises para verificar as diferenças entre as estações do ano no processo de decomposição.

Neste trabalho os resultados obtidos revelaram diferenças sazonais na taxa de decomposição de um corpo.

A estação em que o corpo perdeu mais biomassa total foi no outono (63,91%), seguido pela primavera (49,95%), verão (40,73%) e inverno (39,08%). As maiores temperaturas do verão (Tab. XI) parecem ter tido efeito apenas na primeira exumação, quando o corpo perdeu cerca de 20% de sua massa em apenas 14 dias, mas após 10 semanas esta quantidade chegou a pouco mais de 40%.

Em ratos enterrados em profundidades de 2,5 cm, as maiores temperaturas resultaram em maior perda de massa (Carter *et al.* 2008). Monteiro-Filho & Penereiro (1987) relacionam altas temperaturas e umidade, com maior velocidade no processo de decomposição de carcaças sobre o solo. Os resultados obtidos concordam em parte com esta informação até

certo ponto, pois durante o inverno tanto a temperatura média ambiente, quanto a umidade relativa foram as menores dentre as estações (Tab. XI, Figs. 15-18), assim como a velocidade de decomposição e a precipitação total. Se maiores temperaturas fazem com que o corpo decomponha mais rapidamente, o esperado seria que na primavera e no verão este processo fosse mais veloz. Entretanto, durante o outono as médias das temperaturas foram menores que as da primavera e do verão, e a segunda maior umidade relativa média, mas mesmo assim a porcentagem de massa perdida foi a maior dentre todas as estações. Embora as temperaturas do solo sofram menor variação que a do ambiente, os valores coletados durante o inverno ainda foram os menores, seguidos pelos do outono, primavera e verão, seguindo a mesma ordem da temperatura ambiente.

Apesar de a temperatura ser considerada o fator mais importante que afeta a decomposição (Mann *et al.* 1990) a precipitação aparenta ter grande efeito sobre carcaças enterradas. É possível que as chuvas constantes durante a primavera e verão tenham atuado de alguma forma como um fenômeno conservativo, evitando a desidratação dos tecidos pela constante absorção de água, atrasando a atividade da decomposição bacteriana. Segundo Archer (2004) a precipitação e a umidade do solo podem retardar a decomposição reduzindo a temperatura corporal através de resfriamento durante a evaporação, além disso, a perda de massa pode ser reduzida se o corpo ficar encharcado. De acordo com Campobasso *et al.* (2001) ambientes úmidos encharcam os tecidos e atrasam a degradação do cadáver, da mesma forma que ocorre em mortes por imersão.

A quantidade de oxigênio, já reduzida em corpos enterrados, também pode ser afetada em covas inundadas. A quantidade deste gás nas covas pode afetar a taxa de decomposição, uma vez que as bactérias aeróbias e fungos, frequentemente encontrados em restos em decomposição, necessitam de oxigênio para sobreviver e proliferar (Forbes *et al.* 2005).

De maneira geral foi possível observar que a decomposição em covas é influenciada pela temperatura e umidade, o que justifica a menor perda de biomassa nas menores temperaturas e umidade do inverno. No entanto, a precipitação também parece ter grande importância no processo de decomposição de corpos enterrados, pois a quantidade de água acumulada no solo mantém a carcaça úmida e atua como fenômeno conservativo, muito provavelmente afetando a decomposição bacteriana, principalmente durante a primavera e o verão, estações onde as chuvas foram mais constantes.

Uma hipótese para explicar a maior taxa de decomposição durante o outono é que além da temperatura média e a umidade não terem sido tão baixas quanto à do inverno, no período do experimento, durante 27 dias, praticamente não ocorreram chuvas, fato que pode

ter permitido a ação natural das bactérias e fungos decompositores e também a secagem da carcaça (Fig. 15).

Certamente mais estudos são necessários para investigar de maneira mais aprofundada as taxas de decomposição em corpos enterrados e a influência dos fatores abióticos na velocidade deste processo. A precipitação e temperatura possuem influência diferente sobre corpos expostos e enterrados e isto deve ser investigado com mais cuidado em locais com clima semelhante ao de Curitiba e também em outras localidades, para observar a diferença na velocidade de decomposição de cada local e avaliar sua importância para a entomologia forense.

#### **4.5. Fatores Abióticos**

Segundo a classificação climática da região, as variáveis apresentam diferenças entre as estações e os dados fornecidos pela estação meteorológica do SIMEPAR deixam esta informação evidente.

A temperatura média foi mais elevada no verão, seguida da primavera e outono, tendo ocorrido maior variação durante o inverno. As menores temperaturas foram as do inverno e as mais elevadas no verão.

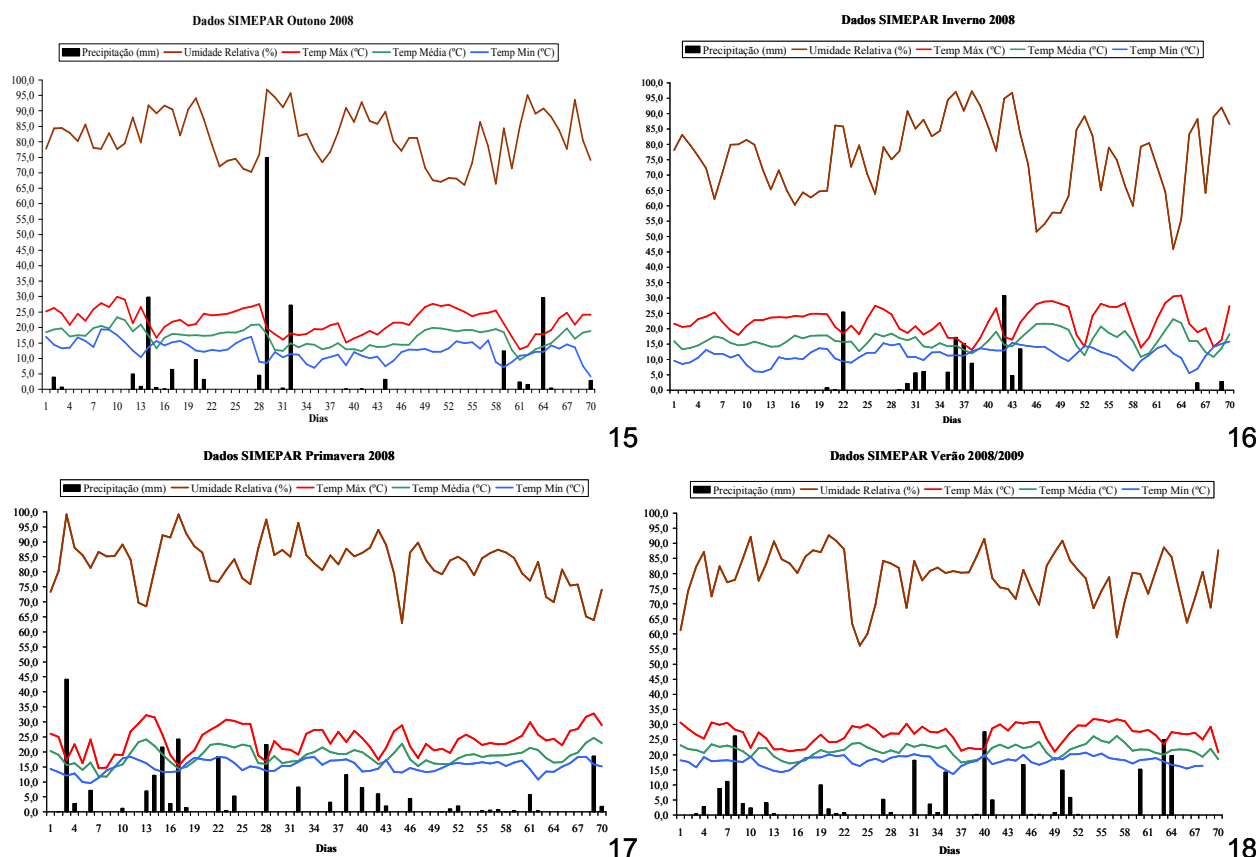
A umidade relativa média também apresentou variação durante as estações; os maiores valores foram os da primavera, outono, verão e inverno. A estação mais seca foi o inverno que chegou a apresentar 46% de umidade relativa. Ainda no inverno, a precipitação total durante o período foi a menor dentre todas as estações, concentradas entre os dias 22 e 46, justificando os menores valores de umidade da estação.

A precipitação total foi maior durante os meses da primavera (247,6 mm) e verão (247,2 mm), períodos em que as chuvas foram mais constantes. No outono a precipitação total foi de 220,6mm, sendo que em apenas um dia choveu 75 mm.

A tabela XI apresenta um resumo com a média das condições ambientais durante a realização do experimento. Os gráficos (Figs. 15-18) apresentam os valores por dias e estações.

Tabela XI. Condições climáticas médias durante as diferentes estações do ano no período de abril de 2008 a março de 2009, em Curitiba (PR). Dados fornecidos pelo SIMEPAR.

valores médios para as temperaturas (°C)									
estação do ano	mínima	amplitude	média	amplitude	máxima	amplitude	UR média	amplitude	precipitação total
outono	12,77	7,0 - 19,4	16,9 °C	9,5 - 23,3	22,20	13,0 - 29,0	81,79%	66,1 - 96,9	220,6 mm
inverno	11,34	5,5 - 15,4	16,25 °C	10,8 - 23,1	22,23	13,1 - 30,8	76,15%	46 - 97,3	141,6 mm
primavera	15,21	9,6 - 18,4	18,63 °C	11,8 - 24,7	23,89	14,7 - 32,8	82,95%	63 - 97,5	247,6 mm
verão	17,88	13,6 - 20,7	21,49 °C	17,1 - 26,2	29,94	20,8 - 31,7	79,03%	56,1 - 92,7	247,2 mm

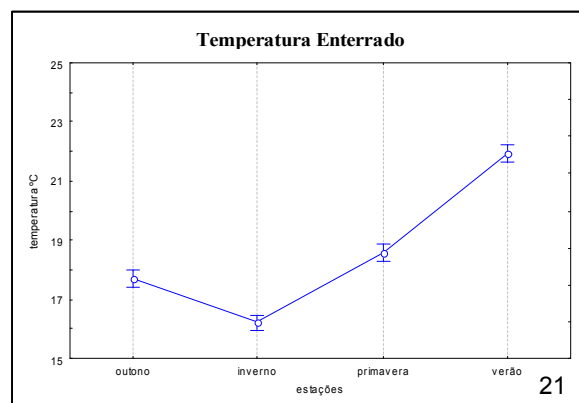
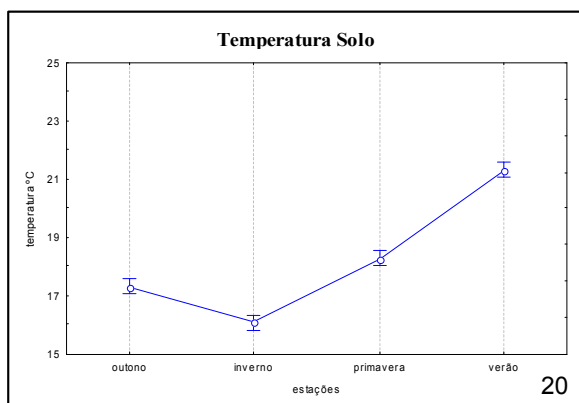
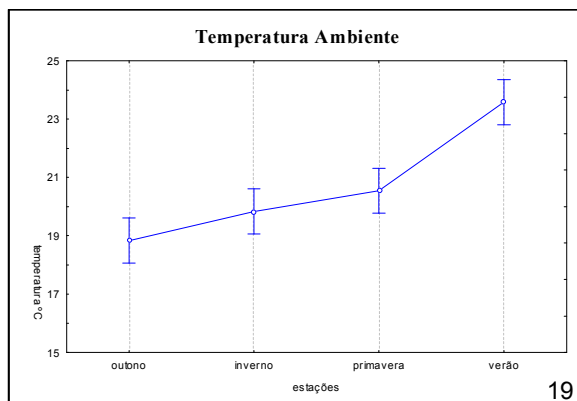


Figuras 15-18. Temperatura (mínima, média e máxima), umidade relativa e precipitação durante as diferentes estações do ano (2008/2009), em Curitiba (PR).

#### 4.5.1 Temperaturas Coletadas

O conjunto de dados de temperatura (ambiente, solo e carcaça) coletados durante o ano foram submetidos aos testes de correlação simples, análise de variância (ANOVA) e Tukey. As temperaturas coletadas nos diferentes tratamentos (ambiente, solo e carcaça) foram analisadas e comparadas nas diferentes estações, e entre elas, para verificar as diferenças nestes dados durante o ano, e também a proximidade entre os tratamentos em cada estação.

De acordo com os testes não houve correlação entre os dados nos diferentes tratamentos em cada estação. O teste ANOVA demonstrou que há diferença significativa entre as temperaturas coletadas nas diferentes estações (Figs. 19-21).



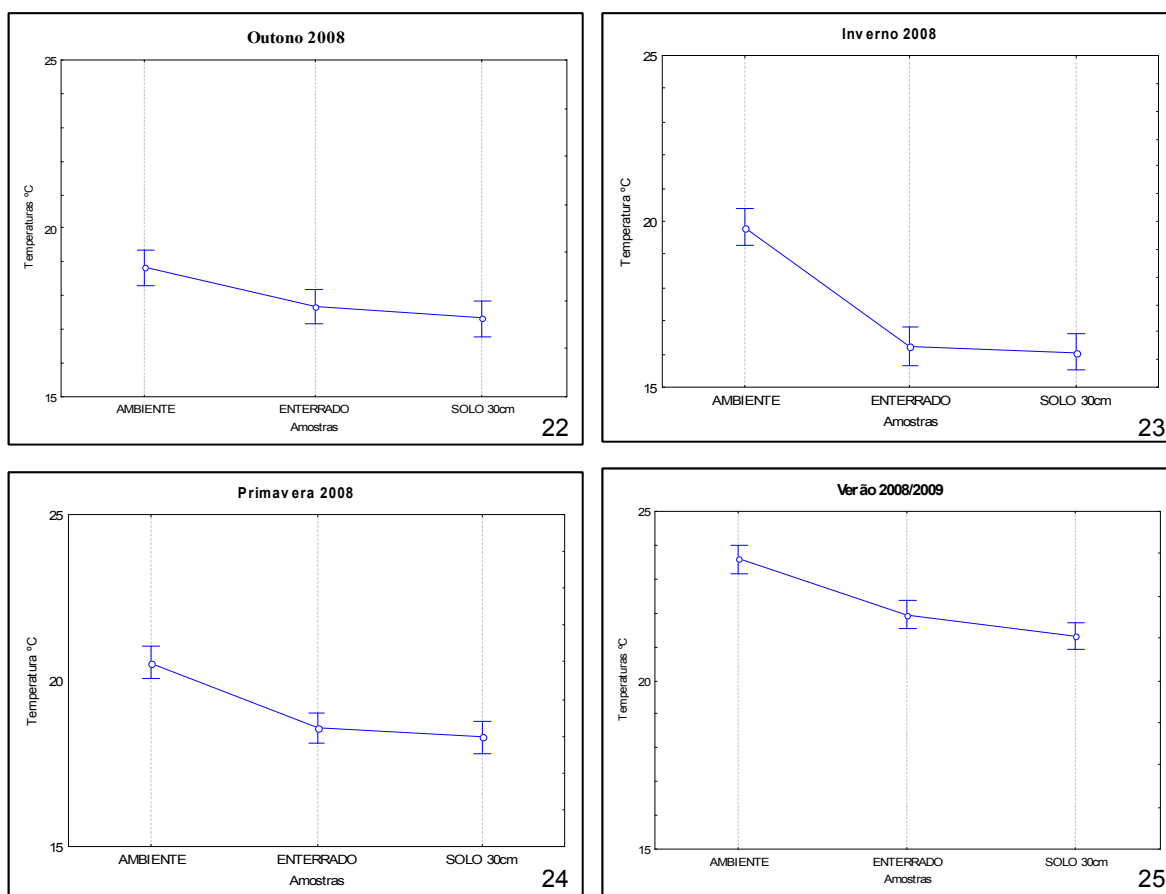
Figuras 19-21. Análise de Variância sazonal das temperaturas ambiente, do solo a 30 cm de profundidade e interna das carcaças enterradas. Barras verticais representam intervalos de confiança de 0,95.

Houve diferença significativa entre as temperaturas coletadas em diferentes estações o que revela a importância de estudos sazonais. O teste *post-hoc* Tukey, mostrou que os conjuntos de temperaturas apresentaram diferenças significativas em todas as estações.

A comparação entre os diferentes tratamentos nas diferentes estações, por meio do teste de correlação revelou maior proximidade entre os dados do solo e do corpo enterrado, valores muito próximos de 1.

Após a verificação da normalidade dos dados, os resultados obtidos com a análise de variância mostraram que há diferença significativa entre os conjuntos de dados. Em todos os casos foi confirmado pelo teste *post-hoc* de Tukey que a temperatura ambiente é a que difere,

e as temperaturas do solo e enterrado apresentam maior semelhança em todas as estações (Figs. 22-25).



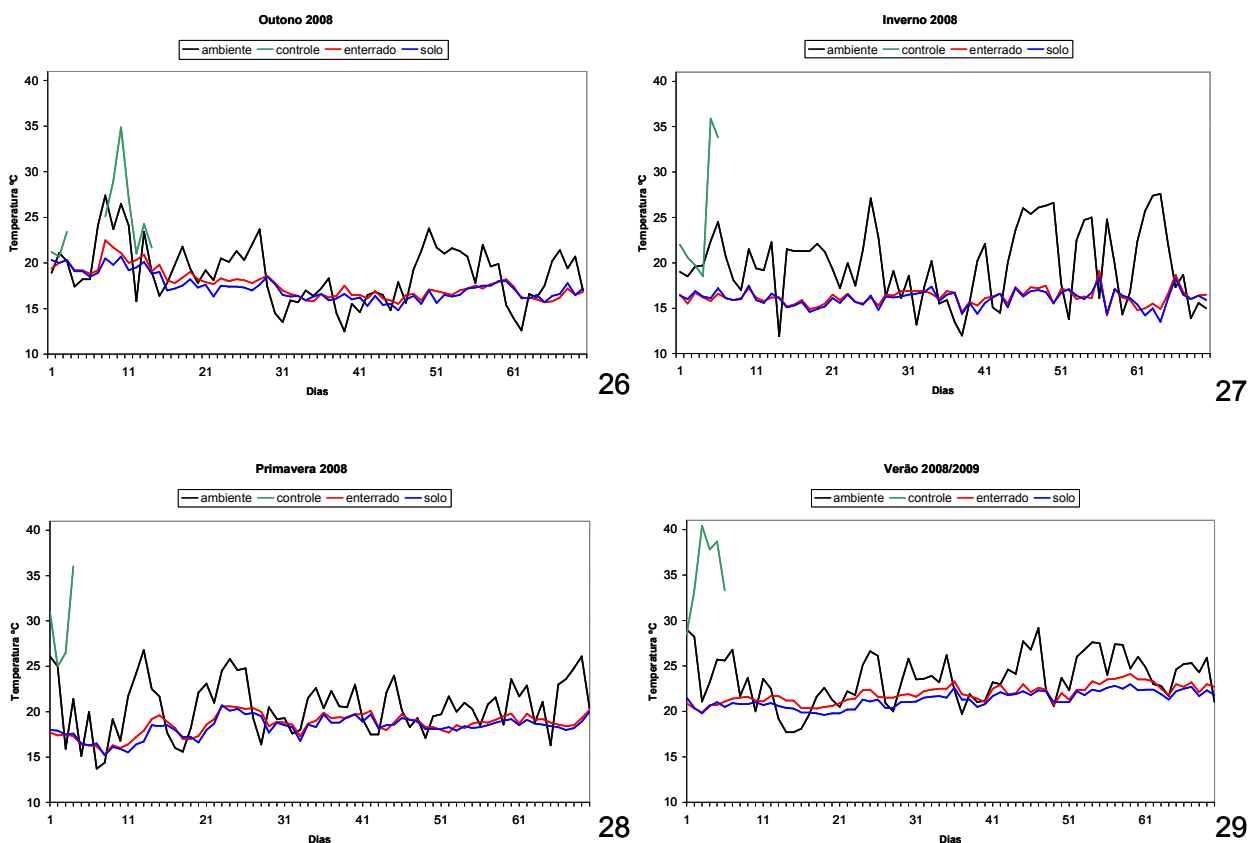
Figuras 22-25. Análise de Variância entre os conjuntos de temperaturas ambiente, do solo a 30 cm de profundidade e interna das carcaças enterradas, coletadas em cada uma das estações. Barras verticais representam intervalos de confiança de 0,95.

Dentre os poucos estudos com corpos enterrados Rodriguez & Bass (1985) relataram aumento de aproximadamente 10°C acima da temperatura do solo em 4 cadáveres humanos enterrados a 30 cm, e encontraram larvas e pupas de Calliphoridae e Sarcophagidae em todos. Neste caso a elevação da temperatura foi atribuída a decomposição por bactérias aeróbias e anaeróbias (Campobasso *et al.* 2001).

Os resultados obtidos neste estudo estão de acordo com aqueles encontrados com Vanlaerhoven & Anderson (1996, 1999) onde a temperatura da carcaça enterrada ficou bastante próxima à do solo na mesma profundidade, demonstrando a não formação de massa larval em corpos enterrados, pois se tal evento ocorresse a temperatura do cadáver seria maior que a do solo.



Nos gráficos (Figs. 26-29) é possível observar que a temperatura ambiente foi a que mais variou em todas as estações. O pico de temperatura no controle demonstra a formação de massa larval, este pico não foi encontrado no corpo enterrado. Além disso, é possível observar que a temperatura do solo e do corpo enterrado estão sempre muito próximas e a variação de ambas é muito menor se comparada com a ambiente.



Figuras 26-29. Comparação entre as temperaturas ambiente, do solo a 30 cm de profundidade e interna das carcaças enterradas e controle, coletadas em cada uma das estações.

Desta forma é possível concluir que a temperatura do solo é extremamente importante para o estudo de carcaças enterradas, pois, como mencionado anteriormente por Vanlaerhoven & Anderson (1999) a temperatura do solo é um importante preditor da temperatura interna de carcaças enterradas. Este conhecimento é de grande valor para a entomologia forense, pois em casos onde formas imaturas são encontradas a determinação da idade por grau dia acumulado deve ser feita a partir da temperatura do solo e não da ambiente, evitando assim erros na estimativa do IPM.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram capturados 1.724 espécimes pertencentes a 22 famílias, destes 1.502 indivíduos e 9 famílias foram consideradas com potencial importância forense.

Staphylinidae (1.275) foi a família mais abundante com 34 espécies, representando 73,95% dos insetos coletados, porcentagem superior àquela encontrada em corpos expostos, o que pode significar que insetos desta família possuem maior facilidade em encontrar o substrato do que outros grupos.

O único exemplar coletado de *Aleochara pseudochrysorrhoea* (Staphylinidae), demonstra a diferença entre as faunas coletadas em corpos enterrados e expostos, visto que esta espécie foi a mais abundante em cadáver exposto de porco na mesma região.

*Anotylus* foi o único gênero de Oxytelinae coletado, e com exceção do outono, *Anotylus* sp.2 foi a espécie mais abundante em todas as estações totalizando mais de 25% dos insetos considerados de importância forense.

A abundância de Nitidulidae foi muito maior nos estudos com carcaças enterradas do que com carcaças expostas na mesma região, levando a crer na possibilidade de que a família desempenha um importante papel nestas situações.

É provável que uma junção entre a habilidade para escavação e o hábito alimentar da subfamília Aphodiinae com o método de coleta utilizado neste trabalho, tenha contribuído para a captura de um maior número de insetos desta subfamília.

Aparentemente *Chaetodus exaratus* Arrow 1909, da família Hybosoridae, não foi reportada em nenhum estudo de sucessão entomológica, porém é impossível dizer se não houve coleta ou se os exemplares foram incluídos como subfamília de Scarabaeidae conforme propõem algumas classificações. Observações pessoais revelaram que *Chaetodus exaratus* ocorre em carcaças expostas em Curitiba.

Como única espécie de Histeridae coletada em carcaças enterradas na região de Curitiba, *Operclipygus hospes* (Lewis, 1902) pode ter um papel importante como potencial indicador para estas situações. O valor desta espécie não pode ser subestimado, pois não foram encontrados relatos em outros estudos de entomologia forense ou sucessão ecológica, seja no Brasil ou em outros países.

A ausência de Ptiliidae em muitos trabalhos de sucessão ecológica pode estar mais relacionada com a dificuldade de coleta, devido ao seu pequeno tamanho, do que com a ausência do grupo, desta forma a presença desta família pode estar sendo negligenciada.

Trogidae foi coletado em pequenas quantidades e apenas em armadilhas pitfall, no entanto, a presença de um grupo necrófago próximo às covas pode indicar que alguns indivíduos foram atraídos pela carcaça, mas não conseguiram chegar até ela. Este fato provavelmente ocorreu com outros grupos, seguramente de hábitos necrófilos, encontrados nas pitfalls.

A fauna encontrada em corpos enterrados difere da encontrada em corpos expostos, pois algumas das principais famílias de Coleoptera associadas a cadáveres, como Silphidae, Dermestidae e Cleridae, não foram coletadas.

A abundância e a composição de espécies variaram de acordo com a estação revelando um possível padrão sazonal, entretanto o padrão de sucessão dentro de cada estação não pode ser claramente identificado.

Dentre os fatores abióticos, a precipitação parece ter tido grande influência sobre a fauna cadavérica e também sobre a velocidade de decomposição. A grande quantidade de chuvas em determinados períodos pode ter inundado a cova forçando recolonizações constantes e também atuando como fenômeno conservativo, afetando a decomposição bacteriana e atrasando o processo de decomposição.

Em todos os casos a quantidade de massa perdida pelo cadáver exposto em uma semana foi muito maior que a dos corpos enterrados por 10 semanas.

A estação em que o corpo perdeu mais biomassa total foi no outono, seguido pela primavera, verão e inverno. A taxa de decomposição pode ter sido afetada pelas chuvas constantes das estações mais quentes (primavera e verão) e também pelas baixas temperaturas e umidade do inverno, durante o outono é provável que a menor quantidade de chuvas tenha permitido a maior redução de massa do corpo.

As temperaturas apresentaram diferenças significativas entre as estações, refletindo a importância de estudos sazonais.

A análise dos dados revelou que os valores da carcaça enterrada e do solo a 30 cm de profundidade apresentam-se bem próximos e com variação bem menor que a temperatura ambiente. Desta forma, a temperatura do solo pode ser considerada um importante preditor da temperatura interna de corpos enterrados.

Este foi o primeiro trabalho com carcaças enterradas na região Neotropical e os resultados obtidos revelam diferenças interessantes quanto a velocidade de decomposição e a fauna encontrada, indicando sua relevância na interpretação de casos com corpos em situação semelhante nesta região. Além disso, mostra a importância de estudos nas diferentes regiões do país, os quais poderão fornecer dados adicionais para a entomologia forense.

## REFERÊNCIAS

- Allsopp, P.G. 1984. Checklist of the Hybosorinae (Coleoptera: Scarabaeidae) **Coleopterists Bulletin** **38**: 105-117.
- Almeida, L.M. & K.M. Mise. 2009. Diagnosis and key of the main families and species of South American Coleoptera of forensic importance. **Revista Brasileira de Entomologia** **53**: 227-244.
- Amendt, J., R. Krettek & R. Zehner. 2004. Forensic Entomology. **Naturwissenschaften** **91**: 51-65.
- Anderson, G. & S.H. Vanlaerhoven. 1996. Initial studies on succession on carrion in the carrion in Southwestern British Columbia. **Journal of Forensic Sciences** **41**: 617-625.
- Archangelsky, M., R.G. Beutel & A. Komarek. 2005. Hydrophilidae. *In*: Beutel, R.G. & R.A.B. Leschen (Eds.). **Coleoptera, Vol. 1: Morphology and Systematics (Archostemata, Adepaga, Myxophaga, Polyphaga partim)**. *In*: **Band/Volume IV Arthropoda: Insecta Teilband / Part 38. Handbook of Zoology**. Berlin, New York, De Gruyter. 567 p.
- Archer, M.S. 2003. Rainfall and temperature effects on the decomposition rate of exposed neonatal remains. **Science & Justice** **44**: 35-41.
- Arnaldos, M. I., M. D. Garcia, E. Romera, J. J. Presa & A. Luna. 2005. Estimation of postmortem interval in real cases based on experimentally obtained entomological evidence. **Forensic Science International** **149**: 57-65.
- Benecke, M. 2001. A brief history of forensic entomology. **Forensic Science International** **120**: 2-14.
- Benecke, M. & R. Lessig. 2001. Child neglect and forensic entomology. **Forensic Science International** **120**: 155-159.

- Bharti, M. & D. Singh. 2003. Insect Faunal Succession on Decaying Rabbit Carcasses in Punjab, India. **Journal of Forensic Sciences** **48**: 1-11
- Booth, R. G., M. L. Cox & R. B. Madge. 1990. **IIE Guides to Insects of Importance to Man: 3. Coleoptera**. London, International Institute of Entomology. 203 p.
- Bornemissza, G. F. 1957. An analysis of arthropod succession in carrion and the effect of its decomposition on the soil fauna. **Australian Journal of Zoology** **5**:1-12.
- Bourel, B., G. Tournel, V. Hédouin & D. Gosset. 2004. Entomofauna of buried bodies in northern France. **International Journal of Legal Medicine** **118**: 215-220.
- Breitmeier, D., U. Graefe-Kirci, K. Albrecht, M. Weber, H.D. Tröger & W.J. Kleemann. 2005. Evaluation of the correlation between time corpses spents in in-ground and findings at exhumation. **Forensic Science International** **154**: 218-223.
- Byrd, J.H. & J.L. Castner. 2009. Insects of forensic importance *In*: Byrd, J.H., J.L. Castner (eds.) **Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations**, CRC Press, Florida, 708 p.
- Campobasso, C. P., G. Vella & F. Introna. 2001. Factors affecting decomposition and Diptera colonization. **Forensic Science International** **120**: 18-27.
- Carvalho, L., P. Thyssen, A. Linhares & F. Palhares. 2000. A checklist of arthropods associated with pig carrion and human corpses in southeastern Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** **95**: 135-138.
- Carter, D.O., D. Yellowlees & M. Tibbett. 2008. Temperature affects microbial decomposition of cadavers (*Rattus rattus*) in contrasting soils. **Applied Soil Ecology** **40**: 129-137.
- Catts, E. P. & M. L. Goff. 1992. Forensic entomology in criminal investigations. **Annual Review of Entomology** **37**: 253-272.

- Chapman, R.F. & J.H.P. Sankey. 1955. The larger invertebrate fauna of three rabbit carcasses. **The Journal of Animal Ecology** **24**: 395-402.
- Costa Lima, A. 1952. **Insetos do Brasil**. 7º Tomo, Capítulo XXIX. Escola Nacional de Agronomia. 372 p.
- Cruz, T.M. & S.D. Vasconcelos. 2006. Entomofauna de solo associada à decomposição de carcaça de suíno em um fragmento de mata atlântica de Pernambuco, Brasil. **Biociências** **14**: 193-201.
- Dix, J. & M. Graham. 2000. **Time of death, decomposition and identification: an atlas**. CRC, Boca Raton, Fla. 117p.
- Easton, A.M. 1966. The Coleoptera of a dead fox (*Vulpes vulpes* (L.)); including two species new to Britain. **Entomologist's Monthly Magazine** **102**: 205-210.
- Easton, A.M. & K.G.V. Smith. 1970. The Entomology of the Cadaver. **Medicine Science and the Law** **10**: 208-215.
- Fiedler, G. & M. Graw. 2003. Decomposition of buried corpses, with special reference to the formation of adipocere. **Naturwissenschaften** **90**: 291-300.
- Forbes S.L., B.B. Dent & B.H. Stuart. 2005. The effect of the burial environment on adipocere formation. **Forensic Science International** **154**: 24-34.
- Forbes, S.L. & I. Dadour. 2009. The Soil Environment and Forensic Entomology. *In*: Byrd, J.H., J.L. Castner (eds.) **Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations**, CRC Press, Florida, 708 p.
- Gomes, L., G. Gomes, H. G. O. Oliveira, M. R. Sanches & C. J. Von Zuben. 2006. Influence of photoperiod on body weight and depth of burrowing in larvae of *Chrysomya megacephala* (Fabricius) (Diptera, Calliphoridae) and implications for forensic entomology. **Revista Brasileira de Entomologia** **50**: 76-79.

- Grebennikov, V.V. & A.F. Newton. 2009. Good-bye Scydmaenidae, or why the ant-like stone beetles should become megadiverse Staphylinidae *sensu latissimo* (Coleoptera). **European Journal of Entomology** **106**: 275–301.
- Habeck, D.H. 2002. Nitidulidae. *In*: Arnett, R.H. & M.C. Thomas (eds.) **American Beetles. Volume 2. Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea**. CRC Press: 861 p.
- Hall, R.D. 1990. Medicocriminal Entomology. *In*: Catts, E. P.; N. H. Haskell (eds.) **Entomology & Death: A Procedual Guide**. Clemson: Joyce's Print Shop. 180 p.
- Hall, W.E. 2001. Ptiliidae. *In*: Arnett, R.H. & M.C. Thomas (eds.) **American Beetles. Volume 1. Archostemata, Myxophaga, Adepaga, Polyphaga: Staphyliniformia**. CRC Press. 443 p.
- IAPAR - Instituto Agronômico do Paraná. 2009. **Cartas climáticas do Paraná**. Disponível on-line em: [http://200.201.27.14/Site/Sma/Cartas\\_Climaticas/Cartas\\_Climaticas.htm](http://200.201.27.14/Site/Sma/Cartas_Climaticas/Cartas_Climaticas.htm). Acesso em 16/11/2009.
- Jameson, M.L. 2002. Hybosoridae. *In*: Arnett, R.H. & M.C. Thomas (eds.) **American Beetles. Volume 2. Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea**. CRC Press: 861 p.
- Jíron, L.F. & V.M. Cartín. 1981. Insect Succession in the Decomposition of a Mammal in Costa Rica. **Journal of the New York Entomological Society** **89**: 158-165.
- Keh, B. 1985. Scope and applications of forensic entomology. **Annual Review of Entomology** **30**: 137-54.
- Kovarik, P.W. & M.S. Caterino. 2001. Histeridae. *In*: Arnett, R.H. & M.C. Thomas (eds.) **American Beetles. Volume 1. Archostemata, Myxophaga, Adepaga, Polyphaga: Staphyliniformia**. CRC Press. 443 p.
- Kovarik, P.W. & M.S. Caterino. 2005. Histeridae. *In*: Beutel, R.G. & R.A.B. Leschen (Eds.). **Coleoptera, Vol. 1: Morphology and Systematics (Archostemata, Adepaga,**

**Myxophaga, Polyphaga partim). In: Band/Volume IV Arthropoda: Insecta Teilband / Part 38. Handbook of Zoology.** Berlin, New York, De Gruyter. 567 p.

Kulshrestha, P. & D. K. Satpathy. 2001. Use of beetles in forensic entomology. **Forensic Science International 120**: 15-17.

Lewis, G., 1902. On new species of Histeridae and notices of others. **Annals and Magazine of Natural History 10**: 223-239.

Lord, W. D. 1990. Case histories of the use of insects in investigations *In*: Catts, E. P. & N. H. Haskell (eds.) **Entomology & Death: A Procedual Guide**. Clemson: Joyce's Print Shop. 180 p.

Lord, W.D. & J.R. Stevenson. 1986. **Directory of forensic entomologists**, 2<sup>nd</sup>. Ed. Def. Pest Mgmt. Info. Anal. Center, Walter Reed Army Medical Center, Washington, D.C. 42 p.

Luederwaldt, G. 1911. Os insectos necrophagos paulistas. **Revista do Museu Paulista 8**: 414-433.

Lundt, H. 1964. Ecological observations about the invasion of insects into carcasses buried in soil. **Pedobiologia 4**:158.

Mann, R.W., V.M. Bass & L. Meadows 1990. Time since death and decomposition of the human body: variables and observations in case and experimental field studies. **Journal of Forensic Sciences 35**: 103-111.

Marchiori, C.H., C.G. Silva E.R. Caldas, C.I.S. Vieira, K.G.S. Almeida, F.F. Teixeira & A.X. Linhares. 2000. Artrópodos associados com carcaça de suíno em Itumbiara, sul de Goiás. **Arquivos do Instituto Biológico 67**: 167-170.

Mazur, S. 1997. A world catalog of the Histeridae (Coleoptera: Histeroidea). **Genus International Journal of Invertebrate Taxonomy (Supplement) 373** p.

Mazur, S. 2001. Review of the Histeridae (Coleoptera) of México. **Dugesiana 8**: 17-66.



- Mégnin, J. 1894. **La faune des cadavres: application de l'entomologie à la médecine légale**. Encyclopedie Scientifique des Aides-Memoire. Masson et Gauthiers-Villars, Paris, 214 p.
- Mise, K.M., L.M. Almeida & M.O. Moura. 2007. Levantamento da fauna de Coleoptera que habita a carcaça de *Sus scrofa* L., em Curitiba, Paraná. **Revista Brasileira de Entomologia** **51**: 358-368.
- Mise, K.M., C.B.C. Martins, E.L. Köb & L.M. Almeida. 2008. Longer decomposition process and the influence on Coleoptera fauna associated with carcasses. **Brazilian Journal of Biology** **68**: 907-908.
- Mise K.M., R.C. Corrêa & L.M. Almeida. 2010. Effects of Freezing and Thawing over the Coleopterofauna Found on Carcasses. **Functional Ecosystems and Communities** (Aceito).
- Monteiro-Filho, E.L.A. & J.L. Penereiro. 1987. Estudo de decomposição e sucessão sobre uma carcaça animal numa área do estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia** **47**: 289-295.
- Moura, M.O., C.J.B. Carvalho & E.L.A. Monteiro-Filho. 1997. A preliminary analysis of insects of medico-legal importance en Curitiba, State of Paraná. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** **92**: 269-274.
- Motter, M.G. 1898. A contribution to the study of the fauna of the grave. A study of one hundred and fifty disinterments, with some additional experimental observations. **Journal of the New York Entomological Society** **6**: 201-231.
- Navarrete-Heredia, J.L., A.F. Newton, M.K. Thayer, J.S. Ashe & D.S. Chandler. 2002. **Guía ilustrada para los géneros de Staphylinidae (Coleoptera) de México**. Universidad de Guadalajara y CONABIO, México. 401 p.

- Newton, A.F., M.K. Thayer, J.S. Ashe & D.S. Chandler. 2001. Staphylinidae *In*: Arnett, R.H. & M.C. Thomas (eds.) **American Beetles. Volume 1. Archostemata, Myxophaga, Adephaga, Polyphaga: Staphyliniformia**. CRC Press. 443 p.
- Newton, A.F. 2005. Leiodidae. *In*: Beutel, R.G. & R.A.B. Leschen (Eds.). **Coleoptera, Vol. 1: Morphology and Systematics (Archostemata, Adephaga, Myxophaga, Polyphaga partim)**. *In*: **Band/Volume IV Arthropoda: Insecta Teilband / Part 38. Handbook of Zoology**. Berlin, New York, De Gruyter. 567 p.
- Ocampo, F.C. 2006. Phylogenetic analysis of the scarab family Hybosoridae and monographic revision of the New World subfamily Anaidinae 3. Phylogenetic analysis of the subfamily Anaidinae. **Bulletin of the University of Nebraska State Museum 19**:13-177.
- Oliveira-Costa. J. 2003. **Entomologia Forense – Quando os insetos são vestígios**. Campinas, SP: Millennium. 257 p.
- Özdemir, S. & O. Sert. 2009. Determination of Coleoptera fauna on carcasses in Ankara province, Turkey. **Forensic Science International 183**: 24-32.
- Payne, J.A. 1965. A summer carrion study of the baby pig *Sus Scrofa* Linnaeus. **Ecology 46**: 592-602.
- Payne, J.A., E.W. King & G. Beinhart. 1968. Arthropod succession and decomposition of buried pigs. **Nature 219**: 1180-1181.
- Payne, J.A. & E.W. King. 1969. Coleoptera Associated with Pig Carrion. **Entomologist's Monthly Magazine 105**: 224-232.
- Pessôa, S.B. & F. Lane. 1941. Coleópteros necrófagos de interesse médico-legal. **Arquivos de Zoologia do Estado São Paulo 2**: 389-504.

- Ratcliffe, B.C., M.L. Jameson & A.B.T. Smith. 2002. Scarabeidae *In*: Arnett, R.H. & M.C. Thomas (eds.) **American Beetles. Volume 2. Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea**. CRC Press: 861 p.
- Reed Jr., H.B. 1958. A Study of Dog Carcass Communities in Tennessee, with Special Reference to the Insects. **American Midland Naturalist** **59**: 213-245.
- Reginato, M., F.B. Matos, G.S. Lindoso, C.M.F. Souza, J.A. Prevedello, J.W. Morais & P.H.L. Evangelista. 2008. A vegetação na Reserva Mata Viva, Curitiba, Paraná, Brasil. **Acta Biológica Paranaense** **37**: 229-252.
- Rodriguez, W. C. III & W. M. Bass. 1985. Decomposition of buried bodies and methods that may aid in their location. **Journal of Forensic Sciences** **30**: 836-852.
- Schoenly, K. 1992. A statistical analysis of successional patterns in carrion-arthropod assemblages: Implications for forensic entomology and determination of the postmortem interval. **Journal of Forensic Sciences** **37**: 1489–1513.
- Scholtz, C.H. 1990. Revision of the Trogidae of South America (Coleoptera: Scarabaeoidea). **Journal of Natural History** **24**: 1391-1456.
- Scholtz, C. & V.V. Grebennikov. 2005. Scarabaeiformia. *In*: Beutel, R.G. & R.A.B. Leschen (Eds.). **Coleoptera, Vol. 1: Morphology and Systematics (Archostemata, Adephaga, Myxophaga, Polyphaga partim)**. *In*: **Band/Volume IV Arthropoda: Insecta Teilband / Part 38. Handbook of Zoology**. Berlin, New York, De Gruyter. 567 p.
- Shean, B.S., L. Messinger & M. Papworth. 1993. Observations of differential decomposition on sun exposed v. shaded pig carrion in coastal Washington State. **Journal of Forensic Sciences** **38**: 938-949.
- Smith, K. G. V. 1986. **A manual of forensic entomology**. British Museum, London. 205 p.

- Souza, A. M. & A. X. Linhares. 1997. Diptera and Coleoptera of potential forensic importance in southeastern Brazil: relative abundance and seasonality. **Medical and Veterinary Entomology 11**: 8-12.
- StatSoft Inc. 2004. Statistica (data analysis software system), version 7. www.statsoft.com.
- Tabor, K. L., R. D. Fell & C. C. Brewster. 2005. Insect fauna visiting carrion in Southwest Virginia. **Forensic Science International 150**: 73-80.
- Turner, B. & P. Wiltshire. 1999. Experimental validation of forensic evidence: a study of the decomposition of buried pig in a heavy clay soil. **Forensic Science International 101**: 113-122.
- Vanlaerhoven, S. L. & G. S. Anderson. 1996. Forensic entomology. Determining time of death in buried homicide victims using insect succession. **Canadian Police Research Center**: Technical report n° TR-02-96.
- Vanlaerhoven, S. L. & G. S. Anderson. 1999. Insect succession on buried carrion in two biogeoclimatic zones of British Columbia. **Journal of Forensic Sciences 44**: 32-43.
- Van Tassell, E.R. 2001. Hydrophilidae. *In*: Arnett, R.H. & M.C. Thomas (eds.) **American Beetles. Volume 1. Archostemata, Myxophaga, Adephaga, Polyphaga: Staphyliniformia**. CRC Press. 443 p.
- Velásquez. Y. 2008. A checklist of arthropods associated with rat carrion in a montane locality of northern Venezuela. **Forensic Science International 174**: 67-69.
- Walker Jr. & T.J. 1957. Ecological studies of the arthropods associated with certain decaying materials in four habitats. **Ecology 38**: 262-276.
- Wang, J., Z. Li, Y. Chen, Q. Chen & X. Yin. 2008. The succession and development of insects on pig carcasses and their significances in estimating PMI in south China. **Forensic Science International 179**: 11-18.

- Wenzel, R.L. 1976. XXVII. - Histeridae (Coleoptera) from Ecuador. Mission. Zoologique Belge aux îles Galapagos et en Ecuador. (N. et J. Leleup, 1964-1965) 3: 235-266.
- White, R. E. 1983. **A field guide to the beetles of North America. The Peterson field guide series 29.** Boston, Houghton Mifflin Company, 368 p.
- Wolff, M., A. Uribe, A. Ortiz & P. Duque. 2001. A preliminary study of forensic entomology in Medellín, Colombia. **Forensic Science International 120:** 53-59.