

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**  
**DEPARTAMENTO DE ZOOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL**  
**NÍVEL MESTRADO**

**Diego Leandro de Oliveira**

**COLONIZAÇÃO DIFERENCIAL DE CARCAÇAS DE RATOS (*Rattus*  
*norvegicus*) POR DÍPTEROS NECRÓFAGOS EM UMA ÁREA DE  
CAATINGA DE PERNAMBUCO**

**Recife,**

**2015**

Diego Leandro de Oliveira

**COLONIZAÇÃO DIFERENCIAL DE CARCAÇAS DE RATOS (*Rattus norvegicus*)  
POR DÍPTEROS NECRÓFAGOS EM UMA ÁREA DE CAATINGA DE  
PERNAMBUCO**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre, pelo Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal da Universidade Federal de Pernambuco

Orientador: Prof. Dr. Simão Dias de Vasconcelos

Recife,  
2015

Catálogo na fonte

Elaine Barroso

CRB 1728

**Oliveira, Diego Leandro de**

**Colonização diferencial de carcaças de ratos (*Rattus norvegicus*) por dípteros necrófagos em uma área de Caatinga de Pernambuco/ Diego Leandro de Oliveira– Recife: O Autor, 2015.**

**62 folhas : il., fig., tab.**

**Orientador: Simão Dias de Vasconcelos**

**Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Ciências Biológicas, Biologia Animal, 2015.**

**Inclui bibliografia**

**1. Díptero 2. Entomologia forense 3. Caatinga I. Vasconcelos, Simão Dias de (orientador) II. Título**

**595.77**

**CDD (22.ed.)**

**UFPE/CCB-2015- 189**

Diego Leandro de Oliveira

**COLONIZAÇÃO DIFERENCIAL DE CARCAÇAS DE RATOS (*Rattus norvegicus*)  
POR DÍPTEROS NECRÓFAGOS EM UMA ÁREA DE CAATINGA DE  
PERNAMBUCO**

Dissertação defendida em 23/02/2015 e aprovada  
pela seguinte Banca Examinadora:

**BANCA EXAMINADORA**

I Examinador: \_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Wendel José Teles Pontes, UFPE

II Examinador: \_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Giovanni Amadeu Paiva dos Santos, UFPE

III Examinador: \_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Cleide Maria Ribeiro de Albuquerque, UFPE

I Suplente: \_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Paulo Jorge Parreira dos Santos, UFPE

II Suplente: \_\_\_\_\_  
Prof. Dr. José Roberto Botelho de Souza, UFPE

**Aos meus pais  
Vera e Dário, Ana e Jaimir  
Dedico este trabalho**

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, os quatro, **Vera e Dário, Ana e Jaimir**, pelo amor, carinho, compreensão e dedicação ao longo de toda a minha vida. Agradeço a vocês por tudo que sou hoje.

Aos meus tios e primas **Lígia e (José Pacífico) Júnior, Lidiane e Layane**, que me receberam em sua casa durante o acompanhamento do experimento, sua ajuda foi essencial neste trabalho!

À toda a minha família: avós, tios, primos e agregados, pelos momentos de descontração, que fizeram simples finais de semana valerem como semanas de férias.

Aos meus atuais companheiros de labuta: **Rodrigo Carmo**, pelas contribuições científicas, ajuda nas estatísticas, animação e descontração sem igual; **Taciano Moura**, o companheiro de turma de mestrado, e agora do doutorado, por todos os trabalhos em conjunto, por todas as contribuições na pesquisa; e **Lira Jaculi**, o novato que já chegou “chegando”, com esse jeito único de ser, que alegria a todos onde chega.

Aos meus amigos, em especial **Fernanda Ito, Júlio Lustosa e Julliana Barreto**, companheiros do dia-a-dia, e todos os outros que, mesmo ausentes, permanecem sempre à uma mensagem de distância, sempre dispostos a ajudarem no que puderem.

À **Evilis Monte**, pela companhia em todos os momentos antes e durante o mestrado, pelo enorme apoio na execução do experimento em campo, e que, apesar de tudo, foi essencial ao desenvolvimento do trabalho.

Ao professor **Kênio Lima** e toda a sua família pela ajuda no experimento de Campo em Tacaratu/Petrolândia, especialmente tio “**Jota**”, que gentilmente permitiu a execução do experimento em sua fazenda.

Ao meu orientador **Simão Vasconcelos**, por me fazer acreditar que tudo daria certo, mesmo quando ~~algumas~~ várias coisas deram errado, por não me deixar desistir, por sempre me forçar a dar o melhor de mim. Obrigado por aceitar o enorme exercício de paciência que foi me orientar.

*Aos professores do PPGBA-UFPE pela contribuição intelectual na minha formação científica.*

*Ao CNPq pelo auxílio financeiro da bolsa de pós-graduação, que me permitiu executar o trabalho, e à FACEPE pelo financiamento cedido ao Laboratório de Insetos Necrófagos.*

## RESUMO

Moscas necrófagas são um grupo de insetos que possuem grande associação com a decomposição da matéria orgânica, incluindo carcaças animais e cadáveres humanos, sendo por isto utilizadas amplamente em estudos de Entomologia Forense, que se baseiam em dados entomológicos para a resolução de crimes. O trabalho teve como objetivo verificar a associação de moscas necrófagas com carcaças de ratos (*Rattus norvegicus*) em decomposição, em um ambiente de Caatinga do estado de Pernambuco. O estudo consistiu na execução de dois experimentos de campo simultâneos. O primeiro visou verificar o padrão de atividade de voo de moscas adultas ao longo da decomposição de 29 carcaças, separando as capturas diurnas das noturnas. O segundo experimento visou a caracterização da colonização de 42 carcaças, em sete regimes sequenciais de exposição, de um a sete dias. A armadilha utilizada nesta última etapa ofereceu a possibilidade de segregação das larvas que se alimentaram e abandonaram as carcaças, das que lá permaneceram ao final da exposição. No primeiro experimento foram capturadas 1.133 moscas adultas das famílias Calliphoridae (26,1%), Fanniidae (10,6%), Muscidae (37,4%) e Sarcophagidae (25,9%), que apresentaram um padrão de voo prioritariamente diurno (91,3%) e foram compostas principalmente por fêmeas (97,1%). Os califorídeos foram identificados ao nível específico, revelando a presença das espécies *Chloroprocta idioidea* (0,3%), *Chrysomya albiceps* (89,9%), *C. megacephala* (3,0%), *C. putoria* (1,0%) e *Cochliomyia macellaria* (5,7%). No segundo experimento, houve a presença de 1.123 larvas que dispersaram, pertencentes às famílias Calliphoridae (5,8%), Fanniidae (0,7%), Muscidae (5,1%) e Sarcophagidae (88,2%). Califorídeos dispersantes foram todos identificados como *C. albiceps*. As larvas colonizadoras que permaneceram nas carcaças se alimentando após o fim da exposição somaram 22.176 indivíduos, das famílias Calliphoridae (67,1%), Fanniidae (0,8%), Muscidae (10,0) e Sarcophagidae (22,1%). Três espécies de Calliphoridae colonizaram e permaneceram nas carcaças, *Chrysomya albiceps* (98,2%), *C. putoria* (0,6%) e *C. macellaria* (1,2%).

Palavras-chave: Entomologia Forense, Decomposição, Atividade de voo, Semiárido, Dispersão larval.

## ABSTRACT

Necrophagous flies are a group of insects that have a strong association with the decomposition of organic matter, including animal carcasses and human corpses, being for this reason, widely used in studies of Forensic Entomology, which are based on entomological data to solve crimes. The study aimed to determine the association of necrophagous flies with decomposing rat carcasses (*Rattus norvegicus*), in a Caatinga environment of the state of Pernambuco. The study consisted in performing two simultaneous field experiments. The first aimed to verify the pattern of flight activity of adult flies along the decomposition of 29 carcasses, isolating the diurnal and nocturnal catches. The second experiment aimed to characterize the colonization of 42 carcasses in seven sequential regimes of exposure, from one to seven days. The trap used in this last experiment offered the possibility of segregation of larvae that fed and left the carcasses, from those that remained there at the end of exposure. In the first experiment were captured 1,133 adult flies of the families Calliphoridae (26.1%), Fanniidae (10.6%), Muscidae (37.4%) and Sarcophagidae (25.9%), which had a mainly diurnal flight pattern (91.3%) and were composed mainly of females (97.1%). The blowflies were identified to species level, revealing the presence of species *Chloroprocta idioidea* (0.3%), *Chrysomya albiceps* (89.9%), *C. megacephala* (3.0%), *C. putoria* (1.0%) and *Cochliomyia macellaria* (5.7%). In the second experiment, there was the dispersion of 1,123 larvae of the families Calliphoridae (5.8%), Fanniidae (0.7%), Muscidae (5.1%) and Sarcophagidae (88.2%). Dispersant blowflies were all from the species *C. albiceps*. The colonizing larvae that remained in the carcasses feeding after the end of exposure add up 22,176 individuals, from families Calliphoridae (67.1%), Fanniidae (0.8%), Muscidae (10.0) and Sarcophagidae (22.1%). Three blowfly species remained colonizing carcasses, *Chrysomya albiceps* (98.2%), *C. putoria* (0.6%) and *C. macellaria* (1.2%).

Keywords: Forensic Entomology, Decomposition, Flight activity, Semiarid, Larval dispersion.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Mapas do Brasil e de Pernambuco realçando a região da coleta. b) - Foto de satélite obtida com o software Google Earth® delimitando o local do experimento. Escala: 500 m .....20
- Figura 2.** Foto da armadilha utilizada para captura das moscas adultas: a) visão geral do sistema suspenso, b) detalhe ampliado.....21
- Figura 3.** Esquema da armadilha utilizada no experimento. a) Armadilha montada e com a carcaça já posicionada. b) Enterramento das armadilhas. c) Chegada das moscas adultas. d) Contato das moscas adultas com as carcaças e colocação de ovos e larvas. e) Aparecimento de larvas na carcaça. f) Início da dispersão larval.....24
- Figura 4** – Esquema gráfico representando as etapas do experimento da colonização e dispersão larval. O experimento inteiro foi composto por seis réplicas iguais a representada aqui. As partes hachuradas representam as armadilhas que foram desmontadas.....25
- Figura 5** – Abundância por fase das quatro famílias estudadas, com os respectivos valores “*P*” do teste de Kruskal-Wallis entre as fases Inicial e Tardia em comparação com a Intermediária.....28
- Figura 6** – Percentual de adultos de dípteros necrófagos capturados de acordo com o período do dia, separados de acordo com as fases da decomposição das carcaças, e da família.....29
- Figura 7** – Razão sexual das quatro famílias capturadas, agrupadas de acordo com as fases de decomposição.....30
- Figura 8** – Abundância média (+/- EP) de larvas colonizadoras por carcaça, de acordo com os dias de exposição. a) Família Calliphoridae. b) Família Fanniidae. c) – Família Muscidae. d) Família Sarcophagidae.....37

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Quantidade de medições, valores mínimos, médios e máximos de temperatura e umidade relativa do ar nos três grupos analisados.....26
- Tabela 2** – Abundância diária das moscas adultas capturadas ao longo dos sete dias da decomposição. Legenda: (-) = 0; (●) = 1 a 25; (●●) = 26 a 50; (●●●) = 51 a 100; (●●●●) = >100.....27
- Tabela 3** – Abundância de larvas dispersantes de acordo com a família, o dia da dispersão e a quantidade de dias que as carcaças ficaram expostas à colonização Legenda: (-) = 0; (●) = 1 a 25; (●●) = 26 a 50; (●●●) = 51 a 100; (●●●●) = >100.....32
- Tabela 4** – Dias decorridos para a emergência das larvas dispersantes das quatro famílias amostradas, agrupadas de acordo com o dia que ocorreu a dispersão. Legenda: (-) = 0; (●) = 1 a 25; (●●) = 26 a 50; (●●●) = 51 a 100; (●●●●) = >100.....33
- Tabela 5** - Abundância de adultos emergidos a partir de larvas que permaneceram nas carcaças de acordo com o período de decomposição. Legenda: (-) = 0; (●) = 1 a 100; (●●) = 101 a 1000; (●●●) = 1001 a 2000; (●●●●) = > 2000.....34
- Tabela 6** – Abundância de adultos emergidos das larvas colonizadoras de Calliphoridae, de acordo com os dias de exposição das carcaças à colonização Legenda: (-) = 0; (●) = 1 a 100; (●●) = 101 a 1000; (●●●) = 1001 a 2000; (●●●●) = > 2000.....35
- Tabela 7** - Dias decorridos para a emergência das larvas colonizadoras das quatro famílias amostradas, agrupadas de acordo com a quantidade de dias que as carcaças ficaram expostas. Legenda: (-) = 0; (●) = 1 a 100; (●●) = 101 a 500; (●●●) = 501 a 1000; (●●●●) = > 1000.....38

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
1.1. DÍPTEROS NECRÓFAGOS.....	11
1.2. ATRATIVIDADE DE SUBSTRATOS ANIMAIS EM DECOMPOSIÇÃO.....	12
1.3. A CAATINGA E SUA IMPORTÂNCIA PARA O ESTUDO DE DÍPTEROS NECRÓFAGOS.....	13
1.4. IMPORTÂNCIA MÉDICO-VETERINÁRIA E FORENSE DE DÍPTEROS NECRÓFAGOS.....	15
2. OBJETIVOS.....	17
2.1. OBJETIVO GERAL.....	17
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
3. HIPÓTESES.....	18
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	19
4.1. ÁREA DE ESTUDO.....	19
4.2. COLETA E IDENTIFICAÇÃO DE INSETOS.....	21
4.2.1. Descrição da armadilha para captura de adultos.....	21
4.2.2. Descrição da armadilha para captura de larvas.....	22
4.3. ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	23
5. RESULTADOS.....	26
5.1. DADOS ABIÓTICOS E DECOMPOSIÇÃO.....	26
5.2. MOSCAS ADULTAS.....	27
5.2.1. Aspectos gerais da diversidade.....	27
5.2.2. Atratividade de voo noturna e diurna.....	28
5.2.3. Razão sexual.....	29
5.3. LARVAS DISPERSANTES.....	30
5.4. LARVAS COLONIZADORAS.....	34
6. DISCUSSÃO.....	39
6.1. ASPECTOS GERAIS DA DIVERSIDADE DE MOSCAS ADULTAS.....	39
6.2. INFLUÊNCIA DA DECOMPOSIÇÃO NA CAPTURA DE MOSCAS ADULTAS.....	41
6.3. ATIVIDADE NOTURNA.....	43
6.4. DISPERSÃO LARVAL.....	44
6.5. COLONIZAÇÃO.....	47
7. CONCLUSÕES.....	49
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Dípteros necrófagos

A Ordem Diptera é composta por mais de 150.000 espécies, cuja infraordem Brachycera forma o grupo de insetos popularmente conhecidos como moscas (PAPE e THOMPSON, 2013). Existem cerca de 86.000 espécies, com os mais variados hábitos alimentares, que incluem detritivoria, necrofagia, coprofagia, fitofagia, hematofagia, além de predatismo e parasitismo (SAVAGE, 2002; SZE et al., 2008). Graças a esta variedade de hábitos alimentares somada à sua plasticidade ambiental e características fisiológicas, reprodutivas e comportamentais, estes insetos são encontrados em todos os continentes do mundo (TRIPLEHORN, JOHNSON, 2011), em praticamente todos os habitats terrestres, como florestas tropicais (URURAHY-RODRIGUES et al., 2013) e temperadas (VERVES, 2002), desertos quentes (VILLET, 2011) e gelados (CONVEY et al., 2010), Cerrado (ROSA et al., 2011), Pantanal (KOLLER et al., 2011), Caatinga (VASCONCELOS, SALGADO, 2014), centros urbanos (FERREIRA, LACERDA, 1993), e ilhas (CARMO, VASCONCELOS, 2014).

Dentre as famílias de moscas necrófagas mais frequentemente associadas à colonização de cadáveres humanos e carcaças animais em todo o mundo estão Calliphoridae, Fanniidae, Muscidae e Sarcophagidae (VELÁSQUEZ et al., 2008; OLIVEIRA, VASCONCELOS, 2010; CARVALHO et al., 2012; VASCONCELOS et al., 2013b). Calliphoridae, com mais de 1.600 espécies, é a mais importante, uma vez que está intimamente associada à decomposição de substratos graças a sua rápida capacidade de detecção, chegando a colonizar carcaças poucos minutos após a morte (VASCONCELOS et al., 2013a). Califorídeos costumam apresentar ainda grande abundância de adultos em carcaças dispostas em diversos ambientes (THYSSEN, 2000; RIBEIRO, 2003), e devido ao seu rápido ciclo de vida e grande capacidade reprodutiva, conseguem explorar substratos mais eficientemente (CAMPOBASSO et al., 2001). Outro aspecto importante dos califorídeos é a avaliação do impacto causado em espécies nativas desde a invasão de espécies do gênero *Chrysomya*, que chegaram ao Brasil na década de 1970, e que tem sido bem-sucedida, uma vez que moscas deste gênero estão se sobressaindo numericamente em relação a espécies nativas (GUIMARÃES et al., 1978).

A família Fanniidae é menor em comparação às demais, com 320 espécies descritas (CARVALHO et al., 2012). Moscas desta família costumam ser capturadas em baixa abundância em carcaças animais em decomposição, como descrito por Horenstein et al. (2010). Muscidae é a maior das famílias citadas, composta por mais de 5.000 espécies, existindo o

registro de quase mil na região Neotropical (CARVALHO et al., 2005). Sarcophagidae apresenta pouco mais de 3.000 espécies registradas (PAPE, THOMPSON, 2013), mas é, dentre as quatro, a que apresenta maior dificuldade de identificação em nível específico devido ao fato de apresentar muitas espécies crípticas, em que a única forma de identificação é através de características morfológicas da genitália masculina (CARVALHO et al., 2012).

Estudos ecológicos sobre moscas necrófagas realizados na região Nordeste do Brasil têm priorizado fragmentos de Mata Atlântica, negligenciando uma grande variedade de outros ambientes, como o litoral, com mais de 3.300 km de extensão, áreas de restinga, dunas, manguezais, e o ambiente mais representativo da região, a Caatinga.

## **1.2. ATRATIVIDADE DE SUBSTRATOS ANIMAIS EM DECOMPOSIÇÃO**

Dípteros necrófagos possuem um importante papel ecológico na decomposição de matéria orgânica e consequente ciclagem de nutrientes, uma vez que agem em conjunto com fungos e bactérias decompositoras, acelerando a decomposição (RAFAEL et al., 2012). Carcaças, cadáveres e excrementos de animais formam o conjunto de recursos utilizados por espécies necrófagas, fornecendo os nutrientes necessários para o desenvolvimento de imaturos e, em muitas espécies, também dos adultos (HANSKI, 1987). Por explorarem recursos efêmeros, dípteros desenvolveram um repertório comportamental bastante peculiar, destinado à máxima colonização em curto espaço temporal (DENNO, COTHRAN, 1976; MOURA, 2004), reduzindo uma série de riscos como a predação, o canibalismo, e ação de patógenos e parasitoides (BYRD, CASTNER, 2010).

A atratividade de cadáveres e carcaças sobre uma grande variedade de espécies de dípteros necrófagos está relacionada com dois tipos de pistas, a visual e a olfativa, que agem em conjunto, formando uma percepção unificada que orienta o voo dos adultos e ajuda-os a localizar a origem do recurso (WALL, FISHER, 2001). A pista visual depende de fatores como a iluminação e a exposição da carcaça, enquanto a olfativa vai depender dos gases liberados pela atividade microbiana de decomposição e das proporções de gorduras, carboidratos e proteínas, que são específicas de cada organismo (DEKEIRSSCHIETER et al., 2009).

A atratividade a carcaças animais em decomposição pode ainda apresentar diferenças entre moscas adultas do sexo feminino e masculino, uma vez que ambas buscam atender a diferentes necessidades, como alimentação, cópula e oviposição (em fêmeas), enquanto moscas

imaturas podem se alimentar de carcaças em qualquer fase da decomposição, desde que esta consiga atender as suas necessidades nutricionais (GEORGE et al., 2012).

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, gerando atratividade diferenciada (NUORTEVA, 1977). Vass et al. (2008) detectaram mais de 400 compostos voláteis relacionados à decomposição humana, enquanto Kasper et al. (2012) listaram cerca de 50 compostos envolvidos com a decomposição de carcaças de ratos. Estas mudanças ocorridas em carcaças durante a decomposição afetam, naturalmente, a distribuição temporal de moscas necrófagas, o que tende a formar padrões que costumam se repetir dentro de um mesmo contexto, como o bioma, a estação do ano e o tipo de substrato (BYRD, CASTNER, 2010).

Mecanismos de segregação espacial são comumente registrados, de modo que larvas de espécies diferentes possuam uma variedade de estratégias alimentares, podendo explorar partes (e estágios) diferentes do recurso em decomposição (DENNO, COTHRAN, 1975). A maior ou menor eficiência na exploração do recurso pelas espécies colonizadoras gera uma competição em que aquelas mais bem adaptadas ao recurso conseguem explorá-lo melhor, chegando muitas vezes a deslocar espécies menos adaptadas (D'ALMEIDA, ALMEIDA, 1998). Os efeitos da competição pelo recurso refletem-se na taxa de sobrevivência da espécie, no tamanho dos adultos resultantes das larvas e conseqüentemente na sua fecundidade (REIS et al., 1994).

O comportamento de agregação dura o tempo em que as larvas se alimentam até conseguirem recursos suficientes para passar para a próxima fase do ciclo de vida, empupando (DAVIDOWITZ et al., 2003). Após alcançar o peso mínimo para empupação, os imaturos de dípteros necrófagos podem iniciar um processo de deslocamento conhecido como dispersão larval pós-alimentar, em que se afastam da fonte alimentar em busca de local adequado para pupação (LEVOT et al., 1979). Durante a dispersão, as larvas podem se afastar somente alguns centímetros, empupando na superfície, em baixo ou muito próximas da carcaça (ANDRADE et al., 2002), a até alguns metros (LEWIN, BENBOW, 2011). O padrão de dispersão varia para cada espécie e é fortemente influenciado por fatores abióticos como a temperatura, a luminosidade e o tipo de terreno no qual as larvas se deslocam (GOMES et al., 2011).

### **1.3. A CAATINGA E SUA IMPORTÂNCIA PARA O ESTUDO DE DÍPTEROS NECRÓFAGOS**

A Caatinga, único bioma exclusivamente brasileiro, enquadra-se na classificação de Bullock et al. (1995) como uma floresta tropical seca, grupo que possui uma grande

sazonalidade na distribuição de chuvas, podendo ocorrer vários meses de seca. Cerca de 42% das florestas tropicais do mundo são sazonalmente secas (MURPHY, LUGO, 1986), e apesar de representar uma parcela significativa da vegetação mundial, são consideradas o tipo de floresta mais ameaçada, estando extremamente reduzida na Austrália, no sudeste Asiático, na África e em boa parte das Américas (JANSEN, 1988).

Dentre as principais ameaças a estes ambientes encontram-se as mudanças climáticas, a fragmentação de hábitat, as queimadas e o desmatamento associado à agricultura, sendo as mudanças climáticas o fator mais preponderante no continente americano (MILES et al., 2006).

A Caatinga possui uma extensão de 844.453 km<sup>2</sup>, distribuídos em todos os estados da região Nordeste brasileira, além de parte de Minas Gerais (IBGE, 2004). Embora compreenda cerca de 11% do território nacional, a Caatinga concentra os maiores desafios para sua conservação, tendo a menor quantidade de Unidades de Conservação dentre os biomas brasileiros (MMA, 2002). De acordo com o Ministério do Meio Ambiente existem na Caatinga somente 128 Unidades de Conservação, dentre as de proteção integral e de uso sustentável, que se distribuem nas categorias: Reservas Biológicas, Estações Ecológicas, Parques Nacionais, Monumentos Naturais, Áreas de Relevante Interesse Ecológico, Florestas Nacionais, Reservas de Desenvolvimento Sustentável, Reservas Extrativistas e Áreas de Proteção Ambiental, que englobam juntas pouco mais de 60.000 km<sup>2</sup>, cerca de 7% da área total do bioma (MMA, 2008).

Dentre os maiores ecossistemas brasileiros, a Caatinga foi alvo de menos de 1% das pesquisas científicas entre 1945 e 2008, onde proporcionalmente a cada estudo realizado, cerca de 15 foram realizados na Mata Atlântica e 43 na Amazônia (SANTOS et al., 2011). Desta forma a Caatinga pode ser vista como um ótimo alvo para estudos de biodiversidade, uma vez que o conhecimento da biologia de muitos seres vivos do ambiente ainda é incipiente. Em um único levantamento de insetos da Caatinga, Vasconcellos et al. (2010) demonstraram que o bioma abriga pelo menos 20 diferentes ordens de insetos, sendo as mais abundantes Hymenoptera, Diptera, Collembola e Coleoptera, especialmente no período chuvoso, como consequência da rápida reposta à pluviosidade em uma região com condições abióticas estressantes.

A Caatinga é ainda a região semiárida mais populosa do mundo, com cerca de 27 milhões de habitantes, quantidade que deixa o bioma bastante antropizado, com 68% da sua área relacionada com atividades humanas, onde a maioria dos habitantes depende majoritariamente da exploração exaustiva dos recursos naturais (MMA, 2002). Além dos problemas para a conservação diretamente envolvidos com a exploração descontrolada dos

recursos naturais, o processo de desertificação dos seus ambientes naturais é muito forte, representando cerca de 62% do território brasileiro suscetível ao processo (HAUFF, 2010).

Ocupando quase a metade do Nordeste – região brasileira com maiores índices de assassinatos do país, com mais de 20 mil assassinatos apenas no ano de 2012 (WAISELFISZ, 2014), a região, e por conseguinte, a Caatinga, apresentam enorme potencial para utilização da Entomologia Forense (EF) como ferramenta adicional para subsidiar o trabalho de peritos criminais na resolução de homicídios.

#### **1.4. IMPORTÂNCIA MÉDICO-VETERINÁRIA E FORENSE DE DíPTEROS NECRÓFAGOS**

Moscas possuem grande importância médico e sanitária, especialmente porque muitas espécies estão adaptadas ao ambiente urbano, e podem carregar fisicamente patógenos como nemátodos, platelmintos e protozoários (OGHALE et al., 2013), bactérias (NAZNI et al., 2005) e vírus (WATSON et al., 2007) de lugares contaminados e levá-los ao contato de humanos. Adicionalmente, algumas espécies são capazes de colocar ovos e larvas em seres humanos e animais vivos, causando miíases, uma doença onde as larvas alimentam-se do tecido ainda vivo do hospedeiro causando frequentemente infecções graves (GUIMARÃES, PAPAVERO, 1999). Miíases podem fornecer informações de diversas naturezas, passíveis de aplicações na EF, como na identificação de casos de negligência de crianças, idosos e incapazes, ou em crimes contra o bem-estar animal (GOFF et al., 2010).

A EF é comumente caracterizada pela aplicação de informações obtidas a partir de insetos e outros artrópodes como parte de investigações criminais (AMENDT et al., 2010). A principal utilização de insetos em casos de EF é para estimativa do Intervalo Pós-Morte mínimo (IPMmin), realizado a partir da coleta das larvas encontradas no cadáver (ou próximo a ele), a criação destas larvas em laboratório até a emergência dos adultos e a comparação com os dados de bionomia obtidos na literatura, sobre o tempo de desenvolvimento das espécies encontradas (CATTS, GOFF, 1992).

Para aumentar a eficácia da estimativa do IPMmin, os peritos podem usar cálculos mais refinados que utilizam a temperatura do local onde as larvas foram coletadas e de onde elas estão se desenvolvendo, relacionando-a ao tempo em que as larvas ficaram submetidas às aquelas condições, para obter os valores de Grau-hora acumulado, que também podem ser comparados com dados de literatura, com uma menor margem de erro (MEGYESI et al., 2005). Outras

aplicações forenses incluem a análise de substâncias como álcool e drogas em larvas que se alimentaram de um determinado cadáver, mesmo quando o cadáver em si não apresenta mais traços destas substâncias (POUNDER, 1991), e até mesmo a extração de DNA humano de larvas para a identificação do cadáver (WELLS et al., 2001).

Aplicações forenses precisam muitas vezes de uma base de dados de pesquisa com carcaças para serem aplicadas. Estudos sobre sucessão entomológica já foram realizados no Brasil e no resto do mundo em diversos ambientes e utilizando vários modelos animais, especialmente carcaças de porcos, que melhor simulam a decomposição humana, e portanto, oferecem maior realismo em extrapolações para a EF (CATTS, GOFF, 1992). Por esta razão, quanto mais se souber da sequência de colonização de carcaças nos mais diversos ambientes, maior a precisão com que esses dados podem ser utilizados por peritos criminais (BYRD, CASTNER, 2010). A realização de estudos para formar este tipo de banco de dados deve ser portanto, sempre que possível, realizado numa escala temporal, possibilitando a visualização desses tipos de fenômenos.

No Brasil, a EF ainda está num patamar muito inicial e a quantidade de pesquisadores trabalhando diretamente com casos humanos não ultrapassa 20 em todo o país (PUJOL-LUZ et al., 2008). Na região Nordeste a situação é mais atrasada, devido à falta de parcerias dos centros de pesquisa com as instituições de polícia, existindo um número baixo de trabalhos envolvendo cadáveres humanos. Destes, destacam-se o de Andrade et al. (2005), que mostrou a colonização em cinco cadáveres no Rio Grande do Norte, o de Oliveira e Vasconcelos (2010), que descreveu a colonização de 12 cadáveres no Instituto de Medicina Legal de Pernambuco e o de Vasconcelos et al. (2013b) que com apenas um cadáver, acrescentou duas espécies à lista das que são capazes de colonizar cadáveres humanos, *Fannia trimaculata* (Fanniidae) e *Peckia (Peckia) chrysostoma* (Sarcophagidae).

A utilização de técnicas de EF na região Nordeste e especial no bioma Caatinga esbarra na falta de conhecimento prévio de diversos aspectos da biologia de dípteros necrófagos neste ambiente. Informações sobre a riqueza, distribuição, sazonalidade, capacidade de exploração e competição por recursos efêmeros, além de dados de bionomia associados às suas condições extremas continuam bastante limitadas. A proposta deste estudo é, desta forma, dar continuidade ao conhecimento sobre ecologia de moscas necrófagas na Caatinga, focando em alguns aspectos inéditos sobre a biologia das espécies, como a atratividade ao longo da decomposição de carcaças, a colonização sob diferentes escalas temporais de decomposição, a dispersão larval, e alguns aspectos da bionomia das moscas.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GERAL**

Investigar o padrão de ocorrência de dípteros necrófagos, com ênfase na família Calliphoridae, sobre carcaças de roedores em um fragmento de Caatinga de Pernambuco, combinando aspectos ecológicos (riqueza, diversidade e potencial invasivo), comportamentais (padrão temporal de voo, comportamento de dispersão larval) e bionômicos (preferência por fase de decomposição, tempo de desenvolvimento de imaturos), sob uma perspectiva da Entomologia Forense.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Inventariar espécies de dípteros necrófagos em um fragmento de Caatinga semiconservada utilizando carcaças de ratos;
- Avaliar a atratividade das carcaças ao longo da decomposição, nos períodos diurno e noturno para moscas adultas machos e fêmeas;
- Descrever, em uma escala temporal, o padrão de dispersão larval pós-alimentar das larvas;
- Quantificar a emergência de adultos a partir das larvas dispersantes, estimando o tempo aproximado de desenvolvimento até a fase adulta;
- Quantificar a emergência de adultos a partir das larvas colonizadoras, isto é, aquelas que permaneceram na carcaça, estimando o tempo aproximado de desenvolvimento até a fase adulta;
- Investigar a composição das assembleias visitantes, dispersantes e colonizadoras;
- Identificar as espécies de Calliphoridae envolvidas na exploração do recurso, como adultas visitantes, larvas dispersantes e larvas colonizadoras;
- Registrar, de modo quantitativo, a presença de espécies invasoras de Calliphoridae do gênero *Chrysomya* no fragmento de Caatinga;

### 3. HIPÓTESES

- Há maior riqueza e abundância de dípteros necrófagos adultos nos estágios intermediários de decomposição de carcaças;
- O voo será essencialmente diurno, e este padrão repete-se para as quatro famílias estudadas (Calliphoridae, Fanniidae, Muscidae e Sarcophagidae);
- Iscas animais atraem uma proporção significativamente maior de fêmeas do que de machos de dípteros necrófagos, independentemente da família;
- A dispersão larval ocorre a partir do terceiro dia pós-morte, tempo necessário para as larvas atingirem o terceiro ínstar;
- Por terem seu ciclo biológico mais curto, larvas de Calliphoridae se dispersam antes das larvas das espécies de Fanniidae, Muscidae e Sarcophagidae;
- A riqueza de espécies colonizadoras nas carcaças é menor do que a riqueza de espécies visitantes, devido a mecanismos de seleção e competição por recurso;
- A riqueza de espécies colonizadoras é maior que a de dispersantes;
- Califorídeos atingem a fase adulta mais cedo do que os representantes das demais famílias;
- Não há diferença na razão sexual de insetos adultos emergidos das larvas dispersantes e nem das larvas colonizadoras;
- O elevado potencial biótico das espécies invasoras do gênero *Chrysomya* resulta na dominância dessas espécies no bioma Caatinga em comparação a outros califorídeos;
- Há uma forte sobreposição de espécies encontradas na Caatinga com outros ambientes de mata, refletindo uma distribuição generalista de espécies na Região Nordeste;

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1. ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado em um fragmento de Caatinga localizado em uma propriedade particular no município de Tacaratu (08°57'20"S; 38°12'02"W), Pernambuco. A área dista 336 km do Oceano Atlântico, e situa-se a uma altitude de 340 m. A fazenda é composta por uma área para criação de caprinos e ovinos, além de um fragmento de cerca de 70 ha destinado à conservação da vegetação original associada à Caatinga (Figura 1). Presente a cerca de 4 km da área se encontra um dos braços do lago artificial formado pela barragem da Usina Hidrelétrica de Luiz Gonzaga, construída na década de 1980 (CHESF), que cobre uma área de 828 km<sup>2</sup>.

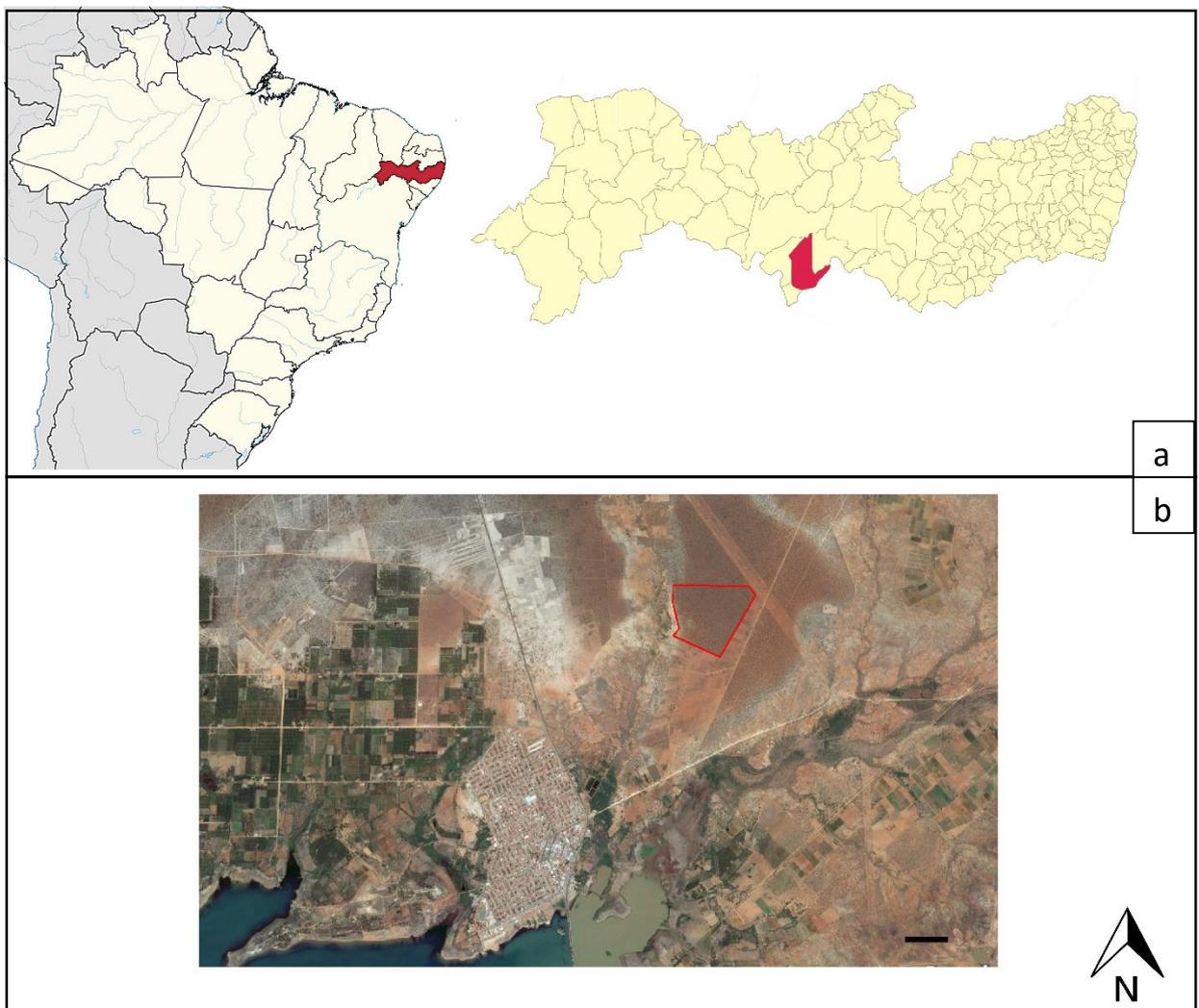
O clima na região é classificado como semiárido Bsh (KÖPPEN, GEIGER, 1928), caracterizado por ser semiárido quente, com uma pluviometria histórica anual de cerca de 435 mm, média mensal entre 240 e 900 mm, temperatura média de 25 °C, umidade relativa média anual de 55% e evaporação potencial anual de 3.000 mm (SILVA et al., 2009; ALVARES et al., 2014). Há duas estações: seca, de junho a dezembro, e chuvosa, de janeiro e maio, e mesmo sofrendo a influência de um trecho de grande volume do Rio São Francisco, secas sazonais são frequentes (SOARES, NÓBREGA, 2010). Os dados de pluviometria foram obtidos a partir de dados da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC), cuja estação localiza-se a aproximadamente 2 km da área experimental. Os dados de temperatura e umidade relativa do ar durante o experimento foram medidos em campo com auxílio de termohigrômetro digital.

A vegetação é predominantemente composta por espécies xerófitas herbáceas e arbustivas de pequeno e médio porte, que não cobrem completamente a área, deixando muitos pontos com penetração de luz, onde se formam “trilhas” naturais. As espécies vegetais mais frequentes são: macambira (*Bromelia laciniosa*) da família Bromeliaceae; mandacaru (*Cereus jamacaru*) e xiquexique (*Pilosocereus gounellei*) da família Cactaceae e pinhão-bravo (*Jatropha molíssima*) e cansanção (*Cnidoscolus urens*) da família Euphorbiaceae. Vegetação caducifólia de grande porte é tipicamente representada pelo juazeiro (*Ziziphus joazeiro*) da família Rhamnaceae, angico (*Anadenanthera colubrina*) da família Fabaceae e pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*) da família Apocynaceae, entre outras. A fauna nativa de vertebrados terrestres da região é escassa e representada essencialmente por algumas espécies de aves, répteis e pequenos mamíferos (*observação pessoal*, Prof. K. E. C. Lima, UFPE, *comunicação*

*peçoal*). Gado caprino e ovino circula livremente pela área, um modo de exploração pecuária típico da região.

O solo é similar ao da área sedimentar caracterizado por Silva et al. (2009), sendo considerado da classe arenosa, apresentando aspecto alaranjado e com grande potencial erosivo. O relevo é levemente inclinado e não são encontrados afloramentos rochosos típicos da Caatinga. Os experimentos de campo foram realizados em duas etapas, em julho e setembro de 2014. Todos os procedimentos foram devidamente aprovados pelo Comitê de Ética e Uso Animal da UFPE sob o número de protocolo: 23076.023896/2014-21.

Figura 1. a) – Mapas do Brasil e de Pernambuco realçando a região da coleta. b) - Foto de satélite obtida com o software Google Earth® delimitando o local do experimento. Escala: 500 m.



## 4.2. COLETA E IDENTIFICAÇÃO DE INSETOS

### 4.2.1. Descrição da armadilha para captura de adultos

Para captura de adultos, foram utilizadas 29 carcaças de ratos (*Rattus norvegicus*), pesando entre 225 g e 287 g (média 241,8 g e desvio padrão 13,7). Os animais foram sacrificados por veterinários da UFPE através da exposição ao CO, técnica recomendada por comitês de ética brasileiros pelo menor sofrimento causado ao animal, e após isso foram mantidos congelados em freezer a uma temperatura de -20 °C até 48 h antes do experimento, quando começaram a ser descongelados. As armadilhas contendo as carcaças foram compostas por dois potes plásticos cilíndricos de 15,0 cm x 12,5 cm, que se encaixavam verticalmente, de forma a deixar a carcaça na parte inferior (fixa) e os indivíduos a serem coletados na parte superior (móvel) (Figura 2). O recolhimento dos espécimes consistiu na substituição da porção superior contendo os insetos por outra vazia, sem perturbação na carcaça. As armadilhas foram penduradas na vegetação a uma altura média de 1,5 m do solo, com uma distância mínima de 20 m uma da outra, ficando expostas durante sete dias. A coleta dos espécimes ocorreu duas vezes ao dia, um pouco antes do amanhecer e no crepúsculo (aproximadamente às 5 h e 17 h).

As moscas coletadas foram mortas com acetato de etila, e acondicionadas em potes contendo álcool etílico 70% para conservação e posterior identificação com o auxílio das chaves taxonômicas de Carvalho e Ribeiro (2000), Carvalho e Mello-Patiu (2008) e Kosmann et al. (2013).

Figura 2. Foto da armadilha utilizada para captura das moscas adultas: a) visão geral do sistema suspenso, b) detalhe ampliado.



#### 4.2.2. Descrição da armadilha para captura de larvas

A coleta de larvas seguiu dois procedimentos. Primeiramente, buscou-se capturar larvas dispersantes – isto é, aquelas decorrentes da postura de ovos e/ou larvas pelas fêmeas – que utilizaram temporariamente o recurso e o abandonaram após determinado período buscando principalmente um local para empupação. Esta coleta foi feita expondo-se carcaças de ratos por diferentes intervalos de tempo, buscando determinar um padrão temporal de uso e abandono do recurso. Além das larvas dispersantes, também foram coletadas as larvas de dípteros que permaneceram no recurso, ou seja, as carcaças de ratos foram também recolhidas e trazidas ao laboratório onde as larvas completaram seu desenvolvimento até a emergência de adultos.

Neste experimento, foram utilizadas 42 carcaças de ratos (*Rattus norvegicus*) pesando 247 a 300 g (média 276,0 g e desvio padrão 16,2 g), como atrativos para a colonização por dípteros necrófagos. Cada carcaça foi colocada dentro de uma armadilha composta por duas partes, descritas a seguir: as carcaças foram colocadas dentro de garrafas plásticas PET de 2 L fechadas, com aberturas laterais na parte superior e inferior da garrafa. As quatro aberturas superiores circulares (diâmetro de 8 mm) serviram para permitir a livre entrada e saída das moscas adultas, que buscavam a carcaça como substrato para oviposição. A disposição e o formato das aberturas impediam a entrada de água da chuva. Aberturas laterais inferiores longitudinais com 1 cm de largura e extensão foram feitas nas garrafas para permitir a saída das larvas em busca de substrato para empupação após ingerirem alimento suficiente nas carcaças.

Com o objetivo de capturar as larvas dispersantes, as garrafas PET foram parcialmente colocadas dentro de caixas plásticas tampadas medindo 47 cm x 32 cm x 17 cm, de modo que somente as aberturas inferiores ficassem dentro das caixas. A garrafa encaixava-se na tampa das caixas de modo a aprisionar as larvas em seu interior. Estas caixas continham serragem de madeira como substrato para pupação das larvas que saíssem das garrafas. Todo o conjunto de garrafas e caixas ficou parcialmente enterrado, evitando parte do calor excessivo gerado pela insolação, deixando acima do nível do solo apenas as aberturas superiores das garrafas PET (Figura 3), para facilitar a liberação dos odores provenientes da decomposição das carcaças e a entrada de moscas necrófagas.

Estas armadilhas tiveram sete diferentes regimes temporais de exposição (Figura 4), sendo que cada tratamento teve seis réplicas, ou seja, a cada dia, do primeiro ao sétimo, seis armadilhas foram recolhidas. Para garantir independência das amostras, adotou-se uma metodologia de coleta destrutiva, isto é, cada carcaça somente foi utilizada uma única vez. As armadilhas foram instaladas no campo seguindo um desenho experimental casualizado, por sorteio, e separadas entre si por uma distância de 25 m.

A partir do primeiro dia da coleta, as seis armadilhas a serem desmontadas passaram por medições de temperatura e umidade relativa dentro da caixa (ainda enterradas), para comparação das características abióticas com o ambiente, tanto à altura do solo quanto a uma altura de 1,5 m. Também a partir do primeiro dia, todas as caixas foram abertas e inspecionadas à procura de larvas dispersantes. Quando presentes, essas larvas foram retiradas das caixas com auxílio de pincéis, uma peneira e pinças finas, e colocadas em potes plásticos contendo substrato adequado para pupação, onde completaram o ciclo.

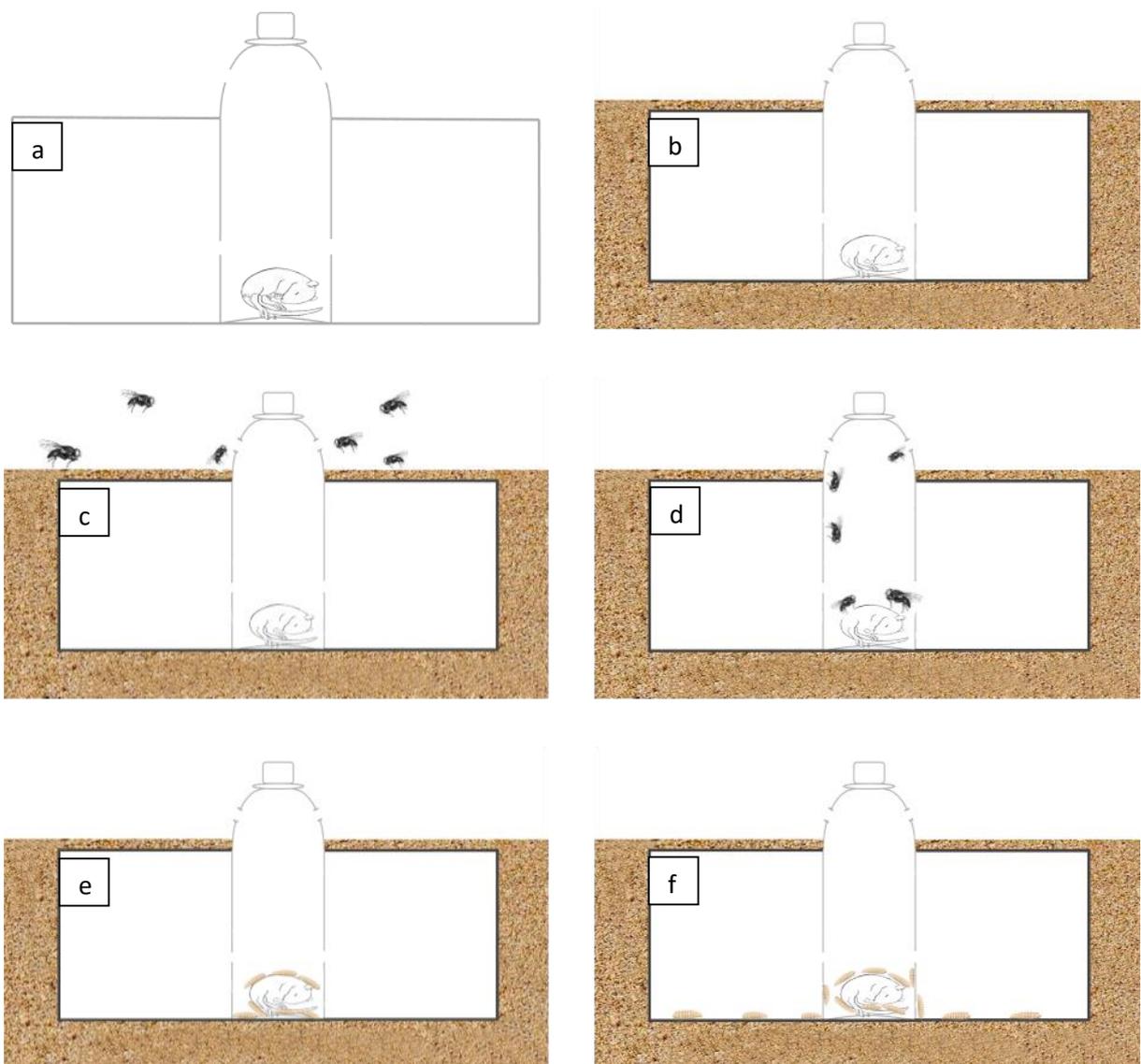
Após a desmontagem das armadilhas, o conteúdo das garrafas (carcaça + larvas) foi transferido para um recipiente maior contendo serragem para que completassem o desenvolvimento. A emergência de adultos em laboratório foi monitorada duas vezes por dia, com intervalo de 12 horas, até a emergência de todos os indivíduos, os quais foram coletados utilizando-se um aspirador de pó portátil modificado.

Como as moscas demoram algumas horas após a emergência para amadurecer características externas como as cores e a abertura completa da asa, caracteres utilizados na identificação, os frascos foram mantidos em temperatura ambiente por 24 horas e só então as moscas foram mortas e conservadas em álcool etílico 70%. A identificação baseou-se nas chaves taxonômicas descritas na subseção 4.2.1.

### **4.3. ANÁLISES ESTATÍSTICAS**

Para caracterização da assembleia de moscas adultas da família Calliphoridae, as quais foram identificadas em nível específico, foram avaliadas a riqueza, a abundância e a frequência relativa (FR) ao longo dos sete dias da decomposição das carcaças. Para as famílias Fanniidae, Muscidae e Sarcophagidae, somente a abundância e a FR foram consideradas. Para fins de análise e melhor visualização de fenômenos biológicos, os sete dias de exposição foram separados em três estágios com duração aproximada: *Inicial*, composto pelo primeiro e segundo dias; *Intermediário* (Inter.), do terceiro ao quinto dia; e *Tardio*, do sexto ao sétimo dia. Para verificar diferenças entre os três estágios, foi utilizada a análise de variância não paramétrica de Kruskal-Wallis, com o teste *a posteriori* de Student-Newman-Keuls.

Figura 3. Esquema da armadilha utilizada no experimento. a) Armadilha montada e com a carcaça já posicionada. b) Enterramento das armadilhas. c) Chegada das moscas adultas. d) Contato das moscas adultas com as carcaças e colocação de ovos e larvas. e) Aparecimento de larvas na carcaça. f) Início da dispersão larval.

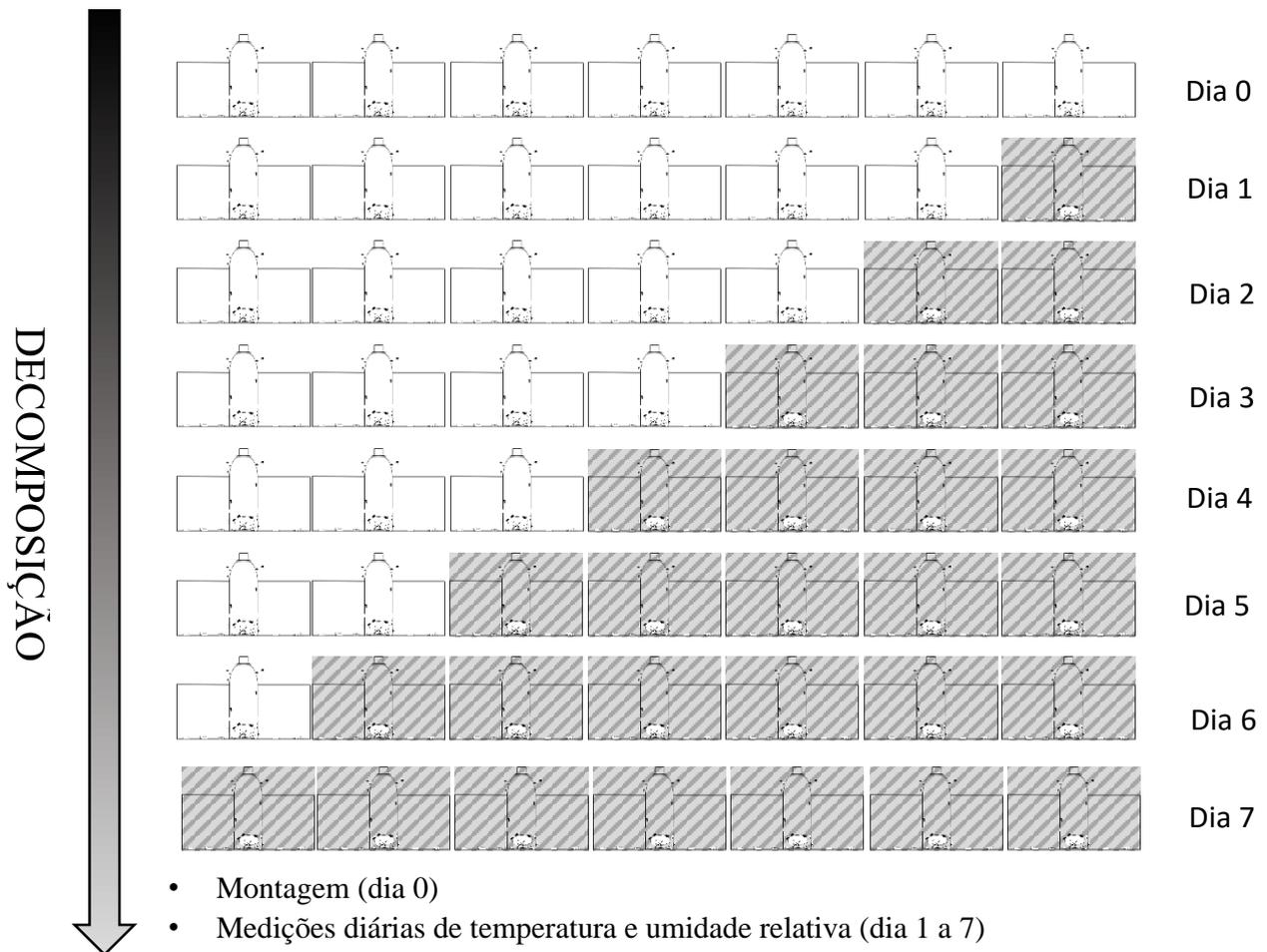


A ocorrência de voo, diurno ou noturno, foi testada em cada um dos três estágios de decomposição para as quatro famílias, utilizando a abundância de cada período, em cada família, e submetendo-a a testes Qui quadrado, quando a abundância fosse maior que 50 indivíduos. A razão sexual foi calculada de forma semelhante, utilizando os valores de abundância de machos e fêmeas para cada fase e família. Para todos os testes Qui quadrado realizados com um grau de liberdade, utilizou-se a correção de Yates.

A caracterização da dispersão larval foi executada a partir dos dados de abundância por dia em que as larvas dispersaram, e em relação à quantidade de dias em que as armadilhas ficaram expostas. Quando presentes em abundância maior que 50 indivíduos, a dispersão diária foi avaliada com testes de Kruskal-Wallis, e em caso de diferenças significativas, com o teste *a posteriori* de Student-Newman-Keuls. A data da emergência das larvas dispersantes também foi considerada, em relação ao dia da dispersão.

A fauna das moscas colonizadoras (não dispersantes) foi caracterizada com os dados de riqueza (califorídeos), abundância e FR. Para verificação de diferenças entre os tratamentos temporais, todas as famílias foram submetidas a testes de Kruskal-Wallis com o teste *a posteriori* de Student-Newman-Keuls. Além disso, a abundância de larvas que emergiram diariamente de cada um dos tratamentos temporais foi considerada.

Figura 4 – Esquema representando as etapas do experimento da colonização e dispersão larval. O experimento inteiro foi composto por seis réplicas iguais a representada aqui. As partes hachuradas representam as armadilhas que foram desmontadas.



- Montagem (dia 0)
- Medições diárias de temperatura e umidade relativa (dia 1 a 7)
- Desmontagem diária dos tratamentos temporais (dia 1 a 7)
- Observação de larvas dispersantes em todas as armadilhas (dia 1 a 7)
- Constatação da presença e retirada de todas as larvas dispersantes (dia 3 a 6)

## 5. RESULTADOS

### 5.1. DADOS ABIÓTICOS E DECOMPOSIÇÃO

Durante o experimento, foram realizadas 127 medições de temperatura e umidade relativa do ar, entre 05:00 h e 18:00 h. As medições realizadas ao ar livre registraram as temperaturas mais baixas e a umidade relativa mais alta, em contraste com as medições ao nível do solo, onde, sob irradiação solar direta, a temperatura chegou ao seu patamar mais alto: de 54,2 °C às 12:24 h. Dentro das armadilhas enterradas, as condições térmicas e de umidade ficaram em níveis intermediários entre o ambiente e o solo. O número de medições de cada grupo, assim como as temperatura e umidade relativa médias, mínima e máximas são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Quantidade de medições, valores mínimos, médios e máximos de temperatura e umidade relativa do ar nos três ambientes analisados.

	<b>Ar</b>	<b>Solo</b>	<b>Interior das armadilhas</b>
<b>Número de medições</b>	64	30	33
<b>Mínimas</b>	19,9 °C / 22,0%	29,4 °C / 19,0%	27,9 °C / 22,0%
<b>Médias</b>	28,2 °C / 51,9%	40,1 °C / 40,43%	32,2 °C / 45,4%
<b>Máximas</b>	40,2 °C / 90,0%	54,2 °C / 59,0%	42,1 °C / 85,0%

As 71 carcaças de ratos utilizadas no experimento possuíam grande similaridade no seu peso e tamanho, e mesmo com as diferenças existentes entre os diversos indivíduos utilizados, a decomposição das carcaças foi bastante semelhante ao longo dos dias. Ao final dos sete dias de exposição ao ambiente, todas as carcaças estavam esqueletizadas ou mesmo mumificadas (preservação natural devido à combinação de altas temperaturas e baixa umidade, que diminui a atividade microbiana).

## 5.2. MOSCAS ADULTAS

### 5.2.1. Aspectos gerais da diversidade

Ao compilar os resultados das capturas de adultos nas 29 carcaças do experimento durante todo o período de exposição (sete dias), um total de 1.133 moscas adultas foi coletado. Muscidae foi a família mais abundante, com 37,4% do total de adultos, seguida por Calliphoridae (26,1%), Sarcophagidae (25,9%) e Fanniidae (10,6% do total de insetos).

O padrão temporal de ocorrência de espécies necrófagas ao longo dos dias da decomposição não diferiu para as quatro famílias (Tabela 2). Exceto pelos representantes da família Fanniidae, indivíduos de todas as famílias ocorreram nas carcaças logo no primeiro dia de exposição pós-morte. É possível perceber uma clara preferência do segundo ao quinto dias da decomposição, fazendo com que a fase intermediária apresentasse diferenças na abundância em relação às Inicial e Tardia. As abundâncias e os valores de “P” do teste estatístico são mostrados na Figura 5.

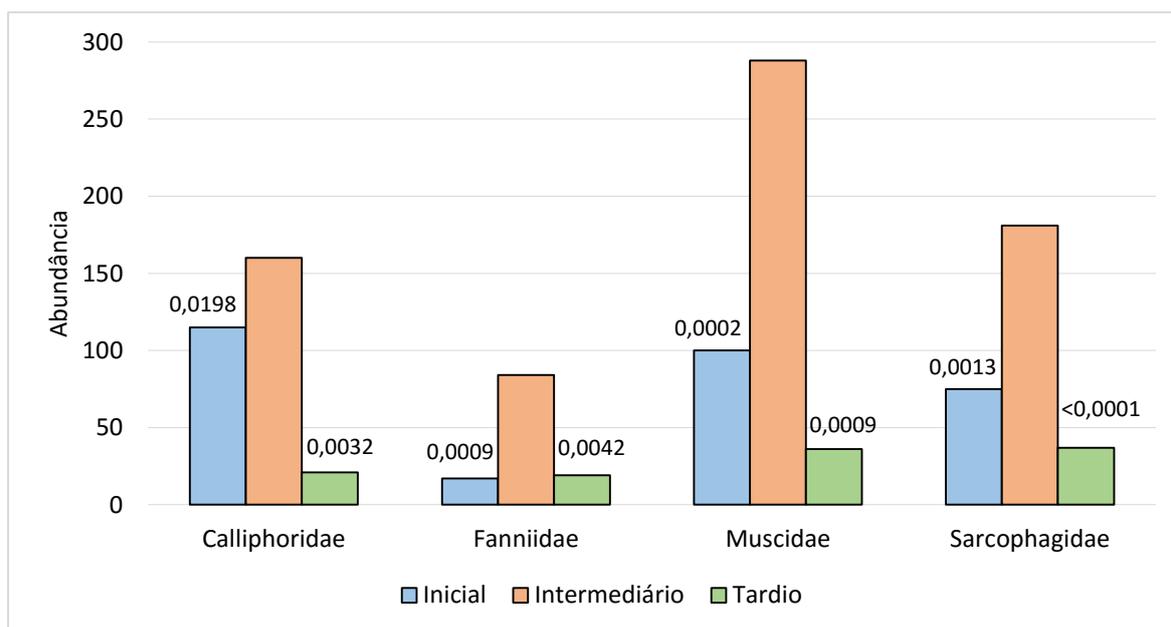
Tabela 2 – Abundância diária das moscas adultas capturadas ao longo dos sete dias da decomposição. Legenda: (-) = 0; (•) = 1 a 25; (••) = 26 a 50; (•••) = 51 a 100; (••••) = >100.

Família	Dias de decomposição						
	1	2	3	4	5	6	7
Calliphoridae	••	•••	•••	•••	•	•	•
Fanniidae	-	•	••	••	•	•	•
Muscidae	•	•••	••••	•••	•••	••	•
Sarcophagidae	•	•••	•••	•••	•••	•	•

Cinco espécies de três gêneros da família Calliphoridae foram registrados: *Chloroprocta idioidea* (Robineau-Desvoidy, 1830), *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819), *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1794), *Chrysomya putoria* (Wiedemann, 1818) e *Cochliomyia macellaria* (Fabricius, 1775). *Chrysomya albiceps* foi a espécie mais abundante, com 266 exemplares coletados (89,9% do total), e ocorreu em todos os dias da decomposição. Foram

coletados nove indivíduos (3,0%) de *C. megacephala* do segundo ao quinto dias, três indivíduos (1,0%) de *C. putoria* no terceiro e quarto dias e 17 (5,7%) de *C. macellaria*, do primeiro ao terceiro e no quinto dia do experimento. Por fim, *C. idioidea* foi representada por apenas um adulto (0,3%), capturado no quarto dia da decomposição das carcaças.

Figura 5 – Abundância por fase das quatro famílias estudadas, com os respectivos valores “P” do teste de Kruskal-Wallis entre as fases Inicial e Tardia em comparação com a Intermediária.



### 5.2.2. Atividade de voo noturna e diurna

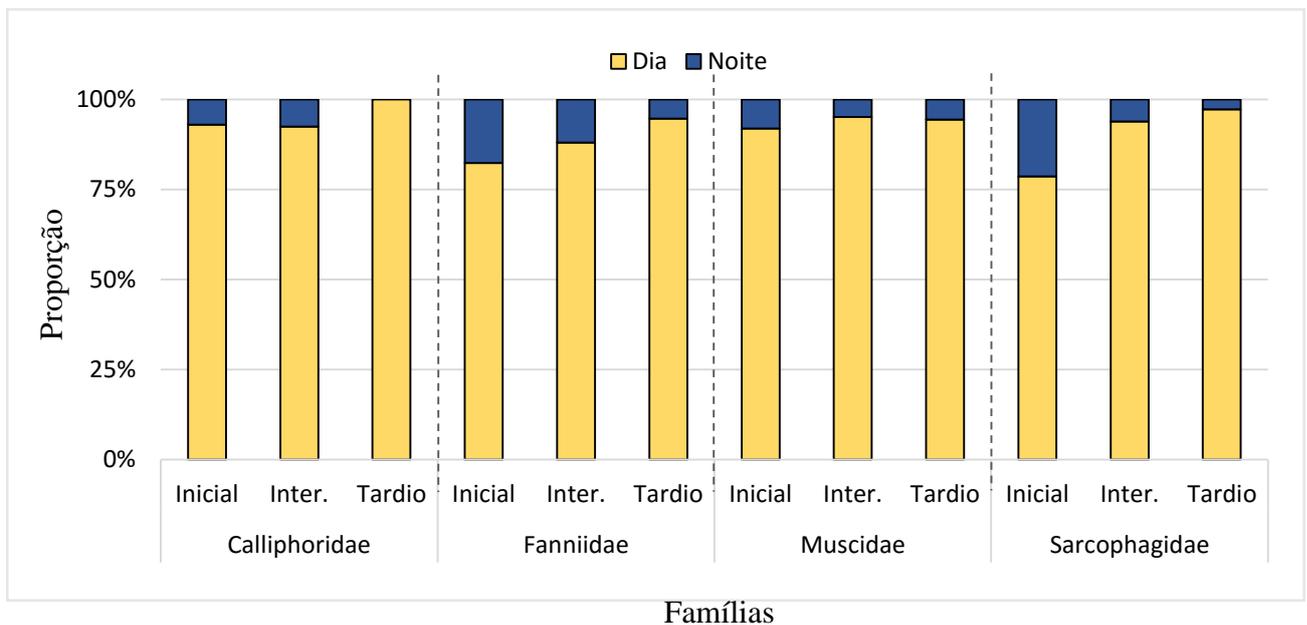
As espécies de dípteros necrófagos coletadas neste fragmento de Caatinga apresentaram atividade diurna de voo predominante, com 92,4% dos adultos das quatro famílias tendo sido coletados no período compreendido entre 05h30min e 17h30min, uma diferença altamente significativa ( $\chi^2 = 813,4$ ; g.l. = 1;  $P < 0,0001$ ). O predomínio da atividade diurna foi similar nas quatro famílias, sendo capturados 93,2% dos califorídeos, 88,3% dos fanídeos, 94,3% dos muscídeos e 90,4% dos sarcófagídeos no período diurno.

O padrão de comportamento diurno manteve-se ao longo de toda a decomposição, quando considerada também a subdivisão em três estágios (Figura 6). O resultado do teste de Qui quadrado por fase para cada família foi altamente significativo ( $P < 0,0001$ ; g.l. = 1).

Considerando-se apenas a Família Calliphoridae, 248 indivíduos de *C. albiceps* (93,2%) foram coletados no período diurno, somados todos os dias da decomposição das carcaças.

Adultos foram coletados no horário noturno no segundo, quarto e quinto dias. *Chrysomya megacephala* e *C. putoria* somente foram capturadas no período diurno, do segundo ao quinto dia e no terceiro e quarto dia, respectivamente. O único exemplar de *C. macellaria* foi capturado no período diurno do segundo dia, enquanto o único de *C. idioidea*, na noite do quarto dia.

Figura 6 – Percentual de adultos de dípteros necrófagos capturados de acordo com o período do dia, separados de acordo com as fases da decomposição das carcaças, e da família.



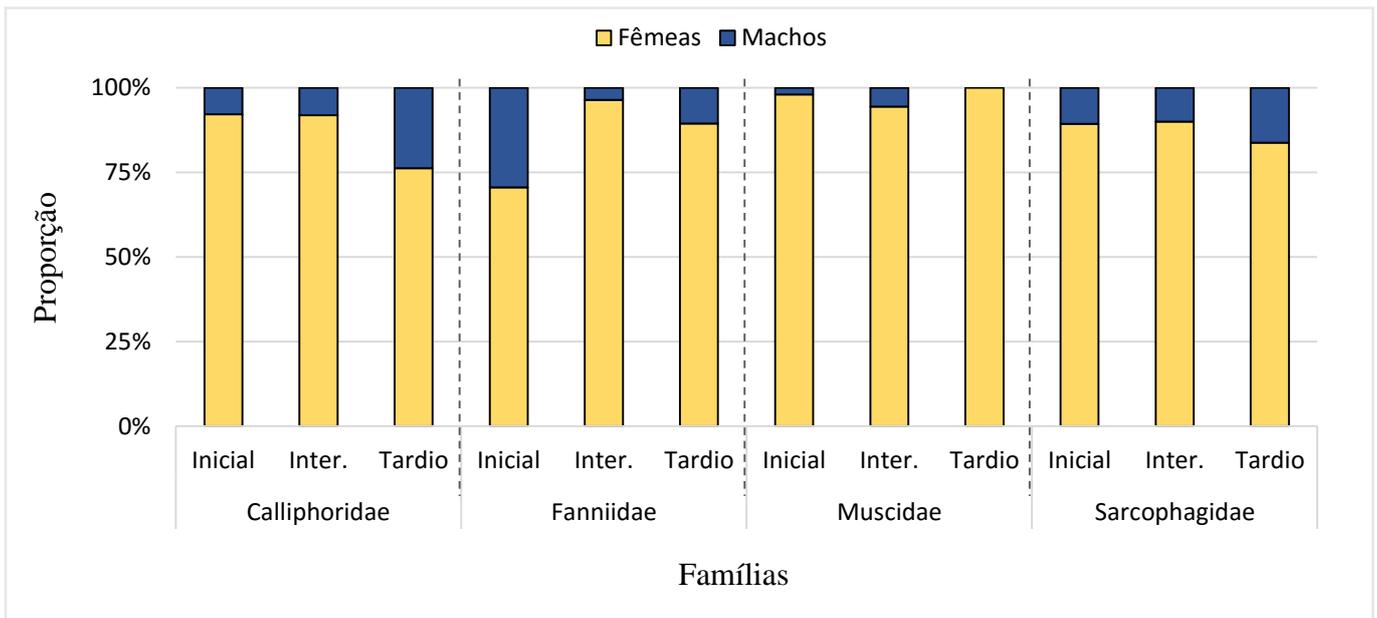
### 5.2.3. Razão sexual

A razão sexual diferiu entre os adultos, dos quais 92,3% foram fêmeas, uma maioria significativa quando comparada aos machos ( $\chi^2 = 810,0$ ; g.l. = 1;  $P < 0,0001$ ). A diferença a favor de fêmeas permaneceu alta para as quatro famílias, representando 90,9% dos califorídeos, 91,7% dos fanídeos, 95,9% dos muscídeos e 89,0% dos sarcófagídeos, obtendo resultados significativos ( $P < 0,0001$ ) para todas as famílias. A superioridade numérica das fêmeas foi mantida também quando analisadas de acordo com as fases da decomposição (Figura 7), em que todas as fases com número mínimo de 50 exemplares foram testadas e apresentaram resultados altamente significativos ( $P < 0,0001$ ).

Para as espécies de Calliphoridae, *C. albiceps* apresentou 248 (93,2%) de exemplares fêmeas capturadas, estando presentes nos sete dias da decomposição, enquanto os machos (6,8%) só foram registrados do segundo ao sétimo dia. Os machos e fêmeas de *C. megacephala* ficaram distribuídos entre o segundo e o quinto dias, enquanto *C. putoria* só apresentou

indivíduos fêmeas, presentes no terceiro e quarto dias. *C. macellaria* apresentou machos e fêmeas nos três primeiros dias, e uma única fêmea no sexto, enquanto *C. idioidea* se resume a uma fêmea capturada no quarto dia.

Figura 7 – Razão sexual das quatro famílias capturadas, agrupadas de acordo com as fases de decomposição.



### 5.3. LARVAS DISPERSANTES

O acompanhamento diário das armadilhas revelou que as larvas dispersaram do terceiro ao sexto dia da exposição das carcaças à colonização. Estas larvas foram criadas em laboratório até atingir a fase adulta, quando foram identificadas. Estes adultos somaram 1.123 indivíduos pertencentes às famílias Calliphoridae, Fanniidae, Muscidae e Sarcophagidae. Uma pequena quantidade de larvas e pupas (< 0,5%) não conseguiu chegar à fase adulta e foi desconsiderada.

Califorídeos dispersaram do terceiro ao sexto dia da exposição das carcaças ao ambiente (Tabela 3). Um total de 66 califorídeos adultos emergiram das larvas dispersantes, todos da espécie *C. albiceps*, que representaram 5,8% da abundância total de moscas dispersantes. Estas moscas apresentaram uma razão de 50 machos para 16 fêmeas, gerando diferença significativa ( $\chi^2 = 16,5$ ; g.l. = 1;  $P < 0,0001$ ). Os califorídeos emergiram de 11 a 20 dias após o início da exposição das carcaças ao ambiente (Tabela 4).

Todos os espécimes da família Fanniidae dispersaram no sexto dia (Tabela 3). Apenas oito fanídeos emergiram, representando 0,7% do total das larvas dispersantes desta família e exibiram uma proporção sexual simétrica: quatro machos e quatro fêmeas. A emergência dessas moscas ocorreu de 15 a 17 dias após o início do experimento, como mostrado na Tabela 4.

Muscídeos apresentaram dispersão do quarto ao sexto dia da exposição das carcaças (Tabela 3) e somaram 58 emergências, representando 5,1% da fauna de dispersantes. Larvas desta família apresentaram proporção sexual similar, 28 fêmeas e 30 machos, que não apresentou diferença significativa ( $\chi^2 = 0,017$ ; g.l. = 1;  $P = 0,8955$ ). A emergência ocorreu de 12 a 28 dias após o início do experimento (Tabela 4).

Sarcofagídeos apresentaram dispersão do terceiro ao sexto dia da exposição das carcaças (Tabela 3) e a abundância diária foi testada, apresentando diferenças significativas em alguns pares ( $H = 23,5$ ; g.l. = 3). O sexto dia apresentou diferenças com em relação ao terceiro, quarto e quinto dia, com os respectivos valores:  $P = 0,0002$ ;  $P = 0,0159$  e  $P < 0,0001$ . A outra diferença registrada foi entre os dias quatro e cinco ( $P = 0,0325$ ). Sarcophagidae foi a família mais abundante das larvas dispersantes, com 991 exemplares, representando 88,2 % do total deste grupo, sem apresentar, no entanto, diferenças significativas na razão sexual total ( $\chi^2 = 0,2$ ; g.l. = 1;  $P = 0,6337$ ), nem para cada dia da dispersão ( $P > 0,005$  em todos os dias), com uma soma de 503 fêmeas e 488 machos. Sarcofagídeos emergiram do nono ao 39º dia após o início do experimento, e o padrão temporal de emergência de acordo com o dia da dispersão pode ser visualizada na Tabela 4.

Tabela 3 – Abundância de larvas dispersantes de acordo com a família, o dia da dispersão e a quantidade de dias que as carcaças ficaram expostas à colonização. Legenda: (-) = 0; (•) = 1 a 25; (••) = 26 a 50; (•••) = 51 a 100; (••••) = >100.

Família	Dispersão (dias)	Dias de exposição (quantidade de armadilhas)				
		3 (30)	4 (24)	5 (18)	6 (12)	7 (6)
Calliphoridae	3	••	-	-	-	-
	4	-	•	•	-	-
	5	-	-	•	•	•
	6	-	-	-	•	-
Fanniidae	3	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-
	6	-	-	-	•	•
Muscidae	3	-	-	-	-	-
	4	-	-	•	-	-
	5	-	-	•	-	•
	6	-	-	-	••	•
Sarcophagidae	3	••	•••	•••	•	•••
	4	-	•	•	•	••
	5	-	-	•••	••••	••••
	6	-	-	-	••	•

Tabela 4 – Dias decorridos para a emergência dos adultos provenientes das larvas dispersantes das quatro famílias amostradas, agrupadas de acordo com o dia que ocorreu a dispersão. Legenda: (-) = 0; (•) = 1 a 25; (••) = 26 a 50; (•••) = 51 a 100; (••••) = >100.

Família	Diaparsão	Dias para emergência dos adultos																																														
		9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	38	39																	
Calliphoridae	3	-	-	•	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-											
	4	-	-	•	-	-	•	-	-	-	-	-	•	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-										
	5	-	-	-	•	•	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
	6	-	-	-	-	•	•	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
Fanniidae	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
Muscidae	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Sarcophagidae	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## 5.4. LARVAS COLONIZADORAS

Houve colonização em carcaças expostas aos sete tratamentos temporais do experimento, e as larvas que permaneceram se alimentando das carcaças, ao completarem o ciclo, totalizaram 22.176 adultos distribuídos entre as quatro famílias. Todas as famílias colonizaram as carcaças expostas do primeiro ao sétimo dia de exposição, exceto Fanniidae, que só colonizou as carcaças a partir do segundo dia da exposição (Tabela 5). A inspeção visual das caixas de criação após o término da emergência de moscas adultas revelou que a quantidade de larvas e pupas mortas e que conseqüentemente não chegaram à fase adulta foi insignificante (< 1,0%).

Tabela 5 - Abundância de adultos emergidos a partir de larvas que permaneceram nas carcaças de acordo com o período de decomposição. Legenda: (-) = 0; (•) = 1 a 100; (••) = 101 a 1000; (•••) = 1001 a 2000; (••••) = > 2000

Família	Dias de exposição das carcaças						
	1	2	3	4	5	6	7
Calliphoridae	•	••••	••••	••••	••••	•••	•••
Fanniidae	-	•	•	•	•	•	•
Muscidae	•	••	••	•	••	••	••
Sarcophagidae	••	•••	••	••	••	••	••

Calliphoridae foi a família mais abundante das larvas colonizadoras não dispersantes, com um total de 14.882 indivíduos, representando 67,1% da abundância total. Callifóridos estiveram presentes em todos os dias da decomposição, em 30 das 42 carcaças, apresentando um aumento em abundância do primeiro ao quinto dia com uma brusca queda nos sexto e sétimo. Como cada tratamento foi realizado com seis carcaças (réplicas), e nem todas foram colonizadas todos os dias, os valores médios apresentaram grande erro padrão (EP), exibido na figura 8, embora a abundância total diária não apresentou diferenças significativas ( $H =$

12,0436; g.l. = 6;  $P = 0,0610$ ). Califorídeos apresentaram grande diferença na razão sexual, com um total de 8.658 fêmeas e 6.224 machos, valor que apresentou diferença significativa ( $\chi^2 = 397,8$ ; g.l. = 1;  $P < 0,0001$ ).

Deste grupo foram identificadas três espécies, *C. albiceps*, *C. putoria*, e *C. macellaria*, com respectivas abundâncias de 14.621, 86 e 175. *C. albiceps* esteve presente em todos os dias da decomposição, nas 30 carcaças em que a família conseguiu colonizar. Já *C. putoria* só ocorreu do terceiro ao sétimo dia, em 12 carcaças, enquanto *C. macellaria* só esteve presente no terceiro dia, em apenas uma carcaça (Tabela 6). A quantidade de dias necessários para a emergência dos califorídeos se encontra na Tabela 7.

Tabela 6 – Abundância de adultos emergidos das larvas colonizadoras de Calliphoridae, de acordo com os dias de exposição das carcaças à colonização Legenda: (-) = 0; (•) = 1 a 100; (••) = 101 a 1000; (•••) = 1001 a 2000; (••••) = > 2000.

Família Calliphoridae	Dias de exposição das carcaças						
	1	2	3	4	5	6	7
<i>Chrysomya albiceps</i>	•	••••	••••	••••	••••	•••	•••
<i>Chrysomya putoria</i>	-	-	•	•	•	•	•
<i>Cochliomyia macellaria</i>	-	-	••	-	-	-	-

Fanniidae foi a família menos abundante dentre os colonizadores não dispersantes, com apenas 176 indivíduos, cerca de 0,8% da abundância total. A abundância média por dia de exposição apresentou grande erro padrão como mostra a Figura 8, mas a abundância diária não apresentou diferença significativa entre os dias ( $H = 1,7690$ ; g.l. = 5;  $P = 0,08801$ ). A família colonizou o menor número de carcaças dentre todas as amostradas, apenas 14. A razão sexual total dos emergidos não diferiu significativamente ( $\chi^2 = 0,278$ ; g.l. = 1;  $P = 0,5977$ ), com um total de 84 fêmeas e 92 machos. Fanídeos emergiram do 16° ao 29° dia após o início do experimento, como apresentado na Tabela 7.

A família Muscidae representou 10% do total emergido a partir das larvas não dispersantes, com uma abundância de 2.221 espécimes emergidos de 21 carcaças. Muscídeos apresentaram uma colonização modesta no primeiro dia da exposição, e uma tendência ao aumento nos dias seguintes. A abundância média por dia apresentou grande erro padrão (Figura 8), mas o total entre os dias não apresentou diferença significativa ( $H = 1,7580$ ; g.l. = 6;  $P = 0,9406$ ). A razão sexual total também não diferiu significativamente ( $\chi^2 = 3,978$ ; g.l. = 1;  $P = 0,0461$ ), com o número de 1.158 fêmeas e 1.063 machos. A emergência dos muscídeos ocorreu de 14 a 31 dias após o início da exposição inicial das carcaças, como representado na Tabela 7.

Sarcophagidae foi a segunda família mais bem representada entre as moscas colonizadoras não dispersantes, com uma abundância de 4.897 indivíduos (22,1% do total), que colonizaram 30 carcaças. Sarcófagídeos apresentaram um padrão de abundância errático em relação à decomposição, caracterizado por sucessivos aumentos e quedas na abundância. A abundância média por dia apresentou grande erro padrão (Figura 8), culminando em diferenças não significativas ao longo dos dias ( $H = 6,2544$ , g.l. = 6;  $P = 0,3953$ ). A razão sexual também não diferiu ( $\chi^2 = 1,059$ ; g.l. = 1;  $P = 0,3035$ ), com um total de 2.412 fêmeas e 2.485 machos. A emergência de sarcófagídeos ocorreu do 10º. ao 40º. dia após o início da exposição das carcaças, como mostrado na Tabela 7.

Figura 8 – Abundância média (+/- EP) de larvas colonizadoras por carcaça, de acordo com os dias de exposição para as quatro famílias de moscas necrófagas utilizadas no estudo.

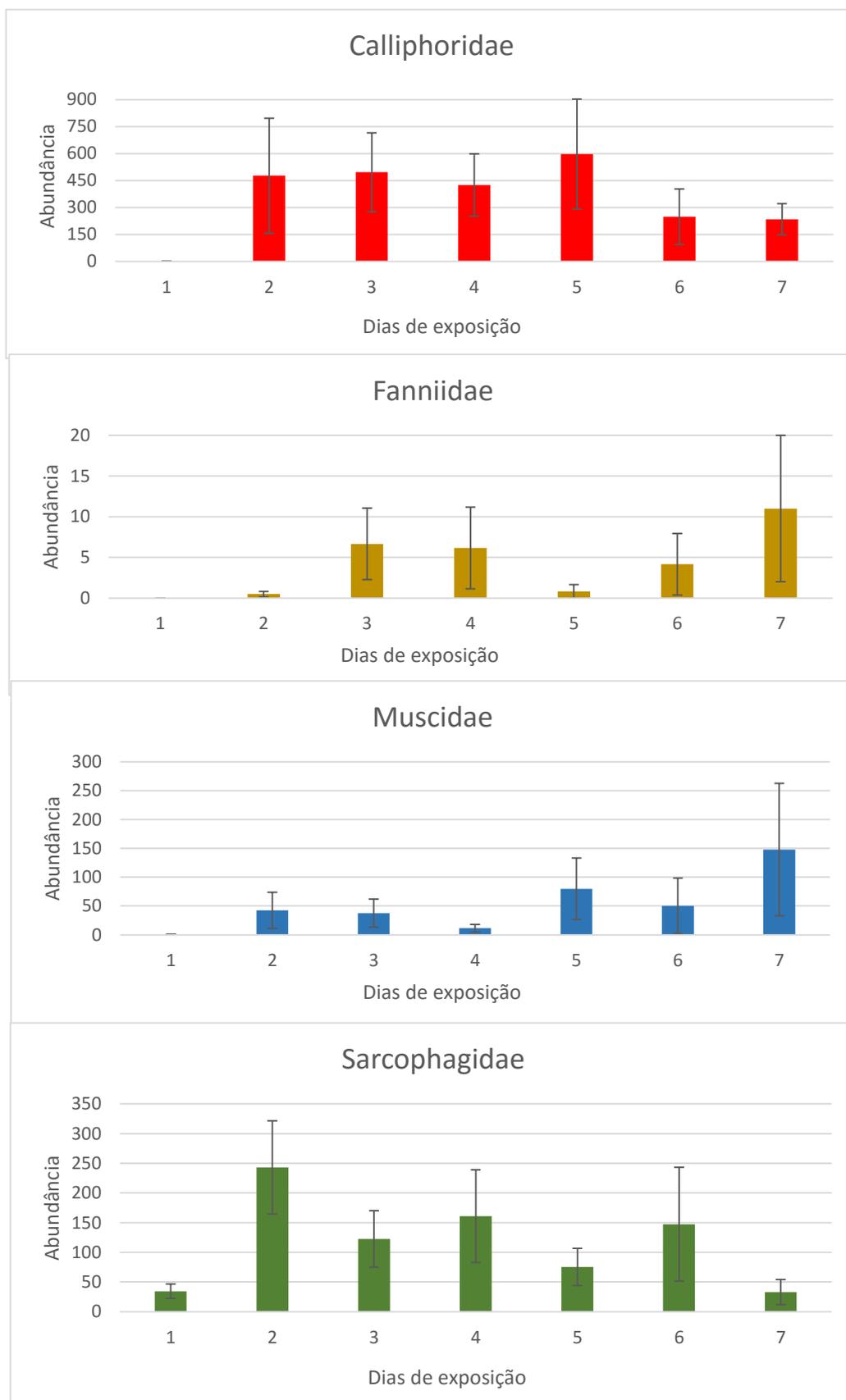


Tabela 7 - Dias decorridos para a emergência das larvas colonizadoras das quatro famílias amostradas, agrupadas de acordo com a quantidade de dias que as carcaças ficaram expostas. Legenda: (-) = 0; (•) = 1 a 100; (••) = 101 a 500; (•••) = 501 a 1000; (••••) = > 1000

Família	Exposição	Dias para emergência																																								
		9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	38	39	40										
<b>Calliphoridae</b>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
	2	•	••••	••	•	••••	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
	3	•	••••	••••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••				
	4	-	•	••••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••				
	5	-	-	••••	••••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••			
	6	-	-	-	••••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••			
	7	•	-	-	-	••••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••			
<b>Fanniidae</b>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>Muscidae</b>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Sarcophagidae</b>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## 6. DISCUSSÃO

### 6.1 ASPECTOS GERAIS DA DIVERSIDADE DE MOSCAS ADULTAS

Ambientes xéricos, como a Caatinga, são tradicionalmente categorizados como de baixa biodiversidade, uma visão erroneamente difundida que resultou em um limitado interesse na realização de inventários faunísticos no bioma. Isso ajuda a explicar o porquê da Caatinga ser o ambiente brasileiro com menor número de levantamentos taxonômicos realizados para vários grupos de seres vivos (SANTOS et al., 2011). Estudos sobre moscas necrófagas na Caatinga ainda são incipientes, sendo o presente trabalho apenas o terceiro realizado, após as contribuições de Alves (2013) e Salgado (2014).

Os estudos voltados para a fauna de dípteros necrófagos na Caatinga que começaram a ser realizados nos últimos anos priorizam o inventário de espécies em uma escala temporal de colonização sobre carcaças de porcos (ALVES, 2013; SALGADO, 2014). Outros aspectos fundamentais para o conhecimento da biologia e do comportamento de diferentes espécies necrófagas, como o padrão diurno e noturno de voo, a razão sexual, a dinâmica da dispersão larval e a emergência dos colonizadores são aspectos que este trabalho buscou elucidar.

A riqueza de moscas necrófagas encontradas na Caatinga pode ser bastante elevada, já que apenas para a família Calliphoridae neste estudo foram encontradas cinco espécies de moscas adultas, um número próximo ao encontrado por Salgado (2014), que registrou sete espécies e por Alves (2013), que registrou oito. A riqueza de Calliphoridae apresenta ligeiras diferenças mesmo entre estudos realizados no mesmo bioma, graças a vários fatores que podem influenciar a composição faunística, como o substrato utilizado para atração das moscas (CALDAS et al., 1999; MORETTI, GODOY, 2013), e a sazonalidade da coleta (LEANDRO, D'ALMEIDA, 2005; WATSON & CARLTON, 2005; BARBOSA et al., 2010; CORRÊA et al., 2010; BATISTA-DA-SILVA et al., 2011; MORETTI et al., 2011).

Trabalhos que utilizam ratos como atrativos tendem, no entanto, a apresentar similaridade na riqueza de califorídeos, mesmo em lugares bastante díspares. Moretti et al. (2008) encontraram na Mata Atlântica do Rio de Janeiro a mesma riqueza de califorídeos deste estudo, cinco espécies, assim como Velásquez (2008), em ambientes montanhosos da Venezuela. Uma riqueza um pouco menor de califorídeos – três espécies – foi registrada por Moura et al. (1997) em ambientes de floresta e urbano do Paraná, por Azwandi et al. (2013) em uma floresta da Malásia, e por Dupont et al. (2011) em ambiente urbano de Camarões, na África

Central. Riquezas maiores também já foram obtidas com este substrato em um ambiente urbano da Venezuela, onde sete espécies de califorídeos foram registradas (MANGAÑA et al., 2006).

Dentre as espécies de califorídeos mais abundantes nos trabalhos acima, destacam-se as do gênero *Chrysomya*, invasoras no continente americano e que, no Brasil, podem estar afetando a fauna de moscas necrófagas em diversos ambientes, incluindo a Caatinga. Ao listar-se cronologicamente as espécies de califorídeos mais abundantes neste bioma, verifica-se que *C. idioidea*, uma espécie nativa, foi a mais abundante no trabalho de Alves (2013), representando quase 67% dos califorídeos, enquanto *C. albiceps*, invasora, representou menos de 15%. Salgado (2014) registrou como mais abundante *C. macellaria*, espécie também nativa, que representou 45% dos exemplares, enquanto *C. albiceps* alcançou cerca de 40%. No presente trabalho, *C. albiceps* representou quase 90% da família, enquanto a espécie nativa mais abundante, *C. macellaria*, somou menos de 6%. O recente aumento da proporção de moscas invasoras deste gênero na Caatinga pode indicar, a longo prazo, processos de extinção locais de espécies nativas.

A razão sexual de moscas necrófagas coletadas diferiu bastante neste trabalho. Machos e fêmeas adultos são atraídos a carcaças animais em decomposição por diferentes razões, uma vez que machos procuram carcaças em decomposição com o objetivo principal de copular com fêmeas em fase reprodutiva (ARCHER, ELGAR, 2003), enquanto fêmeas possuem necessidades diferentes, que variam de acordo com o seu estágio reprodutivo (HAYES et al., 1999). Fêmeas adultas virgens precisam obrigatoriamente se alimentar de proteínas, abundantes em carcaças animais, para completar o seu desenvolvimento ovariano e se tornarem aptas à cópula (ARCHER, ELGAR, 2003). Uma vez copuladas, as fêmeas grávidas depositam a prole também nas carcaças, já que este substrato é adequado para a sobrevivência de larvas necrófagas (AMENDT et al., 2010).

A superioridade de fêmeas em relação aos machos descrita neste estudo também foi encontrada por Martín-Vega e Baz (2013), para todas as espécies de Calliphoridae, Muscidae e Sarcophagidae, em ambientes naturais da Espanha. Nos Estados Unidos, Mohr e Tomberlin (2014) corroboram o fato mostrando resultados similares da família Calliphoridae numa área de campo aberto, que apresentou proporção muito maior de fêmeas que de machos, e que esta não se alterou com os experimentos realizados no verão e no inverno. De acordo com Avancini e Linhares (1988), quando utilizadas carcaças animais para a captura de moscas necrófagas, é sempre provável que ocorra uma maior taxa de capturas de fêmeas em relação a machos.

A assembleia descrita neste trabalho representa, naturalmente, um panorama temporal provavelmente associado à estação seca naquela região. Acredita-se que a riqueza e abundância

de moscas necrófagas poderiam ser consideravelmente maiores caso a amostragem fosse realizada também na estação chuvosa. Estudos recentes conduzidos pelo Grupo de Pesquisa Insetos Necrófagos da UFPE indicam uma drástica alteração na composição faunística de dípteros necrófagos em fragmentos de Caatinga no município de Betânia, Pernambuco, na estação chuvosa (R. F. CARMO, *dados não publicados*).

## **6.2. INFLUÊNCIA DA DECOMPOSIÇÃO NA CAPTURA DE MOSCAS ADULTAS**

Estudos destinados a descrever a sucessão de insetos adultos em carcaças não são raros, tendo sido realizados no Brasil em diversos tipos de ambientes, utilizando vários modelos animais, especialmente porcos, que melhor simulam a decomposição humana, e portanto, oferecem maior realismo em extrapolações para a EF (CATTS, GOFF, 1992). A utilização de carcaças suínas, no entanto, esbarra em limitações éticas e logísticas, o que requer sua substituição em alguns estudos de campo. No presente estudo, por exemplo, optou-se por utilizar carcaças de ratos para viabilizar o transporte de material ao campo e garantir a replicabilidade dos tratamentos, sem a necessidade de sacrificar grande número de suínos.

O processo natural de decomposição de carcaças animais causa mudanças na liberação de odores, que vão alterar gradativamente a atratividade dos substratos a diferentes espécies e famílias de moscas necrófagas (ANDERSON, LAERHOVEN, 1996), podendo formar padrões de sucessão ecológica na colonização. Vários fatores podem afetar o tempo de decomposição e, conseqüentemente, a chegada de moscas, dentre eles o tamanho da carcaça (SUTHERLAND et al., 2013), fatores abióticos, como temperatura, luminosidade, umidade relativa do ar, pluviosidade, tipo de sedimento, entre outros, e fatores bióticos, como a presença de organismos decompositores e/ou necrófagos, que incluem bactérias, fungos, insetos como moscas e besouros, além de vertebrados como aves e mamíferos (CAMPOBASSO et al., 2001).

Além disso, a forma como o substrato está disposto e/ou exposto também altera a atratividade, já tendo sido demonstrado que a presença de roupas (VOSS et al., 2011) e a ocultação dentro de casas (REIBE, MADEA, 2010; ANDERSON, 2011) geram um atraso na detecção de substratos por moscas. O enterramento de carcaças e cadáveres também interfere na capacidade de detecção, e nestes casos até o tipo de solo influencia o processo (CARTER et al., 2007; SIMMONS et al., 2010). Por esta razão, o experimento de captura de adultos foi realizado com carcaças expostas em armadilhas transparentes, que permitiram a visualização do substrato e que possuía amplas aberturas, que facilitaram a liberação dos odores.

Graças às altas temperatura e baixa umidade relativa do ar encontradas neste experimento, a decomposição das carcaças de ratos foi acelerada, ocasionando a mumificação de algumas carcaças, um processo de ressecamento que depende de fatores extremos de temperatura e umidade, em que ocorre a inibição da atividade bacteriana com consequente diminuição, não chegando ao impedimento, da atratividade às moscas, uma vez que moscas já foram encontradas em restos humanos mumificados (SUKONTASON et al., 2001), e em algumas das carcaças que mumificaram neste experimento.

As condições inóspitas da Caatinga fazem com que os processos de chegada de moscas e colonização sejam acelerados, fator que dificulta a comparação de casos de EF com outros realizados em ambientes menos inóspitos. Este fato traduz uma urgência na construção do conhecimento entomológico necessário para estabelecer uma base de dados a ser utilizada por peritos criminais na resolução de crimes ocorridos no bioma. Outro fator preponderante é o fato de que a Caatinga representa mais de 70% da região Nordeste (MMA, 2008) que tem os maiores índices de crimes de homicídio (WASELFISZ, 2014), e portanto, maior potencial forense.

Neste trabalho, as famílias Calliphoridae, Muscidae e Sarcophagidae foram capturadas desde o primeiro dia da decomposição, enquanto Fanniidae só foi capturada a partir do segundo dia, um atraso também registrado por Richards & Goff (1997) no Havaí, que só conseguiram capturar indivíduos desta família a partir do quarto dia. Pérez et al. (2005) verificaram a presença exclusiva de califorídeos nas primeiras 24 horas pós morte de carcaças de porcos, com a captura de fanídeos, muscídeos e sarcófagídeos somente a partir do segundo dia pós-morte.

Em um ambiente tropical quente da África, Braack (1987), ao testar a atratividade de moscas ao longo da decomposição de carcaças de grandes vertebrados, mostrou que adultos de califorídeos estavam presentes desde o primeiro dia da decomposição até o máximo de oito dias, enquanto muscídeos, do terceiro ao sétimo. Grisales et al. (2010), numa área rural da Colômbia, capturaram muscídeos e califorídeos no dia da morte da carcaça, e espécies destas famílias puderam ser encontradas até o estágio avançado (de dez a 15 dias pós-morte). Adultos de Sarcophagidae e Fanniidae não foram capturados, embora larvas destas famílias puderam ser encontradas na fase final da decomposição.

Souza et al. (2008) encontraram nas primeiras 48 horas de decomposição de carcaças de coelhos no Rio Grande do Sul somente espécimes de Calliphoridae e Muscidae, enquanto Fanniidae e Sarcophagidae só foram coletadas depois deste período. Moura et al. (1997), ao utilizar carcaças de ratos de tamanho similar ao utilizadas no presente trabalho registrou as quatro famílias desde o primeiro dia da decomposição, no entanto, a única espécie de Fanniidae registrada só ocorreu quando condições específicas de temperatura e umidade foram atingidas.

Vários autores classificam a decomposição de carcaças baseando-se nas características intrínsecas às transformações gradativas ocorridas do momento da morte até a esqueletização (GOFF, 2009; BYRD, CASTNER, 2010), relacionando com os cinco estágios da decomposição humana sumarizados em Gennard (2008): Fresco, Inchado, Putrefação, Pós-putrefação e Esqueletização. Este modelo de comparação se torna mais artificializado, uma vez que carcaças animais podem não possuir um limiar visível entre fases (CARTER et al., 2007), principalmente em carcaças pequenas, como as utilizadas neste trabalho.

Baseado neste fato, a análise temporal da presença de adultos ao longo da decomposição foi realizada de acordo com o dia em que aconteceram as capturas, que pode ser utilizado com exatidão para comparações. A proposta de separação da decomposição nas três fases, Inicial, Intermediária e Tardia utilizada aqui teve apenas como objetivo permitir uma melhor visualização de padrões que de outra forma não seriam visíveis.

### **6.3. ATIVIDADE NOTURNA**

A localização de recursos por moscas necrófagas é orientada por pistas olfativas (químicas) e visuais, que se integram para gerar a informação (HOMBERG, 2005). Porém somente uma das pistas já é o suficiente para gerar estímulos de movimentação, pois as moscas conseguem detectar recursos apenas com o odor num ambiente completamente escuro, assim como detectar um falso substrato com formato de carcaça que não emite odor (AAK, KNUDSEN, 2011). Neste experimento, para aumentar a chance de capturas, as armadilhas foram construídas com material transparente e com algumas aberturas laterais que permitiram a detecção de odores da decomposição e a visualização do substrato.

A atividade diária de insetos é regulada, em parte, endogenamente a partir da expressão cíclica de genes circadianos, que podem sincronizados com o ambiente a partir de estímulos gerados pela presença de luz (SAUNDERS, 1977; DUNLAP, 1999). Estes ciclos ajudam os organismos a se preparar para as mudanças diárias do ambiente e influenciam aspectos comportamentais e a fisiológicos (HARMER et al., 2001; SOARES, STABILLE, 2004). Desta forma, insetos tendem a manter um padrão de atividade relacionado com a biologia da sua espécie, sendo ela noturna ou diurna, com pouca ou nenhuma atividade em horários atípicos.

No presente trabalho, menos de 8% das capturas de moscas adultas ocorreu no período noturno, confirmando que a atividade de voo na Caatinga é predominantemente diurna, corroborando o trabalho de Wooldridge et al. (2007), que reconheceram o fato de que o voo

pode acontecer à noite, mas sempre em escala reduzida, quando comparado ao padrão diurno. Em Pernambuco, registro da atividade noturna de moscas necrófagas da família Calliphoridae foi feito por Soares (2014), que relatou menos de 4% das capturas no período noturno.

Singh e Bhart (2001) visualizaram a capacidade não somente de voo noturno, mas também de oviposição em três espécies de Calliphoridae, na Índia. Greenberg (1990b) obteve resultados semelhantes com iscas de carne, nos Estados Unidos, com oviposição tanto em iscas expostas à iluminação artificial, quanto no escuro. Nazni et al. (2007) detectaram voo noturno de quatro das sete espécies de Calliphoridae registradas durante o dia, na Malásia, chegando inclusive a representar mais de 20% do voo noturno para a espécie *C. megacephala*.

Kirkpatrick (2004) registrou o voo noturno de califórídeos nos Estados Unidos apenas quando uma série de fatores foi atingida, como presença de iluminação artificial e temperaturas mais quentes, enquanto Stamper et al. (2009) não conseguiram observar atividade noturna de dípteros necrófagos em mais de 100 armadilhas, mesmo nas que estavam localizadas próximas a fontes de luz artificial. A presença e resultados contraditórios apontam para o fato de que a capacidade noturna de voo possa estar relacionada mais intimamente com o local a ser amostrado, sugerindo que conclusões sobre a capacidade de voo noturna de determinada espécie não possam ser generalizadas a nível global, apenas local.

Uma das razões mais contundentes para a baixa ou inexistente captura noturna de moscas é o fato de que a maioria dos estudos são realizados em ambientes não tropicais, que possuem, portanto, noites frias, e como as moscas são animais pecilotérmicos (SHARPET, DEMICHELE, 1977), o voo noturno é diminuído, e até mesmo impossibilitado pelas baixas temperaturas. George et al. (2013) demonstraram experimentalmente que o sucesso das atividades de voo, oviposição e larviposição são de pouco mais de 10% a 5 °C e vão a até mais de 70% a uma temperatura de 35 °C.

A importância forense na catalogação das espécies capazes de manter suas atividades de voo e postura no período noturno reside no fato de que a maior parte dos crimes de homicídios acontece neste período, e uma vez descritas as espécies capazes de colonizar à noite, será possível aumentar em até 12 horas a estimativa no Intervalo Pós-Morte (GREENBERG, 1990b).

#### **6.4. DISPERSÃO LARVAL**

A dispersão larval é um processo importante no ciclo de vida das moscas, no qual as larvas se afastam da fonte alimentar após terem se alimentado o suficiente para empupar ou

após o esgotamento do recurso (LEVOT et al., 1979). A dispersão não ocorre com todas as larvas, pois uma parte delas pode empupar na superfície e sob o recurso alimentar, e estas podem chegar a representar uma proporção significativa dos imaturos. Greenberg (1990a) observou a dispersão de califorídeos e muscídeos e constatou que de 80% a 98% dos imaturos das espécies estudadas não dispersaram, uma proporção similar ao encontrada aqui, em que as larvas dispersantes representaram apenas cerca de 5% da abundância total de imaturos. Naturalmente, condições controladas podem reduzir o realismo, de modo que no campo, a taxa de larvas dispersantes pode ser maior.

A permanência no recurso após alcançar o peso mínimo para pupação permite às larvas acumularem uma quantidade maior de recursos, que resultarão numa maior quantidade de energia disponível para a metamorfose, gerando adultos maiores e mais competitivos (IVES, 1991). Existem, no entanto, riscos associados à permanência, como a contaminação por patógenos e parasitas, o ataque por artrópodes predadores, sua exposição a insetos parasitoides além do risco da ação de vertebrados carniceiros (CARVALHO et al., 2003).

Algumas espécies podem apresentar hábito alimentar facultativamente predador em determinadas condições (ULLYETT, 1950), tendo como melhor representante a espécie *C. albiceps* (FARIA, GODOY, 2001). Andrade et al. (2002) observaram que *C. albiceps* foi capaz de predação larvas de *C. megacephala* e *C. macellaria* durante a dispersão larval, tendo inclusive uma preferência por *C. macellaria*. Desta forma o hábito predador de *C. albiceps* pode explicar sua dominância dentre as larvas dispersantes da família Calliphoridae.

As larvas de *C. albiceps* precisam de cerca de 99 horas para completar o desenvolvimento sob uma temperatura de 32 °C (QUEIROZ, 1996). A dispersão, que em tese demoraria cerca de quatro dias para começar, foi antecipada para o terceiro dia nas condições locais provavelmente pelas altas temperaturas registradas durante o experimento devido à formação de grandes massas larvais no interior das garrafas e pelo clima naturalmente quente da Caatinga. Para as famílias Fanniidae, Muscidae e Sarcophagidae que não foram identificadas em nível específico, comparações com a literatura são inviáveis, mas algumas inferências ainda são possíveis.

Fanídeos foram os últimos a colonizar as carcaças, sendo de se esperar portanto, que dispersassem mais tarde. *Fannia pusio* Wiedemann, 1830, uma das espécies mais frequentes da família, demora em média 82 horas para ir do estágio de ovo ao final do desenvolvimento larval (MARCHIORI, 1993). Utilizando estes dados como base, é possível compreender por que a dispersão de larvas da família ocorreu tão tardiamente na decomposição das carcaças.

No grupo dos muscídeos, a espécie *Musca domestica* Linnaeus, 1758, está presente em grande parte de levantamentos faunísticos, sendo inclusive a espécie mais abundante da família no trabalho de Salgado (2014), realizado na Caatinga. A espécie pode demorar de três a quatro dias para completar o estágio larval a uma temperatura de 35 °C, em condições de alimentação favoráveis (HEWITT, 1908). Se usarmos os dados de *M. domestica* como representativos para a família, vemos que o padrão de dispersão larval manteve-se dentro do esperado, uma vez que muscídeos apresentaram dispersão a partir do quarto dia da decomposição das carcaças. Outra espécie de Muscidae bastante representativa no bioma Caatinga, que foi a mais abundante no trabalho de Alves (2013), *Ophyra aenescens* Wiedemann, 1830, demora cerca de 80 horas entre a postura dos ovos e o aparecimento das primeiras larvas de terceiro instar a uma temperatura de 30 °C (LEFEBVRE, PASQUERAULT, 2004), tempo compatível com a dispersão larval registrada no presente experimento.

A família Sarcophagidae é a única dentre as quatro analisadas que apresenta hábito ovovivíparo na maioria das espécies (MEIER et al., 1999), fato que tem implicações diretas para a dispersão larval. Larvas de sarcófagídeos são capazes de se alimentar do substrato imediatamente ao serem depositadas, uma vantagem temporal em relação a espécies ovíparas que ainda necessitam eclodir dos ovos para se alimentarem. Esta diferença de tempo pode ser a principal responsável pelo fato de a família ter apresentado a maior proporção de larvas dispersantes em relação ao total de imaturos do experimento, quase 17%.

Dados bionômicos da espécie *Peckia chrysostoma* Wiedemann, 1830, que já foi encontrada na Caatinga (ALVES, 2013), indicam que são necessárias cerca de 90 horas para completar o desenvolvimento larval a uma temperatura de 27 °C (FERRAZ, 1995). Os dados de ciclo de vida para a espécie foram obtidos sob temperatura muito inferior às registradas no presente estudo, comprometendo a comparação. Ao considerarmos que o tempo de desenvolvimento diminui com a temperatura, e que sarcófagídeos conseguiram depositar suas larvas desde o primeiro dia da decomposição, a dispersão tão cedo quanto o terceiro dia e em tão grande abundância é compatível com a biologia da família, que representou mais de 88% da abundância total de moscas dispersantes.

A importância do estudo da dispersão larval se dá pelo fato de que uma vez que estas larvas tendem a ser as primeiras a terem sido postas no substrato, elas são portanto, as mais velhas, e oferecem a fonte mais acurada para a estimativa do IPM. Este fato serve para reforçar a importância da busca destas larvas dispersantes em casos de Entomologia Forense, em que a coleta de insetos imaturos deve abranger uma área de alguns metros ao redor do cadáver (GREENBERG, 1990a).

## 6.5. COLONIZAÇÃO

A atratividade moscas fêmeas grávidas ao substrato ocorre simultaneamente por várias espécies e a colocação inicial de ovos e larvas pode fornecer pistas químicas e visuais para que outras fêmeas, da mesma e de outras espécies, sigam este comportamento (BRODIE et al., 2014). O mesmo autor estabeleceu que a visitação de fêmeas tanto grávidas quanto não grávidas eram capazes de gerar estímulos sobre outras fêmeas, indicando que as pistas semioquímicas liberadas não eram especificamente um feromônio de oviposição, como proposto anteriormente por Wetheim et al. (2005) e Wicker-Thomas (2007), mas sim feromônios de alimentação.

A chegada de moscas adultas ocorre alguns minutos após a morte (VASCONCELOS et al. 2013a). No presente trabalho, o processo de colonização ocorreu desde o primeiro dia em três das quatro famílias e desde o segundo para todas, mostrando que houve co-ocorrência de larvas das quatro famílias durante praticamente todo o experimento de campo.

Vários registros na literatura apontam para a presença de adultos e/ou oviposição desde o primeiro dia pós-morte apenas para a família Calliphoridae. Voss et al. (2009) demonstraram que adultos de três famílias: Calliphoridae, Muscidae e Sarcophagidae foram capturados nos primeiros três dias de decomposição, porém apenas califorídeos foram capazes de colonizar as carcaças neste período. Watson e Carlton (2003) também registraram adultos de Calliphoridae desde o primeiro dia da decomposição, mas larvas foram registradas apenas a partir do segundo, enquanto adultos de Muscidae foram registrados a partir do terceiro dia e larvas a partir do 13º dia. Matuszewski et al. (2011) também mostram resultados semelhantes, em que adultos de Calliphoridae foram coletados no primeiro dia e suas larvas no segundo, enquanto muscídeos e fanídeos somente a partir do sexto e nono dia, respectivamente. Estes estudos, no entanto, não foram realizados em regiões tropicais, de modo que a atratividade a moscas pode ter sido atrasada.

A colonização simultânea por várias espécies deixa as carcaças com grandes massas larvais, e esta agregação por sua vez, altera o comportamento dos imaturos. Das consequências geradas pela agregação larval, destacam-se a geração de calor, que interfere no metabolismo das larvas (CHARABIDZE et al., 2011) e a competição alimentar, que pode limitar a quantidade de recurso destinado a cada larva individualmente, gerando indivíduos com menor peso (SHIAO, YEH, 2008).

A competição direta pelo recurso pode não implicar necessariamente uma menor taxa de sobrevivência (VON ZUBEN et al. 2001), onde quando testadas colônias de 100 a 2.000 indivíduos de *C. megacephala*, a taxa de sobrevivência caiu de 73% para pouco mais de 10%,

entre a abundância mínima e máxima testadas. Ao testar a competição entre espécies de mais de uma família ao mesmo tempo, Ives (1991) mostrou ainda que a competição é maior entre larvas das diferentes famílias que dentre as da mesma família.

No presente trabalho a espécie *C. albiceps* merece destaque por representar 23 % das capturas de moscas adultas e quase 66% dentre todas as colonizadoras, dispersantes ou não. A capacidade predatória das suas larvas, previamente abordada por Von Zuben et al. (2001), pode ser um indício de que a predação de outras espécies possa explicar a proporção tão alta de *C. albiceps* sobre todas as outras moscas.

O hábito predador de *C. albiceps* pode apresentar ainda preferência por determinadas espécies como demonstrado por Faria et al. (1999), que testaram a predação de *C. albiceps* sobre os califorídeos *C. macellaria*, *C. megacephala* e *C. putoria*, e mostraram que quando testadas par a par, ou quando todas juntas, *C. macellaria* foi sempre mais predada. Este fato tem implicações diretas na capacidade invasiva da espécie no continente americano, uma vez que há preferência por *C. macellaria*, uma espécie nativa.

Estudos de campo sobre colonização, competição e predação larval são difíceis de serem executados e portando existem poucos registros na literatura. O presente trabalho fez o primeiro esboço de como ocorrem estes processos na Caatinga, com suas condições bióticas e abióticas extremas, mas várias questões relacionadas como a colonização e a dispersão larval noturnas não puderam ser elucidadas por questões de logística. Estudos posteriores são necessários para responder a estas questões e ajudar a formar dados iniciais para a aplicabilidade da Entomologia Forense no Nordeste.

## 7. CONCLUSÕES

- A atividade de voo de moscas necrófagas na caatinga segue o modelo de outros ambientes, sendo prioritariamente diurna;
- A quantidade de fêmeas adultas foi muito maior que a de machos, reforçando a ideia de que a atratividade das carcaças é diferente para machos e fêmeas, mesmo em um ambiente inóspito, com baixa oferta natural de matéria orgânica em decomposição;
- Embora tenha sido mostrada pela primeira vez a captura noturna de moscas necrófagas adultas na Caatinga, outras atividades como a colonização e a dispersão larval neste período ainda permanecem inexploradas;
- A grande quantidade do califorídeo *C. albiceps* dentre as moscas adultas, dispersantes e colonizadoras, mostra que a espécie já está adaptada às condições semiárido brasileiro e pode estar ocupando o nicho de espécies nativas como a *C. macellaria*, indicando a possibilidade de futuras extinções locais da espécie nativa;
- Sarcófagídeos e muscídeos colonizam o recurso desde a fase inicial de decomposição, estando presentes desde o primeiro dia de exposição, mostrando que pelo menos para o bioma da Caatinga, espécies dessas famílias podem ser usadas para estimar o Intervalo Pós-Morte;
- Todas as espécies de califorídeos registradas já haviam sido previamente registradas no bioma, o que traduz uma grande sobreposição de espécies no bioma e a impossibilidade da utilização de alguma espécie como indicadora do bioma.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AAK, A.; KNUDSEN, G. Sex differences in olfaction-mediated visual acuity in blowflies and its consequences for gender-specific trapping. **Entomologia Experimentalis et Applicata**. Vol. 139, p. 25-34. 2011.

ALVARES, C. A. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**. Vol. 22, p. 711-728. 2014.

ALVES, A. C. F. Diptera (Insecta) associados a carcaças de suínos em área de Caatinga. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal da Paraíba. 2013.

AMENDT, J.; CAMPOBASSO, C. P.; GOFF, M. L.; GRASSBERGER, M. **Current Concepts in Forensic Entomology**. New York: Springer, 2010. 376 p.

ANDERSON, G. S. Comparison of decomposition rates and faunal colonization of carrion in indoor and outdoor environments. **Journal of Forensic Sciences**. Vol. 56 (1), p. 136-142. 2011.

ANDERSON, G. S.; LAERHOVEN, L. V. Initial studies on insect succession on carion in Southwestern British Columbia. **Journal of Forensic Sciences**. Vol. 41, p. 617-625. 1996.

ANDRADE, H. T. A.; VARELA-FREIRA, A. A.; BATISTA, M. J. A.; MEDEIROS, J. F. Calliphoridae (Diptera) coletados em cadáveres humanos no Rio Grande do Norte. **Neotropical Entomology**. Vol. 34 (5), p. 855-856. 2005.

ANDRADE, J. B.; ROCHA, F. A.; RODRIGUES, P.; ROSA, G. S.; FARIA, L. D. B.; VON ZUBEN, C. J.; ROSSI, M. N.; GODOY, W. A. C. Larval dispersal and predation in experimental populations of *Chrysomya albiceps* and *Cochliomyia macellaria* (Diptera: Calliphoridae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. Vol. 97 (8), p. 1137-1140. 2002.

APAC - Agência Pernambucana de Águas e clima. **Monitoramento Hidrológico**. Acessível em <[www.apac.pe.gov.br](http://www.apac.pe.gov.br)>. Acessado em 15 de novembro de 2014. 2014.

ARCHER, M. S.; ELGAR, M. A. Effects of decomposition on carcass attendance in a guild of carrion-breeding flies. **Medical and Veterinary Entomology**. Vol. 17, p. 263-271. 2003.

AVANCINI, R. M. P.; LINHARES, A. X. Selective attractiveness of rodent-baited traps for female blowflies. **Medical and Veterinary Entomology**. Vol. 2 (1), p. 73-76. 1988.

AZWANDI, A.; KETERINA, N. H.; OWEN, L. C.; NURIZZATI, M. D.; OMAR, B. Adult carrion arthropod community in a tropical rainforest of Malaysia: Analysis on three

common forensic entomology animal models. **Tropical Biomedicine**. Vol. 30 (3), p. 481-494. 2013.

BARBOSA, R. R. B.; MELLO-PATIU, C. A.; URUHAY-RODRIGUES, A.; BARBOSA, C. G.; QUEIROZ, M. M. C. Temporal distribution of ten calyptrate dipteran species of medicolegal importance in Rio de Janeiro, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. Vol. 105 (2), p. 191-198. 2010.

BATISTA-DA-SILVA, J. A.; MOYA-BORJA, G. E.; MELLO, R. P.; QUEIROZ, M. M. C. Abundance and richness of Calliphoridae (Diptera) of public health importance in the Tinguá Biological Reserve, Nova Iguaçu (RJ), Brazil. **Entomotropica**. Vol. 26 (3), p. 137-142. 2011.

BRAACK, L. E. O. Community dynamics of carrion-attendant arthropods in tropical African woodland. **Oecologia**. Vol. 72, p. 402-409. 1987.

BRODIE, B. S.; WONG, W. H. L.; VANLAERHOVEN, S.; GRIES, G. Is aggregated oviposition by the blow flies *Lucilia sericata* and *Phormia regina* (Diptera: Calliphoridae) really pheromone-mediated? **Insect Science**. Vol. 00, p. 1-10. 2014.

BULLOCK, S. H.; MOONEY, H. A.; MEDINA, E. **Seasonally dry tropical forests**. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. 450 p.

BYRD, J. M.; CASTNER, J. L. **Forensic entomology: the utility of arthropods in legal investigations**. 2<sup>o</sup> ed. New York: CRC, 2010. 681 p.

CALDAS, A.; ALMEIDA, J. R.; A'ALMEIDA, J. M. Family composition of Muscoidea communities in adjacent areas of secondary tropical forest and pasture field in Rio de Janeiro, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**. Vol. 16 (3), p. 899-904. 1999.

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

CARMO, R. F. R.; VASCONCELOS, S. D. First record of the blow fly *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae) on a Southern Atlantic island: implications for disease transmission in a protected environment. **Journal of Vector Ecology**. Vol. 39, p. 228-230. 2014.

CARTER, D. O.; YELLOWLEES, D.; TIBBETT, M. Cadaver decomposition in terrestrial ecosystems. **Naturwissenschaften**. Vol. 94, p. 12-24. 2007.

CARVALHO, A. R.; D'ALMEIDA, J. M.; MELLO, R. P. Uma revisão sobre himenópteros parasitóides de moscas sinantrópicas, seus principais hospedeiros e habitats no Brasil. **Entomologia Y Vectores**. Vol.10 (2), p.237-253. 2003.

CARVALHO, C. J. B.; COURI M. S.; PONT, A. C.; PAMPLONA D.; LOPES S. M. A Catalogue of the Muscidae (Diptera) of the Neotropical Region. **Zootaxa**. Vol. 860, p. 1-282. 2005.

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**. Vol. 52 (3), p. 390-406. 2008.

CARVALHO, C. J. B.; RAFAEL, J. A.; COURI, M. S.; SILVA, V. C. DIPTERA IN: RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO, C. J. B.; CASARI, S. A.; CONSTANTINO R. (Editores). **Insetos do Brasil, Diversidade e Taxonomia**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2012. 810 p.

CARVALHO, C. J. B; RIBEIRO, P. B. Chave de identificação das espécies de Calliphoridae (Diptera) do sul do Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**. Vol. 9, p. 169-173. 2000.

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

CHESF - Companhia Hidro Elétrica do São Francisco. Disponível em: <[www.chesf.gov.br](http://www.chesf.gov.br)>. Acessado em 20 de novembro de 2014.

CONVEY, P.; KEY, R. S.; KEY, R. J. D. The establishment of a new ecological guild of pollinating insects on sub-Antarctic South Georgia. **Antarctic Science**. Vol. 22 (5), p. 508-512. 2010.

CORRÊA, E. C.; KOLLER, W. W.; BARROS, A. T. M. Abundância relativa e sazonalidade de espécies de *Chrysomya* (Diptera: Calliphoridae) no Pantanal Sul-Mato-Grossense, Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**. Vol. 19 (2), p. 85-88. 2010.

D'ALMEIDA, J. M.; ALMEIDA, J. R. Nichos tróficos em dípteros caliptrados, no Rio de Janeiro, RJ. **Revista Brasileira Biologia**. Vol. 58, p. 563-570. 1998.

DAVIDOWITZ, G.; D'AMICO, L. J.; NIJHOUT, H. F. Critical weight in the development of insect body size. **Evolution and Development**. Vol. 5, p. 188-197. 2003.

DEKEIRSSCHIETER, J.; VERHEGGEN, F. J.; GOHY, M.; HUBRECHT, F.; BOURGUIGNON, L.; LOGNAY, G.; HAUBRUGE, E. Cadaveric volatile organic compounds released by decaying pig carcasses (*Sus domesticus* L.) in different biotopes. **Forensic Science International**. Vol. 189, p. 45-53. 2009.

DENNO, R. F.; COTHRAN, W. R. Niche relationships of a guild of necrophagous flies. **Annals of Entomological Society of America**. Vol. 68 (4), p. 741-754. 1975.

DENNO, R. F.; COTHRAN, W. R. Competitive interactions and ecological strategies of sarcophagid and calliphorid flies inhabiting rabbit carrion. **Annals of Entomological Society of America**. Vol. 69 (1), p. 109-113. 1976.

DUNLAP, J. C. Molecular bases for circadian clocks. **Cell**. Vol. 96, p. 271-290. 1999.

DUPONT, F. Y. F.; CHAMPLAIN, D. L.; CYRILLE, A. A. J.; FELIX, B. B. C. A preliminar study of arthropod associated with carrion in Yaounde, Cameroon: A first step in forensic entomology in Central Africa. **Journal of Ecology and the Natural Environment**. Vol. 3 (6), p. 215-220. 2011.

FARIA, L. D. B.; GODOY, W. C. A. Prey choice by facultative predator larvae of *Chrysomya albiceps* (Diptera: Calliphoridae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. Vol. 96 (6), p. 875-878. 2001.

FARIA, L. D. B.; ORSI, L.; TRINCA, L. A.; GODOY, W. C. A. Larval predation by *Chrysomya albiceps* on *Cochliomyia macellaria*, *Chrysomya megacephala* and *Chrysomya putoria*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**. Vol. 90, p. 149-155. 1999.

FERRAZ, M. V. Larval and pupal periods of *Peckia chrysostoma* and *adiscochaeta ingens* (Diptera: Sarcophagidae) reared under laboratory conditions. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. Vol. 90 (5), p. 611-614. 1995.

FERREIRA, M. J. M.; LACERDA, P. V. Muscóides sinantrópicos associados ao lixo urbano em Goiânia, Goiás. **Revista Brasileira de Zoologia**. Vol. 10 (2), p. 185-195. 1993.

GENNARD, D. E. **Forensic Entomology: An Introduction**. 1° ed. West Sussex: 2007. 232p.

GEORGE, K. A.; ARCHER, M. S.; TOOP, T. Abiotic environmental factors influencing blowfly colonization. **Forensic Science international**. Vol. 229, p. 100-107. 2013.

GEORGE, K. A.; ARCHER, M. S.; TOOP, T. Effects of bait age, larval chemical cues and nutrient depletion on colonization by forensically important calliphorid and sarcophagid flies. **Medical and Veterinary Entomology**. Vol. 26, p. 188-193. 2012.

GOFF, M. L. Early post-mortem changes and stages of decomposition in exposed cadavers. **Experimental and Applied Acarology**. Vol. 49, p. 21-36. 2009.

GOFF, M. L.; CAMPOBASSO, C. P.; GHERARDI, M. Forensic implications of myiasis. In: AMENDT, J.; CAMPOBASSO, C. P.; GOFF, M. L.; GRASSBERGER, M. **Current concepts in Forensic Entomology**. New York: Springer, 2010. 376 p.

GOMES, L.; GOMES, G.; VON ZUBEN, C. J. The influence of temperature on the behavior of burrowing in larvae of the blowflies, *Chrysomya albiceps* and *Lucilia cuprina*, under controlled conditions. **Journal of Insect Sciences**. Vol. 9 (14), p. 01-06. 2011.

GRASSBERGER, F.; FRANK, C. Initial study of arthropod succession on pig carrion in a central european urban habitat. **Journal of Medical Entomology**. Vol. 41 (3), p. 511-523. 2004.

GREENBERG, B. Behavior of Postfeeding Larvae of Some Calliphoridae and a Muscid (Diptera). **Annals of Entomological Society of America**. Vol. 83 (6), p. 1210-1214. 1990a.

GREENBERG, B. Nocturnal oviposition behavior of blow flies (Diptera: Calliphoridae). **Journal of Medical Entomology**. Vol. 27 (5), p. 807-810. 1990b.

GRISALES, D.; RUIZ, M.; VILLEGAS, S. Insects associated with exposed decomposing bodies in the Colombian Andean coffee region. **Revista Brasileira de Entomologia**. Vol. 54 (4), p. 637-644. 2010.

GUIMARÃES, J. H.; PAPAVERO, N. **Myiasis in man and animals in the Neotropical region**. São Paulo: Plêiade (FAPESP), 1999. 308 p.

GUIMARÃES, J. H.; PRADO, A. P.; LINHARES, A. X. Three newly introduced blowfly species in Southern Brazil (Diptera: Calliphoridae). **Revista Brasileira de Entomologia**. Vol. 22, p. 53-60. 1978.

HANSKI, I. Carrion fly community dynamics: patchiness, seasonality and coexistence. **Ecological Entomology**. Vol. 12 (3), p. 257-266. 1987.

HARMER, S. L.; PANDA, S.; KAY, S. A. Molecular bases of circadian rhythms. **Annual Review of Cell and Developmental Biology**. Vol. 7, p. 215-253. 2001.

HAUFF, S. N. Representatividade do sistema nacional de unidades de conservação na Caatinga. **PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento**. Brasília, 2010. 54 p.

HAYES, E. J.; WALL, R.; SMITH, E. Mortality rate, reproductive output, and trap response bias in populations of the blowfly *Lucilia sericata*. **Ecological Entomology**. Vol. 24, p. 300-307. 1999.

HEWITT, C. G. The Structure, development, and bionomics of the house-fly, *Musca domestica*, Linn: Part II: The breeding habits, development, and the anatomy of the larva. **Journal of Cell Science**. Vol. 52 (4), p. 495-549. 1908.

HOMBERG, U. Multisensory processing in the insect brain. In: Christensen, T. A. (Editor). **Methods in Insect Sensory Neuroscience**. 1° ed. Boca Raton: CRC Press, 2005. 464p.

HORENSTEIN, M. B.; LINHARES, A. X.; FERRADAS, B. R.; GARCÍA, D. Decomposition and dipteran succession in pig carrion in central Argentina: ecological aspects

and their importance in forensic science. **Medical and Veterinary Entomology**. Vol. 24 (1), p. 16-25. 2010.

IGBE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Biomas do Brasil, primeira aproximação**. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em <www.ibge.gov.br>. Acessado em 05 de janeiro de 2015.

IVES, A. R. Aggregation and coexistence in a carrion fly community. **Ecological Monographs**. Vol. 61 (1), p. 75-94. 1991.

JANSEN, D. H. Tropical dry forests. In: Wilson, W. O.; Peter, F. M. (Editores). **Biodiversity**. Washington: National Academy Press, 1988. 518 p.

KASPER, J.; MUMM, R.; RUTHER, J. The composition of carcass volatile profiles in relation to storage time and climate conditions. **Forensic Science International**. Vol. 223, p. 64–71. 2012.

KIRKPATRICK, R. S. Nocturnal light and temperature influences on necrophagous, carrion-associating blow fly species (Diptera: Calliphoridae) of forensic importance in central Texas. **Tese de Doutorado**. Texas A & M University. 2004.

KOLLER, W. W.; BARROS, A. T. M.; CORRÊA, E. C. Abundance and seasonality of *Cochliomyia macellaria* (Diptera: Calliphoridae) in Southern Pantanal, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia**. Vol. 20 (1), p. 27-30. 2011.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Editora Justus Perthes, 1928. Mapa 150cm x 200cm.

KOSMANN, C.; MELLO, R. P.; HARTERREINTEN-SOUZA, E. S.; PUJOL-LUZ, J. R. A List of current valid blow fly names (Diptera: Calliphoridae) in the Americas south of Mexico with key to the Brazilian species. **EntomoBrasilis**. Vol. 6 (1), p. 74-85. 2013.

CHARABIDZE, D.; BOUREL, B.; GOSSET, D. Larval-mass effect: Characterization of heat emission by necrophagous blowflies (Diptera: Calliphoridae) larval aggregates. **Forensic Science International**. Vol. 211 (1), p. 61-66. 2011.

LEANDRO, M. J. F.; D'ALMEIDA, J. M. D. Levantamento de Calliphoridae, Fanniidae, Muscidae e Sarcophagidae em um fragmento de mata na Ilha do Governador, Rio de Janeiro, Brasil. **Iheringia Série Zoológica**. Vol. 35 (4), p. 377-381. 2005.

LEFEBVRE, F. PASQUERAULT, T. Temperature-dependent development of *Ophyra aenescens* (Wiedemann, 1830) and *Ophyra capensis* (Wiedemann, 1880) (Diptera, Muscidae). **Forensic Science International**. Vol. 139, p. 75-79. 2004.

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

LEWIN, A. J.; BENBOW, M. E. When entomological evidence crawls away: *Phormia regina* en masse larval dispersal. **Journal of Medical Entomology**. Vol. 48 (6), p. 112-1119. 2011.

MATUSZEWSKI, S.; BAJERLEIN, D.; KONWERSKI, S.; SZPILA, K. Insect succession and carrion decomposition in selected forests of Central Europe. Part 3: Succession of carrion fauna. **Forensic Science International**. Vol. 207, p. 150-163. 2011.

MANGAÑA, C.; ANDARA, C.; CONTRERAS, M. J.; CORONADO, A.; GUERRERO, E. Estudio preliminar de la fauna de insectos asociada a cadáveres em Maracay, Venezuela. **Entomotropica**. Vol. 21 (1), p. 53-59. 2006.

MARCHIORI, C. H. Biologia de *Fannia pusio* (WIEDEMANN, 1830) (Diptera: fanniidae), em laboratório. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Estadual de Campinas. 1993.

MARTÍN-VEGA, D.; BAZ, A. Sex-biased captures of sarcosaprophagous Diptera in carrion-baited traps. **Journal of Insect Science**. Vol. 13 (14), p. 1-12. 2013.

MEGYESI, M. S.; NAWROCKI, S. P.; HASKELL, N. H. Using accumulated degree-days to estimate the postmortem interval from decomposed human remains. **Journal of Forensic Sciences**. Vol. 50 (3), p. 618-626. 2005.

MEIER, R.; KOTRBA, M.; FERRAR, P. Ovoviviparity and viviparity in Diptera. **Biological Reviews**. Vol. 74, p. 199-258. 1999.

MILES, L.; NEWTON, A. C.; DEFRIES, R. S.; RAVILIOUS, C.; MAY, I.; BLYTH, S.; KAPOV, V.; GORDON, J. E. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. **Journal of Biogeography**. Vol. 33, p. 491-505. 2006.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Biodiversidade Brasileira: Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros**. Brasília, 2002. 404 p.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Unidades de conservação e Terras indígenas do Bioma Caatinga**. 2008. Acessível em <[www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br)>. Acessado em 05 de janeiro de 2015.

MOHR, R.; TOMBERLIN, J. K. Development and validation of a new technique for estimation a minimum postmortem interval using adult blow fly (Diptera: Calliphoridae) carcass attendance. **International Journal of Legal Medicine**. Vol. 128 (6), p. 1-10. 2014.

MORETTI, T. A.; BONATO, V.; GODOY, W. A. C. Determining the season of death from the family composition of insects infesting carrion. **European Journal of Entomology**. Vol. 108, p. 211-218. 2011.

MORETTI, T. C.; GODOY, W. A. C. Spatio-temporal dynamics and preference for type of bait in necrophagous insects, particularly native and introduced blow flies (Diptera: Calliphoridae). **Journal of Medical Entomology**. Vol. 50 (2), p. 415-424. 2013.

MORETTI, T. C.; RIBEIRO, O. B.; THYSSEN, P. J.; SOLIS, D. R. Insects on decomposing carcasses of small rodents in a secondary forest in southeastern Brazil. **European Journal of Entomology**. Vol. 105, p. 691-696. 2008.

MOURA, M. O. Variação espacial como mecanismo promotor da coexistência em comunidades de insetos necrófagos. **Revista Brasileira de Zoologia**. Vol. 21 (3), p. 409-419. 2004.

MOURA, M. O.; CARVALHO, C. J. B.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. A preliminary analysis of insects of medico-legal importance in Curitiba, state of Paraná. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. Vol. 92 (2), p. 269-274. 1997.

MURPHY, P. G.; LUGO, A. E. Ecology of tropical dry forest. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**. Vol. 17, p. 67-88. 1986.

NAZNI, W. A.; NOORAIDAH, H.; JEFFERY, J.; AZAHARI, A. H., MOHD NOOR, I.; SADIYAH, I.; LEE, H. L. Distribution and abundance of diurnal and nocturnal dipterous flies in the Federal Territory, Putrajaya. **Tropical Biomedicine**. Vol. 24 (2), p. 61-66. 2007.

NAZNI, W. A.; SELEENA, B.; LEE, H. L.; JEFFERY, J.; ROGAYAH, T. A. T.; SOFIAN, M. A. Bacteria fauna from the house fly, *Musca domestica* (L.). **Tropical Biomedicine**. Vol. 22 (2), p. 225-231. 2005.

NUORTEVA, P. Sarcosaprophagous insects as forensic indicators. In: Tedeschi, C. G.; Tedeschi, L. G.; Eckert, W. G. (Editores). **Forensic Medicine: a Study in Trauma and Environmental Hazards**. Philadelphia. Volume 2. New York: W. B. Saunders Company, 1977. 1680 p.

OGHALE, O. O.; EBUBE, C. A.; OLUCHI, U. O. Parasitic load on *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) from different synanthropic environments in Umuahia metropolis. **Journal of Public Health and Epidemiology**. Vol. 5 (8), p. 309-312. 2013.

OLIVEIRA, T. C.; VASCONCELOS, S. D. Insects (Diptera) associated with cadavers at the Institute of Legal Medicine in Pernambuco, Brazil: Implications for forensic entomology. **Forensic Science International**. Vol. 198, p. 97-102. 2010.

PAPE, T.; THOMPSON, F. C. (Editores). **Systema Dipteroorum**. Versão 1.5, 2013. Disponível em: <<http://www.diptera.org/>>. Acessado em 27 de dezembro 2014.

PÉREZ, S. P.; DUQUE, P.; WOLFF, M. Successional behavior and occurrence matrix of Carrion-Associated in Urban Area of Medellín, Colombia. **Journal of Forensic Sciences**. Vol. 50 (2), p. 1-7. 2005.

POUNDER, D. J. Forensic entomo-toxicology. **Journal of the Forensic Science Society**. Vol. 31 (4), p. 469. 1991.

PUJOL-LUZ, J. R.; ARANTES, L. C.; CONSTANTINO, R. Cem anos da entomologia forense no Brasil (1908-2008). **Revista Brasileira de Entomologia**. Vol. 52 (4), p. 485-492. 2008.

QUEIROZ, M. M C. Temperature requirements of *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819) (Diptera, Calliphoridae) under Laboratory Conditions. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. Vol. 91 (6), p. 785-788. 1996.

RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO, C. J. B.; CASARI, S. A.; CONSTANTINO, R. **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2012. 810p.

REIBE, S.; MADEA, B. How promptly do blowflies colonise fresh carcasses? A study comparing indoor with outdoor locations. **Forensic Science International**. Vol. 195, p. 52-57. 2010.

REIS, S. F.; STANGENHAUS, G.; GODOY, A. C.; VON ZUBEN, C. J.; RIBEIRO, O. B. Variação em caracteres bionômicos em função de densidade larval em *Chrysomya megacephala* e *Chrysomya putoria* (Diptera: Calliphoridae). **Revista Brasileira de Entomologia**. Vol. 38, p. 33-34. 1994.

RIBEIRO, N. M. D. Decomposição e sucessão entomológica em carcaças de suínos expostas em área de cerrado e mata ciliar no Sudeste brasileiro. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Estadual de Campinas. 2003.

RICHARDS. E. N.; GOFF, M. L. Arthropod succession on exposed carrion in three contrasting tropical habitats on Hawaii Island, Hawaii. **Journal of Medical Entomology**. Vol. 34 (3), p. 328-339. 1997.

ROSA, T. A.; BABATA, M. L. Y.; SOUZA, C. M.; SOUSA, D.; MELLO-PATIU, C. A.; VAZ-DE-MELLO, F. Z.; MENDES, J. Arthropods associated with pig carrion in two vegetation profiles of Cerrado in the state of Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**. Vol. 55, p. 424-434. 2011.

SALGADO, R. L. O. Dipterofauna necrófaga associada a carcaças de suínos em decomposição em uma área de Caatinga de Pernambuco. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal de Pernambuco. 2014.

SANTOS, J. C.; LEAL, I. R.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S.; FERNANDES, G. W.; TABARELLI, M. Caatinga: the scientific negligence experienced by a dry tropical forest. **Tropical Conservation Science**. Vol. 4 (3), p. 276-286. 2011.

SAUNDERS, D. S. **An introduction to biological rhythms**. Glasgow: Blackie, 1977. 170p.

SAVAGE, J. Cleaning up the World: Dipteran decomposers. **Biodiversity**. Vol. 3 (4), p. 12-15. 2002.

SHARPET, P. J. H.; DEMICHELE, D. W. Reaction kinetics of poikilotherm development. **Journal of Theoretical Biology**. Vol. 64 (4), p. 649-670. 1977.

SHIAO, S. F.; YEH, T. C. Larval competition of *Chrysomya megacephala* and *Chrysomya rufifacies* (Diptera: Calliphoridae): Behaviour and Ecological studies of two blow fly species of Forensic significance. **Journal of Medical Entomology**. Vol 45 (4), p. 785-799. 2008.

SILVA, K. A.; ARAÚJO, E. L.; , E. M. N. Estudo florístico do componente herbáceo e relação com solos em áreas de Caatinga do embasamento cristalino e bacia sedimentar, Petrolândia, PE, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**. Vol. 23 (1), p. 100-110. 2009.

SIMMONS T.; CROSS, P. A.; ADLAM, R. E.; MOFFAT, C. The Influence of insects on decomposition rate in buried and surface remains. **Journal of Forensic Sciences**. Vol. 55 (4), p. 889-892. 2010.

SINGH, D.; BHARTI, M. Further observations on the nocturnal oviposition behavior of blowflies (Diptera: Calliphoridae). **Forensic Science International**. Vol. 120, p. 124-126. 2001.

SOARES, A. A.; STABILLE, S. R. Considerações gerais sobre as bases genética e molecular dos ritmos circadianos. **Arquivos da APADEC**. Vol. 8, p. 31-33. 2004.

SOARES, D. B.; NÓBREGA, R. S. Análise espacial e climatológica da ocorrência de veranicos no sertão de Pernambuco. **Revista de geografia**. Vol. 27 (1), p. 95-106. 2010.

SOARES, T. F. Padrão temporal de atividade de dípteros necrófagos (Calliphoridae) em um fragmento urbano de Mata Atlântica em Pernambuco. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal de Pernambuco. 2014.

SOUZA, A. S. B.; KIRST, F. D.; KRÜGER, R. F. Insects of forensic importance from Rio Grande do Sul state in Southern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**. Vol. 52 (4), p. 641-646. 2008.

STAMPER, T.; DAVIS, P.; DEBRY, R. W. The nocturnal ovipositing behavior of carrion flies in Cincinnati, Ohio. **Journal of Forensic Sciences**. Vol. 54 (6), p. 1450-1452. 2009.

SUKONTASON, K.; VICHAIKAT, K.; PIANGJAI, S. The first documented forensic entomology case in Thailand. **Journal of Medical Entomology**. Vol. 38, p. 746-748. 2001.

SUTHERLAND, A.; MYBURGH, J. STEYN, M. BECKER, P. J. The effect of body size on rate of decomposition in a temperate region of South Africa. **Forensic Science International**. Vol. 231, p. 257-262. 2013.

SZE, W. T.; PAPE, T.; O'TOOLE, D. K. The first blow fly parasitoid yakes a head start in its termite host (Diptera: Calliphoridae, Bengaliinae; Isoptera: Macrotermitidae). **Systematic and Biodiversity**. Vol. 6, p. 25-30. 2008.

THYSSEN, P. J. Decomposição e sucessão entomológica em carcaças de suínos (*Sus scrofa* L.) de tamanhos diferentes: Estudos em ambientes de mata natural na região de Campinas - SP. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Estadual de Campinas. 2000.

TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. **Estudo dos Insetos**. 8º ed. São Paulo: Cengage learning, 2011. 808 p.

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

URUHAY-RODRIGUES, A.; RAFAEL, J. A.; PUJOL-LUZ, J. R. Temporal distribution of blowflies of forensic importance (Diptera: Calliphoridae), in man-Size domestic pigs carcasses, in the forest Reserve Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas, Brazil. **EntomoBrasilis**. Vol. 6 (1), p. 09-22. 2013.

VASCONCELLOS, A.; ANDREAZZE, R.; ALMEIDA, A. M.; ARAUJO, H. F. P.; OLIVEIRA, E. S.; OLIVEIRA, U. Seasonality of insects in a semi-arid Caatinga of northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**. Vol. 54, p. 471-476. 2010.

VASCONCELOS, S. D.; CRUZ, T. M.; SALGADO, R. L.; THYSSEN, P. J. Dipterans associated with a decomposing animal carcass in a rainforest fragment in Brazil: notes on the early arrival and colonization by necrophagous species. **Journal of Insect Science**. Vol. 13, p. 1-11. 2013a.

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**. Vol. 11, p. 1-5. 2013b.

VASCONCELOS, S. D.; SALGADO, R. L. First record of six Calliphoridae (Diptera) species in a seasonally dry tropical forest in Brazil: evidence for the establishment of invasive species. **The Florida Entomologist**. Vol. 97, p. 814-816. 2014.

VASS A. A.; SMITH, R. R.; THOMPSON, C. V.; BURNETT, M. N.; DULGERIAN, N.; ECKENRODE, B. A. Odor analysis of decomposing buried human remains. **Journal of Forensic Sciences**. Vol. 53 (2), p. 384-391. 2008.

VELÁSQUEZ, Y. A checklist of arthropods associated with rat carrion in a montane locality of northern Venezuela. **Forensic Sciences International**. Vol. 174 (1), p. 68-70. 2008.

VERVES, Y. G. An annotated check-list of Calliphoridae (Diptera) of the Russian far East. **Far East Entomologist**. Vol. 116, p. 01-14. 2002.

VILLET, M. H. African carrion ecosystems and their insect communities in relation to forensic entomology. **Pest Technology**. Vol. 5 (1), p. 1-15. 2011.

VON ZUBEN, C. J.; VON ZUBEN, F. J.; GODOY, W. A. Larval competition for patchy resources in *Chrysomya megacephala* (Dipt, Calliphoridae): implications of the spatial distribution of immatures. **Journal of Applied Entomology**. Vol. 125, p. 537-541. 2001.

VOSS, S. C.; COOK, D. F.; DADOUR, I. R. Decomposition and insect succession of clothed and unclothed carcasses in Western Australia. **Forensic Science International**. Vol. 211, p. 67-75. 2011.

VOSS, S. C.; SPAFFORD, H.; DADOUR, I. R. Annual and seasonal patterns of insect succession on decomposing remains at two locations in Western Australia. **Forensic Science International**. Vol. 193, p. 26-36. 2009.

WAISELFISZ, J. J. **Homicídios e Juventude no Brasil**. 2014. Disponível em: <<http://www.mapadaviolencia.org.br>>. Acessado em 3 de janeiro de 2015.

WALL, R.; FISHER, P. Visual and olfactory cue interaction in resource location by the blowfly, *Lucilia sericata*. **Physiological Entomology**. Vol. 26, p. 212-218. 2001.

WATSON, D. W.; NIÑO, E. L.; ROCHON, K.; DENNING, S.; SMITH, L.; GUY, J. S. Experimental evaluation of *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) as a vector of Newcastle disease virus. **Journal of Medical Entomology**. Vol. 44 (4), p. 666-671. 2007.

WATSON, E. J.; CARLTON, C. E. Spring succession of Necrophilous Insects on wildlife Louisiana. **Journal of Medical Entomology**. Vol. 40 (3), p. 338-347. 2003.

WATSON, E. J.; CARLTON, C. E. Insect succession and decomposition of wildlife carcasses during fall and winter in Louisiana. **Journal of Medical Entomology**. Vol. 42 (2), p. 193-203. 2005.

WELLS, J. D.; INTRONA, F.; DI VELLA, G. CAMPOBASSO, C. P.; HAYES, J.; SPERLING, F. A. H. Human and insect mitochondrial DNA analysis from maggots. **Journals of Forensic Sciences**. Vol. 46 (3), p. 685-687. 2001.

WERTHEIM, B.; VAN BAALEN, E. J. A.; DICKE, M.; VET, L. E. M. Pheromone-mediated aggregation in nonsocial arthropods: an evolutionary ecological perspective. **Annual Review of Entomology**. Vol. 50, p. 321-346. 2005.

WICKER-THOMAS, C. Pheromonal communication involved in courtship behavior in Diptera. **Journal of Insect Physiology**. Vol. 53, p. 1089-1100. 2007.

WOOLDRIDGE, J.; SCRASE, L.; WALL, R. Flight activity of the blowflies, *Calliphora vomitoria* and *Lucilia sericata*, in the dark. **Forensic Science International**. Vol. 172, p. 94-97. 2007.