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

Taciano de Moura Barbosa

Diversidade e Potencial Forense de Dípteros Necrófagos (Fanniidae, Muscidae e Sarcophagidae) em Ambientes Litorâneos de Pernambuco sob Diferentes Graus de Antropização

Recife, 2015

Taciano de Moura Barbosa

Diversidade e Potencial Forense de Dípteros Necrófagos (Fanniidae, Muscidae e Sarcophagidae) em Ambientes Litorâneos de Pernambuco sob Diferentes Graus de Antropização

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

Orientador: Simão Dias Vasconcelos

Recife, 2015

Catalogação na fonte
Elaine Barroso
CRB 1728

Barbosa, Taciano de Moura
Diversidade e potencial forense de dípteros necrófagos (Faniidae, Muscidae e Sarcophagidae) em ambientes litorâneos de Pernambuco sob diferentes graus de antropização/ Taciano de Moura Barbosa– Recife: O Autor, 2015.

76 folhas : il., fig., tab.

Orientador: Simão Dias Vasconcelos

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

Inclui bibliografia e apêndices

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

595.77 CDD (22.ed.) UFPE/CCB-2015-187

Taciano de Moura Barbosa

Diversidade e Potencial Forense de Dípteros Necrófagos (Fanniidae, Muscidae e Sarcophagidae) em Ambientes Litorâneos de Pernambuco sob Diferentes Graus de Antropização

Dissertação defendida em 25/02/2015 e aprovada
pela seguinte banca Examinadora

BANCA EXAMINADORA

I Examinador: _____

Dra. Renata Antonaci Gama/UFRN

II Examinador:_____

Dra. Luciana Iannuzzi/UFPE

III Examinador: _____

Dr. José Roberto Botelho de Souza/UFPE

I Suplente: _____

Dr. Wendel José Teles Pontes/UFPE

II Suplente: _____

Dr. Gilberto Gonçalves Rodrigues/UFPE

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, por estar ao meu lado todos os dias de minha vida e proporciona-me grandes conquistas, por exemplo, o Mestrado.

À minha mãe, Maria José e ao meu querido pai, Tadeu Barbosa e as minhas irmãs por todo carinho, amor, compreensão, apoio e confiança. Sem eles nada disso seria possível.

Ao professor Simão Vasconcelos por me ajudar, apoiar e orientar sempre que precisei, e por ter sido como pai nessa trajetória científica.

À minha namorada, Cleia por sua paciência e carinho durante esses longos dois anos.

Aos meus companheiros do árduo trabalho de campo e laboratório, Rodrigo, Diego, Thiago, Leonardo, Diogo, Taynã, Marcelo, Fernanda, Lira e Anabell com os quais compartilhei momentos de alegria, e ao meu amigo Kênio Lima.

A minha turma, pelo companheirismo nesses dois últimos anos.

Ao coordenador e professor André, por ser essa pessoa tão compreensiva e comprometida com o bem estar dos discentes.

A todos os professores que colaboraram para minha formação acadêmica, com o ensino.

Ao Programa de Pós Graduação em Biologia Animal pelo suporte financeiro e oportunidade de conviver um pouco mais com a ciência.

As Doutoras, Cátia Mello-Patiu, Margareth Queiroz e Márcia Couri por sua colaboração para o meu crescimento cientifico e confirmação da identificação dos espécimes.

Por fim, agradeço à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pelo suporte financeiro e bolsa de estudo a mim concedida.

“Aquilo que Eu não sei, é a minha melhor parte!”

(Clarisse Lispector)

RESUMO

Estudos sobre dípteros necrófagos no Brasil têm revelado uma elevada riqueza de espécies associadas à decomposição de carcaças e cadáveres. Entretanto, apesar da extensão região litorânea do Brasil, inventários faunísticos nesses ambientes são negligenciados, bem como a avaliação do potencial de moscas necrófagas como indicadoras de local de morte – uma importante faceta da Entomologia. Este estudo objetivou analisar a diversidade e o potencial forense dos dípteros das famílias Fanniidae, Muscidae e Sarcophagidae em ambientes litorâneos do estado de Pernambuco sob diferentes graus de influência antrópica. As coletas foram realizadas entre julho de 2012 a agosto de 2013 em seis praias, sendo duas expostas a cada nível de impacto humano. As praias selecionadas foram: Pau Amarelo, Piedade (alta antropização), Itamaracá, Serrambi (média antropização), Carne de Vaca e Tamandaré (baixa antropização). Armadilhas suspensas iscadas com 150 g de fígado de frango ou sardinha foram mantidas em campo por 48 horas em cada expedição de coleta. Foram capturados 6.521 adultos pertencentes a 41 espécies. Sarcophagidae foi a família mais abundante com 53,5% dos indivíduos, seguida por Muscidae (36,0%) e Fanniidae 13,6%. *Atherigona orientalis*, *Peckia* (*Peckia*) *chrysostoma* e *Fannia pusio* foram as espécies mais abundantes de cada família no litoral de Pernambuco. Houve ainda o registro de espécies com potencial forense e sanitário, por causar danos à saúde de animais e de humanos ou auxiliar em questões legais, por exemplo, *Musca domestica*, *Synthesiomyia nudiseta*, *Sarcodexia lambens* e *Fannia canicularis*. Destaca-se a alta riqueza de sarcofagídeos, com 26 espécies, das quais cinco constituem novos registros para o Nordeste, além do primeiro registro de *Peckia (Peckia) villegasi* para o Brasil. Em relação ao nível de antropização, praias com menores níveis de ação antrópica concentraram 42,6% dos espécimes. Observou-se um alto número de espécies consideradas sinantrópicas, por exemplo, *M. domestica*, *P. chrysostoma*, *Ophyra chalcogaster*, *O. aenescens* e *F. pusio*. As contribuições do estudo fortalecem o conhecimento sobre a riqueza e distribuição de dípteros necrófagos na Região Neotropical e fornecem perspectivas para utilização desse grupo como bioindicadoras da qualidade ambiental.

Palavras chaves: bioindicadores, entomologia forense, Fanniidae, Muscidae, praia, Sarcophagidae

ABSTRACT

Studies on necrophagous dipterans in Brazil have revealed a high richness of species associated with decomposing carcasses and cadavers. However, despite the extension of the coastal region in Brazil, faunistic surveys in those environments are neglected, as well as the assessment of the potential of necrophagous flies as indicators of site of death – an important aspect of Forensic Entomology. This study aimed at analyzing the diversity and the forensic potential of dipterans from the families Fanniidae, Muscidae and Sarcophagidae in coastal environments in the State of Pernambuco under different degrees of anthropogenic influence. Samplings were performed between July 2012 and August 2013 in six beaches, two of each exposed to a different human impact. The beaches selected were Pau Amarelo, Piedade (high impact), Itamaracá, Serrambi (intermediate impact), Carne de Vaca and Tamandaré (low impact). Suspended traps baited with 150 g of chicken liver and or sardine were kept in the field for 48 h in each sampling expedition. 6,521 adults from 41 species were collected. Sarcophagidae was the most abundant Family with 53.5% specimens, followed by Muscidae (36.0%) and Fanniidae 13.6%. *Atherigona orientalis, Peckia (Peckia) chrysostoma* and *Fannia pusio* were the most abundant species of each family in the littoral of Pernambuco. Also, species of forensic and sanitary relevance were registered, as they cause damage to the health of humans and other animals or for their use in legal procedures, such as *Musca domestica, Synthesiomyia nudiseta, Sarcodexia lambens* and *Fannia canicularis*. Of particular importance is the high richness of flesh flies, with 26 species, of which five are new registers for the Northeastern Region and *Peckia* (*Peckia*) *villegasi* is first reported in Brazil. Regarding the level of anthropogenic influence, beaches with lower impact comprised 42.6% of all individuals. A high number of synanthropic species was related, as it is the case of *M. domestica*, *P. chrysostoma*, *Ophyra chalcogaster*, *O. aenescens* and *F. pusio*. The contribution from this study strengthens the knowledge on the richness and distribution of necrophagous dipterans in the Neotropical Region and offers some perspective on the use of those insects as bioindicators of environmental quality.

Keywords: biological indicators, forensic entomology, Fanniidae, Muscidae, beach, Sarcophagidae

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização dos municípios selecionados para a coleta dos dípteros necrófagos ao longo da costa de Pernambuco. (Go- Goiana; Ita- Itamaracá; Pa- Paulista; Jg- Jaboatão dos Guararapes; Ip- Ipojuca e Ta- Tamandaré) 20

Figura 2. Visão geral da área de coleta de dípteros necrófagos na praia de Tamandaré, PE 22

Figura 3. Visão geral da área de coleta de dípteros necrófagos na praia de Serrambi, PE 23

Figura 4. Visão geral da área de coleta de dípteros necrófagos na praia de Piedade, PE 23

Figura 5. Visão geral da área de coleta de dípteros necrófagos na praia de carne de vaca, PE 24

Figura 6. Visão geral da área de coleta de dípteros necrófagos na praia do Forte, PE 25

Figura 7. Visão geral da área de coleta de dípteros necrófagos na praia de Pau amarelo, PE 26

Figura 8. a) Modelo esquemático do *grid* amostral; b) Armadilha de Ferreira (1978) – Adaptada 27

Figura 9. Curva de acumulação espécie/amostra observada para as famílias Fanniidae, Muscidae e Sarcophagidae ao longo do litoral de Pernambuco a partir dos estimadores de riqueza *Jacknife*2 33

Figura 10. Distribuição das espécies de Fanniidae, Muscidae e Sarcophagidae ao longo de um gradiente de antropização 36

Figura11. Valores dos índices de equitabilidade de Pielou (J') e diversidade de Shannon (H') de acordo com o gradiente de antropização 37

Figura 12. Ordenação por escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS), usando distância de Bray-Curtis, das seis áreas amostradas baseando-se na abundância das espécies de Diptera (Stress = 0,01) e utilizando o fator nível de antropização 43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Abundância absoluta e frequência relativa das famílias/espécies de Diptera coletadas no litoral de Pernambuco 30-31

Tabela 2. Abundâncias absoluta e relativa das famílias por tipo de substrato e resultados do teste de Qui-quadrado 33

Tabela 3. Proporção de machos e fêmeas de adultos das famílias Fanniidae, Muscidae e Sarcophagidae, com seus respectivos valores de Qui-Quadrado e de probabilidade de erro do tipo II (*P*) 34

Tabela 4. Abundância absoluta e frequência relativa, dominância e constância de Sarcophagidae (Diptera) em Pernambuco sob diferentes níveis de antropização. (Do- dominante; Nd- não dominante) 39

Tabela 5. Espécies de Muscidae registradas sob diferentes graus de antropização, com seus respectivos valores de abundância, frequência relativa, constância e dominância (Do- Dominante; Nd- Não dominante) 40

Tabela 6. Espécies de Fanniidae registradas em praias de Pernambuco sob diferentes graus de antropização, com seus respectivos valores de abundância, frequência relativa, constância e dominância (Do - Dominante; Nd - Não dominante) 42

SUMÁRIO

1. Introdução 10
1.1.Ambientes litorâneos 10
1.2.Diversidade de diptera e sua importância como fauna necrófaga 11
1.3.Antropização e a diversidade de insetos 14
1.4.Entomologia forense ambiental 16
2. Objetivos e Hipóteses 18
2.1.Objetivo geral 18
2.2.Objetivos específicos 18
2.3.Hipóteses 18
3. Materiais e Método 20
3.1.Caracterização das áreas de coleta 20
3.2.Coleta e identificação dos indivíduos 26
3.3.Análises ecológicas e estatísticas dos dados 27
4. Resultados 30
4.1.Aspectos gerais da abundância, riqueza e diversidade 30
4.2.Influência da estação e tipo de isca sobre a diversidade 32
4.3.Proporção sexual 34
4.4.Efeito do grau de antropização 34
5. Discussão 44
5.1.Composição das assembleias de Diptera 44
5.2.Padrão de visitação e contribuições para entomologia forense e médico-sanitária 47
5.3.Composição das assembleias de dípteros necrófagos em relação ao grau de antropização 49
6. Considerações Finais 54
7. Referências Bibliográficas 55
Apêndice A 67

1. INTRODUÇÃO

1.1 AMBIENTES LITORÂNEOS

O Brasil possui uma longa extensão de áreas litorâneas, que compreende aproximadamente 8.000 km, abrangendo diversos tipos de ambientes costeiros. Destes, destacam-se praias, estuários, dunas e manguezais, os quais são muitas vezes afetados por agentes naturais como as variações relativas do nível do mar ou por intervenções antropogênicas (TESSLER & GOYA, 2005). Dentre estes ecossistemas, as praias apresentam um conjunto de características ambientais específicas como variações da temperatura do ar e da água, alta exposição ao sol, intensidade e frequência dos ventos (CORREA, 2005), o que pode influenciar a distribuição de grupos de animais, inclusive invertebrados terrestres, como os insetos da Ordem Diptera (SCHOWALTER, 2006).

Na Região Nordeste há uma extensão costeira de cerca 3.400 km, a qual abriga aproximadamente 40% da população residente da região (PINHEIRO et al., 2008; IBGE, 2010). Além disso, as belezas naturais associadas ao clima agradável transformaram as praias nordestinas em um local bastante explorado para a construção de residências, hotéis e estabelecimentos de serviço, bem como o segundo principal destino turístico do país. Recentemente, duas praias do território pernambucano, a Praia do Sancho em Fernando de Noronha e a Praia de Carneiros, em Tamandaré, foram eleitas entre as melhores do mundo segundo órgãos especializados em turismo (http://www.brasil.gov.br). A preservação das regiões costeiras agrava-se no estado de Pernambuco, o qual passou a abrigar o segundo maior complexo portuário do Brasil, uma construção de enorme transformação no ambiente costeiro e cujos impactos ambientais a médio e longo prazo são largamente ignorados. Considerando-se que as espécies de diversos táxons, inclusive dos dípteros, respondem de forma peculiar – positiva ou negativa – à presença humana, é provável que as aglomerações humanas acabem por favorecer as espécies tipicamente sinantrópicas (LINHARES, 1981).

Entretanto, dados sobre a fauna de dípteros em ambientes litorâneos ainda são escassos, e no Nordeste os dados conhecidos são provenientes de uma revisão sobre curtos estudos de campo realizados na região (VASCONCELOS & ARAUJO, 2012). Segundo esses autores, apenas 15 espécies de seis famílias foram registradas para o litoral nordestino, o que demonstra a precariedade de inventários sistematizados nesses ambientes.

1.2. DIVERSIDADE DE DIPTERA E SUA IMPORTÂNCIA COMO FAUNA NECRÓFAGA

A ordem Diptera destaca-se por apresentar uma alta diversidade com aproximadamente 160.000 espécies, agrupadas em 11.000 gêneros e 160 famílias descritas para o mundo (GULLAN & CRANSTON, 2012; THOMPSON, 2013). Na região Neotropical são conhecidas mais de 31 mil espécies distribuídas em 118 famílias (CARVALHO et al., 2012). Destas, muitas se sobressaem no escopo da Entomologia Forense, pois são frequentemente atraídas para matéria orgânica animal em decomposição, inclusive cadáveres, e fornecem informações úteis nas investigações forenses (BYRD & CASTNER, 2010). Além disso, as moscas apresentam enorme importância no campo médico-veterinário, atuando como vetores de vários patógenos e por causarem miíases em humanos e animais domésticos e selvagens (ZUMPT, 1965; GUIMARÃES & PAPAVERO, 1999).

Dentre os principais representantes necrófagos, destacam-se as famílias Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae e Fanniidae, já que são os primeiros animais a atuarem na degradação da matéria orgânica e favorecerem a ação de microrganismos (SMITH, 1986; VASCONCELOS et al., 2013). Suas espécies são atraídas pelos odores liberados no processo da decomposição, sendo capazes de localizar um recurso temporário, por exemplo, carcaças e cadáveres, poucos minutos após a morte (CAMPOBASSO et al., 2001; TOMBERLIN et al., 2011; VASCONCELOS et al., 2013).

Entretanto, apesar do aumento no número de estudos sobre diversidade de dípteros necrófagos na Região Neotropical, ainda há uma enorme escassez no conhecimento sobre distribuição e composição de assembleias de dípteros necrófagos, principalmente em alguns ambientes, como áreas litorâneas. Quando somados todos os registros sobre diversidade de dípteros necrófagos do norte do México até o sul da Argentina, relatam-se apenas 73 estudos publicados no escopo da Entomologia Forense, os quais foram provenientes de pesquisas em oito países e registram a ocorrência de 233 espécies pertencentes a oito famílias (ALVES et al., 2014). Ainda segundo esses autores, o Brasil foi o país que apresentou maior diversidade de dípteros associados à degradação de carcaças e cadáveres com 170 espécies coletadas.

Entre os dípteros associados à matéria animal em decomposição na Região Neotropical se destacam em ordem de diversidade as famílias, Sarcophagidae com 105 espécies, seguida por Muscidae (53), Calliphoridae (36) e Fanniidae (16 espécies) (ALVES et al., 2014). Dessas, Calliphoridae é mais comumente estudada (ALVES et al., 2014; VASCONCELOS & SALGADO, 2014). Tal táxon e composto pelas moscas popularmente

chamadas de varejeiras, sendo considerada uma das duas principais famílias de importância forense, em que são descritas 1.522 espécies em 109 gêneros para o mundo, com sua grande maioria distribuída para o Velho Mundo (THOMPSON, 2013). Diante desses fatos, a seguir far-se-á um breve comentário das famílias alvo do estudo, Muscidae, Sarcophagidae e Fanniidae, as quais são frequentemente associada à decomposição de carcaças e cadáveres (CENTENO et al., 2002; BARRETO et al., 2002; BARBOSA et al., 2009; BARBOSA, 2011; VASCONCELOS et al., 2013).

Muscidae se destaca por ser um táxon diverso com aproximadamente 4.500 espécies descritas, das quais 843 são conhecidas para a região Neotropical (CARVALHO et al., 2005). Seus indivíduos, de acordo com Couri e Carvalho (2005), podem ser predadores, saprófagos ou necrófagos e as larvas podem ocupar diversos habitats, dos quais se destacam matéria orgânica de origem animal. Os adultos são reconhecidos por caracteres como a ausência da série vertical de cerdas no mero, presença de caliptras e de sete pares de espiráculos abdominais (em grande parte dos gêneros), além da ausência de um par de glândulas acessórias no sistema reprodutor dos espécimes machos (COURI & CARVALHO, 2005).

No escopo da ciência veterinária os muscídeos, em conjunto com Calliphoridae, estão comumente associados a perdas econômicas, causando danos principalmente na pecuária (GRISI et al., 2002). Dentre as muitas espécies de importância veterinária se sobressaem *Stomoxys calcitrans* (Linnaeus, 1758) e *Haematobia irritans* (Linnaeus, 1758), as quais prejudicam os rebanhos bovinos, em especial no ganho de peso (GRISI et al., 2002). Além do mais, essas espécies podem atuar como transmissores de patógenos para bovinos e equinos. Por exemplo, *H. irritans*, popularmente chamada de mosca-do-chifre, pode transmitir microfilárias para bovinos enquanto as mosca-do-estábulo (*S. calcitrans*) devido seu habito hematófago pode ocasionar a anemia infecciosa nos equinos, o carbúnculo hemático (PRADO, 2004). Já a espécie *Musca domestica* Linnaeus, 1758 se destaca pela importância medico-sanitária, pois atua como vetor mecânico, de diversos microrganismos (GREENBERG, 1973; KHOOBDEL & DAVARI, 2011), e é causadora de miíases facultativas em animais e humanos (ZUMPT, 1965; FERRAZ et al., 2010; CANSI & DEMO, 2011).

No Brasil, a família é foco de estudos sobre sinantropia devido a sua alta afinidade com ambientes urbanos, principalmente as espécies do gênero *Ophyra* e *Musca* (LINHARES, 1981; COSTA et al., 2000; FIGUEROA-ROA & LINHARES, 2004). Além disso, suas espécies apresentam alta plasticidade ambiental, e habitam muitos biomas como Caatinga,

Pantanal, Mata Atlântica e Cerrado (ROSA et al., 2009; BARBOSA, 2011; ALVES et al., 2014).

Sarcophagidae apresenta-se bastante diversa com cerca de 3.100 espécies descritas, sendo que desse total mais de 800 ocorrem na Região Neotropical (PAPE et al., 2011). Esse táxon ainda exibe uma ampla diversidade de hábitos alimentares como necrófagos, coprófagos, parasitas e/ou predadores de outros insetos e muitos vertebrados (PAPE & DAHLEM, 2010). Isto faz dos sarcofagídeos objetos de diversos estudos ecológicos visando sua importância sanitária e forense (GREENBERG, 1973; BARROS et al., 2008; BARBOSA et al., 2009).

Nos Neotrópicos, os gêneros *Oxysarcodexia* e *Peckia* são os mais representativos com 83 e 69 espécies conhecidas, respectivamente (PAPE, 1996; SOARES & MELLO-PATIU, 2010; BUENAVENTURA & PAPE, 2013). Dentre os diversos gêneros, *Peckia* possui interesse forense e medico-veterinário (MOURA, 1997; BARROS et al., 2008) devido ao fato de seus espécimes obterem seus alimentos a partir de excrementos e matéria orgânica em decomposição, inclusive cadáveres (SALVIANO, 1996; CARVALHO et al., 2000). Outro fato importante da família é a presença das espécies comumente chamadas de sinantrópicas, por exemplo, *Peckia* (*Peckia*) *chrysostoma* (Wiedemann, 1830), *Peckia* (*Squamatodes*) *trivittata* (Curran, 1927), *Ravinia belforti* (Prado & Fonseca, 1932) e *Tricharaea* (*Sarcophagula*) *occidua* (Fabricius, 1794), as quais foram relatadas como espécies mais frequentes em áreas habitadas (LINHARES, 1981; OLIVEIRA et al., 2002). Em contrapartida, espécies como *Peckia* (*Patonella*) *intermutans* (Walker, 1861) estão mais associadas a ambientes preservados (LINHARES, 1981). Em relação a *P. chrysostoma* sua capacidade de adaptação se estende até ambientes de difícil acesso como ilhas oceânicas, como o arquipélago de Fernando de Noronha (COURI et al., 2008, CARMO, 2014).

Já o gênero *Oxysacordexia* se destaca por sua alta riqueza e abundância nos estudos realizados no Brasil (BARROS et al., 2008; ROSA et al., 2009; MELLO-PATIU et al., 2014). Além disso, espécies desse táxon tem potencial forense reconhecido, sendo comumente relatada nos estudos relacionados à decomposição de vertebrados (BARROS et al., 2008; ROSA et al., 2009; MELLO-PATIU et al., 2014).

No Brasil, espécies desse táxon já foram registradas nas regiões Sul, Sudeste, Centro Oeste, Norte e Nordeste (BARBOSA et al., 2009; AMAT, 2010; SILVA et al., 2010; ROSA et al., 2011; VASCONCELOS et al., 2013; ALVES et al., 2014). Sarcofagídeos apresentam uma ampla distribuição biogeográfica, sendo relatados em vários tipos de ambientes como

Mata Atlântica (VASCONCELOS et al., 2013), Cerrado (MELLO-PATIU et al., 2014), Caatinga (ALVES et al., 2014) e ambientes litorâneos incluindo ilha continental e oceânica (COURI et al., 2008; CARMO, 2014).

Fanniidae possui 320 espécies descritas, agrupadas em quatro gêneros: *Australofannia* Pont, 1977, *Euryomma* Stein, 1899, *Fannia* Robineau-Desvoidy, 1830 e *Piezura* Rondani, 1866 (PAPE et al., 2009), e está presente em quase todas as regiões biogeográficas, exceto os polos. Na Região Neotropical são registrados apenas os gêneros *Euryomma* com 10 espécies (CARVALHO et al., 2003; WENDT & CARVALHO, 2007) e *Fannia* com 76 espécies (WENDT & CARVALHO et al., 2009).

Essa família é comumente associada à decomposição de carcaças de vertebrados (BARBOSA et al., 2009; ROSA et al., 2009; ALVES et al., 2014). Além disso, possui importância medico-sanitária, em especial as espécies *Fannia scalaris* (Fabricius, 1794) e *Fannia canicularis* Linnaeus, 1761, as quais causam miíases facultativas, principalmente urogenitais, uma vez que as fêmeas são atraídas por líquidos excretados ou excreções purulentas provocadas por infecções como a gonorreia (ZUMPT, 1965; PEREZ-EID & MOUFFOK, 1999).

No Nordeste, apenas seis espécies são conhecidas para os diferentes ambientes, caatinga, fragmentos de mata atlântica e áreas litorâneas (VASCONCELOS & ARAÚJO, 2012; ALVES et al., 2014; VASCONCELOS et al., 2014). Em estudo recente, a espécie *Fannia trimaculata* (Stein, 1898) foi registrada pela primeira vez associada a cadáver (VASCONCELOS et al., 2014). Além dos mais, a família também apresenta um potencial forense para resolução de casos de negligência e maus tratos a pessoas (BENECKE, 2001). Todavia, apesar dessas características o grupo ainda é pouco estudado devido à dificuldade taxonômica e falta de taxonomistas, principalmente na região Nordeste.

1.3. ANTROPIZAÇÃO E A DIVERSIDADE DE INSETOS

A ocupação desordenada do espaço litorâneo do estado de Pernambuco, pelo turismo, construção de polos industriais ou simplesmente pelo aumento de moradias vem transformando de forma drástica esse ambiente, e reflete, em parte, uma política desenvolvimentista estatal baseada em uma ocupação desvinculada a estudos de impacto ambiental. Tal intervenção humana provoca, o surgimento de um ambiente com propriedades e habitats específicos, o ecossistema litorâneo urbano (GILBERT, 1989; FORATTINI, 1992). Para o complexo de espécies de Diptera, esse novo habitat pode favorecer espécies

sinantrópicas, bem como a inclusão de espécies exóticas e invasoras que podem competir ou mesmo deslocar espécies nativas alterando a estrutura e função desse novo ecossistema (SCHOWALTER, 2006).

Nesse contexto, a intervenção antrópica pode causar danos irreversíveis à biodiversidade, principalmente quando se trata da expansão urbana, pois esses ambientes são meios particularmente importantes para a propagação de espécies exóticas para os ecossistemas circundantes (SCHOWALTER, 2006). Tal fato foi observado para Calliphoridae, em uma área urbana da Colômbia, onde a família apresentou vasta abundância e uma baixa riqueza, em que grande parte dos espécimes pertencia a espécies exóticas do gênero *Chrysomya* (MONTOYA et al., 2009).

Fattorini (2011) observou em seu estudo na Itália que grupos de Insecta sofrem influências negativas quando expostos ao crescimento urbano exagerado, ou seja, tais insetos apresentaram um declínio na riqueza com relação à urbanização. Gibb e Hochuli (2002) também registraram alterações na assembleia de artrópodes relacionadas à fragmentação de habitats ocasionada pelo processo de urbanização na Austrália. Dentre os grupos estudados por esses autores se encontravam moscas, formigas, besouros e vespas.

Apesar da influência negativa supracitada, a ação antrópica pode beneficiar algumas espécies de Diptera, pois proporciona meios alternativos para sua alimentação e desenvolvimento de imaturos, como é o caso de certas espécies de Calliphoridae, Muscidae, Fanniidae e Sarcophagidae (LINHARES, 1981a, b). Isso devido ao fato das espécies sinantrópicas apresentarem a capacidade de convivência com a presença humana (NUORTEVA, 1963). Contudo, esse comportamento pode vir a ser prejudicial ao homem, já que muitas espécies sinantrópicas são carregadores mecânicos de patógenos, helmintos e causadores de miíases (ZUMPT, 1965; GREENBERG, 1973).

Diante dessa perspectiva alguns estudos sobre a associação das moscas com os ambientes urbanos vêm sendo realizados na América do Sul. Na Colômbia, Montoya et al. (2009) estudaram as moscas da família Calliphoridae comumente conhecida como varejeiras. Ainda na Colômbia, também foram realizados estudos sobre a sinantropia de outras famílias de dípteros necrófagos, por exemplo, Muscidae (URIBE-M et al., 2010) e Sarcophagidae (YEPES-GAURISAS et al., 2013). Já para o Chile, um dos poucos trabalhos disponíveis enfoca os califorídeos (FIGUEROA-ROA & LINHARES, 2002).

No Brasil, esses estudos vêm sendo conduzidos há mais de três décadas nas regiões Sul, Sudeste e Centro Oeste, principalmente no Paraná (FERREIRA, 1978), São Paulo

(LINHARES, 1981a,b), Minas Gerais (DIAS et al., 1984), Rio de Janeiro (D'ALMEIDA, 1984; MELLO et al., 2004), Goiânia (FERREIRA & LACERDA, 1993), Rio Grande do Sul (VIANNA et al., 1998) e envolvem as principais famílias de dípteros que exibem necrofagia, Calliphoridae, Sarcophagidae e Muscidae. Entretanto, essas pesquisas comumente focam os grandes centros urbanos e negligenciam ambientes como regiões litorâneas. Em Pernambuco onde está situado o porto do Suape, o aumento de cargas vindas de outras regiões do país e do mundo pode trazer como contaminantes, espécies de insetos exóticas que futuramente podem se tornarem invasoras.

1.4 ENTOMOLOGIA FORENSE AMBIENTAL

Nas últimas décadas com o avanço do processo de urbanização e a alta taxa de degradação ambiental vem fortalecendo a procura por indicadores biológicos da qualidade ambiental. Neste contexto, os insetos apresentam características de um bom indicador biológico, pois apresentam ciclo biológico curto e respondem rapidamente a mudanças causadas pelo homem (SILVEIRA- NETO et al., 1995; SOUSA et al., 2014), além de serem facilmente observados e quantificados (MCGEOCH, 1998). Espécies que apresentam distribuição restrita a determinados habitats ao invés dos táxons considerados generalistas são comumente priorizadas (DE CACERES & LEGENDRE, 2009). Diante dessa perspectiva, muitos grupos são comumente avaliados como possíveis bioindicadores, principalmente insetos fitófagos, como besouros (RAINIO & NIEMELÄ, 2003), formigas (SILVA, 1999) e borboletas (FURLANETTI, 2010). Contudo, não há evidências de sua utilização em casos de crimes ambientais na literatura disponível nem nos registros infracionais efetuados pela Agência Estadual do Meio Ambiente (CPRH) no estado de Pernambuco (SOARES, T. F. *comunicação pessoal*).

A necessidade de seleção de espécies animais sensíveis à influência antrópica se torna mais urgente para ambientes litorâneos, principalmente o litoral de Pernambuco que vêm passando por um desenfreado processo de desenvolvimento urbano, além de ser palco de vários crimes ambientais, por exemplo, construções irregulares e poluição dos rios que desembocam nos estuários por agrotóxicos. Para Santos (2002), dentre os problemas ambientais mais graves dos ambientes costeiros estão a expansão urbana desorganizada, o aumento no turismo e o lançamento de agrotóxico nos recursos hídricos. Isto pode ser agravado se não houver uma fiscalização rígida dos órgãos ambientais e um ordenamento baseado na legislação, das atividades que incidem no local. Essa ideia ainda é corroborada

pelo diagnóstico socioambiental da CPRH que relata a ameaça das construções irregulares e instalação de pontos comerciais nas praias, junto à reduzida faixa de cobertura vegetal presente nas planícies costeira do estado de Pernambuco.

A alteração da paisagem é visível quando se observa a quantidade de construções irregulares autuadas após sua conclusão, por exemplo, a expansão urbana no litoral sul, em especial nos municípios de Ipojuca e São José da Coroa Grande que aconteceu de forma diversa das demais áreas, com a ocorrência de ocupações informais e aterros de manguezal em áreas de preservação ambiental (http://www.cbnrecife.com; http://blogs.diariodepernambuco.com.br). Além disso, noticiou-se um caso de crime ambiental ocasionado pelo Porto de Suape, onde nos documentos de diagnóstico dos impactos ambientais do Porto, houve ausência e/ou omissão de informações sobre os possíveis danos ambientais provocados no leito marinho, o que ocasionou uma mortandade de peixe, inclusive espécies ameaçadas (http://g1.globo.com). Houve ainda o caso que ganhou repercussão nacional da Pousada Maravilha, construída irregularmente no Arquipélago de Fernando de Noronha, apesar de o mesmo ser protegido pela legislação ambiental (http://www1.folha.uol.com.br).

Diante de tantos problemas jurídicos, há um enorme campo de pesquisa a ser explorado em relação ao uso de espécies animais como bioindicadores. Supreendentemente, a Entomologia Forense Ambiental é incipiente no país, especialmente quando se considera o uso de espécies pertencentes a outras guildas, como os insetos necrófagos. Isso porque de acordo com McGeoch (1998), espécies bioindicadoras podem nos fornecer respostas sobre o estado biótico e abiótico do ambiente, indicar pistas do impacto ocasionado pelas mudanças ambientais e sugerir a diversidade de outros táxons de uma área.

Em relação ao impacto das mudanças ambientais os dípteros se destacam por apresentar espécies que apresentam distribuição restrita a áreas preservadas, por exemplo, *Mesembrinella bicolor* (Fabricius, 1805) e *Hemilucilia semidiaphana* (Rondani, 1850) (SOUSA et al., 2010; 2014), as quais podem indicar o status conservacionista de um ambiente. Além disso, espécies sinantrópicas de sarcofagídeos podem fornecer indícios de desmatamento, já que são consideradas bons indicadores para avaliar o grau de impactos antropogênicos (SOUSA et al., 2014). Alguns estudos recentes conduzidos na Região Sudeste (CABRINI et al., 2013) e Norte (SOUSA et al., 2011) estimulam a ampliação do arcabouço teórico sobre Entomologia Forense Ambiental no Nordeste, a partir de inventários faunísticos sistematizados na Região.

2. OBJETIVOS E HIPÓTESES

2.1. OBJETIVO GERAL

Inventariar as espécies de dípteros necrófagos em ambientes litorâneos de Pernambuco sob diferentes graus de antropização, com ênfase na diversidade e importância forense de espécies das famílias Fanniidae, Muscidae e Sarcophagidae, contribuindo para elucidar os padrões de distribuição dessas espécies na região Neotropical.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Inventariar as espécies necrófagas das famílias Fanniidae, Muscidae, e Sarcophagidae no litoral de Pernambuco, com ênfase na ampliação do conhecimento biogeográfico dos táxons;
- Analisar a diversidade, riqueza, abundância, frequência e dominância das espécies de dípteros necrófagos em diferentes praias tropicais, comparando as assembleias a partir de um gradiente de antropização;
- Identificar as espécies com potencial utilização em procedimentos forenses, seja como bioindicação de local de morte ou como indicadora de conservação de praias em casos de crimes ambientais;
- Contribuir para a criação de um banco de dados com espécies do território pernambucano como uma ferramenta auxiliar na utilização de insetos necrófagos como evidências criminais, enriquecendo o acervo da coleção entomológica da UFPE.

2.3. HIPÓTESES

- Praias com maior grau antropização apresentam maior riqueza de espécies, já que uma grande parte das espécies de moscas necrófagas também obtém seu alimento em aglomerações humanas (fezes, lixo);
- Das três famílias estudadas, Sarcophagidae possui a maior riqueza, devido ao elevado número de espécies descritas na Região Neotropical, comparado às demais famílias de dípteros necrófagos;

- O litoral de Pernambuco abriga espécies ainda não registradas, devido à escassez de estudos nesses ambientes;
- Ambientes menos antropizados abrigam maior número de espécies com distribuição geográfica mais limitada e, portanto com maior potencial forense para determinação de local de morte;
- A presença de espécies com hábito sinantrópico pode indicar um estado de conservação ambiental insatisfatório.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE COLETA

O estudo foi conduzido na área litorânea do estado de Pernambuco, o qual possui uma extensão de 187 km delimitando 21 municípios, e se estendendo do município de Goiana, situado no litoral norte, até São José da Coroa Grande ao sul. Para tanto, foram selecionadas seis praias ao longo da costa (Figura 1), distribuídas em três tratamentos:

- Tratamento 1- Praias sob alto nível antropização:

Litoral Norte: Praia de Pau Amarelo, município de Paulista (07°54'S; 34°50'O);

Litoral Sul: Praia de Piedade, município de Jaboatão dos Guararapes (08°09'S; 34°54'O).

- Tratamento 2- Praias sob nível intermediário de antropização:

Litoral Norte: Praia do Forte, município de Itamaracá (07°47'S; 34°50'O).

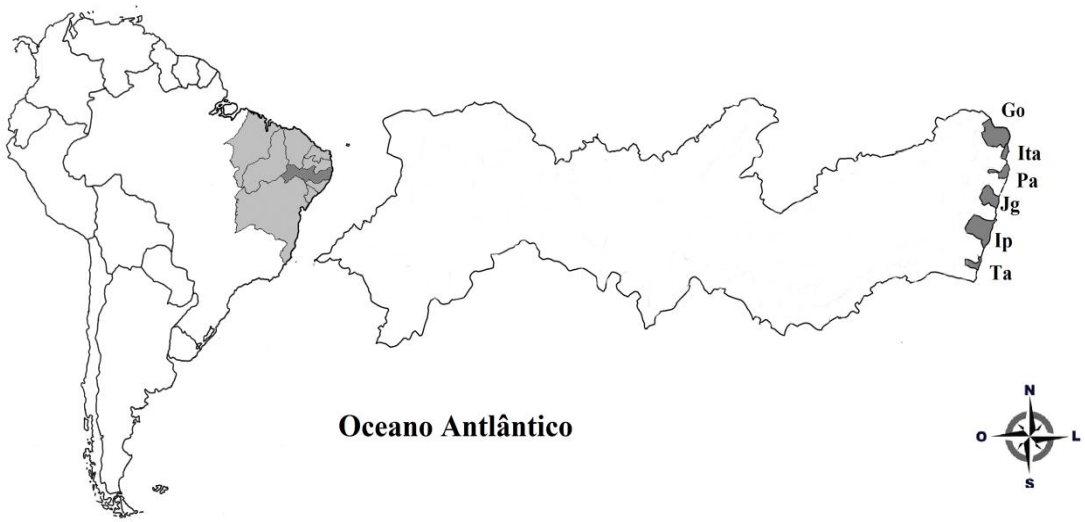
Litoral Sul: Praia de Serrambi, município de Ipojuca (08º35'S; 35º02'O).

- Tratamento 3- Praia sob baixo nível de antropização:

Litoral Norte: Praia de Carne de Vaca, município de Goiana (07°34'S; 35°49'O);

Litoral Sul: Praia de Tamandaré, município de Tamandaré (08°45'S; 35°05'O).

Figura 1. Localização dos municípios selecionados para a coleta dos dípteros necrófagos ao longo da costa de Pernambuco. (Go- Goiana; Ita- Itamaracá; Pa- Paulista; Jg- Jaboatão dos Guararapes; Ip- Ipojuca e Ta- Tamandaré).



Os tratamentos foram categorizados tomando como base o nível de antropização das respectivas praias a partir de uma série de expedições ao litoral pernambucano em 2011, e também a partir de informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Dentre estas, considerou-se a população residente, o nível de ocupação humana de cada município (densidade demográfica), o fluxo de visitação turística, a produção de lixo diretamente na praia e no seu entorno, a acessibilidade e proximidade a polos urbanos, e principalmente o perfil da área construída (casas, estabelecimentos comerciais, postos de serviço, pousadas e hotéis) próxima à orla.

Deve-se ressaltar que a classificação das praias em alta, média e baixa antropização resulta de categorizações comparativas e que correspondem essencialmente a um gradiente do mais para o menos perturbado. Naturalmente, há uma interseção dos parâmetros utilizados e outras praias de Pernambuco também podem ser identificadas por este padrão. Buscou-se contemplar a distância geográfica do extremo norte ao extremo sul do estado, a fim de abranger o máximo de paisagens peculiares ao litoral pernambucano, contemplando, neste contexto, a influência do Porto de Suape. Também foram consideradas a acessibilidade aos locais, a representatividade em uma escala local e a multiplicidade de habitats disponíveis, tendo como eixo unificador a caracterização de praia arenosa típica de grande parte do litoral do estado.

A fim de ampliar a área amostral, em cada uma das praias foram selecionados três pontos amostrais separados entre si por uma distância média de 150 metros, onde foram instaladas as armadilhas para a coleta dos dípteros. Tais pontos foram determinados por meio de aparelho de geoprocessamento e visaram aumentar a variabilidade de microhabitats que compõem cada ambiente estudado.

A seguir far-se-á uma breve descrição de cada praia:

Praia de Tamandaré: Considerada como área sob baixa influência antrópica, localiza-se no município de Tamandaré no litoral sul do estado, o qual possui uma baixa densidade populacional com aproximadamente 96,66 hab./km² (IBGE, 2010). Além do mais, a praia destaca-se por sua localização, inserida nos limites da Área de Proteção Ambiental (APA) de Guadalupe, criada pelo Decreto Estadual no. 19.635 de 13/03/1997, e na APA Marinha Costa dos Corais, criada pelo Decreto Lei de 23/10/1997.

A praia ainda apresenta poucas residências à beira mar próximas aos locais de coleta, sendo em sua maioria casas de veraneio. Na zona intertidal há presença de uma vegetação de médio/alto porte composta em quase sua totalidade por coqueiros (*Cocus nucifera*), vegetação

herbáceas e gramíneas das famílias Poaceae e Cyperaceae (Figura 2). A praia encontra-se ameaçada de urbanização, decorrente de intensa especulação imobiliária, elevado ritmo de construções civis à beira-mar e transformação de seu perfil original de veraneio para habitantes locais para um polo de turismo com ênfase no turismo nacional e internacional, com construção de resorts turísticos de luxo.

Figura 2. Visão geral da área de coleta de dípteros necrófagos na praia de Tamandaré, PE.

Praia de Serrambi: Está situada no município de Ipojuca, e apresenta densidade populacional moderada com 152,98 hab./km², sendo classificada como uma área sob ação antrópica média (IBGE, 2010). A área caracteriza-se como praia de visitação turística, com algumas residências permanentes situadas próximas à orla, mas em sua maioria formada por residências de veraneio. O local de coleta fica a aproximadamente 50 metros da zona intertidal, que apresenta formação de recifes de arenito. A vegetação local é composta principalmente por coqueiros e vegetação de pequeno porte, como convolvuláceas, ciperáceas e gramíneas (Figura 3). Além dessas, dentre as plantas da família Poaceae observou-se a ocorrência de indivíduos comumente conhecidos como carrapicho e capim-pé-de-galinha.

Figura 3. Visão geral da área de coleta de dípteros necrófagos na praia de Serrambi, PE.

Praia de Piedade: Está localizada no município de Jaboatão dos Guararapes, pertencente à Região Metropolitana do Recife; apresenta alta influência antrópica com densidade populacional de 2.491,82 hab./km² (IBGE, 2010). Além disso, possui grande quantidade de residências fixas à beira-mar, a maioria das quais consistindo de grandes edifícios o que torna o bairro de Piedade altamente suscetível ao uso desordenado do espaço urbano. Há presença de um populoso complexo de estabelecimentos comerciais, alta geração de lixo e uma vegetação parca ou inexistente ao longo da faixa de areia e da zona pós-praia (Figura 4). A faixa de areia tem sido sistematicamente reduzida pela ação da erosão, e as coletas do material biológico nesta praia foram realizadas antes do processo de adição de sedimento, conhecido como "engorda" das praias, realizado em 2013 e 2014.

Figura 4. Visão geral da área de coleta de dípteros necrófagos na praia de Piedade, PE.

Segundo Moura et al. (2011), essa praia ainda apresenta diferentes classes do lixo, sendo a maior parte composta por resíduos potencialmente recicláveis (papel, plástico, metal e

vidro). Contudo, durante a seleção das áreas de estudo também foram identificados outros tipos de resíduos como madeira, resíduos orgânicos e até mesmo entulhos provenientes da intensa atividade de construção civil no local.

Praia de Carne Vaca: Situada no município de Goiana, possui uma densidade populacional de 150,72 hab./km² (IBGE, 2010). Comparativamente, a praia é considerada como de nível baixo de antropização, onde há presença de vila de pescadores e poucas residências permanentes, estabelecimentos comerciais e de lazer ao seu redor. A área possui bancos de areia em época de maré baixa, e a água do mar é normalmente mais turva devido à proximidade da foz do Rio Goiana. Pode-se afirmar que a praia encontra-se sob ameaça de iminente descaracterização, devido ao forte investimento em polo industrial, construção de residências e estabelecimentos de serviços e comércios em sua circunvizinhança, especialmente como consequência do polo industrial recentemente inaugurado em Goiana.

Os pontos amostrais foram situados em uma área com vegetação densa composta por coqueiros e representantes das famílias Poaceae, Euphorbiaceae, Poaceae e Cyperaceae, sendo a paisagem repleta de arbustos e gramíneas que cobrem toda a área, além de baixo índice de lixo exposto, ausência de residências permanentes e estabelecimento comercias nas proximidades (Figura 5).

Figura 5. Visão geral da área de coleta de dípteros necrófagos na praia de Carne de Vaca, PE.

Praia do Forte: Está localizada a 50 km de Recife, no município de Itamaracá. O qual possui densidade populacional moderada com 328,17 hab./km² (IBGE, 2010). A ilha possui uma vegetação basicamente formada por Florestas Perenifólias de Restinga. No ambiente de

coleta a vegetação apresentou-se composta por plantas das famílias Combretaceae, Convolvulaceae e Cyperaceae.

A praia amostrada localiza-se em área aberta próxima a residências de pequeno porte, exploração em pequena escala de culturas de subsistência e, portanto considerada como área sob nível médio de antropização. Há presença de alguns estabelecimentos como restaurantes e bares a cerca de 500 m da área amostral, com visita de turistas normalmente nos finais de semana (Figura 6).

Figura 6. Visão geral da área de coleta de dípteros necrófagos na Praia do Forte, PE.

Praia de Pau Amarelo: Pertence ao município de Paulista, o qual dentre todas as áreas amostradas nesse estudo concentra a maior densidade populacional, com 3.087,66 hab./km² (IBGE, 2010), o que a classifica como altamente antropizada. Trata-se de praia tipicamente urbana; possui ao longo de sua extensão um alto número de residências permanentes, vários estabelecimentos comerciais (bares, comércio, serviços) ao longo da orla, além da presença do Forte de Pau Amarelo, construção histórica que atrai muitos turistas. Por isso, essa é uma praia altamente antropizada com acúmulo de resíduos sólidos, tráfego intenso de pessoas e veículos, além de poluição ambiental elevada (Figura 7). A faixa de areia tem diminuído consideravelmente nas últimas décadas devido ao avanço do mar e à invasão das construções humanas, aliada à ausência de medidas mitigadoras do processo erosivo.

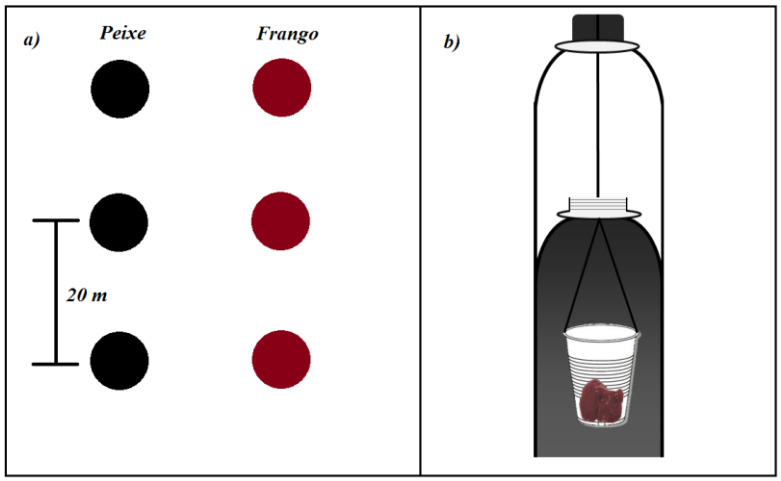
Figura 7. Visão geral da área de coleta de dípteros necrófagos na praia de Pau Amarelo, PE.

3.2. COLETA E IDENTIFICAÇÃO DOS INDIVÍDUOS

Os dípteros adultos foram coletados utilizando-se armadilhas adaptadas do modelo de Ferreira (1978), amplamente utilizadas em inventários de insetos copronecrófagos. As armadilhas foram confeccionadas a partir de garrafas do tipo PET de 2 L, explorando a atratividade das iscas e o comportamento de fototropismo positivo dos dípteros. As armadilhas foram distribuídas nos ambientes suspensas em estacas a uma altura de 60 cm do solo em forma de *grid* composto por um conjunto de seis armadilhas iscadas, dispostas no ambiente de acordo com o demonstrado na Figura 8. As iscas consistiram de 150 g de fígado de frango ou sardinha em decomposição, mantidos previamente sob temperatura de 25 ºC por 48 h, já que testes piloto indicaram um alto poder atrativo sob estas condições.

Os dípteros foram coletados em seis expedições, a fim de ampliar a representatividade dos ambientes, sendo três na estação seca (outubro a dezembro/2012) e três na estação chuvosa (julho e agosto de 2012 e julho a agosto de 2013). Em síntese, foram selecionadas duas praias por nível de antropização totalizando seis áreas. Em cada praia havia três pontos de coleta, ou seja, *grids* amostrais sendo cada grid composto por seis armadilhas. Além disso, cada praia foi amostrada em seis expedições totalizando, assim, 608 amostras independentes ao longo do experimento.

Figura 8. a) Modelo esquemático do *grid* amostral; b) Armadilha de Ferreira (1978) – Adaptada.



As armadilhas permaneceram no ambiente por 48 horas, após as quais foram recolhidas ao Laboratório de Insetos Necrófagos da Universidade Federal de Pernambuco para posterior triagem e identificação dos espécimes. Os adultos capturados foram sacrificados utilizando-se acetato de etila e conservados em etanol 70%. A identificação foi feita a partir da análise de caracteres morfológicos, além do exame da genitália dos sarcofagídeos, o qual foi conduzido com o auxílio de estereomicroscópio binocular Zeiss® com aumento de 32x. Os indivíduos identificados foram depositados na Coleção Científica da UFPE (Curadora Dra. Luciana Iannuzzi).

Para as identificações dos adultos em nível específico, utilizaram-se as chaves taxonômicas propostas por Carvalho (2002); Carvalho e Mello-Patiu (2008); Vairo et al. (2011); Buenaventura e Pape (2013); Wendt e Carvalho, (2007) e Wendt e Carvalho, (2009). Além disso, uma amostra dos exemplares foi levada ao Museu Nacional do Rio de Janeiro, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, e as identificações foram confirmadas pelas especialistas Dra. Cátia Antunes Mello-Patiu e Dra. Márcia Souto Couri.

3.3. ANÁLISES ECOLÓGICAS E ESTATÍSTICAS DOS DADOS

As análises ecológicas para avaliar a diversidade de Fanniidae, Muscidae e Sarcophagidae envolveram indicadores numéricos, como abundância, riqueza, frequência relativa, constância e dominância. A frequência relativa representa o número de indivíduos de uma espécie em relação ao número total indivíduos coletados. A constância refere-se à distribuição de cada espécie ao longo das coletas, sendo calculada pela seguinte equação: C =

P x 100 / N, onde: P = número de coletas contendo a espécie estudada; N = número total de coletas efetuadas. As espécies são classificadas em: **i)** constantes = quando presentes em mais de 50% das coletas; **ii)** acessórias = presentes entre 25% e 50% das coletas ou **iii)** acidentais = presentes em menos de 25% das coletas (SILVEIRA NETO et al., 1976). A dominância das espécies foi determinada através do cálculo limite de dominância a partir da equação: LD = (1/S) x 100, onde: LD = limite de dominância; S = número total de espécies. Este parâmetro classifica as espécies em dominantes (D), quando os valores de frequência são superiores ao limite determinado, e não-dominantes (Nd), quando os valores encontrados forem menores (*ibid.*).

Para o cálculo da diversidade e equitabilidade foram utilizados os índices de Shannon e Pielou, respectivamente. O índice de diversidade de Shannon indica a relação entre o número de espécies e a abundância de espécimes de uma comunidade (SILVEIRA NETO et al., 1976), sendo obtido através da equação:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} p_i \ln p_i$$

Onde, S = número de espécies amostradas; p_i = abundância relativa de cada espécie, sendo o número de indivíduos de uma espécie dividido pelo número total da comunidade; ln = logaritmo de base neperiana (e).

Para estimativas da equitabilidade das espécies, o índice de Pielou procura expressar, de maneira prática, se as diferentes espécies possuem um número de indivíduos semelhante ou heterogêneo, ou seja, demonstra a forma como as espécies estão distribuídas ao logo do espaço amostral (MAGURRAN, 1988), sendo representado pela equação:

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

Onde, H' é o índice de Shannon-Wiener e o H' máximo = log S.

Para a estimativa da riqueza, bem como para testar a validade do esforço amostral, utilizou-se o estimador de segunda ordem *Jackknife* 2, que leva em consideração ambos os números de espécies encontradas em apenas uma amostra (Q_1) e em precisamente duas amostras (Q_2) (MAGURRAN, 1988). Ainda segundo esses autores o índice requer dados de incidência, ou seja, presença e ausência nas unidades amostrais.

Utilizou-se o método do Qui-quadrado para testar diferenças no número de insetos atraídos por diferentes iscas (frango ou peixe) e para verificar diferenças no número de indivíduos de cada sexo, para cada espécie. O teste também foi utilizado para verificar se havia diferenças na riqueza e na abundância de indivíduos de cada espécie em cada uma das duas estações (seca e chuvosa). Por fim, realizou-se uma análise de variância (ANOVA) para

testar diferenças na riqueza e na abundância de espécimes nas praias expostas a diferentes níveis de antropização.

A composição das assembleias em praias sob cada nível de impacto humano foi comparada por meio de análises multivariadas, após a construção de matrizes de similaridade, através do índice de Jaccard, com transformação de presença/ausência a partir dos dados de abundância para cada espécie. Posteriormente, foi realizada uma análise de ordenação para destacar a variação entre as amostras considerando o fator impacto (baixo, médio e alto), sendo efetuada pelo escalonamento multidimensional (nMDS) que preserva a similaridade das amostras. Tal análise foi utilizada para visualizar graficamente a similaridade, ou seja, o agrupamento das áreas mais semelhantes a partir dos dados da riqueza e abundância.

As análises estatísticas e ecológicas foram realizadas utilizando-se os programas estatísticos Primer® 6.0, Past® 3.0 e BioEstat® 5.3. Todas as análises adotaram o nível de significância de 5%. Além disso, para a confecção dos gráficos de diversidade e equitabilidade foi utilizado o programa Excel/2010.

4. RESULTADOS

4.1. ASPECTOS GERAIS DA ABUNDÂNCIA, RIQUEZA E DIVERSIDADE

Quando combinadas todas as amostras, um total de 6.619 dípteros adultos foi registrado, pertencentes a três famílias – Fanniidae, Muscidae e Sarcophagidae. Destes, 53,51% são sarcofagídeos, 32,94% são muscídeos e 13,55%, fanídeos. Ao serem somadas, as três famílias perfazem uma riqueza total de 41 espécies (Tabela 1), das quais *Atherigona orientalis* Schiner, 1868 (Muscidae) foi a espécie mais abundante no estudo com 20,21% dos indivíduos coletados.

Tabela 1. Abundância absoluta e frequência relativa das famílias/espécies de Diptera coletadas no litoral de Pernambuco.

Família/Espécie	**N**	**%**
Fanniidae	**897**	**13,55**
***Euryomma carioca* Albuquerque, 1956**	257	3,88
Fannia canicularis Linnaeus, 1761	19	0,29
Fannia pusio (Wiedemann, 1830)	291	4,40
***Fannia scalaris* (Fabricius, 1794)**	2	0,03
Fannia trimaculata (Stein, 1898)	130	1,96
Fannia yenhedi Albuquerque, 1957	60	0,91
Fannia sp. **	52	0,79
Fanniidae sp. **	86	1,30
Muscidae	**2.180**	**32,94**
Atherigona orientalis Schiner, 1868	1.338	20,21
Musca domestica Linnaeus, 1758	362	5,47
***Neomuscina instabilis* (Snyder, 1949)**	2	0,03
Ophyra aenescens (Wiedemann, 1830)	43	0,65
***Ophyra capensis* (Wiedemann, 1818)**	1	0,02
Ophyra chalcogaster (Wiedemann, 1824)	48	0,73
***Pseudoptelolepis fluminensis* (Albuquerque, 1954)**	1	0,02
Synthesiomyia nudiseta (Wulp, 1883)	369	5,57

Muscidae sp.	16	0,24

Tabela 1. (continuação)

Família/Espécie	**N**	**%**
Sarcophagidae	**3.542**	**53,51**
Argoravinia rufiventris (Walker, 1849)	3	0,05
Dexosarcophaga carvalhoi (Lopes, 1980)	3	0,05
***Malacophagomyia filamenta* (Dodge, 1964)**	18	0,27
Oxysarcodexia amorosa (Schiner, 1868)	5	0,08
Oxysarcodexia bakeri (Aldrich, 1916)	32	0,48
Oxysarcodexia fluminensis Lopes, 1946	1	0,02
Oxysarcodexia fringidea Curran & Walley, 1934	20	0,30
Oxysarcodexia intona (Curran & Walley, 1934)	42	0,63
Oxysarcodexia modesta Lopes, 1946	42	0,63
Oxysarcodexia thornax (Walker, 1849)	30	0,45
Oxysarcodexia timida (Aldrich, 1916)	57	0,86
Peckia (*Pattonella*) *intermutans* (Walker, 1861)	1	0,02
Peckia (*Peckia*) *chrysostoma* (Wiedemann, 1830)	96	1,45
Peckia (*Peckia*) *pexata* (Wulp, 1895)	12	0,18
***Peckia* (*Peckia*) *uncinata* (Hall, 1933)**	3	0,05
***Peckia* (*Peckia*) *villegasi* Dodge, 1966**	9	0,14
Peckia (*Sarcodexia*) *lambens* (Wiedemann, 1830)	13	0,20
***Peckia* (*Squamatodes*) *trivittata* (Curran, 1927)**	1	0,02
Ravinia belforti (Prado & Fonseca, 1932)	11	0,17
Sarcofahrtiopsis cuneata Townsend, 1935	5	0,08
Titanogrypa (*Cucullomyia*) *larvicida* (Lopes, 1935)	1	0,02
***Tricharaea* (*Sarcophagula*) *canuta* (Wulp, 1896)**	20	0,30
Tricharaea (*Sarcophagula*) *occidua* (Fabricius, 1794)	40	0,60
Villegasia pernambucana Tibana & Lopes, 1985	1	0,02
Sarcophagidae sp. 1	3	0,05
Sarcophagidae sp. 2	3	0,05
Sarcophagidae Fêmea (Não identificada)*	3.070	46,38
N Total	**6.619**	**100**

*A identificação de Sarcophagidae baseia-se essencialmente na genitália masculina, razão pela qual espécimes fêmeas não puderam ser identificadas.

** Espécimes não identificados a nível especifico por falta de caracteres morfológicos.

Espécies em negrito indicam primeiro registro para o Nordeste, e linha em cinza primeiro registro no Brasil.

Dentre as famílias, Sarcophagidae apresentou a maior riqueza, baseando-se na coleta de 473 indivíduos machos, o que totalizou 10 gêneros e 26 espécies (Tabela 1). *Peckia* (*Peckia*) *chrysostoma* (Wiedemann, 1830) foi a espécie mais abundante com 20,3% dos indivíduos, seguida por *Oxysarcodexia timida* (Aldrich, 1916) com 12,1%, *Oxysarcodexia modesta* Lopes, 1946 e *Oxysarcodexia intona* (Curran & Walley, 1934) com 8,9% dos espécimes cada. Dois gêneros, *Oxysarcodexia* e *Peckia* foram os mais representativos, tanto em número de espécies quanto em abundância de exemplares.

Muscidae, a segunda família em ordem de abundância, consistiu de 2.180 espécimes pertencentes a seis gêneros e nove espécies (Tabela 1). Dessas, *Atherigona orientalis* foi a mais abundante com 61,4% indivíduos, seguida pelas espécies *Synthesiomyia nudiseta* (Wulp, 1883) e *Musca domestica* com 16,9% e 16,6%, respectivamente. Dentre os gêneros, *Ophyra* apresentou maior número de espécies com o registro de *Ophyra aenescens* (Wiedemann, 1830), *O. capensis* (Wiedemann, 1818) e *O. chalcogaster* (Wiedemann, 1824).

Fanniidae foi a menos abundante e diversa das três famílias estudadas, sendo observados dois gêneros e sete espécies. Dentre as espécies, *Fannia pusio* (Wiedemann, 1830) foi a mais abundante com 32,4% dos indivíduos, seguida por *Euryomma carioca* Albuquerque, 1956 e *Fannia trimaculata* com 28,6% e 14,5% dos espécimes, respectivamente.

Cabe ainda destacar que apesar do grande número de amostras independentes o esforço amostral para o litoral foi considerado relativamente insatisfatório de acordo com os estimadores de riqueza *Jacknife*2, isso quando se tratado da riqueza total já que a assintótica da curva de coletor não foi atingida (Figura 9).

4.2. INFLUÊNCIA DA ESTAÇÃO E TIPO DE ISCA SOBRE A DIVERSIDADE

Quando se comparou a composição das assembleias de dípteros das três famílias nas estações seca e chuvosa, em termos de número de espécies e suas abundâncias, não se observaram diferenças para a riqueza, a qual foi semelhante em ambas as estações com o registro de 27 espécies. Contudo, houve diferença da abundância (χ^2 = 1.501,47; g.l. = 1; P < 0,0001), sendo esta maior na estação chuvosa.

Em relação à atratividade dos substratos utilizados, não houve diferenças da riqueza de exemplares coletados em armadilhas contendo diferentes tipos de iscas (χ^2 = 0,362; g.l. = 1; *P* = 0,232). Entretanto, a abundância dos adultos coletados diferiu entre as iscas (χ^2 = 1.474,94; g.l. = 1; *P* < 0,0001), sendo a sardinha mais atrativa que o fígado de frango para os espécimes das três famílias (Tabela 2).

Figura 9. Curva de acumulação espécie/amostra para as famílias Fanniidae, Muscidae e Sarcophagidae no litoral de Pernambuco a partir do estimador de riqueza *Jacknife*2.

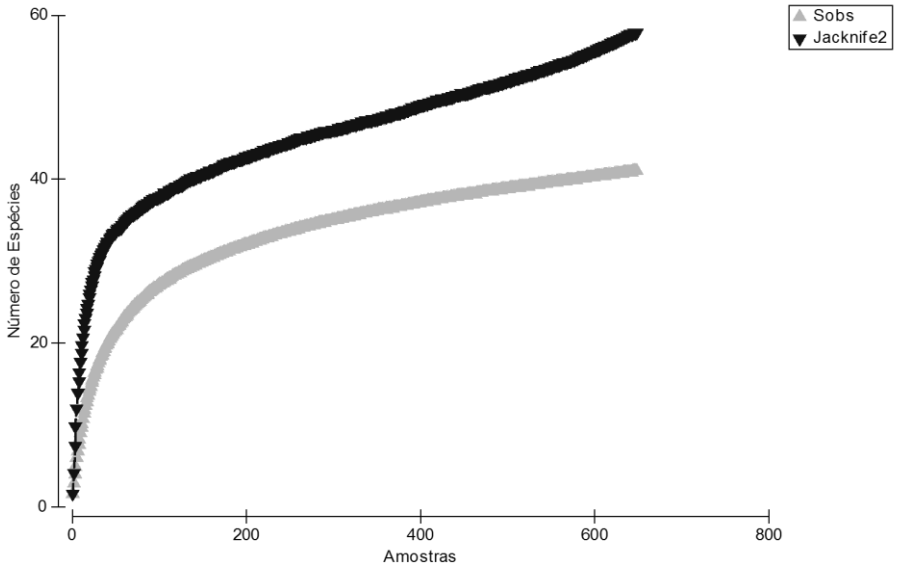


Tabela 2. Abundâncias absoluta e relativa das famílias por tipo de substrato e resultados do teste de Qui-quadrado.

	Frango		**Peixe**				
Famílias	**n**	**%**	**n**	**%**	χ^2	***P*** **<**	**g.l.**
Fanniidae	135	7,72	762	15,64	438,27	0,0001	1
Muscidae	502	28,72	1.678	34,45	634,39	0,0001	1
Sarcophagidae	1.111	63,56	2.433	49,91	491,92	0,0001	1
Total	**1.748**	**100**	**4.871**	**100**			

4.3. PROPORÇÃO SEXUAL

Quando comparado o número total de macho e fêmeas coletados durante todo experimento, observou-se que o número de fêmeas foi maior que o de machos para as três famílias, sendo essa diferença significativa (Tabela 3).

Tabela 3. Proporção de machos e fêmeas de adultos das famílias Fanniidae, Muscidae e Sarcophagidae, com seus respectivos valores de Qui-Quadrado e de probabilidade de erro do tipo II (*P*).

Família	**Macho (%)**	**Fêmea (%)**	χ^2	***P***	**g.l.**
Fanniidae	0,78	99,22	96,90	0,0001	1
Muscidae	8,26	91,74	69,64	0,0001	1
Sarcophagidae	13,35	86,65	53,73	0,0001	1

O padrão da proporção sexual foi semelhante nas duas estações, sendo o número de fêmeas superior ao de machos tanto no período seco (χ^2 = 1.963,50; g.l. = 1; $P < 0,0001$), quanto no chuvoso (χ^2 = 2.661,78; g.l. = 1; $P < 0,0001$). O número de fêmeas também foi significativamente superior ao de machos nas armadilhas contendo tanto iscas à base de frango (χ^2 = 947,04; g.l. = 1; $P < 0,0001$) como de peixe (χ^2 = 3.311,95; g.l. = 1; $P < 0,0001$).

4.4. EFEITO DO GRAU DE ANTROPIZAÇÃO

De acordo com a análise de variância, não houve diferenças significativas na riqueza ($F_{2;6}$ = 0,136, P = 0,874), nem na abundância ($F_{2;6}$ = 0,068, P = 0,934) nas praias expostas a diferentes graus de impacto antrópico. Todavia, o número de espécies ocorrentes nas áreas menos antropizadas foi maior que nas áreas com alta presença humana.

Quando se considera o nível de influência humana observou-se que grande parte das espécies ocorreu em todos os níveis de antropização (Figura 10). Entretanto, houve

ocorrências restritas entre os níveis, principalmente da família Sarcophagidae que foi a mais diversa e abundante dentre os táxons estudados.

Além disso, dentre as áreas de estudo não houve diferenças para os valores de diversidade ($F_{2;3}$ = 1,063; P = 0.448). Entretanto, praias expostas a um nível intermediário de impacto humano apresentaram os maiores valores de equitabilidade e diversidade enquanto as praias classificadas como de baixa influência humana apresentaram os menores valores (Figura 11).

Figura 10. Distribuição das espécies de Fanniidae, Muscidae e Sarcophagidae ao longo de um gradiente de antropização.

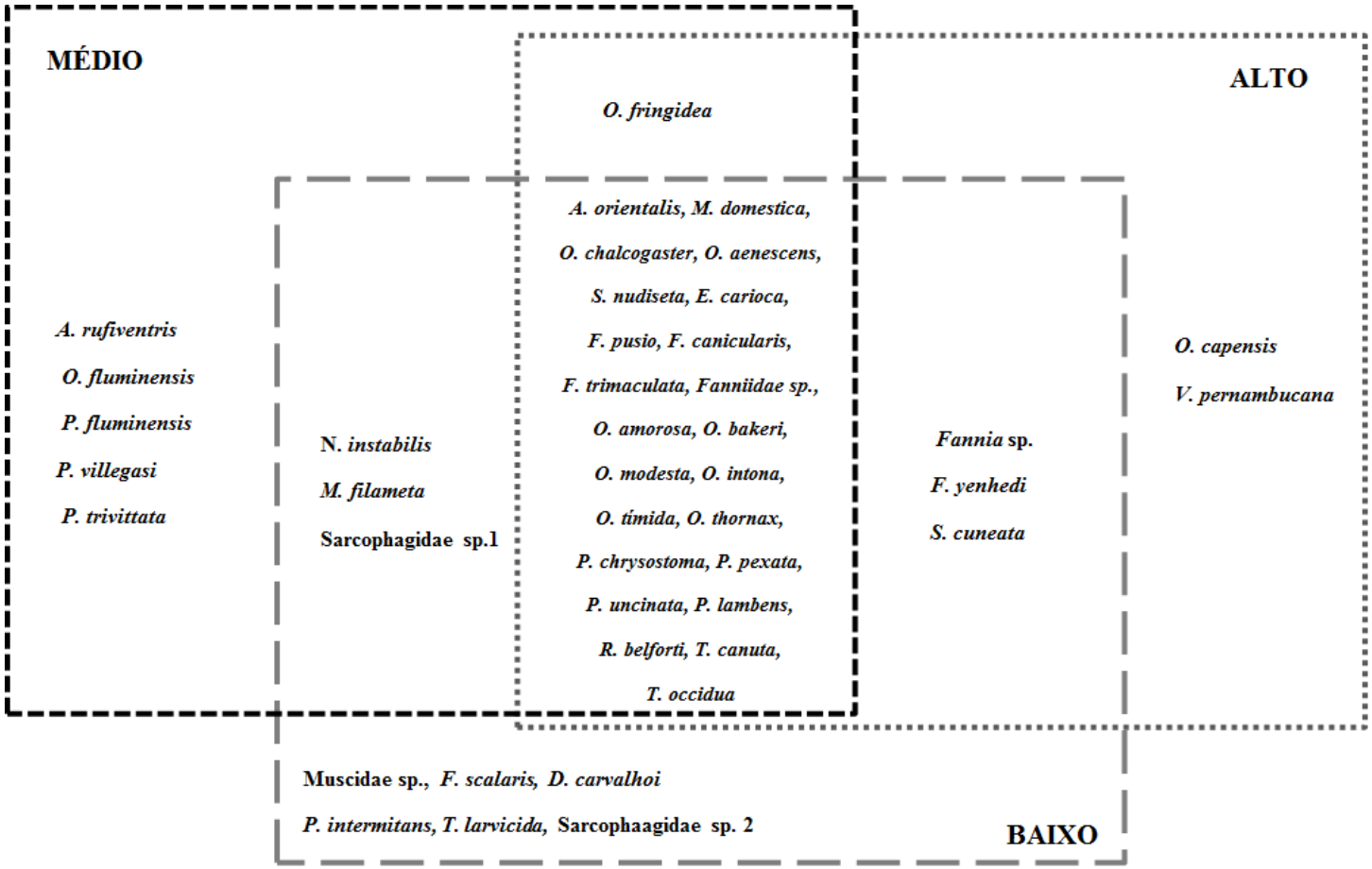
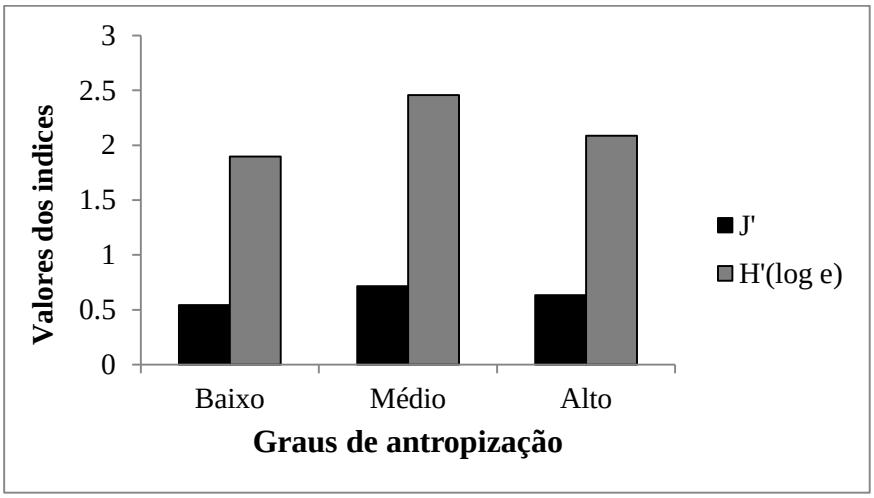


Figura 11. Valores dos índices de equitabilidade de Pielou (J') e diversidade de Shannon (H') de acordo com o gradiente de antropização.



A seguir far-se-á uma explanação dos padrões de diversidade e distribuição das espécies de cada uma das três famílias objeto de estudo desta pesquisa.

Sarcophagidae - Em relação à ocorrência nos diferentes níveis de antropização, grande parte das espécies de Sarcophagidae esteve presente nos três níveis (Figura 10). Contudo, houve restrições a níveis específicos, *Dexosarcophaga carvalhoi* (Lopes, 1980), *Peckia* (*Pattonella*) *intermutans* (Walker, 1861), *Titanogrypa* (*Cucullomyia*) *larvicida* (Lopes, 1935) e Sarcophagidae sp.2 ocorreram somente nas praias sob baixo impacto humano. Por sua vez, *Argoravinia rufiventris* (Walker, 1849), *Peckia* (*Squamatodes*) *trivittata* (Curran, 1927), *Peckia* (*Peckia*) *villegasi* Dodge, 1966 e *Oxysarcodexia fluminensis* Lopes, 1946 foram exclusivas de praias classificadas como sob média antropização e *Villegasia pernambucana* Tibana & Lopes, 1985, em uma das praias com altos níveis de antropização (Piedade).

Cabe ainda ressaltar que não houve diferença significativa tanto para a riqueza ($F_{2;3}$ = 0,409; P = 0,697) quanto para abundância ($F_{2;3}$ = 1,485; P = 0,356) em relação ao gradiente de antropização. Entretanto, quando analisados os números de adultos das quatro espécies mais abundantes, *P. chrysostoma, O. timida, O. modesta* e *O. intona,* observou-se que a abundância das espécies diferiu entre os graus de antropização *P. chrysostoma* (χ^2 = 8,31; g.l. = 2; P = 0,01), *O. timida* (χ^2 = 9,80; g.l.= 2; P = 0,007), *O. modesta* (χ^2 = 22,42; g.l. = 2; P < 0,0001) e *O. intona* (χ^2 = 19,85; g.l. = 2; P < 0,0001).

Ainda em relação ao nível de influência humana, *Peckia chrysostoma* e *Oxysarcodexia timida*, espécies mais abundantes, ocorreram em maior quantidade em praias sob níveis baixo e médio de impacto humano, respectivamente. A partir da análise de dominância e constância observou-se que todas as espécies foram consideradas como não dominantes e acidentais (Tabela 4).

Muscidae - Em relação à ocorrência dos muscídeos nos ambientes sob diferentes níveis de influência antrópica, a maioria das espécies ocorreu em todas as praias (Figura 10). Entretanto, Muscidae sp. ocorreu apenas em áreas com baixa influência antrópica, *Pseudoptelolepis fluminensis* (Albuquerque, 1954) apresentou distribuição restrita a ambientes com níveis moderados e *Ophyra capensis* (Wiedemann, 1818) em áreas altamente antropizadas. *Neomuscina instabilis* (Snyder, 1949) foi coletada nas praias expostas a níveis baixo e médio de antropização.

De modo geral, ambientes sob baixa e alta influência antrópica apresentaram maiores abundâncias. Todavia, não houve diferenças significativas das abundâncias entre os níveis ($F_{2;3}$ = 2,563; P = 0,224), nem da riqueza ($F_{2;3}$ = 0,111; P = 0,897). Embora quando analisadas as abundâncias das espécies coletadas em maior quantidade, observou-se que *A. orientalis* foi mais frequente em áreas sob baixa influência antrópica (χ^2 = 504,34; g.l. = 2; P < 0,0001), *M. domestica* sob níveis médios (χ^2 = 99,06; g.l. = 2; P < 0,0001) e *S. nudiseta* preferiu áreas com alta antropização (χ^2 = 80,60; g.l. = 2; P < 0,0001).

Em relação à análise de constância, nenhuma espécie foi classificada como constante e nas praias sob baixa antropização apenas *A. orientalis* foi categorizada como acessória. Em praias sob níveis intermediários, todas as espécies foram consideradas acidentais, ou seja, ocorrentes em menos de 25% das amostras enquanto nas praias sob alto impacto humano *A. orientalis* e *S. nudiseta* foram classificadas como acessórias e as demais acidentais (Tabela 5). Cabe ainda ressaltar que para a dominância, *A. orientalis* foi considerada dominante nos três níveis de antropização, *M. domestica* para ambientes com nível médio e *S. nudiseta* em áreas com grau de antropização médio e alto (Tabela 5).

Tabela 4. Abundância absoluta e frequência relativa, dominância e constância de Sarcophagidae (Diptera) em Pernambuco sob diferentes níveis de antropização. (Do- dominante; Nd- não dominante).

Espécies	**Baixo**				**Médio**				**Alto**			
	N	**FR(%)**	**Dominância**	**Constância**	**N**	**FR(%)**	**Dominância**	**Constância**	**N**	**FR(%)**	**Dominância**	**Constância**
Argoravinia rufiventris	2	1.2	Nd	Acidental	3	1.6	Nd	Acidental	-	-	-	Acidental
Dexosarcophaga carvalhoi	3	1.8	Nd	Acidental	-	-	-	Acidental	-	-	-	Acidental
Malacophagomyia filamenta	3	1.8	Nd	Acidental	15	8.0	Nd	Acidental	-	-	-	Acidental
Oxysarcodexia amorosa	3	1.8	Nd	Acidental	1	0.5	Nd	Acidental	1	0.8	Nd	Acidental
Oxysarcodexia bakeri	6	3.5	Nd	Acidental	5	2.7	Nd	Acidental	21	17.8	Nd	Acidental
Oxysarcodexia fluminensis	-	-	-	Acidental	1	0.5	Nd	Acidental	-	-	-	Acidental
Oxysarcodexia fringidea	-	-	-	Acidental	8	4.3	Nd	Acidental	12	10.2	Nd	Acidental
Oxysarcodexia modesta	26	15.5	Nd	Acidental	15	8.0	Nd	Acidental	1	0.8	Nd	Acidental
Oxysarcodexia intona	4	2.4	Nd	Acidental	27	14.5	Nd	Acidental	11	9.3	Nd	Acidental
Oxysarcodexia timida	15	8.9	Nd	Acidental	30	16.1	Nd	Acidental	12	10.2	Nd	Acidental
Oxysarcodexia thornax	19	11.3	Nd	Acidental	8	4.3	Nd	Acidental	3	2.6	Nd	Acidental
Peckia chrysostoma	44	26.2	Nd	Acidental	21	11.3	Nd	Acidental	31	26.3	Nd	Acidental
Peckia pexata	3	1.8	Nd	Acidental	1	0.5	Nd	Acidental	8	6.8	Nd	Acidental
Peckia uncinata	1	0.6	Nd	Acidental	1	0.5	Nd	Acidental	1	0.8	Nd	Acidental
Peckia villegasi	-	-	-	Acidental	9	4.8	Nd	Acidental	-	-	-	Acidental
Peckia intermutans	1	0.6	Nd	Acidental	-	-	-	Acidental	-	-	-	Acidental
Peckia lambens	6	3.5	Nd	Acidental	1	0.5	Nd	Acidental	6	5.1	Nd	Acidental
Peckia trivittata	-	-	-	Acidental	1	0.5	Nd	Acidental	-	-	-	Acidental
Ravinia belforti	1	0.6	Nd	Acidental	7	3.7	Nd	Acidental	2	1.7	Nd	Acidental
Sarcofahrtiopsis cuneata	1	0.6	Nd	Acidental	-	-	-	Acidental	4	3.4	Nd	Acidental
Titanogrypa larvicida	1	0.6	Nd	Acidental	-	-	-	Acidental	-	-	-	Acidental
Tricharaea canuta	7	4.2	Nd	Acidental	11	5.9	Nd	Acidental	2	1.7	Nd	Acidental
Tricharea occidua	17	10.1	Nd	Acidental	21	11.3	Nd	Acidental	2	1.7	Nd	Acidental
Villegasia pernambucana	-	-	-	Acidental	-	-	-	Acidental	1	0.8	Nd	Acidental
Sarcophagidae sp. 1	2	1.2	Nd	Acidental	1	0.5	Nd	Acidental	-	-	-	Acidental
Sarcophagidae sp. 2	3	1.8	Nd	Acidental	-	-	-	Acidental	-	-	-	Acidental
Total	**168**	**100**			**187**	**100**			**118**	**100**		

Tabela 5. Espécies de Muscidae registradas sob diferentes graus de antropização, com seus respectivos valores de abundância, frequência relativa, constância e dominância (Do- Dominante; Nd- Não dominante).

	Baixo				Médio				Alto			
Espécies	**N**	**FR (%)**	**Dominância**	**Constância**	**N**	**FR (%)**	**Dominância**	**Constância**	**N**	**FR (%)**	**Dominância**	**Constância**
Atherigona orientalis	772	83.1	Do	Acessória	102	23.5	Do	Acidental	464	56.8	Do	Acessória
Musca domestica	71	7.6	Nd	Acidental	210	48.4	Do	Acidental	81	9.9	Nd	Acidental
Neomuscina instabilis	1	0.1	Nd	Acidental	1	0.2	Nd	Acidental	-	-	-	Acidental
Ophyra aenescens	5	0.5	Nd	Acidental	6	1.4	Nd	Acidental	32	3.9	Nd	Acidental
Ophyra capensis	-	-	-	Acidental	-	-	-	Acidental	1	0.1	Nd	Acidental
Ophyra chalcogaster	4	0.4	Nd	Acidental	4	0.9	Nd	Acidental	40	4.9	Nd	Acidental
Pseudoptelolepis fluminensis	-	-	-	Acidental	1	0.2	Nd	Acidental	-	-	-	Acidental
Synthesiomyia nudiseta	60	6.5	Nd	Acidental	110	25.4	Do	Acidental	199	24.4	Do	Acessória
Muscidae sp.	16	1.8	Nd	Acidental	-	-	-	Acidental	-	-	-	Acidental
Total	**929**	**100**			**434**	**100**			**817**	**100**		

Fanniidae - Em relação à distribuição dos fanídeos ao longo do gradiente de antropização, observou-se que as espécies *Euryomma carioca*, *Fannia pusio*, *Fannia trimaculata* e *Fannia canicularis* ocorreram em todos os graus de impacto humano analisados. Todavia, *Fannia yenhedi* Albuquerque, 1957 teve sua distribuição compartilhada entre as áreas sob baixa e alta influência humana, enquanto *Fannia scalaris* foi restrita a praias sob baixa influência antrópica.

Praias sob baixa antropização apresentaram maiores abundâncias e riqueza (Tabela 9). Entretanto, não houve diferença significativa na riqueza entre os níveis ($F_{2;3}$ = 6,767; *P* = 0,774), bem como na abundância de espécimes ($F_{2;3}$ = 9,500; *P* = 0,051). Contudo, quando analisadas as abundâncias das espécies coletadas em maior quantidade, observou-se que *E. carioca* foi mais frequente em áreas sob baixa influência antrópica (χ^2 = 73,22; g.l. = 2; *P* < 0,0001), enquanto *F. pusio* e *F. trimaculata* preferiram áreas com alta antropização (χ^2 = 138,90; g.l. = 2; *P* < 0,0001 e χ^2 = 33,66; g.l. = 2; *P* < 0,0001, respectivamente).

Cabe ressaltar que quando analisada a constância das espécies para os diferentes graus de antropização, observou-se que todas as espécies foram consideradas como acidentais independentemente do nível de interferência humana (Tabela 10). Finalmente, na análise da dominância, a categorização das espécies variou de acordo com o nível de influência humana, sendo *E. carioca*, *F. yenhedi* e *F. pusio* consideradas dominantes nas praias pouco antropizadas. *E. carioca* e *F. pusio* nos ambientes com nível moderado, enquanto que no alto dominaram as espécies *F. pusio*, *F. trimaculata* e *Fannia* sp. (Tabela 6). Contudo, ressalta-se que os espécimes classificados como *Fannia* sp., bem como Fanniidae sp. são fanídeos cuja identificação a nível específico não foi possível devido pela falta de caracteres morfológicos essenciais para o reconhecido do táxon.

Além disso, observou-se que a espécie *E. carioca* apresentou os maiores valores de abundância e frequências relativas para as áreas com níveis de antropização baixo e médio, porém para os ambientes com alta influência humana. *Fannia pusio* foi mais abundante e frequente (Tabela 10). Em contrapartida, as espécies que ocorrem em baixo número e frequência foram *Fannia scalaris* (Fabricius, 1794) e *F. canicularis* nos níveis baixo e médio, respectivamente (Tabela 6).

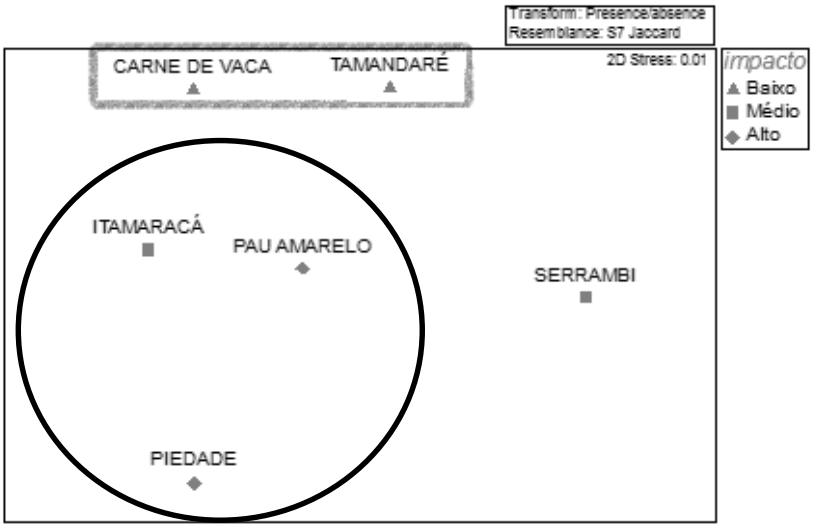
Tabela 6. Espécies de Fanniidae registradas em praias de Pernambuco sob diferentes graus de antropização, com seus respectivos valores de abundância, frequência relativa, constância e dominância (Do - Dominante; Nd - Não dominante).

	Baixo				Médio				Alto			
Espécies	**N**	**FR (%)**	**Dominância**	**Constância**	**N**	**FR (%)**	**Dominância**	**Constância**	**N**	**FR (%)**	**Dominância**	**Constância**
Euryomma carioca	142	36.8	Do	Acidental	85	43.8	Do	Acidental	30	9.5	Nd	Acidental
Fannia canicularis	10	2.6	Nd	Acidental	3	1.5	Nd	Acidental	6	1.9	Nd	Acidental
Fannia pusio	76	19.7	Do	Acidental	71	36.6	Do	Acidental	144	45.4	Do	Acidental
Fannia scalaris	2	0.5	Nd	Acidental	-	-	-	Acidental	-	-	-	Acidental
Fannia trimaculata	44	11.4	Nd	Acidental	16	8.3	Nd	Acidental	70	22.1	Do	Acidental
Fannia yenhedi	54	14.0	Do	Acidental	-	-	-	Acidental	6	1.9	Nd	Acidental
Fannia sp.	11	2.8	Nd	Acidental	-	-	-	Acidental	41	12.9	Do	Acidental
Fanniidae sp.	47	12.2	Nd	Acidental	19	9.8	Nd	Acidental	20	6.3	Nd	Acidental
Total	**386**	**100**			**194**	**100**			**317**	**100**		

Além dessa segregação na distribuição das espécies ao longo do gradiente de antropização, a partir de uma matriz de similaridade realizada com dados da distribuição das espécies bem como de suas abundâncias ao longo do gradiente, foi possível observar uma similaridade de 70% entre as praias sob baixa antropização. Além disso, a matriz demostrou que as praias sob alta antropização, Pau Amarelo e Piedade comportaram assembleias de dípteros necrófagos mais similares aos das praias medianamente antropizadas, principalmente Itamaracá.

Cabe ainda destacar que a composição faunística se mostrou sensível aos diferentes níveis de presença humana, sendo possível a partir da análise de ordenação por escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) observar o agrupamento dos ambientes menos impactados. Entretanto, não foi possível observar um agrupamento bem definido em relação aos outros graus de antropização, onde as praias sob moderada influência tendem a agrupasse com praias com alta atuação humana (Figura 12).

Figura 12. Ordenação por escalonamento multidimensional não -métrico (NMDS), usando distância deJaccard, das seis áreas amostradas baseando-se na abundância das espécies de Diptera (Stress = 0,01) e utilizando o fator nível de antropização.



5. DISCUSSÃO

5.1. COMPOSIÇÃO DAS ASSEMBLEIAS DE DIPTERA

Uma primeira interpretação dos resultados sugere que as famílias Fanniidae, Muscidae e Sarcophagidae exibiram um número expressivo de espécies quando comparados a estudos realizados com carcaças no Brasil (MORETTI et al., 2008; BARBOSA et al., 2009; ROSA et al., 2011; VASCONCELOS et al., 2013), bem como na América do Sul (MARTÍNEZ et al., 2007; GRISALES et al., 2010; URIBE-M et al., 2010). Além disso, apesar da porção limitada de tecido animal utilizada em comparação com carcaça de suíno, modelo animal mais comumente utilizado para estudos no escopo da Entomologia Forense, a riqueza e a abundância foram similares ou superiores ao registrado em inventários com carcaças e iscas realizados na Região Neotropical em áreas de monocultura (GRISALES et al., 2010), ambientes urbanos (MOURA et al., 1997), fragmentos de mata atlântica (VASCONCELOS et al., 2013), campos sulinos (SOUZA et al., 2008), cerrado (ROSA et al., 2009), Caatinga (ALVES, 2013), ilhas continentais e oceânicas (CARMO, 2014).

Diante disso, pode-se afirmar que que para ambientes vulneráveis à visitação e circulação de turistas, como praias, iscas de tecido animal em decomposição são substratos eficientes para inventários de dípteros necrófagos. Essa ideia é corroborada por Farinha et al. (2014), que relatam que armadilhas iscadas com pedaços de carne atraem espécies de dípteros que atuam como colonizadores de carcaças nos estágios iniciais da decomposição. Isso devido ao fato de os dípteros necrófagos serem atraídos pelos odores liberados nos diferentes estágios da decomposição (EARLY & GOFF, 1986), os quais também são emitidos fortemente pelas iscas utilizadas, em especial a sardinha. Tal fenômeno também foi observado por Moretti e Godoy (2013), que associaram o alto número de indivíduos de califorídeos capturados ao forte odor pútrido das iscas à base de frango.

Cabe ainda destacar a riqueza de Sarcophagidae, sendo o número de espécies aproximadamente três vezes maior que as outras famílias. Essa alta riqueza é relatada em outros estudos com carcaças (BARROS et al., 2008; ROSA et al., 2011; MELLO-PATIU et al., 2014). Tal padrão pode estar associado ao alto número de espécies da família associadas à decomposição de tecido animal na Região Neotropical, como carcaças e cadáveres. Em revisão recente conduzida por Alves et al. (2014), foram relatadas 105 espécies de

sarcofagídeos, 53 de muscídeos e 16 de fanídeos associadas à decomposição de carcaças e cadáveres humanos na Região Neotropical.

Nesse contexto, ainda ressalta-se que além da alta riqueza, o conhecimento atual sobre a distribuição de espécies de Sarcophagidae foi ampliado para Pernambuco, Nordeste e inclusive o Brasil com o incremento da espécie *Peckia* (*Peckia*) *villegasi*. Tal espécie, até o presente momento, era registrada para a Venezuela (município de Miranda) e Colômbia (municípios de Bolívia e Sucre) (DODGE, 1966; BUENANVENTURA & PAPE, 2013), tendo dessa forma sua distribuição na América do Sul ampliada.

A contribuição para o estado da arte sobre a biogeografia das espécies não se restringe a *P. villegasi*, já que *Euryomma carioca*, *Fannia scalaris* (Fanniidae), *Ophyra capensis*, *Neomuscina instabilis*, *Pseudoptelolepis fluminensis* (Muscidae), *Malacophagomyia filamenta* (Dodge, 1964), *Peckia* (*Peckia*) *uncinata* (Hall, 1933), *Peckia trivittata* e *Tricharaea* (*Sarcophagula*) *canuta* (Wulp, 1896) (Sarcophagidae) tiveram também seu primeiro registro para a Região Nordeste nesse estudo, enriquecendo o acervo sobre a biodiversidade da região. Desta forma, ressalta-se a importância dos estudos faunísticos na região, onde os dados sobre a distribuição de dípteros necrófagos ainda são incipientes, não existindo um *checklist* das espécies de Fanniidae, Muscidae e Sarcophagidae. Até o momento uma das listas mais completas para essas famílias em associação com tecido animal em degradação é a revisão de Vasconcelos e Araújo (2012), além de outro estudo sobre dípteros associados a carcaças e cadáveres na Região Neotropical (ALVES et al., 2014).

Quando se trata da composição das assembleias de dípteros, dentre todas as espécies destaca-se *Atherigona orientalis* (Muscidae), a qual foi mais representativa. Essa espécie está comumente associada a material animal em decomposição (ALVES et al., 2014) e possui importância forense e sanitária reconhecida (GREENBERG, 1973; CARVALHO & MELLO-PATIU, 2008). Contudo, de acordo com D'Almeida (1988), seus adultos apresentam uma certa preferência por tecidos vegetais em decomposição, principalmente frutas.

A espécie mais abundante de Sarcophagidae, *Peckia chrysostoma*, tem se destacado em estudos da Entomologia Forense (BARROS et al., 2008; BARBOSA et al., 2009, VASCONCELOS et al., 2013; MELLO-PATIU et al., 2014), inclusive sendo registrada recentemente pela primeira vez em cadáver em conjunto com *Fannia trimaculata* no estado de Pernambuco (VASCONCELOS et al., 2014). Cabe ainda ressaltar que os dois gêneros mais representativos *Oxysarcodexia* e *Peckia* somaram um número considerável de espécies, sendo este número superior ao encontrado em floresta amazônica (SOUSA et al., 2011),

fragmento de mata atlântica (VASCONCELOS et al., 2013) e Caatinga (ALVES, 2013), porém inferior ao registrado em área urbana e diferentes perfis do cerrado (OLIVEIRA et al., 2002; BARBOSA et al., 2009; ROSA et al., 2011).

Dentre as espécies de *Oxysarcodexia* se sobressaíram *O. timida, O. thornax*, *O. modesta* e *O. intona* por serem as mais abundantes, além do fato de essas espécies serem comumente associadas a carcaças de porcos em decomposição (BARBOSA et al., 2009; ROSA et al., 2011; ALVES et al., 2014). Tais espécies possuem potencial como evidências em situações de morte de humanos, já que o gênero é categorizado como tendo importância forense para a América do Sul (CARVALHO & MELLO-PATIU, 2008).

Para o gênero *Peckia*, o número de espécies registradas no presente estudo foi superior à encontrada em área urbana (OLIVEIRA et al., 2002; BARBOSA et al., 2009), Caatinga (ALVES, 2013; SALGADO, 2014) e fragmento de mata atlântica (FARIAS, 2012; SOARES, 2014), e inferior à encontrada em dois tipos de vegetação do Cerrado (ROSA et al., 2011). Contudo, todas as espécies apresentaram baixa abundância, exceto *P. chrysostoma.* Porém, ressalta-se que esse número é para indivíduos machos, pois as fêmeas que somaram mais de 86% dos espécimes não foram identificadas em nível específico.

Em relação à família Fanniidae, o número de espécies foi superior ao registrado em muitos estudos realizados no Brasil, sendo maior que o encontrado em um fragmento de Caatinga na Paraíba (ALVES, 2013), uma área conservada de Cerrado em Minas Gerais (ROSA et al., 2011) e em área urbana do Rio de Janeiro (BARBOSA et al., 2009). As espécies *F. pusio*, *F. trimaculata* e *E. carioca* destacaram-se por sua abundância, sendo a primeira comumente encontrada associada à decomposição de carcaças na Região Neotropical (BARBOSA et al., 2009; ROSA et al., 2011; ALVES et al., 2014).

Apesar da riqueza observada no presente estudo (41 espécies), a assíntota não foi alcançada pelos estimadores de riqueza, provavelmente devido ao fato da complexidade dos ambientes que compõem as áreas litorâneas de Pernambuco, as quais englobam uma variedade de ambientes além da praia arenosa, como áreas de mangue e restinga. O escopo da pesquisa voltou-se para as praias arenosas, que constituem um ecossistema frágil por ser o mais exposto à presença humana no litoral e por apresentar condições estressantes (por exemplo, elevada salinidade e temperatura do sedimento) para o desenvolvimento de formas imaturas de dípteros copronecrófagos. Além disso, o alto número de espécies estimado pelo índice *Jackknife* 2 pode ser um reflexo do peso que o índice confere às espécies que ocorrem em apenas duas amostras (MAGURRAN, 1988), o que pode gerar uma extrapolação de

espécies para uma determinada área, principalmente em pesquisas com sarcofagídeos onde a maioria das espécies são tidas como raras.

5.2. PADRÃO DE VISITAÇÃO E CONTRIBUIÇÕES PARA ENTOMOLOGIA FORENSE

As três famílias apresentaram um grande número de indivíduos atraídos às iscas à base de fígado de frango e sardinha, sendo em sua maioria fêmeas, principalmente de Sarcophagidae. Esse padrão indica que o substrato é usualmente utilizado como sitio de alimentação, maturação dos ovos ou oviposição e/ou larviposição. Boonchu et al. (2003) também observaram maior número de fêmeas entre moscas coletadas em diferentes tecidos animais. Além disso, esse padrão também foi observado para Calliphoridae em fragmentos de Mata Atlântica em Pernambuco (SOARES, 2014), o que corrobora a ideia de que as fêmeas independentemente do tipo de isca e ambiente buscam o substrato para maturação dos ovos e postura.

Tal informação tem relevância para a Entomologia Forense, já que a principal aplicação dos insetos no campo da ciência forense é a estimativa do intervalo pós-morte mínimo (IPMmin), que se baseia no conhecimento sobre o ciclo de vida e a duração das fases imaturas das espécies. A aplicação do conhecimento entomológico em casos de suspeita de translado de corpo pós-morte baseia-se em exaustivo conhecimento sobre os padrões de distribuição dos insetos necrófagos e seu grau de endemismo (GOFF et al., 1988). Nesse contexto, o conhecimento sobre a razão sexual e visitação a material animal em decomposição em áreas litorâneas pode ser uma ferramenta útil para os cientistas forenses, principalmente em ambientes onde o número de crimes violentos é alto, por exemplo, o estado de Pernambuco. Isto é particularmente importante porque, de acordo com Waiselfisz (2013), dentre as dez capitais mais violentas do Brasil, seis se encontram na região litorânea do Nordeste: Maceió, João Pessoa, Salvador, Recife, Fortaleza e Natal.

Além disso, o grande número de espécies das famílias Fanniidae, Muscidae e Sarcophagidae como visitantes nos estágios iniciais da decomposição indica uma associação a estágios iniciais e intermediários de putrefação, já que as iscas foram expostas após 48 h sob temperatura ambiente. Os dados aqui apresentados contribuem para desmistificar a noção corrente de que, dentre os dípteros, os adultos da família Calliphoridae são necessariamente os

únicos pioneiros na colonização de uma carcaça ou cadáver humano (SOUZA & LINHARES, 1997; CAMPOBASSO et al., 2001; CARVALHO & LINHARES, 2001).

Dentre as espécies pertencentes à família Sarcophagidae amostradas no presente trabalho, merecem destaque pela importância forense: *P. chrysostoma*, *O. thornax*, *O. intona*, *Peckia* (*Peckia*) *lambens* (Wiedemann, 1830) e *Ravinia belforti* (Prado & Fonseca, 1932) amplamente amostradas em estudos com modelos animais (SALVIANO, 1996; CARVALHO & LINHARES, 2001; MORETTI, 2006). No entanto, a colonização de cadáveres ainda é pouco relatada, sendo *R. belforti* registrada colonizando cadáveres humanos na região Sudeste (OLIVEIRA-COSTA, 2005) e na região Nordeste, no Instituto de Medicina Legal de Pernambuco (OLIVEIRA & VASCONCELOS, 2010). Além dessa espécie, há ainda a presença de *P. chrysostoma* como colonizadora de corpos humanos em Pernambuco (VASCONCELOS et al., 2014). Dentre as espécies supracitadas, *P. lambens* além da pode provocar miíases em animais (FRANCESCONI & LUPI, 2012), enquanto espécies com comprovada associação a fezes humanas, como *R. belforti*, *T. canuta* e *Tricharaea* (*Sarcophagula*) *occidua* (Fabricius, 1794) podem ser contaminadas superficialmente por protozoários e *a posteriori* contaminar humanos e animais domésticos (GREENBERG, 1973).

Para os sarcofagídeos, ainda se destaca *P. villegasi*, a qual não tinha sido registrada no Brasil. Essa espécie pode vir a ser uma ferramenta forense em casos de translado de cadáver, caso seja comprovada sua ocorrência exclusiva em ambientes litorâneos, já que até o presente estudo só havia registro em áreas da costa caribenha (DODGE, 1966; BUENAVENTURA & PAPE, 2013). Tal fato indica que os indivíduos dessa espécie preferem habitats costeiros; todavia, para se confirmar essas suposições são necessários mais estudos biogeográficos.

Na família Muscidae se sobressaíram as espécies do gênero *Ophyra*, *S. nudiseta* e *M. domestica* por estarem comumente associadas a carcaças (VASCONCELOS & ARAÚJO, 2012; ALVES et al., 2014.). Além disso, *Ophyra capensis* já foi registrada em uma múmia exumada do século XIX (COURI et al., 2009), ampliando sua contribuição para a Arqueologia e Antropologia Forenses. Espécimes de *Ophyra* em conjunto com *M. domestica* também já foram registradas colonizando cadáveres humanos (BARRETO et al., 2002; CENTENO et al., 2002). *Atherigona orientalis* também se destaca pelo alto número de indivíduos capturados e possui importância forense para a América do Sul (CARVALHO & MELLO-PATIU, 2008).

As espécies do gênero *Musca* se destacam em estudos veterinários por serem agentes facultativos de miíases em animais e humanos (ZUMPT, 1965; CANSI & DEMO, 2011).

Além do mais, seus indivíduos possuem importância médica pois podem atuar como vetores de bactérias, vírus e helmintos (GREENBERG, 1973; GETACHEW et al., 2007; FÖRSTER et al., 2009; KHOOBDEL & DAVARI, 2011). Desta forma, a presença de *M. domestica* em áreas litorâneas pode afetar a população humana de duas formas: positiva como agentes decompositores de matéria orgânica e auxiliando peritos em casos forenses ou negativa transmitindo doenças, principalmente parasitoses.

Já dentre os fanídeos as espécies *E. carioca*, *F. pusio* e *F. trimaculata* estão comumente reportadas em estudos de Entomologia Forense, sendo registradas em carcaças e cadáveres (ALVES et al., 2014; VASCONCELOS et al., 2014). Além disso, outras espécies de *Fannia*, em especial *F. canicularis* e *F. scalaris* se sobressaem do ponto de vista médico-sanitário, pois atuam como transportadores de vários parasitos e também causam miíases (ZUMPT, 1965; GREENBERG, 1973, KHOOBDEL & DAVARI, 2011; FRANCESCONI & LUPI, 2012), principalmente em áreas com alta presença humana, condições em que se enquadra a maioria das praias de Pernambuco.

Apesar da estação não influenciar significativamente na riqueza, houve diferença na composição das assembleias nas estações seca e chuvosa, já que algumas espécies, principalmente de Sarcophagidae, ocorreram exclusivamente nos períodos chuvoso ou seco (Figura 11). Tais espécies podem, teoricamente, ser úteis como bioindicadores sazonais fornecendo informações sobre em que época do ano ocorreu um suposto homicídio. Isso é corroborado por Brundage et al. (2011), que sugerem que mudanças significativas da riqueza entre estações podem ser utilizadas para indicar a probabilidade de uma espécie ocorrer durante uma época específica do ano.

Além disso, segundo Brundage et al. (2011), a abundância e distribuição das espécies podem sofrer a influência das mudanças climáticas entre as estações. Tal fato foi observado no presente estudo onde no período chuvoso houve maior abundância em relação ao período seco, provavelmente devido às temperaturas mais amenas na estação chuvosa.

5.3. COMPOSIÇÃO DAS ASSEMBLEIAS DE DÍPTEROS NECRÓFAGOS EM RELAÇÃO AO GRAU DE ANTROPIZAÇÃO

O nível de antropização pode alterar a estrutura das assembleias de insetos, modificando parâmetros ecológicos como, por exemplo, abundância, riqueza e diversidade. Tais efeitos comumente são negativos e estão geralmente atrelados ao desenvolvimento

urbano desordenado, sendo a resposta mais frequente o declínio no número de espécimes, na riqueza e consequente perda da diversidade (GIBB & HOCHULI, 2002; FATTORINI, 2011). Esta informação encontra paralelo nos dados de abundâncias do presente estudo, onde a maioria das espécies coletadas não apresenta frequências relativas superiores a 1% possuindo menos de 100 espécimes coletados. Além disso, áreas com alto nível de antropização, ou seja, alta taxa de urbanização com presença de residências, hotéis e grande número de turistas apresentaram menor riqueza que as áreas classificadas como média e baixa.

O grau de influência humana também afetou a composição das assembleias, sendo que das 33 espécies registradas nas áreas sob baixa antropização houve a ocorrência exclusiva de espécies conhecidas como assinantrópicas como *Peckia intermutans* (D'ALMEIDA, 1984). *Dexosarcophaga carvalhoi, Titanogrypa larvicida* e Sarcophagidae sp.2 também tiveram sua distribuição restrita a ambientes mais preservados, o que indica sensibilidade aos efeitos da presença humana. Tais espécies também foram encontradas associadas à decomposição de carcaças de suínos numa área de caatinga protegida (ALVES, 2013). Fanniidae e Muscidae também apresentaram espécies exclusivas de áreas menos antropizadas, *F. scalaris* e Muscidae sp., as quais também podem ser ferramentas uteis em casos de crimes ambientais, caso sua associação a ambientes conservados seja corroborada em futuros estudos.

Em contrapartida, *Ophyra capensis* e *Villegasia pernambucana* foram exclusivas de áreas mais antropizadas, o que indica afinidade por ambientes habitados. Esse fato é corroborado pelo alto número de espécies consideradas como sinantrópicas, por exemplo, *M. domestica, P. chrysostoma, O. chalcogaster, O. aenescens, F. pusio* e *T. occidua* (LINHARES, 1981; D'ALMEIDA, 1983; URIBE-M et al., 2010). Outro fato importante é o compartilhamento das espécies *Neomuscina instabilis, Malacophagomyia filamenta* e Sarcophagidae sp.1 entre os níveis de antropização, baixo e médio mostrando uma baixa associação a presença humana, já que ocorreram em baixa abundância.

Nesse contexto, Nuorteva (1963) define sinantropia como um possível indicador de habilidade das espécies em utilizar condições de vida criadas pelo homem, sendo possível classifica-las em três categorias: assinantrópica – quando apresenta aversão à presença humana, em que a partir dos resultados citamos, as espécies *P. intermutans, D. carvalhoi, T. larvicida* e Sarcophagidae sp.2; hemissinantrópica – que apresenta baixa afinidade com ambientes habitados, caso de *N. instabilis, M. filamenta* e Sarcophagidae sp.1 e por fim, sinantrópica – que se adapta a condições criadas pelo homem, sendo principalmente representada nesse estudo por *M. domestica, S, nudiseta, F. pusio* e *P. chrysostoma*.

Contudo, mesmo com o grande número de espécies consideradas sinantrópicas poucos estudos são realizados nesse contexto, e a maior parte das pesquisas prioriza a família Calliphoridae. Muitas espécies de califorídeos amostradas ao longo de um gradiente de antropização detêm afinidade por áreas perturbadas pela ação antrópica, principalmente adultos do gênero invasor *Chrysomya* (LINHARES, 1981; PARALUPPI, 1996; D'ALMEIDA & ALMEIDA, 1998; ESPINDOLA, 2006; MONTOYA et al., 2009). Todavia, há poucos estudos acerca do grau sinantrópico dos representantes de Muscidae e Sarcophagidae, sendo quase inexistente para Fanniidae.

Muitas espécies de Muscidae encontradas no presente estudos são comumente tratadas como sinantrópicas, das quais destacam-se *A. orientalis*, *M. domestica*, *O. chalcogaster*, *O. aenescens* e *S. nudiseta* (D'ALMEIDA, 1983; CARVALHO et al., 1984; COSTA et al., 2000; FIGUEROA-ROA & LINHARES, 2004; URIBE-M et al., 2010). Das espécies mencionadas, as quatro últimas foram mais abundantes nos ambientes com moderada e/ou alta influência antrópica. Tal fato merece uma maior atenção dos órgãos de saúde pública, pois são potencias transmissores de patógenos a humanos e animais (GREENBERG, 1973), inclusive em áreas cujos estabelecimentos alimentícios ficam a céu aberto, por exemplo, praias. Diante dessa importância medico sanitária, estudos de sinantropia com a família Muscidae vêm sendo conduzidos há mais de quatro décadas em vários países da América do Sul (LINHARES, 1981, CARVALHO et al., 1984, COSTA et al., 2000, FIGUEROA-ROA & LINHARES, 2004; URIBE-M et al., 2010).

Cabe ainda ressaltar que para *A. orientalis*, espécie mais abundante as observações divergem da literatura que a considera como sinantrópica (LINHARES, 1981; URIBE-M et al., 2010). Isso provavelmente está associado ao fato de *A. orientalis* apresentar preferência por vegetais em decomposição, principalmente por frutas (D'ALMEIDA, 1988), que está mais comumente distribuído em áreas mais preservadas.

Entretanto, na família também há ocorrência de espécies sensíveis à presença humana, por exemplo, *N. instabilis* e *P. fluminensis* que foram consideradas como assinantrópicas no sul do Brasil e na Colômbia, respectivamente (CARVALHO et al., 1984; URIBE-M et al., 2010). Outra espécie que apresentou essa característica foi Muscidae sp., a qual dentre o gradiente de antropização ocorreu exclusivamente nas áreas sob baixa influência humana, podendo ser uma futura ferramenta chave para biomonitoramento do status conservacionista.

Os poucos estudos sobre sinantropia de Fanniidae sugerem que as espécies mais abundantes nesse estudo, *E. carioca* e *F. pusio*, são sinantrópicas (LINHARES, 1981;

D'ALMEIDA, 1983; MARCHIORI & SILVA, 2001), o que também foi observado para essas espécies em conjunto com *F. trimaculata* no presente estudo. Em contrapartida, segundo Linhares (1981), *F. yenhedi* e *F. canicularis* apresentam aversão a ambientes urbanos. Tal informação foi corroborada no presente estudo, já que a *F. yenhedi* e *F. canicularis* foram mais abundantes nos ambientes de baixa influência humana. Além disso, *F. scalaris* ocorreu exclusivamente nos ambientes mais conservados.

Para a família Sarcophagidae, a maioria das espécies apresenta baixa abundância quando comparadas às famílias Fanniidae e Muscidae. Este padrão de alta riqueza e baixa abundância é comumente encontrado em estudos realizados nos mais diversos ambientes, como fragmento de mata atlântica (VASCONCELOS et al., 2013), áreas urbanas e suburbanas (NILO, 2007; MULIERI et al., 2011), agroecossistemas (VASCONCELOS & ARAUJO, 2012), Caatinga (ALVES, 2013), Cerrado (MELLO-PATIU et al., 2014) e inclusive litoral (MARILUIS et al., 2007), e reflete a reprodução do grupo.

Dentre as características reprodutivas, destaca-se a multilarviparidade, em que a fêmea incuba seus ovos antes de depositá-los (MEIER et al., 1999). Na presença recursos proteicos, os ovos se tornam maduros e eclodem ainda no corpo das fêmeas que liberam as larvas em primeiro ínstar (FERRAZ, 1992). Ainda assim, a riqueza foi consideravelmente superior à conhecida para áreas litorâneas reportada em outros estudos recentes no Brasil (COURI et al., 2008; CARMO, 2014). De todas as espécies amostradas, *P. chrysostoma* e *Oxysarcodexia timida* merecem destaque pela alta abundância e frequência relativa dentro da família, não sendo refletida na constância, já que ambas foram classificadas como acidentais, independentemente do nível de antropização.

Além disso, os gêneros supracitados são os mais abundantes e diversos para o Brasil (CARVALHO & LINHARES, 2001; BARBOSA et al., 2009; MELLO-PATIU et al., 2014). Cabe ainda destacar que a estratégia reprodutiva de larviposição no substrato, para muitas espécies pode garantir pioneirismo na colonização do substrato (DENNO & COTHRAN, 1976; BARROS et al., 2008). Essa mesma estratégia pode ser a razão pela baixa abundância quando comparada a outras famílias, inclusive Fanniidae e Muscidae, já que passam mais tempo investindo mais recurso no desenvolvimento dos imaturos em detrimento do aumento populacional, sendo os sarcofagídeos considerados como espécies tipicamente k-estrategista.

Espécies dos gêneros *Peckia* e *Oxysarcodexia* ainda são bastante comuns em ambientes antrópicos (YEPES-GAURISAS et al., 2013). Tal informação é corroborada quando observamos que das 26 espécies registradas nesse estudo para ambientes litorâneos, *P.*

chrysostoma, *P. lambens*, *P. trivittata*, *Oxysarcodexia bakeri* (Aldrich, 1916), *O. fluminensis*, *O. timida*, *O. thornax*, *O. modesta*, *R. belforti*, *T. canuta* e *T. occidua* são consideradas sinantrópicas (D'ALMEIDA, 1984; LINHARES, 1981; YEPES-GAURISAS et al., 2013).

Peckia chrysostoma também se destaca em estudos relacionados à antropização por ser comumente encontrada em ambientes urbanos, como em área residencial de Belo Horizonte (D'ALMEIDA, 1984), Campinas (LINHARES, 1981) e La Pintada na Colômbia (YEPES-GAURISAS et al., 2013). Além disso, essa espécie já foi encontrada na Região Metropolitana do Recife por Oliveira & Vasconcelos (2010) e por Vasconcelos et al. (2014), sendo registrada em cadáver pelos últimos autores.

Todavia, *P. intermutans* é frequentemente associada a ambientes preservados apresentando baixa afinidade com áreas habitadas (LINHARES, 1981; D'ALMEIDA, 1984; YEPES-GAURISAS et al., 2013). Outras espécies, como *Peckia* (*Euboettcheria*) *collusor* (Curran & Walley, 1934) e *Oxysarcodexia angrensis* Lopes, 1933 também respondem sensivelmente à presença humana (YEPES-GAURISAS et al., 2013). Entretanto, das três espécies citadas apenas um indivíduo de *P. intermutans* ocorreu no litoral Pernambucano, provavelmente devido ao fato de nenhuma das áreas ser totalmente conservada.

Nesse contexto de bioindicação de qualidade ambiental ainda se sobressaem *Dexosarcophaga carvalhoi*, *Titanogrypa larvicida* e Sarcophagidae sp. 2 que também tiveram sua distribuição restrita a áreas sob baixos níveis de influência antrópica. Em contrapartida *V. pernambucana* e *O. capensis* podem ser bons indicadores de antropização já que ocorreram apenas nos ambientes altamente antropizados. Todavia, mais estudos são necessários para as regiões litorâneas no Brasil, já que as mesmas abrangem uma alta diversidade de ambientes, por exemplo, mangues, restingas, ilhas e praias.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Ambientes litorâneos apesar de suas condições abióticas desfavoráveis a muitos organismos vivos apresentam uma alta diversidade de dípteros necrófagos das famílias, Fanniidae, Muscidae e Sarcophagidae.
- As famílias contempladas no estudo podem vir a serem ferramentas chaves em pesquisas com foco na qualidade ambiental ou sobre status conservacionista, já que algumas espécies se mostraram sensíveis à presença humana, por exemplo, *Peckia intermutans* e Muscidae sp.
- Os dados sobre a distribuição das espécies, bem como de suas abundâncias ao longo do gradiente de influência humana, pode ser utilizados como uma ferramenta auxiliar na determinação de áreas prioritárias a conservação. Isso devido ao fato que a partir de uma matriz de similaridade observou-se que houve formação de grupos, onde áreas com baixa atividade humana apresentaram uma similaridade de 70%, enquanto as praias com níveis médio e alto formaram outro grupo.
- As espécies sinantropicas podem auxiliar em questões ambientais, tais como desmatamento ilegal, já sua presença está correlacionada com ambientes urbanos, ou seja, alta atividade antrópica.
- As espécies *V. pernambucana, T. larvicida, P. trivittata, P. villegasi, O. fluminensis, D. carvalhoi, O. capensis, F. scalaris* e Muscidae sp. são merecedoras de mais estudos, já que apresentaram um distribuição mais restrita. Tal comportamento pode ser um indicio para uma futura aplicação como indicadora de local da morte para o estado de Pernambuco.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ALVES, A. C. F.; SANTOS, W. E.; CREÃO-DUARTE, A. J. Diptera (Insecta) de importância forense da região Neotropical**. Entomotropica**, 29 (2): 77-94, 2014.

AMAT, E. Notes on necrophagous flies (Diptera: Calyptratae) associated to fish carrion in Colombian Amazon. **Acta Amazonica**, 40(2): 397-400, 2010.

BARBOSA, R. R.; MELLO-PATIU, C. A.; MELLO, R. P.; QUEIROZ, M. M. C. New records of calyptrate dipterans (Fanniidae, Muscidae and Sarcophagidae) associated with the decomposition of domestic pigs in Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz,** 104: 923-926, 2009.

BARBOSA, T. M. **Muscidae (Diptera) associados a carcaças de suínos, *Sus scrofa* L., em São José da Mata, Campina Grande, PB**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Estadual da Paraíba, 2011.

BARRETO, M.; BURBANO, M. E.; BARRETO, P. Flies (Calliphoridae, Muscidae) and beetles (Silphidae) from human cadavers in Cali, Colombia. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 97: 137-138, 2002.

BARROS, R. M.; MELLO-PATIU, C. A.; PUJOL-LUZ, J. R. Sarcophagidae (Insecta, Diptera) associados à decomposição de carcaças de *Sus scrofa* Linnaeus (Suidae) em área de Cerrado do Distrito Federal, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia,** 52: 606–609. 2008.

BENECKE, M. A; LESSIG, R. Child neglect and forensic entomology. **Forensic Science International**, 120: 155-159, 2001.

BOONCHU, N.; PIANGJAI, S.; SUKONTASON, K. L.; SUKONTASON, K. Comparison of the effectiveness of baits used in traps for adult fly collection. **Southeast Asian Journal Tropical Medical Public Health**, 34(3): 630-633, 2003.

BRUNDAGE, A.; BROS, S.; HONDA, J. Y. Seasonal and habitat abundance and distribution of some forensically important blowflies (Diptera: Calliphoridae) in Central California. **Forensic Science International**, 212: 115–120, 2011.

BUENAVENTURA E.; PAPE T. Revision of the New World genus *Peckia* Robineau-Desvoidy (Diptera: Sarcophagidae). **Zootaxa**, 3622: 001-087, 2013.

BYRD, J. M; CASTNER, J. L. Insects of Forensic Importance. In: BYRD, J. M; CASTNER, J. L. (eds.) **Forensic entomology: the utility of arthropods in legal investigations**. CRC: 39-126, 2010.

CABRINI, I.; GRELLA, M. D.; ANDRADE, C. F. S.; THYSSEN, P. J. Richness and composition of Calliphoridae in an Atlantic Forest fragment: implication for the use of dipteran species as bioindicators. **Biodiversity and Conservation**, 22(11): 2635-2643, 2013.

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

CANSI, E. R.; DEMO, C. Ocorrência de miíases em animais de companhia no Distrito Federal, Brasil. **Acta Scientiae Veterinariae**, 39(3): 1-5, 2011.

CARMO, R. F. R. **Diversidade, potencial invasivo e importância forense de dípteros necrófagos em dois ambientes insulares de Pernambuco**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, 2014.

CARVALHO, C. J. B.; ALMEIDA, J. R.; JESUS, C. B. Dípteros sinantrópicos de Curitiba e arredores (Paraná, Brasil). I. Muscidae. **Revista Brasileira de Entomologia**, 28: 551-560, 1984.

CARVALHO, C. J. B. **Muscidae (Diptera) of the Neotropical Region: Taxonomy**. Ed. UFPR. Curitiba, 2002.

CARVALHO, C. J. B; PONT, A. C.; COURI, M. S.; PAMPLONA, D. A catalogue of the Fanniidae (Diptera) of the Neotropical Region. **Zootaxa,** 219: 1–32, 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**, 860: 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**, 52(3): 390-406, 2008.

CARVALHO, C. J. B.; RAFAEL, J. A.; COURI, M. S.; SILVA, V. C. Diptera (2012) 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: Ed. Fapeam/Holos, p. 701-743. 2012.

CARVALHO, L. M. L.; THYSSEN, P. J.; LINHARES, A. X.; PALHARES, F. A. B. A checklist of arthropods associated with pig carrion and human corpses in southeastern Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 95: 135-138, 2000.

CARVALHO, L. M. L.; LINHARES A. X. Seasonality of insect succession and pig carcass decomposition in a natural forest area in southeastern Brazil. **Journal of Forensic Sciences,** 46: 604-608. 2001.

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

CORREIA, M. D. **Ecossistemas Marinhos: Recifes, Praias e Manguezais**. EDUFAL: Maceió, 55p. 2005.

COSTA, P. R. P.; FRANZ, R. L.; VIANNA, E. E. S.; RIBEIRO, P. B. Synanthropy of *Ophyra* spp. (Diptera, Muscidae) in Pelotas, RS, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, 9(2): 165-168, 2000.

COURI, M. S.; CARVALHO, C. J. B. Diptera Muscidae do estado do Rio de Janeiro (Brasil). **Biota Neotropica**, 5: 205-222, 2005.

COURI, M. S.; BARROS, G. P. ORSINI, M. P. Dipterofauna do Arquipélago de Fernando de Noronha (Pernambuco, Brasil). **Revista Brasileira de Entomologia**. 52: 588-590, 2008.

COURI, M. S.; CUNHA, A. M.; SOUZA, S. M. F. M.; LAETA, M. *Ophyra capenses* (Wiedemann) (Diptera, Muscidae) found inside the esophagus of a mummy in Lisbon (Portugal). **Papéis Avulsos de Zoologia,** 46: 87-91, 2009.

CPRH multa Complexo de Suape em R$ 2,5 milhões por crime ambiental. Disponível em: <http://g1.globo.com/pernambuco/noticia/2013/09/cprh-multa-complexo-de-suape-em-r-25-milhoes-por-crime-ambiental.html>. Acesso em: 01/01/2015.

D'ALMEIDA, J. M. Sinantropia de Sarcophagidae (Diptera) na Região Metropolitana do estado do Rio de Janeiro. **Arquivos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,** 7(2): 101-110, 1983.

D'ALMEIDA, J. M. Sinantropia de Sarcophagidae (Diptera) na região metropolitana do Rio de Janeiro. **Arquivos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**, 7: 101-110, 1984.

D'ALMEIDA, J. M. Substratos utilizados para a criação de dípteros caliptrados em área urbana do Município do Rio de Janeiro. **Memorias do Instituto Oswaldo Cruz**, 83: 201-206, 1988.

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

DE CÁCERES, M.; LEGENDRE, P. Associations between species and groups of sites: indices and statistical inference. **Ecology**, 90(2): 3566-3574, 2009.

DENNO, R. F.; COTHRAN, W. R. Competitive interactions and ecological strategies of Sarcophagid and Calliphorid flies inhabiting rabbit carrion. **Annals of the Entomological Society of America**, 69:109–113, 1976.

DIAS, E. S.; NEVES, D. P.; LOPES, H. S. Estudos sobre a fauna de Sarcophagidae (Diptera) de Belo Horizonte, Minas Gerais. I. Levantamento taxonômico e sinantrópico. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 79: 83-91, 1984.

DODGE R. H. Some new or little-known Neotropical Sarcophagidae (Diptera), with review of the genus *Oxysarcodexia*. **Annals of the Entomological Society of America**, 59: 674-701, 1966.

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

ESPINDOLA, C. B. **Composição e estrutura de comunidades de muscóides (Diptera) em Paracambi, Rio de Janeiro.** Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006.

FARIAS, R. C. A. P. **Entomofauna associada a carcaças de *Sus scrofa* L. expostas em remanescente de Mata Atlântica em João Pessoa, PB**. Tese de doutorado, Universidade Federal da Paraíba**,** 2012.

FARINHA, A.; DOURADO, C. G.; CENTEIO, N. OLIVEIRA, A. R.; DIAS, D.; REBELO, M. T. Small bait traps as accurate predictors of dipteran early colonizers in forensic studies. **Journal of Insect Science**, 14: 1-16, 2014.

FERRAZ, A. C. P.; PROENÇA, B.; GADELHA, B. Q.; FARIA, L. M.; BARBALHO, M. G. M.; AGUIAR-COELHO, V. M.; LESSA, C. S. S. First record of human myiasis caused by association of the species *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae), *Sarcophaga* (*Liopygia*) *ruficornis* (Diptera: Sarcophagidae), and *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). **Journal of Medical Entomology**, 47(3): 487-490, 2010.

FERRAZ, M. V. Comparison of the reproductive behavior between isolated *Peckia chrysostoma* (Wiedeman, 1830) and *Adiscochaeta igens* (Walker, 1849) (Diptera: Sarcophagidae) females reared in laboratory. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 87(1): 131-139, 1992.

FERREIRA, M. J. M. Sinantropia de dípteros muscoideos de Curitiba, Paraná. I: Calliphoridae. **Revista Brasileira de Biologia**, 38(2): 445-454, 1978.

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

FIGUEROA-ROA, L.; LINHARES, A. X. Sinantropia de los Calliphoridae (Diptera) de Valdívia, Chile. **Neotropical Entomology,** 31(2): 233-239, 2002.

FIGUEROA-ROA, L.; LINHARES, A. X. Synanthropy of Muscidae (Diptera) in the city of Valdivia, Chile. **Neotropical Entomology**, 33(5): 647-651, 2004.

Fiscalizações são realizadas no Litoral Norte e Sul de Pernambuco**.** Disponível em: <http://www.cbnrecife.com/noticia/fiscalizacoes-sao-realizadas-no-litoral-norte-e-sul-de-pernambuco>. Acesso em: 01/01/2015.

FORATTINI, O. P. **Ecologia, Epidemiologia e Sociedade**. São Paulo: Edusp, 1992. 529pp.

FÖRSTER, M.; KLIMPEL, S.; SIEVERT, K. The house fly (*Musca domestica*) as a potential vector of metazoan parasites caught in a pig-pen in Germany. **Veterinary Parasitology**, 160: 163-167, 2009.

FOTTORINI, S. Insect extinction by urbanization: A long term study in Rome. **Biological Conservation**, 144: 370–37, 2011.

FRANCESCONI, F.; LUPI, O. Myiasis. **Clinical Microbiology Reviews**, 25 (1): 79-105, 2012.

FURLANETTI, P. R. R. **A comunidade de borboletas frugívoras de áreas em processo de restauração, fragmentos de floresta estacional semidecidual e pastagens**. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

GETACHEW, S.; GEBRE-MICHAEL, T; ERKO, B.; BALKEW, M.; MEDHIN, G. Non-biting cyclorrhaphan flies (Diptera) as carriers of intestinal human parasites in slum areas of Addis Ababa, Ethiopia. **Acta Tropica**, 103: 186-194, 2007.

GIBB, H.; HOCHULI, D. F. Habitat fragmentation in an urban environment: large and small fragments support different arthropod assemblages. **Biological Conservation**, 106: 91-100, 2002.

GILBERT, O. L. **The Ecology of Urban Habitats**. Chapman and Hall, London UK, 1989. 369 pp.

GOFF, M. L.; OMORI, A. I. GUNATILAKE, K. Estimation of postmortem interval by arthropod succession: three case studies from the Hawaiian Islands. **The American Journal of Forensic Medicine and Pathology**, 9:220-225, 1988.

GREENBERG B. **Flies and disease. Biology and disease transmission**. Princeton, Princeton Univ. 2, 1973. 447p.

GRISALES, D.; RUIZ, M.; VILLEGAS, S. Insects associated with exposed decomposing bodies in the Colombian Andean Coffee Region. **Revista Brasileira de Entomologia**, 54: 637–644, 2010.

GRISI, L.; MASSARD, C. L.; BORJA, G. E. M.; PEREIRA, J. B. Impacto econômico das principais ectoparasitoses em bovinos no Brasil. **A Hora Veterinária**, 21(125): 8-10, 2002.

GUIMARÃES, J. H.; PAPAVERO, N. Myiasis in man and animals in the Neotropical region. Editora. **Plêiade**, 1999.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. **Os Insetos: Um Resumo de Entomologia**. 4ª ed. São Paulo: Editora Roca, 496p. 2012.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades. 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.phpcodmun=261160&search=pernambuco|recife >. Acesso em: 20 de Novembro de 2014.

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.** 6(1):74-85. 2013.

KHOOBDEL, M.; DAVARI, B. Fauna and abundance of medically important flies of Muscidae and Fanniidae (Diptera) in Tehran, Iran. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, 220-223, 2011.

LINHARES, A. X. Synanthropy of Calliphoridae and Sarcophagidae (Diptera) in the city of Campinas, São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, 25: 189-215, 1981a.

LINHARES, A. X. Synanthropy of Muscidae, Fanniidae and Anthomyiidae (Diptera) in the city of Campinas, São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia,** 25: 231-243, 1981b.

MAGURRAN, A. E. **Ecological Diversity and its Measurement**. Princeton, N.J. Princenton University Press. 1988.

Mangue em Maracaípe, Ipojuca, dá lugar a barracos. Disponível em: <http://blogs.diariodepernambuco.com.br/meioambiente/2012/06/mangue-em-maracaipe-ipojuca-da-lugar-a-barracos>. Acesso em: 01/01/2015.

MARCHIORI, C. H.; SILVA, C. G. Dípteros sinantrópicos associados a restos alimentares e seus parasitoides. **Neotropical Entomology**, 30:187-189, 2001.

MARILUIS J. C.; SCHNACK J. A.; MULIERI, P. R.; TORRETTA, J. P. The Sarcophagidae of the coastline of Buenos Aires city, Argentina. **Journal of the Kansas Entomological Society**, 80(3): 243-251, 2007.

MARTÍNEZ, E.; DUQUE, P.; WOLFF, M. Succession pattern of carrion feeding insects in Páramo, Colombia. **Forensic Science International**, 166: 182–189, 2007.

MCGEOGH, M. A. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. **Biological Reviews**, 73: 181–201, 1998.

MEIER, R.; KOTRBA, M.; FERRAR, P. Ovoviviparity and viviparity in the Diptera. **Biological Review**, 74: 199-258, 1999.

MELLO, R. P.; GREDILHA, R.; GUIMARÃES NETO, E. G. Dados preliminares sobre sinantropia de califorídeos (Diptera: Calliphoridae) no município de Paracambi-RJ. **Revista Universidade Rural: Série Ciências da Vida, Seropédica, RJ: EDUR**, 24(2): 97-101, 2004.

MELLO-PATIU, C. A.; PASETO, M. L.; FARIA, L. S.; MENDES, J.; LINHARES, A. X. Sarchophagid flies (Insecta, Diptera) from pig carcasses in Minas Gerais, Brazil, with nine new records from the Cerrado, a threatened Neotropical biome. **Revista Brasileira de Entomologia**, 58(2): 142–146, 2014.

MONTOYA, A. L. G.; SÁNCHEZ, J. D.; WOLFF, M. E. Sinantropía de Calliphoridae (Diptera) del municipio La Pintada, Antioquia – Colombia. **Revista Colombiana de Entomologia,** 35:73-82, 2009.

MORETTI, T. C. Artrópodes associados às carcaças de pequenos roedores expostas em área de formação vegetal secundária no município de Campinas, SP. **Biota Neotropica**. 6(3): 2006.

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,** 105: 691- 696, 2008.

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**, 50 (2): 415-424, 2013.

MOURA, C. M.; MOURA, A. C.; SILVA, E. V.; ROCHA, F. S. P.; PONTES-NETO, J. G.; CAVALCANTI, K. P. S.; CARVALHO, R. C. X.; JIMENEZ, G. C.; ANJOS, F. B. R.; SOUZA, I. A.; PASSAVANTE, J. Z. O. Estudo dos Impactos Ambientais Decorrentes da Deposição de Resíduos Sólidos na Zona Costeira do Jaboatão dos Guararapes. **V Simpósio Brasileiro de Oceanografia**. Santos, SP, 2011.

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**, 92(2): 269-274, 1997.

MULIERI, P. R.; PATITUCCI, L. D.; SCHNACK, J. A.; MARILUIS, J. C. Diversity and seasonal dynamics of an assemblage of sarcophagid Diptera in a gradient of urbanization. Journal of Insect Science, 11(91): 1-15, 2011.

NILO, T. A. **Análise do processo de decomposição e sucessão entomológica em carcaças de roedores em diferentes ambientes no município de Salvador, BA**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal Bahia. 89 p. 2007.

NUORTEVA, P. Synantropy of blowflies (Diptera: Calliphoridae) in Finland. **Annales Entomologici Fennici**, Helsinki, 29:1-49, 1963.

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**. 198(1-3): 97-102, 2010.

OLIVEIRA, V. C.; D'ALMEIDA, J. M.; PAES, M. J.; SANAVRIA, A. Population dynamics of calyptrate Diptera (Muscidae and Sarcophagidae) at the Rio-Zoo Foundation, Rio de Janeiro, RJ, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, 62(2): 191-196, 2002.

OLIVEIRA-COSTA, J. **Levantamento da entomofauna cadavérica com vistas à formação de um banco de dados de aplicação em investigações de norte violenta do estado do Rio de Janeiro**. Tese de doutorado em Ciências Biológicas. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.

PAPE, T. 1996. **Catalogue of the Sarcophagidae of the world (Insecta: Diptera)**. Memoirs on Entomology, International 8, 558p.

PAPE, T.; BICKEL, D.; RUDOLF, M**.** (ed.). **Diptera Diversity**: **Status, Challenges and Tools**. 1ed, Leiden, Boston: Brill Academic Publishers, 2009. p. 459.

PAPE, T.; DAHLEM, G. A. Sarcophagidae (Flesh Flies). *In*: BROWN, B. V.; BORKENT, A.; CUMMING, J. M.; WOOD, D. M.; WOODLEY, N. E.; ZUMBADO, M. A. **Manual of Central American Diptera**. NRC Research Press 2, 744 p. 2010.

PAPE, T.; BLAGODEROV, V.; MOSTOVSKI, M. B. Order Diptera Linnaeus, 1758. *In*: Zhang ZQ. (Ed.) Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. **Zootaxa**, 3148: 237, 2011.

PARALUPPI, N. D. Calliphoridae (Diptera) in the Alto Urucu river basin, Central Amazonian, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 13(3): 553-559, 1996.

PEREZ-EID C, MOUFFOK N. Human urinary myiasis due to *Fannia canicularis* (Diptera, Muscidae) larvae in Algeria. **Presse Medical**, 28: 580–581, 1999.

PINHEIRO, L. S.; CORIOLANO, L. N.; COSTA, M. F.; DIAS, J. A. O Nordeste brasileiro e a Gestão Costeira. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, 8(2): 5-10, 2008.

Pousada de Luciano Huck em Fernando de Noronha (PE) é interditada. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u85500.shtml>. Acesso em: 01/01/2015.

PRADO, A. P. Dípteros de importância veterinária. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, 13: 108, 2004.

Praias brasileiras estão entre as melhores do mundo. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/turismo/2014/04/praias-brasileiras-estao-entre-as-melhores-do-mundo>. Acesso em: 01/01/2015.

RAINIO, J.; NIEMELÄ, J. Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators. **Biodiversity and Conservation**, 12: 487-506, 2003.

ROSA, T. A.; BABATA, M. L. Y.; SOUZA, C. M.; SOUSA, D.; MELLO-PATIU, C. A; MENDES J. Dípteros de interesse forense em dois perfis de vegetação de Cerrado em Uberlândia, MG. **Neotropical Entomology,** 38 (6): 859-866, 2009.

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** 55: 424–434, 2011.

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

SALVIANO, R. J. B. **Sucessão de Diptera Caliptrata em carcaça de *Sus scrofa L***. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**,** 1996.

SANTOS, M. M. F. **Impactos ambientais no estuário do Rio Formoso a partir da confluência dos rios Ariquindá/Formoso, Tamandaré (PE).** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, 2002.

SCHOWALTER, T. D. **Insect ecology: an ecosystem approach**. Academic press, 2nd ed. 2006. 574 pp.

SILVA, A. Z; ANJOS, V. A; RIBEIRO, P. B.; KRUGER, R. F. Ocorrência de muscóideos necrófagos em carcaça de *Didelphis albiventris* Lund, 1841 (Didelphimorphia, Didelphidae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Biotemas**, 23: 211-214, 2010.

SILVA, R. R. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) do oeste de Santa Catarina: histórico das coletas e lista atualizada das espécies do Estado de Santa Catarina. **Biotemas**, 12(2): 75-100, 1999.

SILVEIRA-NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N. A. **Manual de Ecologia dos Insetos**. 1 ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 419 p. 1976.

SILVEIRA-NETO, S., MONTEIRO, R. C., ZUCCHI, R. A., MORAES, R. C. B. Uso da análise faunística de insetos na avaliação do impacto ambiental. **Scientia Agricola**, 52 (9): 9-15, 1995.

SMITH, K.G.V. **A Manual of Forensic Entomology**. British Museum (Natural History). Cornell University Press, Ithaca, 205p. 1986.

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.

SOARES, W. F.; MELLO-PATIU, C. A. Two new Neotropical species of the genus *Oxysarcodexia* Towsend (Diptera, Sarcophagidae). **Revista Brasileira de Entomologia,** 54(1): 72-75, 2010.

SOUSA, J. R. P.; ESPOSITO, M. C.; CARVALHO-FILHO, F. S. A fauna de califorídeos (Diptera) das matas e clareiras com diferentes coberturas vegetais da Base de Extração Petrolífera, bacia do Rio Urucu, Coari, Amazonas. **Revista Brasileira de Entomologia**, 54: 270–276, 2010.

SOUSA, J. R. P.; ESPOSITO, M. C.; CARVALHO FILHO, F. S. Composition, abundance and richness of Sarcophagidae (Diptera: Oestroidea) in forests and forest gaps with different vegetation cover. **Neotropical Entomology**, 40(1): 20-27, 2011.

SOUSA, J. R. P.; ESPOSITO, M. C.; CARVALHO-FILHO, F. S.; JUEN, L. The potential use of sarcosaprophagous flesh flies and blowflies for the evaluation of the regeneration and conservation of forest clearings: A case study in the amazon forest. **Journal of Insect Science**, 14(215): 1-5, 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**, 52 (4): 641-646, 2008.

SOUZA, A. M.; LINHARES, A. X. Diptera and Coleoptera of potential forensic importance in southeastern Brazil: Relative abundance and seasonality. **Medical and Veterinary Entomology**, 11: 8-12, 1997.

TESSLER, M. G.; GOYA, S. C. Processos costeiros condicionantes do litoral brasileiro. **Revista do Departamento de Geografia**, 17: 11-23, 2005.

THOMPSON, F. C., 2013. The Diptera site. The biosystematic database of world Diptera. Nomeclator status statistics. Version 10.5. <http://www.sel.barc.usda.gov/diptera/names/Status/bdwstat.htm>. Acesso em 20 de Setembro de 2014.

TOMBERLIN, J. K.; MOHR, R.; BENBOW, M. E.; TARONE, A. M.; VANLAERHOVEN, S. A roadmap for bridging basic and applied research in forensic entomology. **Annual Review of Entomology**, 56: 401-421, 2011.

TOMBERLIN, J. K; BYRD, J. H.; WALLACE, J. R.; BENBOW M. E. Assessment of decomposition studies indicates need for standardized and repeatable research methods in forensic entomology. **Journal of Forensic Research**, 3: 147, 2012.

URIBE-M, N.; WOLFF, M.; CARVALHO, C. J. B. Synanthropy and ecological aspects of Muscidae (Diptera) in a tropical dry Forest ecosystem in Colombia. **Revista Brasileira de Entomologia**, 54: 462-470, 2010.

VAIRO, K. P.; MELLO-PATIU, C. A.; CARVALHO, C. J. B. Pictorial identification key for species of Sarcophagidae (Diptera) of potential forensic importance in southern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, 55(3): 333-347, 2011.

VASCONCELOS S. D.; ARAUJO M. S. C. Necrophagous species of Diptera and Coleoptera in Northeastern Brazil: State of the art and challenges for the forensic entomologist. **Revista Brasileira de Entomologia**, 56: 7–14, 2012.

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**, 13(145):1-11, 2013.

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**, 128: 229-233, 2014.

VIANNA, E. E. S. Synanthropy of Calliphoridae (Diptera) in Pelotas, Rio Grande do Sul State, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, 7(2): 141-147, 1998.

WAISELFISZ, J. J. **Mapa da violência 2013: Homicídios e juventude no Brasil**. Flacso Brasil, 2013.

WENDT, L. D.; CARVALHO C. J. B. Taxonomia de Fanniidae (Diptera) do sul do Brasil –I: nova espécie e chave de identificação de *Euryomma* Stein. **Revista Brasileira de Entomologia**, 51: 197–204, 2007.

WENDT, L. D.; CARVALHO, C. J. B. Taxonomia de Fanniidae (Diptera) do sul do Brasil – II: novas espécies e chave de identificação de *Fannia* Robineau-Desvoidy. **Revista Brasileira de Entomologia**, 53: 171–206, 2009.

YEPES-GAURISAS, D; SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ, J. D.; MELLO-PATIU, C. A.; WOLFF, M. E. Synanthropy of Sarcophagidae (Diptera) in La Pintada, Antioquia-Colombia. **Revista de Biología Tropical**, 61(3):1275-1287, 2013.

ZUMPT, F. **Myiasis in man and animals in the Old World**. Butterworths, 1965.

Manuscrito aceito para publicação no periódico **Entomotropica** (Qualis B2)

Autores: Taciano Moura Barbosa, Cátia Antunes Mello-Patiu, Simão Dias Vasconcelos

Flesh fly survey of coastal environments in northeastern Brazil

Flesh fly survey of coastal environments in northeastern Brazil (Diptera: Sarcophagidae): new records and notes on the expanded geographical distribution

Abstract
Despite the medical, veterinary and forensic relevance of flesh flies (Diptera: Sarcophagidae) species, knowledge on their diversity in Brazil is limited, especially in Northeastern Brazil. We performed a survey of Sarcophagidae species in coastal environments in Pernambuco, Brazil, using traps baited with decomposing fish and chicken liver in 2011-2013. Twenty-four species were registered, belonging to ten genera: *Argoravinia*, *Dexosarcophaga*, *Malacophagomyia*, *Oxysarcodexia*, *Peckia*, *Ravinia*, *Sarcofahrtiopsis*, *Titanogrypa*, *Tricharaea* and *Villegasia*. We describe here the first report of *Peckia villegasi* Dodge, 1966 in Brazil and the first record of five Sarcophagidae species in the Northeastern region of Brazil. Images of habitus and male terminalia of *P. villegasi* are also provided for the first time. The results expand the knowledge on the geographical distribution and habitat occupation of the family as well as on their forensic relevance.
Additional Keywords: flesh flies, forensic entomology, carrion, coastal environment

Resúmen
A pesar de la relevancia médica, veterinaria y forense de las especies de moscas de la carne (Diptera: Sarcophagidae), el conocimiento de su diversidad en Brasil es limitada, sobre todo en el noreste de Brasil. Se realizó un estudio de las especies de Sarcophagidae en ambientes costeros de Pernambuco, Brasil, con el uso de trampas con pescado y de hígado de pollo en descomposición en el período 2011-2013. Se registraron 24 especies, de diez géneros: *Argoravinia, Dexosarcophaga, Malacophagomyia, Oxysarcodexia,*

Peckia, Ravinia, Sarcofahrtiopsis, Titanogrypa, Tricharaea y *Villegasia*. Se describe aquí el primer informe de *Peckia villegasi* Dodge, 1966 en Brasil y el primer registro de cinco especies de Sarcophagidae en el noreste de Brasil. Imágenes de habitus y terminalia masculina de *P. villegasi* también están disponibles por primera vez. Los resultados amplían el conocimiento sobre la distribución y hábitat de la familia, así como de su relevancia forense.
Palabras clave adicionales: mosca de la carne, entomología forense, carroña, ambientes costeros

Introduction

Flesh flies (Diptera: Sarcophagidae) are a diverse group of insects that comprises *ca.* 3,100 species (Pape et al. 2011) of which more than 800 occur in the Neotropical Region (Pape 1996). Species of this family exhibit a variety of feeding habits that include coprophagy, necrophagy, saprophagy, parasitism and predation (Pape and Dahlem 2010). Such diversity of feeding modes can be directly related to their medical and veterinary importance because several species cause myiasis and can act as pathogen vectors (Greenberg 1973, Guimarães and Papavero, 1999). Also, sarcophagids have been associated with decomposing carcasses and human bodies (Magaña et al. 2006, Cherix et al. 2012, Vasconcelos et al. 2014), which enhances their usefulness in forensic entomology.

Two genera stand out in terms of species richness and abundance of individuals: *Oxysarcodexia*, with 83 species, and *Peckia,* with 72 species (Pape 1996, Soares and Mello-Patiu 2010, Buenaventura and Pape 2013). Their association with human cadavers stimulates further field studies to assess their utility as indicators of place of death, especially in areas with high rates of homicides which is the case of northeastern Brazil.

The Northeast Region of Brazil is comprised of nine states, with total area of 1,558,196 km^2 and population of approximately 54 million (27.5% of Brazilian population) (Figure 1). Coastal environments in northeastern Brazil consist of a variety of ecosystems such as mangroves, cliffs, rocky shorelines, continental islands and, most commonly, sandy beaches. This diversity highlights the need for inventories of the biodiversity of both synanthropic and asynanthropic insect species.

Materials and Methods

This survey was carried out in the State of Pernambuco, northeastern Brazil (Figure 1). Sampling was performed in six beaches with marked differences in human impact: Carne de Vaca (07°33'38''S; 35°00'09''W); Itamaracá (07°44'52''S; 34°49'51''W), Pau Amarelo (07°54'36.8''S; 34°49'22.2''W), Piedade (08°07'30''S; 35°00'55''W); Serrambi (08°33'30''S; 35°06'58''W) and Tamandaré (08°45'36''S; 35°06'18''W). Six sampling expeditions were performed at each beach from November 2011 to July 2013.

Insects were collected using a modified version of bait traps (Ferreira 1978), suspended 0.8 m above soil level, containing 200 g of decomposing chicken liver or sardine, both exposed to 24 h at room temperature prior to use. At each beach, a set of three grids composed of six traps was installed, separated from one another by 200 m. In each grid, three traps contained chicken liver baits and three contained sardine, separated 20 m from each other. Traps were left in the field for 48 h. A total of 648 independent traps were used in the survey. Adults were kept in 70% alcohol and males were identified using the taxonomical keys of Carvalho and Mello-Patiu (2008), Vairo et al. (2011) and Buenaventura and Pape (2013) and by comparison with specimens deposited at the Diptera Collection of the Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro (MNRJ, curator C. A. Mello-Patiu). Photographs were taken using a Leica DFC420 digital camera on a Leica MZ16 stereomicroscope.

Results and Discussion

The combined samples contained a total of 3,539 adults, of which 470 were males, which were used for species identification. Twenty-four species belonging to ten genera were identified, of which *Oxysarcodexia* and *Peckia* were represented by eight and seven species respectively (Table 1). *Peckia* (*Peckia*) *villegasi* Dodge, 1966 is reported for the first time from the Brazilian territory (Figures 2 and 3). Also, five species from four genera are reported for the first time for the northeastern region of Brazil (Table 1). Most Sarcophagidae

species were collected on both types of bait, chicken and sardine. *P. villegasi* occurred on both substrates.

Few reports of Sarcophagidae from northeastern Brazil are available, most of them were based on short term inventories performed in remnants of the original Brazilian rainforest (e. g. Lopes 1974, Vasconcelos and Araújo 2012, Vasconcelos et al. 2013). Two studies revealed the presence of Sarcophagidae as colonizers of human cadavers in the northeastern region, and the diversity was limited to three species: *Ravinia belforti* (Prado & Fonseca, 1932), *Oxysarcodexia riograndensis* Lopes, 1946 (Oliveira and Vasconcelos 2010) and *Peckia* (*Peckia*) *chrysostoma* (Wiedemann, 1830) (Vasconcelos et al. 2014).

Prior to this report, the known geographical distribution of *P. villegasi* was limited to localities in Venezuela (Miranda) and Colombia (Bolívar, Sucre) (Dodge 1966; Buenaventura and Pape 2013), all material collected in coastlands of the Caribbean. This fact suggests a preference for coastal habitats, although no other information on its bionomics and behavior is known. Species of *Peckia* are ecologically very diverse, with a few being restricted to coastal or estuarine habitats, like *Peckia* (*Peckia*) *gulo* (Fabricius, 1805) (Reeves et al., 2000). Other cases of Neotropical flesh flies living exclusively on beaches have been reported, e.g. *Tricharaea* (*Sarothromyia*) *femoralis* (Schiner, 1868) (Lopes 1973).

Only nine specimens of *P. villegasi* were collected, and exclusively from one beach (Itamaracá), representing 1.91% of all sarcophagids. The low abundance of *P. villegasi* may reflect its preference for specific substrates of the marine environment or may be a result of competition with other species of *Peckia* and *Oxysarcodexia* that tend to dominate necrophagous assemblages in the Neotropics (Barros et al. 2008, Barbosa et al. 2009).

The first register of several species in northeastern Brazil shows not only the high diversity of sarcophagids, but also the scarcity of field inventories in the region. Several flesh fly species have been recorded on human cadavers and may be used as indicators of neglect of elderly and disabled people (Benecke 1998). Their recorded however, must be followed by bionomical studies in order to provide reliable life cycle data which, theoretically, can be used to estimate of *post-mortem* interval (IPM) in forensic investigations.

Empirical data on the geographical distribution of Sarcophagidae species and their association with human settlements are incipient. For example, species within the same genus can demonstrate marked differences in their synanthropy level, ranging from typically “urban” (e.g., *Peckia* (*Peckia*) *chrysostoma*) to averse to human-impacted environments (e.g., *Peckia* (*Pattonella*) *intermutans* (Walker, 1861)) (Yepes-Gaurisas et al. 2013).

The Northeast Region of Brazil has a variety of coastal environments in its nine states, a diversity of which was only partially sampled in this study. The absence of empirical data on the distribution of Sarcophagidae species in the region is supported by the fact that from the 24 species recorded here for Pernambuco state, none has been previously recorded in two northeastern states, Alagoas and Sergipe (Figure 1, Table 1). It is likely the future studies to be performed throughout different landscapes (e. g. rainforest fragments, urban areas, agroecosystemas, dry forests) will noticeably increase the number of described flesh fly species in the region.

Scientific databases available to taxonomists and criminal investigators are supported by inventories that contribute to map the occurrence of flesh fly species in a given region. For example, information on the post-mortem transfer of cadavers can be obtained by comparing the immature species present on the body with checklists of local species. This is much needed for northeastern Brazil, which harbors six of the ten capitals with the highest rates of homicide in Brazil (Waiselfiz 2011). The results presented here contribute to expand the knowledge on the geographical distribution of forensically relevant Sarcophagidae species.

Acknowledgments

We thank *Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco* (Facepe), *Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro* (FAPERJ) and *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico* (CNPq) for financial support, Rodrigo Carmo, Leonardo Silva, Raissa Guerra, Marcelo Soares, Diego Oliveira, Taynã Olympia and Diogo Albuquerque for invaluable help in the field.

References

Barbosa RR, Mello-Patiu CA, Mello RP, Queiroz MMC. 2009. New records of calyptrate dipterans (Fanniidae, Muscidae and Sarcophagidae) associated with

the decomposition of domestic pigs in Brazil. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz 104 (6): 923-926.
Barros R, Mello-Patiu CA, Pujol-Luz JR. 2008. Sarcophagidae (Insecta, Diptera) associados à decomposição de carcaças de *Sus scrofa* Linnaeus (Suidae) em área de Cerrado do Distrito Federal, Brasil. Revista Brasileira de Entomologia 52 (4): 606-609.
Benecke M. 1998. Six forensic entomology cases: description and commentary. Journal of Forensic Sciences 43(6): 797-805.
Buenaventura E, Pape T. 2013. Revision of the New World genus *Peckia* Robineau-Desvoidy (Diptera: Sarcophagidae). Zootaxa 3622: 001-087.
Carvalho CJB, Melo-Patiu CA. 2008. Key to the adults of the most common forensic species of Diptera in South America. Revista Brasileira de Entomologia 52(3): 390-406.
Cherix D, Wyss C, Pape T. 2012. Occurrences of flesh flies (Diptera: Sarcophagidae) on human cadavers in Switzerland, and their importance as forensic indicators. Forensic Science International 220(1-3): 158-163.
Dodge RH. 1966. Some new or little-known Neotropical Sarcophagidae (Diptera), with review of the genus *Oxysarcodexia*. Annals of the Entomological Society of America, 59: 674-701.
Ferreira MJM. 1978. Sinantropía de dípteros muscoideos de Curitiba, Paraná I. Calliphoridae. Revista Brasileira de Biologia 38: 445-454.
Greenberg B. 1973. Flies and Disease. Vol. 2. Biology and Disease Transmission. Princeton University Press. 447 pp.
Guimarães JH, Papavero N. 1999. Myiasis in man and animals in the Neotropical Region. Bibliographic database. Editora Plêiade/Fapesp. 308 p.
Lopes HS. 1973. Collecting and rearing Sarcophagid flies (Diptera) in Brazil during forty years. Anais da Academia Brasileira de Ciências 45(2): 279-291.
Lopes HS. 1974. Sarcophagid flies Diptera from Pacatuba, State of Ceará, Brazil. Revista Brasileira de Biologia 34 (2): 271-294.
Magaña C, Andara C, Contreras MJ et al. 2006. Estudio preliminar de la fauna de insectos asociada a cadáveres en Maracay, Venezuela. Entomotropica 21(1): 53-59.
Reeves WK, Pape T, Adler, PH. 2000. Biological notes on New World Sarcophagidae (Diptera). Studia Dipterologica 7: 497–500
Oliveira TC, Vasconcelos SD. 2010. Insects (Diptera) associated with cadavers at the Institute of Legal Medicine in Pernambuco, Brazil and its implications for forensic entomology. Forensic Science International 198(1): 97-102.
Pape T. 1996. Catalogue of the Sarcophagidae of the world (Insecta: Diptera). Memoirs on Entomology, International 8, 558p.

Pape T, Dahlem GA. Sarcophagidae (Flesh Flies). 2010. *In*: Brown BV, Borkent A, Cumming JM, Wood DM, Woodley NE, Zumbado MA. Manual of Central American Diptera. NRC Research Press 2, 744 p.

Pape T, Blagoderov V, Mostovski MB. 2011. Order Diptera Linnaeus, 1758. *In*: Zhang ZQ. (Ed.) Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. Zootaxa 3148: 237 pp.

Soares WF, Mello-Patiu CA. 2010. Two new Neotropical species of the genus *Oxysarcodexia* Towsend (Diptera, Sarcophagidae). Revista Brasileira de Entomologia 54(1): 72-75.

Vairo KP, Mello-Patiu CA, Carvalho CJB. 2011. Pictorial identification key for species of Sarcophagidae (Diptera) of potential forensic importance in southern Brazil. Revista Brasileira de Entomologia 55(3): 333-347.

Vasconcelos SD, Araujo MSC. 2012. Vasconcelos SD, Araujo MSC. 2012. Necrophagous Diptera and Coleoptera in Northeastern Brazil: State of the art and challenges for the forensic entomologist. Revista Brasileira de Entomologia 56(1): 7-14.

Vasconcelos SD; Cruz TM; Salgado RL; Thyssen PJ. 2013. 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. 13(145):1-11.

Vasconcelos SD, Soares TF, Costa DL. 2014. 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 Legal Medicine 128(1): 229-233.

Waiselfisz JJ. 2011. Mapa da Violência 2011. São Paulo, Instituto Sangari, 163 p.

Yepes-Gaurisas D, Sánchez-Rodríguez JD, Mello-Patiu CA, Wolff E.M. 2013. Synanthropy of Sarcophagidae (Diptera) in La Pintada, Antioquia-Colombia. Revista de Biología Tropical 61(3): 1275-1287.

Table 1. Sarcophagidae species collected on sandy beaches in Pernambuco state, Northeastern Brazil, with notes on their previous register in seven of the nine states of the region. BA = Bahia, CE = Ceará, MA = Maranhão, PB = Paraíba, PE = Pernambuco, PI = Piauí, RN = Rio Grande do Norte.

Species	First register in Northeastern Brazil	Previous record in Northeastern Brazil by state
Argoravinia rufiventris (Walker, 1849)	No	BA, CE, MA
Dexosarcophaga carvalhoi (Lopes, 1980)	Yes	-
Malacophagomyia filamenta (Dodge, 1964)	Yes	-
Oxysarcodexia amorosa (Schiner, 1868)	No	BA, CE
Oxysarcodexia bakeri (Aldrich, 1916)	No	BA, PE
Oxysarcodexia fluminensis Lopes, 1946	No	PE
Oxysarcodexia fringidea (Curran & Walley, 1934)	No	BA, MA, PE
Oxysarcodexia intona (Curran & Walley, 1934)	No	CE, MA, PE
Oxysarcodexia modesta Lopes, 1946	No	PE
Oxysarcodexia thornax (Walker, 1849)	No	CE, PB, PE,
Oxysarcodexia timida (Aldrich, 1916)	No	CE, MA
Peckia (*Pattonella*) *intermutans* (Walker, 1861)	No	CE, PE
Peckia (*Peckia*) *chrysostoma* (Wiedemann, 1830)	No	CE, PE
Peckia (*Peckia*) *pexata* (Wulp, 1895)	No	BA, CE, PI
Peckia (*Peckia*) *uncinata* (Hall, 1933)	Yes	-
***Peckia* (*Peckia*) *villegasi* Dodge, 1966**	**Yes***	-
Peckia (*Sarcodexia*) *lambens* (Wiedemann, 1830)	No	CE, PE
Peckia (*Squamatodes*) *trivittata* (Curran, 1927)	Yes	-
Ravinia belforti (Prado & Fonseca, 1932)	No	CE, PE
Sarcofahrtiopsis cuneata Townsend, 1935	No	CE, PE
Titanogrypa (*Cucullomyia*) *larvicida* (Lopes, 1935)	No	RN
Tricharaea (*Sarcophagula*) *canuta* (Wulp, 1896)	Yes	-
Tricharea (*Sarcophagula*) *occidua* (Fabricius, 1794)	No	CE, MA, PE
Villegasia pernambucana Tibana & Lopes, 1985	No	PE
Total	**24**	

Figure 1. Location of the Northeastern Region in Brazil, depicting the nine states (BA = Bahia, SE = Sergipe, AL = Alagoas, CE = Ceará, MA = Maranhão, PE = Pernambuco, PI = Piauí, RN = Rio Grande do Norte), with emphasis in the sampling areas in the littoral of Pernambuco State (enlarged).

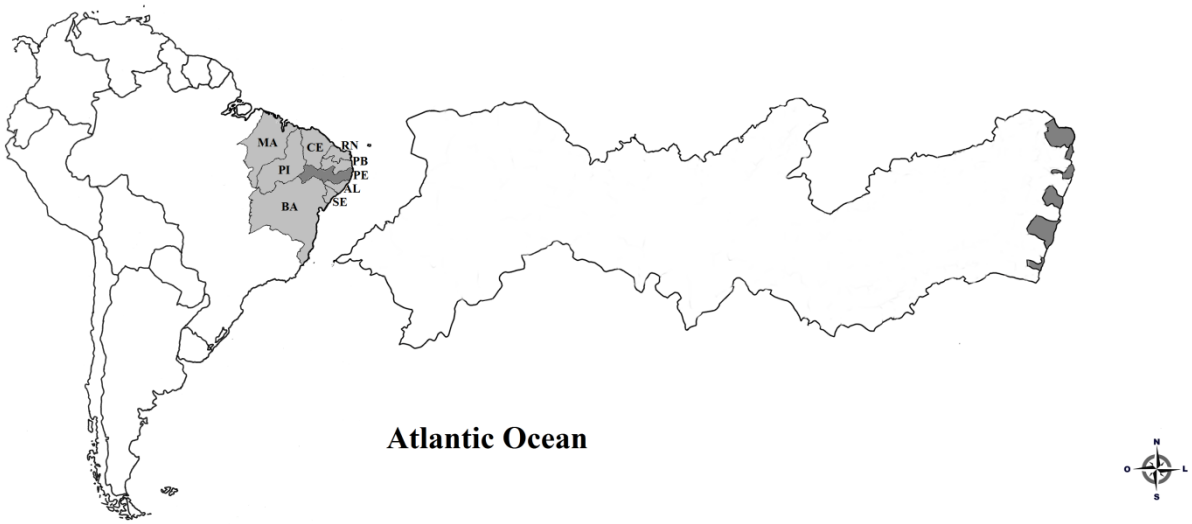


Figure 2. *Peckia* (*Peckia*) *villegasi* Dodge, 1966. Habitus, male.

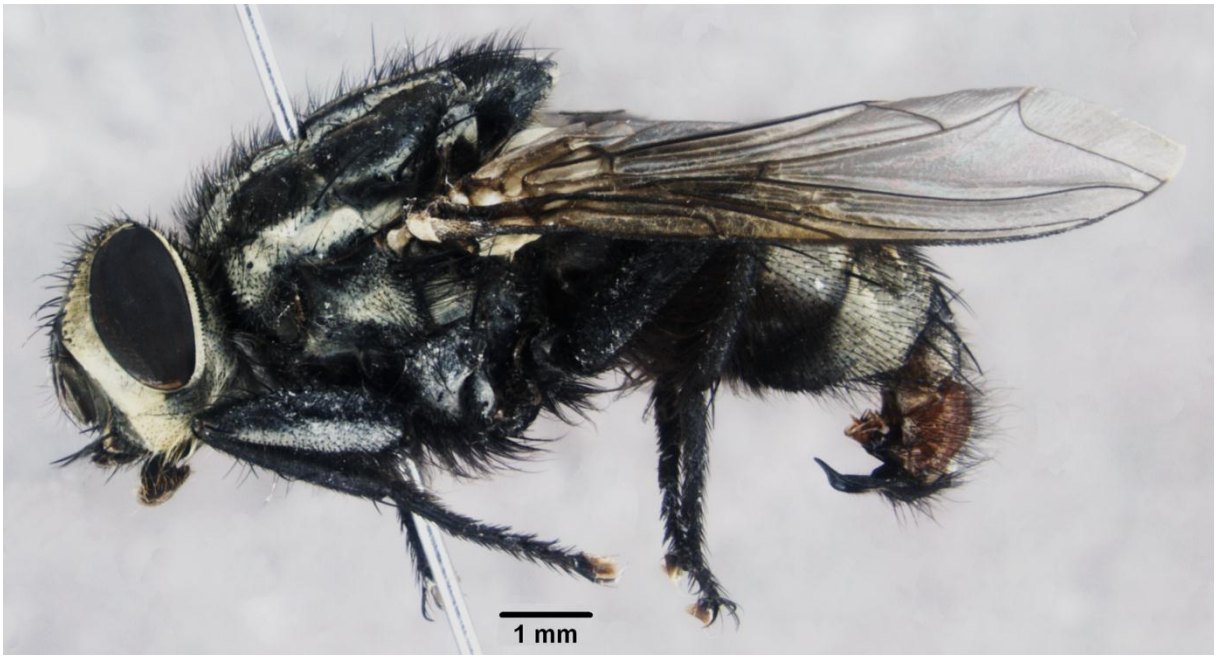


Figure 3. *Peckia* (*Peckia*) *villegasi* Dodge, 1966. Male terminalia.