

**UNIVERSIDADE DE LISBOA**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS**  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA ANIMAL



**ENTOMOLOGIA FORENSE: ANÁLISE DA  
ENTOMOFAUNA EM CADÁVER DE *SUS SCROFA*  
(LINNAEUS), NA REGIÃO DE OEIRAS,  
PORTUGAL**

**Ana Maria de Almeida Marques**

MESTRADO EM BIOLOGIA HUMANA E AMBIENTE  
**2008**

**UNIVERSIDADE DE LISBOA**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS**  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA ANIMAL



**ENTOMOLOGIA FORENSE: ANÁLISE DA  
ENTOMOFAUNA EM CADÁVER DE *SUS SCROFA*  
(LINNAEUS), NA REGIÃO DE OEIRAS,  
PORTUGAL**

**Ana Maria de Almeida Marques**

**Dissertação orientada por:**  
Prof. Doutora Maria Teresa Rebelo (DBA/FCUL)

MESTRADO EM BIOLOGIA HUMANA E AMBIENTE  
**2008**

## NOTA PRÉVIA

Esclarece-se que os Capítulos da presente dissertação de Mestrado irão ser submetidos a revistas internacionais, depois de sujeitos a correcção. Tendo sido realizados em colaboração, a candidata esclarece que participou integralmente no planeamento, na análise e discussão dos resultados e na elaboração de todos os trabalhos apresentados.

Os artigos estão apresentados segundo as normas das revistas a que serão posteriormente submetidos:

- Ecological Society of America:

**Análise da entomofauna em cadáver de *Sus scrofa* (Linnaeus), na região de Oeiras, Portugal**

**Lista de artrópodes associados a cadáver de porco doméstico (*Sus scrofa*) em Oeiras, Portugal**

- Forensic Science International:

**Armadilha demográfica de isco**

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho beneficiou da contribuição de várias pessoas, às quais gostaria de agradecer.

Em primeiro lugar, à minha orientadora a Professora Doutora Maria Teresa Rebelo (FCUL, Portugal), agradeço ter-me ajudado na realização do projecto deste mestrado, um árduo arranque desta disciplina em Portugal. Agradeço também as ideias e correcções que foram imprescindíveis ao bom termo desta tese.

Gostaria de agradecer ao Mário e ao Israel do laboratório por terem aturado a minha música e as minhas manias, apoiando-me sempre.

Este trabalho certamente não seria possível sem a Margarida Lima e a Marisa Solapa. Tenho que lhes agradecer pelas manhãs passadas na EAN e pelos cafezinhos no ITQB. Sei que era tão chato acordar às 8h para apanhar o metro e ir olhar para uma porca morta, mas valeu a pena. Gostei dos nossos passeios na praia enquanto chovia muito e das fotos ao parque de estacionamento para cães...

Estiveram presentes quer chovesse torrencialmente, quer chovesse, sempre com o fatinho verde. Afinal não cheirava assim tão mal...

Tenho também que agradecer à Catarina Faustino e à Rita Branco. Elas são, sem dúvida uma parte importante de mim. Já lá vão muitos anos e muitas loucuras, muitos momentos de teste e muitos momentos sérios. Tenho que lhes agradecer pelas horas de apoio psicológico e reflexões existenciais que me propuseram. Todas as noites na discoteca, as noites no Flyman com o tradicional cafezinho, as conversas sobre o futuro e as baboseiras (principalmente minhas) inspiraram-me para continuar este trabalho e para ser sempre melhor.

Espero que continuemos assim, insanas por muitos anos.

A todos os amigos (ainda são bastantes...) que tive o prazer de conhecer na faculdade e que ajudaram a chegar onde estou, especialmente aos *Demented nine* e os seus apêndices. Em particular José, Carla, Nuno, Nélia, Raquel, Guilherme, Elsa, Daniel, André, Luís e Barbara.

À Catarina Santos por me ajudar no aliviar do stress do dia a dia, estes últimos meses têm sido uma correria com direito a muita cafeína e loucura. Agradeço também pelos momentos de riso e aqueles em que não nos devíamos rir, mas rimos.

Queria também agradecer ao meu caloiro Tomás Azevedo (que agora é Mestre) pelo apoio constante e pela insanidade partilhada. Um dia vamos ser Dr. e vamos ser importantes...

Aos meus familiares, amigos, colegas, mestres e todos aqueles que contribuíram, ao longo deste caminho, para que aqui chegasse (espero não me ter esquecido de ninguém, mas já sabem como eu sou...). Sabendo que aprendi muito com todos, usarei esses ensinamentos para continuar a aprender (e dominar o mundo!!!).

Por fim e sempre importantes quero agradecer aos meus pais, por me terem criado e por me terem aturado ao longo destes anos todos, devo-lhes quase (...) tudo o que sou hoje. Ao meu pai que teve a incrível paciência e habilidade de construir a minha armadilha, à minha mãe e ao meu mano simplesmente por estarem lá sempre que é preciso. Sem eles esta tese não teria sequer começado. Obrigado por me aturarem todos estes anos.

## ABSTRACT

For many years insects have been overlooked in forensic investigations although, with the development of biological studies and the expansion of information related to sarcosaprophagous insects this group was considered significant in the estimation of post-mortem interval (PMI). Through the use of model animals like the domestic pig (*Sus scrofa*), the succession of insect fauna can be analysed and data can be extrapolated to humans, due to similar biological functions.

The classification of the different states of decomposition in initial (fresh), putrefaction, dark putrefaction, butyric fermentation and dry, allowed, in temperate regions, the establishment of a parallel between these states and the insect fauna in the carrion, although they might be somewhat inconspicuous.

The insects found were classified according to their feeding habits: necrofagous, necrofilous, omnivorous, opportunists and accidentals. Within this classification, the families expected to be linked with the forensic field were: Calliphoridae, Muscidae, Phoridae, Staphylinidae and Ptinidae. Of all the families that can be related to decomposing animals, the Calliphoridae were the most abundant and most relevant, since they were the first ones to arrive at the carrion.

A strong relationship between the succession of animals and the climacteric conditions was anticipated. Later on, this data was confronted with the different stages of decomposition so that such a pattern of entomofauna could be found. The previously delimited stages of decomposition were related with the most important families, but both the climacteric data and the succession data didn't reveal any apparent pattern.

*Key words: Forensic entomology, Post mortem, Carrion, Diptera*

## RESUMO

Durante muitos anos, os insectos foram ignorados no campo da investigação forense mas, com o desenvolvimento do estudo da ecologia, da biologia e da sucessão dos insectos sarcosaprófagos, este grupo tornou-se importante para a estimação do intervalo pós-morte (IPM). Através do uso de animais modelo, como o porco doméstico (*Sus scrofa*), pode-se estudar as sucessões de entomofauna, sendo possível *à posteriori* extrapolar os dados obtidos para os humanos, devido a uma semelhança biológica e funcional entre eles.

A classificação dos estádios de decomposição em inicial (fresco), putrefacção, putrefacção escura, fermentação butírica e seco, permite, em climas temperados, estabelecer um paralelo entre estes e a entomofauna que aparece no cadáver, embora seja, por vezes, complexo devido aos estádios pouco conspícuos.

A classificação dos insectos foi realizada de acordo com o seu modo de alimentação: necrófagos, necrófilos, omnívoros, oportunistas e acidentais. Dentro desta classificação e das famílias relacionadas com a decomposição de animais, as consideradas de maior relevância no campo forense foram: Calliphoridae, Muscidae, Phoridae, Staphylinidae e Ptinidae. Os Calliphoridae foram o grupo mais abundante e de maior importância, uma vez que foram os primeiros a chegar ao cadáver.

Antecipou-se uma relação causal entre a presença destes insectos e as condições climáticas, embora tal não tenha sido verificado. Estes dados foram depois confrontados com os dados dos diferentes estádios de decomposição do cadáver, de modo a obter um padrão de sucessão da entomofauna, ou seja, analisou-se a associação de cada fase de decomposição delimitada com as famílias mais importantes mas, tanto os dados climatéricos como os de sucessão não revelaram qualquer padrão aparente.

*Palavras chave: Entomologia forense, Sucessão entomológica, Porco doméstico, Diptera*

# ÍNDICE

|  |           |
|--|-----------|
| NOTA PRÉVIA .....  | i         |
| AGRADECIMENTOS .....   | ii        |
| ABSTRACT .....   | iv        |
| RESUMO .....   | v         |
| ÍNDICE .....   | vi        |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....  | viii      |
| ÍNDICE DE TABELAS.....   | ix        |
| <b>INTRODUÇÃO GERAL.....</b>   | <b>1</b>  |
| Contexto histórico.....  | 2         |
| A decomposição e o cadáver .....   | 4         |
| O solo e o cadáver .....   | 6         |
| A entomofauna e o cadáver.....   | 7         |
| Enquadramento no mestrado .....  | 8         |
| Objectivos.....  | 9         |
| <b>CAPÍTULO I: Análise da entomofauna em cadáver de <i>Sus scrofa</i> (Linnaeus), na região de Oeiras, Portugal.....</b> | <b>10</b> |
| 1. Resumo.....   | 11        |
| 2. Abstract.....   | 11        |
| 3. Introdução .....  | 12        |
| 3.1. Sucessão entomológica .....   | 12        |
| 3.2. Caracterização do hábito alimentar da entomofauna .....   | 13        |
| 3.3. Efeito do clima na decomposição.....  | 14        |
| 3.4. Caracterização dos estádios de decomposição .....   | 14        |
| 4. Material e Métodos .....  | 15        |
| 4.1. Local de estudo .....   | 15        |
| 4.2. Recolha e manutenção de animais para a análise.....   | 17        |
| 4.3. Objecto de estudo: Porco doméstico ( <i>Sus scrofa</i> ) .....  | 17        |
| 4.4. Identificação do material entomológico .....  | 18        |
| 4.5. Dados climáticos .....  | 18        |



|   |    |
|---|----|
| 4.6. Análise estatística.....               | 18 |
| 5. Resultados .....                         | 19 |
| 5.1. Estádios de decomposição.....          | 19 |
| 5.2. Dados climatéricos .....               | 22 |
| 5.3. Dados de sucessão de entomofauna ..... | 22 |
| 6. Discussão.....                           | 26 |
| 7. Referências bibliográficas .....         | 27 |

**CAPÍTULO II: Lista de artrópodes associados a cadáver de porco doméstico (*Sus scrofa*) em Oeiras, Portugal..... 30**

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 1. Resumo .....                     | 31 |
| 2. Abstract .....                   | 31 |
| 3. Introdução .....                 | 31 |
| 4. Material e Métodos .....         | 32 |
| 5. Resultados .....                 | 33 |
| 6. Discussão.....                   | 35 |
| 7. Referências bibliográficas ..... | 36 |

**CAPÍTULO III: Armadilha demográfica de isco ..... 37**

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 1. Resumo .....                       | 38 |
| 2. Abstract .....                     | 38 |
| 3. Introdução .....                   | 38 |
| 4. Esquema geral da armadilha.....    | 39 |
| 5. Especificações de construção ..... | 40 |
| 6. Agente de conservação.....         | 41 |
| 7. Amostragem .....                   | 42 |
| 8. Referências bibliográficas .....   | 42 |

**CONSIDERAÇÕES FINAIS ..... 43**

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 46**

**ANEXOS ..... 50**

|               |    |
|---------------|----|
| Anexo 1 ..... | 51 |
| Anexo 2 ..... | 52 |
| Anexo 3 ..... | 53 |
| Anexo 4 ..... | 54 |

## ÍNDICE FIGURAS

|  |           |
|--|-----------|
| <b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....  | <b>1</b>  |
| <b>Figura 1</b> – a e b Ilustrações do tempo da Idade Média, talhas em madeira do século XV “ <i>Dances of the Death</i> ”, a Dança da Morte (Benecke 2004) .....  | 2         |
| <b>Figura 2</b> – Escultura de um esqueleto em marfim “ <i>Skeleton in the Tumba</i> ”, onde o coração é substituído por uma mosca. Muito comuns na época da Renascença (Benecke 2004) .....   | 3         |
| <br><b>CAPÍTULO I: Análise da entomofauna em cadáver de <i>Sus scrofa</i> (Linnaeus), na região de Oeiras, Portugal</b> .....  | <b>10</b> |
| <b>Figura 1</b> – Localização da armadilha numa imagem da EAN por satélite (www.google.com).....   | 16        |
| <b>Figura 2</b> – Material usado na recolha diária das amostras do cadáver (foto de A. Marques) .....  | 17        |
| <b>Figura 3</b> – Fotos ilustrativas das principais alterações sofridas pelo cadáver em cada estágio de decomposição. a) Estádio inicial; b) Estádio de Putrefacção; c) Estádio de Putrefacção escura; d) Estádio de Fermentação butírica (foto de A. Marques) .....                   | 20        |
| <b>Figura 4</b> – Condições ambientais (temperatura e humidade relativa) na região de Oeiras, no período de amostragem. Dados fornecidos pelo INMG .....   | 22        |
| <b>Figura 5</b> – Significância (em %) de cada ordem em relação ao número de indivíduos recolhidos na amostra .....  | 23        |
| <b>Figura 6</b> – Abundância das famílias mais importantes a nível forense em relação aos diferentes estádios de decomposição .....  | 24        |
| <b>Figura 7</b> – Dados das famílias consideradas de importância forense e a sua relação com dados climatéricos como temperatura e humidade relativa .....   | 25        |
| <br><b>CAPÍTULO III: Armadilha demográfica de isco</b> .....   | <b>37</b> |
| <b>Figura 1</b> – Armadilha demográfica. (a) Vista superior sem cúpula, setas mostram entradas na armadilha e entradas nos frascos de recolha. (b) Vista lateral da armadilha com pormenor dos frascos de recolha. (c) Foto da armadilha no local de estudo (foto de A. Marques) ..... | 39        |

## ÍNDICE DE TABELAS

|  |           |
|--|-----------|
| <b>CAPÍTULO I:</b> Análise da entomofauna em cadáver de <i>Sus scrofa</i> (Linnaeus), na região de Oeiras, Portugal .....  | <b>10</b> |
| <b>Tabela 1</b> – Duração dos diferentes estádios de decomposição no cadáver de porco doméstico, através da observação das fotografias diárias do local de amostra ..... | 20        |
| <b>Tabela 2</b> – Número (abundância) total e percentagem de famílias atraídas ao longo dos diferentes estádios de decomposição.....                                     | 21        |
| <br><b>CAPÍTULO II:</b> Lista de artrópodes associados a cadáver de porco doméstico ( <i>Sus scrofa</i> ) em Oeiras, Portugal.....                                       | <b>30</b> |
| <b>Tabela 1</b> – Indivíduos adultos recolhidos numa zona de vinha na Estação Agronómica Nacional (EAN) em Oeiras, Portugal, de Dezembro de 2007 a Março de 2008 .....   | 33        |



# Introdução Geral

"Where the world ceases to be the scene of our personal hopes and wishes, where we face it as free beings admiring, asking and observing, there we enter the realm of Art and Science"  
*Albert Einstein*

## INTRODUÇÃO GERAL

### Contexto histórico

Os primeiros casos de Entomologia Forense documentados reportam para um advogado chinês e para o investigador Sung Tz'u, no século XIII no livro médico-legal deste mesmo investigador (Sung Tz'u 1981). No seu livro, Sung Tz'u descreve o caso como um agricultor que foi vítima de esfaqueamento perto de um campo de arroz; no dia após o homicídio, o investigador reúne todos os suspeitos e as suas ferramentas (gadanhas) foram colocadas no solo. Não se encontraram evidências óbvias, mas uma das gadanhas atraiu inúmeros insectos do género *Calliphora* (*Blowflies*), aparentemente devido a vestígios invisíveis de sangue na lâmina. Confrontado com os achados, o culpado confessou o homicídio do agricultor (Benecke 2001).

No Ocidente, a correlação entre as larvas num cadáver e a oviposição de moscas adultas não foi reconhecida. A ideia de geração espontânea prevalecia, acreditando-se que os insectos se poderiam desenvolver a partir de matérias como a serradura (Amendt *et al.* 2004). No entanto, alguns especialistas legais e médicos, escultores, pintores e poetas dedicaram-se a observar de perto a decomposição de corpos humanos. Os documentos mais antigos que ilustram larvas em corpos humanos datam da Idade Média, incluindo talhas em madeira do século XV “*Dances of the Death*” (Figura 1), e o intrincado trabalho no marfim “*Skeleton in the Tumba*” (Figura 2), do século XVI.



Figura 1 – **a** e **b** Ilustrações do tempo da Idade Média, talhas em madeira do século XV “*Dances of the Death*”, a Dança da Morte (Benecke 2004).



Figura 2 – Escultura de um esqueleto em marfim “*Skeleton in the Tumba*”, onde o coração é substituído por uma mosca. Muito comuns na época da Renascença (Benecke 2004).

Este tipo de arte descreve pormenorizadamente o padrão da redução de massa corporal mediada pela acção dos insectos, particularmente a esqueletização do crânio e a redução dos órgãos internos, com grande parte da pele ainda intacta (Figuras 1 e 2) (Benecke 2004). O poema “*Une Charogne*” do poeta francês Charles Baudelaire (1821-1867) é muitas vezes mencionado neste contexto, visto conter observações dos estádios de decomposição dos cadáveres humanos, incluindo uma referência exacta ao som das larvas no interior do corpo ([fleursdumal.org/poem/126](http://fleursdumal.org/poem/126)). Um século mais cedo, em 1767, o biólogo Carl von Linné faz uma observação bastante famosa; ele diz que três moscas conseguem destruir um cavalo mais depressa que um leão (no sentido de produzirem grandes massas larvares) (Benecke 2004).

Durante as exumações em massa, na França e Alemanha, nos séculos XVIII e XIX, médicos legais observaram que corpos enterrados são habitados por muitos tipos de artrópodes.

No início do século XIX, começou a verificar-se que os insectos eram atraídos pelos cadáveres num estado precoce de decomposição, tendo sido compilada uma lista de insectos necrófagos, incluindo moscas e escaravelhos. Também se descreveram as possibilidades e problemas associados ao uso de insectos para a estimação do intervalo pós-morte (IPM), muitas dessas conclusões permanecem relevantes (Amendt *et al.* 2004).

Assim se deu o início da disciplina de Entomologia Forense, sendo creditada em muitos tribunais a partir do final do século XIX (Amendt *et al.* 2004). Durante muito tempo, a disciplina de Entomologia Forense foi definida como a ciência que aplica o conhecimento dos insectos (e outros artrópodes) a procedimentos civis e julgamentos criminais (Turchetto e Vanin 2004).

Nos anos seguintes, diversos assuntos relacionados com a Entomologia Forense foram explorados, como por exemplo a fauna presente nas sepulturas, a esqueletização dos corpos e as alterações sofridas no cadáver pelos insectos (Amendt *et al.* 2004). Todavia, dados de biologia, ecologia e sucessão de insectos necrófagos (Bornemissza 1957) não foram considerados nos estudos forenses. Leclercq e Leclercq (1948); Nuorteva (1959a, 1959b); Nuorteva (1965) e Leclercq (1983), foram os primeiros a usar a Entomologia Forense na determinação do intervalo pós-morte, na Europa.

No final do século XX, a Entomologia Forense foi aceite em muitos países como uma ferramenta forense importante (Goff *et al.* 1991; Greenberg 1991; Catts e Goff 1992; Introna *et al.* 1998, 2001). Esta disciplina manteve-se principalmente devido ao médico Leclercq e ao biólogo Nuorteva, que conservaram um interesse nos casos judiciais, criando mais bases para o desenvolvimento desta disciplina.

Desde então, foram realizadas investigações fundamentais e aplicações avançadas da Entomologia Forense nos Estados Unidos, Rússia e Canadá com o intuito de resolver casos judiciais de rotina. Actualmente, investigadores em todo o mundo usam a entomologia em investigações criminais, incluindo homicídios e casos mediáticos.

#### *A decomposição e o cadáver*

A taxa de decaimento pós-morte pode ser afectada por várias variáveis de diferente natureza, quer seja em relação ao corpo (factores intrínsecos) como ao ambiente externo (factores extrínsecos) (Knight 1991). Entre os factores intrínsecos que podem afectar a decomposição estão a idade (putrefacção é mais lenta em fetos e recém-nascidos), a constituição (corpos obesos decompõem mais rapidamente devido à maior quantidade de líquido nos tecidos que facilita a propagação de bactérias), a causa da morte (putrefacção é favorecida em corpos com infecções sépticas ou em morte por asfixia, pois promove a difusão bacteriana), a integridade do cadáver (cortes no corpo podem ser pontos de entrada para bactérias e insectos), etc. (Henssge e Madea 2004). Em relação aos factores extrínsecos, destacam-se a temperatura ambiente (temperaturas entre os 25 e 35°C são óptimas para o desenvolvimento de bactérias), ventilação e humidade do ar (ambientes secos e ventosos desidratam rapidamente os corpos, mumificando-os; ambientes húmidos ensopam os tecidos e diminuem a taxa de decomposição), roupa (pode diminuir o arrefecimento pós-morte e favorecer o início da decomposição). Por vezes predadores de moscas ou mamíferos (cães, raposas, gatos, aves) podem ter um papel importante na decomposição dos corpos (Campobasso *et al.* 2001).

Após a morte, os fenómenos que acontecem no corpo são divididos em fenómenos abióticos, logo após a cessação das actividades vitais (marcadores negativos) e fenómenos transformativos, seguindo uma linha temporal que causa modificações extensivas da morfologia e da estrutura do cadáver (marcadores positivos) (Henssge *et al.* 1995).

Fenómenos abióticos podem ser imediatos, ou seja, evidentes assim que as funções vitais do coração, pulmões e cérebro param (perda de consciência, sensibilidade, movimento, rigidez muscular, ausência de respiração e circulação). Estes fenómenos também podem ocorrer algum tempo após a morte (arrefecimento do corpo, *hypostasis*, rigor mortis, desidratação e acidificação) (Henssge *et al.* 1995).

Os fenómenos transformativos podem ser mais destrutivos, causando a decomposição da matéria orgânica (autólise, autodigestão e putrefacção), ou mais conservativos, causando uma transformação anormal no corpo consoante as condições ambientais (maceração em cadáveres imersos ou mumificação em ambientes extremamente secos) (Campobasso *et al.* 2001).

Depois da morte, a maioria dos cadáveres inicia a putrefacção que é considerado o processo mais importante de destruição de matéria orgânica; aqueles que não iniciam este processo podem sofrer de mumificação ou conversão para uma substância cerosa chamada adipocera (Campobasso *et al.* 2001).

Para uma análise mais detalhada das alterações pelas quais o cadáver passa, seguiu-se a divisão da taxa de decomposição em cinco estádios principais, segundo Bornemissza (1957): inicial (fresco), putrefacção, putrefacção escura, fermentação butírica e seco. No estádio inicial, a carcaça só apresenta decomposição internamente, sendo propícia para a actividade de microorganismos como bactérias, protozoa e nemátodes, presentes no corpo antes da sua morte. *Escherishia coli* e outras bactérias começam a multiplicar-se, atacando o sangue e os intestinos, levando à formação de gás (Clark *et al.* 1997 ver em Haglung e Sorg 1996; Introna e Campobasso 2000). No estádio de putrefacção, a carcaça começa a acumular gases no interior e outros órgãos são afectados. Grandes quantidades de Sulfureto de hidrogénio (H<sub>2</sub>S) reagem com a hemoglobina e formam um pigmento verde que inicialmente é evidente nos vasos sanguíneos superficiais, mas que mais tarde se desenvolve nos locais onde a lividez é mais acentuada (Henssge *et al.* 1995). O odor de decomposição acentua-se. No estádio de putrefacção escura, o corpo rompe e dá-se o escape dos gases, havendo exposição dos tecidos escuros e um odor de putrefacção muito intenso. Na fase de fermentação butírica, a carcaça seca por fora, apresentando ainda algum tecido fresco. A superfície ventral da carcaça desenvolve fungos com um odor característico. Na última fase, a fase seca, a velocidade de



decomposição diminui, e a carcaça seca até se esqueletizar por completo. Esta última fase só é visível no Verão, pois necessita de condições especiais para ocorrer, como temperatura elevada e parca humidade relativa (Arnaldos *et al.* 2004), para não haver uma rehidratação dos tecidos.

Estes estágios são muitas vezes usados para caracterizar alterações sofridas no cadáver, mas podem não ser conspícuos. A duração e caracterização destes estádios é grandemente afectada pela sazonalidade, temperatura, modo de exposição (enterrado, imerso, sobre o solo) e acessibilidade dos insectos, entre muitos outros factores, o que os torna por vezes difíceis de caracterizar e relacionar com o aparecimento da entomofauna (Schoenly *et al.* 2006), como foi descrito em cima. Alguns autores como Schoenly e Reid (1987) afirmam que apenas numa minoria dos casos, os estádios de decomposição coincidem com episódios de alteração da entomofauna, logo estes estádios devem ser usados com precaução e apenas como indicadores das alterações físicas sofridas pelo cadáver.

Para além da divisão da taxa de decomposição do indivíduo, é importante retratar mais detalhadamente algumas das alterações sofridas por este imediatamente após a sua morte, sendo bastante conspícuo o aparecimento de algumas características determinantes. A temperatura corporal diminui (*algor mortis*) e a pele ruboriza (*livor mortis*), o que se torna evidente após duas horas pós-morte. Isto é consequência da acção da força da gravidade sobre o sangue nas diferentes partes do corpo (*Pooling*). Após algumas horas, a cor muda de vermelho para púrpura quando há uma dissociação gradual do oxigénio da hemoglobina. Cerca de quatro a seis horas após o óbito, a lividez é fixada, porque a gordura da derme solidifica nos capilares. Outro indício da morte é o enrijecimento das fibras musculares devido ao catabolismo do glicogénio e à acumulação de ácido láctico (*rigor mortis*). Isto é primeiramente visível nos músculos faciais, duas a três horas pós-morte e atinge o seu máximo após vinte e quatro horas (Amendt *et al.* 2004).

#### *O solo e o cadáver*

Produtos da decomposição que passam para o solo durante as diferentes fases de decomposição afectam grandemente o solo, as plantas presentes e a fauna associada. Existem poucos estudos relacionados com estas alterações provocadas pelo cadáver. Fourman (1938), notou que sob grande acumulação de húmus em locais húmidos, há uma maior actividade bacteriana que, juntamente com alguns produtos como fenóis, destroem as plantas adultas presentes no local e esterilizam as suas sementes. Esta destruição assemelha-se à realizada pela presença de um cadáver, visto este libertar elevados níveis de fenóis para o solo (ver em Bornemissza 1957).

Por outro lado, há um vigoroso crescimento da vegetação na orla do cadáver, o que indica que os fluidos de decomposição não estão tão concentrados nessa área e que estes podem ter um efeito estimulante nas plantas da zona. As larvas de vários insectos da fauna sarcosaprófaga que se enterram no solo para puparem e os seus resíduos biológicos (excrementos, etc.) também podem ter contribuído para este maior crescimento da vegetação. Esta é uma das poucas contribuições que se podem observar da fauna do cadáver para a alteração do solo (Bornemissza 1957).

#### *A entomofauna e o cadáver*

A diferença de exploração do corpo ao longo de cada etapa de decomposição, assim como o conhecimento de cada período de tempo ocupado por cada estágio de desenvolvimento do insecto, associado a parâmetros abióticos como temperatura e humidade, permitem a utilização destes artrópodes para a estimação do intervalo pós-morte (Catts e Goff 1992).

Cada grupo de artrópodes desempenha um papel diferente nos diversos estádios de decomposição da matéria orgânica. O seu desenvolvimento no cadáver é afectado por vários factores, sendo a temperatura o mais importante, afectando a taxa de desenvolvimento e podendo provocar diapausa (o suspender completo do desenvolvimento), o que afecta os posteriores estudos de sucessão entomológica (Lefebvre e Pasquerault 2004).

Espécies de insectos com uma grande distribuição geográfica sofrem com as alterações significativas na duração do dia ao longo do ano. Estando estas espécies adaptadas a diferentes nichos ecológicos, a mesma espécie pode ser encontrada em vários fotoperíodos diferentes, condicionando o seu desenvolvimento. O fotoperíodo crítico que induz a diapausa vai ser maior em populações que ocupam uma distribuição mais a Norte (Amendt *et al.* 2004). Mas não é só o fotoperíodo que influencia a incidência de diapausa; Amendt *et al.* (2004) assumem no seu trabalho que as moscas necrófagas cessam a sua actividade abaixo dos 10-12°C, o que pode influenciar o aparecimento destes taxa, especialmente nos primeiros dias de colonização.

Mas, ao contrário do fotoperíodo, a temperatura é uma grandeza que pode conter ruído, ou seja, pode ser sujeita a grandes variações num curto espaço de tempo ou de ano para ano. O aumento constante da temperatura leva a uma redução do tempo de diapausa em famílias de grande importância forense. A duração do período de diapausa também é muito importante, embora ainda hoje os investigadores não tenham conseguido criar um modelo (Amendt *et al.* 2004).

A oviposição também é afectada por estes factores, sendo, de um modo geral, mais propícia a ocorrer no início da tarde, quando a temperatura é mais elevada. À noite, ela tende a não ocorrer (Nuorteva 1959a), mas alguns autores recomendam que o fenómeno de oviposição nocturna seja tomado em consideração também (Greenberg 1990), visto já ter sido observado em certos grupos de insectos.

Vários autores sugerem que tem que haver um cuidado na interpretação dos resultados dos estudos em carcaças animais. Norris (1965) observou que experiências realizadas em condições diferentes das naturais e com alterações mínimas em alguns parâmetros podem alterar grandemente o resultado das experiências. Por exemplo, os insectos respondem diferentemente a um cadáver retalhado comparando com um cadáver intacto. O tamanho do cadáver e a espécie animal usada também afectam o comportamento da entomofauna (Keh 1985).

Em relação à entomofauna que se espera encontrar no cadáver, os grupos que são considerados de maior importância forense são os Diptera, os Coleoptera, os Himenoptera e os Araneida. Estes quatro grupos podem representar cerca de 78% da fauna sarcosaprófaga (Payne 1965). Dentro destas ordens, famílias como os Staphylinidae, Ptinidae, Calliphoridae, Sarcophagidae e Muscidae tomam uma importância elevada como indicadores forenses ajudando no cálculo do intervalo após a morte. Outras famílias podem ser consideradas como indicadores forenses da área, mas para isso, é necessário que seja elaborada uma lista com todos os insectos do local, quer associados ao cadáver, quer associados à flora presente (Carvalho *et al.* 2000).

### *Enquadramento no mestrado*

No âmbito do mestrado em Biologia Humana e Ambiente, este trabalho representa uma abordagem pioneira à área de Entomologia Forense, sendo de grande importância a construção de uma lista, relativa ao local de estudo, de todos os insectos que podem constituir a fauna sarcosaprófaga e a fauna associada à flora do local de estudo.

A criação de diagramas com curvas de crescimento (da eclosão até ao pico de alimentação – *isomegalen*; da oviposição até à eclosão - *isomorphen*) em relação à temperatura (Grassberger e Reiter 2001) permite ter uma referência do desenvolvimento de cada espécie consoante a temperatura do local, podendo-se assim estimar o desenvolvimento do insecto e extrapolar os resultados para outras zonas geográficas, mediante correcção de resultados com o diagrama local.

O trabalho realizado com um animal modelo como o porco doméstico permite que os resultados sejam extrapolados para os humanos, o que pode trazer um renovado interesse sobre esta disciplina.

### *Objectivos*

Neste trabalho teve-se como objectivo principal a caracterização da diversidade e sucessão da entomofauna colonizadora de um corpo de porco doméstico (*Sus scrofa*), considerando as diversas alterações que ocorrem nos diferentes estádios de decomposição do cadáver.

Pretendeu-se também estudar o grau de correlação entre a sucessão da entomofauna e os estádios de decomposição do cadáver de porco doméstico.

Para isso, foi construída uma nova armadilha baseada na construída por Schoenly (1981), mas que permite o estudo de indivíduos de maiores dimensões, assim como a fauna do solo. Esta armadilha permitiu salvar o cadáver de outros animais que o pudessem danificar e assim prejudicar a análise (*scavengers*). A armadilha também permitiu a recolha mais eficaz da fauna sarcosaprófaga, visto ter frascos de recolha próprios.

Fez-se uma observação directa das fotos retiradas diariamente e, com essa informação, construiu-se a linha temporal de alterações do cadáver, marcando os eventos significantes e relacionando-os com alterações significativas da constituição da entomofauna. Após essa análise, ainda se confrontou essa linha temporal com os dados climatéricos fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica (INMG) para tentar encontrar alguma relação.

# Capítulo I

**Análise da entomofauna em cadáver de *Sus scrofa*  
(Linnaeus), na região de Oeiras, Portugal**

MARQUES, Ana; REBELO, Maria Teresa

## 1. RESUMO

Embora os insectos sejam os primeiros organismos a colonizar um cadáver, há pouca informação sobre a entomofauna associada à decomposição de vertebrados em Portugal. Este estudo visou investigar a diversidade e abundância de insectos recolhidos na vizinhança de uma carcaça de porco doméstico *Sus scrofa* (Linnaeus), na região litoral de Portugal, Oeiras. Uma armadilha semelhante à descrita por Schoenly (1981) foi depositada numa pequena clareira rodeada por arbustos e vinha. Os insectos foram colectados diariamente durante um período de 2 meses.

Das 53 famílias que foram recolhidas durante a análise, 5 foram consideradas de maior importância forense (Phoridae, Muscidae, Calliphoridae nos Diptera e Ptinidae e Staphylinidae nos Coleoptera).

Houve diferenças no padrão de diversidade de insectos de acordo com a fase de decomposição, embora muitos grupos tenham ocorrido em todos os estádios.

Os estádios de decomposição definidos por Bornemissza não foram todos observados na análise; o estágio seco não se apresentou e não se quantificaram diferenças entre o estágio de putrefacção escura e o estágio de fermentação butírica.

As quatro categorias ecológicas dos insectos associados à decomposição da carcaça foram registadas: necrófagos, predadores ou parasitóides, omnívoros e visitantes acidentais, embora só as primeiras duas tenham sido consideradas por serem de maior importância forense.

*Palavras chave: Entomologia Forense, Diptera, Oeiras, Decomposição, Porco Doméstico*

## 2. ABSTRACT

Although the insects are the first ones to colonize the carrion, there is little information about this type of fauna associated with vertebrate decomposition in Portugal. This study intended to investigate the diversity and the abundance of insects collected on and near a domestic pig (*Sus scrofa* Linnaeus) carcass, in the Portuguese littoral, Oeiras. A trap, similar to the one described by Schoenly (1981) was laid in a small clearing surrounded by bushes and vines. The insects were collected daily for 2 months.

From the 53 families collected during the analyses, 5 were considerate of utmost importance in Forensic Entomology (Phoridae, Muscidae, Calliphoridae in Diptera and Ptinidae and Staphylinidae in Coleoptera).

There were differences in the pattern of distribution of insects according to the decomposition stage, although many different groups occurred in several stages.

The decomposition stages defined by Bornemissza weren't all observed; the dry stage didn't occur and the dark putrefaction and butyric fermentation didn't show any significant differences.

The four ecological categories of insects associated with the decomposition process were registered: necrophagous, predators or parasites, omnivores and accidental visitors, although only the first two categories have been considered of forensic importance.

*Key words: Forensic Entomology, Diptera, Oeiras, Decomposition, Domestic Pig*

### 3. INTRODUÇÃO

Com o avanço da ciência em Portugal, é importante o estudo e desenvolvimento da disciplina de Entomologia Forense, uma ciência que, mesmo a nível global se classifica ainda como emergente (Benecke 2004).

Na região mediterrânea, mais especialmente em Portugal continental, existe pouca informação sobre a fauna associada a cadáveres. Este tipo de estudos pode ajudar em inúmeros contextos, incluindo o social, visto ser possível a extrapolação dos resultados para os humanos, ajudando assim na resolução de casos judiciais.

Neste trabalho, a pesquisa da entomofauna associada ao cadáver foi feita através do uso de um cadáver de porco doméstico, considerado como animal modelo (Schoenly *et al.* 2006). Usando a observação directa do cadáver, a fauna recolhida diariamente e os dados climatéricos, tentou-se observar uma relação que permitisse criar uma base para futuros estudos.

#### 3.1. Sucessão entomológica

Na decomposição de um cadáver, os microorganismos dominam a decomposição, mas os insectos são dos primeiros seres vivos a colonizar o cadáver (Goff 2000), afectando a taxa a que este se decompõe. Diferenças notáveis têm sido detectadas nos processos de decomposição, especialmente relacionadas com o

tempo de desintegração, sendo mais rápido na presença dos insectos do que na sua ausência (Payne 1965).

O cadáver é um micro ecossistema discreto e efémero com padrões dependentes do tempo e, por isso, torna-se um sistema ideal para o estudo das comunidades nele presentes e as suas sucessões ao longo do tempo (Schoenly e Reid 1987).

Após a morte, uma sucessão de fungos, bactérias e animais colonizam o cadáver. Como resultado da sua actuação e do avançar da decomposição, o substrato onde o cadáver se encontra vai sofrer alterações na sua composição (Bornemissza 1957).

Os insectos, por serem os primeiros a detectar um cadáver e por estarem presentes em todos os estádios de decomposição são de grande importância para as investigações criminais. Algumas espécies são específicas de certas áreas e estações do ano, sendo a sua incidência fortemente marcada pela flora e fauna da região (Carvalho *et al.* 2000).

Os insectos apresentam uma atracção selectiva para os diferentes estádios de decomposição do corpo, formando comunidades complexas dentro das espécies necrófagas e seus predadores, parasitas e parasitóides. Uma sucessão de alterações rápidas e contínuas não permite ao micro ecossistema do cadáver um estágio estável e de equilíbrio dentro da comunidade animal (Turchetto e Vanin 2004). Assim, a comunidade apresenta-se como uma série de sucessões faunísticas, que permitem estimar quando (e onde) a morte ocorreu.

### 3.2. Caracterização do hábito alimentar da entomofauna

Os grupos de insectos são, muitas vezes, divididos pelos seus hábitos alimentares (Bornemissza 1957). A classificação usual da fauna sarcosaprófaga é realizada em cinco grupos ecológicos distintos: necrófagos, que chegam primeiro e se alimentam do cadáver; necrófilos, que se alimentam dos necrófagos, dentro do corpo, por predação ou parasitismo; omnívoros que se alimentam do cadáver e da flora circundante; oportunistas, que usam o corpo como refúgio e fonte de calor; e os acidentais, em que a presença se deve ao acaso (Arnaldos *et al.* 2004).

Em geral, necrófagos, necrófilos e omnívoros são os grupos mais importantes nos estudos forenses. Dentro destes, os necrófagos que aparecem numa sequência previsível são os mais importantes para estimar o intervalo pós-morte (Arnaldos *et al.* 2004).



### 3.3. Efeito do clima na decomposição

Poucos estudos são realizados no Mediterrâneo, no sentido de entender as sucessões de entomofauna deste tipo particular de clima. Tem-se vindo a verificar uma crescente preocupação em conhecer e catalogar as espécies que podem surgir, de modo a criar um elo de ligação entre a sucessão de entomofauna presente no cadáver e as condições atmosféricas exteriores (Henssge *et al.* 2000a, 2000b; Grassberger e Reiter 2001; Romera *et al.* 2003; Arnaldos *et al.* 2004; Lefebvre e Pasquerault 2004; Turchetto e Vanin 2004).

Os insectos são um grupo muito versátil, onde cada elemento apresenta um papel diferente nos diversos estádios de decomposição da matéria orgânica. Vários factores ambientais podem afectar os insectos, sendo que o mais importante é a temperatura. Este factor abiótico pode afectar a taxa de desenvolvimento do insecto, podendo provocar diapausa (o suspender completo do desenvolvimento), o que altera os estudos de sucessão entomológica e a incidência das diferentes espécies ao longo do tempo (Lefebvre e Pasquerault 2004). Amendt *et al.* (2004) defendem que a actividade de certas espécies de moscas necrófagas pode ser reduzida abaixo dos 10-12°C, o que influencia o ritmo biológico da espécie (oviposição e tempo de colonização do cadáver), especialmente à noite, quando a temperatura desce (Nuorteva 1959a).

Introna *et al.* (2001) afirmam que temperaturas abaixo dos 0°C podem provocar a morte de algumas larvas (maioria do primeiro e segundo instar), contudo, se os ovos forem colocados em locais protegidos ou as larvas completamente desenvolvidas se mantiverem numa massa, então elas podem sobreviver a esta baixa da temperatura. Os agregados larvares são capazes de produzir calor, conseguindo assim aumentar a temperatura do seu habitat vários graus acima da temperatura ambiente (mais 10°C que a temperatura ambiente).

Outra maneira da temperatura afectar a decomposição é, quando em ambientes extremamente secos, o cadáver inicia rapidamente o processo de mumificação. Fêmeas de moscas conseguem reconhecer tecidos mais desidratados como lugares inóspitos para a colocação dos seus ovos que precisam de humidade e acessibilidade ao ar. Com o avançar da decomposição e da liquefacção dos tecidos, o ambiente no cadáver torna-se mais húmido e, por isso, mais propício para a oviposição.

### 3.4. Caracterização dos estádios de decomposição

Uma das divisões da taxa de decomposição mais usada é a de Bornemissza (1957), em que existem 5 divisões principais: inicial (fresco), putrefacção, putrefacção escura, fermentação butírica e seco.

Alguns autores como Schoenly *et al.* (2006) afirmam que estes estádios devem ser considerados apenas como indicadores das alterações físicas sofridas pelo cadáver e não como orientadores da análise, visto eles poderem não ser conspícuos.

A duração dos estádios é grandemente afectada por factores abióticos, assim como pela acessibilidade que os insectos têm ao cadáver (se este está emerso, enterrado, coberto com tecido, etc.), logo apenas numa minoria dos casos, os estádios de decomposição coincidem com episódios de alteração da entomofauna (Schoenly e Reid 1987).

No Mediterrâneo, os primeiros estudos desenvolvidos em Entomologia Forense foram realizados por Tantawi (1996), usando como isco cadáveres de coelhos. O seu estudo concentrou-se mais na correlação de algumas espécies de insectos com a fauna sarcosaprófaga. Ainda hoje, estudos sobre a entomofauna são escassos e as relações entre os insectos no cadáver desconhecidas para vários locais da Península Ibérica, incluindo Portugal. Tem-se vindo a verificar uma crescente preocupação em conhecer e catalogar as espécies que podem surgir, de modo a criar um elo de ligação entre a sucessão de entomofauna presente no cadáver e as condições atmosféricas exteriores.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Local de estudo

O local onde o trabalho foi realizado apresenta a uma latitude de 38°N e a uma longitude de 9°W e é situado na Estação Agronómica Nacional (EAN), em Oeiras, no litoral de Portugal (Figura 1). O clima é Mediterrânico, sofrendo uma influência dos ventos vindos do Deserto do Saara, que o tornam mais quente e seco.

O clima mediterrâneo é quente e seco no Verão e instável e húmido no Inverno. O período de chuva dá-se durante 2 a 4 meses, no Inverno, sendo raro ocorrer precipitações no resto do ano (IPCC 2001; Universidade de Évora 2002).

A Estação Agronómica Nacional, que se localiza no concelho de Oeiras, ocupa uma área de 130 hectares. Além de ter uma área reservada à manutenção de certos animais, grande parte do seu terreno é ocupada com vinha e bosque.

Foi escolhido um local com sombra permanente para a colocação da armadilha, de modo a proteger a integridade física desta e a interferência que o sol directo pode ter na comunidade de entomofauna presente, assim como na taxa de decomposição do cadáver (Romera *et al.* 2003).

A flora existente perto do local de colocação da armadilha era caracterizada pela presença de uma grande vinha e um bosque.

O solo apresentava uma constituição barrenta, com vários afloramentos rochosos de origem calcária. A capacidade higrométrica do solo era baixa, apresentando-se, quando chovia, com pouco escoamento da água incidente e, aquando em períodos de seca, apresentava sinais de aridez evidentes. A vegetação circundante era na sua maioria constituída por cedros, havendo também arbustos e muitas plantas rasteiras como silvas. A armadilha também foi colocada perto de uma vinha, numa região demarcada do vinho de Carcavelos.



Figura 1 – Localização da armadilha numa imagem da EAN por satélite (www.google.com)

A vegetação circundante, assim como o tipo de solo em que o cadáver é deposto, são importantes porque influenciam grandemente a entomofauna presente nesse mesmo local. Diferentes grupos entomológicos são atraídos para diferentes tipos de vegetação. No local de deposição escolhido, pode-se dizer que a vegetação de maior importância foi a vinha, apresentando a maior extensão e contribuindo em maior escala para a comunidade entomológica.

#### *4.2. Recolha e manutenção de animais para a análise*

A recolha de animais para a análise foi realizada com a ajuda de uma armadilha geográfica adaptada da armadilha de Schoenly (1981) (Ver capítulo III).

Este tipo de armadilha permite uma amostragem multidireccional das comunidades de artrópodes, eliminando o contacto físico com o isco. O design desta armadilha adequa-se ao uso de cadáveres de animais de reduzidas e médias dimensões.

Os insectos foram recolhidos pela utilização da armadilha, onde se encontravam 5 frascos contendo líquido conservante (etileno glicol e álcool a 70%). Os insectos adultos foram recolhidos destes frascos e manualmente do interior da cúpula, enquanto que a recolha das larvas, pupas, pupários vazios e ovos, foi executada manualmente e directamente do cadáver. Para o efeito foram utilizados vários frascos e pinças com diferentes características para recolha de imaturos e adultos, assim como pincéis para recolha de outro material biológico de importância (Figura 2).

As larvas de alguns espécimes foram depois armazenadas em caixas perfuradas, com farelo e carne. Posteriormente, em laboratório, permitiu-se o restante desenvolvimento até à fase adulta, fase onde melhor se poderia realizar a sua identificação.

Os animais foram recolhidos diariamente, num período de tempo entre as 9h e as 11h da manhã, período equivalente à maior actividade dos insectos.



Figura 2 – Material usado na recolha diária das amostras do cadáver (foto de A. Marques)

#### 4.3. Objecto de estudo: Porco doméstico (*Sus scrofa*)

O objecto de estudo foi adquirido numa quinta na Malveira e abatido por intoxicação de CO<sub>2</sub>, segundo as normas descritas pela lei e com a supervisão de um veterinário. Foi escolhido o porco doméstico (*Sus scrofa*, Linnaeus) como objecto de estudo por ser uma espécie fácil de obter e por ser muito similar aos humanos no padrão de decomposição, na anatomia interna, distribuição de gordura, tamanho da cavidade peitoral e falta de pelagem espessa (porco com 23 kg equivale a caixa

torácica de humano com 65 kg). Esta espécie também partilha com os humanos uma dieta omnívora muito semelhante, o que leva à existência de uma fauna intestinal idêntica (Amendt *et al.* 2004). Todos estes factores permitem a extrapolação dos resultados deste estudo para um equivalente nos humanos (Amendt *et al.* 2004).

O animal escolhido tinha cerca de 50 cm, um peso aproximado de 10kg e 1 mês de idade.

#### 4.4. Identificação do material entomológico

Após a recolha do material entomológico presente na armadilha, o mesmo foi conservado em frascos de plástico de 3x5 cm. Posteriormente em laboratório, o material entomológico correspondente a cada dia foi separado, segundo ordens e depois segundo famílias, tendo ficado cada exemplar isolado em *Eppendorfs*. A identificação dos grupos taxonómicos foi realizada à lupa (Olympus), com o auxílio de fibras ópticas. A identificação taxonómica foi realizada de acordo com Borror e DeLong (1988).

#### 4.5. Dados climáticos

Os dados climatéricos usados no estudo da sucessão foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica de Lisboa e recolhidos na estação do Instituto de Geofísica (38° N, 9° W) (<http://www.iniap.min-agricultura.pt>).

Os dados adquiridos na estação meteorológica foram importantes para estabelecer um paralelo entre as fases de decomposição do corpo e os insectos presentes, de maneira a criar uma linha cronológica de todos os factores a afectarem a decomposição do cadáver, com especial atenção a períodos de grandes alterações dos factores considerados.

#### 4.6. Análise estatística

Neste trabalho, a análise estatística consistiu na observação directa de gráficos realizados usando o Microsoft Office Excel 2003 ®. Também se fizeram tabelas de percentagem, gráficos de dispersão de pontos e gráficos circulares com os dados provenientes da tabela principal também realizada no Excel 2003 ®.

## 5. RESULTADOS

### 5.1. Estádios de decomposição

Ao longo do período de amostragem, foram retiradas fotos diariamente para se poder realizar a caracterização e descrição das alterações sofridas pelo cadáver de porco doméstico. Através da análise directa das fotos (Figura 3), conseguiu-se observar o período crítico das alterações ocorridas nas condições físicas do cadáver (Tabela 1). No primeiro dia, o cadáver apresentava-se fresco, sem sinais externos de alterações em relação à hora da morte. No dia seguinte, houve uma precipitação do sangue, o que levou à formação do *livor mortis*, isto é, uma ruborização do cadáver nas zonas de contacto com o solo. Nesta altura também era visível o *rigor mortis*. Do terceiro ao oitavo dias, observou-se o início da decomposição, com o início da formação de gás no interior do cadáver e com uma colonização de insectos mais acentuada.

Ao nono dia, a produção de gás no interior do cadáver aumentou muito e começou-se a observar a presença de manchas verdes, especialmente na zona de contacto do cadáver com o solo e na zona do tórax entre os membros anteriores e posteriores. O odor a decomposição intensificou-se a partir do 30º dia. Começou-se também a notar a presença de larvas no interior do cadáver, os tecidos moles dos orifícios naturais de entrada (língua, olhos, genitais) começaram a desaparecer.

No 37º dia, notou-se a exposição dos tecidos vermelhos e um escape dos gases do interior do cadáver. O odor a decomposição atinge o seu máximo. Até ao 45º dia houve a exposição de mais de 80% do cadáver ao ambiente, sendo visíveis os agregados de larvas particularmente nas zonas do tórax e coxas. Deu-se o início da migração das larvas, uma vez que estas começaram a ser observadas na zona circundante da armadilha.

A partir do 46º dia iniciou-se a última fase de decomposição observada, onde os tecidos vermelhos começaram a desaparecer e a secar, as larvas continuaram a sua migração para longe do cadáver, enterrando-se no substrato ou na camada de folhas secas sobre o solo. O odor a decomposição desapareceu gradualmente. O esqueleto começou, pouco a pouco a tornar-se mais visível, sendo, já no fim do período de amostragem bastante evidente a secagem dos tecidos vermelhos e a permanência da epiderme ressequida sobre o esqueleto do animal.





Figura 3 – Fotos ilustrativas das principais alterações sofridas pelo cadáver em cada estágio de decomposição. a) Estádio inicial; b) Estádio de Putrefacção; c) Estádio de Putrefacção escura; d) Estádio de Fermentação butírica (foto de A. Marques)

Tabela 1 – Duração dos diferentes estádios de decomposição no cadáver de porco doméstico, através da observação das fotografias diárias do local de amostra

| <b>Estádio de decomposição</b> | <b>Intervalo de cada estágio</b> | <b>Dias em cada estágio</b> |
|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| <b>Inicial (fresco)</b>        | <b>Dia 1 a 8</b>                 | <b>8</b>                    |
| <b>Putrefacção</b>             | <b>Dia 9 a 36</b>                | <b>27</b>                   |
| <b>Putrefacção escura</b>      | <b>Dia 37 a 45</b>               | <b>7</b>                    |
| <b>Fermentação butírica</b>    | <b>Dia 46 a 64</b>               | <b>18</b>                   |
| <b>Seco</b>                    | <b>Não se apresentou</b>         | <b>0</b>                    |

Ainda em relação aos diferentes estádios de decomposição, viu-se que o estágio onde foi recolhido um maior número de famílias (39 famílias de várias classes) (ver Tabela 2) foi no estágio de putrefacção. Este estágio foi o que ocupou o maior intervalo de tempo (27 dias), correspondendo ao aparecimento das massas larvares e à maior destruição do cadáver.

Embora o número de famílias recolhidas possa ser semelhante entre si, cada família evidenciou uma diferente atracção para cada estágio de decomposição.

Portanto, a análise da percentagem de famílias atraídas em cada estágio e qual a sua representação nos outros estágios é importante para a caracterização da fauna sarcosaprófaga.

Quando se relacionam os diferentes estágios de decomposição, em relação ao número de famílias atraídas em cada um deles, observa-se que existe uma relação significativa (63%) entre o estágio inicial e o estágio de putrefacção, ou seja, 63% das espécies presentes no estágio inicial também estão presentes no estágio de putrefacção. Já a relação contrária apresenta apenas uma percentagem de 31% (ver Tabela 2).

A putrefacção escura e a fermentação butírica apresentam percentagens baixas (29 e 32%, respectivamente) em relação ao estágio inicial. Das 19 famílias presentes no estágio inicial, apenas uma pequena percentagem (entre 29 e 32%) aparece nos restantes estágios.

No estágio de putrefacção estão presentes 39 famílias, das quais 82% também foram capturadas nos estágios seguintes (putrefacção escura e fermentação butírica). Este estágio é o que apresenta o maior número de famílias e é o período em que estas começam a ser mais atraídas para o cadáver, permanecendo no estágio de putrefacção escura.

As 28 famílias dos estágios de putrefacção escura e fermentação butírica estão representadas por 42% no estágio inicial, 59% no estágio de fermentação e 75% nos estágios subsequentes. Estes dois últimos estágios não apresentam diferença na percentagem de famílias atraídas entre si, o que significa que as 28 famílias recolhidas estão, na sua grande maioria, presentes nestes dois estágios.

Tabela 2 – Número (abundância) total e percentagem de famílias atraídas ao longo dos diferentes estágios de decomposição

| Estádio de decomposição | Total de famílias por estágio | % de famílias atraídas noutros estágios de decomposição |             |                    |                      |
|-------------------------|-------------------------------|---|-------------|--------------------|----------------------|
|                         |                               | Inicial (fresco)  | Putrefacção | Putrefacção escura | Fermentação butírica |
| Inicial (fresco)        | 19                            | 100   | 31          | 29                 | 32                   |
| Putrefacção             | 39                            | 63  | 100         | 82                 | 82                   |
| Putrefacção escura      | 28                            | 42  | 59          | 100                | 75                   |
| Fermentação butírica    | 28                            | 42  | 59          | 75                 | 100                  |



### 5.2. Dados climatéricos

A temperatura e a humidade relativa são os parâmetros abióticos que mais influenciam a presença e o desenvolvimento dos insectos no cadáver.

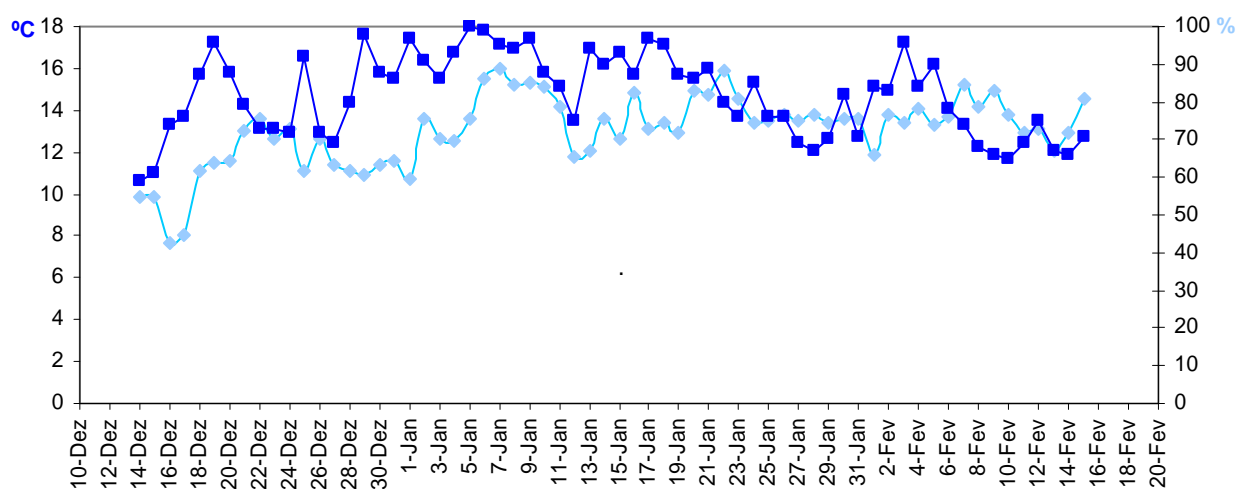


Figura 4 – Condições ambientais (temperatura e humidade relativa) na região de Oeiras, no período de amostragem. Dados fornecidos pelo INMG

A amostragem iniciou-se a 10 de Dezembro e prolongou-se até ao dia 15 de Fevereiro (Figura 4). A temperatura mais alta registada foi de 16°C, no dia 7 de Janeiro, e a mais baixa foi de 7,7°C no dia 16 de Dezembro. A temperatura média foi de 13°C. A variação da temperatura ao longo do período de amostragem foi muito baixa, sendo que apresentou uma ligeira tendência para aumentar (Figura 4).

Em relação à humidade, a mais alta registada foi de 100% no dia 5 de Janeiro e a mais baixa foi de 59% no dia 14 de Dezembro. A humidade relativa média no período de amostragem registou-se nos 81,7%. A variação da humidade embora tenha sido visível, apresentou valores mais baixos que os esperados para a altura do ano, apresentando uma ligeira tendência para diminuir no decurso da experiência (Figura 4).

### 5.3. Dados de sucessão de entomofauna

Na análise realizada foram recolhidas várias ordens de artrópodes (ver Capítulo II). Para o presente trabalho apenas as ordens que apresentam indivíduos com hábitos alimentares necrófagos e necrófilos e aqueles que colocam ovos no cadáver, foram considerados para a análise, visto poderem conter elementos considerados indicadores forenses na área. As ordens consideradas de importância forense foram os Diptera, os Coleoptera, os Himenoptera e os Araneida. Todas estas ordens apresentam indivíduos importantes para a decomposição do cadáver. Como podemos observar na figura 5, os Diptera são a ordem mais importante com uma representação de 82%, enquanto que as outras ordens permanecem nos 9% para os Araneida, 6%

### Abundância relativa de cada ordem

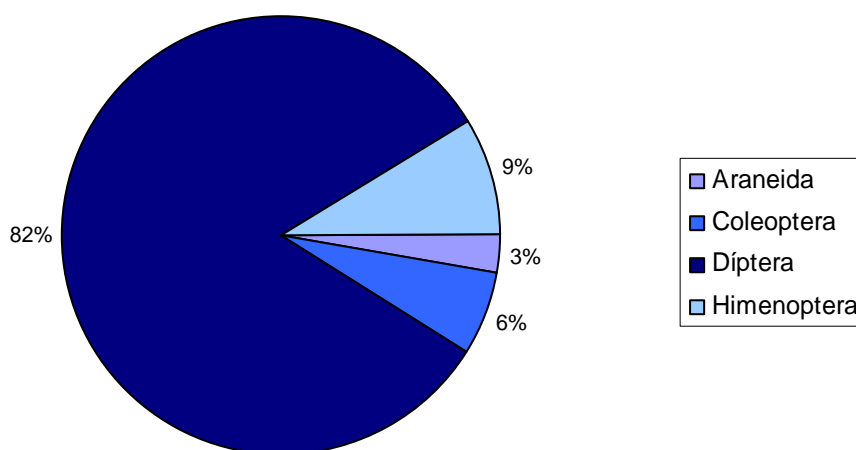


Figura 5 – Significância (em %) de cada ordem em relação ao número de indivíduos recolhidos na amostra

para os Himenoptera e 3% para os Coleoptera. Os Díptera dominaram a decomposição do cadáver na maioria do tempo de amostragem, sendo que a família Calliphoridae foi a que apresentou mais indivíduos, especialmente nos estádios críticos da decomposição como a putrefacção escura e a fermentação butírica. Logo a seguir as famílias Formicidae (Himenoptera) e Staphylinidae (Coleoptera) foram as mais relevantes apresentando-se em números moderados, mas dispersos por todo o período de amostragem (Figura 6).

Os dados de abundância de famílias e os dados climatéricos foram divididos consoante os estádios de decomposição do cadáver para se poder verificar a sua relação.

No estágio inicial, vemos que existe uma ligeira tendência para a temperatura e a humidade relativa aumentarem, mas a temperatura manteve-se, em média, abaixo dos 12°C. A humidade rondou os 77% em média.

Neste primeiro período, embora as famílias apresentassem números bastante reduzidos, os Muscidae não estiveram representados (ver Figura 7).

No segundo período ou estágio de putrefacção, que decorre por um período de 28 dias, observa-se um ligeiro aumento da temperatura (13°C) e humidade relativa média (87%). As famílias estão todas presentes neste período, embora a família Muscidae só apareça no fim. Os Calliphoridae começaram a tornar-se abundantes a partir deste período. Notou-se que, quando houve um pico de temperatura e humidade, o número de Calliphoridae também aumentou, mas esta tendência é muito ténue (Figura 7).

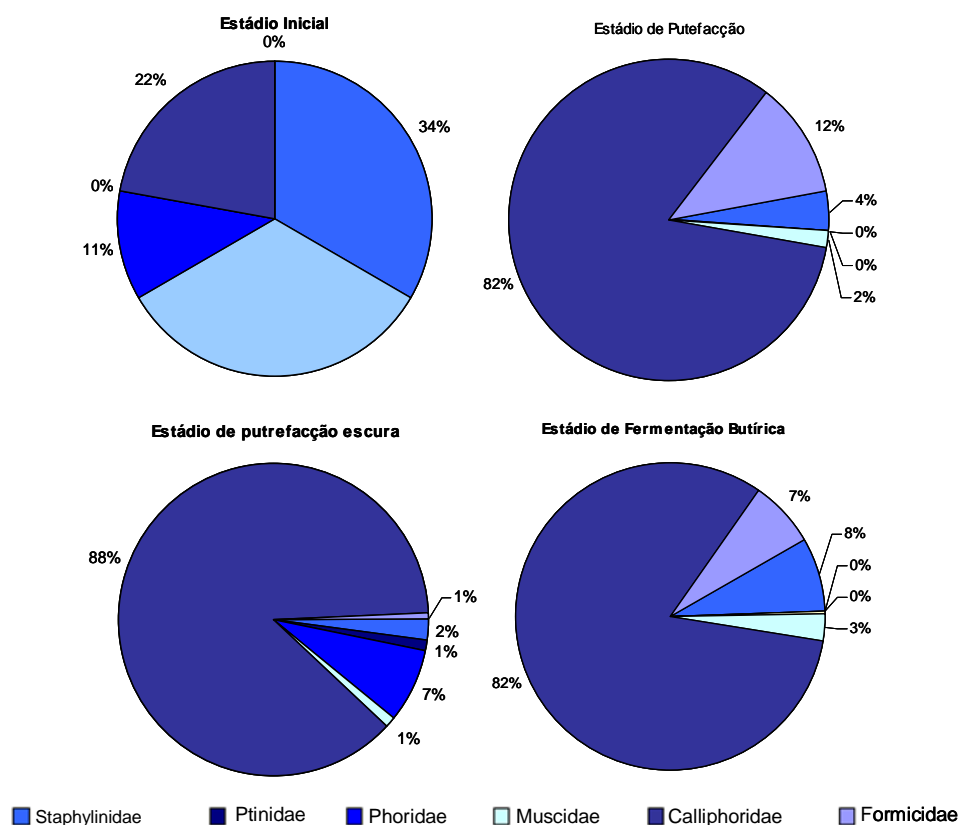


Figura 6 – Abundância das famílias mais importantes a nível forense em relação aos diferentes estádios de decomposição

No estágio de putrefacção escura, a temperatura manteve-se constante nos 14°C e a humidade relativa nos 80%. A maioria das famílias continuou a aparecer esporadicamente, apenas os Calliphoridae se mantiveram presentes durante todo o período.

No último estágio, o de fermentação butírica, a temperatura média desceu para 13°C e a humidade relativa para 75%. Todas as famílias analisadas estavam presentes ao longo do período de amostragem. Todas as famílias, excepto os Calliphoridae apresentam valores abaixo dos 5-6 indivíduos por dia. Os Calliphoridae vêem o seu máximo de representação no dia 6 de Fevereiro, com 28 indivíduos. No dia seguinte existe uma queda abrupta, não havendo recolha deste grupo, isto deve-se a erros de amostragem, isto porque no dia seguinte, dia 8 de Fevereiro, o número de Calliphoridae aumenta para 19. Assim, o dia sem recolhas não deve ser considerado como ausência de indivíduos no cadáver, mas sim como um dia com erros de amostragem.

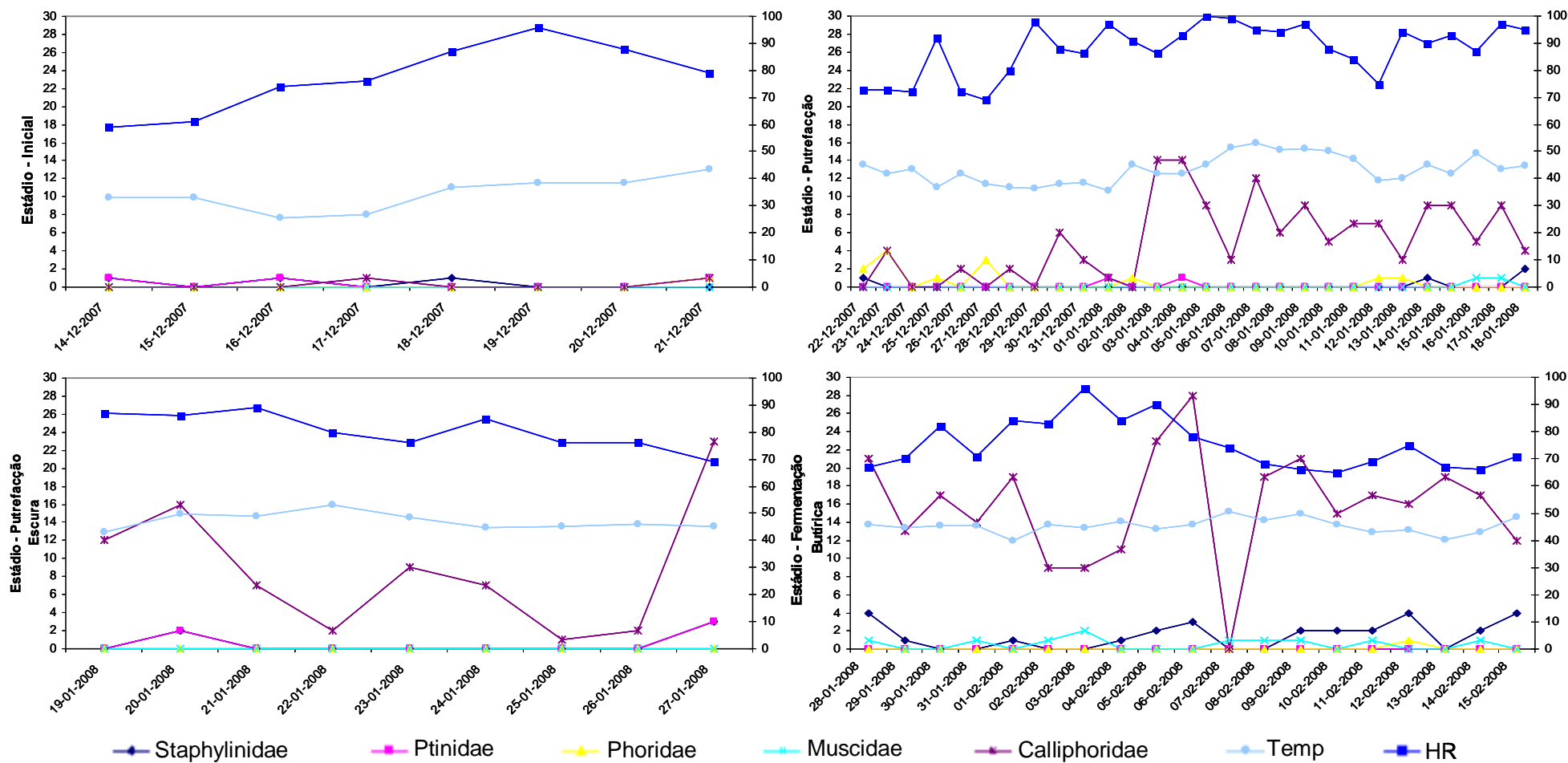


Figura 7 – Dados das famílias consideradas de importância forense e a sua relação com dados climáticos como temperatura e humidade relativa

## 6. DISCUSSÃO

A classificação dos estádios de decomposição do cadáver foi feita através da observação directa das fotos tiradas diariamente ao cadáver, podendo por isso apresentar incorrecções. Usou-se a classificação de Bornemissza (1957) em 5 estádios, mas através da observação das fotos, apenas 4 estádios foram descritos, visto o estádio seco só ser visível no Verão (Payne 1965). Alguns autores, nomeadamente Schoenly *et al.* (2006) afirmam que estes estádios são apenas indicadores das alterações físicas sofridas pelo cadáver e que não podem ser considerados como orientadores da análise.

Na escolha do animal para a análise, o peso e dimensão foram levados em consideração pois sabe-se haver uma diferente atractividade da entomofauna, particularmente nas famílias Calliphoridae e Sarcophagidae, que preferem carcaças de maiores dimensões (Nuorteva 1959b; Povolný e Verves 1997).

O estádio que apresentou uma maior abundância de espécies foi o de putrefacção, mas também foi o estádio que se estendeu pelo maior período de tempo. Em relação aos estádios subsequentes, este estádio representou o verdadeiro início da colonização do cadáver pela entomofauna. Os estádios de putrefacção escura e fermentação butírica não apresentaram qualquer diferença em relação à entomofauna recolhida, pelo que poder-se-ia ter considerado apenas o estádio de putrefacção escura. O período inicial foi um período muito curto, o cadáver ainda não apresentava indícios de estar a ser reconhecido pela entomofauna do local e a temperatura inferior a 12°C pode ter limitado o reconhecimento por parte desta.

As famílias consideradas (Staphylinidae, Ptinidae, Phoridae, Muscidae e Calliphoridae) foram escolhidas devido ao seu modo de alimentação, ou seja, as famílias com elementos necrófagos e necrófilos que se alimentavam directamente do cadáver ou da fauna presente neste (ver Capítulo II).

Considerando a caracterização do clima Mediterrânico (de um Verão quente e um Inverno chuvoso e húmido), os dados climatéricos na altura da amostragem estão fora das médias. Em perspectiva, a temperatura foi muito constante e mais elevada que nos anos anteriores, a precipitação que se fez sentir foi bastante inferior aos anos anteriores, levando a considerar este período como ameno e seco (dados não apresentados). As condições climatéricas ao longo do período em estudo não foram as favoráveis para a fauna sarcosaprófaga, alterações na temperatura e precipitação podem levar espécies a alterar o seu tempo de oviposição, tempo de vida e de diapausa, o que deve ser sempre levado em conta para a análise dos resultados. No período de amostragem a precipitação foi muito baixa, chovendo em apenas 21 dos 64

dias de amostragem, o que não é normal para a época. Em relação a outros anos, este Inverno foi muito seco, não sendo possível observar grandes interações entre os dados climatéricos e os dados de abundância diária das famílias consideradas.

Embora tenham sido recolhidas 53 famílias no total, a maioria destas eram acidentais, não sendo por isso relevantes para o estudo da entomologia forense (Carvalho *et al.* 2000). Em relação às ordens, os Diptera foram o grupo recolhido em maior número com uma distribuição em todos os estádios de decomposição. Os Diptera são vistos como a ordem mais importante a nível forense (Arnaldos *et al.* 2004), daí a recolha manual realizada ter incidido mais sobre este grupo em detrimento de outros.

Em termos de famílias, apenas as 5 famílias com maior interesse forense e com hábito alimentar necrófago e necrófilo foram comparadas com os dados climatéricos. A temperatura total manteve-se abaixo dos 12°C por um grande período de tempo, mas não foi visível qualquer sinal de diapausa (Amendt *et al.* 2004). Também não foi possível observar qualquer relação entre os dados climatéricos e os dados de abundância das famílias, o que se pode dever tanto a erros de recolha como ao facto das condições ambientais se terem mantido muito constantes. Sem grandes alterações na temperatura ou humidade não é possível criar um paralelo entre estes factores e a incidência maior/menor de cada família. Tal como foi observado por Arnaldos *et al.* (2001), os Calliphoridae são a família mais representada em toda a análise, sendo também o grupo de maior importância a nível forense porque são as primeiras a chegar ao cadáver, aparecendo durante todo o tempo de amostragem e sendo cruciais para a estruturação complexa da comunidade sarcosaprófaga.

Não obstante das conclusões retiradas pela análise da entomofauna, mais trabalhos na catalogação e caracterização de Artrópodes nas diferentes regiões da Península Ibérica são essenciais, para permitirem a obtenção de dados mais robustos nos trabalhos de Entomologia Forense.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amendt J, Krettek R, Zehner R (2004) "Forensic entomology". *Naturwissenschaften*. **91**: 51-65.
- Arnaldos M, Romera E, García M, Luna A (2001) "Protocolo para la recogida, conservación y remisión de muestras entomológicas en casos forenses". *Cuadernos de Medicina Forense*. **25**: 65-73.

- Arnaldos M, Sánchez F, Álvarez P, Garcia M** (2004) "A forensic entomology case from the Southeastern Iberian Peninsula". *Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology*. **5**(1): 22-25.
- Benecke M** (2004) "Forensic Entomology: Arthropods and Corpses" em: Tsokos M. (ed.) *Forensic Path. Rev. Vol. II*, Humana Press, Totowa.
- 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.
- Borror D e DeLong D** (1988) "Introdução ao estudo dos insectos". São Paulo, Edgard Blücher.
- Carvalho L, Thyssen P, Linhares A, Palhares F** (2000) "A checklist of arthropods associated with pig carrion and human corpses in southeastern Brazil". *Mem Inst Oswaldo Cruz*. **95**(1): 135-138.
- Estação Agronómica Nacional** – Acedido em 2008-07-05 – <http://www.iniap.min-agricultura.pt>
- Goff M L** (2000) "A fly for the prosecution: how insect evidence helps solve crimes". Cambridge, Harvard University Press.
- Google Maps** – Acedido em 2008-09-05 – <http://maps.google.com>.
- Grassberger M e Reiter C** (2001) "Effect of temperature on *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae) development with special reference to the isomegalen- and isomorphen-diagram". *Forensic Science International*. **120**: 32-36.
- Henssge C, Althaus L, Bolt J, Freisleder A, Haffner H T, Henssge C A, Hoppe B, Schneider V** (2000a) "Experiences with a compound method for estimating the time since death. I. Rectal temperature monogram for time since death". *Int J Legal Med*. **113**:303–319.
- Henssge C, Althaus L, Bolt J, Freisleder A, Haffner H T, Henssge C A, Hoppe B, Schneider V** (2000b) "Experiences with a compound method for estimating the time since death. II. Integration of non-temperature-based methods". *Int J Legal Med*. **113**:320–331.
- Introna F, Campobasso C P, Goff M L** (2001) "Entomotoxicology". *Forensic Sci Int* **120**:42–47.
- IPCC** (2001) "Climate Change 2001: The Scientific Basis". Cambridge, Cambridge University Press.
- Lefebvre F e Pasquerault T** (2004) "Temperature-dependant development of *Ophyra aenescens* (Wiedemann, 1830) and *Ophyra capensis* (Wiedemann, 1818) (Diptera, Muscidae)". *Forensic Sci Int*. **139**: 75-79.

- Nuorteva P** (1959a) "Studies on the significance of flies in the transmission of poliomyelitis. III. The composition of the blow fly fauna and the activity of the flies in relation to the weather during the epidemic season of poliomyelitis in south Finland". *Ann Entomol Fenn.* **25**:137–162.
- Nuorteva P** (1959b) "Studies on the significance of flies in the transmission of poliomyelitis. IV. The composition of the blow fly fauna in different part of Finland during 1958". *Ann Entomol Fenn.* **25**:137–162.
- Payne J A** (1965) "A Summer Carrion Study of the Baby Pig *Sus Scrofa* Linnaeus". *Ecology.* **46**(5): 592-602.
- Povolný D, Verves Y** (1997) "The flesh-flies of central Europe". *Spixiana Suppl.* **24**:1–260.
- Romera E, Arnaldos I, García M, González-Mora D** (2003) "Los Sarcophagidae (Insecta, Diptera) de un ecosistema cadavérico en el sureste de la Península Ibérica". *Anales de Bología.* **25**: 49-63.
- Schoenly K** (1981) "Demographic bait trap". *Environmental Entomology.* **10**(5): 615-617.
- Schoenly K e Reid W** (1987) "Dynamics of heterotrophic succession in carrion arthropod assemblages: discrete seres or a continuum of change?". *Oecologia.* **73**: 192-202.
- Schoenly K, Haskell N, Mills D, Bieme-Ndi C, Larsen K, Lee Y** (2006) "Using pig carcasses as model corpses". *The American Biology Teacher.* **68**(7): 402-410.
- Tantawi T** (1996) "Arthropod succession on exposed rabbit carrion in Alexandria, Egypt". *J Med Entomol.* **33**(4): 566-580.
- Turchetto M e Vanin S** (2004) "Forensic entomology and climatic change". *Forensic Science International.* **146**: 207-209.
- Universidade de Évora** (2002) "Análise e Cartografia de Ecosistemas mediterrânicos 2001/2002". Universidade de Évora.



# Capítulo II

**Lista de artrópodes associados a cadáver de porco doméstico (*Sus scrofa*) em Oeiras, Portugal**

MARQUES, Ana; REBELO, Maria Teresa

## 1. RESUMO

Insectos necrófagos, principalmente Diptera e Coleoptera, são atraídos em estádios específicos da decomposição da carcaça, num processo de sucessão faunística. São muito importantes para a estimação do intervalo pós-morte, ou seja, o tempo de intervalo entre a ocorrência da morte e o tempo de descoberta do cadáver. No estudo realizado com carcaça de porco exposto a condições naturais na região de Oeiras, no centro litoral de Portugal, 5 de 53 famílias recolhidas foram consideradas de importância forense (Phoridae, Muscidae, Calliphoridae nos Diptera e Ptinidae e Staphylinidae nos Coleoptera), visto terem sido recolhidas em grande número, quer por visitar o cadáver, quer por o usar como substrato de reprodução.

*Palavras chave: Entomologia Forense, Diptera, Coleoptera, Decomposição*

## 2. ABSTRACT

Necrophagous insects, especially Diptera and Coleoptera, are attracted in specific stages of the carcass decomposition, in a process of faunal succession. They are very important for the estimation of the post-mortem interval (the time between the death and the discovery of the body). In the present study a pig carcass was exposed to natural conditions in Oeiras, in the littoral of Portugal, and 5 of the 53 families collected were rendered as of forensic importance (Phoridae, Muscidae, Calliphoridae in Diptera and Ptinidae and Staphylinidae in Coleoptera), since they were collected in great number and used the corpse for reproduction and feeding.

*Key words: Forensic Entomology, Diptera, Coleoptera, Decomposition*

## 3. INTRODUÇÃO

No início da decomposição de um cadáver podemos encontrar vários microorganismos como fungos e bactérias, mas com o avançar dos estádios de decomposição, nota-se uma predominância dos insectos (Goff 2000). Diferenças significativas foram observadas no processo de decomposição, especialmente relacionadas com o tempo de desintegração, sendo mais rápido na presença que na ausência de insectos (Payne 1965).

Depois da morte, o corpo sofre alterações naturais, passando por diferentes estádios de decomposição que são atractivos para insectos necrófagos. Segundo Bornemissza (1957), a comunidade decompositora de uma carcaça sofre um processo de sucessão entomológica. Por isso, os insectos chegam numa determinada sequência, produzindo uma adição e/ou substituição de espécies. A diferença de exploração do cadáver ao longo de cada etapa de decomposição, assim como o conhecimento de cada período de tempo ocupado por cada estágio de desenvolvimento do insecto, associado a parâmetros abióticos como temperatura e humidade, permitem a utilização destes artrópodes para a estimação do intervalo pós-morte. Os insectos podem também ser utilizados para confirmar a causa da morte e determinar se o corpo foi movido (Catts e Goff 1992), visto certas espécies serem específicas de certas zonas e estações do ano.

É relevante referir que os insectos de importância forense não são só aqueles que visitam o cadáver na forma adulta, mas também aqueles que se reproduzem usando-o como substrato porque, sabendo o tempo de desenvolvimento do seu estado larvar, é possível estimar o tempo pós-morte. É também importante considerar que a oviposição pode ocorrer minutos após a morte (Smith 1986).

Os objectivos deste trabalho foram a apresentação de uma lista de insectos relacionados com os diferentes estádios de decomposição pelo qual o cadáver passa e a determinação dos insectos de maior importância na estimação do intervalo pós-morte para a área estudada.

#### 4. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido num local situado no centro da Estação Agronómica Nacional de Oeiras, na proximidade de uma vinha e de um bosque. A amostragem foi realizada de Dezembro de 2007 a Fevereiro de 2008.

Na área de estudo, foi colocada uma carcaça de porco (*Sus scrofa*, Linnaeus) pesando aproximadamente 10 kg, com cerca de 50 cm de comprimento e 1 mês de idade, para servir como isco. O animal foi morto por asfixia e intoxicação de CO<sub>2</sub>, segundo as normas descritas pela lei e com a supervisão de um veterinário.

As amostras foram recolhidas do cadáver exposto a condições naturais, na proximidade de um pequeno bosque e uma vinha, no centro da zona urbana da Estação Agronómica Nacional de Oeiras, Portugal.

Após o abatimento do animal, este foi colocado numa armadilha semelhante à descrita por Schoenly (1981) (ver Capítulo III), sendo depois depositada numa

pequena clareira rodeada por arbustos, permitindo assim que a armadilha se mantivesse constantemente à sombra (Arnaldos *et al.* 2001). A armadilha foi desenhada para a colheita de indivíduos adultos, contendo 5 frascos de recolha com etileno de glicol e álcool a 70%. Os indivíduos imaturos (larvas e pupas) foram recolhidos da água depositada na base da armadilha. A amostragem das larvas foi realizada esporadicamente, sendo feita manualmente. As amostras foram colocadas em frascos com serradura, onde se permitiu o seu total desenvolvimento até à emergência do adulto, sendo assim mais fácil a sua identificação.

As amostras foram identificadas e separadas por ordens e por famílias, e sempre que possível, as famílias foram também classificadas de acordo com o seu tipo de alimentação, sabendo assim quais as famílias de maior relevância forense para estimar o intervalo pós-morte. Uma família foi considerada relevante a nível forense, quando classificada como predadora, parasita ou omnívora, ou seja, se se alimentava directamente do cadáver ou dos insectos presentes neste. Os grupos que usavam o cadáver para substrato da oviposição também foram considerados de importância forense. Assim, constituiu-se como evidência que um corpo exposto pode servir tanto como fonte de comida para os insectos adultos como um substrato para a deposição de ovos e desenvolvimento dos estádios imaturos.

O trabalho experimental foi realizado até não se observarem mais modificações no cadáver e a sucessão de entomofauna estabilizar.

A amostragem dos indivíduos adultos foi realizada diariamente, no intervalo entre as 9 e as 10h da manhã. Os animais recolhidos foram posteriormente contados e identificados no laboratório. A identificação dos insectos foi feita de acordo com Borror e DeLong (1988).

## 5. RESULTADOS

Na tabela 1 apresenta-se uma lista de todos os Artrópodes colectados durante o estudo de decomposição de Dezembro de 2007 a Fevereiro de 2008.

Tabela 1 – Indivíduos adultos recolhidos numa zona de vinha na Estação Agronómica Nacional (EAN) em Oeiras, Portugal, de Dezembro de 2007 a Fevereiro de 2008

| Classe            | Ordem     | Família   | Necrófago | Predador | Omnívoro | Acidental |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|
| <b>Gastropoda</b> | Pulmonata | Helicidae |           |          |          | X         |
| <b>Crustacea</b>  | Isopoda   | Oniscidae |           |          |          | X         |

|                   |                |                 |   |   |
|-------------------|----------------|-----------------|---|---|
|                   |                | Armadilidiidae  |   | X |
| <b>Diplopoda</b>  | Spirobolida    | Spirobolidae    |   | X |
| <b>Chilopoda</b>  | Lithobiomorpha | Lithobiidae     | X |   |
| <b>Arachnidae</b> | Chelonethida   | Atemnidae       | X |   |
|                   | Araneida       | Atypidae        |   | X |
|                   |                | Cyrtoucheniidae | X |   |
|                   |                | Zoropsidae      | X |   |
|                   |                | Dictynidae      | X |   |
|                   |                | Zoridae         | X |   |
|                   |                | Anyphaenidae    |   | X |
|                   |                | Thomisidae      | X |   |
| <b>Insecta</b>    | Thysanura      | Lepismatidae    |   | X |
|                   | Collembola     | Arrhopalitidae  |   | X |
|                   |                | Oncopoduridae   |   | X |
|                   | Thysanoptera   | Thripidae       |   | X |
|                   | Hemiptera      | Lygaeidae       |   | X |
|                   | Homoptera      | Cicadellidae    |   | X |
|                   |                | Aphididae       |   | X |
|                   | Neuroptera     | Chrysopidae     | X |   |
|                   | Coleoptera     | Scaphidiidae    |   | X |
|                   |                | Staphylinidae   |   | X |
|                   |                | Malachiidae     | X | X |
|                   |                | Phalacridae     |   | X |
|                   |                | Nitidulidae     |   | X |
|                   |                | Ptinidae        | X |   |
|                   | Lepidoptera    | Pyromorphidae   |   | X |
|                   |                | Pterophoridae   |   | X |
|                   | Diptera        | Trichoceridae   | X |   |
|                   |                | Psychodidae     |   | X |
|                   |                | Chaoboridae     | X | X |
|                   |                | Culicidae       |   | X |
|                   |                | Chironomidae    |   | X |
|                   |                | Simuliidae      |   | X |
|                   |                | Mycetophilidae  |   | X |
|                   |                | Scatopsidae     |   | X |
|                   |                | Cecidomyiidae   | X | X |
|                   |                | Phoridae        | X |   |
|                   |                | Tephritidae     |   | X |
|                   |                | Chamaemyiidae   | X |   |
|                   |                | Drosophilidae   |   | X |
|                   |                | Chloropidae     | X | X |

|             |                 |   |   |   |
|-------------|-----------------|---|---|---|
|             | Heleomyzidae    | X |   |   |
|             | Muscidae        | X |   |   |
|             | Calliphoridae   | X |   |   |
| Hymenoptera | Braconidae      |   | X |   |
|             | Eulophidae      |   | X |   |
|             | Torymidae       |   | X |   |
|             | Figitidae       |   | X |   |
|             | Diapriidae      |   | X |   |
|             | Platygasteridae |   | X |   |
|             | Formicidae      |   | X | X |

## 6. DISCUSSÃO

Um corpo exposto representa um habitat temporário e uma fonte de alimento para uma variedade de organismos que vão desde bactérias e fungos a vertebrados (Schoenly 1987). Independentemente do local onde o corpo está exposto, os insectos são os agentes de decomposição mais importantes na carcaça do porco, estando presentes durante todos os estádios de decomposição (Carvalho *et al.* 2000).

O facto da armadilha ter sido colocada à sombra previne o efeito directo da luz solar que pode provocar um aumento da temperatura do corpo, conduzindo a que tanto a decomposição do corpo como o desenvolvimento dos estádios larvares se realizem a uma taxa mais baixa (Grassberger e Reiter 2001).

A maioria das famílias da ordem Coleoptera podem ser consideradas como visitantes acidentais, sendo apenas alguns géneros nestas famílias consideradas como indicadores forenses.

Não foi possível fazer a lista das espécies importantes a nível forense para a área, devido ao elevado número de famílias recolhidas, tornando impossível a identificação até à espécie em tempo útil.

A classificação realizada de acordo com a alimentação dos insectos recolhidos, foi feita a nível da família, o que representa um taxon muito vasto, contemplando, por vezes, insectos com diversos hábitos alimentares.

Das 53 famílias recolhidas, 5 têm importância forense e podem ser usadas como indicadores do intervalo pós-morte, uma vez que se alimentam directamente deste, ou porque ocorrem em apenas um ambiente ou estação do ano específica (ver Capítulo I).

Os insectos recolhidos do cadáver de porco doméstico podem fornecer a informação inicial para estudos adicionais que permitam aprofundar o conhecimento

da entomofauna presente num cadáver de porco doméstico na região de Oeiras, Portugal.

Estudos mais detalhados, com um número maior de cadáveres para amostragem, assim como experiências onde se tenha um cadáver isolado da entomofauna (jaula de acrílico), para descrição das fases de decomposição consoante o ambiente do local, são necessários (Payne 1965).

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arnaldos M, Romera E, García M, Luna A** (2001) "Protocolo para la recogida, conservación y remisión de muestras entomológicas en casos forenses". Cuadernos de Medicina Forense. **25**: 65-73.
- 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.
- Borror D e DeLong D** (1988) "Introdução ao estudo dos insectos". São Paulo, Edgard Blücher.
- Carvalho L, Thyssen P, Linhares A, Palhares F** (2000) "A checklist of arthropods associated with pig carrion and human corpses in southeastern Brazil". Mem Inst Oswaldo Cruz. **95**(1): 135-138.
- Catts E P e Goff M L** (1992) "Forensic entomology in criminal investigations". Annu Rev Entomol. **37**:253–272.
- Goff M L** (2000) "A fly for the prosecution: how insect evidence helps solve crimes". Cambridge, Harvard University Press.
- Grassberger M e Reiter C** (2001) "Effect of temperature on *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae) development with special reference to the isomegalen- and isomorphen-diagram". Forensic Science International. **120**: 32-36.
- Payne J A** (1965) "A Summer Carrion Study of the Baby Pig *Sus Scrofa* Linnaeus". Ecology. **46**(5): 592-602.
- Schoenly K** (1981) "Demographic bait trap". Environmental Entomology. **10**(5): 615-617.
- Schoenly K e Reid W** (1987) "Dynamics of heterotrophic succession in carrion arthropod assemblages: discrete seres or a continuum of change?". Oecologia. **73**: 192-202.
- Smith K** (1986) "A manual of Forensic Entomology". Ithaca, Cornell University Press.

# Capítulo III

Armadilha demográfica de isco

MARQUES, Ana; REBELO, Maria Teresa



## 1. RESUMO

Uma armadilha dodecaédrica com um cadáver como isco permite uma amostragem omnidireccional da entomofauna. Um conjunto de 5 tubos colectores colocados estrategicamente nos lados e no topo da armadilha possibilitam uma amostragem simultânea dos insectos imigrantes e emigrantes (que conseguem entrar na armadilha e que se encontram no redor desta respectivamente).

*Palavras chave: Armadilha demográfica, Entomofauna, Amostragem*

## 2. ABSTRACT

A dodecahedral trap with a carcass as bait allows a omnidirectional sampling of the entomofauna. A set of 5 collecting flasks in strategic positions within the trap (in the sides and the top) allow a simultaneous sampling of immigrant and emigrant insects (insects that enter the trap and insects that are in the surrounding of it, respectively).

*Key words: Demographic trap, Entomofauna, Sampling*

## 3. INTRODUÇÃO

Tradicionalmente, as armadilhas de isco foram desenvolvidas para fazer census de insectos imigrantes (Dodge e Seago 1954; Fukuda 1960; Kawai e Suenaga 1960). Em contrapartida, armadilhas emergentes têm sido desenvolvidas para medir populações emigrantes de diferentes fases do ciclo de desenvolvimento nas bases de recurso (Southwood e Siddorn 1965). Na maioria dos casos, é desejável fazer uma amostragem da população emergente e imergente simultaneamente com iscos como cadáveres, fezes ou fruta podre, podendo assim caracterizar com maior precisão os insectos que emergem do solo e os que imigram para o local de estudo. O esquema de tal armadilha, baseado na armadilha descrita por Schoenly (1981), é o apresentado neste artigo.

#### 4. ESQUEMA GERAL DA ARMADILHA

O design da armadilha permite que as comunidades de artrópodos tenham uma amostragem omnidireccional e ajuda a eliminar o contacto físico com o isco. A perturbação da sucessão da entomofauna é mínima. A armadilha em forma de

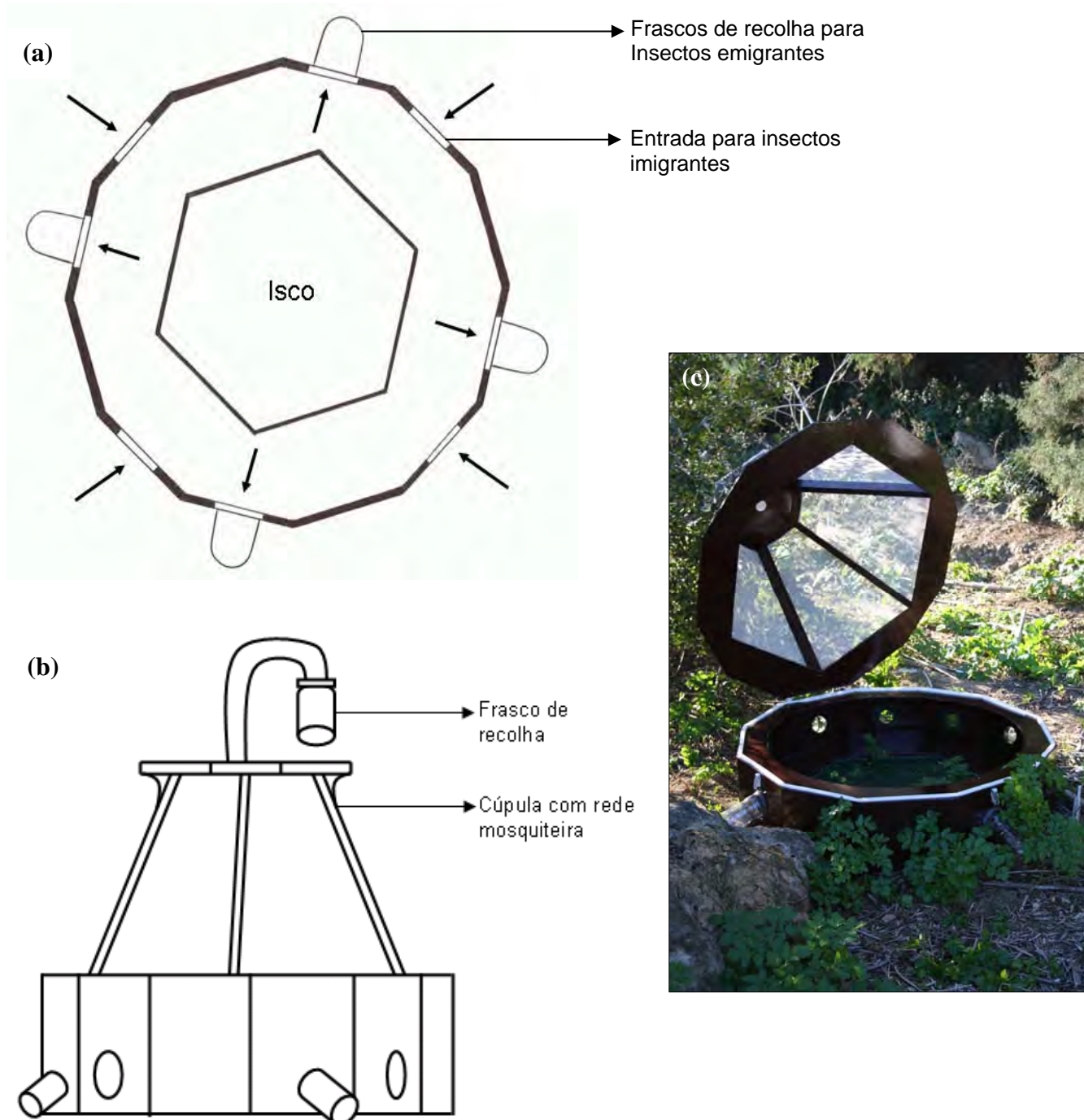


Figura 1 – Armadilha demográfica. (a) Vista superior sem cúpula, setas mostram entradas na armadilha e entradas nos frascos de recolha. (b) Vista lateral da armadilha com pormenor dos frascos de recolha. (c) Foto da armadilha no local de estudo (foto de A. Marques)

dodecaedro permite que existam 4 tubos colectores em 4 faces e 4 orifícios para um acesso desobstruído ao isco. Insectos que não entram nos tubos podem ser colectados na base da própria armadilha, do cimo do cadáver ou da cúpula desta, no quinto frasco (Figura 1).

## 5. ESPECIFICAÇÕES DE CONSTRUÇÃO

A armadilha foi construída com contraplacado, de pinho, de 0,8 cm, tendo 120 cm de diâmetro e 105 cm de altura (Figura 1). Estas são as dimensões adequadas para a utilização de uma carcaça de porco doméstico com 1 mês de idade.

Os 12 painéis laterais da armadilha foram colados e pregados, sendo posteriormente aplicado um primário para madeira e tinta castanha para haver uma camuflagem com a vegetação circundante. Cada painel lateral media 35 cm por 20 cm. Antes da montagem geral, foram realizados furos circulares nos painéis com o uso de uma serra de copo. Apenas 8 destes painéis têm um furo circular no centro; 4 desses furos tinham um diâmetro de 10cm e uma inclinação de 35°, para levar os frascos de recolha e, os restantes 4 furos, tinham um diâmetro de 6 cm e estavam abertos ao ar, levando apenas uma protecção de rede plástica para não permitir a entrada de roedores ou outros animais que pudessem afectar a experiência. Os materiais de recolha foram frascos em vidro transparente, com um diâmetro de 10 cm e uma profundidade de 30 cm (1.06 litros), a rolha de plástico castanho foi colada com silicone aos furos abertos nos painéis da armadilha. A cada tampa do frasco foi retirado o topo para permitir a entrada dos insectos.

A base da armadilha consistia numa uma lâmina de contraplacado multifacetada, com um hexágono de 60 cm de diâmetro recortado no centro. Este recorte foi acompanhado por uma protecção de rede plástica (malha de 1 cm), onde foi depositado o cadáver para permitir um melhor contacto com o solo. Para fazer o topo da caixa, recortou-se uma lâmina de contraplacado com a figura de um dodecaedro, com as dimensões do fundo da caixa e entalhou-se um círculo com 100 cm de diâmetro para permitir acesso ao interior da caixa, mantendo a estrutura desta robusta. Na caixa, permitiu-se a acumulação de água da chuva e de condensação, criando assim mais um local de recolha, tanto de larvas em migração como de insectos rastejantes e voadores.

Para apanhar insectos voadores adultos, construiu-se uma cúpula com armação em madeira e recoberta por rede mosquiteira. A base da cúpula apresentava-se como um dodecaedro com as dimensões da base e tinha no seu interior um hexágono de

dimensões iguais às da base, para permitir maior robustez e um melhor acesso dos insectos da base à cúpula.

Cortaram-se 6 tiras de madeira de pinho com 60 cm, de modo a que os topos apresentassem ângulos de 30° contrários. As tiras foram então colocadas na base da tampa, nos vértices do hexágono, sendo posteriormente colocado um novo hexágono no topo das tiras para as manter juntas e formar o topo da cúpula. Posteriormente colocou-se a rede mosquiteira (malha 0,1 cm, cor branca, plástico), cortando-se figuras geométricas semelhantes aos lados da cúpula. A rede foi colocada de forma a impedir a fuga dos insectos voadores do interior da cúpula sendo agraçada às tiras de madeira desta e levando uma camada de silicone para a manter mais estanque. No topo da cúpula, no hexágono mais pequeno, recortou-se com a serra de copo um círculo de 6 cm de diâmetro, onde se colocou um tubo colector de plástico branco, semelhante ao de uso sanitário, e um frasco de recolha semelhante aos usados nos painéis laterais, também com líquido de recolha. O tubo colector era extensível, o que permitia que o frasco de recolha no topo da armadilha estivesse numa posição mais vertical, permitindo uma melhor recolha dos insectos voadores.

A cúpula foi anexada à base por duas dobradiças em latão e, por questões de segurança, também foram colocados 3 fechos com cadeado, não permitindo o acesso ao interior da armadilha por parte de estranhos. Para tornar a armadilha mais estanque colocou-se uma tira de espuma ao longo do círculo da base, vedando assim o contacto entre a cúpula e a base da armadilha.

O acesso ao interior da armadilha para as recolhas do material entomológico do cadáver foi realizado através do levantamento da cúpula de madeira.

Todas as superfícies de madeira da armadilha levaram um tratamento de primário próprio para madeira de pinho e verniz esmaltado sem cheiro para proteger a madeira. Todas as junções foram seladas com o uso de silicone transparente, levando depois uma camada de verniz por cima deste.

## **6. AGENTE DE CONSERVAÇÃO**

Para evitar possíveis influências que poderiam advir do uso de agentes de conservação aromáticos, usou-se etileno glicol e álcool a 70%. Este tipo de conservação, embora não tão específico como a solução de Morrill (Morrill 1975) que é a mais apropriada em termos de evaporação e neutralidade, não provoca qualquer alteração ou perda de estruturas. A substituição dos líquidos dos frascos de recolha foi

realizada de dois em dois dias. A mesma solução de etileno glicol e álcool a 70% foi usada na preservação dos insectos após a sua recolha.

## 7. AMOSTRAGEM

Cerca de 1 m<sup>2</sup> de terreno foi limpo e aplanado para que a colocação da armadilha fosse o mais horizontal possível. Depois da colocação da armadilha, os frascos de recolha foram preenchidos até um quinto com o líquido conservante.

Procedeu-se depois à colocação do cadáver do porco doméstico *Sus scrofa* na rede hexagonal que se encontrava na base da caixa dodecaédrica, sendo o contacto com o solo assegurado.

Aquando da realização da amostragem, teve-se sempre cuidado no levantamento da cúpula da armadilha, porque um movimento que fizesse a armadilha balançar, poderia influenciar as comunidades estabelecidas na superfície de contacto entre esta e o solo. A armadilha permitiu a recolha dos exemplares entomológicos que conduziram à realização dos trabalhos apresentados nos Capítulos I e II da presente dissertação.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dodge H R e Seago J M** (1954) "Sarcophagidae and other Diptera taken by trap and net on Georgia mountain summits in 1952". *Ecology*. **35**: 50-59.
- Fukuda M** (1960) "On the effects of physical condition of setting place upon the number of flies collected by fish baited traps". *Endemic Dis Bull Nagasaki Univ.* **2**: 222-228.
- Kawai S e Suenaga O** (1960) "Studies on the method of collecting flies. III. On the effect of putrefaction of baits (fish)". *Endemic Dis Bull Nagasaki Univ.* **2**: 61-66.
- Southwood T e Siddorn J** (1965) "The temperature beneath insect emergence traps of various types". *J Anim Ecol.* **34**: 581-585.
- Schoenly K** (1981) "Demographic bait trap". *Environmental Entomology*. **10**(5): 615-617.
- Morrill W** (1975) "Plastic pitfall trap". *Environ Entomol.* **4**: 596.

# Considerações Finais

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A definição inicial dos objectivos e dos aspectos a estudar pretendem colmatar a falta de informação sobre Entomologia Forense em Portugal, assim como a escassez de listas de entomofauna associadas a cadáveres.

No que se refere às listas de entomofauna, conseguiu-se recolher um total de 53 famílias ao longo dos 2 meses de amostragem, o que mostra uma elevada diversidade de grupos associados ao cadáver. O facto da amostragem ser realizada perto de uma vinha e de um bosque, fez com que vários animais fitófagos fossem recolhidos juntamente com a fauna sarcosaprófaga do cadáver, sendo esses considerados como acidentais. Um dos grupos mais abundantes e importantes a nível forense foi o dos necrófilos e/ou parasitas.

Contudo, não se conseguiu criar uma lista dos insectos indicadores forenses da área, nem os diagramas para definir curvas de crescimento (Grassberger e Reiter 2001), isto porque o tempo para identificação do material foi reduzido e porque não se constituíram listas gerais dos insectos da região.

A relação antecipada entre os dados climatéricos e a presença de certos grupos de insectos não foi observada, principalmente porque as variações dos dados climatéricos na altura da amostragem não foram significativas, ou seja, a temperatura manteve-se constante e perto dos 12°C, o que alguns autores (Amendt *et al.* 2004) definem como a temperatura que pode influenciar a actividade e o ritmo biológico de certas espécies (oviposição, tempo de colonização do cadáver, diapausa). Em relação à humidade relativa, embora não influencie tão directamente a presença da fauna, ela é importante devido à relação que tem com a condição física do cadáver. Quando há uma grande humidade, a taxa de decomposição torna-se mais lenta (Schoenly 1987), atrasando então a sucessão da entomofauna, daí a maioria dos trabalhos nesta área serem realizados no Verão, quando as condições para a decomposição e para a entomofauna são mais favoráveis. Devido a constrangimentos de tempo, este trabalho teve que ser realizado no Inverno.

Foi observada uma pequena relação entre os estádios de decomposição e a sucessão entomológica. Após observação das fotos tiradas diariamente ao cadáver, observou-se a presença de três grandes estádios de alterações físicas no cadáver; a passagem do estádio fresco para a putrefacção, a passagem da putrefacção para a putrefacção escura e, por fim, a passagem da putrefacção escura para a fermentação butírica. Após análise dos resultados, concluiu-se que a última passagem não

correspondeu a nenhuma alteração na presença da entomofauna, não sendo por isso possível separar estes dois últimos estádios.

Em relação a perspectivas futuras, a construção de listas intensivas com todos os artrópodes associados ao cadáver e os indicadores forenses de área são vitais para o desenvolvimento desta disciplina. São também necessários mais estudos para caracterizar as fases de decomposição do cadáver e as fases de desenvolvimento larvar dos principais insectos, usando o clima de Portugal como referência. Em relação ao crescimento desta área no nosso país, um longo caminho ainda tem que ser percorrido.





# **Referências Bibliográficas**

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Amendt J, Krettek R, Zehner R** (2004) "Forensic entomology". *Naturwissenschaften*. **91**: 51-65.
- Arnaldos M, Sánchez F, Álvarez P, Garcia M** (2004) "A forensic entomology case from the Southeastern Iberian Peninsula". *Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology*. **5**(1): 22-25.
- Benecke M** (2001) "Forensic Entomology: the next step". *Forensic Science International*. **120**: 1.
- Benecke M** (2004) "Forensic Entomology: Arthropods and Corpses" em: Tsokos M. (ed.) *Forensic Path. Rev. Vol. II*, Humana Press, Totowa.
- 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.
- Campobasso C, Di Vella G, Introna F** (2001) "Factors affecting decomposition and Diptera colonization". *Forensic Sci Int*. **120**: 18-27.
- Carvalho L, Thyssen P, Linhares A, Palhares F** (2000) "A checklist of arthropods associated with pig carrion and human corpses in southeastern Brazil". *Mem Inst Oswaldo Cruz*. **95**(1): 135-138.
- Catts E P e Goff M L** (1992) "Forensic entomology in criminal investigations". *Annu Rev Entomol*. **37**:253–272.
- Clark M A, Worrell M B, Pless J E** (1997) "Postmortem changes in soft tissues". em: Haglund W D, Sorg M H (1996) (1 ed) "Forensic taphonomy: the postmortem fate of human remains". CRC Press.
- Fleurs du mal** – Acedido em 2008-09-24 – <http://fleursdumal.org/poem/126>.
- Fourman K** (1938) "Untersuchungen über die Bedeutung der Bodenfauna bei der biologischen Umwandlung des Bestandesabfalls forstlicher Standorte". *Mitt. Forstwirt. Forstwiss.* **2**: 144-169 em: Bornemissza G (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.
- Goff M L, Brown W A, Hewadikaram K A, Omori A I** (1991) "Effects of heroin in decomposing tissues on the development rate of *Boettcherisca peregrina* (Diptera: Sarcophagidae) and implications of this effect on estimation of postmortem intervals using arthropod development patterns". *J Forensic Sci*. **36**:537–542.
- Grassberger M e Reiter C** (2001) "Effect of temperature on *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae) development with special reference to the isomegalen- and isomorphen-diagram". *Forensic Science International*. **120**: 32-36.

- Greenberg B** (1990) "Nocturnal oviposition behaviour of blow flies (Diptera: Calliphoridae)". *J Med Entomol.* **27**:807–810.
- Greenberg B** (1991) "Flies as forensic indicators". *J Med Entomol.* **28**:565–577.
- Henssge C, Madea B, Knight B, Nokes L, Krompecher T** (1995) "The estimation of the time since death in the early postmortem interval". Arnold, London.
- Henssge C e Madea B** (2004) "Estimation of the time since death in the early post-mortem period". *Forensic Sci Int.* **144**: 167–175.
- Introna F, Campobasso C P, Di Fazio A** (1998) "Three case studies in forensic entomology from southern Italy". *J Forensic Sci.* **43**:210–214.
- Introna F e Campobasso C** (2000) "Forensic dipterology". Em: Papp L, Darvas B (eds) "Contributions to a manual of palaearctic diptera". 1. General and applied dipterology. Science Herald, Budapest.
- Introna F, Campobasso C P, Goff M L** (2001) "Entomotoxicology". *Forensic Sci Int.* **120**:42–47.
- Keh B** (1985) "Scope and applications of Forensic Entomology". *Ann. Rev. Entomol.* **30**: 137-154.
- Knight B** (1991) "Forensic pathology". Edward Arnold, London.
- Leclercq J e Leclercq M** (1948) "Données bionomiques pour *Calliphora erythrocephala* (Meigen) et cas d'application la medecine légale". *Bull. Soc. Entomol. Fr.* **53**:101–103.
- Leclercq M** (1983) "Entomologie et médecine légale; datation de la mort, observation indite". *Rev Med Liege.* **38**:735–738.
- Lefebvre F e Pasquerault T** (2004) "Temperature-dependant development of *Ophyra aenescens* (Wiedemann, 1830) and *Ophyra capensis* (Wiedemann, 1818) (Diptera, Muscidae)". *Forensic Sci Int.* **139**: 75-79.
- Norris K** (1965) "The bionomics of blow flies". *Ann. Rev. Entomol.* **10**:47-68.
- Nuorteva P** (1959a) "Studies on the significance of flies in the transmission of poliomyelitis. III. The composition of the blow fly fauna and the activity of the flies in relation to the weather during the epidemic season of poliomyelitis in south Finland". *Ann. Entomol. Fenn.* **25**:137–162.
- Nuorteva P** (1959b) "Studies on the significance of flies in the transmission of poliomyelitis. IV. The composition of the blow fly fauna in different part of Finland during 1958". *Ann. Entomol. Fenn.* **25**:137–162.
- Nuorteva P** (1965) "The flying activity of blowflies (Diptera, Calliphoridae) in subarctic conditions". *Ann Entomol Fenn.* **31**:242–245.
- Payne J A** (1965) "A Summer Carrion Study of the Baby Pig *Sus Scrofa* Linnaeus". *Ecology.* **46**(5): 592-602.

- Schoenly K** (1981) "Demographic bait trap". *Environmental Entomology*. **10**(5): 615-617.
- Schoenly K e Reid W** (1987) "Dynamics of heterotrophic succession in carrion arthropod assemblages: discrete seres or a continuum of change?". *Oecologia*. **73**: 192-202.
- Schoenly K, Haskell N, Mills D, Bieme-Ndi C, Larsen K, Lee Y** (2006) "Using pig carcasses as model corpses". *The American Biology Teacher*. **68**(7): 402-410.
- Sung Tz'u** (1981) "The washing away of wrongs". Tradução de His Yuan Chi Lu, traduzido por Brian E. McKnight. Ann Arbor: Center for Chinese Studies, University of Michigan.
- Turchetto, M e Vanin S** (2004) "Forensic entomology and climatic change". *Forensic Science International*. **146**: 207-209.



# Anexos

Anexo 1: Tabela de entomofauna com dados diários (do dia 1 a 38) de presença.

[illegible]

Anexo 2: Tabela de entomofauna com dados diários (do dia 1 a 38) de presença (*continuação*).

[illegible]

Anexo 3: Tabela de entomofauna com dados diários (do dia 39 a 64) de presença.

|            |                |                | Dias |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
|------------|----------------|----------------|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|--|--|--|--|--|
| Classe     | Ordem          | Familia        | 39   | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 |  |  |  |  |  |  |  |
| Gastropoda | Pulmonata      | Helicidae      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
| Crustácea  | Isopoda        | Oniscidae      |      |    |    | 1  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
|            |                | Armadilidiidae |      |    |    |    | 1  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 2  |  |  |  |  |  |  |  |
| Diplopoda  | Spirobolida    | Spirobolidae   | 1    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 1  |    |    |    |    |    |    |    | 1  |    | 2  |  |  |  |  |  |  |  |
| Chilopoda  | Lithobiomorpha | Lithobiidae    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 1  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
| Arachnidae | Chelonethida   | Atemnidae      |      |    |    |    |    |    |    | 1  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
|            | Araneida       | Atypidae       |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
|            |                | Cyrtacheniidae | 1    |    |    |    | 1  |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 1  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
|            |                | Zoropsidae     |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
|            |                | Dictynidae     | 1    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
|            |                | Zoridae        |      |    | 1  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 1  |    |    |    | 1  |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
|            |                | Anyphaenidae   |      |    |    |    |    |    |    | 1  |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 1  | 1  |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
|            |                | Thomisidae     |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
| Insecta    | Thysanura      | Lepismatidae   | 1    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
|            | Collembola     | Arrhopalitidae |      |    |    |    |    |    |    |    |    | 2  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 2  |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
|            |                | Oncopoduridae  |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 4  | 5  |    |    | 3  |    | 5  | 3  |    | 5  |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
|            | Thysanoptera   | Thripidae      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
|            | Hemiptera      | Lygaeidae      | 2    |    |    |    |    | 2  | 2  |    |    |    |    |    |    |    | 1  |    |    | 1  | 1  |    |    | 1  |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
|            | Homoptera      | Cicadellidae   |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
|            |                | Aphididae      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
|            | Neuroptera     | Chrysopidae    |      |    |    |    |    | 1  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
|            | Coleoptera     | Scaphidiidae   |      |    |    | 1  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 1  | 1  | 3  | 1  |  |  |  |  |  |  |  |
|            |                | Staphylinidae  |      |    |    |    |    |    | 3  | 4  | 1  |    |    | 1  |    |    | 1  | 2  | 3  |    |    | 2  | 2  | 2  | 4  |    | 2  | 4  |  |  |  |  |  |  |  |
|            |                | Malachiidae    |      |    |    |    |    | 1  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
|            |                | Phalacridae    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |



Anexo 4: Tabela de entomofauna com dados diários (do dia 39 a 64) de presença (*continuação*).

|        |             |                 | Dias |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |
|--------|-------------|-----------------|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|--|--|--|--|
| Classe | Ordem       | Familia         | 39   | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 |  |  |  |  |  |  |
|        |             | Nitidulidae     |      |    |    |    |    |    | 1  |    |    |    |    |    |    |    |    | 2  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |
|        |             | Ptinidae        |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |
|        | Lepidoptera | Pyromorphidae   |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |
|        |             | Pterophoridae   |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |
|        | Diptera     | Trichoceridae   |      | 2  |    |    |    | 5  | 3  | 1  | 2  | 7  | 6  | 4  | 2  | 3  | 3  | 5  | 5  |    | 1  | 1  | 2  |    | 1  | 1  | 2  |    |  |  |  |  |  |  |
|        |             | Psychodidae     |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 1  | 1  |    |    |    |    | 1  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |
|        |             | Chaoboridae     |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |
|        |             | Culicidae       |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |
|        |             | Chironomidae    |      |    |    |    | 1  |    |    | 1  |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 1  |    |    |    | 1  |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |
|        |             | Simuliidae      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 1  |    |    |    |  |  |  |  |  |  |
|        |             | Mycetophilidae  |      |    | 1  |    |    |    |    |    | 1  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 1  |    |    |    |  |  |  |  |  |  |
|        |             | Scatopsidae     |      |    |    |    |    |    |    | 1  |    |    |    |    | 1  |    |    |    |    |    |    |    | 1  |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |
|        |             | Cecidomyiidae   |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |
|        |             | Phoridae        |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 1  |    |    |    |  |  |  |  |  |  |
|        |             | Tephritidae     |      | 8  |    | 2  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |
|        |             | Chamaemyiidae   |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |
|        |             | Drosophilidae   |      |    | 1  |    |    |    |    | 1  |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 2  |    |    |    | 2  | 1  |    |    |    |  |  |  |  |  |  |
|        |             | Chloropidae     | 1    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 1  |    |    |    |    |    | 1  |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |
|        |             | Heleomyzidae    | 2    |    | 4  |    | 1  |    | 5  | 4  |    |    |    | 1  |    |    | 2  | 5  | 3  |    | 2  | 2  | 1  |    | 3  | 5  | 4  | 3  |  |  |  |  |  |  |
|        |             | Muscidae        | 1    |    |    |    |    |    |    | 1  |    |    | 1  |    | 1  | 2  |    |    |    | 1  | 1  | 1  |    | 1  |    |    | 1  |    |  |  |  |  |  |  |
|        |             | Calliphoridae   | 7    | 2  | 9  | 7  | 10 | 20 | 23 | 21 | 13 | 17 | 14 | 19 | 9  | 9  | 11 | 23 | 28 |    | 19 | 21 | 15 | 17 | 16 | 19 | 17 | 12 |  |  |  |  |  |  |
|        | Hymenoptera | Braconidae      |      | 1  | 2  |    | 1  |    |    | 1  |    |    | 1  | 1  |    |    |    |    | 1  |    | 1  |    |    |    | 3  | 2  |    |    |  |  |  |  |  |  |
|        |             | Eulophidae      | 1    | 1  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 1  |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |
|        |             | Torymidae       |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |
|        |             | Figitidae       |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |
|        |             | Diapriidae      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |
|        |             | Platygasteridae |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |
|        |             | Formicidae      | 1    | 2  | 1  |    |    | 6  | 5  | 1  | 1  |    |    |    | 2  |    |    | 13 |    | 4  |    |    | 1  | 1  | 1  |    | 1  |    |  |  |  |  |  |  |

