

Fabio Navarro Baltazar

“Análise da entomofauna relacionada à decomposição em modelo de *Sus scrofa domesticus* L. em área litorânea (Cubatão) e planalto (Atibaia) do Estado de São Paulo: aspectos médico-sanitários e forenses ”

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Coordenadoria de Controle de Doenças da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Área de Concentração: Pesquisas Laboratoriais em Saúde Pública.

Orientador: Prof. Dr. José Eduardo Tolezano.

São Paulo

2013

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pelo Centro de Documentação – Coordenadoria de Controle de Doenças/SES-SP

©reprodução autorizada pelo autor, desde que citada a fonte

Baltazar, Fabio Navarro

Análise da entomofauna relacionada à decomposição em modelo de *Sus scrofa domesticus* L. em área litorânea (Cubatão) e planalto (Atibaia) do Estado de São Paulo: aspectos médico-sanitários e forenses / Fabio Navarro Baltazar - São Paulo, 2013.

Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências da Coordenadoria de Controle de Doenças da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo.

Área de concentração: Pesquisas Laboratoriais em Saúde Pública

Orientador: José Eduardo Tolezano

1. Entomologia
2. Insetos vetores
3. Medicina legal

SES/CCD/CD-280/13

*“Terribilia sunt opera Tua
DOMINE,*

*In multitudine Virtutis
Tuae, Te metientur inimici
Tui.”*

Carolus Linnaeus, 1758

Dedico este trabalho aos meus pais Antonio Carlos e Elisabete, à minha irmã Carla Navarro Baltazar e à minha namorada Maria Luiza Cavallari.

Agradecimentos

Inicialmente, minha profunda gratidão ao Professor Adelino Poli Neto (em memória) por ter me acolhido em seu laboratório e me apresentado esta linda disciplina, que tantos frutos gerou com as publicações e o presente projeto. As saudades são imensas, tornando sua figura sempre presente em minha memória.

Agradeço à minha querida prima Vera Lúcia Navarro Poli e ao amigo Tiago, por terem ajudado na obtenção da permissão para o desenvolvimento do projeto em Atibaia. A presença de vocês nesta fase foi essencial para o sequenciamento deste estudo.

Agradeço ao Prof. Dr. José Eduardo Tolezano, pelo impecável papel de orientador, tanto na vida profissional/acadêmica quanto na vida pessoal, ao qual tenho a honra de tê-lo atualmente como um amigo.

Agradeço ao Prof. Dr. Daniel Romero Muñoz, pelo espaço cedido para o desenvolvimento deste projeto e de nossas publicações, na Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, e pela sua co-orientação, a qual contribuiu com valiosas sugestões e correções para a confecção do presente trabalho.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação da Coordenadoria de Controle de Doenças da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo, por ter permitido a concretização deste trabalho, em especial aos Professores André e Fátima, e às secretarias Caroline e Tirces.

Agradeço aos meus pais, Antônio Carlos Baltazar, por ter me ajudado na montagem e coletas dos insetos, e Elisabete Darci Navarro Baltazar, pela paciência nos momentos de incerteza e pela sujeira que trazíamos após as viagens. Este projeto não teria sido concluído sem a ajuda de vocês, aliás nenhum progresso profissional e pessoal. Agradeço todos os dias a Deus por tê-los como meus pais, e devo-lhes tudo que tenho, sendo eternamente grato por isso.

Agradeço à minha namorada Maria Luiza Cavallari pelos inúmeros auxílios, desde a montagem dos experimentos (quantos carrapatos carregamos em nossas vestes...), passando pela taxonomia dos insetos até a concretização da dissertação. Sou muito grato por ter estado sempre ao meu lado, inclusive nos momentos de tristeza e dificuldade enfrentados durante este período.

Agradeço ao Prof. Dr. Silvio Shigueo Nihei pelo auxílio com a taxonomia dos muscídios e por todas as sugestões dadas a este estudo, as quais foram de imensa valia.

Agradeço à minha irmã Carla, ao meu cunhado Ricardo e à minha afilhada Estela pela paciência nas minhas ausências em sua casa, especialmente durante a confecção da dissertação. Mesmo algumas vezes de longe vocês moram no meu coração.

Agradeço a todos os amigos do 8º andar do Instituto Adolfo Lutz, incluindo os pesquisadores Helena Taniguchi e Roberto Mitsuyoshi Hiramoto, além de Rosana, Eliane, Kátia, Érika e todos os funcionários e mestrandos dos departamentos de Enteroparasitoses e Parasitoses Sistêmicas, pelo auxílio na mão de obra, instalações laboratoriais e paciência com o odor exalado da carne putrefada utilizada nas publicações.

Aos meus amigos Igor Luís de Castro Oliveira, Cristiano Heubel, Paulo Edson Ferreira Filho e Rafael Corsino pelos momentos de descontração obtidos durante o período de mestrado, sem eles minha cabeça teria rolado do corpo pelas preocupações.

Aos meus amigos médicos veterinários Rafael Nunes e Raphael Esteves pelos encontros após os plantões e desabafos profissionais, além dos inúmeros momentos hilários que já passamos juntos.

Enfim, agradeço a Deus e a Jesus, por toda proteção espiritual conferida não só durante este estudo, mas em toda minha vida, fazendo com que minha crença fosse além dos limites da devoção. Aqui vai o meu muito

obrigado ao plano espiritual, de forma geral, pela dádiva de tê-los em minha proteção.

Resumo

A Entomologia Forense é definida como segmento da ciência que estuda a aplicação dos insetos na solução de questões judiciais, com especial interesse na subdivisão médico-legal, na qual seu emprego baseia-se exclusivamente na elucidação criminal, o que inclui a determinação do intervalo pós-morte. Porém a importância deste fragmento científico não se restringe apenas à área forense, trazendo relevante contribuição concomitante à Saúde Pública, uma vez que seu objeto de estudo, os insetos, pode desempenhar papel vetorial mecânico na transmissão de diversos patógenos aos homens e animais. Sendo assim, o presente estudo teve por objetivo inventariar a entomofauna cadavérica de duas localidades biogeoclimatologicamente distintas, Cubatão e Atibaia, além de descrever a ocorrência dos fenômenos cadavéricos em cada localidade. Para tanto, foram utilizadas quatro carcaças de suínos, de aproximadamente 15 Kg cada, dispostas nas estações seca e chuvosa, tendo sido dois animais por estação. Foram obtidos 3.683 insetos nos quatro experimentos, pertencentes a cinco ordens (Diptera, Coleoptera, Hymenoptera, Lepidoptera e Orthoptera) e 36 famílias, distribuídas peculiarmente em cada município e estação climática. A abundância de indivíduos foi maior nos experimentos realizados no verão de ambas as localidades, apesar do tempo total para decomposição das carcaças ter sido menor, tendo havido mumificação do cadáver utilizado para estudo durante o inverno, em Atibaia. Além disso, famílias pouco exploradas na literatura forense se destacaram neste projeto, como Otitidae, Phoridae e Sepsidae, em alguns momentos encontradas de forma dominante em relação a famílias de grande importância forense, como Calliphoridae, por exemplo. Os municípios apresentaram padrões de distribuição entomológica *sui generis* para algumas famílias, como Piophilidae, Micropezidae e Dolichopodidae, em Cubatão, e Syrphidae, Apidae, Vespidae e Noctuidae, em Atibaia.

Palavras-chave: entomologia forense, decomposição cadavérica, medicina legal, vetores mecânicos.

Abstract

Forensic Entomology is defined as segment of science that studies the application of insects in solving legal issues, with a special interest in medico-legal subdivision that includes criminal elucidation and determination of postmortem interval. The importance of this science is not restricted to the forensic area, bringing relevant concomitant contribution to public health, since its object of study, the insects, play a role in transmitting, as mechanical vector, various pathogens to humans and animals. Therefore, this study aimed to survey the cadaveric insect fauna in two distinct locations, Cubatao and Atibaia, besides describing the cadaveric phenomena in each locality, through the use of four pig carcasses, each one with approximately 15 kg arranged in the dry and rainy seasons, two animals per season. A total of 3,683 insects were obtained from five orders (Diptera, Coleoptera, Hymenoptera, Lepidoptera and Orthoptera) and 36 families, peculiarly distributed in each county and weather station. The abundance was higher in experiments conducted through the summer of both locations, despite the shorter total time for decomposition of carcasses, and natural mummification of the corpse have been achieved during the winter in Atibaia. In addition, unexplored families in forensic literature have stood out in this project, as Otitidae, Phoridae and Sepsidae, sometimes found dominant to families of forensic importance, such as Calliphoridae. The municipalities showed *sui generis* entomological distribution patterns for some families, as Piophilidae, Micropezidae and Dolichopodidae in Cubatao, and Syrphidae, Apidae, Vespidae and Noctuidae in Atibaia.

Keywords: forensic entomology, cadaveric decomposition, forensic medicine, mechanical vectors.

Lista de Figuras e Tabelas

Figura 1. Texto extraído do Livro Chinês de Medicina Forense elaborado por Sung Tzu, no qual relata a utilização da entomologia forense em investigação de homicídio (Benecke, 2001).....	19
Figura 2. “Dances of the Death”, ilustração demonstrando a influência dos insetos na decomposição cadavérica (Benecke, 2001)	20
Figura 3. Representação do processo putrefativo cadavérico através de arte realística, denominada “Skeleton of the Tumba” (Benecke, 2001).....	21
Figura 4. Localização do experimento no Parque Ecológico Cotia-Pará, município de Cubatão, região litorânea do estado de São Paulo. Fonte: Google Earth (acesso em 04/04/2013).	64
Figura 5. Área utilizada para realização dos experimentos situada no Parque Ecológico Cotia-Pará, município de Cubatão, região litorânea do estado de São Paulo. Fonte: Arquivo pessoal.	65
Figura 6. Localização do experimento em propriedade particular, município de Atibaia, planalto do estado de São Paulo. Fonte: Google Earth (acesso em 04/04/2013).....	66
Figura 7. Área utilizada para realização dos experimentos situada em propriedade particular, município de Atibaia, planalto do estado de São Paulo. Fonte: Arquivo pessoal.	67
Figura 8. Material necessário para confecção da armadilha de interceptação de vôo utilizada neste estudo.....	69
Figura 9. Instruções de montagem da armadilha de interceptação de voo do tipo Shannon modificada por Cavallari et al.....	70
Figura 10. Identificação dos machos da família Sarcophagidae através da exposição da genitália. Na foto, espécime de <i>Oxysarcodexia xanthosoma</i> (A – arquivo pessoal) sendo indentificado através de literatura atual (B - Vairo KP et al., 2011).	72
Figura 11. Duração de cada etapa putrefativa observada na carcaça durante o inverno, município de Cubatão, São Paulo, Brasil.	77

Figura 12. Temperatura e umidade relativa do ar registrados diariamente durante realização do experimento no inverno, município de Cubatão, São Paulo, Brasil.....	78
Figura 13. Fases da decomposição observadas em carcaça depositada no inverno, município de Cubatão, São Paulo, Brasil.	79
Figura 14. Duração (relativa) de cada etapa putrefativa observada na carcaça durante o verão de Cubatão, São Paulo, Brasil.....	86
Figura 15. Temperatura e umidade relativa do ar registrados durante realização do experimento no verão, município de Cubatão, São Paulo, Brasil.	87
Figura 16. Fases da decomposição observadas em carcaça depositada no verão, município de Cubatão, São Paulo, Brasil.	88
Figura 17. Duração (relativa) de cada etapa putrefativa observada na carcaça durante o inverno de Atibaia, São Paulo, Brasil.	96
Figura 18. Temperatura e umidade relativa do ar registrados durante realização do experimento no inverno, município de Atibaia, São Paulo, Brasil.	97
Figura 19. Fases da decomposição observadas em carcaça depositada no inverno, município de Atibaia, São Paulo, Brasil.....	98
Figura 20. Duração (relativa) de cada etapa putrefativa observada na carcaça durante o verão de Atibaia, São Paulo, Brasil.	105
Figura 21. Temperatura e umidade relativa do ar registrados durante realização do experimento no verão, município de Atibaia, São Paulo, Brasil.	106
Figura 22. Fases da decomposição observadas em carcaça depositada no verão, município de Atibaia, São Paulo, Brasil.....	107
Figura 23. Períodos para decomposição de cada carcaça, em ambas as estações climáticas e municípios estudados.....	115
Figura 24. Temperatura ambiental registrada no inverno durante a coleta dos espécimes nos municípios estudados.....	116
Figura 25. Umidade relativa do ar registrada no inverno durante a coleta dos espécimes nos municípios estudados.....	117

Figura 26. Temperatura ambiental registrada no verão durante a coleta dos espécimes nos municípios estudados.....	118
Figura 27. Umidade relativa do ar registrada no inverno durante a coleta dos espécimes nos municípios estudados.....	119
Figura 28. Abundância de indivíduos e famílias encontradas nos experimentos realizados no município de Cubatão, região litorânea do estado de São Paulo.....	120
Figura 29. Abundância de indivíduos e famílias encontradas nos experimentos realizados no município de Atibaia, região rural do estado de São Paulo.	121
Figura 30. Índices de diversidade obtidos em cada experimento.....	122
Tabela 1. Famílias de dípteros relevantes à área forense.	37
Tabela 2. Famílias de coleópteros relevantes à área forense.....	40
Tabela 3. Famílias de himenópteros relevantes à área forense.....	44
Tabela 4. Famílias de lepidópteros relevantes à área forense.....	48
Tabela 5. Distribuição dos espécimes durante as fases da decomposição, estudo realizado no inverno de Cubatão, São Paulo, Brasil.	80
Tabela 6. Abundância, frequência relativa e dominância das famílias encontradas em experimento realizado no inverno, município de Cubatão, São Paulo, Brasil.....	81
Tabela 7. Constância das espécies encontradas em experimento realizado no inverno, município de Cubatão, São Paulo, Brasil.	82
Tabela 8. Abundância, frequência relativa e dominância das espécies da família Sarcophagidae coletadas no inverno, município de Cubatão, São Paulo, Brasil.....	83
Tabela 9. Abundância, frequência relativa e dominância das espécies da família Fanniidae coletadas no inverno, município de Cubatão, São Paulo, Brasil.	84
Tabela 10. Abundância, frequência relativa e dominância das espécies da família Muscidae coletadas no inverno, município de Cubatão.....	84

Tabela 11. Distribuição dos espécimes durante as fases da decomposição, estudo realizado no verão de Cubatão, São Paulo, Brasil.	89
Tabela 12. Abundância, frequência relativa e dominância das famílias encontradas em experimento realizado no verão, município de Cubatão, São Paulo, Brasil.	90
Tabela 13. Constância das espécies encontradas em experimento realizado no verão, município de Cubatão, São Paulo, Brasil.	91
Tabela 14. Abundância, frequência relativa e dominância das espécies da família Fanniidae coletadas no verão, município de Cubatão, São Paulo, Brasil.	92
Tabela 15. Abundância, frequência relativa e dominância das espécies da família Calliphoridae coletadas no verão, município de Cubatão, São Paulo, Brasil.	93
Tabela 16. Abundância, frequência relativa e dominância das espécies da família Muscidae coletadas no verão, município de Cubatão, São Paulo, Brasil.	93
Tabela 17. Abundância, frequência relativa e dominância das espécies da família Sarcophagidae coletadas no verão, município de Cubatão, São Paulo, Brasil.	94
Tabela 18. Distribuição dos espécimes durante as fases da decomposição, estudo realizado no inverno de Atibaia, São Paulo, Brasil.	99
Tabela 19. Constância das espécies encontradas em experimento realizado no inverno, município de Atibaia, São Paulo, Brasil.	100
Tabela 20. Abundância, frequência relativa e dominância das famílias encontradas em experimento realizado no inverno, município de Atibaia, São Paulo, Brasil.	101
Tabela 21. Abundância, frequência relativa e dominância das espécies da família Fanniidae coletadas no inverno, município de Atibaia, São Paulo, Brasil.	102
Tabela 22. Abundância, frequência relativa e dominância das espécies da família Muscidae coletadas no inverno, município de Atibaia, São Paulo, Brasil.	102

Tabela 23. Abundância, frequência relativa e dominância das espécies da família Sarcophagidae coletadas no inverno, município de Atibaia, São Paulo, Brasil.....	103
Tabela 24. Abundância, frequência relativa e dominância das espécies da família Calliphoridae coletadas no inverno, município de Atibaia, São Paulo, Brasil.....	103
Tabela 25. Distribuição dos espécimes durante as fases da decomposição, estudo realizado no verão, município de Atibaia, São Paulo, Brasil.	108
Tabela 26. Constância das espécies encontradas em experimento realizado no verão, município de Atibaia, São Paulo, Brasil.....	110
Tabela 27. Abundância, frequência relativa e dominância das famílias encontradas em experimento realizado no verão, município de Atibaia, São Paulo, Brasil.....	112
Tabela 28. Abundância, frequência relativa e dominância das espécies da família Fanniidae coletadas no verão, município de Atibaia, São Paulo, Brasil.....	113
Tabela 29. Abundância, frequência relativa e dominância das espécies da família Muscidae coletadas no verão, município de Atibaia, São Paulo, Brasil.....	114
Tabela 30. Abundância, frequência relativa e dominância das espécies da família Calliphoridae coletadas no verão, município de Atibaia, São Paulo, Brasil.....	114

Sumário

1. Introdução e Revisão Bibliográfica	13
1.1. Conceitos, aplicações e subdivisões.....	16
1.2. História e evolução científica	18
1.3. Implantação da Entomologia Forense no Brasil	22
1.4. Fenômenos cadavéricos.....	25
1.5. Os artrópodes e a o ambiente cadavérico	29
1.5.1. Ordem Diptera	32
1.5.2. Ordem Coleoptera.....	38
1.5.3. Ordem Hymenoptera.....	43
1.5.4. Ordem Lepidoptera	47
1.6. Relevância médico-sanitária.....	49
1.7. Entomotoxicologia	51
2. Objetivos	55
2.1. Objetivos Gerais	55
2.2. Objetivos específicos.....	56
3. Metodologia.....	57
3.1. Localidades estudadas.....	57
3.1.1. Cubatão	57
3.1.2. Atibaia	61
3.2. Implantação e duração dos experimentos	63
3.3. Coleta dos insetos	64
3.5. Análise Estatística	72
3.5.1. Análise faunística.....	73
3.5.2. Índices de Diversidade.....	73
4. Resultados	76

4.1. Experimento Cubatão – Inverno	76
4.2. Experimento Cubatão - Verão	85
4.3. Experimento Atibaia – Inverno.....	95
4.4. Experimento Atibaia – Verão	104
5. Discussão.....	123
6. Conclusões	132
7. Referências Bibliográficas.....	134

1. Introdução e Revisão Bibliográfica

1.1. Conceitos, aplicações e subdivisões

O segmento da Zoologia que estuda os insetos é denominado Entomologia, sendo esta uma denominação grega que envolve os radicais gregos *entomon* (inseto) e *logos* (estudo). A palavra inseto, por sua vez, tem sua origem calcada no latim *animale insectum*, traduzida para animal segmentado. Os insetos pertencem ao filo Arthropoda, o qual reúne animais com apêndices locomotores articulados e exoesqueleto quitinoso e se caracteriza pelo mais amplo e importante grupo biológico, podendo ser encontrados nos mais diversos e inóspitos biomas de nosso planeta (Papavero, 1983)

Com base nestas afirmativas e principalmente na distribuição geográfica, sinantropia e comportamento biológico deste grupo zoológico, podemos finalmente relacionar os insetos à ciência em questão, a Entomologia Forense, a qual os utiliza como objeto de estudo através da análise de exemplares obtidos nos locais de crime e de cadáveres, especialmente no que diz respeito à elucidação de questões criminais, o que inclui a determinação do intervalo pós-morte (intervalo transcorrido entre o óbito e o encontro do corpo).

Várias são as aplicações da entomologia forense, como caracterização de casos de maus tratos, delineamento das rotas de tráfico de entorpecentes e auxílio na elucidação da causa do óbito, além ainda da identificação do cadáver, local e momento cronológico no qual a morte ocorreu (Oliveira-Costa, 2011). Nos casos de maus tratos, a análise de larvas colhidas de material fecal das vestes e roupa íntima das vítimas pode não só identificar a situação negligencial como também determinar o tempo de abandono, especialmente nos casos de crianças e idosos, como já descritos na literatura (Goff et al., 1991; Benecke e Lesig, 2001). Já o rastreamento das rotas de tráfico de entorpecentes pode ser exemplificado

através dos insetos presentes nas folhas de *Cannabis sativa*, usualmente processados junto à matéria prima (Crosby et al., 1985). Além disso, de acordo com os ferimentos e padrões de oviposição, torna-se possível também o auxílio à elucidação da causa da morte, uma vez que os insetos realizam sua postura preferencialmente em orifícios naturais (Campobasso e Introna, 2001). No que diz respeito à identificação do cadáver, a avaliação de material tecidual oriundo do trato digestório dos insetos pode ser realizada de forma molecular, para possível extração do DNA, como já descrito por Thyssen (2008). Finalmente, através do conhecimento da fauna entomológica regional e sua biologia, pode-se determinar o intervalo pós-morte e se houve ou não traslado do cadáver.

A Entomologia Forense pode ainda ser dividida em Entomologia Forense Urbana, Entomologia Forense de Produtos Estocados e Entomologia Forense Médico-Legal (Lord e Stevenson, 1986). A primeira delas se refere ao estudo e busca de soluções aos prejuízos causados pelos insetos nas estruturas e bens urbanos vinculados ao convívio humano, o que muitas vezes acarreta em ações judiciais. Nesta modalidade são citadas as pragas urbanas. Já a Entomologia Forense de Produtos Estocados envolve pesquisas relacionadas aos insetos que interagem com produtos, das mais diversas naturezas, mantidos armazenados para fins. A Entomologia Forense Médico-Legal, por sua vez, vincula o estudo dos insetos a investigações criminais, especialmente no que diz respeito à determinação do tempo de morte, compondo assim provas técnicas para fins judiciais (Oliveira-Costa, 2011). Desta forma, conhecimentos acumulados em relação à biologia e comportamento dos insetos, noções básicas de cronotanatognose e prática pericial são incontestavelmente relevantes, uma vez que sua associação poderá responder a uma série de questionamentos acerca de situações criminais.

1.2. História e evolução científica

Previamente à descrição dos primeiros relatos referentes à entomologia forense e suas aplicações através de amplo levantamento científico, ainda podemos encontrar notas sobre pequenos e imprecisos conhecimentos de entomologia geral descritas por civilizações antigas do mediterrâneo, a exemplo da citação de *Baal-Zebub*, que pode ser traduzido em “o senhor das moscas”, ou “o senhor do esterco” quando feita analogia a *Baal-Zebul*, já demonstrando alguma associação entre insetos e material fecal. Além disso, encontramos ainda referências a deuses como Zeus e outros como “*nmoo&nc*” (“Myiodes: deus das moscas), “*arcoiAmoq*” (“apomyios: bagaço das moscas”) e “*jimaTpcx*” (“myiagros: caçador de moscas”), figuras divinas que foram capazes de limpar suas instalações das moscas (Thompson e Pont, 1993).

Em relação à citação histórica acima, encontramos o primeiro relato de sua aplicação no século XIII, no manual médico-legal *Hsi Yüan chi lu* (traduzido para o idioma inglês “*The Washing Away of Wrongs*”), o qual relata a investigação realizada por homicídio ocorrido nos campos de arroz envolvendo material perfuro-cortante. Após ter solicitado aos lavradores que depositassem suas ferramentas de trabalho no chão, o investigador observou a atração de insetos aos instrumentos de apenas um deles, o qual confessou o crime no dia seguinte ao homicídio (Benecke, 2001). Nos séculos seguintes, especialmente XV e XVI, foram relatados trabalhos de poetas e artistas plásticos, como as obras “*Dances of the Death*”, esculpida em madeira, e “*Skeleton of the Tumba*”, este por sua vez projetado em marfim (Benecke, 2001).

宋提刑洗冤集錄卷之二

(五) 疑難雜說下

有檢驗被殺屍在路傍，始疑盜者殺之，及點檢沿身衣物俱在，遍身鑊刀砍傷十餘處。檢官曰：「盜只欲人死取財，今物在傷多，非冤讎而何！」遂屏左右，呼其妻問曰：「汝夫自來與甚人有冤讎最深？」應曰：「夫自來與人無冤讎，只近日有某甲來做債，不得，曾有尅期之言。然非冤讎深者。」檢官默識其居，遂多差人分頭告示：「側近居民各家所有鑊刀盡底將來，只今呈驗。如有隱藏，必是殺人賊，當行根勘。俄而，居民交到鑊刀七八十張。令布列地上。時方盛暑，內鑊刀一張，蠅子飛集。檢官指此鑊刀問：「爲誰者？」忽有一人承當，乃是做債尅期之人。就擒訊問，猶不伏。檢官指刀令自看，衆人鑊刀無蠅子，今汝殺人，血腥氣猶在，蠅子集聚，豈可隱耶？左右環視者失聲嘆服，而殺人者叩首服罪。昔有深池中溺死人，經久，事屬大家因懼事發。體究官見皮肉盡無，惟獨骸骸骨

Figura 1. Texto extraído do Livro Chinês de Medicina Forense elaborado por Sung Tzu, no qual relata a utilização da entomologia forense em investigação de homicídio (Benecke, 2001)



Figura 2. "Dances of the Death", ilustração demonstrando a influência dos insetos na decomposição cadavérica (Benecke, 2001)



Figura 3. Representação do processo putrefativo cadavérico através de arte realística, denominada “Skeleton of the Tumba” (Benecke, 2001)

Após extensa lacuna sem referências bibliográficas, são citados os trabalhos dos médicos Orfila, em 1831, e Bergeret, em 1855 (*apud* Benecke, 2001). Orfila pôde observar o papel das larvas sobre a decomposição cadavérica durante exumações realizadas na França, as quais demonstravam colonização por artrópodes. Já Bergeret realizou o primeiro relato de caso elucidado através da entomologia forense, além de ter descrito o ciclo biológico dos insetos e realizado observações importantes ao conhecimento entomológico da época, como oviposição apenas no verão e a metamorfose podendo durar até um ano. Apesar dos conhecimentos entomológicos restritos e algumas vezes equivocados, deve-se ressaltar a importância deste fato histórico através da iniciativa de elucidar um crime utilizando-se a entomologia forense como recurso adicional aos físicos, em caráter investigativo.

Logo, em meados de 1879, Paul Camile Hippolyte Brouardel e Pierre Mégnin (*apud* Benecke, 2001) trouxeram suas contribuições ao estudo da entomologia forense ao terem trabalhado de forma associada após necropsia de um natimorto, na França. O primeiro deles, médico legista,

após ter observado extensa colonização do cadáver (já mumificado) por artrópodes, solicitou à Mègnin, professor no Museu de História Natural de Paris e médico veterinário do exército, auxílio entomológico. Ambos concluíram o óbito há aproximadamente seis meses do momento necropsial.

Em 1894 surgiu, finalmente, a publicação mais importante de Mègnin, “*La Faune dès Cadavres*”, no qual eram descritos os padrões de sucessão cadavérica em indivíduos sepultados e livres, além de breve anatomia dos insetos (incluindo descrições referentes à venação e espiráculos posteriores) e alguns casos nos quais a entomologia forense havia sido aplicada com sucesso (*apud* Benecke, 2001). Após este período até meados da primeira guerra mundial, diversos entomologistas se destacaram através de suas publicações, como Klingelhöffer, Maschka e Horoskiewicz, na Polônia, os quais direcionaram seus esforços em padrões de lesão ocasionados por baratas e formigas (Benecke, 2001).

Por fim, após diversas publicações relacionadas à área nos anos que se passaram, entre 1960 e 1980, os professores Marcel Leclercq e Pekka Nortueva (*apud* Benecke, 2001) consolidaram a entomologia forense através de suas pesquisas e aplicações rotineiras em procedimentos periciais investigativos, fato que contribuiu decisivamente para o estabelecimento da prática entomológica forense nos Estados Unidos, Rússia, Canadá, França e Japão, a qual permanece como valiosa ferramenta ao trabalho pericial até a atualidade.

1.3. Implantação da Entomologia Forense no Brasil

No Brasil, este segmento da ciência forense foi iniciado pelos trabalhos publicados por Oscar Freire, médico legista, o qual passou a realizar seus experimentos em 1906, tendo utilizado cadáveres humanos e animais, incluindo peças avulsas, no Instituto Médico Legal Nina Rodrigues, situado na Bahia, além de outras localidades no mesmo estado, muitas

vezes em campos abertos e habitações, tendo realizado sua primeira nota à Sociedade Médica da Bahia em 1908 (Freire, 1914a).

Neste mesmo ano, o interesse pelo assunto também foi despertado em outros autores, como Roquete Pinto, o qual tornou públicas suas observações através da “*Nota sobre a fauna cadavérica do Rio de Janeiro*”. Logo, em 1912, Germano Lüderwaldt realizou sua contribuição por meio da publicação “*Os insectos necrophagos paulistas*”, na qual registrou uma lista de coleópteros necrófagos e foi citado posteriormente por Freire em uma de suas publicações, onde incita a necessidade do estudo da fauna díptera de forma concomitante, da seguinte forma: “servem de complemento à lista de insectos necrófagos constante do trabalho de Luederwaldt, que não cuidou dos dípteros da fauna cadavérica, assumpto principal, quasi exclusivo, dos estudos hoje publicados” (Freire, 1914a, p. 125).

Nesta jornada evolutiva da entomologia forense em nosso país destaca-se também o trabalho de Domingos Freire, em 1896, registrado através da “*Revista Brasileira*” sob o título “*Factos da vida dos insectos II, Fauna dos cadáveres*” e também questionado por Freire em uma de suas publicações, quando sugere ter sido apenas continuidade das ideias de Mégnin e a possibilidade de conclusões equivocadas quando aplicadas em nosso país devido às condições climáticas em sua grande maioria distintas, justificando-se no trabalho do professor Afrânio Peixoto, em 1913 (*apud* Freire, 1914a).

Ainda no que diz respeito às observações feitas por Oscar Freire após referir-se aos mesmos como “trabalhadores da morte, os padrões de sucessão entomológica cadavérica são citados ao afirmar que os insetos “se succedem methodicamente em prazos fixos” (Freire, 1914b, p. 151), e também nos atenta a outras características, como: diferentes etapas da decomposição em um mesmo cadáver, muitas vezes indistintas; o processo de decomposição cadavérica se altera significativamente entre as diferentes condições climáticas observadas, e no Brasil a mesma ocorre de forma “intensa, violenta, rapidíssima” (Freire, 1914b, p. 151), o que irá acarretar em maior ou menor número de insetos atraídos à carcaça; a preferência de

alguns grupos de insetos por determinados períodos da decomposição; o número de insetos se mostra indubitavelmente maior quando o substrato se encontra livre de intempéries, como chuva e vento; a concorrência entre as espécies necrófagas presentes simultaneamente no mesmo substrato; a decomposição ocorre em velocidades diferentes na dependência da massa tecidual cadavérica; e finalmente, independentemente da espécie do cadáver, os insetos são sempre os mesmos, podendo variar apenas em quantidade, como citado anteriormente. Tais afirmativas nos servem de base para o sequenciamento dos estudos iniciados pelos mesmos há aproximadamente um século (Freire, 1914a, 1914b).

Após as publicações acima referidas, destaca-se também nesta mesma linha de pesquisa a publicação de Waldemar Rangel Belfort Mattos, realizada em 1919, na qual o mesmo faz observações a respeito de aspectos taxonômicos, biológicos (incluindo reprodutivos) e comportamentais dos sarcófagídeos encontrados em São Paulo. Nesta mesma publicação, o presente autor faz referência ao trabalho de A. Neiva e Faria Gomes, intitulado “Notas sobre um caso de myase humana ocasionada por larvas de *Sarcophaga pyophila*”, realizado em 1913 (*apud* Mattos, 1919), o que nos reforça o interesse da comunidade científica pela entomologia, médica neste caso, na época.

Historicamente, as importantes observações sobre a fauna entomológica cadavérica brasileira através do auxílio de autores notáveis como os já citados, incluindo Adolpho Lutz, representam um marco inicial no estabelecimento da entomologia forense no Brasil, uma vez que seus registros e procedimentos operacionais, apesar de ainda incipientes neste período, servem de base para todos os pesquisadores interessados no desenvolvimento desta prática científica ainda no contexto atual. Sua valiosa contribuição é observada principalmente na evolução científica da entomologia forense médico-legal, incluindo a séria questão da cronotanatognose, a qual se reflete na dificuldade de estimar-se o tempo de morte em cadáveres extensivamente putrefeitos através dos métodos médico-legais convencionais.

1.4. Fenômenos cadavéricos

Os fenômenos transformativos e destrutivos que compõem o processo de putrefação cadavérica se caracterizam pela degradação de tecido orgânico por bactérias aeróbias (presentes no meio ambiente) e anaeróbias (bactérias intestinais) (Campobasso et al., 2001). A autólise, iniciada através da queda do PH intra e extracelular e ruptura das membranas celulares, representa um evento agressivo, porém auxiliar, exógeno, ao processo putrefativo. Logo, a intervenção bacteriana ocasiona a liberação de enzimas que levam à liquefação pútrida dos tecidos pela redução de proteínas, carboidratos e lipídios à sua forma mais simples, como aminoácidos, água, dióxido de carbono e substâncias voláteis (Coe, 1993).

Previamente à decomposição cadavérica propriamente dita, vale ressaltar a ocorrência de determinados eventos relacionados à estase do sangue no leito vascular, o que caracterizará fases importantes principalmente para o diagnóstico cronológico da morte, ou cronotanatognose. Sua descrição se apresenta clara e concisa na publicação do autor França (2008), o qual as reúne em: resfriamento do cadáver, livores de hipóstase, rigidez cadavérica, gases de putrefação, cristais no sangue putrefeito, crescimento dos pêlos da barba, conteúdo estomacal e fauna cadavérica. De acordo com diversos autores, inclusive com a literatura acima citada, todos estes eventos físico-químicos podem apresentar variações intrínsecas ou extrínsecas, com relação à sua instalação. Por este motivo não serão citados os períodos específicos para sua ocorrência.

A queda de temperatura do cadáver ocorre à medida que o hipotálamo, estrutura cerebral responsável pela termorregulação, cessa seu funcionamento, e este fenômeno depende necessariamente do ambiente no qual o corpo se localiza, porém este parâmetro pode ser impreciso na dependência de alguns fatores como temperatura presente no indivíduo no

momento do óbito, posicionamento e estado nutricional do cadáver, e presença ou não de vestes.

Os livores de hipóstase, ou livores cadavéricos, podem ser definidos como manchas avermelhadas que surgem nas regiões mais baixas da carcaça, e sua produção ocorre de forma variável dentre os estudiosos.

A rigidez cadavérica ocorre por meio do enrijecimento das fibras musculares como resultado da coagulação da miosina, e o período para sua instalação também se mostra variável na dependência de fatores como condição corpórea previamente ao óbito, idade, temperatura local e causa do óbito

No que diz respeito aos gases produzidos após a morte, no primeiro dia é produzido apenas gás carbônico, possivelmente apenas pelas bactérias aeróbias. Nos dias sequenciais, passa a haver produção de gás inflamável (hidrocarbonetos) pelas bactérias anaeróbias, fato este que permanece até meados do quinto dia, quando são produzidos apenas compostos amoniacais.

Após o terceiro dia do óbito há o surgimento dos “cristais de Westenhöffer-Rocha-Valverde”, lâminas cristalóides de coloração castanha compostas por iodo e ferrocianeto de potássio, e podem permanecer no sangue por até 35 dias após a morte.

A crioscopia do sangue refere-se à diminuição do ponto de congelamento após sua estase devido à desagregação das moléculas de albumina, e evolui com o tempo de óbito. Sabendo-se que o ponto de congelamento normal do sangue é de $-0,57^{\circ}\text{C}$, pode-se utilizar esta característica como auxiliar na determinação do tempo de morte.

Através das dimensões dos pêlos da barba, torna-se possível também o estabelecimento do IPM (intervalo pós-morte), apesar deste dado muitas vezes apresentar-se impreciso, uma vez que se torna necessário o conhecimento da última hora na qual o indivíduo se barbeou. O principal dado fornecido pela literatura necessário para utilização desta ferramenta é a taxa de crescimento de pêlos da barba, que se dá através de $0,021\text{mm/h}$.

O conteúdo gástrico do cadáver também pode ser avaliado para obtenção de mais informações a respeito do intervalo pós-morte. Sabe-se que o esvaziamento gástrico em um indivíduo normal ocorre entre cinco e sete horas, e com isso pode-se estimar o momento da última refeição, na dependência da quantidade de conteúdo encontrado. A exemplo dos demais eventos cadavéricos, a avaliação do conteúdo gástrico também pode apresentar-se imprecisa, à medida que determinadas doenças retardam ou aceleram a progressão do conteúdo alimentar.

Nos casos de putrefação avançada, a avaliação entomológica pericial pode trazer valiosas contribuições. Devido à imprecisão dos métodos médico-legais tradicionais nestas situações, dados obtidos através da análise da fauna residente associados aos conhecimentos relacionados ao seu comportamento e ciclo biológico podem trazer informações adicionais acerca dos questionamentos presentes no contexto da causa da morte. Tais características referentes à entomofauna serão discutidas brevemente.

Várias são as classificações a respeito das etapas que se sucedem ao processo putrefativo, na dependência do autor a ser consultado. A exemplo desta afirmativa, pode-se citar a classificação realizada por Payne, em 1965, a qual descreve seis fases, sendo elas a fresca, inchamento, deterioração ativa, deterioração avançada, seca e restos, ou ainda a descrição realizada por Bornemissza, em 1957, que envolve as fases inicial (fresca), putrefação, putrefação escura, fermentação butírica e seco. Logo, devido a esta divergência de opiniões, o presente trabalho utilizou a descrição realizada por Hélio Gomes (1997), a qual divide o processo decompositor em cinco fases:

- Fase fresca: O processo de decomposição inicia-se no interior do cadáver através da atividade bacteriana, protozoária e fúngica intestinal, como já referido anteriormente, porém sua aparência externa permanece sem alterações.

- Fase cromática: A formação do composto sulfometahemoglobina, que por sua vez ocorre no interior das alças intestinais através da combinação de sulfureto de hidrogênio (H₂S) (oriundo da atividade bacteriana) com a

hemoglobina, leva ao aparecimento de pigmentação cutânea esverdeada em região de fossa ilíaca direita, tipicamente nesta topografia por apresentar maior proximidade do ceco com a pele. Estes fenômenos podem iniciar-se concomitantemente à distensão da face, bolsa escrotal e vulva. Outros autores, como Bornemissza (1957), podem incluir tais características na fase fresca.

- Fase de inchamento ou gasosa: A distensão observada inicialmente apenas em determinadas partes do cadáver agora se estende para as vísceras, e a pressão exercida pelo excesso de gases produzidos leva ao aumento de volume abdominal e extravasamento de líquidos por orifícios naturais. Esta fase se caracteriza peculiarmente pelo aumento de volume do cadáver e aparecimento da “circulação póstuma de Brouardel”, o desenho vascular através do tecido cutâneo decorrente do deslocamento periférico do sangue ocasionado pela pressão exercida pelos gases. A presente fase é classificada como putrefativa pelo autor acima citado.

- Fase coliquativa: Inicia-se a liquefação do cadáver, e a desintegração progressiva dos tecidos leva à diminuição do volume da carcaça. Esta fase pode ser classificada como fermentação butírica por Bornemissza (1957), e nela geralmente ocorre a colonização fúngica da carcaça.

- Esqueletização: Exposição óssea, após prévia desintegração tecidual.

Apesar das descrições dadas às fases da decomposição cadavérica pelos diversos autores acima referidos, vale ressaltar algumas peculiaridades a respeito do modo como cada uma delas ocorre. Como já observado por Oscar Freire (1914a, 1914b) e reiterado por Campobasso (2001), nunca se poderá obter o tempo exato de ocorrência de cada estágio, uma vez que o processo decompositor dependerá de uma série de fatores, como idade e compleição física do indivíduo, condições climáticas locais (principalmente temperatura e umidade) e fatores ambientais. O precursor da entomologia forense no Brasil também observou que as fases da putrefação podem ocorrer de maneira distinta e simultânea em uma mesma carcaça, já que a oviposição dos dípteros necrófagos geralmente ocorre nas regiões onde topograficamente há um orifício natural (Keh, 1985). Os locais

responsáveis por abrigar as massas larvais geralmente apresentam sua taxa de decomposição acelerada em relação às outras regiões, fato este justificado através da atividade necrofágica local (principalmente larval) e da temperatura elevada, o que otimiza também a atividade bacteriana (Catts e Goff, 1992). Além disso, as bactérias presentes nas fezes e urina também podem interferir neste processo, tornando as regiões superiores do cadáver muitas vezes mumificadas (Benecke, 2004). Segundo Keh (1985), a temperatura do cadáver varia pela ação de fatores como quantidade de tecido adiposo, presença de vestimentas, velocidade do vento, exposição à luz solar, entre outros. Ressalta ainda que a mumificação, referida anteriormente, ocorre geralmente sob condições climáticas peculiares, especialmente nos locais mais secos e onde o vento se apresenta mais intenso, e este processo pode levar até cinco meses.

1.5. Os artrópodes e a o ambiente cadavérico

O conhecimento da sucessão entomológica cadavérica é capaz de trazer importantes informações a respeito da fase putrefativa ocorrente e da cronologia da morte principalmente em cadáveres extensamente decompostos, uma vez conhecidos os padrões de sucessão dos artrópodes em determinadas regiões (Amendt et al., 2006).

Freire (1914b), no início de suas pesquisas, já observava algum padrão de sucessão entomológica cadavérica. Concomitantemente a outras observações importantíssimas a respeito da putrefação e suas peculiaridades, afirma que tal sucessão ocorre de maneira sistemática, de modo que grupos distintos de insetos são atraídos na dependência da fase putrefativa presente, a qual reúne o máximo de condições favoráveis para conclusão de seus ciclos biológicos. Apesar de incipientes e ainda pobres em detalhamento científico devido à escassez de estrutura acadêmico-tecnológica desenvolvida nesta época, suas notas incluem ainda, através de notável percepção, observações no que diz respeito à ausência de

exclusivismo dos insetos por cada etapa de putrefação, uma vez que encontrou, por exemplo, indivíduos alados de *Musca domestica* em todas as fases putrefativas, inclusive nas mais avançadas.

Podemos agora, após breve referência a um dos pioneiros no estabelecimento da entomologia forense no Brasil, detalhar a ocorrência da sucessão entomológica cadavérica, através das publicações posteriores. Catts e Goff, em 1992, agruparam os artrópodes colonizadores cadavéricos de acordo com seu papel ecológico em quatro categorias: necrófagos, onívoros, parasitas e predadores, e finalmente acidentais. Os insetos necrófagos são aqueles que se alimentam dos tecidos cadavéricos, os quais incluem principalmente os indivíduos das famílias Diptera e Coleoptera. Já os onívoros, exemplificados através das formigas, vespas e alguns coleópteros, como os da família Dermestidae, são insetos que se alimentam tanto do corpo quanto da fauna ali residente, especialmente das formas imaturas de dípteros. Segundo Early e Goff (1986), grandes populações destes insetos podem retardar o processo putrefativo por exaurir as populações necrófagas. Logo, os insetos denominados parasitas e predadores incluem algumas famílias das ordens Diptera (Calliphoridae), Coleoptera (Silphidae, Staphylinidae, Histeridae) e microhimenópteros parasitoides. Como sua própria denominação já denota, os parasitas se aproveitam das reservas de outros colonizadores para seu sustento, e os predadores podem ser exemplificados através do comportamento das formas imaturas de algumas espécies, as quais apresentam característica necrofágica nos estágios iniciais de seu desenvolvimento, porém logo passam a apresentar sinais predatórios em seus últimos instares larvais. Nesta fase podemos também incluir os ácaros, como predadores de outros indivíduos de sua espécie e artrópodes. Finalmente, os acidentais são definidos como artrópodes que apenas utilizam o cadáver como extensão de seu habitat e fonte de recursos naturais, porém este não sendo essencial para o seu desenvolvimento (Catts e Goff, 1992).

O comportamento biológico dos insetos associados a carcaças em decomposição pode se apresentar intensamente variável, na dependência

das condições bioclimatológicas e geomorfológicas, visto que, como já dito, as etapas putrefativas podem ocorrer de forma simultânea ou sobreposta. Este fato pode ser justificado através dos resultados experimentais obtidos através de criação entomológica laboratorial, os quais muitas vezes nos trazem tempos de desenvolvimento diferentes especialmente nas fases imaturas (Norris, 1965). Além disso, outros fatores como a natureza e a oferta dos substratos podem interferir neste processo bem como na atratividade dos insetos, como já reportado por Keh (1985). Alguns pesquisadores sugerem que a oviposição ocorre através da estimulação das fêmeas por odores exalados do substrato, enquanto que outros relacionam este comportamento com a capacidade dos insetos em reconhecerem o substrato essencial para o desenvolvimento de seus imaturos (Zucolloto, 1991). Segundo ensaio científico realizado por D'Almeida e Mello (1996), os quais utilizaram diferentes substratos para maiores conclusões a respeito destas teorias, a carne representou o substrato mais atrativo para a oviposição e larviposição, comparativamente a outros, como peixe (sardinha), fígado bovino, camarão (sem casca), lula, banana fermentada, fezes humanas e frescas. Além disso, fezes e banana não representaram estímulo para oviposição dos califorídeos, porém foram procurados pelos muscídeos e sarcófagídeos.

Dentre as ordens mais importantes quando se trata de ecossistema cadavérico, destacam-se Diptera, Coleoptera, Hymenoptera e Lepidoptera, porém associados ao ecossistema cadavérico são citadas ainda as ordens Archaeognatha, Thysanura, Odonata, Blattaria, Isoptera, Mantodea, Dermaptera, Orthoptera, Embioptera, Psocoptera, Hemiptera, Neuroptera, Acari, Opiliones, Aranae, Scorpiones, Pseudoscorpionida, Amphipoda e Isopoda (Oliveira-Costa, 2011). A seguir, serão discutidas de forma sucinta apenas as ordens e famílias mais importantes segundo a literatura vigente e que serão abordadas neste trabalho nos próximos tópicos, com especial ênfase na descrição das famílias da Ordem Diptera.

1.5.1. Ordem Diptera

A Ordem Diptera reúne insetos como moscas e mosquitos, sendo as primeiras as mais utilizadas para aplicação prática da entomologia forense médico-legal. Possuem distribuição cosmopolita, sendo mais ocorrente no ambiente neotropical (Brown et al., 2009). Os dípteros agrupados na subordem Nematocera são caracterizados pelos mosquitos, e as famílias mais importantes são Psychodidae e Culicidae, ambas com seus exemplares apresentando sua probóscide adaptada para picar e/ou sugar. Já aqueles pertencentes à subordem Brachycera podem apresentar aparelho bucal dos tipos picador-sugador ou lambedor e as principais famílias que se destacam no ecossistema cadavérico são: Calliphoridae, Sarcophagidae, Fanniidae, Muscidae, Stratiomyidae, Syrphidae, Sepsidae, Phoridae, Sphaeroceridae, Piophilidae, Drosophilidae, Milichiidae, Chloropidae, Heleomyzidae e Otitidae (Oliveira-Costa, 2011). Destas, as quatro primeiras famílias representam maior importância na aplicação prática da entomologia forense, uma vez que são as principais famílias responsáveis pela decomposição cadavérica (Linhares, 1981, *apud* Biavati, 2010).

Calliphoridae

A família Calliphoridae apresenta-se como uma das mais importantes em termos de decomposição cadavérica, associadamente às famílias Sarcophagidae, Muscidae e Fanniidae (Biavati et al., 2010). Além disso, sua relevância médico-sanitária também ganha destaque quando nos referimos à sinantropia, ou seja, capacidade de convivência próxima ao ambiente modificado pelo homem, já que os mesmos podem veicular patógenos e causar miíases (Ferraz et al., 2009). Esta família representa grande importância forense no que diz respeito à estimativa do intervalo de morte, uma vez que geralmente são os primeiros insetos a colonizarem o cadáver,

além de suas larvas possuírem característica necrófaga e predatória em determinadas espécies.

Sarcophagidae

Os sarcófagídeos, segunda família de maior importância forense, também participam como decompositores da matéria orgânica, além de alguns indivíduos ainda participarem como parasitas de vertebrados e invertebrados, pela produção de miíases e veiculação de patógenos (Guimarães e Papavero, 1999). Caracterizam-se por insetos saprófagos, e suas fêmeas, larvíparas, depositam seus imaturos de primeiro instar sobre a matéria orgânica. Algumas espécies podem ser indicadores da etapa da decomposição, e sua identificação se dá quase que exclusivamente através da morfologia da genitália dos machos (Buenaventura, 2009).

Muscidae

Vários são os relatos em literatura a respeito da ocorrência desta família em cadáveres nos mais diversos estágios putrefativos (Ribeiro, 2003; Salviano, 1996; Barbosa et al., 2009). São atraídos por alimentos e matéria orgânica em decomposição, incluindo material fecal, e por este motivo, associadamente ao seu alto grau de sinantropia, desempenham papel importante na saúde coletiva, já que podem atuar como vetores de patógenos, como cólera, shigelose e salmonelose (Greenberg, 1971). Além disso, ganham destaque também na medicina veterinária pelo fato de poderem ocasionar grandes prejuízos econômicos vinculados à queda da produtividade animal principalmente relacionada aos insetos picadores-sugadores, por estes desempenharem atividade hematofágica sobre o rebanho (Carvalho et al., 2002).

Fanniidae

Os insetos agrupados na família Fanniidae também possuem distribuição cosmopolita, exceto nos pólos, e durante muito tempo foram identificados como subfamília (Fanniinae) da família Muscidae. Algumas

espécies apresentam marcado hábito sinantrópico, o que leva esta família a possuir grande relevância econômica, já que alguns de seus exemplares podem carrear ovos de *Dermatobia hominis*, agentes de miíase em vertebrados vivos (Gomes et al., 2002). Suas larvas são saprófagas e podem se desenvolver em fezes e matéria orgânica em decomposição, vegetal ou animal, sendo frequentemente encontradas associadas a cadáveres em decomposição (Oliveira-Costa, 2011).

Stratiomyidae

Insetos geralmente presentes em ambientes com a presença de flores, seus imaturos possuem diferentes nichos tróficos, desde substratos em decomposição até fezes de animais. Representada primariamente no continente americano, *Hermetia illucens* já foi relatada em diversos estados como São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, geralmente nos estágios putrefativos finais (Oliveira-Costa, 2011).

Syrphidae

Segundo Oliveira-Costa (2011), as larvas desta família possuem forte característica predatória de outros insetos e desenvolvem-se em matéria pútrida. Exemplares de *Ornidia obesa* já foram encontrados associados à carcaças suínas em decomposição no Amapá (Torres et al., 2010).

Phoridae

Os insetos desta família são preferencialmente encontrados nos últimos estágios da decomposição cadavérica, mais comumente em regiões de difícil acesso a insetos maiores (Greenberg e Wells, 1998). Os gêneros *Megaselia* spp. e *Puliciphora* spp. foram descritos em Campinas e na região sul do Brasil (Moura et al., 1997).

Sepsidae

Insetos de tamanho pequeno a mediano frequentemente encontrados em matéria orgânica em decomposição (incluindo carcaças) e fezes.

Possuem como característica morfológica marcante a constrição do abdome em sua porção basal, e são encontradas frequentemente no estágio coliquativo; Foram encontrados em carcaças as espécies *Archisepsis armata* (Paraná), *Decaetophora* spp. (Rio de Janeiro), *Palaeosepsis maculata* (Paraná) e *Sepsis* (São Paulo) (Oliveira-Costa, 2011).

Sphaeroceridae

Insetos muito reduzidos geralmente com coloração preta ou marrom. Estão presentes próximos a locais pantanosos, esterco e lixo, onde suas larvas se desenvolvem (Triplehorn e Jonnson, 2011). Moura, em 1997, identificou os gêneros *Poecilossomella* spp. e *Archiborborus* spp. coletados de cadáveres em Curitiba, Paraná.

Piophilidae

Os indivíduos desta família são em sua grande maioria metálicos e pequenos, medindo aproximadamente cinco centímetros. São encontrados em matéria orgânica putrefada, principalmente no estágio de fermentação amoniacal, e suas larvas podem também se desenvolver em queijos e carnes preservadas, a exemplo dos imaturos de *Piophila casei*, identificados amplamente como pragas destes produtos alimentícios (Triplehorn e Jonnson, 2011).

Drosophilidae

Conhecidas popularmente como “moscas do vinagre” ou “mosquinhas das frutas”, são frequentemente encontradas próximo à vegetação e frutas em decomposição. Alguns autores relatam sua presença associada à decomposição cadavérica humana e animal, como Moura (1997). Suas larvas buscam desenvolver-se em frutas putrefadas, alimentando-se das leveduras ali presentes, e podem apresentar comportamento ectoparasita (répteis) ou predador (hemípteros).

Milichidae

Encontradas comumente em áreas abertas, possuem coloração negra e distribuição geográfica cosmopolita. Segundo a literatura, suas larvas geralmente vivem em animais e matéria vegetal em decomposição, podendo possuir característica coprófaga ou saprófaga. Alguns autores já descreveram seu desenvolvimento no interior de formigueiros, sendo a fauna ali residente também fonte de alimento para suas larvas (Oliveira-Costa, 2011).

Chloropidae

Os cloropídeos se caracterizam por insetos pequenos, amarelos ou pretos, e são conhecidos também como moscas das gramíneas. O comportamento alimentar das larvas apresenta-se peculiar, uma vez que utilizam substratos como caules de gramíneas, cereais, vegetação em decomposição, excrementos, secreções de animais e exsudatos das mais diversas naturezas, incluindo sangue e pus (Triplehorn e Jonnson, 2011). Os adultos também alimentam-se da conjuntiva ocular de vertebrados, o que os confere também o nome vulgar de “lambe-olhos” e sua atuação como vetores de bouba e conjuntivites diversas.

Heleomyzidae










Moscas de tamanho mediano a grande encontradas geralmente em locais sombreados e úmidos. Suas larvas desenvolvem-se em matéria orgânica em decomposição (vegetal ou animal), fungos, ninhos de aves e tocas de mamíferos (Brown et al., 2009).

Otitidae

Os otitídeos possuem em sua grande maioria coloração metálica e asas maculadas. Suas larvas podem ser observadas em substratos putrefados, incluindo matéria vegetal e animal, e os imaturos algumas vezes são classificados como pragas por seu comportamento fitófago. A literatura disponível referente a esta família apresenta-se bastante escassa,





especialmente em relação à descrição de seus estágios larvais e taxonomia, porém os gêneros já identificados e envolvidos na decomposição cadavérica foram *Acrostica* spp., *Euxesta* spp., *Notograma* spp., *Seioptera* spp. e *Xanthocrona* spp. (Souza e Linhares, 1997).

Tabela 1. Famílias de dípteros relevantes à área forense.

 <p>Família Calliphoridae Fonte: Arquivo pessoal</p>	 <p>Família Sarcophagidae Fonte: Arquivo pessoal</p>	 <p>Família Fanniidae Fonte: Arquivo pessoal</p>
 <p>Família Muscidae Fonte: Arquivo pessoal</p>	 <p>Família Stratiomyidae Fonte: Arquivo pessoal</p>	 <p>Família Syrphidae Fonte: Arquivo pessoal</p>
 <p>Família Sepsidae Fonte: Arquivo pessoal</p>	 <p>Família Phoridae Fonte: Arquivo pessoal</p>	 <p>Família Sphaeroceridae Fonte: http://www.diptera.info/photogallery.php?photo_id=8143 Acessado em: 16/04/2013</p>

Continua

Continuação Tabela 1

 <p>Família Piophilidae</p> <p>Fonte: Arquivo pessoal</p>	 <p>Família Drosophilidae</p> <p>Fonte: Arquivo pessoal</p>	 <p>Família Milichidae</p> <p>Fonte: Arquivo pessoal</p>
 <p>Família Chloropidae</p> <p>Fonte: http://www.flickr.com/photos/ogcodes/6882546662/lightbox/ Acessado em: 16/04/213</p>	 <p>Família Heleomyzidae</p> <p>Fonte: http://www.qm.qld.gov.au/Find+out+about/Animals+of+Queensland/Insects/Flies Acessado em: 16/04/213</p>	 <p>Família Otitidae</p> <p>Fonte: Arquivo pessoal</p>










1.5.2. Ordem Coleoptera

Os coleópteros, ou popularmente conhecidos como besouros, possuem como característica principal a estrutura de suas asas, uma vez que o par anterior, ou élitros, apresenta-se espessado, coriáceo, cobrindo as asas posteriores, estas por sua vez membranosas. Denominadas por muitos autores como estojo de proteção, estas estruturas geralmente permanecem imóveis durante o voo, conduzido por sua vez apenas pelo par posterior. Possuem peças bucais do tipo mastigador e sofrem metamorfose completa, sendo encontrados nos mais diversos substratos disponíveis na natureza, vegetais e animais, o que os confere hábitos alimentares variados. Podem ser classificados como fitófagos, predadores, fungívoros, detritívoros e parasitas (Triplehorn e Jonnson, 2011).

No contexto forense, a ordem Coleoptera ganha destaque por ser considerada a segunda de maior importância, sendo atraída nos estágios mais avançados da decomposição cadavérica, principalmente em ambientes abertos. Ainda, segundo Keh (1985), na fauna cadavérica podem desempenhar papéis como necrófagos, onívoros, predadores ou acidentais.










A importância forense dos coleópteros não se restringe apenas ao ecossistema cadavérico. Algumas famílias possuem como característica principal o desenvolvimento de seus imaturos em produtos agrícolas, inclusive armazenados, o que os identifica como pragas e os destaca no estudo da entomologia forense de produtos estocados, como já discutido anteriormente. Logo, segundo Oliveira-Costa (2011), no que diz respeito à entomologia forense médico-legal e de produtos estocados, as famílias que se mostram relevantes ao tema são: Carabidae, Hydrophilidae, Histeridae, Leiodidae, Ptilidae, Silphidae, Staphylinidae, Trogidae, Scarabeidae, Cantharidae, Elateridae, Phengodidae, Dermestidae, Bostrichidae, Trogoxetidae, Cleridae, Nitidulidae, Silvanidae, Tenebrionidae, Anthicidae, Cerambycidae, Chrysomelidae, Curculionidae, Coccinellidae, Cryptophagidae e Lathridiidae. Tais famílias estão ilustradas na tabela 2.

Tabela 2. Famílias de coleópteros relevantes à área forense.

 <p>Família: Carabidae</p> <p>Fonte: http://carabidae.org/carabidae/bembidiini.html Acessado em: 4/04/2013</p>	 <p>Família: Hydrophilidae</p> <p>Fonte: http://www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/eng/sphsubkm.htm Acessado em: 4/04/2013</p>	 <p>Família: Histeridae</p> <p>Fonte: http://www.zin.ru/animalia/coleoptera/eng/marnipkm.htm Acessado em: 4/04/2013</p>
 <p>Família: Leiodidae</p> <p>Fonte: http://www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/images/dubl/dtlp.jpg Acessado em: 4/04/2013</p>	 <p>Família: Ptilidae</p> <p>Fonte: http://www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/images/pteforkm.jpg Acessado em: 4/04/2013</p>	 <p>Família: Silphidae</p> <p>Fonte: http://www.saltuna-bornholm.dk/Silphidae.htm Acessado em: 4/04/2013</p>
 <p>Família: Staphylinidae</p> <p>Fonte: http://www.zin.ru/animalia/coleoptera/us/rugrufms.htm Acessado em: 4/04/2013</p>	 <p>Família: Trogidae</p> <p>Fonte: http://www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/eng/troevems.htm Acessado em: 4/04/2013</p>	 <p>Família: Scarabeidae</p> <p>Fonte: http://www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/eng/coplunkm.htm Acessado em: 4/04/2013</p>









Continua

Continuação Tabela 2

 <p>Família: Cantharidae</p> <p>Fonte: http://www.zin.ru/animalia/coleoptera/eng/rhafemkm.htm Acessado em: 4/04/2013</p>	 <p>Família: Elateridae</p> <p>Fonte: http://www.zin.ru/animalia/coleoptera/eng/athsubkm.htm Acessado em: 4/04/2013</p>	 <p>Família: Phengodidae</p> <p>Fonte: http://bugguide.net/node/view/316440 Acessado em: 4/04/2013</p>
 <p>Família: Dermestidae</p> <p>Fonte: http://www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/images/derfrikm.jpg Acessado em: 4/04/2013</p>	 <p>Família: Bostrichidae</p> <p>Fonte: http://www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/eng/rhidomkm.htm Acessado em: 4/04/2013</p>	 <p>Família: Trogositidae</p> <p>Fonte: http://www.zin.ru/animalia/coleoptera/eng/xenquakm.htm Acessado em: 4/04/2013</p>
 <p>Família: Cleridae</p> <p>Fonte: http://www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/eng/necrufkm.htm Acessado em: 4/04/2013</p>	 <p>Família: Nitidulidae</p> <p>Fonte: http://www.zin.ru/animalia/coleoptera/eng/omocolkm.htm Acessado em: 4/04/2013</p>	 <p>Família: Silvanidae</p> <p>Fonte: http://www.kerbtier.de/cgi-bin/enFSearch.cgi?Fam=Silvanidae Acessado em: 4/04/2013</p>

Continua

Continuação Tabela 2

 <p>Família: Tenebrionidae</p> <p>Fonte: http://www.zin.ru/animalia/coleoptera/eng/gonpuskm.htm Acessado em: 4/04/2013</p>	 <p>Família: Anthicidae</p> <p>Fonte: http://www.zin.ru/animalia/coleoptera/eng/antpedkm.htm Acessado em: 4/04/2013</p>	 <p>Família: Cerambycidae</p> <p>Fonte: http://www.cerambycids.com/brazil/mzsp/default.asp?Action=Show_Types&Single_Type=True&TypeID=382 Acessado em: 4/04/2013</p>
 <p>Família: Chrysomelidae</p> <p>Fonte: http://www.zin.ru/animalia/coleoptera/eng/donvulkm.htm Acessado em: 4/04/2013</p>	 <p>Família: Curculionidae</p> <p>Fonte: http://www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/eng/eusovukm.htm Acessado em: 4/04/2013 Acessado em: 4/04/2013</p>	 <p>Família: Coccinellidae</p> <p>Fonte: http://www.zin.ru/animalia/coleoptera/eng/caldeckm.htm Acessado em: 4/04/2013</p>
 <p>Família: Cryptophagidae</p> <p>Fonte: http://www.zin.ru/animalia/coleoptera/eng/henpilk.htm Acessado em: 4/04/2013</p>	 <p>Família: Lathridiidae</p> <p>Fonte: http://www.zin.ru/animalia/coleoptera/eng/stevarkm.htm Acessado em: 4/04/2013</p>	










1.5.3. Ordem Hymenoptera

Esta ordem inclui insetos parasitas e predadores de pragas, além de polinizadores, o que a confere essencial importância do ponto de vista sinantrópico. Seus membros são representados pelas abelhas, vespas e formigas, insetos que demonstram alta complexidade de comportamentos biológicos e nichos tróficos. Os himenópteros são divididos em duas subordens, a Symphyta e os Apocrita, sendo os primeiros em sua grande maioria fitófagos, e o restante alimentam-se de outros artrópodes (Triplehorn e Johnson, 2011).










Considerada por muitos autores como a terceira ordem de interesse forense, sua importância se torna relevante nos estágios mais avançados da decomposição cadavérica, quando as estruturas já se apresentam ressecadas, inclusive esqueletização. Apesar disso, alguns levantamentos científicos demonstraram a fauna himenóptera como mais abundante em relação aos dípteros e coleópteros, principalmente pelo grande número de indivíduos da família Formicidae encontrados nas carcaças (Cruz e Vasconcelos, 2006).

Dentre as principais famílias envolvidas na fauna entomológica cadavérica, destacam-se Vespidae, Ichneumonidae, Braconidae, Pteromalidae, Chalcididae, Apidae, Formicidae, Colletidae, Mutillidae, Pompilidae, Halictidae, Sphecidae, Ormyridae, Sclerogibbidae, Scelionidae, Trichogrammatidae, Platygastriidae, Megaspilidae, Proctotrupidae, Mymaridae, Figitidae, Diapriidae, Ceraphronidae, Bethyidae, Chrysididae, Cynipidae, Encyrtidae, Eulophidae, Eupelmidae e Eurytomidae, como mostra a tabela 3 (Oliveira-Costa, 2011).










Tabela 3. Famílias de himenópteros relevantes à área forense

 <p>Família: Vespidae</p> <p>Fonte: http://www.ub.edu/crba/practiques/artropodes/artropodes10a/artropodes10a.htm# Acessado em: 5/04/2013</p>	 <p>Família: Ichneumonidae</p> <p>Fonte: http://www.ub.edu/crba/practiques/artropodes/artropodes10a/artropodes10a.htm# Acessado em: 5/04/2013</p>	 <p>Família: Braconidae</p> <p>Fonte: http://www.flashcardmachine.com/en-tomology-site-idtest.html Acessado em: 5/04/2013</p>
 <p>Família: Pteromalidae</p> <p>Fonte: http://bugguide.net/node/view/16933 Acessado em: 5/04/2013</p>	 <p>Família: Chalcididae</p> <p>Fonte: http://www.flickr.com/photos/mgaiani/4005241226/ Acessado em: 5/04/2013</p>	 <p>Família: Apidae</p> <p>Fonte: http://www.scienceimage.csiro.au/index.cfm?event=site.image.detail&id=1651 Acessado em: 5/04/2013</p>
 <p>Família: Formicidae</p> <p>Fonte: http://www.ub.edu/crba/practiques/artropodes/artropodes10a/artropodes10a.htm# Acessado em: 5/04/2013</p>	 <p>Família: Colletidae</p> <p>Fonte: http://www.bwars.com/index.php?q=taxonomy/term/433/all&page=1 Acessado em: 5/04/2013</p>	 <p>Família: Mutillidae</p> <p>Fonte: http://www.ub.edu/crba/practiques/artropodes/artropodes10a/artropodes10a.htm# Acessado em: 5/04/2013</p>

Continua




 <p>Família: Pompilidae</p> <p>Fonte: http://www.ub.edu/crba/practiques/artropodes/artropodes10a/artropodes10a.htm# Acessado em: 5/04/2013</p>	 <p>Família: Halictidae</p> <p>Fonte: http://wibe.ath.cx/insectimages/browse?order=HYM&family=Halictidae&genus=Dufourea&species=dentiventris Acessado em: 5/04/2013</p>	 <p>Família: Sphecidae</p> <p>Fonte: http://www.ub.edu/crba/practiques/artropodes/artropodes10a/artropodes10a.htm# Acessado em: 5/04/2013</p>
 <p>Família: Ormyridae</p> <p>Fonte: http://www.hymatol.org/introduction.html Acessado em: 5/04/2013</p>	 <p>Família: Sclerogibbidae</p> <p>Fonte: http://www.hymatol.org/introduction.html Acessado em: 5/04/2013</p>	 <p>Família: Scelionidae</p> <p>Fonte: http://ponent.atspace.org/fauna/insecta/scelionidae/trissolcus_tel.htm#f0_1_t406 Acessado em: 5/04/2013</p>
 <p>Família: Trichogrammatidae</p> <p>Fonte: http://www.hymatol.org/introduction.html Acessado em: 5/04/2013</p>	 <p>Família: Platygastridae</p> <p>Fonte: http://www.flickr.com/photos/lordv/4869079009/ Acessado em: 5/04/2013</p>	 <p>Família: Megaspilidae</p> <p>Fonte: http://www.flickr.com/photos/lordv/4869079009/ Acessado em: 5/04/2013</p>

Continua

 <p>Família: Proctotrupidae</p> <p>Fonte: http://www.biolib.cz/cz/image/id96123/ Acessado em: 9/04/2013</p>	 <p>Família: Mymaridae</p> <p>Fonte: http://ponent.atspace.org/fauna/ins/fauna/mymaridae/oocitini_mym.htm#f2_1_t312 Acessado em: 9/04/2013</p>	 <p>Família: Figitidae</p> <p>Fonte: http://micropics.org.uk/Figitidae/1/figitidae%201.htm Acessado em: 9/04/2013</p>
 <p>Família: Diapriidae</p> <p>Fonte: http://www.alexanderwild.com/Ants/Natural-History/Ant-Enemies/9403486_q7KXXM/1978735664_k65qWhd#li=1978735664&k=k65qWhd&lb=1&s=A Acessado em: 9/04/2013</p>	 <p>Família: Ceraphronidae</p> <p>Fonte: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Masner_lubomirus.jpg Acessado em: 9/04/2013</p>	 <p>Família: Bethyidae</p> <p>Fonte: http://www.bwars.com/index.php?q=taxonomy/term/304/all Acessado em: 9/04/2013</p>
 <p>Família: Chrysididae</p> <p>Fonte: http://www.beetlesofafrica.com/beetle_detail.asp?beetleid=308&page=1&count=y Acessado em: 9/04/2013</p>	 <p>Família: Cynipidae</p> <p>Fonte: http://ponent.atspace.org/fauna/ins/fauna/cynipidae/diplolepidini_cyn.htm#f0_1_t203 Acessado em: 9/04/2013</p>	 <p>Família: Ceraphronidae</p> <p>Fonte: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Masner_lubomirus.jpg Acessado em: 9/04/2013</p>

Continua

Continuação Tabela 3

 <p>Família: Eulophidae</p> <p>Fonte: http://www.pensoft.net/J_FILES/1/articles/2653/export.php_files/ZooKeys-173-079-g002.jpg Acessado em: 9/04/2013</p>	 <p>Família: Eupelmidae</p> <p>Fonte: http://www.padii.gov.au/barrow-island/Pest/Main/137689/13434 Acessado em: 9/04/2013</p>	 <p>Família: Eurytomidae</p> <p>Fonte: http://www.agroatlas.ru/en/content/pests/Bruchophagus_roddei/ Acessado em: 9/04/2013</p>
--	--	---

1.5.4. Ordem Lepidoptera

Representada pelas borboletas e mariposas, a ordem Lepidoptera possui grande importância econômica, já que o comportamento fitófago de seus imaturos pode ocasionar sérios prejuízos a determinados cultivos. Alimentam-se também de tecidos e grãos armazenados, e seu aparelho bucal é adaptado para sucção. Realizam metamorfose completa e geralmente apresentam gerações anuais (Triplehorn e Jonnson, 2011).

O envolvimento dos lepidópteros com o cadáver baseia-se na sucção dos exsudatos oriundos do processo putrefativo, e vários são os relatos de sua ocorrência em modelos experimentais, incluindo exemplares adultos e imaturos, e na maioria destes encontrados nas etapas mais avançadas da decomposição, como nas fases coliquativa e esqueletização (Thyssen, 2000). As famílias mais frequentes na fauna cadavérica, segundo Oliveira-Costa (2011), são Brassolidae, Gelichiidae, Hesperidae, Lycenidae, Noctuidae, Nymphalidae, Pieridae, Riodinidae, Pyralidae e Tineidae (tabela 4), sendo que as duas últimas destacam-se no ecossistema cadavérico brasileiro.

Tabela 4. Famílias de lepidópteros relevantes à área forense

 <p>Família: Brassolidae</p> <p>Fonte: http://www.tropicalbutterflies.com/tropical_brassolidae.htm Acessado em: 9/04/2013</p>	 <p>Família: Gelichiidae</p> <p>Fonte: https://www.flickr.com/photos/thijscal/5579695525/in/set-72157626406850634/lightbox/ Acessado em: 9/04/2013</p>	 <p>Família: Hesperidae</p> <p>Fonte: http://www.studydroid.com/index.php?page=viewPack&packId=212947 Acessado em: 9/04/2013</p>
 <p>Família: Lycaenidae</p> <p>Fonte: http://www.lycaenidae.gmxhome.de/ Acessado em: 9/04/2013</p>	 <p>Família: Noctuidae</p> <p>Fonte: http://www.landcareresearch.co.nz/resources/identification/animals/large-moths/image-gallery/noctuidae Acessado em: 9/04/2013</p>	 <p>Família: Nymphalidae</p> <p>Fonte: http://nymphalidae.utu.fi/Nymphalidae/Calinaginae/Calinaginae.htm Acessado em: 9/04/2013</p>
 <p>Família: Pieridae</p> <p>Fonte: http://canadianbiodiversity.mcgill.ca/english/species/insects/insectpages/pieridae.htm Acessado em: 9/04/2013</p>	 <p>Família: Riodinidae</p> <p>Fonte: http://butterflyinhome.com/mariposas_ing.html Acessado em: 9/04/2013</p>	 <p>Família: Pyralidae</p> <p>Fonte: http://www1.ala.org.au/gallery2/main.php?g2_view=slideshow.Slideshow&g2_itemId=30154 Acessado em: 9/04/2013</p>

Continua



1.6. Relevância médico-sanitária

Os insetos, objeto de estudo da ciência abordada nesta pesquisa, são também extensivamente citados em estudos relacionados à saúde pública, especialmente no que se refere à sua capacidade de veicular patógenos ao homem e aos animais domésticos. Logo, são citadas diversas famílias responsáveis pela transmissão mecânica destes agentes, incluindo Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae e Fanniidae, estas representando extrema importância na decomposição cadavérica e estimativa de cronotanatognose.

Os trabalhos brasileiros pioneiros neste contexto entomológico datam de 1913, quando Stiles e Keister observaram o transporte passivo de cistos de protozoários por dípteros muscóides, principalmente por *M. domestica*. Tais cistos se caracterizaram pelas formas imaturas de *Giardia lamblia* e foram isolados da superfície externa destes insetos, regiões estas que também continham cistos de *E. histolytica*. Logo, foram evidenciados também, através dos experimentos de Wenyon e O'Connor (1917), a presença destes cistos também no conteúdo regurgitativo das moscas, incluindo-se trofozoítos de *Trichomonas* sp.

Com o objetivo de estudar a prevalência das parasitoses intestinais e sua possível associação entomológica, os pesquisadores Harris e Down, em 1946 (*apud* Coutinho et al., 1957) analisaram 2243 exemplares de *Chrysomya megacephala*, considerada popularmente como “mosca das latrinas”. Suas conclusões foram de grande valia para a saúde pública neste período, uma vez que foram encontrados, no vômito e dejetos, cistos de *E. histolytica*, *E. coli*, *E. nana*, *G. lamblia*, *C. mesnili*, trofozoítos de *T. hominis*, além de ovos e larvas de *T. trichiura*, *A. lumbricoides* e Ancylostomidae.

Assim sendo, a reunião dos patógenos veiculados por moscas foi possível através das pesquisas posteriores, as quais descreveram, de forma totalitária, ovos de helmintos (incluindo-se *Ascaris* sp., *Toxascaris* sp., *Toxocara* sp., *Trichuris* sp., *Capillaria* sp., oxiurídeos, tricostrongilídeos e *T. solium*), bactérias (como *Shiguelia* sp. e *Vibrio cholerae*), protozoários (como já supra citado) e vírus entéricos (Thyssen et al., 2004).

Neste mesmo período, foi possível também, através da análise da superfície externa e conteúdo intestinal de indivíduos das espécies *C. megacephala* e *Musca domestica*, o isolamento de *Proteus mirabilis*, *Morganella* sp., *Klebsiella* sp., *Pseudomonas* sp., *Enterobacter* sp. e *E. coli*, porém em ambas as espécies não foi possível o isolamento de *Salmonella agona* (Oliveira, 2006). Alguns autores justificam a ausência de *Salmonella* sp. no material estudado devido à ocorrência de fatores que podem alterar sua proliferação nos dípteros muscóides, como características inerentes à microbiota intestinal, por exemplo, o que inclui o antagonismo entre espécies (Greenberg et al., 1970).

A bactéria *Helicobacter pylori* representa uma das causas mais frequentes de doença gastrointestinal e um dos principais fatores a serem levados em conta na gênese do adenocarcinoma gástrico, e sua transmissão através de contaminação alimentar por insetos foi especulada até 1997, quando Grüber e colaboradores a isolaram da superfície externa e excretas de indivíduos de *M. domestica*. Foi sugerido ainda, neste mesmo ensaio científico, que tais insetos adquirem a bactéria através de sua alimentação em substratos contaminados, principalmente excrementos

humanos, e ressaltam ainda que a colonização do trato gastrointestinal dos artrópodes por este microorganismo foi possível mesmo na presença de outras bactérias já residentes.

Por fim, podemos citar o encontro das duas ciências em questão quando passamos a discorrer sobre as miíases. Definidas como a infestação de larvas de dípteros em tecidos vivos vertebrados, são classificadas em primárias ou obrigatórias, quando as larvas necessariamente devem concluir seu ciclo biológico em tecido vivo, ou secundárias ou facultativas, nas quais os imaturos podem se desenvolver em tecido vivo, porém seu ciclo biológico normalmente deve ocorrer em material orgânico em decomposição (Moretti e Thyssen, 2006). A família Calliphoridae apresenta-se como uma das mais importantes na gênese desta doença, já que agrupa indivíduos responsáveis por ambas as formas de ocorrência, além ainda de poder atuar como vetor biológico de ovos de *Dermatobia homninis*, através da espécie *Hemilucilia segmentaria* (Marinho et al., 2003)

Após esta breve discussão, conseguimos justificar a importância da entomologia forense no contexto coletivo, saúde, pecuária e economia do país. A escassez de entomologistas, na atualidade, impede que haja a agregação de conhecimentos através da união de tais ciências, o que denota ainda a falta de conhecimento acerca da gênese de muitas doenças ocasionadas por estes vetores e assim, lacunas no estabelecimento de medidas higiênico-sanitárias profiláticas adequadas para sua prevenção.

1.7. Entomotoxicologia

A Entomotoxicologia é definida como o segmento da entomologia forense responsável pela utilização dos insetos na detecção de substâncias químicas presentes nos tecidos cadavéricos. A ocorrência de óbitos muitas vezes se apresenta vinculada ao uso de determinadas substâncias, como as drogas, por exemplo, e alterações importantes na decomposição e ecossistema cadavéricos podem estar presentes de forma secundária, o que

destaca a relevância deste estudo, uma vez que observações equivocadas relacionadas à estimativa do tempo de morte podem ser obtidas. Já foram descritas análises de substâncias nos mais diversos estágios evolutivos dos artrópodes, como em larvas, pupas, pupários e dípteros adultos, além ainda de análises conclusivas realizadas em fezes de coleópteros, já que sua marcante característica predatória sobre a fauna cadavérica residente também leva à bioacumulação da droga (Miller et al., 1994). Nos casos de cadáveres em putrefação avançada, a utilização das larvas para identificação de substâncias químicas se mostra bastante eficiente, desde a pesquisa pioneira realizada em 1980, quando foi possível a identificação de fenobarbital em larvas de dípteros encontradas em cadáver esqueletizado (Beyer et al., 1980). Além disso, a concentração das drogas ocorre de maneira estável nos insetos, o que facilita sua identificação, antagonicamente muitas vezes às concentrações encontradas no material cadavérico, na dependência da integridade dos tecidos (Gagliano-Candela e Aventaggiato, 2001). Dentre as técnicas disponíveis atualmente para tal análise, destacam-se os imunoensaios, as cromatografias líquida e gasosa, quimioluminescência e espectrometria de massa (Gosselin et al., 2010). Ainda, análises entomológicas através de métodos imunohistoquímicos também são citados na literatura com resultados conclusivos, porém a natureza da substância influencia diretamente na possibilidade de sua detecção (Alves-Junior et al., 2008).

Diversas publicações nesta linha de pesquisa demonstram diferenças no crescimento dos imaturos na dependência do substrato utilizado como fonte de alimento, o que nos chama atenção para a necessidade de conhecermos o tecido e sua composição química. Ferrari e colaboradores (2008) pesquisaram a influência da testosterona no crescimento de imaturos de *C. albiceps* alimentados com dieta artificial composta por água, leite em pó, levedo de cerveja, caseína, nipagim, ágar e coração de frango, onde observaram aumento considerável no ganho de peso das larvas, aproximadamente cinco vezes o peso dos indivíduos do grupo controle. Já Cardoso (2011), ao ter analisado larvas de *Sarcophaga ruficornis*

alimentadas com dieta artificial contendo morfina nas concentrações 0,5xDL (dose letal), 1xDL e 2xDL, não observou diferenças significativas na taxa de desenvolvimento dos imaturos em relação ao grupo controle, resultados estes que corroboram os obtidos por George e colaboradores (2009), os quais estudaram o mesmo opiáceo em imaturos de *Calliphora stygia*, e contrastam os de Bourel e colaboradores (1999), ao terem utilizado *Lucilia sericata* e observado retardo no desenvolvimento larval.

Após breve discussão, conclui-se que o emprego da entomotoxicologia é ilustrado no contexto das ciências forenses como ferramenta adicional na extração de informações associadas à determinação do intervalo pós-morte, principalmente levando a conclusões significativas e menores equívocos em relação aos métodos médico-legais tradicionais, o que inclui a toxicologia forense.

Na presente proposta de projeto, a área em questão não será abordada de forma direta, porém seu conhecimento, associado a outros como biologia e taxonomia dos insetos envolvidos, caminham juntos quando se utiliza a entomologia, de forma geral, para fins forenses.

1.8. Modelo Experimental

A utilização de modelos experimentais animais em estudos forenses já foi largamente explorada por diversos autores, onde são citados lagartos, sapos, ratos, aves, cães, gatos, porcos e elefantes, com resultados muitas vezes questionáveis quando extrapolados à decomposição cadavérica humana. A escolha do modelo animal deverá ser alicerçada não só na semelhança entre os processos putrefativos, mas também na facilidade de sua obtenção, custo e ausência de objeções públicas, e por este motivo a espécie suína vem sendo amplamente utilizada nos estudos entomológicos forenses. Além disso, já foi demonstrado que os padrões de sucessão dos artrópodes que compõem a fauna cadavérica não se alteram na

dependência do peso do animal, apesar da taxa de decomposição se mostrar diferente (Catts e Goff, 1992).

A escolha do suíno para estudos relacionados à decomposição cadavérica preenche ainda outros requisitos que tornam seu processo putrefativo semelhante ao humano, como a composição da microbiota intestinal secundariamente ao seu comportamento onívoro, anatomia visceral, distribuição corpórea do tecido adiposo, dimensões de cavidade torácica, pelagem delgada e estrutura cutânea semelhante (Campobasso et al., 2001).

Apesar do estabelecimento prévio do modelo animal utilizado em tais ensaios científicos, vale ressaltar a necessidade de sua integridade física para que a analogia ao processo putrefativo humano seja inequívoca. Segundo Micozzi (1986), carcaças previamente congeladas utilizadas no estudo da decomposição demonstraram tal processo predominantemente aeróbico, antagonicamente a carcaças frescas, onde a decomposição se dá de forma anaeróbia.

2. Objetivos

2.1. Objetivos Gerais

1 - Descrever as fases putrefativas nas estações seca e chuvosa (inverno e verão), bem como seu período de ocorrência, no modelo experimental *Sus scrofa domesticus* L. em área litorânea (Cubatão) e planalto (Atibaia) do estado de São Paulo, e relacionar os dados obtidos à identificação concomitante da fauna entomológica cadavérica de cada localidade, com ênfase nos indivíduos da Ordem Diptera.

2.2. Objetivos específicos

- 1- Descrever nos fenômenos cadavéricos relacionando-os às diferenças bioclimáticas e geomorfológicas das regiões estudadas, nas estações seca (inverno) e chuvosa (verão).
- 2- Definir os padrões de sucessão entomológica cadavérica em cada localidade.
- 3- Correlacionar a fauna entomológica encontrada nas carcaças às características biogeoclimáticas das regiões utilizadas.
- 4- Identificar a sazonalidade dos dípteros nas duas regiões de estudo.
- 5- Reconhecer possíveis marcadores entomológicos nas localidades estudadas.
- 6- Discutir a importância e aplicabilidade dos resultados obtidos para a Saúde Pública.
- 7- Construir um banco de dados referente às espécies encontradas nas localidades estudadas.

3. Metodologia

3.1. Localidades estudadas

3.1.1. Cubatão

Cubatão situa-se na latitude 23° 50' a 23° 55' Sul e na longitude 46° 30' Oeste de Greenwich. Ocupa uma área de 148 quilômetros quadrados e situa-se a 57 quilômetros da capital paulista e a 16 quilômetros de Santos ou São Vicente. Dista aproximadamente 25 quilômetros de São Bernardo do Campo e Santo André (tendo como ponto de referência os limites municipais), limitando-se com os municípios de São Bernardo do Campo, Santo André, Santos e São Vicente. A altitude máxima é atingida na Serra do Mar, com 700 metros e a mínima (média) na planície é de 3 metros (Borges et al., 2002).

A região é formada por duas províncias geomórficas: a área serrana, compreendendo escarpas e piemonte, e área de planícies, compreendendo morros isolados e planícies. Os tipos de solo encontrado são Associação Campos do Jordão e Litosolfase Substrato Granito Gnaisse, Associação Podsol Hidromórfico e Solos Hidromórficos (Borges et al., 2002).

- **Área Serrana:** compreende uma fração do grandioso sistema de escarpas e montanhas que se estende desde o estado do Rio de Janeiro até a porção setentrional do estado de Santa Catarina e corresponde à borda do chamado Planalto Atlântico.

A escarpa: bloco de rochas cristalinas, originado de falhas tectônicas, que domina as planícies litorâneas por desnível de cerca de 800 metros. Na área, com o nome local de Serra de Cubatão, ela se desdobra em patamares inferiores, isolados do bloco principal pelos vales dos rios Cubatão e Mogi, que se dispõem em forma característica de "pinças de caranguejo". Esse desdobramento da escarpa, aliado ao seu rebaixamento e recuo, deu margem a seu aproveitamento pelas vias de circulação.

O piemonte: os vales dos rios Cubatão e Mogi não deveriam se enquadrar em área de piemonte, uma vez que, parcialmente, correm dentro do próprio maciço montanhoso. Esses vales, responsáveis pelas "pinças de caranguejo", são em grande parte responsáveis pelas mais extensas planícies de aluvionamento fluvial da área e se dispõem também em faixa de piemonte. A essas planícies de aluvionamento fluvial acrescenta-se outro elemento: os depósitos de piemonte acumulados pelo Rio das Pedras, que se abrem em leque, compostos por seixos de gnaisses e xistos.

- **Área de Planície:** antiga baía, com várias ilhas, correspondendo a fragmentos cristalinos isolados da grande frente de falha e rebaixados por erosão, que foi invadida pelo mar, para ser sequencialmente entulhada por sedimentos. A progressiva sedimentação da paleo-baía é atestada pela presença na atual planície de cordões arenosos, que corresponderiam a antigos depósitos marítimos. A Baixada Santista, assim, se origina de um antigo lagamar colmatado, onde a pequena declividade resulta na complexa rede de drenagem que a caracteriza.

Os morros isolados: compostos de rochas cristalinas, equivalentes aos antigos blocos falhados e rebaixos, que no passado constituíam ilhas. São esparsos pela Baixada ou incrustados em áreas urbanizadas. Esses morros isolados são poucos.

A planície: composta por depósitos marítimos (mangues), fluviais (brejos) ou por antigos depósitos de areia de origem marítima, constitui a maior parte da área considerada.

O clima predominante em Cubatão é o Tropical com suas variações quente e úmido. Verifica-se também a existência de variações climáticas de acordo com as características geográficas do relevo, como o clima da serra, o clima das áreas industrializadas, do sopé da serra e dos manguezais. Nos terrenos baixos e planos, cobertos de mangue, impera o forte calor que produz grande evaporação. Na encosta da Serra do Mar, onde os ventos marítimos são condensados, cheios de umidade, tem-se fortes precipitações

constantes (Borges et al., 2002). Segundo nomenclatura de Köppen-Geiger, o clima de Cubatão pode ser identificado, de forma geral, por meio da sigla Af (tropical úmido).

A umidade relativa do ar é superior a 80%, o que se coaduna com a alta taxa pluviométrica: média anual de 2.541 mm. A temperatura é variável, constatando-se 36° C como média das temperaturas máximas e 12° C como média das temperaturas mínimas (o controle dos fatores de poluição que geraram a alcunha Vale da Morte provocou alterações climáticas sensíveis, inclusive na redução da temperatura máxima local). A pluviosidade mínima registrada nos dias com pequenas precipitações é de 1 mm (Borges et al., 2002).

Em função das características geofísicas do relevo, verifica-se a ocorrência de variedades climáticas, ou microclimas:

- **Clima da serra:** a escarpa funciona como verdadeira barreira climática, acarretando a condensação da umidade, em forma de nuvens, neblina ou cerração. A elevada umidade favoreceu o desenvolvimento de rica cobertura florestal e, devido à altitude, a temperatura ali é mais baixa 2 a 3° C em relação à planície;
- **Clima dos vales:** caracterizado por intensos nevoeiros e alterações da temperatura através da atuação de brisas ascendentes e descendentes;
- **Clima das áreas industrializadas do sopé da serra:** a poluição do ar, provocando a condensação da umidade atmosférica, faz com que, conforme o estado hidrométrico e a temperatura do ar, formem-se névoas úmidas e secas; as temperaturas aí são sempre mais elevadas que na faixa praiana, devido à ausência de brisas;
- **Clima dos manguezais:** não sendo estas áreas atingidas por brisas, o clima se torna relativamente mais quente. Devido à decomposição orgânica e à evaporação marinha, o ar ali é bastante impregnado de amoníaco;
- **Clima dos morros:** estando esta área exposta mais diretamente aos ventos prevalecentes, pode ter atenuadas as suas altas temperaturas; isso, entretanto, pode também acentuar as baixas temperaturas, como ocorre nos vales;

- **Clima da orla litorânea:** apresenta-se com maior teor de cloreto de sódio no ar atmosférico. O clima ali é dos mais agradáveis, graças à ação das brisas marítimas que atenuam o calor. O clima é afetado pela atuação dos ventos dominantes, como o do quadrante Noroeste (quente, produzindo efeitos fisiológicos, como irritabilidade e depressão) e Sudoeste (violento, podendo ser acompanhado de temporais) (Borges et al., 2002).

No município podem ser encontrados três tipos de vegetação:

- **Vegetação dos brejos de água doce:** típico de regiões invadidas pelas águas dos rios e dos riachos na época das chuvas. Encontram-se ervas de muitas qualidades, gramíneas formando prados e florestas baixas, onde aparecem o ipê de brejos e outras espécies.

- **Vegetação do mangue:** compreende na região da Baixada Santista uma área de 100 quilômetros quadrados, excluindo-se as zonas devastadas. São poucos os vegetais que sobrevivem nessas condições ambientais devido ao baixo teor de oxigênio e pouca consistência do solo. Aparecem freqüentemente vegetais com raízes muito desenvolvidas, para a sustentação da planta. No manguezal, durante a maré alta, vê-se praticamente só as copas das árvores e arbustos. Durante a maré baixa, vê-se emaranhados das raízes escoras e pneumatóforos. Em Cubatão, as áreas cobertas pelos manguezais foram devastadas, drenadas e usadas para o plantio e posteriormente para a construção de casas modestas e até mesmo de alto padrão.

- **Vegetação das escarpas da serra e dos morros:** corresponde à Mata Tropical, que é rica em espécies vegetais com predomínio das árvores de grande porte. Destacam-se entre as árvores: embaúba-preta, araúba, amarelinho, quaresmeira. A quaresmeira é também chamada quaresma, manacá-da-serra e jacatirão. Aparecem também as trepadeiras, as ervas e as epífitas. Essa vegetação foi muito devastada nos morros para exploração das pedreiras ou substituída pelos bananais e ainda, no passado, para a

obtenção de lenha. Nas últimas décadas, a vegetação sofreu muito através das invasões das encostas da Serra do Mar (Leitão-Filho, 1993).

3.1.2. Atibaia

Atibaia está situada em região serrana, e seu relevo é caracterizado por um peneplano bastante dissecado, com altitudes mais freqüentemente entre 800 e 1000 metros, destacando-se algumas serras com altitudes maiores e as planícies quaternárias à margem dos cursos d'água. Trata-se de um relevo apalachiano, trabalhado por novos ciclos de erosão, e pode-se distinguir no município as seguintes feições topográficas: cristas apalachianas que sobressaem do relevo regional por suas altitudes de 1000 e 1400 metros; morrotes ou colinas mamelonares caracterizados por altitudes inferiores, entre 800 e 1000 metros, e finalmente várzeas quaternárias, planícies de nível de base, de altitudes geralmente inferiores a 800 metros (Carvalho et al., 1975).

O município em questão encontra-se inserido na Zona Cristalina do Norte, na província do Planalto Atlântico, uma zona de estrutura complexa, situada na faixa de rochas pré-cambrianas, predominando as rochas gnáissicas, com intercalações subsidiárias de micaxistos e quartzitos, que constituem o chamado Complexo Brasileiro. Apresenta, ainda, rochas intrusivas ácidas do tipo granito e granitos gnaissificados de idade pré-São Roque. Há ainda bacias sedimentares de idade anterior ao ciclo atual, constituídas de camadas de areia mais ou menos argilosas, argila e, por vezes, cascalho. (Carvalho et al., 1975).

O clima de Atibaia é marcado por verões chuvosos, invernos relativamente secos e temperaturas de verão abrandadas pela altitude, enquadrando-se no clima tropical de altitude, como nos relata estudo realizado entre os anos de 1961 e 1968, no qual os dados meteorológicos obtidos na Estação Experimental da Cooperativa Central Agrícola Sul Brasil permitiram a elaboração do quadro climatológico da região. Segundo tal

levantamento, as temperaturas máxima e mínima observadas são de 37,6 e 5°C, respectivamente. A temperatura média nos três meses de verão (Dezembro, Janeiro e Fevereiro) é de 21,8°C, e a temperatura média nos três meses de inverno (Junho, Julho e Agosto) é de 17,1°C. A diferença menor que 5°C entre a temperatura média dos meses de inverno e verão, bem como a temperatura média anual entre 15°C e 22°C, permitem enquadrar os solos na classe de temperatura isotérmica (Carvalho et al., 1975). Desta forma, utilizando-se a nomenclatura de Köppen-Geiger, é possível identificar-se o clima de Atibaia através da sigla Aw (“clima tropical com estação seca de inverno”).

Quanto à vegetação, a cobertura original de Atibaia era constituída de campos cerrados e da floresta tropical do planalto, com a presença de araucárias disseminadas, caracterizada por floresta latifoliada. Entretanto esta mata foi quase totalmente derrubada, e atualmente suas ocorrências mais extensas se restringem às áreas de relevo acidentado. Outro tipo de vegetação, o campo cerrado, parece estar intimamente relacionado com as propriedades físico-químicas dos solos. Nos dias atuais, o município de Atibaia apresenta grande parte de sua área em relevo acidentado ou em solos de baixa fertilidade, portanto com limitações, em alguns casos, de uso agrícola. Apesar disso, apresenta grande aproveitamento dos solos, principalmente aqueles situados em melhores topografias. Esse fator se deve principalmente à proximidade de grandes centros consumidores, como São Paulo. Assim, são encontradas em Atibaia várzeas utilizadas para culturas olerícolas em geral, com especial destaque à cultura do morangueiro, e as colinas menos declivosas, onde são realizados fruticultura, floricultura, culturas anuais e avicultura (Carvalho et al., 1975).

3.2. Implantação e duração dos experimentos

A colocação dos cadáveres nos municípios envolvidos neste projeto (Cubatão e Atibaia) foi realizada, respectivamente, no Parque Ecológico Cotia-Pará ($23^{\circ}54'13.18''\text{S}$, $46^{\circ}25'44.89''\text{O}$), o qual conta com 500 mil metros quadrados e situa-se entre os quilômetros 55 e 56 da Rodovia Anchieta (figuras 4 e 5), e em propriedade particular situada a $23^{\circ}08'07.06''\text{S}$ $46^{\circ}29'53.74''\text{O}$, como demonstram as figuras 6 e 7. Em Cubatão, a área designada para experimentação possui vegetação densa, lateralmente ao lago central do parque ecológico e excluída dos limites para visitação pública, e do exposto acima se enquadra no clima de serra, com índices de temperatura e umidade relativa frequentemente elevados. Já em Atibaia, a armadilha e o suíno foram dispostos a aproximadamente 800 metros das habitações mais próximas, em região de pasto (cobertura vegetal escassa), a qual periodicamente recebia os animais de produção (gado) pertencentes aos proprietários do local. Antagonicamente a Cubatão, o clima característico de Atibaia foi o Tropical de Altitude, como acima citado.

No presente estudo foram utilizadas quatro carcaças de suínos previamente eutanasiados através de concussão medular por martelo pneumático, o qual configura método humanitário de abate. Foram utilizados animais com peso aproximado de 15 Kg nas localidades acima em duas estações do ano, Inverno e Verão, tendo sido um animal por região, para cada estação, as quais compreenderam os meses de Julho e Agosto (Inverno), e Janeiro (Verão) do ano de 2013, tendo totalizado quatro animais.

As carcaças foram colocadas no interior de gaiolas de metal com 70X50X50 centímetros, depositadas sobre o solo, no interior de covas de aproximadamente 10 centímetros de profundidade. As gaiolas permaneceram presas por meio de cordas na vegetação adjacente para que não houvesse a possibilidade de seu deslocamento por predadores vertebrados necrófagos, como mamíferos, aves e répteis.



Figura 4. Localização do experimento no Parque Ecológico Cotia-Pará, município de Cubatão, região litorânea do estado de São Paulo. Fonte: Google Earth (acesso em 04/04/2013).



Figura 5. Área utilizada para realização dos experimentos situada no Parque Ecológico Cotia-Pará, município de Cubatão, região litorânea do estado de São Paulo. Fonte: Arquivo pessoal.



Figura 6. Localização do experimento em propriedade particular, município de Atibaia, planalto do estado de São Paulo. Fonte: Google Earth (acesso em 04/04/2013)

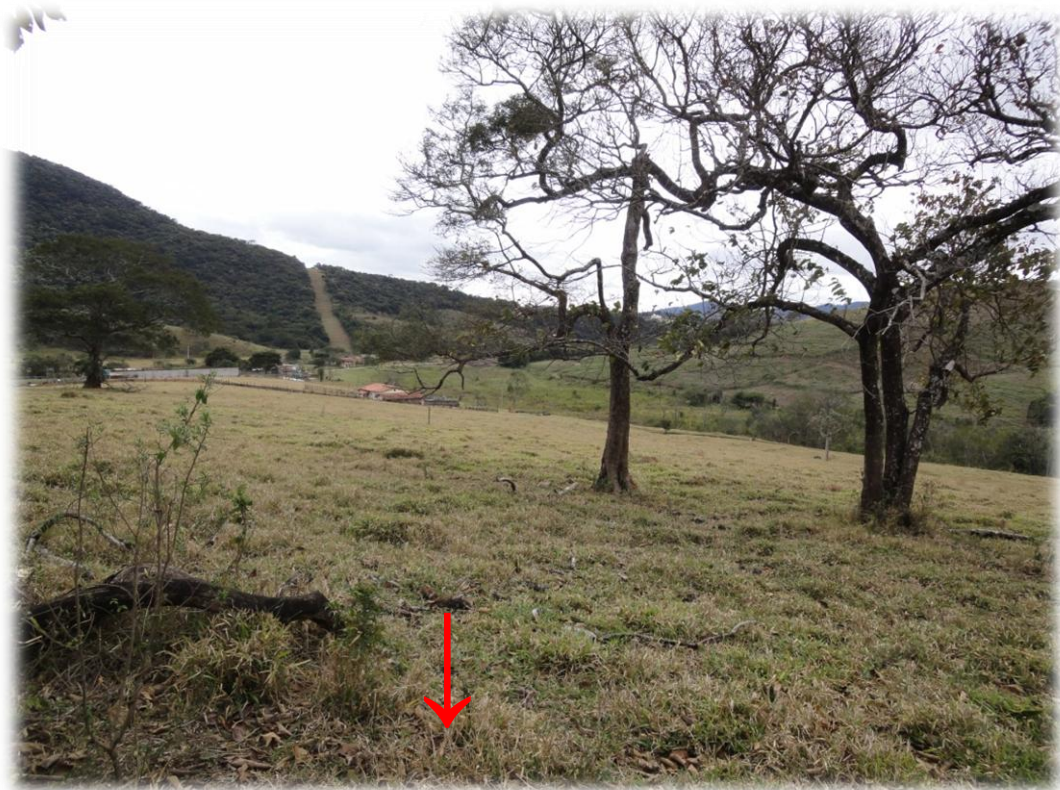
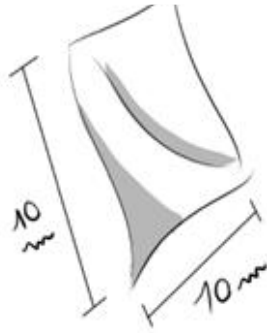


Figura 7. Área utilizada para realização dos experimentos situada em propriedade particular, município de Atibaia, planalto do estado de São Paulo. Fonte: Arquivo pessoal.

3.3. Coleta dos insetos

Foi utilizada armadilha de interceptação de voo do tipo Shannon modificada por Cavallari et al. (dados ainda não publicados), confeccionada por meio da fixação de tecido do tipo voal em três pontos distintos adjacentes à gaiola, no solo, e sobre a mesma por meio de frascos coletores presos na vegetação local, sendo um na posição vertical e outro na horizontal, com fundo seccionado para possível retirada dos insetos nele armazenados. A escolha desta armadilha foi baseada em resultados preliminares realizados nos mesmos moldes do presente, os quais se mostraram favoráveis especialmente no que diz respeito ao número de indivíduos coletados, uma vez que os mesmos permanecem presos à substância depositada no frasco coletor, e à manutenção das características morfológicas estruturais dos mesmos, facilitando assim sua caracterização taxonômica posterior (dados submetidos à publicação, anexo I). A descrição detalhada desta armadilha, bem como sua confecção e instalação, podem ser melhor visualizados nas figuras 8 e 9.

Tecido tipo Voal



Galão de 5 litros



Garrafa PET



Silicone



Fio de Nylon



Cordoné



Álcool gel



Fita adesiva



Estacas para fixação de barraca



Figura 8. Material necessário para confecção da armadilha de interceptação de vôo utilizada neste estudo.

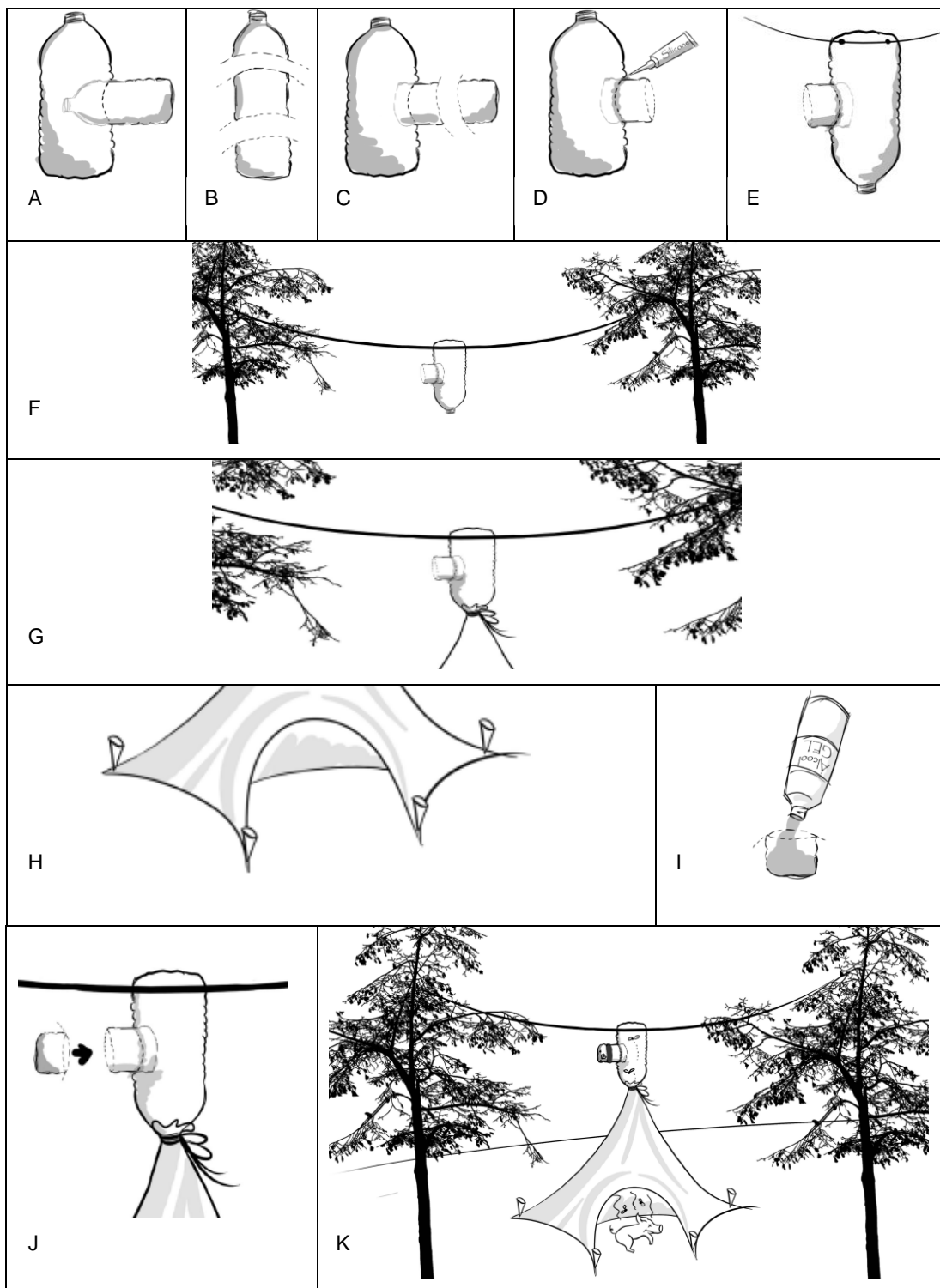


Figura 9. Instruções de montagem da armadilha de interceptação de voo do tipo Shannon modificada por Cavallari et al..

A. Corte circular no galão para permitir o encaixe da garrafa Pet; B. Retirar uma parte do bocal da garrafa e seccionar o fundo; C. Encaixar a parte superior da garrafa no orifício do galão; D. Vedar o encaixe com silicone e deixar secar por pelo menos 24 horas; E. Passar o fio de nylon através de dois orifícios no fundo do galão; F. Amarrar o galão em 2 pontos altos, fixos na vegetação local; G. Prender o voal no bocal do galão com Cordoné; H. Fixar as extremidades do voal no solo utilizando-se as estacas; I. Depositar aproximadamente 100 ml de álcool gel no fundo seccionado da garrafa Pet; J. Encaixar o fundo seccionado na armadilha e prendê-lo com fita adesiva; K. Armadilha pronta para uso.

As coletas foram realizadas em dias alternados, levando-se em conta a característica preservativa da armadilha utilizada e os padrões de putrefação. Este procedimento, realizado sempre no período de maior fotofase do dia (entre 11 e 13 horas), envolveu simultaneamente a lavagem do frasco coletor com álcool 70% e a reposição da substância fixadora (álcool gel). Como já dito anteriormente, devido ao fato das etapas putrefativas muitas vezes ocorrerem de forma concomitante, foi padronizado o final da esqueletização e do período de coletas quando tal etapa se mostrava presente de forma totalitária no cadáver. Simultaneamente, dados como temperatura do solo e do ambiente, assim como umidade relativa do ar e a descrição das demais características climáticas no momento das coletas foram obtidos através de termômetro de haste (Extech Instruments® modelo 39240) e termo-higrômetro digital (J. Prolab Indústria e Comércio de Produtos para Laboratório Ltda modelo SH122), tendo o último permanecido nos locais de experimentação.

3.4. Conservação e identificação dos exemplares

Os insetos foram retirados do frasco com auxílio de pinça anatômica e armazenados em álcool 70% durante seu transporte ao laboratório, onde foram lavados com água e armazenados em solução de Dietrich por pelo menos 72 horas. A manutenção dos exemplares neste meio segue a recomendação descrita em literatura, para manutenção da elasticidade e cor das estruturas, evitando assim seu ressecamento e prejuízos durante sua alfinetagem e identificação, a exemplo do que pode ocorrer quando armazenados em álcool 70% (Buzzi, 2010). Finalmente, os insetos foram alfinetados e mantidos em gavetas entomológicas com pequenos fragmentos de naftalina até o momento de sua identificação, realizada por meio de chaves dicotômicas previamente publicadas em literatura (Brown et al., 2009; Carvalho e Ribeiro, 2000; Carvalho e Mello-Patiu, 2008; Carvalho et al., 2002; Carvalho, 2002; Triplehorn e Jonnson, 2011; Mello, 2003;

Brown et al., 2010; Wendt e Carvalho, 2007; Wendt e Carvalho, 2009; Vairo et al., 2011). Os espécimes machos da família Sarcophagidae (Diptera) foram identificados de acordo com a morfologia de sua genitália (figura 10).

Os insetos permaneceram armazenados no acervo do Laboratório de Zoologia Médico-Legal, no Departamento de Medicina Legal, Ética Médica, Medicina Social e do Trabalho da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (Instituto Oscar Freire).

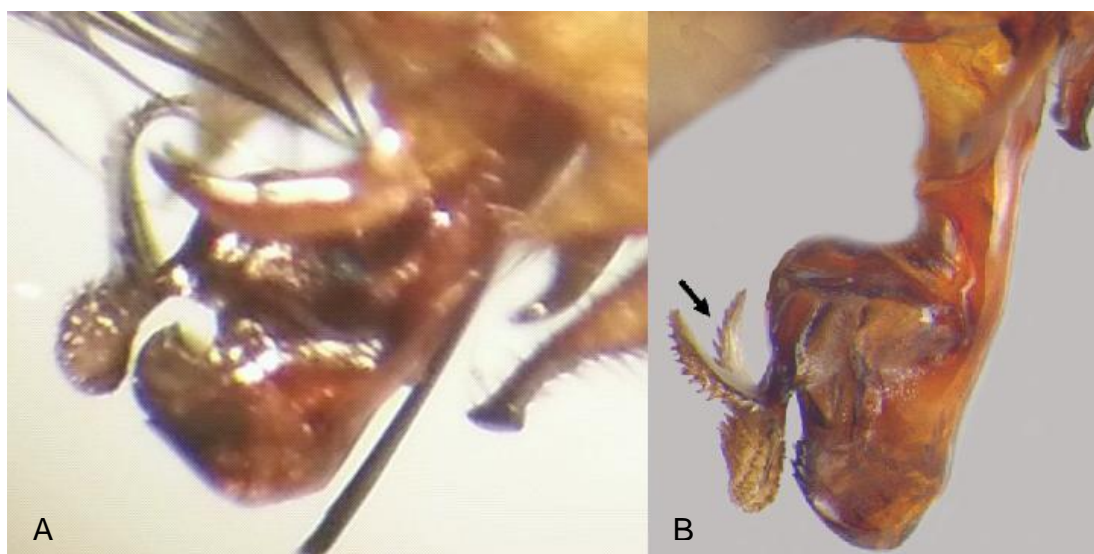


Figura 10. Identificação dos machos da família Sarcophagidae através da exposição da genitália. Na foto, espécime de *Oxysarcodexia xanthosoma* (A – arquivo pessoal) sendo indentificado através de literatura atual (B - Vairo KP et al., 2011).

3.5. Análise Estatística

Para análise estatística foram utilizados os índices faunísticos e de diversidade, respectivamente. Os índices faunísticos foram baseados nos conceitos propostos por Silveira Neto (1976) e Southwood (1995), os quais incluem análises de frequência, constância, riqueza e dominância. Já os índices de diversidade abordam de forma qualitativa a dispersão dos indivíduos de uma população, e para sua abordagem utilizaremos alguns

dos principais como Shannon-Wiener, Simpson e Margalef, calculados através dos modelos matemáticos descritos a seguir.

3.5.1. Análise faunística

Como supracitado, a análise faunística foi procedida de acordo com os seguintes conceitos:

- **Abundância:** número total de indivíduos de uma região, habitat ou amostragem.
- **Frequência relativa:** definida como a proporção de indivíduos de uma espécie em relação ao total de indivíduos da amostra.
- **Constância:** corresponde à presença de determinada espécie em amostras distintas, definida em porcentagem, de modo que: espécies constantes são aquelas presentes em mais de 50% das amostras; espécies acessórias são aquelas presentes em 25-50% das amostras; e espécies acidentais são aquelas presentes em menos de 25% das amostras.
- **Riqueza:** refere-se ao número total de espécies em uma unidade amostral.
- **Dominância:** expressa a relação entre o número de indivíduos de uma determinada espécie e o número de indivíduos de todas as espécies encontradas.

3.5.2. Índices de Diversidade

- **Shannon-Wiener:** Informação entrópica de distribuição, na qual as espécies são tratadas como símbolos e o tamanho da população como probabilidade, levando-se em consideração o número de espécies e sua equitabilidade (padrão de distribuição de indivíduos entre as espécies). Este índice refere-se à probabilidade de predição da espécie a qual o indivíduo escolhido pertencerá, sendo apropriado para amostras aleatórias de espécies de uma comunidade (Shannon e Wiever, 1949). Os valores de

referência são 1,5 e 3,5, levando a menor diversidade índices inferiores, e vice-versa. O modelo matemático proposto para este índice consiste em:

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

Onde: n_i = número de espécimes pertencentes a i espécies; n = número total de espécies presentes na população.

- **Simpson:** A diversidade é determinada de maneira independente à distribuição e tamanho da amostra. Neste caso, se a probabilidade de indivíduos, coletados ao acaso de determinada amostra, pertencerem à mesma espécie for alta, pode-se dizer que a comunidade apresenta um alto grau de concentração destes espécimes (índice de concentração) (Simpson, 1949). Os valores se referência são 0 e 1, ou seja, valores próximos do limite superior trazem maior probabilidade de ocorrência de mesma espécie entre dois indivíduos, sendo menor a diversidade. Este índice pode ser obtido através do seguinte modelo matemático:

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

- **Margalef:** A diversidade de comunidades é determinada por meio da teoria da informação, na qual esta seria a função do número de escolhas possíveis entre estados igualmente prováveis de certo nível organizacional, ou seja, quanto maior o número de escolhas para determinação da organização, maior a informação. Logo, tal índice é estimado através do número de indivíduos de espécies diferentes em relação ao número total de espécimes da amostra em questão (Margalef, 1958). O intervalo numérico de referência para este índice permanece entre 2,0 e 5,0, sendo valores inferiores a 2,0

considerados de baixa diversidade, e superiores a 5,0 de alta diversidade. A obtenção deste índice se dá através da seguinte proposta matemática:

$$D = (S - 1) / \ln(N)$$

Onde: N= número total de indivíduos amostrados; S= número de espécies encontradas.

4. Resultados

4.1. Experimento Cubatão – Inverno

Nesta etapa experimental, realizada no Parque Ecológico Cotia-Pará, situado no município de Cubatão, observou-se a totalização da decomposição da carcaça em 15 dias, período este que compreendeu clima seco e destacou a fase esqueletizatória cadavérica (figura 11). A umidade relativa do ar teve seu valor médio de 61%, e a temperatura média ambiental foi de 19,6°C, como demonstra a figura 12. A visualização das etapas da decomposição encontra-se disponível na figura 13. Os indivíduos coletados pertenceram exclusivamente à ordem Diptera e totalizaram 498 insetos, pertencentes especialmente às famílias Sarcophagidae, Fanniidae, Muscidae e Otitidae (tabela 5). Dados referentes à abundância, frequência relativa e dominância das famílias identificadas neste experimento são apresentados na tabela 6. A tabela 7, por sua vez, demonstra a constância das espécies encontradas nesta etapa do ensaio científico, seguida das tabelas 8, 9 e 10, que registram a abundância, frequência relativa e dominância das espécies pertencentes às famílias que se destacaram.

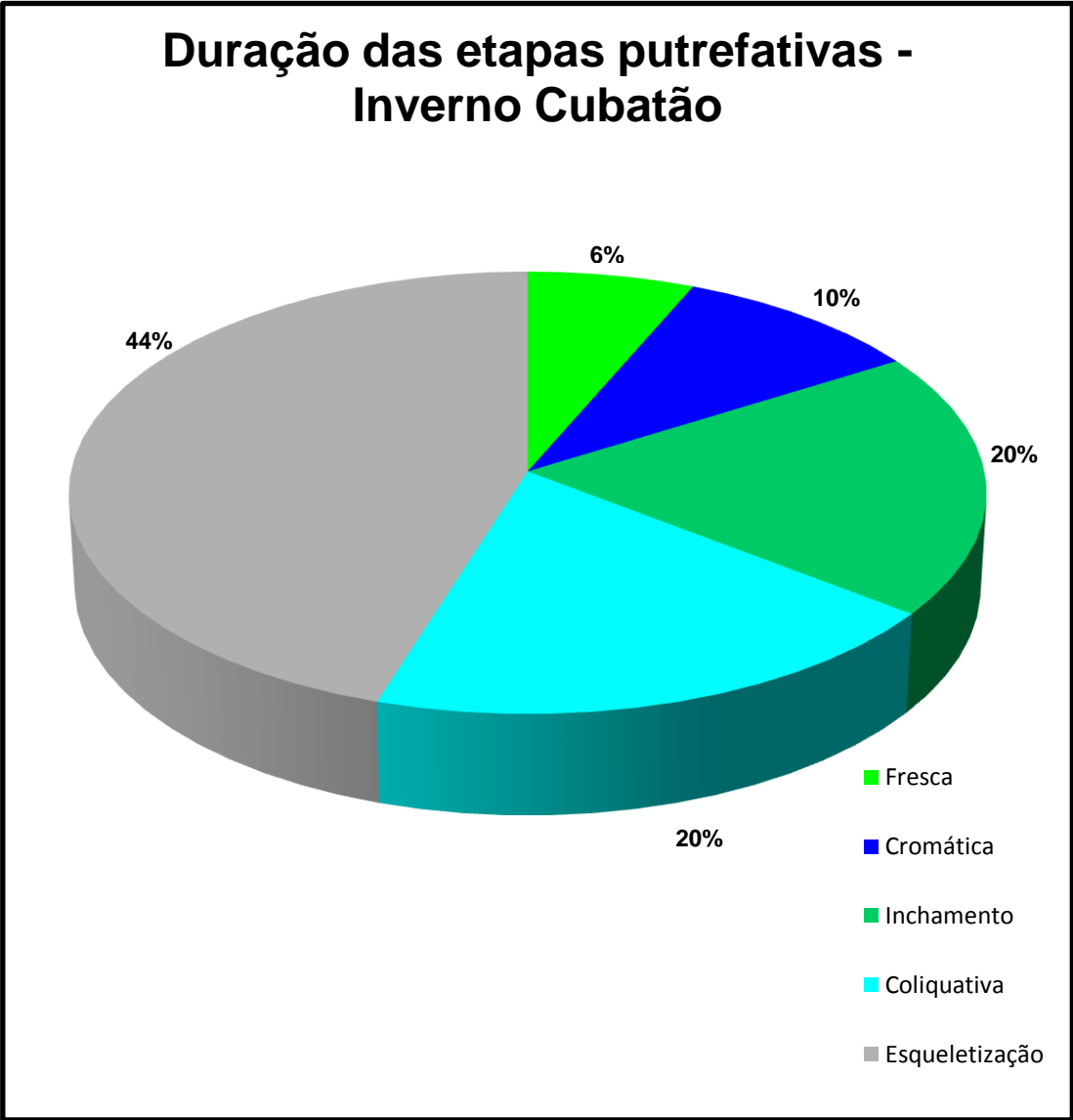


Figura 11. Duração de cada etapa putrefativa observada na carcaça durante o inverno, município de Cubatão, São Paulo, Brasil.

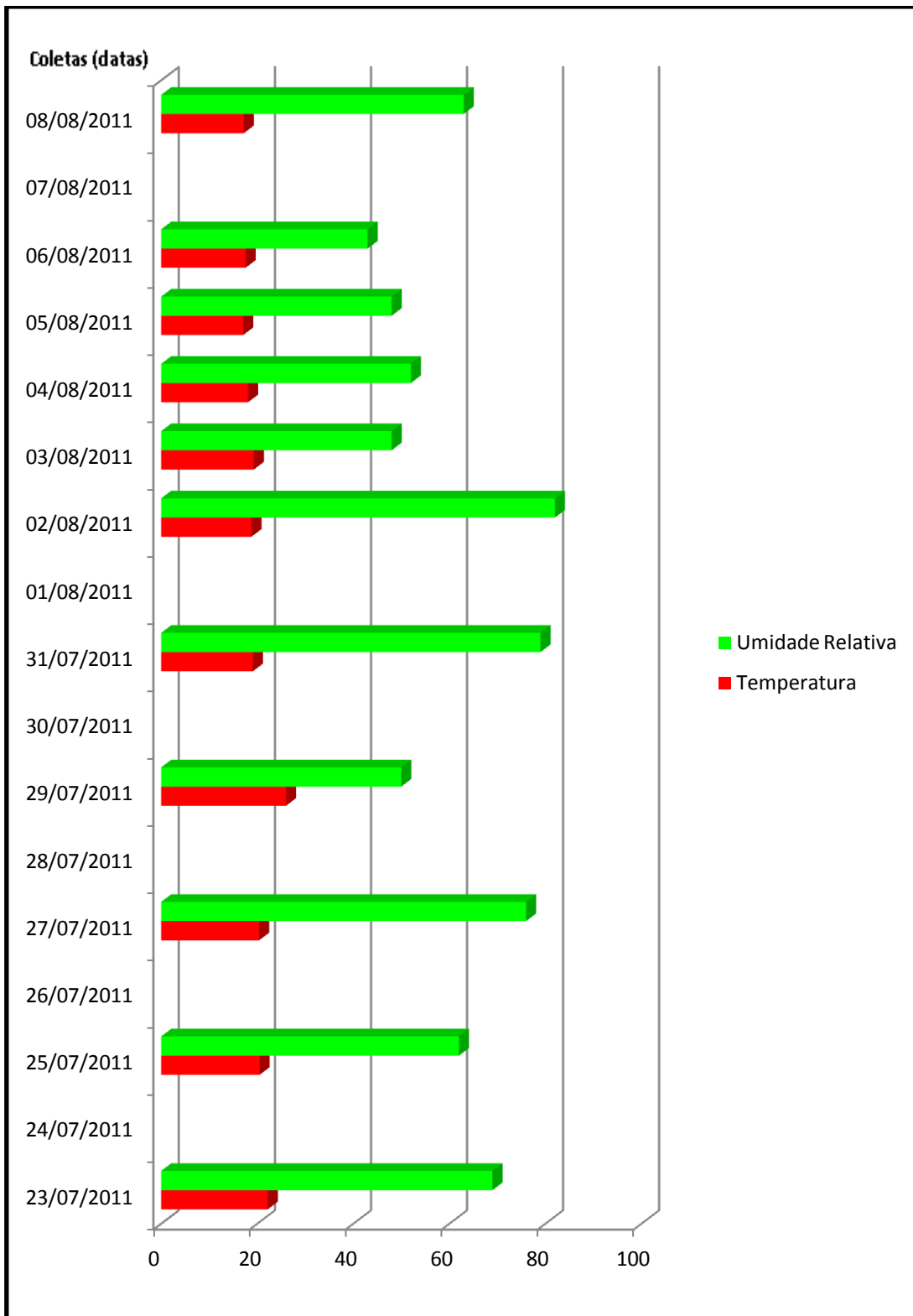


Figura 12. Temperatura e umidade relativa do ar registrados diariamente durante realização do experimento no inverno, município de Cubatão, São Paulo, Brasil.



Figura 13. Fases da decomposição observadas em carcaça depositada no inverno, município de Cubatão, São Paulo, Brasil.

A. Região delimitada para estudo; B. Carcaça em fase fresca; C. Final da fase cromática e início do inchamento; D e E. Massas de ovos presentes na região cefálica do cadáver durante fase de inchamento; F. Final da etapa coliquativa, esqueletização em andamento.

Tabela 5. Distribuição dos espécimes durante as fases da decomposição, estudo realizado no inverno de Cubatão, São Paulo, Brasil.

A. Fase fresca; B. Fase Cromática; C. Fase de Inchamento;
D. Fase Coliquativa; E. Fase de esqueletização.

Ordem	Família	Espécie	Etapas da decomposição					
			A	B	C	D	E	
Diptera	Calliphoridae	<i>Chrysomya albiceps</i>	-	-	2	1	-	
		<i>Chrysomya megacephala</i>	-	-	2	-	-	
		<i>Hemilucilia segmentaria</i>	-	-	2	-	-	
		<i>Hemilucilia semidiaphana</i>	-	-	2	-	-	
		<i>Lucilia eximia</i>	3	9	1	4	-	
	Canacidae	sp.	1	-	-	-	-	
	Carnidae	sp.	-	-	-	1	-	
	Dolichopodidae	sp.	-	-	-	2	-	
	Fanniidae	<i>Fannia femoralis</i>	1	-	-	-	-	
		<i>Fannia heydenii</i>	2	4	13	18	1	
		<i>Fannia obscurinervis</i>	-	1	-	1	-	
		<i>Fannia penicillaris</i>	-	-	2	-	-	
		<i>Fannia punctipennis</i>	-	-	1	-	-	
		<i>Fannia pusio</i>	4	7	34	33	-	
		<i>Fannia trimaculata</i>	-	-	-	3	-	
		<i>Fannia tumidifemur</i>	-	-	-	-	1	
	Micropezidae	sp.	-	1	-	1	1	
	Muscidae	<i>Atherigona orientalis</i>	-	-	2	8	-	
		<i>Biopyrellia bipuncta</i>	-	-	2	-	-	
		<i>Graphomya analis</i>	-	1	3	4	1	
		<i>Morellia humeralis</i>	2	3	5	2	-	
		<i>Musca domestica</i>	1	-	-	-	-	
		<i>Ophyra aenescens</i>	-	-	1	3	1	
		<i>Ophyra solitaria</i>	-	-	-	1	1	
		<i>Synthesiomyia nudiseta</i>	1	-	3	-	-	
		Otitidae	sp.	-	-	10	32	1
		Phoridae	sp.	3	7	11	21	-
	Piophilidae	sp.	1	-	-	2	-	
	Sarcophagidae	sp. (fêmeas)	13	35	27	11	1	
		<i>Helicobia aurescens</i>	-	2	-	-	-	
<i>Microcerella halli</i>		2	-	3	1	-		
<i>Oxisarcodexia culmiforceps</i>		1	-	1	-	-		
<i>Oxysarcodexia peltata</i>		1	-	-	-	-		
<i>Oxysarcodexia admixta</i>		2	-	-	-	-		
<i>Oxysarcodexia angrensis</i>		1	1	2	-	-		
<i>Oxysarcodexia diana</i>		-	-	1	-	-		
<i>Oxysarcodexia parva</i>		-	-	-	-	1		

Continua

Continuação Tabela 5

		<i>Oxysarcodexia paulistanensis</i>	-	-	2	-	-
		<i>Oxysarcodexia riograndensis</i>	-	-	2	1	-
	Sarcophagidae	<i>Oxysarcodexia thornax</i>	1	2	2	-	-
		<i>Oxysarcodexia timida</i>	2	3	-	-	-
Diptera		<i>Oxysarcodexia xanthosoma</i>	2	13	18	8	1
		<i>Peckia australis</i>	-	2	1	-	-
	Sepsidae	sp.	11	17	3	7	1
	Tachinidae	sp.	-	-	-	1	-
Total de indivíduos			55	108	158	166	11

Tabela 6. Abundância, frequência relativa e dominância das famílias encontradas em experimento realizado no inverno, município de Cubatão, São Paulo, Brasil.

		d- família dominante nd- família não dominante		
Ordem	Família	Abundância	Frequência relativa	Dominância
	Sarcophagidae	166	33,30%	d
	Fanniidae	126	23,30%	d
	Muscidae	45	9,03%	d
	Otitidae	43	8,63%	d
	Phoridae	42	8,43%	d
	Sepsidae	39	7,83%	d
Diptera	Calliphoridae	26	5,22%	nd
	Micropezidae	3	0,60%	nd
	Piophilidae	3	0,60%	nd
	Dolichopodidae	2	0,40%	nd
	Canacidae	1	0,20%	nd
	Carnidae	1	0,20%	nd
	Tachinidae	1	0,20%	nd
Total de indivíduos		498	100,00%	-

Tabela 7. Constância das espécies encontradas em experimento realizado no inverno, município de Cubatão, São Paulo, Brasil.

		A. 1 ^a Coleta	B. 2 ^a coleta	C. 3 ^a coleta	D. 4 ^a coleta	E. 5 ^a coleta		
		cons = espécie constante		AC = espécie acessória		acid = espécie acidental		
		+ espécie presente na coleta		- espécie ausente na coleta				
Ordem	Família	Espécie	Coletas					Constância
			A	B	C	D	E	
		<i>Chrysomya albiceps</i>	-	-	+	+	-	40% (ac)
		<i>Chrysomya megacephala</i>	-	-	+	-	-	20% (acid)
	Calliphoridae	<i>Hemilucilia segmentaria</i>	-	-	+	-	-	20% (acid)
		<i>Hemilucilia semidiaphana</i>	-	-	+	-	-	20% (acid)
		<i>Lucilia eximia</i>	+	+	+	+	-	80% (cons)
	Canacidae	sp.	+	-	-	-	-	20% (acid)
	Carnidae	sp.	-	-	-	+	-	20% (acid)
	Dolichopodidae	sp.	-	-	-	+	-	20% (acid)
		<i>Fannia femoralis</i>	+	-	-	-	-	20% (acid)
		<i>Fannia heydenii</i>	+	+	+	+	+	100% (cons)
		<i>Fannia obscurinervis</i>	-	+	-	+	-	40% (ac)
	Fanniidae	<i>Fannia penicillaris</i>	-	-	+	-	-	20% (acid)
		<i>Fannia punctipennis</i>	-	-	+	-	-	20% (acid)
		<i>Fannia pusio</i>	+	+	+	+	-	80% (cons)
		<i>Fannia trimaculata</i>	-	-	-	+	-	20% (acid)
		<i>Fannia tumidifemur</i>	-	-	-	-	+	20% (acid)
	Micropezidae	sp.	-	+	-	+	+	60% (cons)
Diptera		<i>Atherigona orientalis</i>	-	-	+	+	-	40% (ac)
		<i>Biopyrellia bipuncta</i>	-	-	+	-	-	20% (acid)
		<i>Graphomya analis</i>	-	+	+	+	+	80% (cons)
	Muscidae	<i>Morellia humeralis</i>	+	+	+	+	-	80% (cons)
		<i>Musca domestica</i>	+	-	-	-	-	20% (acid)
		<i>Ophyra aenescens</i>	-	-	+	+	+	60% (cons)
		<i>Ophyra solitaria</i>	-	-	-	+	+	40% (ac)
		<i>Synthesiomyia nudiseta</i>	+	-	+	-	-	40% (ac)
	Otitidae	sp.	-	-	+	+	+	60% (cons)
	Phoridae	sp.	+	+	+	+	-	80% (cons)
	Piophilidae	sp.	+	-	-	+	-	40% (ac)
		Fêmeas	+	+	+	+	+	100% (cons)
		<i>Helicobia aurescens</i>	-	+	-	-	-	20% (acid)
		<i>Microcerella halli</i>	+	-	+	+	-	60% (cons)
	Sarcophagidae	<i>Oxysarcodexia culmiforceps</i>	+	-	+	-	-	40% (ac)
		<i>Oxysarcodexia peltata</i>	+	-	-	-	-	20% (acid)
		<i>Oxysarcodexia admixta</i>	+	-	-	-	-	20% (acid)
		<i>Oxysarcodexia angrensis</i>	+	+	+	-	-	60% (cons)

Continua

Continuação Tabela 7

		<i>Oxysarcodexia diana</i>	-	-	+	-	-	20% (acid)
		<i>Oxysarcodexia parva</i>	-	-	-	-	+	20% (acid)
	Sarcophagidae	<i>Oxysarcodexia paulistanensis</i>	-	-	+	-	-	20% (acid)
		<i>Oxysarcodexia riograndensis</i>	-	-	+	+	-	40% (ac)
Diptera		<i>Oxysarcodexia thornax</i>	+	+	+	-	-	60% (cons)
		<i>Oxysarcodexia timida</i>	+	+	-	-	-	40% (ac)
		<i>Oxysarcodexia xanthosoma</i>	+	+	+	+	+	100% (cons)
		<i>Peckia australis</i>	-	+	+	-	-	40% (ac)
	Sepsidae	sp.	+	+	+	+	+	100% (cons)
	Tachinidae	sp.	-	-	-	+	-	20% (acid)

Tabela 8. Abundância, frequência relativa e dominância das espécies da família Sarcophagidae coletadas no inverno, município de Cubatão, São Paulo, Brasil.

d- família dominante nd- família não dominante

Família	Espécie (riqueza)	Abundância	Frequência relativa	Dominância	
	sp. (fêmeas)	87	52,40%	D	
	<i>Oxysarcodexia xanthosoma</i>	42	25,30%	D	
	<i>Microcerella halli</i>	6	3,61%	Nd	
	<i>Oxysarcodexia thornax</i>	5	3,01%	Nd	
	<i>Oxysarcodexia timida</i>	5	3,01%	Nd	
	<i>Oxysarcodexia angrensis</i>	4	2,40%	Nd	
	<i>Oxysarcodexia riograndensis</i>	3	1,80%	Nd	
Sarcophagidae	<i>Peckia australis</i>	3	1,80%	Nd	
	<i>Helicobia aurescens</i>	2	1,20%	Nd	
	<i>Oxysarcodexia culmiforceps</i>	2	1,20%	Nd	
	<i>Oxysarcodexia admixta</i>	2	1,20%	Nd	
	<i>Oxysarcodexia paulistanensis</i>	2	1,20%	Nd	
	<i>Oxysarcodexia peltata</i>	1	0,60%	Nd	
	<i>Oxysarcodexia diana</i>	1	0,60%	Nd	
	<i>Oxysarcodexia parva</i>	1	0,60%	Nd	
	Total		166	100,00%	-

Tabela 9. Abundância, frequência relativa e dominância das espécies da família Fanniidae coletadas no inverno, município de Cubatão, São Paulo, Brasil.

d- espécie dominante nd- espécie não dominante

Família	Espécie (riqueza)	Abundância	Frequência relativa	Dominância
Fanniidae	<i>Fannia pusio</i>	78	61,90%	D
	<i>Fannia heydenii</i>	38	30,15%	D
	<i>Fannia trimaculata</i>	3	2,38%	Nd
	<i>Fannia obscurinervis</i>	2	1,58%	Nd
	<i>Fannia penicillaris</i>	2	1,58%	Nd
	<i>Fannia femoralis</i>	1	0,79%	Nd
	<i>Fannia punctipennis</i>	1	0,79%	Nd
	<i>Fannia tumidifemur</i>	1	0,79%	Nd
Total		126	100,00%	-

Tabela 10. Abundância, frequência relativa e dominância das espécies da família Muscidae coletadas no inverno, município de Cubatão.

d- família dominante nd- família não dominante

Família	Espécie (riqueza)	Abundância	Frequência relativa	Dominância
Muscidae	<i>Morellia humeralis</i>	12	26,60%	D
	<i>Atherigona orientalis</i>	10	22,22%	D
	<i>Graphomya analis</i>	9	20,00%	D
	<i>Ophyra aenescens</i>	5	11,11%	Nd
	<i>Synthesiomyia nudiseta</i>	4	8,88%	Nd
	<i>Biopyrellia bipuncta</i>	2	4,44%	Nd
	<i>Ophyra solitaria</i>	2	4,44%	Nd
	<i>Musca domestica</i>	1	2,22%	Nd
Total		45	100,00%	-

4.2. Experimento Cubatão - Verão

O Verão no município de Cubatão foi caracterizado por temperaturas moderadamente elevadas e chuvas diárias, o que ocasionou altos registros de umidade relativa do ar e a decomposição completa da carcaça em sete dias. A duração relativa das fases da decomposição pode ser observada na figura 14. Os valores médios de temperatura ambiental e umidade relativa do ar registrados neste período foram de 27°C e 79,5% (Figura 15). As etapas putrefativas podem ser melhor visualizadas na figura 16, incluindo o encontro de predador vertebrado próximo ao local de estudo (figura 16 – F). Os indivíduos coletados pertenceram às ordens Diptera, Coleoptera, Lepidoptera e Orthoptera, em um total de 874 insetos, sendo a primeira citada a de maior abundância, representada neste experimento principalmente pelas famílias Fanniidae, Calliphoridae, Muscidae, Sarcophagidae, Otitidae e Sepsidae (Tabelas 11 e 12). A constância das espécies encontradas neste experimento, bem como os registros de abundância, frequência relativa e dominância das espécies pertencentes às famílias consideradas dominantes estão demonstrados nas tabelas 13, 14, 15, 16 e 17, respectivamente.

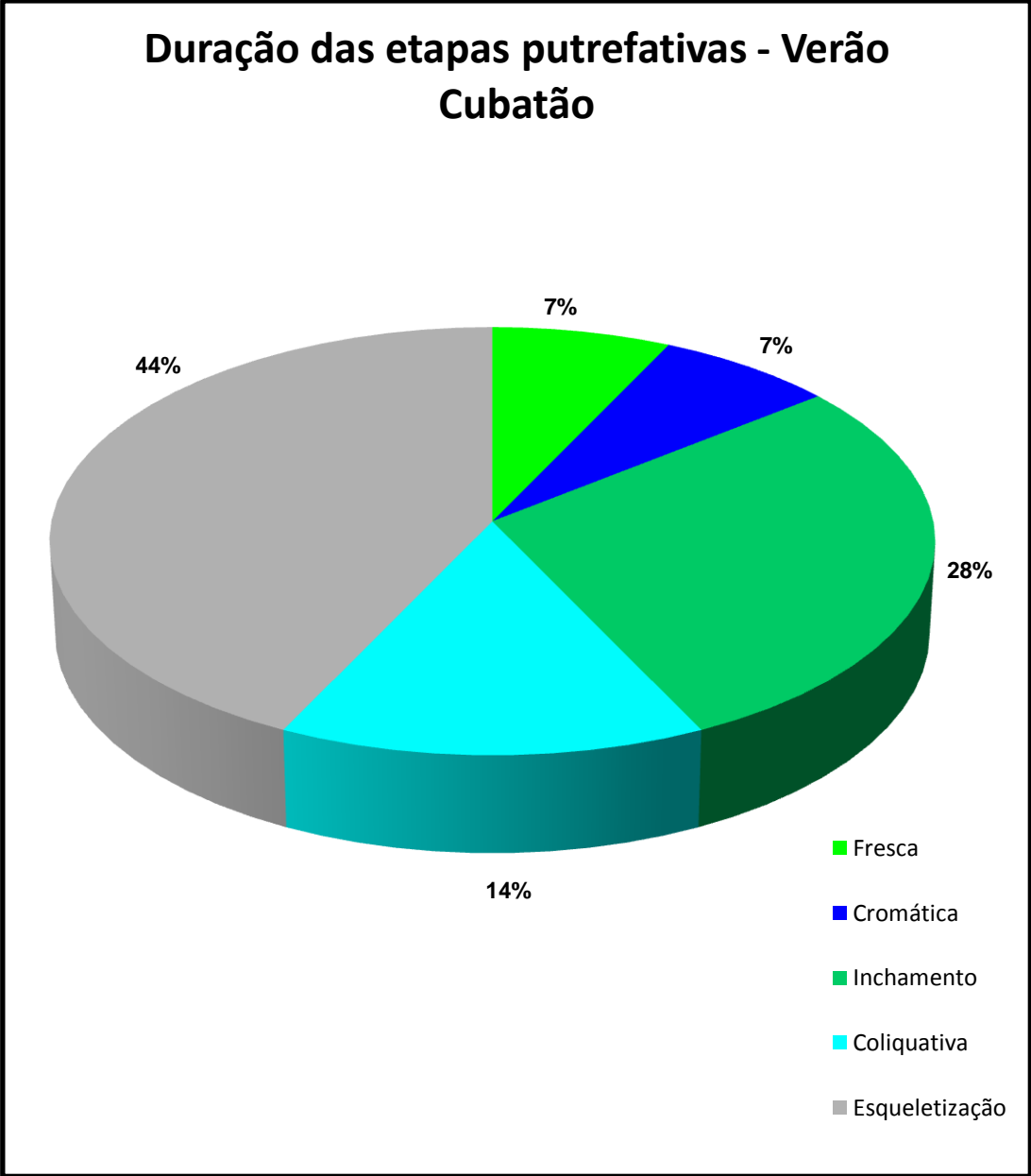


Figura 14. Duração (relativa) de cada etapa putrefativa observada na carcaça durante o verão de Cubatão, São Paulo, Brasil.

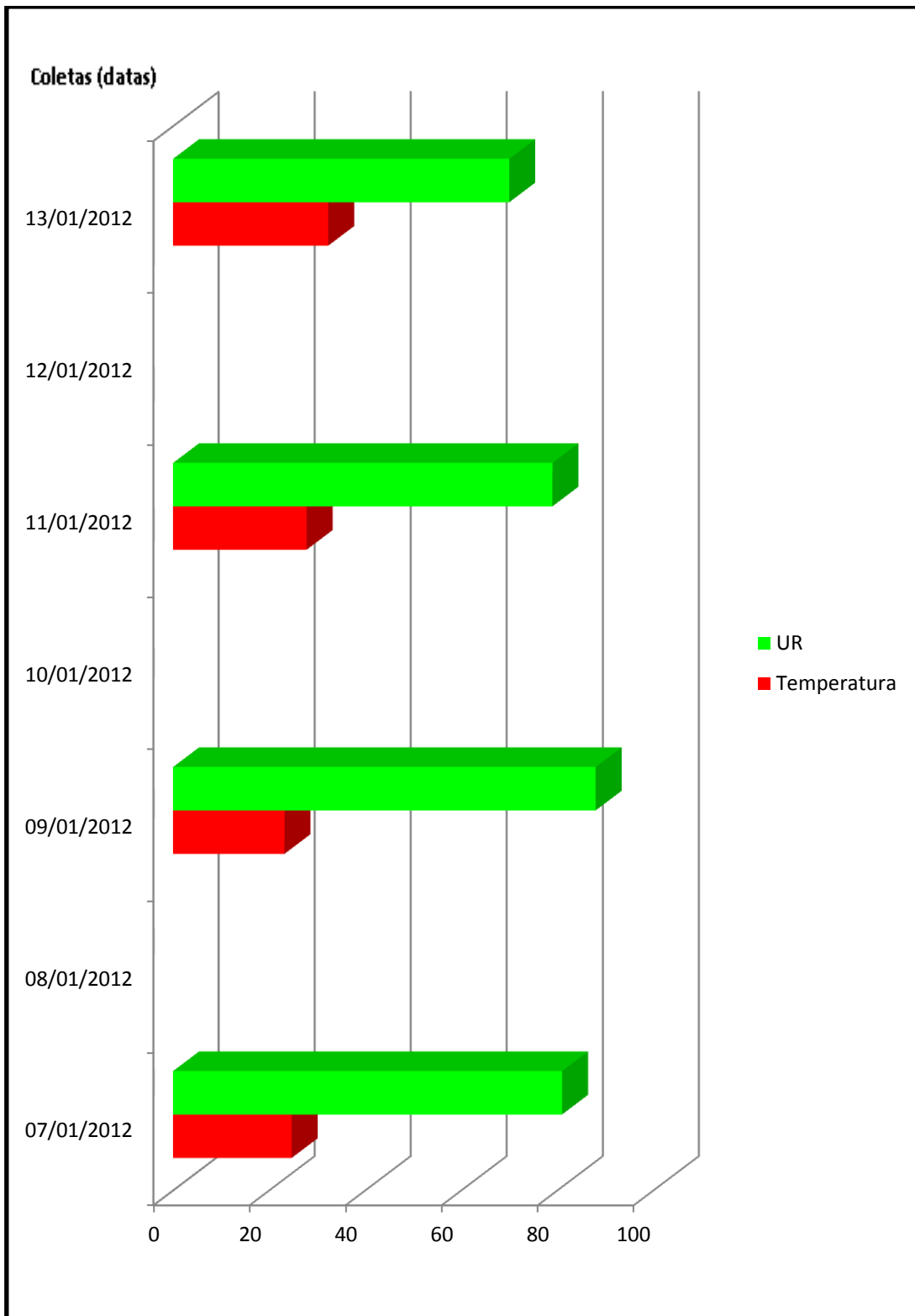


Figura 15. Temperatura e umidade relativa do ar registrados durante realização do experimento no verão, município de Cubatão, São Paulo, Brasil.

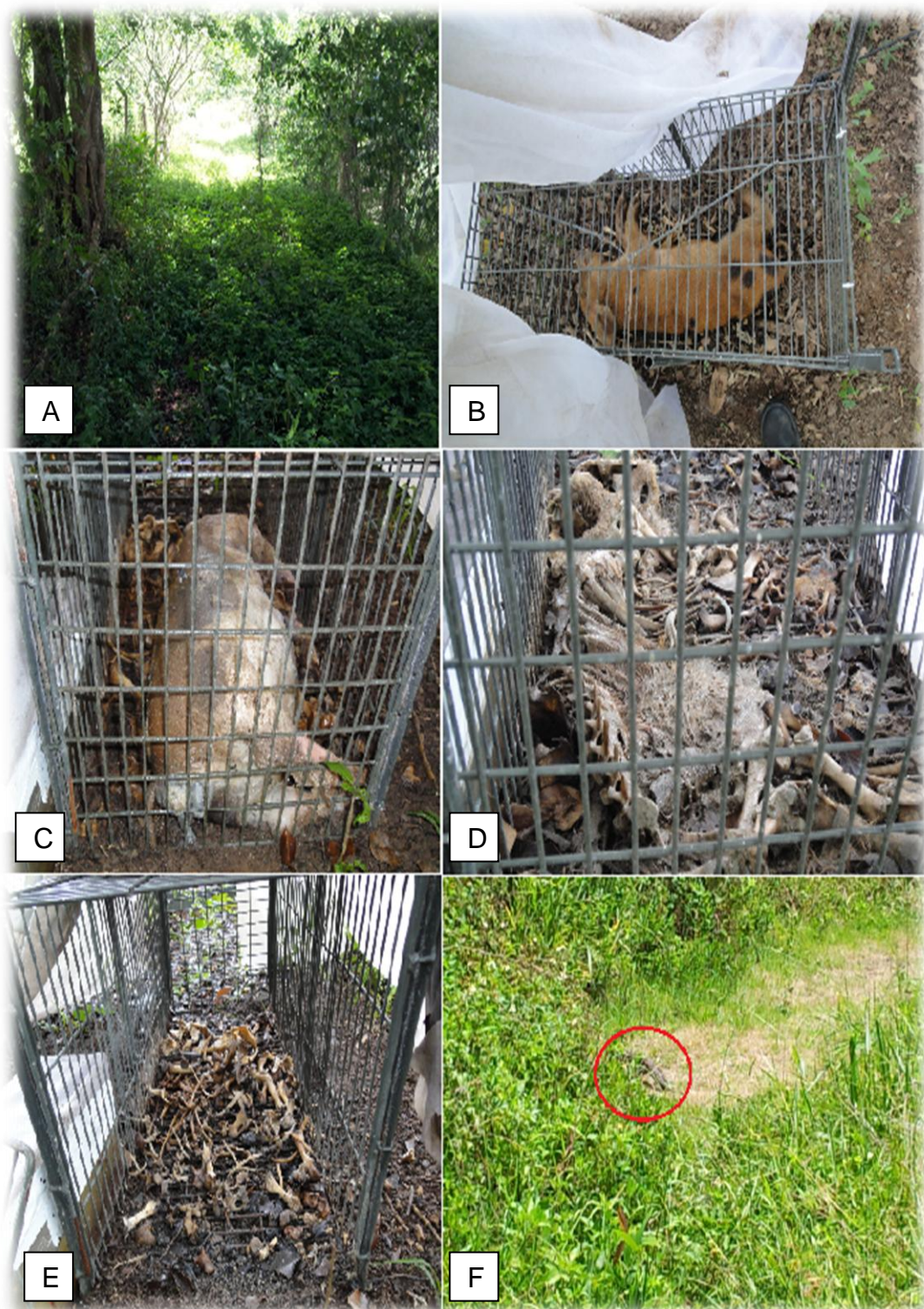


Figura 16. Fases da decomposição observadas em carcaça depositada no verão, município de Cubatão, São Paulo, Brasil.

A. Aspecto da região estudada durante estação chuvosa; B. Carcaça após eutanásia (fase fresca); C. Final da fase Cromática, fase de inchamento já estabelecida; D. Final da fase coliquativa; E. Carcaça totalmente esqueletizada; F. predador vertebrado próximo à carcaça (réptil do gênero *Tupinambis*, família *Teiidae*).

Tabela 11. Distribuição dos espécimes durante as fases da decomposição, estudo realizado no verão de Cubatão, São Paulo, Brasil.

A. Fase fresca; B. Fase Cromática; C. Fase de Inchamento;
D. Fase Coliquativa; E. Fase de esqueletização.

Ordem	Família	Espécie	Etapas da decomposição					
			A	B	C	D	E	
Diptera	Tenebrionidae	sp.	-	-	-	1	-	
		<i>Chrysomya albiceps</i>	3	9	30	9	8	
			<i>Chrysomya megacephala</i>	1	3	21	10	-
			<i>Cochliomyia macellaria</i>	-	-	1	-	-
	Calliphoridae		<i>Hemilucilia segmentaria</i>	2	2	15	6	-
			<i>Hemilucilia semidiaphana</i>	1	2	-	1	1
			<i>Lucilia eximia</i>	1	2	7	5	-
			<i>Lucilia purpurascens</i>	-	-	-	1	-
	Dolichopodidae	sp.	-	1	-	-	-	
	Drosophilidae	sp.	-	-	-	-	18	
	Fanniidae		<i>Fannia femoralis</i>	-	2	2	7	-
			<i>Euryomma carioca</i>	-	-	-	1	2
			<i>Euryomma peregrinum</i>	-	-	-	1	-
			<i>Fannia heydenii</i>	2	6	4	8	-
			<i>Fannia obscurinervis</i>	-	-	1	-	-
			<i>Fannia opsia</i>	-	-	-	-	1
			<i>Fannia penicillaris</i>	-	-	2	-	-
			<i>Fannia pusio</i>	6	16	50	215	6
			<i>Fannia sabrosky</i>	-	-	1	-	-
			<i>Fannia trimaculata</i>	-	-	1	3	-
		Tipulidae	sp.	-	-	-	-	2
		Micropezidae	sp.	1	3	1	-	-
	Milichiidae	sp.	-	-	-	1	-	
	Muscidae		<i>Atherigona orientalis</i>	-	-	12	22	-
			<i>Brontaea normata</i>	1	-	4	1	-
			<i>Cyrtoneuropsis sp.</i>	1	-	1	-	-
		<i>Graphomya analis</i>	-	-	1	10	-	
		<i>Musca domestica</i>	1	-	3	3	1	
		<i>Ophyra aenescens</i>	1	2	10	15	-	
		<i>Ophyra albuquerquei</i>	-	-	2	-	-	
		<i>Ophyra chalcogaster</i>	-	-	1	14	1	
		<i>Phaonia sp.</i>	-	-	-	1	-	
		<i>Stomoxys calcitrans</i>	-	-	-	-	1	
		<i>Synthesiomyia nudiseta</i>	-	-	1	1	1	
Otitidae	sp.	-	-	10	48	3		
Phoridae	sp.	1	-	2	2	2		

Continua

Continuação Tabela 11

	Piophilidae	sp.	2	-	4	9	1
		sp. (fêmeas)	2	12	30	25	8
		<i>Helicobia aurescens</i>	-	-	1	15	-
	Sarcophagidae	<i>Microcerella halli</i>	-	-	2	-	-
		<i>Oxysarcodexia thornax</i>	1	-	3	1	-
Diptera		<i>Oxysarcodexia xanthosoma</i>	1	-	2	3	-
		<i>Sarcodexia lambens</i>	-	-	3	2	-
	Sepsidae	sp.	1	-	8	33	9
	Stratiomyidae	Merosargus sp.	-	-	1	1	1
	Tabanidae	sp.	-	-	-	1	-
	Tephritidae	sp.	-	-	-	1	2
Lepidoptera	Tineidae	sp.	-	-	-	2	-
Orthoptera	Gryllidae	sp.	-	-	-	-	1
Total de indivíduos			29	60	237	479	69

Tabela 12. Abundância, frequência relativa e dominância das famílias encontradas em experimento realizado no verão, município de Cubatão, São Paulo, Brasil.

Sem marcação: Diptera ** Lepidoptera *** Coleoptera ****Orthoptera			
d- família dominante nd- família não dominante			
Família	Abundância	Frequencia relativa	Dominância
Fanniidae	337	38,55%	d
Calliphoridae	141	16,13%	d
Muscidae	112	12,81%	d
Sarcophagidae	111	12,70%	d
Otitidae	61	6,97%	d
Sepsidae	51	5,83%	d
Drosophilidae	18	2,05%	nd
Piophilidae	16	1,83%	nd
Phoridae	7	0,80%	nd
Micropezidae	5	0,57%	nd
Stratiomyidae	3	0,34%	nd
Tephritidae	3	0,34%	nd
Tineidae**	2	0,22%	nd
Tipulidae	2	0,22%	nd
Tenebrionidae***	1	0,11%	nd
Dolichopodidae	1	0,11%	nd
Gryllidae****	1	0,11%	nd
Milichiidae	1	0,11%	nd
Tabanidae	1	0,11%	nd
Total de indivíduos	874	100,00%	-

Tabela 13. Constância das espécies encontradas em experimento realizado no verão, município de Cubatão, São Paulo, Brasil.

		A. 1 ^a Coleta	B. 2 ^a coleta	C. 3 ^a coleta	D. 4 ^a coleta	E. 5 ^a coleta			
		cons. espécie constante		ac. espécie acessória		acid. espécie acidental			
Ordem	Família	Espécie	Coletas					Constância	
			A	B	C	D	E		
Diptera	Tenebrionidae	sp.	-	-	-	+	-	20% (acid)	
		<i>Chrysomya albiceps</i>	+	+	+	+	+	100% (cons)	
		<i>Chrysomya megacephala</i>	+	+	+	+	-	80% (cons)	
		<i>Cochliomyia macellaria</i>	-	-	+	-	-	20% (acid)	
	Calliphoridae	<i>Hemilucilia segmentaria</i>	+	+	+	+	-	80% (cons)	
		<i>Hemilucilia semidiaphana</i>	+	+	-	+	+	80% (cons)	
		<i>Lucilia eximia</i>	+	+	+	+	-	80% (cons)	
		<i>Lucilia purpurascens</i>	-	-	-	+	-	20% (acid)	
	Dolichopodidae	sp.	-	+	-	-	-	20% (acid)	
	Drosophilidae	sp.	-	-	-	-	+	20% (acid)	
		<i>Fannia femoralis</i>	-	+	+	+	-	60% (cons)	
		<i>Euryomma carioca</i>	-	-	-	+	+	40% (ac)	
		<i>Euryomma peregrinum</i>	-	-	-	+	-	20% (acid)	
		<i>Fannia heydenii</i>	+	+	+	+	-	80% (cons)	
	Fanniidae	<i>Fannia obscurinervis</i>	-	-	+	-	-	20% (acid)	
		<i>Fannia opsia</i>	-	-	-	-	+	20% (acid)	
		<i>Fannia penicillaris</i>	-	-	+	-	-	20% (acid)	
		<i>Fannia pusio</i>	+	+	+	+	+	100% (cons)	
		<i>Fannia sabrosky</i>	-	-	+	-	-	20% (acid)	
		<i>Fannia trimaculata</i>	-	-	+	+	-	40% (ac)	
	Tipulidae	sp.	-	-	-	-	+	20% (acid)	
	Micropezidae	sp.	+	+	+	-	-	60% (cons)	
	Milichiidae	sp.	-	-	-	+	-	20% (acid)	
	<i>Atherigona orientalis</i>	-	-	+	+	-	40% (ac)		
	<i>Brontaea normata</i>	+	-	+	+	-	60% (cons)		
	<i>Cyrtoneuropsis sp.</i>	+	-	+	-	-	40% (ac)		
	<i>Graphomya analis</i>	-	-	+	+	-	40% (ac)		
	<i>Musca domestica</i>	+	-	+	+	+	80% (cons)		
Muscidae	<i>Ophyra aenescens</i>	+	+	+	+	-	80% (cons)		
	<i>Ophyra albuquerquei</i>	-	-	+	-	-	20% (acid)		
	<i>Ophyra chalcogaster</i>	-	-	+	+	+	60% (cons)		
	<i>Phaonia sp.</i>	-	-	-	+	-	20% (acid)		
	<i>Stomoxys calcitrans</i>	-	-	-	-	+	20% (acid)		
	<i>Synthesiomyia nudiseta</i>	-	-	+	+	+	60% (cons)		
Otitidae	sp.	-	-	+	+	+	60% (cons)		

Continua

Continuação Tabela 13

	Phoridae	sp.	+	-	+	+	+	80% (cons)
	Piophilidae	sp.	+	-	+	+	+	80% (cons)
Diptera		sp. (fêmeas)	+	+	+	+	+	100% (cons)
		<i>Helicobia aurescens</i>	-	-	+	+	-	40% (ac)
	Sarcophagidae	<i>Microcerella halli</i>	-	-	+	-	-	20% (acid)
		<i>Oxysarcodexia thornax</i>	+	-	+	+	-	60% (cons)
		<i>Oxysarcodexia xanthosoma</i>	+	-	+	+	-	60% (cons)
		<i>Sarcodexia lambens</i>	-	-	+	+	-	40% (ac)
		Sepsidae	sp.	+	-	+	+	+
	Stratiomyidae	<i>Merosargus</i> sp.	-	-	+	+	+	60% (cons)
	Tabanidae	sp.	-	-	-	+	-	20% (acid)
	Tephritidae	sp.	-	-	-	+	+	40% (ac)
Lepidoptera	Tineidae	sp.	-	-	-	+	-	20% (acid)
Orthoptera	Gryllidae	sp.	-	-	-	-	+	20% (acid)

Tabela 14. Abundância, frequência relativa e dominância das espécies da família Fanniidae coletadas no verão, município de Cubatão, São Paulo, Brasil.

		d- família dominante	nd- família não dominante		
Família	Espécie (riqueza)	Abundância	Frequência Relativa	Dominância	
Fanniidae	<i>Fannia pusio</i>	293	86,94%	D	
	<i>Fannia heydenii</i>	20	5,93%	Nd	
	<i>Fannia femoralis</i>	11	3,26%	Nd	
	<i>Fannia trimaculata</i>	4	1,18%	Nd	
	<i>Euryomma carioca</i>	3	0,89%	Nd	
	<i>Fannia penicillaris</i>	2	0,59%	Nd	
	<i>Euryomma peregrinum</i>	1	0,29%	Nd	
	<i>Fannia obscurinervis</i>	1	0,29%	Nd	
	<i>Fannia opsia</i>	1	0,29%	Nd	
	<i>Fannia sabrosky</i>	1	0,29%	Nd	
Total		337	100,00%	-	

Tabela 15. Abundância, frequência relativa e dominância das espécies da família Calliphoridae coletadas no verão, município de Cubatão, São Paulo, Brasil.

		d- família dominante	nd- família não dominante		
Família	Espécie (riqueza)	Abundância	Frequência relativa	Dominância	
Calliphoridae	<i>Chrysomya albiceps</i>	59	41,84%	D	
	<i>Chrysomya megacephala</i>	35	24,82%	D	
	<i>Hemilucilia segmentaria</i>	25	17,73%	D	
	<i>Lucilia eximia</i>	15	10,63%	Nd	
	<i>Hemilucilia semidiaphana</i>	5	3,54%	Nd	
	<i>Cochliomyia macellaria</i>	1	0,70%	Nd	
	<i>Lucilia purpurascens</i>	1	0,70%	Nd	
Total		141	100,00%	-	

Tabela 16. Abundância, frequência relativa e dominância das espécies da família Muscidae coletadas no verão, município de Cubatão, São Paulo, Brasil.

		d- família dominante	nd- família não dominante		
Família	Espécie (riqueza)	Abundância	Frequência relativa	Dominância	
Muscidae	<i>Atherigona orientalis</i>	34	30,35%	D	
	<i>Ophyra aenescens</i>	28	25,00%	D	
	<i>Ophyra chalcogaster</i>	16	14,28%	D	
	<i>Graphomya analis</i>	11	9,82%	D	
	<i>Musca domestica</i>	8	7,14%	Nd	
	<i>Brontaea normata</i>	6	5,35%	Nd	
	<i>Synthesiomyia nudiseta</i>	3	2,67%	Nd	
	<i>Cyrtoneuropsis sp.</i>	2	1,78%	Nd	
	<i>Ophyra albuquerquei</i>	2	1,78%	Nd	
	<i>Phaonia sp.</i>	1	0,89%	Nd	
	<i>Stomoxys calcitrans</i>	1	0,89%	Nd	
Total		112	100,00%	-	

Tabela 17. Abundância, frequência relativa e dominância das espécies da família Sarcophagidae coletadas no verão, município de Cubatão, São Paulo, Brasil.

		d- família dominante	nd- família não dominante		
Família	Espécie (riqueza)	Abundância	Frequência relativa	Dominância	
Sarcophagidae	<i>sp. (fêmeas)</i>	77	69,36%	D	
	<i>Helicobia aurescens</i>	16	14,41%	Nd	
	<i>Oxysarcodexia xanthosoma</i>	6	5,40%	Nd	
	<i>Oxysarcodexia thornax</i>	5	4,50%	Nd	
	<i>Sarcodexia lambens</i>	5	4,50%	Nd	
	<i>Microcerella halli</i>	2	1,80%	Nd	
Total		111	100,00%	-	

4.3. Experimento Atibaia – Inverno

O inverno no município de Atibaia foi marcado por clima seco e temperaturas amenas. As fases coliquativa e de esqueletização do processo putrefativo cadavérico apresentaram duração semelhante, como se observa na figura 17. A totalização do processo de decomposição cadavérica foi completada em 40 dias, tendo levado inclusive à ocorrência concomitante do fenômeno denominado mumificação cadavérica. A média das temperaturas e umidade relativa do ar foi de 21,2°C e 43,6%, como se observa nos registros expostos na figura 18. O fenômeno cadavérico acima descrito, bem como as etapas deste experimento, são observados na figura 19. Os insetos coletados nesta etapa experimental pertenceram às ordens Diptera, Hymenoptera e Lepidoptera, sendo a primeira citada a mais abundante, a qual reuniu 10 famílias e 40 espécies, em um total de 684 indivíduos (tabelas 18 e 19). As famílias mais abundantes e dominantes foram Fanniidae, Muscidae, Sarcophagidae e Calliphoridae (tabela 20). As espécies inseridas nas famílias dominantes e que mereceram destaque encontram-se listadas nas tabelas 21, 22, 23 e 24.

Duração das etapas putrefativas - Inverno Atibaia

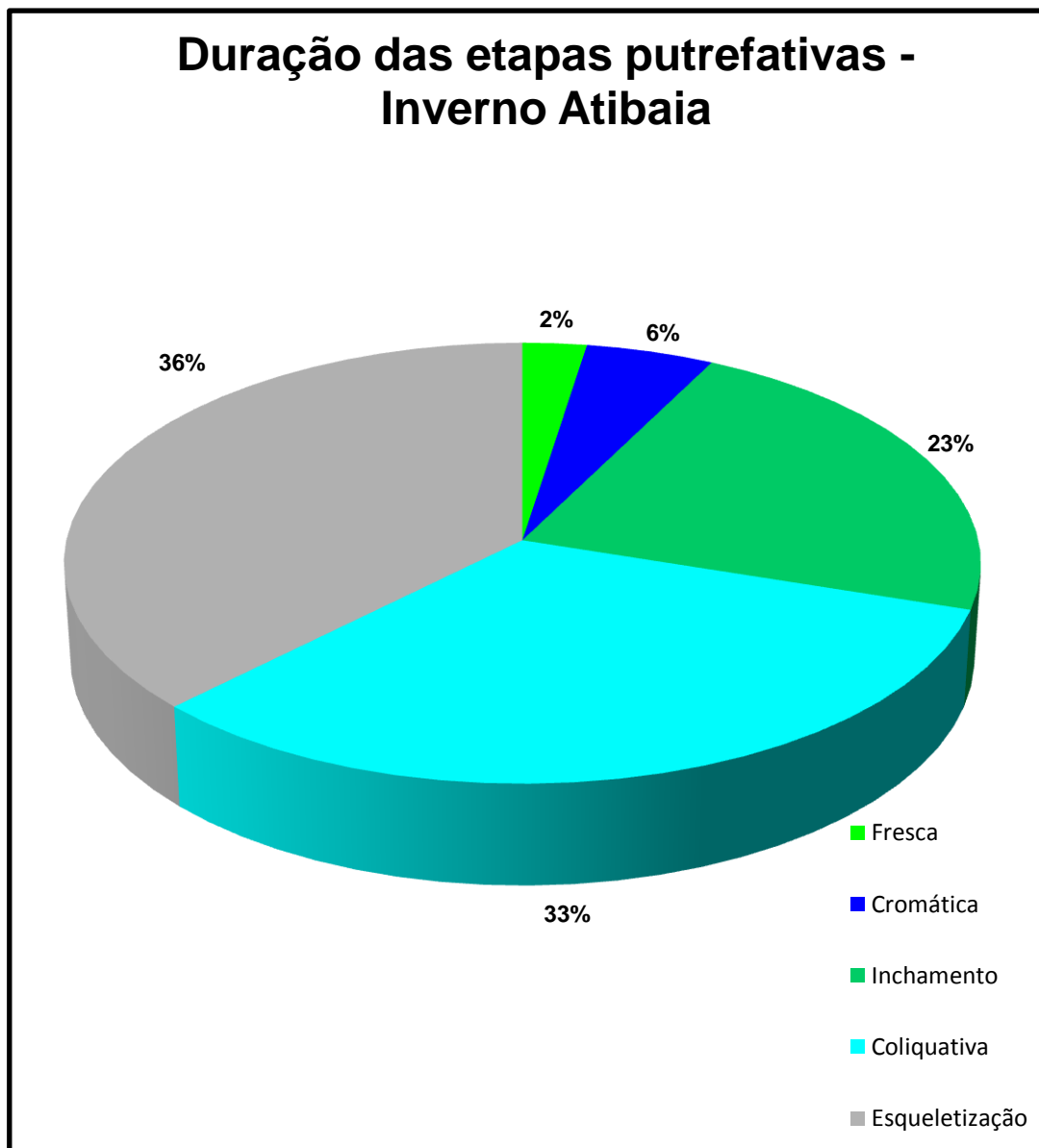


Figura 17. Duração (relativa) de cada etapa putrefativa observada na carcaça durante o inverno de Atibaia, São Paulo, Brasil.

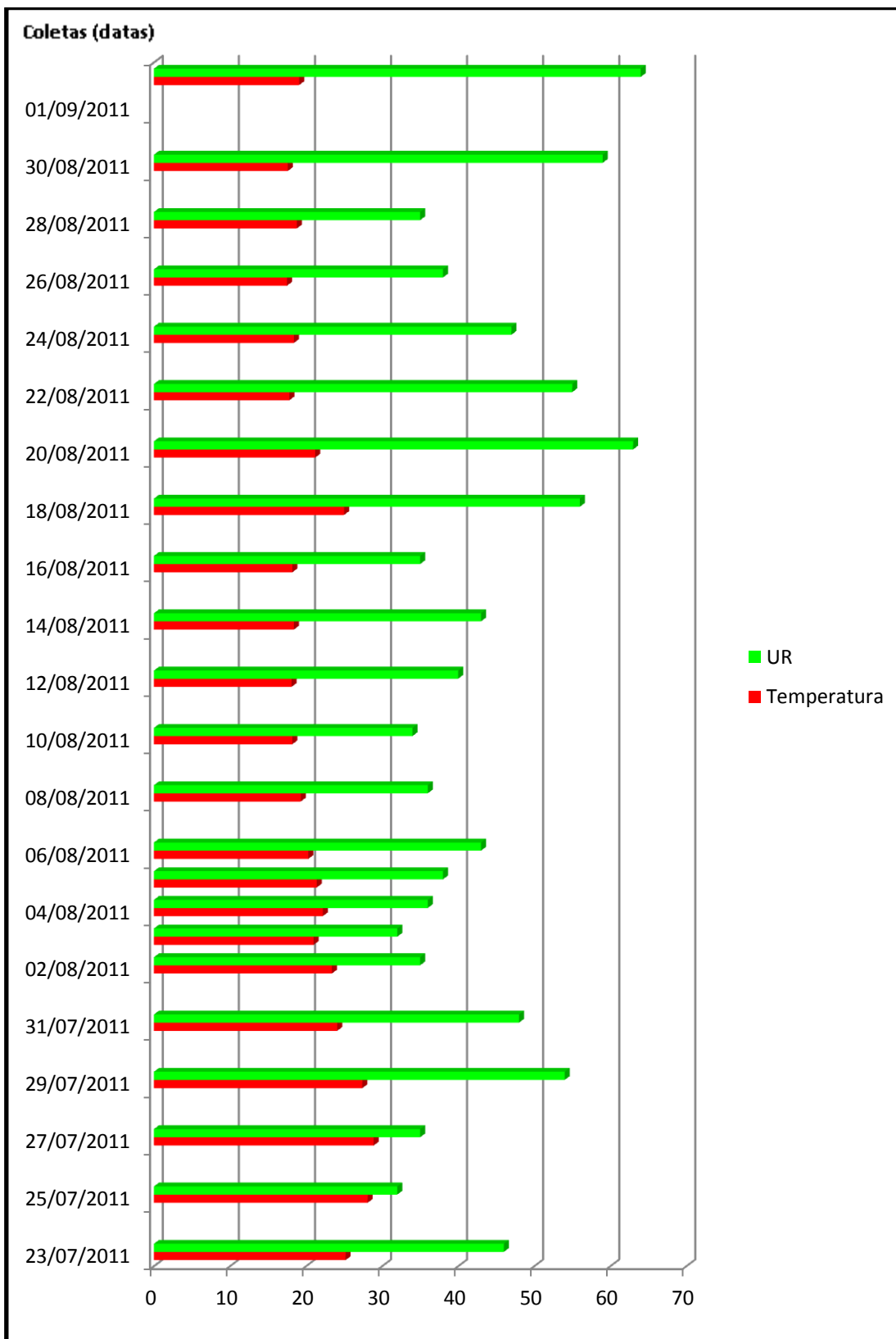


Figura 18. Temperatura e umidade relativa do ar registrados durante realização do experimento no inverno, município de Atibaia, São Paulo, Brasil.