



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**

**DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA**

**CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**FRANCIELE VITÓRIA BARROS DA SILVA**

**DIPTEROFAUNA ASSOCIADA A CARÇA DE TIMBU *Didelphis albiventris***

**Lund, 1840 (MAMMALIA, DIDELPHIDAE), EM FRAGMENTO DE MATA**

**ATLÂNTICA, DOIS IRMÃOS, RECIFE – PERNAMBUCO**

Recife

2024

**FRANCIELE VITÓRIA BARROS DA SILVA**

**DIPTEROFAUNA ASSOCIADA A CARCAÇA DE TIMBU *Didelphis albiventris*  
Lund, 1840 (MAMMALIA, DIDELPHIDAE), EM FRAGMENTO DE MATA  
ATLÂNTICA, DOIS IRMÃOS, RECIFE – PERNAMBUCO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Esp. Arlene Bezerra Rodrigues dos Santos

Recife

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

S586dd Silva, Franciele Vitória Barros da  
DIPTEROFAUNA ASSOCIADA A CARÇA DE TIMBU *Didelphis albiventris* Lund, 1840 (MAMMALIA,  
DIDELPHIDAE), EM FRAGMENTO DE MATA ATL NTICA, DOIS IRMÃOS, RECIFE – PERNAMBUCO /  
Franciele Vitória Barros da Silva. - 2024.  
48 f. : il.

Orientadora: Arlene Bezerra Rodrigues dos Santos.  
Inclui referências.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, , Recife,  
2024.

1. Decomposição. 2. Dípteros. 3. Entomologia Forense. 4. IPM. I. Santos, Arlene Bezerra Rodrigues  
dos, orient. II. Título

CDD

---

**FRANCIELE VITÓRIA BARROS DA SILVA**

**DIPTEROFAUNA ASSOCIADA A CARCAÇA DE TIMBU *Didelphis albiventris*  
Lund, 1840 (MAMMALIA, DIDELPHIDAE), EM FRAGMENTO DE MATA  
ATLÂNTICA, DOIS IRMÃOS, RECIFE – PERNAMBUCO**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Bacharelado em  
Ciências Biológicas da Universidade  
Federal de Rural de Pernambuco, como  
requisito parcial para obtenção do título de  
Bacharel em Ciências Biológicas.

**Aprovado em: 04/10/2024.**

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Profa. Arlene Bezerra Rodrigues dos Santos (Orientadora)**  
**Universidade Federal Rural de Pernambuco**

---

**Biólogo Dr. Marco Aurélio Paes de Oliveira (Examinador Interno)**  
**Universidade Federal Rural de Pernambuco**

---

**Profª. Drª. Tatiana Costa de Oliveira (Examinador Externo)**

---

**Profª. Drª. Francinete Torres Barreiros da Fonseca (Suplente)**

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, por me dar força, saúde e sabedoria para superar todos os desafios que surgiram ao longo dessa jornada.

A minha mãe, Arlete Barros, que infelizmente não está mais aqui, mas deixou em mim sua força, amor e sabedoria, que foram essenciais em cada passo da minha vida. Sua ausência é sentida em cada conquista, mas sei que você sempre estará comigo em espírito. Ao meu pai, José Francisco da Silva, por sua presença e amor incondicional, por sempre acreditar, incentivar e me apoiar em todos os momentos.

A minha orientadora, professora Arlene Bezerra Rodrigues dos Santos (a insetona) agradeço de coração, por tudo que fez por mim. Por toda orientação, conselho e puxões de orelha, que foram fundamentais para que eu buscasse sempre o melhor em mim. Obrigada por toda compreensão e paciência (que precisou de muita) e por cada conversa e ensinamento que levarei para minha vida.

Ao professor Marco Aurélio Paes de Oliveira pelo apoio, conselhos e ensinamentos. Às professoras Clélia Rocha e Francinete Fonseca, por sempre estarem dispostas a compartilhar seu saber com generosidade e entusiasmo. A Luci Duarte (Luci Show) por sempre me ouvir nas horas difíceis e por todo carinho.

Ao meu eterno “grupinho” Gabriela Lucena e Gabriel Brandão, que estão juntos comigo desde o primeiro período e amigos que fiz durante a graduação, por todos os momentos de conversas, risadas e até lágrimas (pós provas), levarei todos no coração. A Roseane Rocha por ter entrado na minha vida de paraquedas e ter se tornado meu pontinho de luz, obrigada por sempre me escutar falando dos meus insetinhos e estar ao meu lado em cada obstáculo.

As minhas amigas de laboratório Melissa (mel maia), Vanessa (Vane) e Fernanda (Potter), que além de parceiras de pesquisas, foram uma base em cada passo desta jornada. O apoio, companheirismo, as palavras, os momentos e principalmente as risadas (que nunca param) fizeram toda diferença nesta jornada e sem vocês não seria possível.

Este trabalho é o reflexo não só do meu esforço, mas da confiança, paciência e carinho que recebi ao longo do caminho. A todos, minha eterna gratidão.

## RESUMO

A Entomologia Forense é a aplicação do estudo de insetos associados ao processo de decomposição para obter informações para fins de investigações criminais. Durante o processo de decomposição de um corpo, ocorrem diversas transformações influenciadas por fatores ambientais e características próprias do cadáver. Os insetos, particularmente os dípteros, constituem a maior parte da fauna associada à decomposição e desempenham um papel crucial na sucessão ecológica que ocorre nesses casos, além de serem amplamente utilizados na estimativa do intervalo *post-mortem* (IPM). O objetivo deste estudo foi analisar a dipterofauna associada à carcaça de animal silvestre em um fragmento de Mata Atlântica, Dois irmãos, Recife/PE. O experimento foi conduzido em duas etapas, sendo a primeira em campo e a segunda no Laboratório de Entomologia Forense/LEF, da Universidade Federal Rural de Pernambuco. A pesquisa foi realizada de 06 a 23 de agosto de 2024 utilizando uma carcaça de Timbu (*Didelphis albiventris* Lund, 1840) servindo como atrativo para os dípteros necrófagos. Ao decorrer da decomposição da carcaça as famílias registradas foram Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae, Fanniidae, Phoridae, Ulidiidae, Sepsidae e Chloropidae. Os dípteros coletados totalizaram 597 indivíduos, integrando oito famílias e 27 espécies. Calliphoridae foi a mais frequente, representando 54,27% dos indivíduos amostrados, seguida por Sarcophagidae (20,77%) e Fanniidae (10,39%). As espécies *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1974), *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819), *Peckia (Pattonella) intermutans* (Walker, 1861) e *Fannia pusio* (Wiedemann, 1830) foram as predominantes no estudo. As coletas mostraram variações na ocorrência das espécies ao longo dos diferentes estágios de decomposição. No estágio inchado, foi registrado a maior abundância e o maior índice de diversidade de Shannon. Enquanto no estágio de esqueletização uma menor abundância e um menor índice de diversidade de Shannon. Portanto, os resultados deste estudo ampliam o conhecimento sobre a diversidade de dípteros necrófagos em fragmento de Mata Atlântica, além de fornecer subsídios importantes para futuras pesquisas.

**Palavras-chave:** Decomposição, Dípteros, Entomologia Forense, IPM.

## ABSTRACT

Forensic Entomology is the application of the study of insects associated with the decomposition process to obtain information for criminal investigations. During the decomposition of a body, various transformations occur, influenced by environmental factors and the specific characteristics of the corpse. Insects, particularly dipterans, make up the majority of the fauna associated with decomposition and play a crucial role in the ecological succession that occurs in these cases, as well as being widely used to estimate the post-mortem interval (PMI). The objective of this study was to analyze the dipteran fauna associated with the carcass of a wild animal in a fragment of the Atlantic Forest, Dois Irmãos, Recife/PE. The experiment was conducted in two phases, the first in the field and the second at the Forensic Entomology Laboratory (LEF), Federal Rural University of Pernambuco. The research was carried out from August 6 to 23, 2024, using a Timbu carcass (*Didelphis albiventris* Lund, 1840) as an attractant for necrophagous dipterans. Throughout the decomposition of the carcass, the recorded families were Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae, Fanniidae, Phoridae, Ulidiidae, Sepsidae, and Chloropidae. A total of 597 dipterans were collected, comprising eight families and 27 species. Calliphoridae was the most frequent family, representing 54.27% of the sampled individuals, followed by Sarcophagidae (20.77%) and Fanniidae (10.39%). The species *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1974), *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819), *Peckia (Pattonella) intermutans* (Walker, 1861), and *Fannia pusio* (Wiedemann, 1830) were the predominant species in the study. The collections showed variations in species occurrence throughout the different stages of decomposition. The bloated stage recorded the highest abundance and the highest Shannon diversity index, while the skeletonization stage showed lower abundance and a lower Shannon diversity index. Therefore, the results of this study expand the knowledge of the diversity of necrophagous dipterans in a fragment of the Atlantic Forest, in addition to providing important data for future research.

**Keywords:** Decomposition, Diptera, Forensic Entomology, PMI.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Local do estudo realizado em fragmento de Mata Atlântica, Dois Irmãos, Recife/PE.....	<b>16</b>
<b>Figura 2:</b> Carcaça de Timbu ( <i>Didelphis albiventris</i> Lund, 1840) utilizada como meio atrativo para a dipterofauna forense em fragmento de Mata Atlântica, Dois Irmãos, Recife/PE.....	<b>17</b>
<b>Figura 3:</b> Gaiola utilizada no estudo faunístico de dípteros de Interesse forense associados a carcaça de Timbu ( <i>Didelphis albiventris</i> Lund, 1840), em área de Mata Atlântica, Recife/PE.....	<b>18</b>
<b>Figura 4:</b> Procedimentos de campo. A - Termo-higrômetro; B - Tabela para registro das variáveis ambientais.....	<b>18</b>
<b>Figura 5:</b> Captura de dípteros diretamente da carcaça, através de rede entomológica.....	<b>19</b>
<b>Figura 6:</b> Disposição das larvas para criação em placas de Petri contendo dieta artificial de carne bovina moída.....	<b>20</b>
<b>Figura 7:</b> Procedimentos laboratoriais: A - Estilete entomológico e pinça histológica; B - Estufa; C - Identificação dos dípteros, mediante o uso de estereoscópio binocular.....	<b>21</b>
<b>Figura 8:</b> Percentual das famílias de dípteros coletados durante o experimento.....	<b>26</b>
<b>Figura 9:</b> Índice de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) por estágios de decomposição da carcaça de Timbu <i>Didelphis albiventris</i> Lund, 1840.....	<b>34</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Média da temperatura e umidade relativa do local de estudo durante o período de desenvolvimento do experimento em fragmento de Mata Atlântica, Dois Irmãos, Recife/PE.....	<b>25</b>
<b>Tabela 2:</b> Abundância total e frequência relativa das famílias/espécies de Diptera coletadas durante o experimento.....	<b>27</b>
<b>Tabela 3:</b> Índices faunísticos dos dípteros encontrados na carcaça durante todo o experimento.....	<b>30</b>
<b>Tabela 4:</b> Valores do grau dia acumulado a partir da data em que os insetos adultos emergiram, calculado com temperatura limiar de base 13 °C para o desenvolvimento do imaturo de <i>Chrysomya albiceps</i> até a fase adulta.....	<b>35</b>
<b>Tabela 5:</b> Valores do grau dia acumulado a partir da data em que os insetos adultos emergiram, calculado com temperatura limiar de base 10 °C para o desenvolvimento do imaturo de <i>Chrysomya megacephala</i> até a fase adulta.....	<b>36</b>
<b>Tabela 6:</b> Valores do grau dia acumulado a partir da data em que os insetos adultos emergiram, calculado com temperatura limiar de base 10 °C para o desenvolvimento do imaturo de <i>Hemilucilia segmentaria</i> .....	<b>36</b>

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>15</b>
2.1 Geral .....	15
2.2 Objetivos específicos.....	15
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>16</b>
3.1 Descrição da área de estudo.....	16
3.2 Modelo animal.....	17
3.3 Metodologia de campo e coleta dos dípteros.....	17
3.4 Coleta e criação de imaturos.....	19
3.5 Triagem, montagem e identificação.....	20
3.6 Análise ecológica.....	21
3.6.1 Riqueza.....	21
3.6.2 Frequência.....	21
3.6.3 Constância.....	22
3.6.4 Índice de Diversidade de Shannon.....	22
3.6.5 Dominância.....	23
3.7 Cálculo do Intervalo <i>post-mortem</i> (IPM).....	23
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>25</b>
4.1 Dados abióticos.....	25
4.2 Composição da dipterofauna associada a carcaça de <i>Didelphis albiventris</i> Lund, 1840 em fragmento de Mata Atlântica.....	25
4.3 Análise faunística por estágios de decomposição da carcaça de Timbu ( <i>Didelphis albiventris</i> Lund, 1840), em área de Mata Atlântica.....	30
4.4 Estimativa do Intervalo Post-Mortem (IPM).....	35
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>37</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>38</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Os insetos constituem os maiores representantes animais em termos de abundância e de distribuição espacial (Almeida e Mise, 2009; Zhang, 2011; Stork *et al.*, 2015). Além disso, podem ser encontrados em quase todos os habitats da terra (Gullan e Cranston, 2017). Eles colonizam com sucesso diversos ambientes e desenvolveram adaptações para prosperar em diferentes condições (Jankielsohn, 2018). Esses animais desempenham funções ecológicas de significativa importância na preservação e no equilíbrio dos ecossistemas (Wilson, 1992). Variam desde bioindicadores de qualidade ambiental, apanhadores de detritos, à polinização, controle biológico, decomposição da matéria orgânica e outros (Myers, 1996).

Insetos associados à decomposição por meio do consumo da matéria orgânica, principalmente animal, desempenham diferentes tipos de guildas alimentares (Duarte, 2007). Esses insetos desempenham um papel fundamental na colonização de uma carcaça e, por sua vez, iniciam uma sucessão ecológica no local. De maneira geral, a presença inicial de insetos necrófagos, que se alimentam dos tecidos cadavéricos, cria um ambiente propício para a chegada de outros animais, como predadores, parasitas e necrófagos secundários (Fontebasso, 2020).

Entre as principais guildas alimentares, destacam-se as espécies necrófagas, que incluem dípteros e coleópteros, responsáveis pela decomposição dos tecidos cadavéricos. Além desses, os insetos onívoros, como formigas, vespas e alguns besouros que consomem tanto o cadáver quanto a fauna associada, podendo reduzir as populações de insetos necrófagos. Também existem os predadores e parasitas, como alguns coleópteros e dípteros que por vezes começam como necrófagas em estágios larvais iniciais e se tornam predadoras durante os estágios larvais posteriores. Além disso, os himenópteros parasitam os estágios imaturos dos insetos necrófagos. Por fim, há as espécies acidentais, que utilizam a carcaça como uma extensão de seu habitat natural, aproveitando os recursos disponíveis no local (Catts e Goff, 1992).

Dentre os papéis ecológicos mencionados, os insetos necrófagos, possuem um ciclo de vida bem definido (Catts e Goff, 1992), e sua presença e estágios de desenvolvimento em um cadáver podem fornecer informações valiosas para estimar o intervalo *post mortem* (IPM), que é o período desde a morte até a descoberta do corpo (Amendt; Krettek; Zehner, 2004). Isso pode ser crítico para determinar o

momento e as circunstâncias da morte em investigações criminais (Oliveira-Costa, 2011).

Portanto, a Entomologia Forense é a aplicação do estudo de insetos em conjunto com métodos e procedimentos de investigação criminal (Nuorteva, 1977). Seu objetivo é descobrir informações cruciais para investigações, especialmente em cenários relacionados a crimes e mortes, usando o comportamento e a presença de insetos como ferramentas valiosas para coletar evidências e estimar aspectos como o tempo decorrido desde a morte e outras informações relevantes para a investigação (Oliveira-Costa, 2007). Além de abordar aspectos importantes dos insetos como indicadores forenses, incluindo a identificação e classificação das espécies que compõem a fauna necrófaga (Santos e Pivato, 2010).

Dentro da Entomologia Forense, há uma subdivisão em três subáreas: Entomologia Urbana, Produtos Estocados e Médico-Criminal (Lord e Stevenson, 1986). As duas primeiras são mais frequentemente aplicadas em litígios de natureza cíveis, quando os insetos afetam propriedades ou plantações, bem como contaminam produtos comerciais armazenados, respectivamente. Por outro lado, a subárea de Médico-Criminal utiliza os insetos como fonte de informações cruciais para a resolução de crimes violentos, casos envolvendo o uso de drogas, identificação de vítimas, além de estimar o IPM (Ribeiro, 2021). Além de suas implicações criminais, quando combinada com o estudo da fauna silvestre, pode fornecer aos seus especialistas informações valiosas para combater os praticantes de crimes ambientais, uma vez que esses animais frequentemente são alvos do tráfico ilegal e do comércio clandestino (Watson, 2004; Gonder, 2008).

O emprego de insetos em investigações criminais teve seus primeiros registros na China, no século XIII, e na Europa, no século XIX. No entanto, apesar da sua relevância, somente nas últimas décadas a Entomologia Forense tem recebido uma maior atenção da comunidade científica, passando a integrar os procedimentos das investigações de casos de homicídio (Benecke, 2001).

A ordem Diptera representa um dos maiores grupos de insetos, sendo de particular interesse na Entomologia Forense durante os estágios iniciais de decomposição (Oliveira-Costa e Lopes, 2003). Esses organismos possuem um olfato extremamente apurado e podem detectar os odores exalados pelos cadáveres, carcaças e restos mortais muito antes que sejam perceptíveis para os seres humanos. Como resultado, eles são os primeiros a chegar à cena de crimes. A

carne serve como um micro-habitat ideal, facilitando a cópula, estimulando a oviposição e fornecendo uma fonte valiosa de proteína (Oliveira-Costa, 2007).

As fases do ciclo evolutivo destes insetos estão sempre associadas a locais que contenham matéria orgânica em decomposição (Carvalho e Mello-Patiu, 2008). Seus ovos são colocados sobre o substrato (solo, fezes de animais, humanos ou qualquer outro tipo de matéria orgânica em decomposição), a fêmea elimina em média de 2000 (dois mil ovos), e os ovos levam de 6 a 8 horas para eclodirem, seguido das larvas de I, II e III estágios, de 3 a 4 dias. O estágio pupal dura cerca de 3 a 4 dias e prepara-se para a formação do animal adulto, que pode estar pronto para o acasalamento 1 ou 2 dias, após sua emergência. Uma mosca fêmea tem vida normal de 2 a 12 semanas, com longevidade média de 30 dias, com um tempo máximo de cerca de 90 dias. As variações de temperatura, bem como outros fatores climáticos influenciam diretamente sobre o tempo de duração do ciclo biológico desses insetos e no tamanho das populações, podendo variar de 21 a 45 dias (Torres; Oliveira; Wald, 2002).

Entre os dípteros, as famílias frequentemente empregadas na determinação do intervalo *post mortem* (IPM), que representa o período entre a morte e a descoberta do cadáver, incluem Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae e Fanniidae (Carreira *et al.*, 2008).

Entre as famílias de dípteros citadas, Calliphoridae se destaca com mais de 1.600 espécies, sendo especialmente relevante devido à sua estreita ligação com o processo de decomposição de substratos (Moura *et al.*, 1997). Isso deve-se à sua notável habilidade de detecção, que permite que esses insetos comecem a colonizar carcaças em questão de minutos após a morte (Ventura *et al.*, 2015). No entanto, entre essas quatro famílias, a Sarcophagidae contém pouco mais de 3.000 espécies registradas e apresenta maiores desafios em relação à identificação específica, devido à presença de várias espécies crípticas. Nestes casos, a única maneira de realizar a identificação é por meio da análise de características morfológicas na genitália masculina (Moretti, 2006). A família Muscidae é a maior entre as mencionadas, abrangendo um número superior a 5.000 espécies (Greenberg, 1971). A família Fanniidae é menor em comparação às demais, com 320 espécies descritas (Pont, 1977).

Os dípteros necrófagos desempenham um papel ecológico de grande importância na decomposição de matéria orgânica e na subsequente reciclagem de

nutrientes. Eles colaboram de forma conjunta com fungos e bactérias decompositoras, acelerando o processo de decomposição (Byrd e Castner, 2009). Segundo Smith (1986), ao longo do processo de decomposição, os insetos sucedem uns aos outros, uma vez que cada estágio do processo proporciona condições ideais para o desenvolvimento específico de cada espécie. A decomposição de uma carcaça pode ser dividida em diferentes fases, que são definidas pelos organismos que a colonizam (Centeno *et al.*, 2002) e por fatores abióticos, como temperatura, umidade, precipitação, além do tamanho, peso, congelamento ou degelo da carcaça, e o pH do solo (Galloway *et al.*, 1989; Willey e Snyder, 1989; Micozzi, 1986). Esses fatores também influenciam o padrão de sucessão dos insetos necrófagos, uma vez que afetam a velocidade de decomposição (Rodrigues e Bass, 1983).

Segundo Early e Goff (1986), a duração de cada fase da decomposição pode variar, mas a sequência em que essas fases ocorrem permanece constante, com as denominações podendo diferir entre os autores, podendo ser classificadas em quatro, cinco ou seis fases (Oliveira-Costa e Lopes, 2003; Campobasso *et al.*, 2009).

Essas fases incluem: Fresca, Inchada, Coliquativa e Esqueletização (Smith, 1986). Na fase fresca, ocorrem mudanças na coloração da carcaça à medida que os processos de putrefação avançam. A cor da pele e dos tecidos pode ser um indicativo importante para determinar o estágio de putrefação e estimar o IPM. Durante essa fase a coloração pode incluir verde, azul e outros tons, que variam dependendo dos processos químicos e biológicos envolvidos e da atividade bacteriana. Em seguida, tem-se a fase inchada onde ocorre o acúmulo significativo de gases dentro do corpo em putrefação, resultando em distensão e inchaço visíveis da carcaça. Na coliquativa, acontece a liquefação dos tecidos moles do corpo, devido à ação de enzimas bacterianas e à liberação de fluídos corporais, delimitando o estágio avançado de putrefação, e eventualmente, a carcaça entra no estágio de esqueletização, última etapa, que é marcada por um processo de dessecação e exposição evidente dos ossos (Amendt; Krettek; Zehner, 2004). Cada inseto apresenta preferência por uma determinada fase da carcaça. Como o perfil de odores emitidos durante a decomposição de carcaças tende a mudar ao longo dos dias, à medida que diferentes tecidos vão sendo degradados, gera uma atratividade diferenciada (Nuorteva, 1977).

Nesse contexto, este estudo, ao empregar uma carcaça de *Didelphis albiventris* (Lund, 1840), com pouca citação de utilização como substrato em

experimentos semelhantes, partiu da hipótese de que haveria possibilidade de serem reportados registros relevantes para a Ciência de ocorrência de insetos necrófagos em ambientes similares, contribuindo para o avanço da Entomologia Forense, especialmente na região nordeste, onde a fauna de insetos de interesse forense ainda está sendo estudada e documentada.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Analisar a dipterofauna associada à carcaça de *D. albiventris* em um fragmento de Mata Atlântica, Dois irmãos, Recife - Pernambuco.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Identificar a fauna de dípteros necrófagos durante os estágios de decomposição;
- Qualificar as espécies usando dados ecológicos por meio de análises faunísticas;
- Catalogar as espécies de interesse forense presentes na carcaça de *D. albiventris*.



### 3.2 Modelo animal

Para a pesquisa utilizou-se uma carcaça de Timbú ou gambá-de-orelha-branca (*D. albiventris*), um mamífero da ordem Didelphimorphia, que constituem um grupo de marsupiais amplamente distribuído pela América do Sul (Zabott *et al.*, 2017).

O animal foi encontrado sem vida no quintal de uma residência, localizada na cidade de São Lourenço da Mata/PE e doado para o Laboratório de Entomologia Forense (LEF)/UFRPE. Para ser utilizada no estudo em questão, a carcaça passou por um processo de congelamento. O animal pesava 716g e media 46cm de comprimento (Figura 2).

**Figura 2:** Carcaça de Timbú (*Didelphis albiventris* Lund, 1840) utilizada como meio atrativo para a dipterofauna forense em fragmento de Mata Atlântica, Dois Irmãos, Recife/PE.



Fonte: Silva, F.V.B, 2024.

### 3.3 Metodologia de campo e coleta dos dípteros

A carcaça de Timbú foi colocada em uma gaiola de metal com dimensões de 60cm de comprimento, 13cm de largura e 17cm de altura, onde a base da gaiola foi forrada com serragem para garantir um substrato adequado para os imaturos. Em seguida, foi cavada uma cova rasa para posicionar a gaiola com cerca de 5cm de profundidade, 63cm de comprimento e 21cm de largura (Figura 3).

**Figura 3:** Gaiola utilizada no estudo faunístico de dípteros de Interesse forense associados a carcaça de Timbú (*Didelphis albiventris* Lund, 1840), em área de Mata Atlântica, Recife/PE.

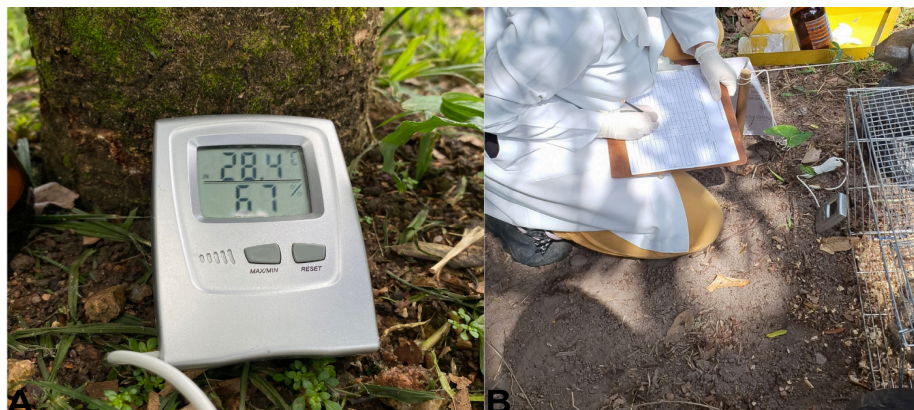


**Fonte:** Silva, F.V.B, 2024.

As coletas foram realizadas ao longo do mês de agosto, no turno da manhã, com duração de duas horas. No total foram realizadas 11 coletas, compreendendo os dias de 06 a 23 de agosto de 2024, quando a carcaça já se encontrava em estágio avançado de esqueletização, com pouca atividade de dípteros.

Durante as coletas, utilizou-se Equipamentos de Proteção Individual (EPI's): luvas descartáveis, jalecos e botas, seguindo as recomendações dos manuais de biossegurança. As variáveis ambientais, como temperatura média, máxima, mínima e umidade, foram medidas em todas as coletas com o uso do termo-higrômetro, e os dados foram registrados em uma tabela para controle (Figura 4).

**Figura 4:** Procedimentos de campo. A - Termo-higrômetro; B - Tabela para registro das variáveis ambientais.



**Fonte:** Silva, F.V.B, 2024.

Os dípteros presentes na carcaça, bem como aqueles encontrados em um raio de até um metro ao redor, foram coletados utilizando rede entomológica (Figura 5). Após a captura, acondicionou-se os insetos em frascos de vidro com capacidade de 500mL, contendo clorofórmio como substância letal e posteriormente transportados ao LEF para triagem.

**Figura 5:** Captura de dípteros diretamente da carcaça, através de rede entomológica.



Fonte: Silva, F.V.B, 2024.

### 3.4 Coleta e criação de imaturos

A captura dos estágios imaturos foi realizada com o uso de pinça histológica, diretamente da carcaça e da serragem. Após a coleta, os espécimes imaturos foram acondicionados em recipientes plásticos com tampas e telados, sendo posteriormente encaminhados ao Laboratório de Entomologia Forense/LEF.

As larvas capturadas foram mantidas na sala de criação do LEF, em potes plásticos de 500 mL com tampas teladas, contendo 3 cm de serragem de madeira como substrato, permitindo que os imaturos completassem a fase de pupa até a emergência dos adultos. A dieta artificial utilizada consistiu de carne bovina moída, na proporção de 1:1 gramas por larvas, disposta em placas de Petri de 5 mL (Figura 6).

Após a emergência, os adultos passaram pelos processos de montagem e secagem, conforme descrito anteriormente. O objetivo principal da criação dos

estágios imaturos foi identificar as espécies que efetivamente colonizaram a carcaça. Além disso, esse procedimento possibilitou o cálculo do intervalo *post mortem* mínimo (IPMmin), demonstrando a importância para a entomologia forense.

**Figura 6:** Disposição das larvas para criação em placas de Petri contendo dieta artificial de carne bovina moída.



Fonte: Silva, F.V.B, 2024.

### 3.5 Triagem, montagem e identificação

A triagem e montagem do material coletado foram realizadas com o auxílio de pinças e estiletes entomológicos. Para a montagem dos indivíduos utilizou-se alfinetes entomológicos ou triângulos de plástico rígido transparente, métodos que garantem a preservação e manutenção da forma natural dos insetos de corpo duro, facilitando o manuseio e estudo posterior. Os espécimes passaram por um processo de secagem em estufa a 52°C para desidratação, a fim de proporcionar a conservação.

Para a identificação, os dípteros coletados foram submetidos a observação morfo-taxonomias, baseando-se nas principais características, tais como: venação das asas, quetotaxia, espiráculos respiratórios, como também por meio de literatura pertinente e chaves dicotômicas (Lopes, 1984; Carvalho, Moura e Ribeiro, 2002; Mello, 2003; Thyssen, 2005; Oliveira-Costa, 2007; Carvalho e Mello-Patiu, 2008; Triplehorn; Johnson, 2011), com auxílio do estereoscópio binocular (Figura 7).

**Figura 7:** Procedimentos laboratoriais: A - Estilete entomológico e pinça histológica; B - Estufa; C - Identificação dos dípteros, mediante o uso de estereoscópio binocular.



Fonte: Silva, F.V.B, 2024.

### 3.6 Análise ecológica

Os dados coletados referentes à composição da dipterofauna da área estudada foram analisados considerando os seguintes atributos ecológicos: riqueza (S), frequência (F), constância (C), Índice de diversidade de Shannon-Wiener e dominância (D). Para a determinação dos índices faunísticos, utilizou-se o software PAST versão 4.03. A construção de gráficos e tabelas foi feita no Microsoft Excel 2016.

#### 3.6.1 Riqueza

A riqueza de espécies refere-se ao número total de espécies presentes em uma comunidade. Neste estudo, ela é simbolizada pela letra "S" e corresponde ao total de espécies identificadas na comunidade amostrada.

#### 3.6.2 Frequência

A frequência mede a proporção de indivíduos de uma espécie em relação ao total de espécimes coletados do grupo em questão. Esse parâmetro foi calculado pela seguinte fórmula:

$$F = I / T \times 100$$

Onde:

F= Frequência (%);

I = Número de indivíduos da espécie no local amostrado;

T= Número total de espécimes do grupo coletados na área.

Com base nos dados obtidos, foi aplicada a classificação proposta por Thomazini e Thomazini (2002), utilizando o intervalo de confiança (IC) da média das frequências com um nível de significância de 5%. A classificação segue os seguintes critérios:

Muito frequente: frequência superior ao limite superior do IC (5%);

Frequente: frequência dentro dos limites do IC (5%);

Pouco frequente: frequência inferior ao limite inferior do IC (5%).

### 3.6.3 Constância

O índice de constância avalia a regularidade da presença de uma espécie ao longo das coletas realizadas, ou seja, a porcentagem de coletas em que a espécie foi encontrada em relação ao total de coletas. A constância de cada espécie foi calculada usando a equação de Dajóz (1983):

$$C = (p \times 100) / N$$

Onde:

C = constância (%);

p = número de coletas em que a espécie foi registrada;

N = número total de coletas realizadas.

Com base nos valores de constância obtidos, as espécies foram classificadas nas seguintes categorias, de acordo com Dajóz (1983):

Espécies constantes (x): presentes em mais de 50% das coletas;

Espécies acessórias (y): presentes em 25-50% das coletas;

Espécies acidentais (w): presentes em menos de 25% das coletas.

### 3.6.4 Índice de Diversidade de Shannon

O Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (Shannon e Weaver, 1949) foi calculado para avaliar a diversidade das espécies presentes nas amostras coletadas ao longo dos dias de estudo. Para o cálculo do índice de Shannon-Wiener utilizou-se a seguinte fórmula:

$$H' = - \sum (p_i) \cdot (\log p_i)$$

Onde:

H' = Índice de Diversidade de Shannon;

p<sub>i</sub> = proporção de indivíduos da espécie i em relação ao número total de indivíduos na comunidade;

$\log \pi$  = logaritmo natural de  $\pi$

O valor de  $H'$  reflete a diversidade da comunidade, onde maiores valores indicam uma maior diversidade e uniformidade na distribuição das espécies, enquanto valores mais baixos indicam menor diversidade. Este índice foi aplicado com o objetivo de medir a semelhança em termos de riqueza de espécies entre os diferentes estágios de decomposição.

### 3.6.5 Dominância

Dominância é a ação exercida pelos organismos dominantes de uma comunidade. Dominante é o organismo que recebe o impacto do meio ambiente e muda-o, podendo causar desta forma, o aparecimento ou desaparecimento de outras espécies. (Neto; Nakano; Barbin, 1976).

A dominância das espécies foi determinada através do cálculo limite de dominância a partir da equação proposta por Neto; Nakano e Barbin (1976).

$$LD = 1/S \times 100$$

Onde:

LD = limite de dominância;

S = número total de espécies.

Este parâmetro classificou as espécies em dominantes (d), quando os valores de frequência apresentavam-se superiores ao limite determinado, e não-dominantes (nd), quando os valores encontrados foram menores.

### 3.7 Cálculo do Intervalo *Post-Mortem* (IPM)

Para estimar o IPM, foi utilizado o cálculo proposto por Oliveira-Costa (2011), que se baseia no grau-dia acumulado (GDA). Esse método correlaciona os dados de desenvolvimento das espécies criadas em laboratório com as condições ambientais, considerando a temperatura necessária para que o inseto complete seu desenvolvimento. O GDA representa a diferença entre os limiares de temperatura máximo e mínimo que uma espécie consegue tolerar.

Para determinar o IPM, é necessário calcular o GDA esperado (GDAe), que é obtido pela fórmula: temperatura de criação (TC) menos o limiar mínimo (LMin) multiplicado pelo tempo de desenvolvimento (TD). O GDA obtido (GDAo), por sua vez, é calculado pelo método do retângulo proposto por Arnold (1959). Esse método

consiste em somar as temperaturas máxima e mínima do local do cadáver, dividir por dois e subtrair o limiar mínimo (LMin) da espécie analisada.

O cálculo do GDAo foi feito para cada dia, retroativamente, desde o estágio de desenvolvimento larval encontrado até o momento da oviposição. O valor do GDAo é subtraído do GDAe a cada dia até que o GDAe se torne negativo. Quando isso ocorre, o dia correspondente marca o início da colonização dos insetos no cadáver ou carcaça, obtendo o IPM mínimo.

Após a identificação dos adultos que emergiram primeiro, verificou-se o tempo de desenvolvimento das espécies, tomando por base os valores de temperatura obtidos na literatura. Marchenko (2001); Gabre *et al.*, (2005) ; Thyssen (2005).

As fórmulas usadas foram:

$$\text{GDAe} = (\text{TC} - \text{LMin}) \times \text{TD}$$

$$\text{GDAo} = [(\text{Temp. Máx} + \text{Temp. Mín})/2] - \text{LMin}$$

$$\text{IPM} = \text{GDAo} - \text{GDAe}$$

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Dados abióticos

Durante o experimento a média de temperatura foi de 27,9 °C, variando de 24,2 °C a 29,4°C. Enquanto, a umidade relativa média foi de 63%, com variação de 56% a 71% . Os respectivos dados podem ser observados na Tabela 1.

**Tabela 1:** Média da temperatura e umidade relativa do local de estudo durante o período de desenvolvimento do experimento em fragmento de Mata Atlântica, Dois Irmãos, Recife/PE.

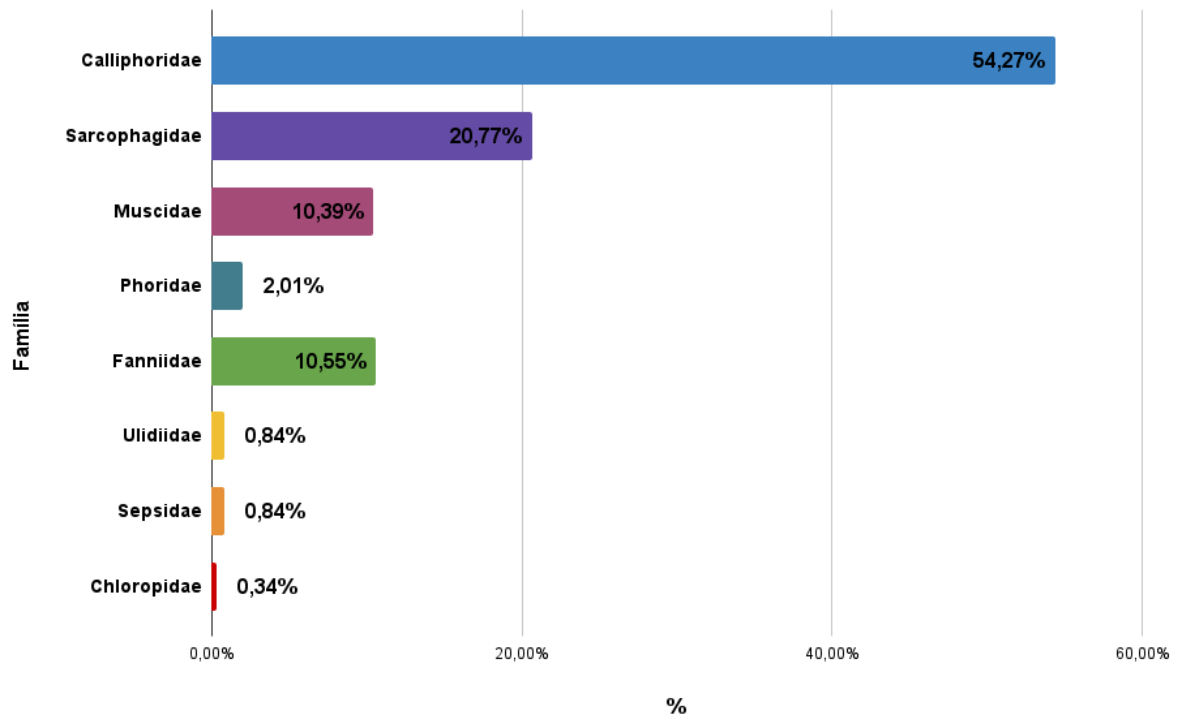
LOCAL DO EXPERIMENTO			
FATORES ABIÓTICOS	MÉDIA	MÁXIMA	MÍNIMA
Temperatura	27,9 °C	29,4	24,2
Umidade	63%	71%	56%

Segundo Zote *et al.* (2017), as variações de temperatura de um ambiente podem influenciar diretamente sobre o tempo de duração do ciclo de vida e no tamanho das populações dos insetos. No contexto da sucessão dos insetos em carcaças, a temperatura influencia o ritmo de colonização e desenvolvimento das diferentes espécies (Oliveira-Costa 2013).

A umidade é um fator crucial, responsável por influenciar aspectos essenciais da fisiologia e desenvolvimento (Enjin, 2017). Yang *et al.*, (2015) estabelece que uma faixa de umidade entre 40% e 80% é considerada ideal para o desenvolvimento de muitas espécies, pois dentro desse intervalo são observadas condições mais favoráveis à sobrevivência, com menores taxas de mortalidade e proporciona um aumento na oviposição, longevidade e na velocidade de desenvolvimento dos insetos.

### 4.2 Composição da dipterofauna associada a carcaça de *Didelphis albiventris* Lund, 1840 em fragmento de Mata Atlântica

Ao fim das coletas realizadas no mês de agosto, juntamente com os indivíduos emergidos após criação, totalizou 596 dípteros distribuídos em 8 famílias e 27 espécies. As famílias coletadas foram Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae, Fanniidae, Phoridae, Ulidiidae, Sepsidae e Chloropidae (Figura 8).

**Figura 8:** Percentual das famílias de dípteros coletados durante o experimento

A família Calliphoridae destacou-se como a mais abundante, com um total de 324 indivíduos coletados, representando 54,36% do total de insetos adultos amostrados. Em segundo lugar, a família Sarcophagidae apresentou 124 indivíduos, correspondendo a 20,77% do total. Fanniidae ocupou a terceira posição, com 63 indivíduos (10,55%). Muscidae registrou um total de 62 indivíduos, correspondendo a 10,39% do total coletado. Phoridae 12 (2,01%), Ulidiidae e Sepsidae cinco indivíduos (0,84%) Por último, Chloropidae registrou 2 exemplares, representando 0,34% do total de indivíduos coletados (Tabela 2).

**Tabela 2:** Abundância total e frequência relativa das famílias/espécies de Diptera coletadas durante o experimento.

Família / Espécie	N	%
<b>Calliphoridae</b>	<b>324</b>	<b>54,27%</b>
<i>Chrysomya albiceps</i> (Wiedemann, 1819)	118	19,80%
<i>Chrysomya megacephala</i> (Fabricius, 1974)	150	25,17%
<i>Chrysomya putoria</i> (Wiedemann, 1819)	2	0,34%
<i>Lucilia eximia</i> (Wiedemann, 1819)	39	6,54%
<i>Hemilucilia segmentaria</i> (Fabricius, 1805)	9	1,51%
<i>Hemilucilia semidiaphana</i> (Rondani, 1850)	5	0,84%

<i>Cochliomyia hominivorax</i> (Coquerel, 1858)	1	0,17%
<b>Sarcophagidae</b>	<b>124</b>	<b>20,77%</b>
<i>Peckia (Sarcodexia) lambens</i> (Wiedemann, 1830)	9	1,51%
<i>Oxysarcodexia amorosa</i> (Schiner, 1868)	8	1,34%
<i>Peckia (Pattonella) intermutans</i> (Walker, 1861)	54	8,89%
<i>Ravinia belforti</i> (Prado & Fonseca, 1932)	2	0,34%
<i>Peckia (Peckia) chrysostoma</i> (Wiedemann, 1830)	1	0,17%
<i>Peckia (Euboettcheria) collusor</i> (Curran & Walley, 1934)	1	0,17%
<i>Oxysarcodexia fringidea</i> (Curran & Walley, 1934)	4	1,23%
Fêmeas *	45	7,55%
<b>Muscidae</b>	<b>62</b>	<b>10,39%</b>
<i>Synthesiomyia nudiseta</i> (Wulp, 1883)	1	0,17%
<i>Hydrotaea aenescens</i> (Wiedemann, 1830)	43	7,21%
<i>Hydrotaea chalcogaster</i> (Wiedemann, 1824)	18	3,02%
<b>Phoridae</b>	<b>12</b>	<b>2,01%</b>
<i>Megaselia scalaris</i> (Loew, 1866)	12	2,01%
<b>Fanniidae</b>	<b>63</b>	<b>10,55%</b>
<i>Fannia pusio</i> (Wiedemann, 1830)	53	8,89%
<i>Fannia scalaris</i> (Fabricius, 1794)	4	0,67%
<i>Fannia sp 1</i>	1	0,17%
<i>Fannia sp.2</i>	5	0,84%
<b>Ulidiidae</b>	<b>5</b>	<b>0,84%</b>
<i>Chaetopsis massyla</i> (Walker, 1849)	3	0,50%
<i>Euxesta spp.</i>	2	0,34%
<b>Sepsidae</b>	<b>5</b>	<b>0,84%</b>
<i>Archiseptis spp.</i>	5	0,84%
<b>Chloropidae</b>	<b>2</b>	<b>0,34%</b>
<i>Liohippelates sp 1</i>	1	0,17%
<i>Liohippelates sp 2</i>	1	0,17%
<b>N TOTAL</b>	<b>597</b>	<b>100%</b>

\* A identificação dos exemplares da família Sarcophagidae é realizada principalmente com base na análise da genitália masculina. Por esse motivo, não foi possível identificar os espécimes fêmeas.

O registro destas famílias corrobora os resultados de Oliveira-Costa (2013) que realizou uma revisão abrangente da literatura, abordando as famílias mais comuns de dípteros na Entomologia Forense, identificou-se a ocorrência das famílias Sarcophagidae, Calliphoridae, Muscidae, Fanniidae, Phoridae, Piophilidae,

Ulidiidae, Syrphidae, Psycodidae, Culicidae, Stratiomyidae, Sepsidae, Sphaeroceridae, Drosophilidae, Chloropidae, Milichiidae e Heleomyzidae. Neste mesmo contexto, Silva *et al.* (2024), Neto e Gomes (2018), Barbosa (2015), Cavallari (2018), Arbeláez (2019), Gonçalves (2017), Fernandes (2014) contribuíram com seus resultados ratificando as famílias mais comuns e ocorrentes de dípteros de interesse forense.

Os indivíduos pertencentes à família Calliphoridae (54,36%), representados pelas espécies *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819), *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1974), *Chrysomya putoria* (Wiedemann, 1819), *Lucilia eximia* (Wiedemann, 1819), *Hemilucilia segmentaria* (Fabricius, 1805), *Hemilucilia semidiaphana* (Rondani, 1850) e *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel, 1858), destacaram-se como mais significativos no presente estudo. Esse resultado confirma os achados de Anjos (2010) e Silva *et al.*, (2014), que também observaram uma maior abundância desses insetos em seus estudos, que utilizaram carcaças de vertebrados, incluindo a espécie *D. albiventris*. Devido ao comportamento necrófago predominante em muitas das espécies que pertencem a essa família, esses insetos participam ativamente na decomposição de carcaças de animais mortos, o que confere ao grupo uma importância significativa para estudos médicos-legais, visto que suas atividades podem fornecer informações sobre a determinação de possíveis causas e/ou a estimativa da provável data de morte de um indivíduo (Rezende *et al.*, 2012).

Sarcophagidae foi registrada como a segunda família com maior ocorrência (20,77%), representada pelas espécies *Peckia (Sarcodexia) lambens* (Wiedemann, 1830), *Oxysarcodexia amorosa* (Schiner, 1868), *Peckia (Pattonella) intermutans* (Walker, 1861), *Ravinia belforti* (Prado & Fonseca, 1932), *Peckia (Peckia) chrysostoma* (Wiedemann, 1830), *Peckia (Euboettcheria) collusor* (Curran & Walley, 1934) e *Oxysarcodexia fringidea* (Curran & Walley, 1934). Está sempre presente em decomposição de carcaças e cadáveres, como foi descrito por Pereira *et al.*, (2021), Lopes *et al.*, (2018), Ledo *et al.*, (2012), Barbosa (2015) e Sato *et al.*, (2014)

A família Fanniidae (10,55%) apresentou quatro espécies: *Fannia pusio* (Wiedemann, 1830), *Fannia scalaris* (Fabricius, 1794), *Fannia* sp. 1 e *Fannia* sp. 2. No entanto, *Fannia* sp. 1 e *Fannia* sp. 2 não puderam ser identificadas em nível de espécie devido à ausência de caracteres morfológicos distintivos que permitissem

uma identificação precisa. As espécies dessa família são amplamente reconhecidas por sua relevância forense, uma vez que estão frequentemente associadas a ambientes antropizados. Suas larvas se desenvolvem em matéria orgânica animal ou vegetal em decomposição (Bajerlein *et al.*, 2022; Campobasso *et al.*, 2001; Holloway, 1984).

A família Muscidae (10,39%) foi a terceira mais frequente neste estudo, com três espécies identificadas: *Synthesiomyia nudiseta* (Wulp, 1883), *Hydrotaea aenescens* (Wiedemann, 1830) e *Ophyra chalcogaster* (Wiedemann, 1824). Em consonância com este resultado os autores Ivorra *et al.*, 2021; Giordani *et al.*, 2019; Pinto *et al.*, 2017, encontraram muscídeos se desenvolvendo em carcaças, fezes de vertebrados, aves, outros insetos, troncos e até mesmo em tecidos de animais vivos.

As moscas da família Phoridae com frequência de 2,01% e 12 espécimes *Megaselia scalaris* (Loew, 1866) coletadas. Esta família apresenta hábitos variados, com algumas vivendo em material animal ou vegetal em decomposição, enquanto outras se desenvolvem em fungos, como foi descrito por ONG *et al.*, 2018; Bostock, 2015).

Sepsidae (0,84%) foi representada pelo gênero *Archisepsis* spp., não podendo ser identificado em nível de espécie devido à ausência de caracteres morfológicos. Esses insetos foram encontrados próximos ou sobre fezes de animais, além de outros materiais em decomposição por Zuska, 1980; Silva, 1991; Amaral, 1996. Suas larvas se desenvolvem em uma ampla variedade de materiais em decomposição, sendo particularmente frequentes em fezes bovinas e carcaças de vertebrados (Steyskal, 1968). Os Ulidiídeos, sendo representados pela espécie *Chaetopsis massyla* (Walker, 1849) e o gênero *Euxesta* spp. são caracterizados por serem de tamanho médio a pequeno com asas manchadas. Os adultos ocorrem principalmente em áreas úmidas e suas larvas desenvolvem-se em substrato de origem vegetal em decomposição (Tepedino 2012; Souza e Linhares, 1997; Carvalho *et al.*, 2000).

Chloropidae (0,34%) foi a família menos abundante, representada por duas espécies do gênero *Liohippelates* sp.. Anteriormente, Carvalho (2017) coletou espécimes desta família utilizando carcaça de rato (*Rattus rattus*), em área de Mata Atlântica no Rio de Janeiro.

### 4.3 Análise faunística por estágios de decomposição da carcaça de Timbu (*Didelphis albiventris* Lund, 1840), em área de Mata Atlântica

Neste estudo, o processo e os estágios de decomposição das carcaças seguiram a classificação de Smith (1986), que define quatro estágios: o estágio fresco, em que a carcaça parece intacta externamente, mas já apresenta decomposição interna; o estágio inchado, caracterizado pelo acúmulo de gases nas vísceras; o estágio coliquativo, no qual os tecidos começam a se romper e há um forte odor de putrefação; e o estágio seco, em que ocorre a esqueletização, podendo, em alguns casos, haver mumificação dos tecidos.

Foi registrada uma riqueza de 27 espécies para a área de estudo. O estágio que apresentou maior riqueza de espécies foi o coliquativo, com um total de 16 espécies. No estágio inchado foram coletados 219 indivíduos, sendo este o mais abundante.

Das 27 espécies registradas, seis foram classificadas como dominantes, representadas por: *C. albiceps*, *C. megacephala*, *L. eximia*, *P. (Pattonella) intermutans*, *H. aenescens* e *F. pusio* e 21 não dominantes. Quanto a constância, oito foram acessórias e 19 acidentais.

Na tabela 3, estão dispostos os índices de riqueza, frequência, constância e dominância para as espécies de dípteros coletados durante o experimento.

**Tabela 3:** Índices faunísticos dos dípteros encontrados na carcaça durante todo o experimento

Família / Espécie	INDIVÍDUOS POR ESTÁGIOS DE DECOMPOSIÇÃO				Total	Registros nas coletas	F	C	D
	F	I	C	E					
<b>Calliphoridae</b>									
<i>Chrysomya albiceps</i>	15	82	21	0	118	4	mf	y	d
<i>Chrysomya megacephala</i>	38	33	79	0	150	3	mf	y	d
<i>Chrysomya putoria</i>	0	2	0	0	2	1	pf	w	nd
<i>Lucilia eximia</i>	36	3	0	0	39	3	mf	y	d
<i>Hemilucilia segmentaria</i>	1	0	8	0	9	2	pf	w	nd
<i>Hemilucilia semidiaphana</i>	0	5	0	0	5	1	pf	w	nd
<i>Cochliomyia hominivorax</i>	1	0	0	0	1	1	pf	w	nd
<b>Sarcophagidae</b>									

<i>Peckia (Sarcodexia)</i>									
<i>    lambens</i>	3	0	0	0	3	1	pf	w	nd
<i>Oxysarcodexia amorosa</i>	0	0	0	8	8	5	pf	y	nd
<i>Peckia (Pattonella)</i>									
<i>    intermutans</i>	0	0	53	1	54	2	mf	w	d
<i>Ravinia belforti</i>	0	0	0	2	2	1	pf	w	nd
<i>Peckia (Euboettcheria)</i>									
<i>    collusor</i>	0	1	0	0	1	1	pf	w	nd
<i>Oxysarcodexia fringidea</i>	0	0	2	2	4	3	pf	y	nd
<b>Muscidae</b>									
<i>Synthesiomyia nudiseta</i>	0	0	1	0	1	1	pf	w	nd
<i>Hydrotaea aenescens</i>	1	30	10	2	43	6	mf	y	d
<i>Megaselia scalaris</i>	0	12	0	0	12	1	pf	w	nd
<b>Fanniidae</b>									
<i>Fannia pusio</i>	7	28	18	0	53	4	mf	y	d
<i>Fannia scalaris</i>	0	2	2	0	4	2	pf	w	nd
<i>Fannia sp 1</i>	0	1	0	0	1	1	pf	w	nd
<i>Fannia sp.2</i>	1	4	0	0	5	2	pf	w	nd
<b>Ulidiidae</b>									
<i>Chaetopsis massyla</i>	1	0	2	0	3	2	pf	w	nd
<i>Euxesta sp.</i>	2	0	0	0	2	1	pf	w	nd
<b>Sepsidae</b>									
<i>Archiseptis sp.</i>	0	4	1	0	5	2	pf	w	nd
<b>Chloropidae</b>									
<i>Liohippelates sp 1</i>	0	0	1	0	1	1	pf	w	nd
<i>Liohippelates sp 2</i>	0	0	1	0	1	1	pf	w	nd
<b>TOTAL</b>	<b>111</b>	<b>219</b>	<b>207</b>	<b>15</b>	<b>552</b>	<b>58</b>			
<b>Riqueza (S)</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>5</b>	<b>-</b>	<b>-</b>			

Frequência (F) - Muito Frequente (mf); Pouco frequente (pf)

Constância (C)- Acessória (y); Acidental (w)

Dominância (D)- Dominante (d); Não Dominante (nd)

F - Fresco; I - Inchado; C - Coliquativo; E - Esqueletização

A maior parte das espécies foi caracterizada como “pouco frequente” representando um percentual de 74,07%. Convém ressaltar que tal fato é decorrente

da amplitude dos valores registrados pela captura da espécie *C. megacephala* em relação às demais espécies, o que ocasionou o aumento da média das frequências do intervalo de confiança registrado.

Entre as espécies pouco frequentes, encontram-se *C. putoria*, *H. segmentaria*, *H. semidiaphana*, *C. hominivorax*, *P. (Sarcodexia) lambens*, *O. amorosa*, *P. (Peckia) chrysostoma*, *P. (Euboettcheria) collusor*, *S. nudiseta*, *H. aenescens* e *F. scalaris*, todas com importantes registros para entomologia forense.

Quanto à relação das espécies de Calliphoridae encontradas e os estágios de decomposição, destacou-se *C. megacephala* com um total de 150 indivíduos, com 79 sendo coletados no estágio inchado, indicando sua alta atividade nessa fase (Carvalho & Linhares (2001); Cordeiro (2011); Bordoni *et al.*, (2023).

A espécie *C. albiceps* também foi registrada nos estágios iniciais, assim como *L. eximia*. Reforçando que essas espécies são consideradas de grande importância forense, foram encontradas entre a fauna decompositora de carcaças e cadáveres nos estágios iniciais da decomposição, conforme os estudos de Biavati *et al.*, (2010); Kruger *et al.*, 2010); Rosa *et al.*, (2009). O fato da não ocorrência destas espécies no estágio de esqueletização está de acordo com seus hábitos biológicos, uma vez que nessa fase o material cadavérico se torna menos atrativo para os califorídeos (Pédra, (2019); Cruz *et al.*, (2017).

Dentro da família Sarcophagidae a espécie que mais se destacou foi *P. (Pattonella) intermutans* com 54 indivíduos coletados durante o experimento, sendo 53 no estágio coliquativo e uma no início do estágio seco. A espécie possui larvas com comportamento tipicamente necrófago. Já foi registrada se desenvolvendo em cadáveres humanos e carcaças de vertebrados e é considerada um indicador de intervalo pós-morte por Souza & Linhares (1997), Carvalho *et al.* (2000), Oliveira-Costa *et al.* (2011); Barros, Mello-Patiu & Pujol-Luz, (2008); Moretti (2011).

Fanniidae foi coletada nos estágios fresco, inchado e coliquativo. *F. pusio* foi a espécie mais abundante com 53 indivíduos. O estágio fresco teve a presença de *F. pusio* (sete espécimes) e *Fannia* sp 2. (um indivíduo), a ocorrência destas espécies no estágio inicial está relacionada aos fluidos liberados pela carcaça. No entanto, a quantidade de indivíduos é relativamente baixa, indicando que as Fanniidae têm maior atratividade por fases mais avançadas de decomposição (Barbosa *et al.*, 2009; Vasconcelos *et al.*, 2014). O estágio inchado foi o mais representativo para a família, com um total de 35 indivíduos. *F. pusio* foi a espécie dominante nesse

estágio, com 28 indivíduos. As espécies *F. scalaris* e *Fannia* sp. 2 também ocorreram, com dois e quatro indivíduos, respectivamente. No coliquativo *F. pusio* teve 18 indivíduos registrados e *F. scalaris* dois indivíduos. A família Fanniidae foi ausente no estágio de esqueletização.

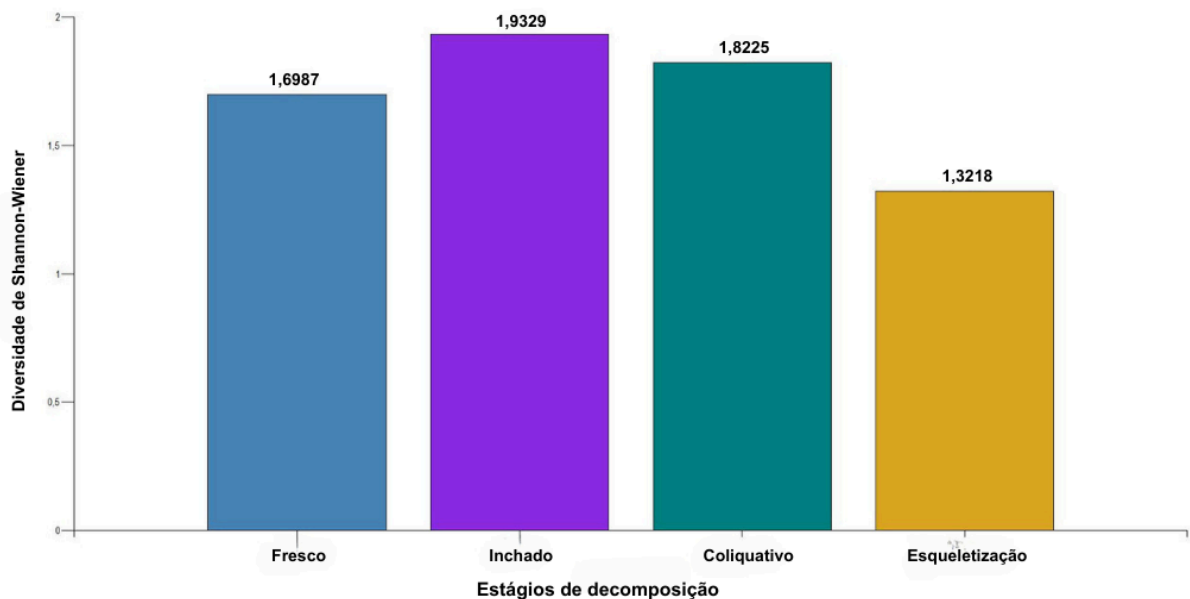
As famílias Phoridae, Ulidiidae e Sepsidae apareceram em menor número, porém são importantes para se compreender a complexidade da sucessão de espécies necrógafas (Assis, 2019). A espécie *Megaselia scalaris* (Phoridae) teve uma abundância de 12 indivíduos coletados durante o estágio inchado. Essa espécie é comumente encontrada em ambientes internos e pode indicar a colonização em cadáveres em locais fechados (Silva *et al.*, (2024); Juk (2013); Oliveira-Costa (2011). A espécie *C. massyla* foi registrada com três indivíduos, distribuídos nos estágios fresco (um indivíduo) e coliquativo (dois indivíduos). Os adultos desta família preferem ambientes úmidos, as larvas se desenvolvem preferencialmente em material vegetal em decomposição, porém tem tido ocorrências em carcaças de animais, como registrado neste estudo. *Euxesta* spp. ocorreu no estágio fresco, com dois indivíduos. Oliveira-Costa (2003) coletou adultos de *Euxesta* spp. associados à carcaça de porco e Moretti (2011) coletaram adultos e imaturos em carcaças de camundongo. Segundo Queiroz *et al.*, (2012), as famílias Ulidiidae e Chloropidae são negligenciadas nos estudos forenses, apesar de serem frequentes, isso se dá principalmente devido às limitações metodológicas que envolvem a taxonomia do grupo.

*Archisepsis* spp. (Sepsidae) foi registrada com cinco indivíduos, sendo coletados principalmente no estágio inchado. Sobrinho (2017); Assis (2019), coletaram adultos de Sepsidae em iscas de fígado e carne, respectivamente. Cavallari (2018) encontrou Sepsidae associada a carcaça de porco (*Sus scrofa domesticus*). Oleksakova *et al.*, 2016 coletou associada a decomposição de animais e humanos.

O índice de Shannon-Wiener foi realizado para verificar a diversidade ocorrida entre os estágios de decomposição. No estágio fresco, a fauna de dípteros obteve um valor de  $H' = 1,6987$  com 12 espécies coletadas, já na fase inchada registrou-se o maior índice  $H' = 1,9329$ , confirmando o maior número de indivíduos coletados e com  $S = 14$ . O estágio coliquativo apresentou  $H' = 1,8607$ , com 16 espécies. O menor índice foi marcado no estágio de esqueletização  $H' = 1,3218$ , onde se obteve o menor número de espécies  $S = 5$  (Figura 9).

Segundo Uramoto, Walder e Zucchi (2005), valores mais baixos do índice indicam menor incerteza e, conseqüentemente, menor diversidade na amostra. Já valores mais altos do índice estão associados a uma maior diversidade.

**Figura 9:** Índice de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) por estágios de decomposição da carcaça de Timbu *Didelphis albiventris* Lund, 1840.



#### 4.4 Estimativa do Intervalo *Post-Mortem* (IPM)

Todos os imaturos coletados na carcaça encontravam-se no 3º instar. Os primeiros adultos emergiram no dia 19 de agosto de 2024 e pertenciam às espécies *C. albiceps*, *C. megacephala* e *H. segmentaria*. Para a espécie *C. albiceps* foi seguido os valores conforme Marchenko (2001), para *C. megacephala* Gabre *et al.*, (2005) e *H. segmentaria*, propostos por Thyssen (2005).

Na tabela 4, 5 e 6, estão descritos a estimativa do IPM com base no ciclo de vida de cada espécie citada, respectivamente.

**Tabela 4:** Valores do grau dia acumulado a partir da data em que os insetos adultos emergiram, calculado com temperatura limiar de base 13 °C para o desenvolvimento do imaturo de *Chrysomya albiceps* até a fase adulta.

<i>Chrysomya albiceps</i>				
DATA	TEMPERATURA AMBIENTAL	TEMPERATURA LIMIAR (13°)	GDA obtido	GDA acumulado
19/08/2024	25,9	13	12,9	152,1
18/08/2024	24,5	13	11,5	139,2
17/08/2024	24,5	13	11,5	127,7
16/08/2024	27,6	13	14,6	116,2
15/08/2024	27,9	13	14,9	101,6
14/08/2024	26	13	13	86,7
12/08/2024	27,7	13	14,7	73,7
11/08/2024	25,5	13	12,5	59
10/08/2024	24	13	11	46,5
09/08/2024	25,5	13	12,5	35,5
08/08/2024	26,8	13	13,8	23
07/08/2024	27,2	13	14,2	9,2
06/08/2024	26,2	13	13,2	-5

**Tabela 5:** Valores do grau dia acumulado a partir da data em que os insetos adultos emergiram, calculado com temperatura limiar de base 10 °C para o desenvolvimento do imaturo de *Chrysomya megacephala* até a fase adulta.

<i>Chrysomya megacephala</i>				
DATA	TEMPERATURA AMBIENTAL	TEMPERATURA LIMIAR (10°)	GDA obtido	GDA acumulado
19/08/2024	25,9	10	15,9	187,2
18/08/2024	24,5	10	14,5	171,3
17/08/2024	24,5	10	14,5	156,8
16/08/2024	27,6	10	17,6	142,3
15/08/2024	27,9	10	17,9	124,7
14/08/2024	26	10	16	106,8
12/08/2024	27,7	10	17,7	90,8
11/08/2024	25,5	10	15,5	73,1
10/08/2024	24	10	14	57,6
09/08/2024	25,5	10	15,5	43,6
08/08/2024	26,8	10	16,8	28,1
07/08/2024	27,2	10	17,2	11,3
06/08/2024	26,2	10	16,2	-5,9

**Tabela 6:** Valores do grau dia acumulado a partir da data em que os insetos adultos emergiram, calculado com temperatura limiar de base 10 °C para o desenvolvimento do imaturo de *Hemilucilia segmentaria*.

<i>Hemilucilia segmentaria</i>				
<b>DATA</b>	<b>TEMPERATURA AMBIENTAL</b>	<b>TEMPERATURA LIMIAR (10°)</b>	<b>GDA obtido</b>	<b>GDA acumulado</b>
19/08/2024	25,9	10	15,9	193,8
18/08/2024	24,5	10	14,5	177,9
17/08/2024	24,5	10	14,5	163,4
16/08/2024	27,6	10	17,6	148,9
15/08/2024	27,9	10	17,9	131,3
14/08/2024	26	10	16	113,4
12/08/2024	27,7	10	17,7	97,4
11/08/2024	25,5	10	15,5	79,7
10/08/2024	24	10	14	64,2
09/08/2024	25,5	10	15,5	50,2
08/08/2024	26,8	10	16,8	34,7
07/08/2024	27,2	10	17,2	17,9
06/08/2024	26,2	10	16,2	0,7
05/08/2024	26	10	16	-15,5

## 5. CONCLUSÃO

Diante disso, a pesquisa realizada no ambiente de Mata Atlântica, Dois Irmãos, Recife/PE, corroborou registros de dinâmica de decomposição de carcaças observada em ambientes semelhantes, mesmo tendo sido realizado em carcaça de *D. albiventris*, raramente utilizado em estudos similares.

O cálculo do intervalo *post-mortem* (IPM) coincidiu com a data de início do experimento, indicando que as estimativas baseadas em evidências entomológicas possuem grande relevância para investigações criminais.

As famílias encontradas são comumente registradas em carcaças em decomposição, destacando a necessidade de mais estudos voltados para a ocorrência de Chloropidae e Sepsidae, cuja presença ainda não é completamente compreendida e confirmou a hipótese inicial do estudo, que previa o registros de dados significativos para a Ciência.

Além de contribuir para o entendimento da sucessão ecológica da entomofauna, este estudo reforça a importância do estudo da fauna entomológica em carcaças para a ciência forense, e fornece resultados que podem ser incorporados a um futuro banco de dados forense no Estado de Pernambuco.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. M.; RIBEIRO-COSTA, Cibele S.; MARINONI, Luciane. Manual de coleta, conservação, montagem e identificação de insetos. In: **Manual de coleta, conservação, montagem e identificação de insetos**. 2003. p. 78-78.
- ALMEIDA, L. M.; MISE, K. M. Diagnosis and key of the main families and species of South American Coleoptera of forensic importance. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, n. 2, p. 227-244, 2009.
- AMARAL, M. M. G. Dípteros simbovinos: colonização e sucessão em placas isoladas de fezes bovinas. Campinas: **Repositório UNICAMP**, 1996. 66p. (Dissertação, Mestrado).
- AMENDT, J.; KRETTEK, R.; ZEHNER, R. **Forensic entomology**. *Naturwissenschaften*, v. 91, p. 51-65, 2004.
- ANJOS, V. A. D *et al.* Ocorrência de muscóides necrófagos em carcaça de *Didelphis albiventris* Lund, 1841 (Didelphimorphia, Didelphidae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Biotemas**, v. 23, n. 2, p. 211-214, 2010.
- ARBELÁEZ, J.; NARVÁEZ, A. E. Lista preliminar de dípteros de importância forense en Guayaquil. **Ciência digital**, v. 3, n. 1.1, p. 108-117, 2019.
- ARNOLD, C. Y. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Geneva, v. 74, n. 1, p. 430-445, 1959.
- ASSIS, T. *et al.* Levantamento de dípteros necrófagos na Unidade de Conservação Ambiental Desterro, município de Florianópolis, Santa Catarina. **Repositório UFSC**, 2019.
- BAJERLEIN, D. *et al.* Diptera (Dryomyzidae, Fanniidae, Muscidae, Piophilidae) Associated With Pig Carcasses in a Forest Habitat of Poland: Sex-Related Patterns of Visitation and Effectiveness of Sampling Methods. **Journal of Medical Entomology**, v. 59, n. 2, p. 514-524, 2022.

BARBOSA, R. R. *et al.* New records of calyptrate dipterans (Fanniidae, Muscidae and Sarcophagidae) associated with the decomposition of domestic pigs in Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 104, p. 923-926, 2009.

BARBOSA, T. D. M. Diversidade e potencial forense de dípteros necrófagos (Fanniidae, Muscidae e Sarcophagidae) em ambientes litorâneos de Pernambuco sob diferentes graus de antropização. **Repositório UFPE**, 2015.

BARROS, R. M.; MELLO-PATIU, C. A.; PUJOL-LUZ, J.R. Sarcophagidae (Insecta, Diptera) associados à decomposição de carcaças de *Sus scrofa* Linnaeus em área de Cerrado do Distrito Federal, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, n. 4, p. 606-609, 2008.

BENECKE, M. A brief history of forensic entomology. **Forensic Science International**, v. CXX, p. 2-14, 2001.

BIAVATI, G. M.; SANTANA, F. H. A.; PUJOL-LUZ, J. R. A checklist of calliphoridae blowflies (insecta, diptera) associated with a pig carrion in Central Brazil. **Journal of Forensic Science**. 55:1603–1606, 2010.

BORDONI, L. S. *et al.* A multidisciplinaridade das Ciências Forenses aplicada em exame necroscópico de cadáver putrefeito: da Necropapiloscopia à Entomologia Forense. **Revista Brasileira de Criminalística**, v. 12, n. 4, p. 109-118, 2023.

BOSTOCK, E. *Megaselia scalaris* (Diptera: Phoridae), a fly of forensic interest: advances in chronobiology and biology. Tese de Doutorado. **University of Huddersfield**, 2015

BYRD J,H,; CASTNER J.L.; Forensic entomology: the utility of arthropods in legal investigations. 2nd ed. Boca Raton (FL): **CRC Press**; 2009.

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

CAMPOBASSO, C. P.; MARCHETTI, D.; INTRONA, F.; COLONNA, M. F. Postmortem artifacts made by ants and the effect of ant activity on decompositional rates. **The American Journal of Forensic Medicine and Pathology**, v. 30, n. 1, p. 84- 87, 2009.

CARREIRA, G. A. ARANTES, L. C., LIMA, L. H. C., QUEIROZ, P. R. Levantamento e Caracterização da Dipterofauna Necrófaga em uma Localidade de Brasília. *Universitas: Ciências da Saúde*, Brasília, v. 6, n. 2, p. 87-102, jul. /dez. 2008.

Carvalho L. M.; Thyssen P. J; Linhares A. X, Palhares F. A. B. A checklist of arthropods associated with pig carrion and human corpses in Southeastern Brazil. **Mem Inst Oswaldo Cruz** 95: 135-138, 2000.

CARVALHO, C. J. B.; MELLO-PATIU, C. A. Key to the adults of the most common forensic species of Diptera in South America. **Revista Brasileira de Entomologia**. Setembro de 2008. v. 52 (3): 390 – 406.

CARVALHO, C. J. B.; MOURA, M. O.; RIBEIRO, P. B. Chave para adultos de Dípteros (Muscidae, Fanniidae, Anthomyiidae) Associados ao Ambiente Humano no Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**. 2002. v.46, n.2, 107-114.

CARVALHO, L. M; LINHARES, A. X. Seasonality of insects succession and pig carcass decomposition in a natural forest área in Southeastern Brazil. **Journal of Forensic Science**, v. 46, p. 604-608, 2001.

CARVALHO, R. P. *et al.* Dipterofauna associated with rat carcasses in the Atlantic Forest, Southeastern Brazil. **Journal of medical entomology**, v. 54, n. 6, p. 1498-1509, 2017.

CATTS, E. P.; GOFF, M. L. Forensic entomology in criminal investigations. **Annual review of Entomology**, v. 37, n. 1, p. 253-272, 1992.

CAVALLARI, Maria Luiza. Decomposição cadavérica e sucessão ecológica: análise da entomofauna em carcaças de porcos (*sus scrofa domesticus*) intoxicados por cocaína e carbamato. Tese de Doutorado. **Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo**, 2018.

CENTENO, N.; MALDONADO, M; OLIVA, A. Seasonal of arthropods occurring on sheltered and unsheltered pig carcasses in Buenos Aires province (Argentina). **Forensic Science International**, v. 126, p. 63-70, 2002.

CORDEIRO, Karine Brenda Barros. Desenvolvimento pós-embrionário de *Chrysomya albiceps* (Diptera: Calliphoridae) sob condições controladas em

laboratório e contribuições para a entomologia forense. xii, 26 f., il. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) — **Consórcio Setentrional de Educação a Distância Universidade de Brasília**, Universidade Estadual de Goiás, Brasília, 2011

CRUZ, Daniel Luís Viana et al. Diversidade da dipterofauna necrófaga associada a diferentes matérias orgânicas em decomposição em dois tipos vegetacionais do semiárido pernambucano. **EntomoBrasilis**, v. 10, n. 3, p. 155-161, 2017.

DAJÓZ, R. Ecologia Geral. 4ªed, Petrópolis, **Vozes**. 1983. p. 472.

DUARTE, E.M.G. Ciclagem de Nutrientes por Árvores em Sistemas Agroflorestais na Mata Atlântica. Viçosa. Dissertação [Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas] - **Universidade Federal de Viçosa**, 2007.

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

ENJIN, A. Humidity sensing in insects—from ecology to neural processing. **Current opinion in insect science**, v. 24, p. 1-6, 2017.

FERNANDES, M. T. Levantamento da fauna entomológica em carcaça de suíno em ambiente de restinga no parque estadual da serra do tabuleiro. Florianópolis – SC. Grau de Bacharel em Ciências Biológicas. **Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina**. 2014.

FONTEBASSO, Gabriel. Diversidade de insetos necrófagos em remanescente de floresta estacional semidecídua. **Repositório UNESP**, 2020.

FRANKE, Carlos Roberto et al. Mata Atlântica e biodiversidade. **Repositório UFBA**, 2005.

GABRE, Refaat M.; ADHAM, Fatma K.; CHI, Hsin. Life table of *Chrysomya megacephala* (fabricius) (Diptera: Calliphoridae). **Acta oecologica**, v. 27, n. 3, p. 179-183, 2005.

GALLOWAY, A.; BIRKBY, W. H.; JONES, A. M.; HENRY T. E.; PARKS, B. O., Decay rates of human remains in an arid environment. **Journal of Forensic Sciences**, 34: 607-616.1989.

GIORDANI, Giorgia; GRZYWACZ, Andrzej; VANIN, Stefano. Characterization and identification of puparia of *Hydrotaea Robineau-Desvoidy*, 1830 (Diptera: Muscidae) from forensic and archaeological contexts. **Journal of medical entomology**, v. 56, n. 1, p. 45-54, 2019.

GONÇALVES, Sabrina et al. Efeito de diferentes iscas na atração de dípteros de interesse forense no campus da universidade federal de Santa Catarina, município de Florianópolis, SC. **Repositório UFSC**, 2017.

GONDER, F. C. (2008). Wildlife decomposition in west central montana: a preliminary study conducted to provide field investigation material and training for wildlife officers. **The University of Montana**. 1006pp.

GREENBERG, B. Flies and disease. Ecology, classification and biotic associations. **Princeton University Press** 1971. I:856p.

GULLAN, P.J., CRANSTON, P.S., Insetos: fundamentos da entomologia. 5. ed. São Paulo: Roca, 2017. 496 p.

HOLLOWAY, B.A. Larvae of New Zealand Fanniidae (Diptera: Calyptrata). **New Zealand Journal of Zoology** 11: 239-258, 1984.

IVORRA, Tania; MARTINEZ-SANCHEZ, Anabel; ROJO, Santos. Review of *Synthesiomyia nudiseta* (Diptera: Muscidae) as a useful tool in forensic entomology. **International Journal of Legal Medicine**, v. 135, n. 5, p. 2003-2015, 2021.

JANKIELSOHN, A. The Importance of Insects in Agricultural Ecosystems. **Advances in Entomology**, 6, 62-73, 2018.

JUK, Larissa Bunese et al. Levantamento da fauna de artrópodes em carcaça de suíno em ambiente silvestre com vegetação de restinga na ilha de Santa Catarina como subsídio para as ciências forenses. **Repositório UFSC**, 2013.

KRÜGER, R.F; KIRST, F.D; SOUZA, A.S.B. Rate of development of forensically important Diptera in southern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.54, p.624-629, 2010.

LEDO, R.M.D; BARROS, R. M; PUJOL, J.R.L. Sarcophagidae and Calliphoridae related to *Rhinella schneideri* (Anura, Bufonidae), *Bothrops moojeni* (Reptilia,

Serpentes) and *Mabuya frenata* (Reptilia, Lacertilia) carcasses in Brasília, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 56, p. 377-380, 2012.

LIMA, M.S. *et al.* Solos florestais em fragmento de floresta urbana na Mata de Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 28, p. 542-553, 2018.

LOPES, D. S *et al.* Espécies de *Oxysarcodexia* (Diptera: Sarcophagidae) associadas a carcaças de suínos (*Sus scrofa* Linnaeus) expostas em um fragmento de Mata Atlântica no município de Salvador, Bahia. **EntomoBrasilis**, v. 11, n. 2, p. 103-106, 2018.

LOPES, H. S. Chave para determinação dos Sarcophagidae atraídos por iscas de fezes, peixe e banana fermentada no Rio de Janeiro, **Museu Nacional**, Rio de Janeiro. 1984.

LORD, W. D. & J. R. STEVENSON. Directory of forensic entomologists. 2 ed. **Misc. Publ. Armed Forces Pest Mgt. Board**, Washington, D.C, 1986, 42 p.

MARCHENKO, M. I. Medicolegal relevance of cadaver entomofauna for the determination of the time of death. **Forensic Science International**. v. 120, p. 89–109, 2001.

MELLO, R. P. Chave para a identificação das formas adultas das espécies da família Calliphoridae (Diptera, Brachycera, Cyclorhapha) encontradas no Brasil. **Entomologia y Vectores**. 2003. v.10, n.2, p. 255-268.

MICOZZI, M. S. Experimental study of postmortem change under field conditions: effects of freezing thawing, and mechanical injury. **Journal of Forensic Sciences**, 31:953-961. 1986.

MOREIRA, Elvis Bergue Mariz; GALVÍNCIO, Josiclêda Domiciano. Espacialização das temperaturas à superfície na cidade do Recife, utilizando imagens TM–LANNDSAT 7. **Revista de Geografia**, v. 24, n. 03, 2007.

MORETTI, T. C. Artrópodes associados às carcaças de pequenos roedores expostas em áreas de formação vegetal secundária no município de Campinas, SP. Dissertação (Mestrado em Parasitologia) Instituto de Biologia, **Universidade Estadual de Campinas**, Brasil. 2006. 101f.

MORETTI, T. C. Dinâmica e modelagem ecológica de dípteros de importância forense. **Repositório UNESP**, 2011.

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

MYERS, N. Environmental services of biodiversity. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 93, n. 7, p. 2764-2769, 1996.

NETO, J. J. C. ; GOMES, L. Abundância e flutuação populacional de *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819) (Diptera: Calliphoridae) associadas à carcaças de *Sus scrofa* L, 1758 na Ilha do Marajó, Pará, Brasil. **Revista Brasileira de Zootecias**, v. 19, n. 1, 2018.

NETO, S. O.; NAKANO, D. BARBIN N. A. Villa Nova. Manual de ecologia dos insetos. Piracicaba, **Ed. Agronômica Ceres**. 1976. 419p.

NUORTEVA, Pekka. Sarcosaprophagous insects as forensic indicators. **Forensic medicine: a study in trauma and environmental hazards**, p. 1072-1095, 1977.

OLEKSAKOVA, TEREZA et al. Sepsidae (Diptera) associated with animal and human decomposition in the Czech Republic. **Mendelnet**, v. 23, p. 795-800, 2016.

OLIVEIRA-COSTA, J.; LOPES, S. Entomologia Forense: Quando os Insetos são Vestígios. Campinas; **E. Millennium**, 2003. 257p.

OLIVEIRA-COSTA, J. Entomologia Forense: Quando os insetos são vestígios. 2ª Ed. Campinas, SP; **Millenium Editora**, 2007

OLIVEIRA-COSTA, J. Entomologia forense. Quando os insetos são os vestígios. 3ª edição. Campinas: **Millennium Editora**, 2011.

OLIVEIRA-COSTA, Janyra *et al.* Insetos peritos: a entomologia forense no Brasil. **Millennium Editora**, 2013.

ONG, S. Q. ; AHMAD, H.; TAN, E. H. Substrate moisture affects the development of *Megaselia scalaris* (Diptera: Phoridae): an implication of the growth circumstances of

the fly in forensic entomology. **Environmental entomology**, v. 47, n. 6, p. 1582-1585, 2018.

PÉDRA, Marcela Gómez Marcos. Efeito da carbonização de carcaças suínas no tempo de decomposição, na atratividade e diversidade de dípteros de importância forense. Dissertação de Mestrado. **Repositório UFPEL**. Universidade Federal de Pelotas, 2019.

PEREIRA, C. T. *et al.* Levantamento de dípteros coletados em cadáveres humanos nas ocorrências atendidas pelo Instituto Geral de Perícias de Florianópolis, SC. **Repositório UFSC**, 2021.

PINTO, S. L. *et al.* First records of *Synthesiomyia nudisetata* (Diptera: Muscidae) from forensic cases in Italy. **Forensic Science International**, v. 276, p. e1-e7, 2017.

PONT, A. C. A revision of Australian Fanniidae (Diptera: Calyptrate). **Australian Journal of Zoology**, Sidney, v.1, n. 51, p.1-60, 1977

QUEIROZ, M. M. C.; BARBOSA, R. R.; SILVA, C. C.; SOUTO, R. N. P. Dípteros acaliptrados associados a carcaças de porcos domésticos no município de Macapá, AP. **XXIX Congresso Brasileiro de Zoologia**, Salvador, BA. 2012

REZENDE, F. *et al.* Avaliação do desenvolvimento de imaturos de três espécies de *Chrysomya* (Diptera: Calliphoridae) de importância forense, sob o efeito de Cloridrato de Metilfenidato isolado e associado a Fenobarbital. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas. **Repositório UNICAMP**, 2012.

RIBEIRO, N, I. Revisão Bibliográfica dos Dípteros de Interesse Forense no Nordeste Brasileiro. **Repositório UESPI**, 2021.

RODRIGUEZ, W.C.; BASS, W. M. Insect activity and its relationship to decay rates of human cadavers in east Tennessee. **Journal of Forensic Sciences**. 28:423-432. 1983.

ROSA, T. A.; BABATA, M. L. Y.; SOUZA, C. M.; SOUSA, D.; MELLO-PATIU, C. A.; MENDES, J. Dípteros de Interesse Forense em Dois Perfis de Vegetação de Cerrado em Uberlândia, MG. **Neotropical Entomology**, 38:859–866. 2009.

SANTOS, D. S.; PIVATO, L. S. Entomologia Forense: Insetos Associados à Investigações Médico-criminais. **UNINGÁ Review**. 2010 Out. No 04(3). p. 75-84

SATO, Tayra Pereira et al. Fauna necrófaga (Diptera: Muscomorpha) associada a decomposição de porcos domésticos *Sus scrofa* L. coletada em área de cerrado de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Repositório UESPI**, 2014.

SILVA, Â. Z. *et al.* Necrophagous Diptera associated with wild animal carcasses in southern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 58, p. 337-342, 2014.

SILVA, J. L. S.; OLIVEIRA, Rômulo J. F. Entomologia forense: famílias de ordem diptera de interesse forense. **Observatório de La Economía Latinoamericana**, v. 22, n. 1, p. 2755-2769, 2024.

SILVA, V. R. Levantamento preliminares de Sepsidae (Diptera: Schizophora) em Roraima, projeto Maracá com descrição de uma espécie nova. **Acta Amazonica**, v.21, p.369-374, 1991.

SMITH, K.G.V. A manual of forensic entomology. **London: British Museum (Natural History)**, 1986. 205p.

SOBRINHO, Marcello Fernandes Martins et al. Levantamento da dipterofauna necrófaga no parque do manguezal do Itacorubi, Florianópolis, Santa Catarina. **Repositório UFSC**, 2017.

SOUZA A. M; Linhares A. X. Diptera and Coleoptera of potential forensic importance in southeastern Brazil: relative abundance and seasonality. **Medical and veterinary entomology** v. 11, n. 1, p. 8-12, 1997.

SOUZA, A. C. R.; ALMEIDA JR, E. B. ZICKEL, C. S. Riqueza de espécies de sub-bosque em um fragmento florestal urbano, Pernambuco, Brasil. **Biotemas**, v. 22, n. 3, p. 57-66, 2009.

STEYSKAL, G.C. Family Sepsidae. In: Catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. São Paulo: **Secretaria Agricultura** 1968, 6p.

STORK, N.E.; MCBROOM, J.; GELY, C.; HAMILTON, A.J. (2015) New Approaches Narrow Global Species Estimates for Beetles, Insects, and Terrestrial Arthropods.

**Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, 112, 7519-7523, 2015.

TEPEDINO, K. P. Diversidade de Ulidiidae (Hexapoda: Diptera) atraídos por carne em decomposição no Distrito Federal. **Anais do XXIX Congresso Brasileiro de Zoologia**, Salvador, BA, 2012

THOMAZINI, M. J.; THOMAZINI, A. P. de B. W. Diversidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em inflorescências de *Piper hispidinervum* (C.D.C). **Neotropical Entomology**, Londrina. 2002. v. 31, n.1, p.27-34.

THYSSEN, P. J. Caracterização das Formas Imaturas e Determinação das Exigências Térmicas de Duas Espécies de Califorídeos (Diptera) de Importância Forense. Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2005. 116p. Tese (Doutorado em Parasitologia).

TORRES, J. R.; OLIVEIRA, C. M. B. WALD, V. B. Influência sazonal sobre os períodos de pré-pupa e de pupa de *Musca domestica*, na região de Porto Alegre, RS, Brasil. **Acta Scientiae Veterinariae**. 2002. v. 30, p. 37-42.

TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. Estudos dos insetos. Tradução da 7a edição de Borror and DeLong 's introduction to the study of insects. São Paulo: **Cengage Learning**, 2011.

VASCONCELOS, S. D; SOARES, T. F.; COSTA, D. L.. Multiple colonization of a cadaver by insects in an indoor environment: first record of *Fannia trimaculata* (Diptera: Fanniidae) and *Peckia (Peckia) chrysostoma* (Sarcophagidae) as colonizers of a human corpse. **International Journal of Legal Medicine**, v. 128, p. 229-233, 2014.

VENTURA, Rogéria Maria et al. Entomologia forense: coleta e estudos taxonômicos de insetos necrófagos do município de Santa Isabel (SP). **Atas de Ciências da Saúde** (ISSN 2448-3753), v. 3, n. 3, 2015.

WATSON, E.J. G. (2004). Faunal succession of necrophilous insects associated with high-profile wildlife carcasses in Louisiana. **Louisiana State University and Agricultural & Mechanical College**, 2004.

WILLEY, P.; SNYDER, L. M., Canid modification of human remains: implications for time - since - death estimations. **Journal of Forensic Sciences**, 34:894-901. 1989.

WILSON, E. O. The diversity of life. **Harvard University**. Press, Cambridge, 356 p., 1992

YANG, Y.; LI, W.; XIE, W.; WU, Q.; XU, B.; WANG, S. et al. Development of *Bradysia odoriphaga* (Diptera: Sciaridae) as affected by humidity: an age–stage, two-sex, life-table study. **Applied Entomology and Zoology**, v. 50, n. 1, p. 3-10, 2015.

ZABOTT, Marivone Valentim et al. Helminthofauna de *Didelphis albiventris* (Lund, 1841) no município de Palotina, Paraná, Brasil. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 20, n. 1, 2017.

ZHANG, Z.Q. Animal Biodiversity: An Introduction to Higher-Level Classification and Taxonomic Richness. **Zootaxa**, 3148, 7-12, 2011.

ZOTE, V. K. et al. Influence of abiotic factors on the population dynamics of cashew pests in konkan region of Maharashtra. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v. 5, n. 1, p. 860-863, 2017.

ZUSKA, J. Family Sepsidae. In: Catalogue of the Diptera of the Afrotropical Region. London: **British Museum**, 1980. p.591-596.