

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

Roberta Luiza Salgado Oliveira

**DIPTEROFAUNA NECRÓFAGA ASSOCIADA À CARCAÇAS DE SUÍNOS EM
DECOMPOSIÇÃO EM UMA ÁREA DE CAATINGA DE PERNAMBUCO**

Recife

2012

Roberta Luiza Salgado Oliveira

**DIPTEROFAUNA NECRÓFAGA ASSOCIADA À CARCAÇAS DE SUÍNOS
EM DECOMPOSIÇÃO EM UMA ÁREA DE CAATINGA DE PERNAMBUCO**

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

Orientador: Dr. SIMÃO DIAS VASCONCELOS

Recife

2012

Catálogo na Fonte:
Bibliotecário Bruno Márcio Gouveia, CRB-4/1788

Oliveira, Roberta Luiza Salgado
Dipterofauna necrófaga associada à carcaças de suínos em composição em uma
área de caatinga de Pernambuco / Roberta Luiza Salgado Oliveira. – Recife: O Autor, 2014.

70 f.: il.

Orientador: Simão Dias Vasconcelos

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de
Ciências Biológicas. Pós-graduação em Biologia Animal, 2014.

Inclui referências e apêndices

1. Entomologia forense 2. Biodegradação I. Vasconcelos, Simão Dias (orient.)
II. Título.

595.7

CDD (22.ed.)

UFPE/CCB-2014-196

Roberta Luiza Salgado Oliveira

**DIPTEROFAUNA NECRÓFAGA ASSOCIADA A CARÇAÇAS DE SUÍNOS
EM DECOMPOSIÇÃO EM UMA ÁREA DE CAATINGA DE PERNAMBUCO**

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

Aprovado em 28 de fevereiro de 2012

BANCA EXAMINADORA

Titulares

Dr. Arício Xavier Linhares

Dr^a. Luciana Iannuzzi

Dr. Paulo Jorge Parreira dos Santos

Suplentes

Dr^a. Carla de Lima Bicho

Dr. José Roberto Botelho de Souza

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, aos meus pais pelo apoio na educação básica, paciência e suporte emocional, principalmente, nos momentos de desespero durante a confecção desta dissertação.

Agradeço ao orientador Simão Dias Vasconcelos pelas discussões, ensinamentos, críticas oportunas ao trabalho e disponibilidade na correção do mesmo.

Agradeço de forma carinhosa à Universidade Federal de Pernambuco, ao Programa de Pós-Graduação em Biologia animal e seus docentes na manutenção da educação e pesquisa de qualidade.

Agradeço à FACEPE pela disponibilidade da bolsa.

Agradeço com muita afabilidade ao Sr. Homembom Magalhães e Dona Dalma, proprietários da Fazenda Buenos Aires- Serra Talhada –PE, pela amizade, cuidado, carinho, estímulo e caronas diárias.

Meu especial agradecimento à Renata Shinozaki por ter me recebido em sua casa, sem ao menos me conhecer e por eu ter ganho uma amiga.

Agradeço de forma eterna aos membros sempre presentes do laboratório de insetos necrófagos em especial Kaynara Rabêlo, Tatiana Oliveira, Tadeu Cruz, Cecília Mayer, Manuela Araújo e Thiago Oliveira.

Sou muito grata, também, aos membros da Universidade de Brasília pelo apoio na identificação e na troca de experiências, em especial à Karla Tepedino pela identificação dos acalíptros, Rodrigo Barros pela identificação dos sarcófagos, Cecília Kossman pelo apoio com os califorídeos e José Pujol-Luz pela disponibilidade e apoio.

Agradeço à Patrícia Thyssen pela troca de informações taxonômicas, experiências, ensinamentos e eterna disponibilidade em ajudar.

Agradeço, também, aos amigos conquistados ao longo desses anos na UFPE, em especial a Sabine Geiseler, Rebeka Maranhão e Natália Valença.

“Na longa história da espécie humana
(e do gênero animal, também),
prevaleceram os indivíduos que
aprenderam a colaborar e
a improvisar com mais eficácia.”
(Charles Darwin)

“[...]

Moscas vulgares,
que de puro familiares
no tendréis digno cantor:
yo sé que os habéis posado
sobre el juguete encantado,
sobre el librote cerrado,
sobre la carta de amor,
sobre los párpados yertos
de los muertos.

Inevitables golosas,
que ni labráis como abejas,
ni brilláis cual mariposas;
pequeñitas, revoltosas,
vosotras, amigas viejas,
me evocáis todas las cosas.”

Antonio Machado (1875 - 1939)

RESUMO

A fauna encontrada em carcaças animais é composta por pequenos invertebrados, que possuem a necessidade de descobrir, colonizar e usufruir rapidamente deste substrato. Este trabalho descreve o primeiro inventário sistematizado de dípteros necrófagos em um ambiente de Caatinga, bioma exclusivamente brasileiro e sujeito a temperaturas altas, umidade e pluviosidade baixa. Utilizando como modelo três carcaças de suínos, 15 kg cada um, depositada dentro de uma armadilha modificada de Shannon. As coletas foram realizadas em uma área conservada de Caatinga no município de Serra talhada, estado de Pernambuco, em abril e maio/2010. Insetos adultos foram coletados diariamente utilizando com redes entomológicas, do primeiro dia depois da morte até a completa esqueletização da carcaça. A decomposição foi dividida em cinco fases: fresca (1 dia), inchada (2 dias), decomposição ativa (4 dias), decomposição avançada (5 dias) e seco (14 dias). Foram coletadas 19, 736 adultos pertencentes a 20 famílias o qual dez possuem registro prévio de necrofagia, abrangendo 57% do total de abundância e 59% do total de riqueza. A família necrófaga mais abundante foi Calliphoridae (47,3% dos espécimes), Sarcophagidae (20,8%) e Muscidae (15,5%). As espécies mais abundantes com hábitos necrófagos foram *Cochliomyia macellaria* (25,4% do total de indivíduos necrófagos), *Chrysomya albiceps* (22,3%) (Calliphoridae) e *Musca domestica* (15,1%) (Muscidae). Embora estágios iniciais de decomposição sejam associados com alta abundância de indivíduos necrófagos, uma alta riqueza foi registrada nos estágios finais. A abundância de *C. macellaria* e *Chloroprocta idioidea* parecem estar associada com uma preferência por ambiente selvagem. Relatamos pela primeira vez a presença da espécie invasora *C. albiceps* na Caatinga, embora sua proporção na assembléia não foi tão dominante como registrado para outras áreas neotropicais. É possível inferir que, apesar das duras condições ambientais na Caatinga, o bioma abriga uma rica assembléia de dípteros necrófagos que desempenham um papel fundamental na decomposição da matéria animal.

Palavras-chave: Calliphoridae. Decomposição. Entomologia forense. Semi-árido.

ABSTRACT

The fauna found in animal carcasses consists of small invertebrates, which have the need to discover, colonize and rapidly take advantage of this substrate. This paper describes the first systematic inventory of necrophagous Diptera in an environment of Caatinga biome of Brazil and exclusively subjected to high temperatures, low humidity and rainfall. Using as a model three carcasses of pigs, 15 kg each, placed inside a modified Shannon trap. Field trials were performed in a preserved area of caatinga in the municipality of Serra Talhada, State of Pernambuco, in April and May/2010. Adult insects were collected daily using entomological nets, from the first day after death until the complete skeletonization of the carcass. Decomposition was divided into five stages: fresh (1 day), bloated (2 days), active decay (4 days), advanced decay (5 days) and dry (14 days). We collected 19.736 adults belonging to 20 families of which 10 have previous register necrophagy, and make up 57% of total abundance and 59% of total richness. The most abundant necrophagous families were Calliphoridae (47,3% of specimens), Sarcophagidae (20,8%) and Muscidae (15,5%). The most abundant species with necrophagous habits were *Cochliomyia macellaria* (25,4% of total necrophagous individuals), *Chrysomya albiceps* (22,3%) (Calliphoridae) and *Musca domestica* (15,1%) (Muscidae). Although early stages of decomposition were associated with higher abundance of necrophagous individuals, a higher richness was registered at the final stages. The abundance of *C. macellaria* and *Chloroprocta idioidea* seems to be associated with a preference for wild environment. We report for the first time the presence of the invasive species *C. albiceps* in the caatinga, although its proportion in the assemblage was not as dominant as registered for other Neotropical areas. It is possible to infer that despite the harsh environmental conditions at the Caatinga, this biome harbours a rich assemblage of necrophagous Dipterans that play a key role in animal matter decomposition.

Keywords: Calliphoridae. Decomposition. Forensic Entomology. Semi-arid.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
1.1 ORDEM DIPTERA	8
1.1.a DÍPTEROS NECRÓFAGOS E ECOLOGIA DA DECOMPOSIÇÃO	9
1.1.b ENTOMOLOGIA FORENSE	10
1.2 BIOMA CAATINGA	13
1.2.a CARACTERÍSTICAS GERAIS DA CAATINGA	13
1.2.b ASPECTOS DA GEOGRAFIA HUMANA	14
2. OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GERAL	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3. HIPÓTESES	15
4. METODOLOGIA	16
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA	16
4.2 DELINEAMENTO DO EXPERIMENTO	18
4.2.a MONTAGEM DO EXPERIMENTO	18
4.2.b COLETA, TRIAGEM E IDENTIFICAÇÃO	19
4.3 ANÁLISE ECOLÓGICA	20
4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA	22
5. RESULTADOS	24
5.1 FASES DE DECOMPOSIÇÃO	24
5.2 DIVERSIDADE GERAL DA DIPTEROFAUNA NECRÓFAGA	24
5.3 ANÁLISE TEMPORAL DAS COMUNIDADES	34
5.4 CURVA DE ACUMULAÇÃO DE ESPÉCIES	42
5.5 ANÁLISES MULTIVARIADAS	42
6. DISCUSSÃO	47
6.1 PADRÃO DE DECOMPOSIÇÃO DA CARÇA NA CAATINGA	47
6.2 DIVERSIDADE GERAL DA DIPTEROFAUNA	48
6.3 DESCRIÇÃO DA COMUNIDADE NECRÓFAGA	49
6.4 PADRÃO TEMPORAL DE OCORRÊNCIA DAS ESPÉCIES NECRÓFAGAS AO LONGO DA DECOMPOSIÇÃO	50
6.5 ANÁLISE GERAL DAS FAMÍLIAS E ESPÉCIES NECRÓFAGAS	52
6.6 DÍPTEROS DE IMPORTÂNCIA FORENSE ENCONTRADOS NA CAATINGA	56
7. CONCLUSÕES	61
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
9. APÊNDICE	71

1. INTRODUÇÃO

1.1 ORDEM DIPTERA

A classe Insecta compreende 75% da fauna mundial, com mais de um milhão de espécies descritas, e desempenha papel crucial em processos referentes à manutenção da vida, como dispersão de sementes, fluxo de energia, polinização e ciclagem dos nutrientes (TRIPLEHORN; JOHNSON, 2011). A ordem Diptera é uma das quatro megadiversas do planeta com mais de 150.000 espécies e 10.000 gêneros descritos (EVENHUIS *et al.*, 2008). Na Região Neotropical este número chega a 31.000 espécies, representando um quinto da diversidade mundial (EVENHUIS *et al.*, 2008). Entretanto, Hammond (1992) sugere a subestimação deste valor em relação a real diversidade deste grupo, que seria de 1.600.000 de espécies, sendo 320.000 somente para a região Neotropical (AMORIM, 2009).

Devido a sua diversidade e amplitude de hábitos alimentares, este grupo possui ampla distribuição biogeográfica e tem colonizado com sucesso vários tipos de habitat, vivendo em condições extremas como Antártida (GRESSITT; LEECH; O'BRIEN, 1960) e, até mesmo, em desertos (ROIG-JUÑENT *et al.*, 2006). Os dípteros possuem diversos papéis ecológicos, devido principalmente aos seus hábitos alimentares, tais como necrófagos, fitófagos, hematófagos, coprófagos, predadores entre outros (TRIPLEHORN; JOHNSON, 2011).

Os dípteros são, também, o grupo mais importante para a entomologia médica, tendo em vista sua importância como vetores de helmintos, bactérias, vírus e protozoários, especialmente devido ao contato próximo aos humanos e sua habilidade em se dispersar. Outra importância para a saúde pública deve-se à ocorrência de larvas de dípteros parasitando e se alimentando de tecido animal ainda vivo (GUIMARÃES *et al.*, 1982). Já as larvas que se alimentam da matéria orgânica animal em decomposição atuam como decompositoras e realizam a reciclagem de nutrientes para o meio. Através de estudos sobre larvas presentes em cadáveres são fornecidas informações biológicas e de ciclo de vida, fundamentais para o estudo médico legal, com inferências para o tempo de morte do indivíduo (AMENDT *et al.* 2010; BYRD; CASTNER, 2010).

1.1.a Dípteros necrófagos e ecologia da decomposição

A decomposição da matéria orgânica animal e vegetal nada mais é do que um processo de reciclagem de nutrientes, uma vez que o material em decomposição libera nutrientes para o solo e as raízes se utilizam destes para seu crescimento (ADL, 1964). A decomposição é o componente mais importante no balanço global do carbono, revertendo aproximadamente 70% da produção de carbono mundial (REICH; SCHLESINGER, 1992). O processo da decomposição é contínuo; inicia-se pela morte do ser vivo e termina com a completa transformação da matéria orgânica animal. Este processo é influenciado por diversos fatores abióticos, como temperatura, umidade, mas principalmente por variáveis bióticas, como fungos, protozoários, bactérias e artrópodes e, principalmente, insetos (GOFF, 2009).

Nos estudos de sucessão ecológica promovida pelos dípteros, o modelo animal mais utilizado é o porco doméstico (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758), pois o suíno possui características similares ao cadáver humano (CATTS; GOFF, 1992). Os estágios de decomposição podem variar devido ao tamanho/tipo da carcaça utilizada e às condições abióticas, porém as fases mais comumente utilizadas são fresco, inchado, decomposição ativa, decomposição avançada e restos (BYRD; CASTNER, 2010; GOFF, 2009).

A comunidade formada na carcaça envolve diversas categorias ecológicas, como onívoros, predadores, parasitas, acidentais e necrófagos; inúmeros táxons e uma abundância de indivíduos (SMITH, 1986). Os onívoros alimentam-se de uma vasta quantidade de alimentos, podendo também se nutrir de carcaça, mas de forma oportuna e não obrigatória. Já os predadores e parasitas se utilizam dos indivíduos presentes, sejam eles adultos ou imaturos. Os acidentais se utilizam da carcaça apenas como uma extensão da sua área de uso (SMITH, 1986). Dentro desta diversidade, há os insetos que compõem a fauna necrófaga e são responsáveis por uma alta efetividade na degradação de carcaças (BRAACK, 1987).

Os dípteros necrófagos são aqueles que de fato utilizam a carcaça como recurso alimentar, sítio para reprodução e estímulo para oviposição (BYRD; CASTNER, 2010), ou seja, são decompositores de carcaças obrigatórios (VILLET, 2011). Estes são atraídos pela carcaça através dos odores exalados da decomposição da matéria orgânica animal e são usualmente os primeiros animais a localizarem o cadáver (CATTS; GOFF, 1992).

Inúmeros fatores interferem na estrutura da comunidade sobre as carcaças, principalmente pelos indivíduos que se utilizarão do substrato para completar e seu ciclo de vida e gerar descendentes férteis. As variáveis atuantes neste processo envolvem fatores

abióticos como temperatura, umidade relativa, e interações entre as espécies nas fases imaturas da vida dos insetos (REIGADA; GODOY, 2005). O substrato em questão pode ser considerado efêmero e discreto, em virtude das mudanças sucessivas e rápidas, ocorrendo, na maioria dos casos, tempo suficiente para apenas uma geração de cada espécie de inseto seja capaz de procriar, antes da total dissipação do recurso (ATKINSON; SHORROCKS, 1981).

O tipo de competição presente entre dípteros necrófagos é do tipo explorativa, pois os dípteros, por meio de uma competição de forma indireta, desenvolvem-se no substrato em função da quantidade de recurso disponível. Se em um mesmo substrato há diversas espécies e dentre elas há um grupo que se destaca e alimenta-se de maneira mais voraz, acaba reduzindo a quantidade de substrato alimentar para as demais. Este tipo de relação pode favorecer espécies mais bem adaptadas levando posteriormente à exclusão ou deslocamento de espécies endêmicas (D'ALMEIDA; ALMEIDA, 1998).

A informação mais importante da presença de insetos em carcaças deriva do estudo de ciclo de vida das larvas presentes, pois fornece dados do período de atividade dos insetos (PIA) e conseqüentemente são utilizados para a estimativa do intervalo pós-morte (IPM), sendo este o intervalo de tempo decorrido desde a morte do indivíduo até a descoberta do seu cadáver (AMENDT, 2010).

1.1.b Entomologia Forense

As ciências criminais envolvem diversos conhecimentos que em conjunto servirão como base para o processo das investigações policiais. Estas variáveis podem ser de natureza biológica, química, fisiológica, física, médico-legal. Cada fonte de conhecimento atuará como uma peça no grande quebra-cabeça no desenrolar dos processos judiciais (TOCHETTO *et al.*, 1995). Uma das ferramentas utilizadas estuda a ocorrência de larvas e adultos de dípteros presentes dos cadáveres. Estes indivíduos alimentam-se do substrato em decomposição, passando a atuar como parte do cadáver e fornecendo informações imprescindíveis para os estudos forenses. A entomologia forense abrange a área do conhecimento que investiga os delitos, utilizando como prova irrefutável os vestígios entomológicos associados ao evento criminal por meio de parâmetros biológicos, ecológicos (AMENDT *et al.*, 2010; BYRD; CASTNER, 2010; CATTS; GOFF, 1992).

Informações sobre ecologia, biologia, fisiologia e distribuição dos insetos já colaboraram para a solução de crimes contra pessoas, informando quando e onde o crime foi cometido. Entretanto outros delitos foram solucionados graças à presença de insetos, a saber: movimentação de cadáver, produção e distribuição de drogas (CROSBY *et al.*, 1986), abandono de menores (BENECKE; LESSIG, 2001), identificação do criminoso através do DNA humano retirado da larva (ZEHNER; AMENDT; KRETTEK, 2004), e detecção de drogas em larvas (DEFINIS-GOJANOVÍČ *et al.*, 2006).

O conhecimento acerca da sucessão de insetos em cadáveres é importante para os estudos forenses. Sabendo o ínstar larval presente no corpo, e comparando-se com tabelas de vida para a espécie nas condições abióticas locais, pode-se estimar o intervalo pós-morte (IPM) (MARCHENKO, 2001). Apesar de existir uma grande quantidade de espécies associadas a animais mortos, nem todas podem ser utilizadas para estimativas de IPM. Conforme Catts e Goff (1992), as principais espécies de dípteros pertencem às famílias mais importantes para a entomologia forense: Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae.

A família Calliphoridae possui mais de 1.600 representantes, sendo o principal agente na decomposição de carcaças (CATTS; GOFF, 1992; EVENHUIS *et al.*, 2008). Desta forma, torna-se o grupo mais importante para a estimativa do IPM (AMENDT *et al.*, 2010). Tendo em vista sua relevância para a entomologia forense, há uma gama de estudos voltados para este grupo, envolvendo conceitos taxonômicos (CARVALHO; RIBEIRO, 2000; MELLO, 1993; THYSSEN; LINHARES, 2007), biológicos (RABÊLO *et al.*, 2011), ecológicos (GODOY *et al.*, 1997, MOURA; CARVALHO; MONTEIRO-FILHO, 1997; VON ZUBEN; STANGENHAUS; GODOY, 2000), genéticos (THYSSEN *et al.*, 2005) e estudos de casos (PUJOL-LUZ; ARANTES; CONSTANTINO, 1998).

Os Sarcófagídeos não são abundantes como os califorídeos, porém possuem uma das maiores diversidades de espécies entre os dípteros com 3.000 espécies distribuídas pelos continentes (EVENHUIS *et al.*, 2008). Este grupo possui um grande potencial biótico, haja vista a postura de seus imaturos dar-se por larvas e não ovos, devido à incubação de seus ovos internamente ao corpo, concedendo vantagem explorativa às larvas (PAPE, 1987). Os sarcófagídeos provavelmente surgiram de um ancestral que se criava em material orgânico animal em decomposição, e muitas de suas espécies recentes são necrófagas (PAPE, 1987).

Muscidae também é uma das famílias mais onipresentes e sinantrópicas do planeta, abundantes em estudos de sucessão ecológica de dípteros (BYRD; CASTNER, 2010) e também ricas em espécies com mais de 5.000 descritas (EVENHUIS *et al.*, 2008). Os

muscídeos possuem uma vasta quantidade de hábitos alimentares, que favorecem a ocupação de diversos nichos, incluindo a necrofagia (CARVALHO; COURI, 2002).

A família Fanniidae abrange um pequeno grupo de dípteros com apenas quatro gêneros mundiais e dois para a região Neotropical, e o total de espécies resume-se a 320 (EVENHUIS *et al.*, 2008). Estudos sugerem que esta família está mais concentrada nas regiões Paleártica e Neártica (COURI; CARVALHO, 2005). Os adultos são encontrados em vegetações, mas suas larvas são facilmente encontradas em matéria animal em decomposição (SOUZA; LINHARES, 1997, CARVALHO *et al.*, 2000).

Sepsidae contribui com apenas 375 espécies no planeta (EVENHUIS *et al.*, 2008). Os adultos e os imaturos são encontrados em matéria orgânica animal em decomposição e fezes (SILVA, 1992 *apud* CARVALHO; MELLO-PATIU, 2008).

A família Piophilidae possui baixa riqueza com apenas 82 espécies (EVENHUIS *et al.*, 2008), quatro delas para a região Neotropical (AMORIM; SILVA; BALBI, 2002). Embora a distribuição desta família seja ampla, sua maior riqueza esta situada no hemisfério norte e regiões temperadas (CARVALHO; MELLO-PATIU, 2008). As larvas desta família apresentam um comportamento típico, pois saltam como uma forma de escape na tentativa de fugir de seu predador (MCALPINE *et al.*, 1981).

Stratiomyidae possui mais de 2.500 espécies descritas (EVENHUIS *et al.*, 2008) sendo estas amplamente distribuídas biogeograficamente, porém apresentam-se mais diversos na região Neotropical. Os adultos são encontrados na vegetação e suas larvas estão associadas à matéria orgânica animal e vegetal em decomposição (MCALPINE *et al.*, 1981).

Por sua vez, os representantes da família Phoridae perfazem mais de 4.000 espécies (EVENHUIS *et al.*, 2008) bem distribuídas pelas regiões biogeográficas. Suas larvas podem se desenvolver em qualquer matéria orgânica em decomposição (DISNEY, 2008).

A família Sphaeroceridae possui um total de 1.550 espécies (EVENHUIS *et al.*, 2008), mas apenas 174 foram descritas na região Neotropical (CARVALHO; MELLO-PATIU, 2008). Em sua maioria são de natureza coprófaga, embora exista registro de necrofagia desta família (BUCK, 1997).

Embora exista uma lacuna na informação quanto à diversidade de dípteros necrófagos no mundo e, principalmente, para a região Neotropical, muito tem sido feito para reverter esta situação. Já foram realizados inúmeros inventários que objetivaram analisar a dipterofauna sobre carcaças animais, em ecossistemas diversos no planeta. Já para o Brasil, em relação à distribuição de dípteros, já foram realizados levantamentos no Cerrado (BIAVATI; SANTANA; PUJOL-LUZ, 2010), Mata Atlântica (CRUZ, 2008), Amazonas (SOUZA;

ESPOSITO; CARVALHO-FILHO, 2010), Pantanal (KOLLER; BARROS; CORRÊA, 2011) e Campos sulinos (KRUGER, 2006), mas ainda há desconhecimento sobre a assembleia de dípteros necrófagos da Caatinga.

1.2 BIOMA CAATINGA

1.2.a Características gerais da Caatinga

A Caatinga é um dos seis biomas que compõem o território brasileiro, e este mosaico de paisagens distribui-se entre os nove estados da região Nordeste mais uma parte ao norte de Minas Gerais e compreende uma área superior a 735 mil km², abrangendo aproximadamente, 10% do território brasileiro e 70% da região nordestina. O grande diferencial é que este bioma é o único que ocorre unicamente em território brasileiro (IBGE, 2010).

A etimologia da palavra Caatinga é derivada do tupi-guarani e significa “mata branca” devido ao aspecto de sua paisagem, com a queda de folhas durante o período da seca e consequente aparecimento dos caules “brancos e brilhosos”, rochas e solos líticos que conferem aparência rústica a este ambiente (AB’SABER; MARIGO, 2009). Por ser um bioma com aspecto pobre, seco e erroneamente denominado como “deserto brasileiro”, é uma região bastante negligenciada, sendo o bioma menos estudado dentre todos os que compõem o território brasileiro e devido à insuficiência de informações científicas, acaba sendo, também, o menos protegido (LEAL; TABARELLI; SILVA, 2003). Assim, novos estudos estão confirmando a grande biodiversidade dessa região, inclusive espécies endêmicas e outras em processo de extinção. Já foi observado um total de 2.000 espécies em vegetação vascular, peixes, aves, répteis, anfíbios e mamíferos e o nível de endemismo nesta região variou entre 7% a 57%. (LEAL *et al.*, 2005).

A Caatinga é representada pelo clima do tipo semi-árido, com temperaturas variando de 23 a 27 °C; baixa pluviosidade (500 a 750 mm), concentrada em um curto período de três a cinco meses; baixa umidade relativa, em torno de 50%; alto índice de radiação solar, com 2.800 h e alta evapotranspiração potencial, acima de 2.000 mm (SAMPAIO, 1995).

1.2.b Aspectos da Geografia Humana

A Caatinga comporta 16% da população brasileira e 56% da população nordestina, com um total de 28 milhões de pessoas. A rusticidade da vegetação apresentada pelo bioma atua de forma negativa no modo de vida dos sertanejos (AB'SABER, 2009). Parâmetros sociais e econômicos desta região são os piores do Brasil, com altas taxas de analfabetismo e baixos valores de renda *per capita* (SAMPAIO, 1995). Pressões antrópicas, criação extensiva de gado de modo não sustentável e corte de lenha voltada para a produção de combustível são fatores de alteração da paisagem da Caatinga e, conseqüentemente, sua biodiversidade. Cerca de 70% da caatinga está submetida à atividade humana e, as áreas com extrema antropização correspondem a 35,3% do bioma (MMA, 2007), principalmente em função da agricultura (LEAL; TABARELLI; SILVA, 2003). O uso inadequado do solo vem favorecendo processo de desgaste do meio ambiente e acelerando a desertificação, cujo processo já abrange 15% do bioma (LEAL *et al.*, 2005).

A Caatinga foi a área escolhida para o estudo por apresentar baixos índices de pluviosidade, alta temperatura, baixa umidade, reconhecimento de espécies endêmicas, bem como sua extensão territorial e a possibilidade de reconhecer processos competitivos e invasões biológicas nessa área. A escassez de informações sobre os processos de decomposição no bioma Caatinga e o efeito de fatores abióticos estressantes sobre a fauna de dípteros necrófagos estimulou a realização desta pesquisa.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Investigar a fauna de dípteros necrófagos associada a carcaças de suíno em uma área de Caatinga no Sertão de Pernambuco.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- I. Ampliar o levantamento biogeográfico dos dípteros necrófagos para a região Neotropical;
- II. Realizar o primeiro levantamento sistemático de dípteros necrófagos no bioma Caatinga;
- III. Analisar o padrão de ocorrência dos dípteros com registro prévio de necrofagia na família entre as fases de decomposição;
- IV. Observar a ocorrência de dípteros de importância forense no bioma da Caatinga.
- V. Perceber como ocorrem os processos de decomposição de carcaças de suínos sob alta temperatura e baixa umidade.

3. HIPÓTESES

- I. Os dípteros necrófagos são dominantes em relação a outras categorias alimentares sobre um substrato animal em decomposição.
- II. Os dípteros da família Calliphoridae são os mais abundantes dentre os demais táxons.
- III. Existe um padrão de ocupação temporal por dípteros de acordo com a fase de decomposição da carcaça.

4. METODOLOGIA

4.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

O município de Serra Talhada (07°59' S; 38°10' O) (Figura 01), no Sertão do Pajeú, foi escolhido para a realização do experimento, por suas características singulares, como estar inserida no polígono da seca; ter altas taxas de homicídio e ser um dos pólos de desenvolvimento do Sertão de Pernambuco.

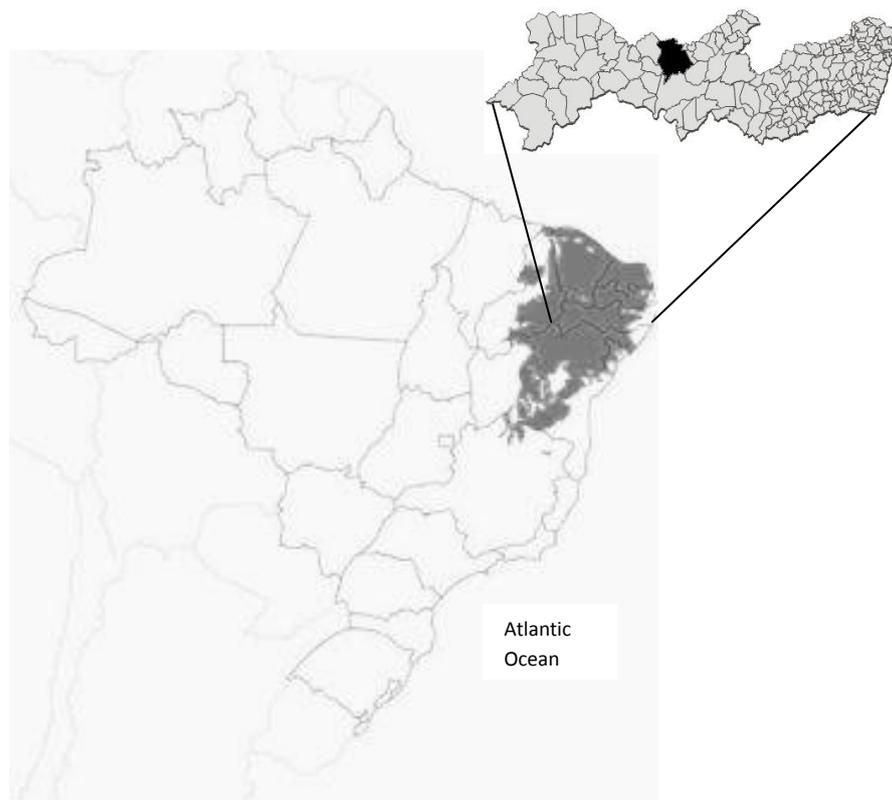


Figura 01. Município de Serra Talhada, região do alto sertão do Pajeú, interior de Pernambuco, em destaque.

Em uma lista de áreas prioritárias para a conservação do bioma Caatinga, Serra Talhada está representado por quatro áreas que somadas equivalem a aproximadamente 5

km². Foram concedidas classificações para indicar a importância destas áreas para a conservação do bioma, e para estas áreas foram conferidos níveis altos a muito altos para a importância biológica da região e urgência de ação na conservação (BRASIL, 2005).

A área de estudo é caracterizada pela fitofisionomia de Caatinga do tipo hiperxerófila, onde o aspecto da vegetação é de pequeno porte e espaçado entre si. A fisionomia é descrita como arbustiva e arbustiva-arbórea, com vegetação característica da Floresta estacional caducifólia espinhosa. Táxa como Anacardiaceae (umbuzeiro), Cactaceae (mandacaru), Euphorbiaceae (faveleira), Fabaceae (angico) e Rhamnaceae (juazeiro) são expressivas na paisagem de Serra Talhada (Figura 02) (LEAL; TABARELLI; SILVA, 2003).

O município de Serra Talhada possui como perfil geológico o complexo gnaíssico-migmatítico; o tipo de solo encontrado é bruno não cálcico, rico em minerais não profundos ou rasos, de natureza não-hidromórfica, porém são solos ricos em nutrientes. Este município está incluso na região geoambiental da depressão sertaneja, apresentando a paisagem típica de semi-árido nordestino (FERRAZ *et al.*, 1998; BRASIL, 2005).

O clima é do tipo tropical semi-árido, com chuvas no período do verão. O período seco ocorre de maio a janeiro e o período chuvoso nos três meses restantes, com precipitação variando entre 600 a 700 mm/ano e temperatura média anual de 26 °C (FERRAZ *et al.*, 1998). As atividades predominantes na região são pecuária extensiva de gado, caprino e asinino, agricultura, silvicultura e atividades comerciais e de prestação de serviços (BRASIL, 2005).

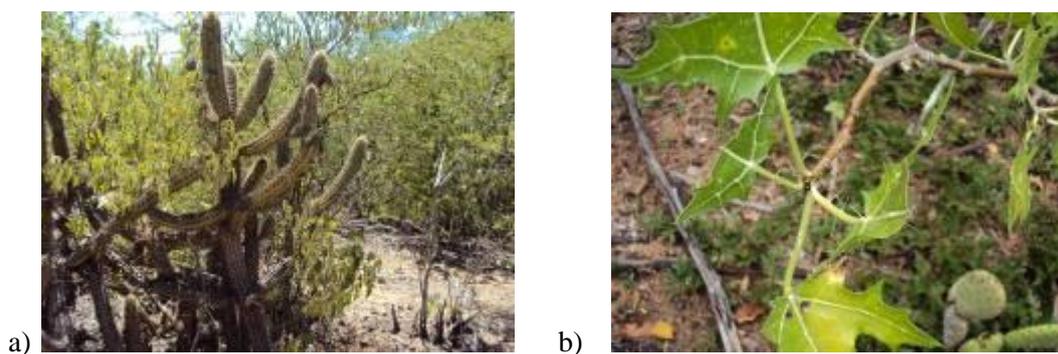


Figura 02. Vegetação típica da Caatinga e encontrada próxima às carcaças, a) Cactaceae e b) Euphorbiaceae.

Não existe polícia científica no município, obrigando o transporte de vítimas de homicídio para o instituto mais próximo localizado em Salgueiro, a mais de 100 km de distância. O último levantamento sobre a violência realizado no Brasil demonstrou que a taxa

de homicídios no interior de Pernambuco havia caído, mas Serra Talhada é o município que se destaca como uma das maiores taxas de agressão do sertão pernambucano (NÓBREGA; ZAVERUCHA, 2010). Por este município situar-se no Polígono da maconha, localiza-se em uma das regiões onde se concentrava extrema violência no estado de Pernambuco no ano de 2000 (WAISELFISZ, 2011).

4.2 DELINEAMENTO DO EXPERIMENTO

4.2.a Montagem do experimento

O estudo foi realizado na Fazenda Buenos Aires, distante 20 km do centro de Serra Talhada, a qual possui 820 ha, sendo 90% de sua área preservada. Esta não sofre interferência de atividades como pecuária e agricultura, funcionando apenas como uma extensão da área de uso dos mamíferos da fazenda, como bovinos e caprinos. Os 10% restantes são utilizados para residência do proprietário, cultivo de hortaliças para uso pessoal e manutenção de suínos, caprinos e bovinos para abate/venda.

Foram utilizados como modelo animal três porcos jovens (*Sus scrofa Linnaeus*, 1758) de mesma coloração, idade e sexo, com aproximadamente 15 kg cada um. Estes foram mortos por contusão na região frontal cefálica, de maneira mais rápida, por profissional responsável pelo abate dos animais na propriedade. O projeto foi aprovado pela Comissão de Ética para o Uso de Animais do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco (CEUA-UFPE), sob processo: 23076.030693/2009-23.

As carcaças estavam separadas por 1 km. Cada carcaça foi colocada em uma gaiola de metal (80 cm x 60 cm x 40 cm) para evitar a ação de grandes predadores e as extremidades inferiores da gaiola tiveram contato direto com o solo e seus organismos. No contato com o solo foram construídas depressões de 20 cm de altura, e dentro destas valas foram adicionadas bandejas (50 cm X 30 cm X 15 cm) para coletar os imaturos, que abandonavam a carcaça para empupar (Figura 03). Acima de cada gaiola foi confeccionada uma armação com tubos de plástico (1,0 m X 1,8 m X 1,0 m) funcionando como arestas de um retângulo vazado e

revestida por uma organza contínua do ápice até a uma distância de 20 cm da base, para facilitar a entrada das moscas por possuírem fototropismo positivo (Figura 04).

4.2.b Coleta, triagem e identificação

Os experimentos foram realizados em abril e maio de 2010. Após as primeiras 24 horas pós-morte do porco foi realizada a primeira coleta dos dípteros adultos aprisionados sob a armação de organza. Esta coleta foi realizada por um período de 20 minutos diários com ajuda de um puçá com 20 cm de diâmetro. Este procedimento foi repetido a cada 24 horas, sempre no período compreendido entre 09 h e 12 h, até o 10º dia pós-morte. A partir daí, a coleta foi realizada a cada 48 horas até o 26º dia pós-morte, somando 18 coletas por carcaça.



Figura 03. Esquema do interior da armação de organza, para coleta de dípteros adultos, contendo modelo animal, bandeja e gaiola.

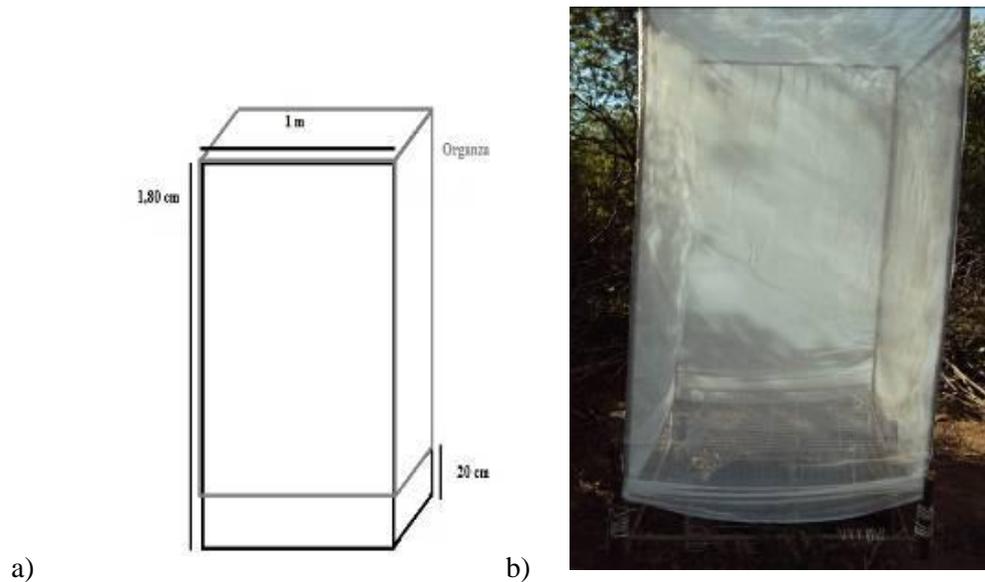


Figura 04. Esquema externo da armadilha, com esqueleto de tubos de PVC e organza. a) Desenho esquemático; b) Foto real da armadilha. Detalhe para o modelo animal dentro gaiola contida na armação.

A amostragem de 20 minutos foi suficiente para coleta mínima de 95% dos indivíduos presentes diariamente, evitando interferência de insetos adultos remanescentes na carcaça. Após as coletas, os insetos foram mortos por acetato de etila e posteriormente conservados em potes individualizados por amostra em álcool 70%. No laboratório do Grupo de Pesquisa Insetos Necrófagos, na UFPE (Recife) foi feita a triagem do material, montagem e identificação dos insetos coletados.

As chaves de identificação utilizadas foram McAlpine (1981); Ribeiro e Carvalho (1998); Carvalho e Couri (2002); Carvalho, Moura e Ribeiro (2002); Mello (2003); Carvalho e Mello-Patiu (2008); Brown *et al.* (2009); Triplehorn e Johnson, (2011); Grella e Thyssen (2011); Vairo, Mello-Patiu e Carvalho (2011).

As normas de biossegurança foram respeitadas durante a execução do experimento, através da utilização de luvas, máscaras, touca e bata.

4.3. ANÁLISE ECOLÓGICA

Foram realizadas análises ecológicas para avaliar a diversidade associada à carcaça em decomposição, e a sucessão ao longo da decomposição. A importância da análise ecológica é de se atribuir influência numérica (qualitativa e quantitativa), ponderando as variáveis

presentes no estudo, tais como riqueza, equitabilidade, abundância, de forma a corrigir diferenças entre quantidade e abundância de espécies presentes na amostra e a distribuição temporal das espécies entre amostras.

O conceito de riqueza de espécies versa sobre o número de diferentes espécies em uma determinada área. A abundância aborda a quantificação dos indivíduos para determinada espécie. A diversidade consiste na associação entre a riqueza de espécies e sua distribuição entre as amostras, não somente sua abundância. Também foram observadas valores de frequência relativa, dominância e constância dos espécimes capturados.

A frequência relativa é a proporção de indivíduos de um determinado táxon em relação ao total de indivíduos da amostra e pode ser calculada pela equação: $P_i = n_i/N$ (n_i : número de indivíduos do táxon i e N : total de indivíduos da amostra).

A dominância foi determinada pela relação entre os valores de frequência e a equação: $D = 1/S \times 100$, onde S é o número de espécies totais. Quando o valor desta relação for maior que dez, a espécie foi considerada dominante, quando abaixo deste valor, foi considerada não dominante (SILVEIRA-NETO *et al.*, 1976).

A medida da constância para cada táxon foi determinada pela equação $C = (p \times 100)/N$ (C = constância em percentual do táxon; p = número de coletas contendo o grupo em questão; N = número total de coletas efetuadas). Os taxa foram classificadas em constantes (presentes em mais de 50% das coletas), acessórios (de 25% a 50%) ou acidentais (< 25% das coletas) (SILVEIRA-NETO *et al.*, 1976).

Índices ecológicos são utilizados para sintetizar informações de forma mais simples, através de dados de riqueza, diversidade e dominância. Neste estudo utilizou-se o índice de Shannon-Wiener para analisar a distribuição de organismos entre diferentes amostras e segue

a equação: $H = -\sum_{i=1}^{S_{obs}} p_i \log_2 p_i$ (H =mensuração da distribuição; p_i =proporção dos indivíduos).

Para se analisar a taxa de dominância entre as fases foi utilizado o índice de Simpson, que se baseia mais na abundância das espécies mais comuns do que na riqueza; $D = \sum p_i^2$ (p_i = proporção de indivíduos da espécie i ou N_i/N).

Para análise da equitabilidade de espécies foi utilizado o índice de uniformidade de Pielou que é representado pela seguinte equação:

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

onde H' é o índice de Shannon-Wiener e o H' valor máximo de $H' = \log S$

Foi utilizada como suficiência de esforço amostral, uma curva de acumulação de espécie, pois esta se centraliza na taxa de acumulação de novas espécies ao longo da área amostrada, determina o limite mínimo ótimo da associação de espécies e quantidade de amostras, e se a coleta foi representativa da combinação de espécies dentro da comunidade de forma ordenada. O índice adotado foi o UGE (CLARKE; WARWICK, 2001; UGLAND; GRAY; ELLIGSEN, 2003).

4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para se testar diferenças na presença dos diversos táxons entre as diferentes fases de decomposição, foi realizado primeiramente, o teste de Kolmorov-Smirnov para verificar a normalidade dos resíduos e teste de Bartlett para homocedasticidade das variâncias. Mesmo após a transformação dos dados em $\log_{10}(x+1)$, estes ainda não apresentaram homogeneidade de resíduos. Desta forma, foi realizada uma Análise de Variância de Kruskal-Wallis, (ANOVA) não paramétrica de um fator, para se verificar a existência das diferenças entre as fases de decomposição. Quando houve diferenças significativas ($p < 0,05$), o Teste de Duncan *a posteriori* foi utilizado para determinar eventuais diferenças significativas entre as médias.

Em algumas ocasiões foram realizados testes de qui-quadrado para analisar diferenças entre valores brutos, tais como abundância total entre as espécies.

Para a análise multivariada foram geradas tabelas simétricas de similaridade pelo índice de Bray-Curtis entre as fases de decomposição a partir da abundância de indivíduos das espécies coletadas e seus dados foram transformados em $\log_{10}(X+1)$. Posteriormente, foram realizadas análises de agrupamento (Cluster), que consiste na verificação da similaridade entre amostras a partir da construção de um dendograma (CLARKE; WARWICK, 2001).

Complementando a análise, foi realizada uma análise de ordenação que enfatiza a variação entre as amostras reduzindo a dimensionalidade dos dados, com perda mínima de informação. Esta análise foi realizada por Escalonamento multi-dimensional (MDS), que preserva a similaridade das amostras, através de distâncias euclidianas, e constrói mapas bidimensionais pelo *ranking* de similaridades (CLARKE; WARWICK, 2001). Nesta análise os objetos diferentes são mantidos distantes entre si no gráfico, enquanto que os objetos

semelhantes são mantidos mais próximos, preservando a ordem de classificação das distâncias (GOTELLI; ELLISON, 2011).

Para se avaliar a relação entre a assembléia de famílias necrófagas presentes no estudo e as fases de decomposição foi realizada uma Análise de Correspondência, através da confecção de tabelas de similaridades em modo Q (cujas amostras estão inseridas como Coluna) e modo R (cujas amostras estão inseridas como linhas) e posteriormente plotadas (GOTELLI; ELLISON, 2011).

Foram utilizados os programas estatísticos Primer 6.0 e MVSP para dados multivariados e índices ecológicos e Statistica 8.0 para dados univariados. O nível de significância adotado ao longo de todas as análises foi 0,05%.

5. RESULTADOS

5.1 FASES DE DECOMPOSIÇÃO

Foram estabelecidas cinco fases de decomposição: fresca, inchada, decomposição ativa, decomposição avançada e seca. A quantidade de fases e a duração das mesmas foram semelhantes nas três réplicas utilizadas no experimento.

A fase fresca foi caracterizada pela ausência de evidências físicas do início da decomposição, ausência de odor fétido e compreendeu o primeiro dia após a morte (Figura 05). Em seguida, instalou-se a fase inchada, na qual a carcaça encontrava-se bem dilatada, apresentando rigidez cadavérica, início de pequenas fissuras nos membros, devido ao estiramento do couro, presença de livores e odor forte; a duração desta fase foi de dois dias (Figura 06). Posteriormente, instituiu-se a fase de decomposição ativa, cujas características foram: rompimento do tegumento abdominal com consequente liberação de exsudatos cadavéricos, odor intenso e manutenção da umidade dos tecidos, tanto exteriormente quanto em seu interior; esta fase durou quatro dias (Figura 07). Na fase de decomposição avançada, o exterior da carcaça (couro) se encontrava seco; em contrapartida, seu interior ainda se encontrava úmido e o odor foi de intensidade média; sua duração foi de cinco dias (Figura 08). Por fim, na fase seca, o couro e o interior do animal estavam completamente secos, com dominância de ossos e restos de cartilagens, praticamente sem odor forte; a duração desta fase foi de catorze dias (Figura 09).

O tempo total de decomposição para cada réplica foi de 26 dias, optou-se por este intervalo de tempo devido à redução dos dípteros nas amostras finais do experimento. As coletas foram realizadas diariamente até o décimo dia e após isso, em intervalos de 48 horas.

5.2 DIVERSIDADE GERAL DA DIPTEROFAUNA NECRÓFAGA

Ao longo de todo o experimento, e somadas as três réplicas, foram coletados 19.736 dípteros adultos, distribuídos em pelo menos 18 famílias com aproximadamente 23 gêneros e

80 espécies (Tabela 01). Estes valores podem ainda ser aumentados, uma vez que alguns exemplares foram enviados a centros de pesquisa taxonômica para posterior identificação.

As famílias mais abundantes em número de indivíduos foram, em ordem decrescente, Calliphoridae com 27% dos indivíduos, seguida por Ulidiidae (14,8%), Chloropidae (14,0%) e Sarcophagidae (11,8%). Já em nível taxonômico de espécie, as mais abundantes foram *Euxesta* sp. (Ulidiidae) com 13,6% e *Cochliomyia macellaria* (Calliphoridae) com 13,5%.



Figura 05. Suíno em fase de decomposição fresca em uma Caatinga de Pernambuco.



Figura 06. Suíno em fase de decomposição inchada em uma Caatinga de Pernambuco.



Figura 07. Suíno em fase de decomposição ativa em uma Caatinga de Pernambuco.



Figura 08. Suíno em fase de decomposição avançada em uma Caatinga de Pernambuco.



Figura 09. Suíno em fase de decomposição seca em uma Caatinga de Pernambuco.

Tabela 01. Famílias e espécies presentes em carcaças de suínos em fragmento de Caatinga em Pernambuco, e seus valores de frequência absoluta e frequência relativa. Famílias em negrito apresentam registro prévio de necrofagia.

Família	Espécie/ Morfotipo	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
Calliphoridae			
	<i>Chloroprocta idioidea</i> (Robineau-Desvoidy, 1830)	671	3,73
	<i>Chrysomya albiceps</i> (Wiedemann, 1830)	2.130	11,83
	<i>Chrysomya megacephala</i> (Fabricius, 1805)	3	0,02
	<i>Chrysomya putoria</i> (Wiedemann, 1830)	52	0,29
	<i>Cochliomyia macellaria</i> (Fabricius, 1805)	2.424	13,46
	<i>Lucilia eximia</i> (Wiedemann, 1819)	41	0,23
	<i>Lucilia sericata</i> (Meigen, 1826)	1	0,01
Sarcophagidae			
	<i>Oxysarcodexia amorosa</i> (Schiner, 1868)	2	0,01
	<i>Oxysarcodexia avuncula</i> (Lopes, 1933)	1	0,01
	<i>Oxysarcodexia thornax</i> (Walker, 1849)	189	1,05
	<i>Oxysarcodexia</i> sp.1	1	0,01
	<i>Oxysarcodexia</i> sp.2	1	0,01
	<i>Peckia</i> (<i>Peckia</i>) <i>pexata</i> (Wulp, 1895)	18	0,10
	<i>Ravinia belforti</i> (Prado & Fonseca, 1932)	4	0,02
	<i>Sarcodexia lambens</i> (Wiedemann, 1830)	42	0,23
	<i>Tricharea</i> (<i>Sarcophagula</i>) <i>occidua</i> (Fabricius)	325	1,80
	Sarcophagidae sp.1	2	0,01
	Sarcophagidae sp.2	1	0,01
	Sarcophagidae sp.3	2	0,01
	Sarcophagidae sp.4	1	0,01
	Sarcophagidae sp.5	12	0,07
	Sarcophagidae sp.6	1	0,01
	Sarcophagidae sp.7	1	0,01
	Sarcophagidae sp.8	3	0,02
	Sarcophagidae sp.9	1	0,01
	Sarcophagidae sp.10	1	0,01
	Sarcophagidae sp.11	2	0,01
	Sarcophagidae sp.12	1	0,01
Muscidae			
	<i>Atherigona orientalis</i> Schiner, 1868	6	0,03
	<i>Graphomyia</i> sp. Robineau-Desvoidy, 1830	4	0,02
	<i>Musca domestica</i> Linnaeus, 1758	1.439	7,99
	<i>Neomuscina</i> sp. (Townsend, 1919)	8	0,04
	<i>Ophyra aenescens</i> (Wiedemann, 1830)	237	1,32
	<i>Ophyra chalcogaster</i> (Wiedemann, 1824)	3	0,02
	<i>Synthesiomyia nudiseta</i> (Wulp, 1883)	18	0,10
	Muscidae sp.1	3	0,02
	Muscidae sp.2	2	0,01
	Muscidae sp.3	1	0,01
	Muscidae sp.4	1	0,01
	Muscidae sp.5	1	0,01
	Muscidae sp.6	1	0,01
	Muscidae sp.7	13	0,07

Muscidae sp.8	2	0,01
Muscidae sp.9	1	0,01
Muscidae sp.10	1	0,01
Fanniidae		
Fanniidae spp.	1.244	6,91
Sepsidae		
Sepsidae spp.	374	2,08
Piophilidae		
Piophilidae sp.1	187	1,04
Piophilidae sp.2	3	0,02
Sphaeroceridae		
<i>Archiborborus</i> sp. Duda 1921	28	0,16
Stratiomyidae		
<i>Hermetia illucens</i> (Linnaeus)	10	0,06
Stratiomyidae sp.1	5	0,03
Phoridae		
<i>Megaselia scalaris</i> (Lowe, 1866)	5	0,03
Phoridae sp.1	3	0,02
Syrphidae		
<i>Ornidia obesa</i> (Fabricius, 1775)	1	0,01
Syrphidae sp.1	1	0,01
Ulidiidae		
<i>Euxesta</i> sp. Loew	2.446	13,58
<i>Notogramma cimiciforme</i>	76	0,42
<i>Physiphora</i> sp. Fallén	28	0,16
<i>Xantogramma bimpustulata</i>	245	1,36
Ulidiidae sp.1	76	0,42
Ulidiidae sp.2	51	0,28
Chloropidae		
Chloropidae sp.1	389	2,16
Chloropidae sp.2	2.115	11,74
Chloropidae sp.3	157	0,87
Chloropidae sp.4	108	0,60
Chloropidae sp.5	1	0,01
Drosophilidae		
Drosophilidae sp.1	134	0,74
Drosophilidae sp.2	5	0,03
Drosophilidae sp.3	27	0,15
Asilidae		
Asilidae sp.1	10	0,06
Asilidae sp.2	4	0,02
Bombyliidae		
Bombyliidae sp.1	6	0,03
Bombyliidae sp.2	5	0,03
Tabanidae		
Tabanidae sp.1	6	0,03
Tachinidae		
Tachinidae sp.1	3	0,02
Ropalomeridae		
Ropalomeridae sp.1	1	0,01
Diptera sp.1	2.577	14,31
Diptera sp.2	3	0,02

Dez famílias possuem registro prévio de necrofagia e correspondem a 50% do total de famílias encontradas, sendo elas: Calliphoridae, Fanniidae, Muscidae, Phoridae, Piophilidae, Sarcophagidae, Sepsidae, Sphaeroceridae, Stratiomyidae e Syrphidae. As famílias restantes (50%) possuem outros hábitos alimentares, conforme descrito na Tabela 02 e foram representados por: Asilidae, Bombyliidae, Chloropidae, Drosophilidae, Ulidiidae, Ropalomeridae, Tabanidae e Tachinidae, além de dois grupos de Diptera não identificados.

Tabela 02. Famílias de dípteros adultos ocorrentes em carcaças de suíno em fragmento de Caatinga, Pernambuco, com suas respectivas riquezas (S), abundâncias (N), Frequência Relativa (FR) e hábitos alimentares registrados. NE – necrófago; ON – onívoro; SA – saprófago; PR – predador; OU- outros. Fontes: McAlpine *et al.* (1981); Byrd e Castner, (2010); Triplehorn e Johnson, 2011; Amendt *et al.*, (2010). Famílias em negrito apresentam registro prévio de necrofagia.

Família	S	N	FR (%)	Hábitos alimentares				
				NE	ON	SA	PR	OU
Calliphoridae	7	5.322	(26,97)	X		X	X	X
Sarcophagidae	21	2.339	(11,85)	X		X		X
Muscidae	17	1.741	(8,82)	X	X		X	X
Fanniidae	2	1.244	(6,30)	X				X
Sepsidae	1	374	(1,90)	X				X
Piophilidae	2	190	(0,96)	X	X			X
Sphaeroceridae	1	28	(0,14)	X				X
Stratiomyidae	2	15	(0,08)	X				X
Phoridae	2	8	(0,04)	X				X
Syrphidae	2	2	(0,01)	X		X	X	X
Ulidiidae	6	2.922	(14,81)			X		
Chloropidae	5	2.770	(14,04)				X	X
Diptera 1	1	2.577	(13,06)	-	-	-	-	-
Drosophilidae	3	166	(0,84)				X	X
Asilidae	2	14	(0,07)				X	
Bombyliidae	2	11	(0,06)				X	X
Tabanidae	1	6	(0,03)				X	X
Diptera 2	1	3	(0,02)	-	-	-	-	-
Tachinidae	1	3	(0,02)				X	X
Ropalomeridae	1	1	(0,01)					X
Total de famílias = 20	80*	19.736	(100)					

*Valor mínimo de riqueza, em virtude da dificuldade de identificação taxonômica apresentada pela família Fanniidae e Sepsidae.

Espécimes necrófagos totalizaram 11.263, representando 57% do número total de indivíduos, enquanto os indivíduos não necrófagos somaram 8.473 (43%). Quando apenas os insetos necrófagos são considerados, os califorídeos foram nitidamente mais abundantes (47,3% do total), juntamente com Sarcophagidae (20,8%), Muscidae (15,5%) e Fanniidae (11,0%) (Tabela 02). Dentre os necrófagos as espécies mais abundantes foram *Cochliomyia macellaria* (25,42%), *Chrysomya albiceps* (22,34%) e *Musca domestica* (15,09%) (Tabela 01).

Foram identificadas 56 espécies necrófagas – ou pertencentes a famílias com registro prévio de necrofagia, englobando 59% da riqueza total de dípteros, enquanto 23 espécies (41% do total identificado) foram categorizadas como não-necrófagas, baseando-se no conhecimento sobre o hábito alimentar de cada família. A riqueza de necrófagos tende a aumentar, já que as famílias Sepsidae e Fanniidae não foram identificadas em nível de gênero ou espécie. As famílias necrófagas com as maiores riquezas foram: Sarcophagidae com 21 espécies (27% do total da riqueza), seguida por Muscidae com 17 (21% do total da riqueza) e Calliphoridae com sete (9%).

Espécies da família Calliphoridae foram bem expressas neste estudo, tanto em nível de riqueza quanto de abundância. A espécie mais abundante foi *C. macellaria* que representou 45,5% de todos os califorídeos presentes. Da mesma forma, a abundância de *C. albiceps* também foi alta com 40% dos califorídeos, porém na análise estatística essa abundância total foi significativamente diferente entre estas espécies ($\chi^2 = 18,98$, $p < 0,05$).

Uma relação de dominância de *C. albiceps* não foi encontrada neste experimento, mas sim uma co-dominância das duas espécies supracitadas. Não houve diferença significativa na abundância entre estas espécies nas diferentes fases, com exceção da fase de decomposição ativa ($\chi^2 = 16,58$, $p < 0,05$), na qual *C. macellaria* obteve os maiores valores (Tabela 03).

Chloroprocta idioidea foi a terceira espécie mais abundante (12,7%) e a única presente em todas as fases de decomposição. Já os indivíduos do gênero *Lucilia* não foram abundantes entre os califorídeos, englobando apenas 0,79% do total encontrado para esta família. A abundância apresentada por *C. megacephala* foi bastante reduzida, com apenas três indivíduos ao longo de todas as fases e em todas as réplicas.

Embora Sarcophagidae tenha sido o segundo grupo mais abundante, tal abundância deve-se parcialmente à quantidade de fêmeas presentes (73,8%), mas que não puderam ser totalmente identificadas uma vez que as chaves taxonômicas disponíveis baseiam-se principalmente na morfologia do aparelho reprodutor masculino. Entretanto, destaca-se a

superioridade numérica das espécies *Tricharaea occidua* (53,2% dos sarcófagos), *Oxysarcodexia thornax* (30,9%) e *Sarcodexia lambens* (6,9%) (Tabela 02).

A terceira família mais abundante foi Muscidae com 9,66% do total de dípteros e 18,26% dos necrófagos. Esta família também se destacou pela riqueza com um total de 17 espécies, sendo as mais abundantes *Musca domestica* (82,6%) e *Ophyra aenescens* (13,6%), sendo que as demais 15 espécies somadas não chegaram a representar 4,0% da abundância total de muscídeos (Tabela 02).

A quarta família mais abundante, também de importância forense, foi Fanniidae. Esta família representou 13,5% do total de dípteros necrófagos, mas devido à dificuldade na identificação deste táxon não foi possível chegar a nível mais refinado. Devido também à dificuldade na identificação, a família Sepsidae foi tratada como um táxon e correspondeu a 3,92% do total, ou seja, 374 indivíduos (Tabela 02).

A família Piophilidae foi representada por 190 exemplares e duas morfoespécies e Sphaeroceridae foi representada pelo gênero *Archiborborus* com 28 indivíduos. Da família Stratiomyidae foram coletados 15 indivíduos. Sua riqueza ficou limitada a duas espécies, uma não identificada e *H. illucens* (representado por dez exemplares). Da família Phoridae foram registradas duas espécies, uma não identificada e *M. scalaris*. Já a família Syrphidae foi representada por somente duas espécies, uma não identificada e *O. obesa*, ambas com somente um representante. Estas duas últimas famílias foram excluídas das análises devido a sua baixa abundância e na tentativa de aumentar o rigor das análises (Tabela 03).

Na análise de diversidade das espécies necrófagas no ambiente Caatinga foi encontrado para o índice de diversidade de Shannon-Wiener o valor de 2,12. Enquanto o índice de dominância de Simpson foi considerado elevado 0,83, quando seu valor máximo é de 1, demonstrando um valor de dominância alto e indicando que poucas espécies possuem abundâncias elevadas. O índice de equitabilidade de Pielou foi de 0,52, considerado alto, demonstrando uma boa distribuição dos indivíduos entre as espécies.

Para os valores de dominância, os considerados dominantes foram Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae e Fanniidae (ordem decrescente de valor), e os não dominantes foram representados por Sepsidae, Piophilidae, Sphaeroceridae, Stratiomyidae, Phoridae Syrphidae. Os valores de dominância das famílias ocorreram em função de algumas das espécies presentes, como Calliphoridae com as espécies *C. macellaria* e *C. albiceps*, Sarcophagidae com *T. occidua*, Muscidae com *M. domestica* (Tabela 04).

Tabela 03. Famílias e espécies de dípteros adultos necrófagos encontrados em carcaças de suínos em uma região de Caatinga de Pernambuco e seus respectivos valores absolutos de abundância (Nt) e frequência relativa (FR) (%), de acordo com a fase de decomposição.

Família	Fase									
	Fresco		Inchado		Decomposição ativa		Decomposição avançada		Seco	
	t	FR)	t	FR)	t	FR)	t	FR)	t	FR)
Calliphorida										
<i>Ch. idioidea</i>					2		6			
<i>C. albiceps</i>					8		2			
<i>C.</i>					-		-			
<i>C. putoria</i>					2		-			
<i>Co.</i>					2		2			
<i>Lucilia eximia</i>					2		-			
<i>Lucilia</i>					-		-			
Sarcophagid										
<i>O. amorosa</i>					-		-			
<i>O. avuncula</i>					2		-			
<i>O. thornax</i>					2		2			
<i>Oxysarcodexi</i>					-		-			
<i>Oxysarcodexi</i>					-		-			
<i>Peckia pexata</i>					2		2			
<i>Ravinia</i>					2		2			
<i>S. lambens</i>					2		2			
<i>Tricharea</i>					2		6			
Sarcophagida					-		-			
Sarcophagida					-		-			
Sarcophagida					-		-			
Sarcophagida					-		-			
Sarcophagida					2		2			
Sarcophagida					-		-			
Sarcophagida					-		-			
Sarcophagida					-		-			
Sarcophagida					-		-			
Sarcophagida					-		-			
Sarcophagida					-		-			
Sarcophagida					-		-			
Sarcophagida					-		-			
Muscidae										
<i>A. orientalis</i>					6		-			
<i>Graphomyia</i>					2		-			
<i>M. domestica</i>					2		2			
<i>Neomuscina</i>					6		-			
<i>Ophyra</i>					2		2			
<i>O.</i>					-		2			
<i>S. nudiseta</i>					2		-			
Muscidae sp.1					2		-			
Muscidae sp.2					2		-			
Muscidae sp.3					6		2			
Muscidae sp.4					2		-			
Muscidae sp.5					2		-			
Muscidae sp.6					2		-			

Muscidae sp.7	-	2
Muscidae sp.8	-	-
Muscidae sp.9	-	-
Muscidae	2	-
Fanniidae		
Fanniidae	6	2
Sepsidae		
Sepsidae sp.1	2	2
Piophilidae		
Piophilidae	2	2
Piophilidae	2	-
Sphaerocerid		
Sphaerocerida	2	2
Stratiomyida		
<i>H. illucens</i>	2	2
Stratiomyidae	2	-
Phoridae		
<i>M. scalaris</i>	2	2
Phoridae sp.1	-	2
Syrphidae		
<i>O. odesa</i>	-	-
Syrphidae	-	-

Os valores e classes de constância variaram entre os necrófagos. As famílias Sarcophagidae, Muscidae, Calliphoridae e Fanniidae (valores decrescentes) foram consideradas constantes, enquanto que Piophilidae foi a única família acessória. Já na classe dos acidentais, participaram as famílias Sepsidae, Stratiomyidae, Sphaeroceridae, Phoridae e Syrphidae (valores decrescentes).

Tabela 04. Famílias com registro prévio de necrofagia com seus respectivos valores de frequência relativa (FR) e constância, ambos em porcentagem, e classe de constância e dominância.

Família	FR(em %)	Constância		
		Valor	Classe de constância	Classe de dominância
Calliphoridae	47,25	79,63	constante	dominante
Sarcophagidae	20,77	92,59	constante	dominante
Muscidae	15,46	92,59	constante	dominante
Fanniidae	11,05	59,26	constante	dominante
Sepsidae	3,32	22,22	acidental	não-dominante
Piophilidae	1,69	42,59	acessória	não-dominante
Sphaeroceridae	0,25	16,67	acidental	não-dominante
Stratiomyidae	0,13	18,52	acidental	não-dominante
Phoridae	0,07	11,11	acidental	não-dominante
Syrphidae	0,02	3,70	acidental	não-dominante
TOTAL	100			

5.3 ANÁLISE TEMPORAL DAS COMUNIDADES

A distribuição e abundância das famílias de dípteros necrófagos entre as fases de decomposição podem ser observadas na Tabela 05. Foi possível observar uma redução no total de dípteros ao longo da decomposição. A abundância média dos dípteros necrófagos diferiu significativamente entre as diferentes fases de decomposição ($p < 0,05$), com exceção da fase fresca que não apresentou diferença com qualquer outra fase.

A relação entre a ocorrência de necrófagos e não necrófagos ao longo das fases de decomposição pode ser visualizada na Figura 10. O total de necrófagos corresponde a 65,65% da abundância de indivíduos absolutos, a diversidade de famílias foi de 55,5% e a riqueza de atingiu 72,7% do total de espécies. Entretanto, estas proporções supracitadas entre necrófagos e não necrófagos alteram-se de acordo com a fase de decomposição.

A abundância dos indivíduos necrófagos na fase fresca correspondeu a 2,6% do total de necrófagos ao longo de todo o experimento. Na mudança para a fase de inchado houve um aumento de 1.200% na abundância de indivíduos necrófagos (Figura 10). A fase seguinte, decomposição ativa, correspondeu a mais de 51% do total de necrófagos. Já para a fase de decomposição avançada houve um decréscimo na abundância de necrófagos. Na fase seca houve um pequeno aumento na abundância comparada à decomposição avançada.

A relação de abundância entre as fases de decomposição para o grupo necrófagos e não-necrófagos variou entre as fases de decomposição. Na fase fresca, a abundância entre necrófagos e não necrófagos não diferiu significativamente ($p > 0,05$). Na fase inchada, a abundância de necrófagos foi significativamente maior ($p < 0,05$). Para a fase de decomposição ativa, a abundância entre os dois grupos estudados não diferiu significativamente ($p > 0,05$). Entretanto, na relação entre necrófagos e não-necrófagos a abundância entre estes grupos foi significativa para as fases decomposição avançada e seca ($p < 0,05$), sendo maior para os não necrófagos.

A riqueza das famílias e das espécies dos necrófagos superou a dos não necrófagos (Figura 10). A riqueza de espécies variou entre 56% (fase decomposição avançada) e 66% (decomposição ativa) entre as fases de decomposição, demonstrando a dominância dos necrófagos. A mesma relação ocorreu para a riqueza de famílias, variando entre 54, 5% (fases fresca, decomposição avançada e seco) e 64, 3% (decomposição ativa).

Na comparação da abundância dos indivíduos pertencentes às famílias com registro de necrofagia entre as diferentes fases de decomposição, não se observou diferença significativa entre a abundância dos necrófagos na fase fresca e nas demais fases de decomposição, bem como entre as fases inchada e decomposição ativa ($\chi^2 = 284,6$, $p > 0,05$).

Ao longo da decomposição, a abundância dos necrófagos foi significativamente maior ($\chi^2 = 394,41$, $p < 0,01$) do que a dos não-necrófagos, com exceção da fase de inchado, onde os não-necrófagos foram mais abundantes. Esta superioridade dos necrófagos reflete a dominância dos que se utilizam desta matéria orgânica em decomposição como substrato para alimentação. Na fase fresca os necrófagos também foram significativamente mais abundantes que os não-necrófagos ($\chi^2 = 47,58$, $p < 0,01$).

As famílias e espécies mais abundantes de dípteros por fase de decomposição podem ser encontradas na Tabela 06. Na fase fresca a família mais abundante foi Calliphoridae com 57,6%, seguida por Sarcophagidae com 30,3% e Muscidae 8,4%. Entre as espécies, *C. idioidea* (24,4%) foi a mais abundante, seguida por *C. macellaria* (21,9%) e *C. albiceps* (16,4%). Na fase inchada os califorídeos (66,9%) permaneceram como os mais abundantes, seguidos pelas famílias Muscidae (14,8%) e Sarcophagidae (9,9%). As espécies mais abundantes foram: *C. albiceps* (33,5%), *C. macellaria* (33,3%) e *M. domestica* (14,6%). Já na fase de decomposição ativa as mais abundantes foram novamente representadas por Calliphoridae (43,9%), Sarcophagidae (17,7%) e Muscidae (16,3%). Em relação às espécies, destacam-se, em ordem decrescente de abundância: *C. macellaria* (24,6%), *C. albiceps* (18,8%) e *M. domestica* (15,3%). Posteriormente, na fase de decomposição avançada, as famílias mais abundantes foram Sarcophagidae (37,3%), Fanniidae (23,7%) Muscidae (20,1%) e as espécies mais abundantes foram: *M. domestica* (23,0%), *C. idioidea* (16,6%) e *T. occidua* (11,5%). Para a fase seca, as famílias mais abundantes foram: Sarcophagidae (72,9%), Muscidae (11,8%), Fanniidae (8,7%) e em nível de espécie foram: *T. occidua* (33,7%), *O. thornax* (11,5%) e *M. domestica* (11,3%).

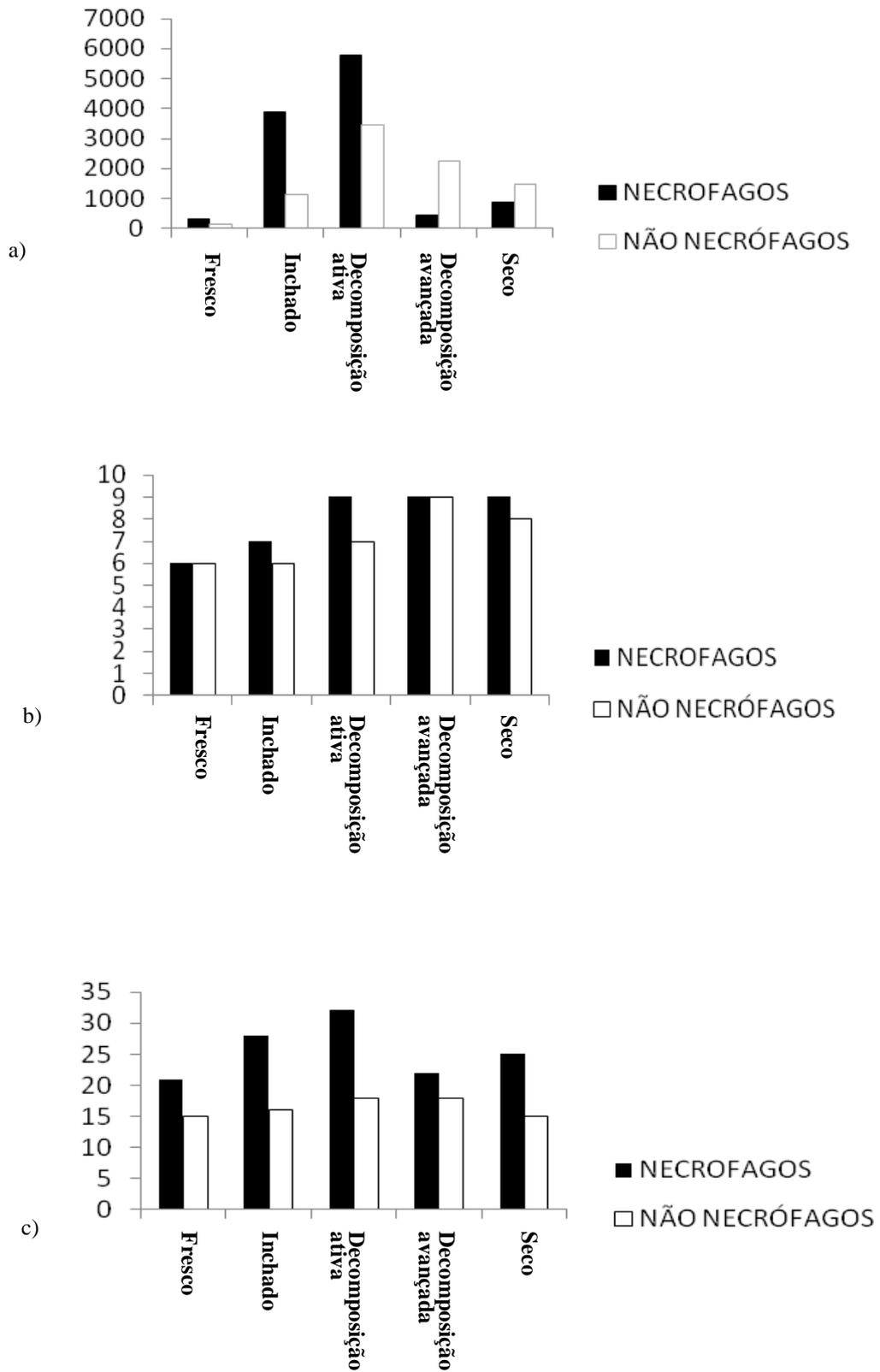


Figura 10. Distribuição dos dípteros adultos (necrófagos X não-necrófagos) associados a carcaças de suínos em Serra Talhada entre as fases de decomposição: a) abundância de indivíduos; b) número de famílias e c) riqueza de espécies.

Tabela 06. Quadro resumo das relações quantitativas e dípteros representativos das diferentes fases de decomposição de suínos em fragmento de Caatinga.

	Fases de decomposição				
	Fresco	Inchado	Decomposição ativa	Decomposição avançada	Seco
Abundância total (Frequência relativa em %)	237 (2,48)	3.590 (37,65)	4.719 (49,49)	547 (5,73)	442 (4,63)
Diversidade de famílias	12	13	17	17	17
Número de famílias necrófagas	6	7	9	9	9
Famílias mais abundantes *	Calliphoridae Sarcophagidae Muscidae	Calliphoridae Muscidae Sarcophagidae	Calliphoridae Sarcophagidae Muscidae	Sarcophagidae Fanniidae Muscidae	Sarcophagidae Muscidae Fanniidae
Riqueza de espécies	36	44	56	40	43
Riqueza de espécies necrófagas	20	27	36	19	24
Espécies mais abundantes *	<i>C. idioidea</i> <i>C. macellaria</i> <i>C. albiceps</i>	<i>C. albiceps</i> <i>C. macellaria</i> <i>M. domestica</i>	<i>C. macellaria</i> <i>C. albiceps</i> <i>M. domestica</i>	<i>M. domestica</i> <i>C. idioidea</i> <i>T. occidua</i>	<i>T. occidua</i> <i>O. thornax</i> <i>M. domestica</i>

* Ordem decrescente de abundância

A diversidade de espécies necrófagas variou entre as fases de decomposição (Tabela 07). O índice de Shannon-Wiener demonstrou, de um modo geral para a comunidade necrófaga, valores considerados baixos, porém na análise dos índices entre as diferentes fases de decomposição, as diversidades foram consideradas mais altas nas fases fresca e decomposição ativa, enquanto a menos diversa foi a fase inchada. Os valores da dominância de Simpson também foram maiores para as mesmas fases supracitadas.

A distribuição dos califorídeos ocorreu ao longo de todas as fases de decomposição e suas abundâncias foram significativamente diferentes ($H = 41,07$; $p < 0,05$) (Tabela 08). As fases com os maiores valores foram: inchada e decomposição ativa. Ao longo das fases de decomposição houve alternância entre as espécies mais abundantes dos califorídeos. Na fase fresca o califorídeo mais abundante foi *C. idioidea*, na fase seguinte foi *C. albiceps*, já na fase de decomposição ativa houve ascensão de *C. macellaria*, posteriormente, na fase de decomposição avançada, o mais abundante foi *C. idioidea* e para finalizar, a única representante dos califorídeos na fase seca foi *C. idioidea* (Figura 11).

Tabela 07. Índices ecológicos da fauna de dípteros necrófagos entre as fases de decomposição em carcaça de suínos em uma Caatinga de Pernambuco.

	Fases				
	Fresco	Inchado	Decomposição ativa	Decomposição avançada	Seco
Equitabilidade de Pielou	0,740	0,505	0,610	0,620	0,638
Índice de Shannon-Wiener	2,216	1,663	2,115	1,970	2,028
Índice de Simpson	0,851	0,746	0,846	0,803	0,817

Assim como foi observado para os valores de abundância e riqueza, espécies do gênero *Lucilia* também foram pouco representadas entre as fases de decomposição e se limitaram às primeiras três fases.

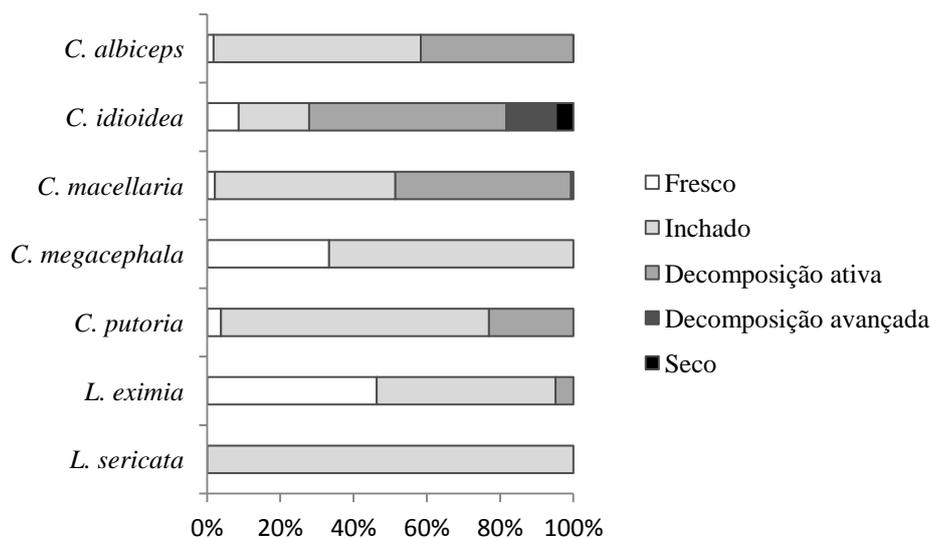


Figura 11. Proporção entre as abundâncias das espécies de Calliphoridae entre as fases de decomposição.

Em relação à distribuição temporal, Sarcophagidae ocorreu em todas as fases de decomposição, mas houve diferença significativa nas abundâncias entre elas ($H = 17,33$; $p < 0,05$), sendo a maior abundância na fase de decomposição ativa (Figura 12). Os muscídeos também estiveram presentes em todas as fases de decomposição, mas apresentaram diferenças na abundância dos seus representantes entre elas ($H = 26,83$; $p < 0,05$) (Tabela 08 e Figura 13).

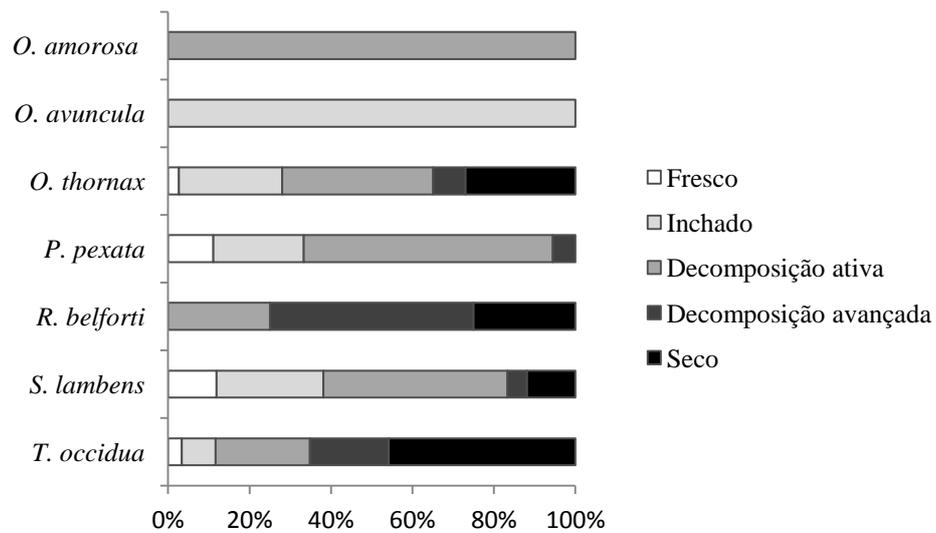


Figura 12. Proporção entre as abundâncias das espécies de Sarcophagidae entre as fases de decomposição.

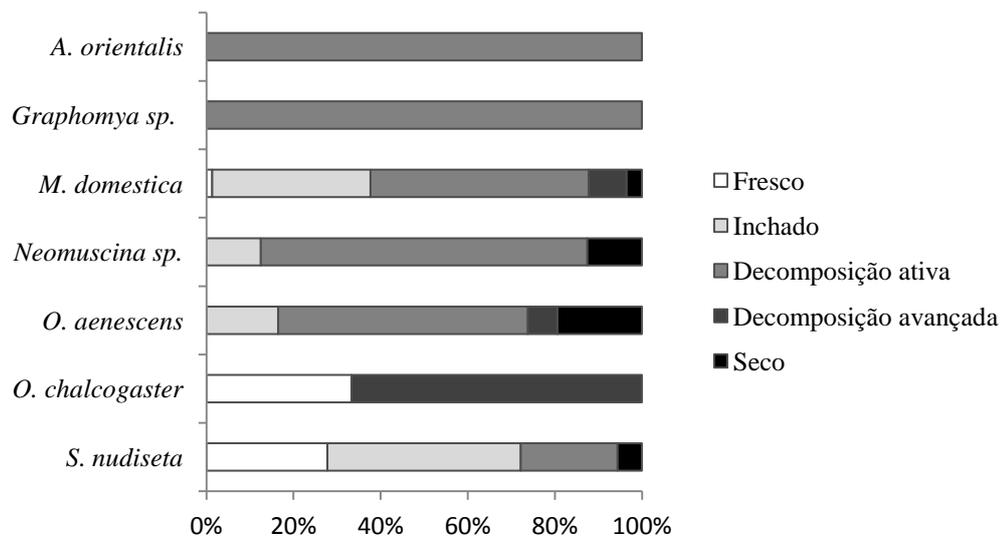


Figura 13. Proporção entre as abundâncias das espécies de Muscidae entre as fases de decomposição.

A família Fanniidae apresentou diferenças entre as fases de decomposição ($H = 32,48$; $p < 0,05$) (Tabela 08), e foi mais abundante nas fases de inchaço e decomposição ativa e a menor abundância foi encontrada na fase fresca. Sepsidae ocorreu na fase fresca, decomposição ativa e decomposição avançada, mas houve uma preferência significativa ($H = 10,60$; $p < 0,05$) pela fase de decomposição ativa com 98% dos indivíduos presentes.

Não houve diferença nas abundâncias das famílias Piophilidae ($H = 8,17$; $p = 0,085$), Sphaeroceridae ($H = 8,90$; $p = 0,063$), Stratiomyidae ($H = 2,33$; $p = 0,67$), Phoridae ($H = 8,84$; $p = 0,065$) e Syrphidae ($H = 8,44$; $p = 0,076$) entre as fases de decomposição (Tabela 08). Piophilidae apresentou-se bem distribuída entre as fases de decomposição, com exceção da fase fresca, na qual esteve ausente. A família Sphaeroceridae esteve presente nas fases de decomposição ativa, decomposição avançada e seca, demonstrando uma preferência por fases finais de decomposição. A espécie *H. illucens* esteve presente entre as fases de decomposição ativa e seca, porém foi mais abundante na decomposição ativa. A distribuição da família Phoridae limitou-se às fases de decomposição ativa e decomposição avançada.

Tabela 08. Média das abundâncias (A) e da riqueza de espécies (R) das famílias necrófagas entre as fases de decomposição em fragmento de Caatinga de Pernambuco. As letras sobrescritas indicam diferenças significativas (Teste de Duncan).

	Fases de decomposição				
	Fresco N = 3	Inchado N = 6	Decomposição ativa N = 12	Decomposição avançada N = 12	Seco N = 21
Calliphoridae	57,00 ^a 4,00 ^a	431,17 ^b 4,83 ^a	201,92 ^a 3,08 ^a	9,08 ^c 1,25 ^b	1,52 ^d 0,33 ^c
Sarcophagidae	30,00 ^{a,b} 4,00 ^a	63,50 ^a 4,50 ^a	81,42 ^a 2,83 ^{a,b}	22,83 ^b 2,08 ^{b,c}	29,38 ^b 1,33 ^c
Muscidae	8,33 ^a 0,67 ^a	95,33 ^b 1,83 ^b	74,67 ^{b,c} 3,17 ^b	12,33 ^a 1,75 ^{a,b}	4,76 ^a 1,24 ^a
Fanniidae *	2,33 ^a -	52,83 ^{b,c,d} -	56,00 ^{c,d} -	14,50 ^d -	3,52 ^e -
Sepsidae *	1,00 ^a -	0,00 ^a -	30,58 ^b -	0,25 ^a -	0,05 ^a -
Piophilidae	0,00 ^a 0,00 ^a	1,50 ^a 0,50 ^a	13,00 ^a 0,75 ^a	1,17 ^a 0,58 ^a	0,52 ^a 0,33 ^a
Sphaeroceridae	0,00 ^a 0,00 ^a	0,00 ^a 0,00 ^a	1,58 ^a 0,50 ^a	0,33 ^a 0,17 ^a	0,24 ^a 0,19 ^a
Stratiomyidae	0,00 ^a 0,00 ^a	0,17 ^a 0,17 ^a	0,42 ^a 0,17 ^a	0,33 ^a 0,33 ^a	0,24 ^a 0,14 ^a
Phoridae	0,00 ^a 0,00 ^a	0,17 ^a 0,17 ^a	0,17 ^a 0,08 ^a	0,42 ^a 0,33 ^a	0,00 ^a 0,00 ^a
Syrphidae	0,33 ^a 0,33 ^a	0,00 ^a 0,00 ^a	0,00 ^a 0,00 ^a	0,00 ^a 0,00 ^a	0,05 ^a 0,05 ^a

(*) As famílias Fanniidae e Sepsidae não foram identificadas até espécie para análise de riqueza.

Na análise da riqueza de espécies houve diferença significativa entre as fases de decomposição para as famílias Calliphoridae ($H = 42,29$; $p < 0,05$); Sarcophagidae ($H = 22,36$; $p < 0,05$), Muscidae ($H = 15,61$; $p < 0,05$). Em contrapartida, não houve diferença significativa das famílias Piophilidae ($H = 6,17$; $p = 0,1866$), Stratiomyidae ($H = 2,66$; $p = 0,6150$), Phoridae ($H = 9,10$; $p = 0,0584$) e Syrphidae ($H = 8,44$; $p = 0,0766$) entre as fases de decomposição (Tabela 08). As famílias Fanniidae e Sepsidae não chegaram a menor nível taxonômico devido à dificuldade na identificação.

5.4 CURVA DE ACUMULAÇÃO DE ESPÉCIES

A curva de acumulação de espécies construída a partir e das amostras foi a UGE (Figura 14). Não houve uma tendência à assíntota pela curva, ou seja, a quantidade de amostras da população de dípteros necrófagos não foi suficiente para representar a diversidade dos dípteros necrófagos da Caatinga hiperxerófila de Pernambuco.

Pode-se observar que 40 indivíduos das espécies de dípteros necrófagos adultos das 57 encontradas no experimento foram coletadas em apenas 25 amostras, ou seja, quase 71% das espécies foram coletadas em menos de 50% do total de amostras. Já para 40 amostras, houve um acréscimo de apenas 20%. Este baixo crescimento do número de espécies entre as amostras levantadas pode ser devido à presença de 19 *singletons*, seis *doubletons* e das espécies raras. Este conjunto corresponde a 81 espécies do valor absoluto de abundância (0,85% do total de espécies) e 36 do valor de riqueza.

5.5 ANÁLISES MULTIVARIADAS

De modo geral, houve uma continuidade entre as amostras e fases de decomposição, sem ocorrer separação na ocorrência das famílias/espécies entre as fases, mas sim uma sobreposição destes indivíduos. Na Tabela 09, podem-se observar os valores de similaridade de Bray-Curtis entre as fases variando de 41,98 até 70,73. As fases mais similares foram a

inchada e a de decomposição ativa com 70,73 e a similaridade mais baixa encontrada foi entre fresco e seco com 41,98.

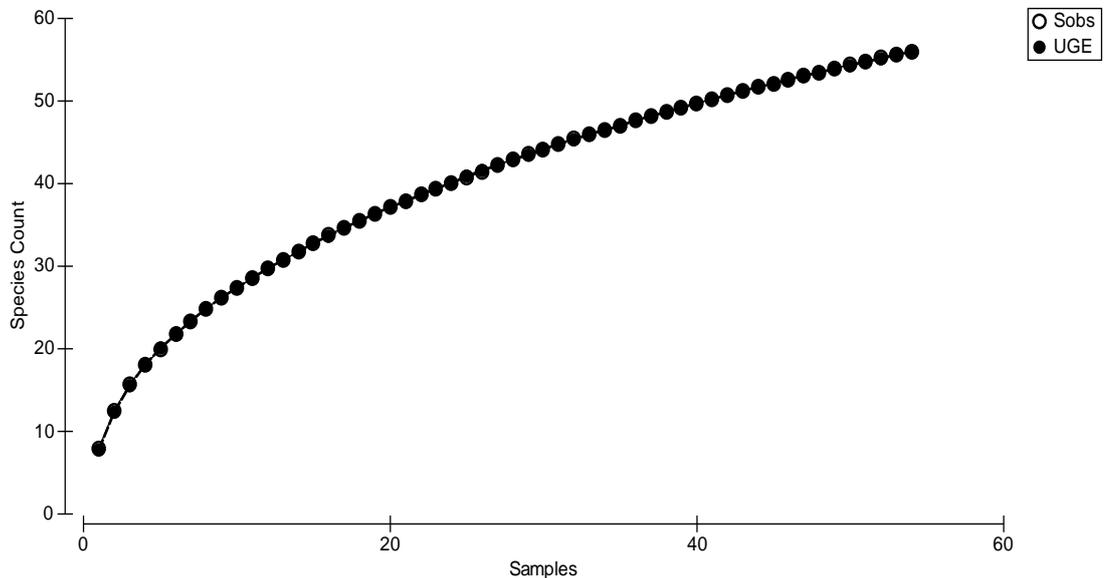


Figura 14. Curva de acumulação de espécies estimando o esforço amostral necessário para que a amostragem seja representativa da comunidade necrófaga em questão e para estimar a riqueza da mesma.

Tabela 09. Similaridade de Bray-Curtis entre as fases de decomposição baseada na abundância de espécies de dípteros necrófagos presentes em carcaças de suínos em uma Caatinga de Pernambuco.

	Fresco	Inchado	Decomposição ativa	Decomposição avançada	Seco
Fresco					
Inchado	60,52				
Decomposição ativa	46,86	70,73			
Decomposição avançada	53,99	58,42	57,87		
Seco	41,98	53,29	52,31	68,08	

Embora algumas amostras dentro de cada fase estejam mais próximas, principalmente para as duas grandes ramificações com amostras da fase seca, não existe um agrupamento bem definido das amostras na tentativa de diferenciar a ocorrência das espécies em cada estágio decomposição (Figura 15). Como exemplo, as amostras da fase fresca não se

encontram próximas uma das outras e sim apresentam mais semelhança na abundância de espécies entre amostras da fase inchada e decomposição ativa. Esta dissimilaridade na fase fresca pode ser explicada pela baixa quantidade de amostras totais para essa fase, já que só foram utilizadas três amostras no total das três réplicas. Quando comparada às outras fases de decomposição é notável a diferença no número de amostras, em comparação à fase inchada cujo número de amostras foi duas vezes maior, ou comparada às fases de decomposição ativa e avançada, quatro vezes maior e fase seca, sete vezes maior em relação ao número de amostras.

A ramificação do cladograma cujas maiores similaridades foram encontradas ocorreu entre amostras da fase inchada e fase de decomposição ativa, este valor foi superior a 60. O segundo clado mais similar ocorreu entre amostras da fase de decomposição ativa e decomposição avançada um pouco menor que 60.

Na análise do escalonamento multidimensional o stress foi de 0.17, este valor foi considerado satisfatório, pois ele simula 17% de erro, ou seja, este MDS representa bem as similaridades e limitações de cada fase pela comunidade de dípteros necrófagos da Caatinga.

A fase mais semelhante entre as amostras, dentre todas as fases foi a inchada, pois há um pequeno conglomerado de pontos no centro do gráfico (Figura 16), construído pelo escalonamento multidimensional, mostrando amostras desta fase mais próximas do que as demais fases. Embora exista essa similaridade entre amostras na mesma fase, há uma sobreposição da fase de decomposição ativa sobre a fase inchada, demonstrando que a similaridade entre amostras da mesma fase não significa que as espécies encontradas nessa fase sejam diferentes das encontradas nas demais, mas sim que há uma sobreposição de indivíduos de diferentes fases. A fase seca foi a mais dispersa devido à presença da maior riqueza de espécies apresentada nesta fase, principalmente pela quantidade de espécies raras.

Também foi realizada uma Análise de correspondência entre amostras e famílias na tentativa de verificar uma relação entre famílias e fases de decomposição. Na figura 17, pode-se observar que as famílias Sepsidae, Sphaeroceridae e Piophilidae estão mais relacionadas à de decomposição ativa do que as outras famílias.

Observa-se também que as famílias Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae e Fanniidae encontram-se próximas uma das outras e inseridas entre as fases de decomposição. Para a família Calliphoridae, nota-se que ela está bem representada em três fases iniciais de decomposição: fresca, inchada e decomposição ativa, pois este grupo está inserido no centro das distâncias entre as fases.

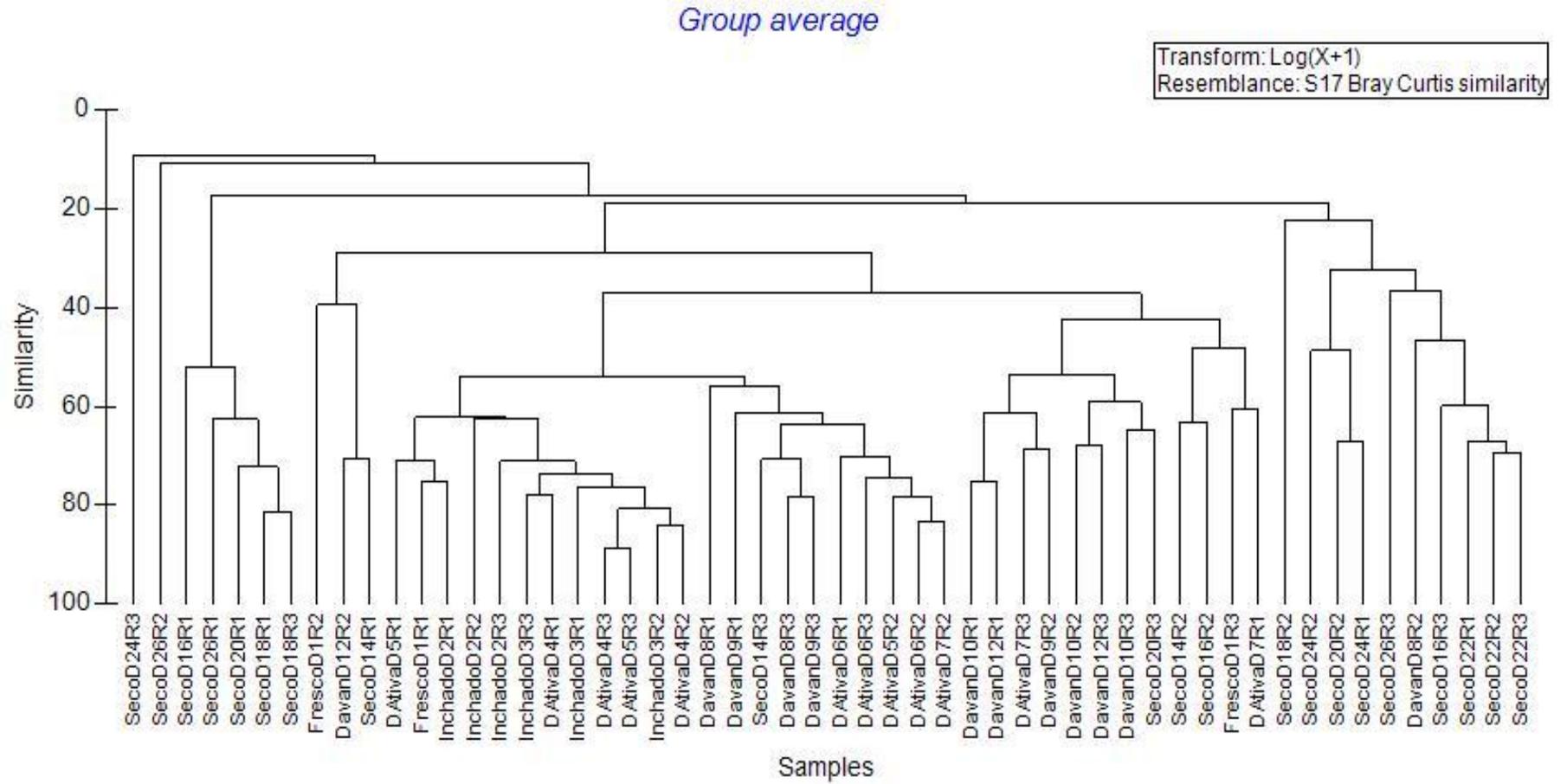


Figura 15. Dendrograma baseado na similaridade de amostras pelo Bray-Curtis realizada pela análise de Cluster.

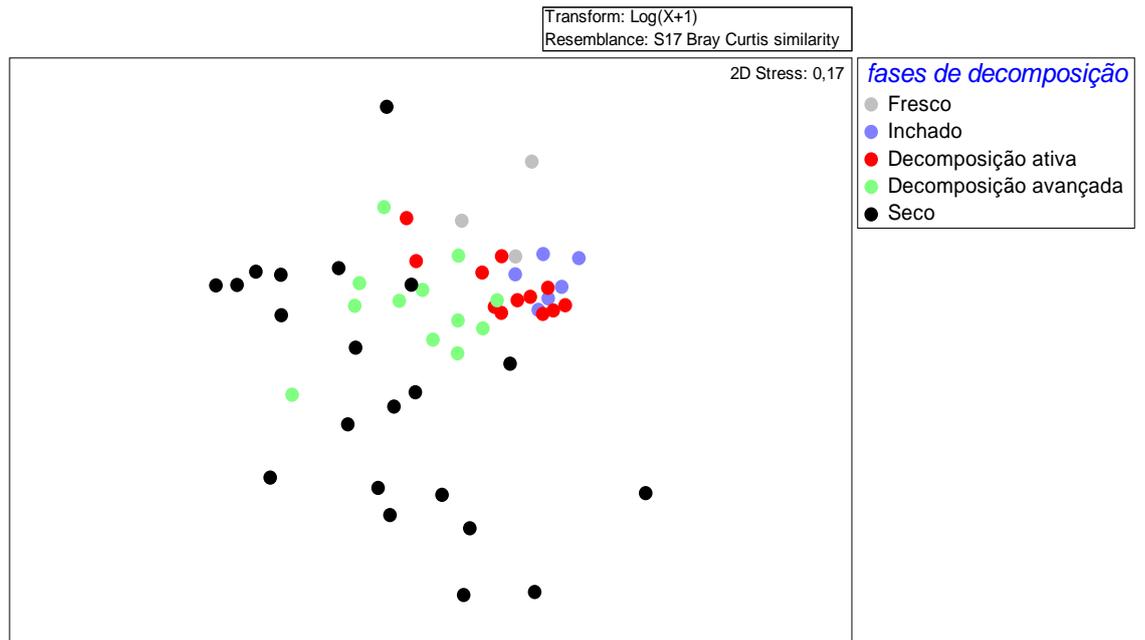


Figura 16. Análise de agrupamento MDS das amostras baseada na tabela de similaridade de espécies pela análise de Bray-Curtis.

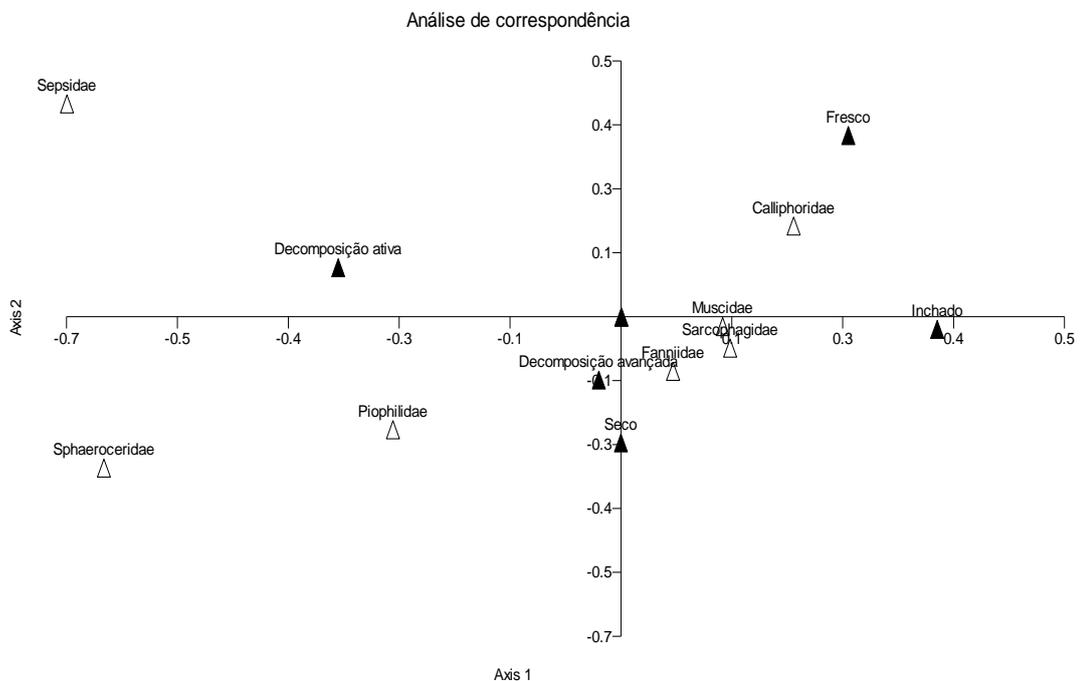


Figura 17. Análise de correspondência entre as famílias de dípteros necrófagos associadas a carcaças animais e as fases de decomposição.

6. DISCUSSÃO

6.1 PADRÃO DE DECOMPOSIÇÃO DA CARÇA NA CAATINGA

O número de fases de decomposição mostrou-se semelhante a outros estudos envolvendo carcaças de suínos em experimentos realizados no Brasil, como em áreas de mata Atlântica, Cerrado, locais iluminados e a sombra, diferentes tamanhos de carcaça (BARBOSA *et al.*, 2009; BIAVATI; SANTANA; CRUZ, 2008; PUJOL-LUZ, 2010; CARVALHO; LINHARES, 2001; SOUZA, 1994; THYSSEN, 2000). Ou seja, mesmo havendo diferentes biomas em um país de território continental e cada um com suas condições bióticas e abióticas específicas, não parece haver diferenças no padrão de decomposição das carcaças. O que pode variar é a duração do processo de decomposição dentro de cada fase e o tempo total para a completa exaustão do recurso.

Este padrão de decomposição também pode ser observado em experimentos realizados em países com condições ambientais tão díspares como Argentina (CENTENO; MALDONADO; OLIVA, 2002), Canadá (SHARANOWSKI; WALKER; ANDERSON, 2008), China (WANG *et al.*, 2008), Colômbia (WOLF *et al.*, 2001), Estados Unidos (GOFF, 2009), México (VALDES-PEREZGASGA *et al.*, 2010), e Polônia (MATUSZEWSKI *et al.*, 2010). No entanto, outros autores já descreveram fases de decomposição distintas deste experimento, podendo variar de uma única fase até nove fases de decomposição, dependendo principalmente da região geográfica e da carcaça utilizada como substrato (GOFF, 1993 *apud* GOFF, 2009).

Mesmo sob alta temperatura e baixa umidade, condições típicas da Caatinga, a duração total da decomposição das carcaças não apresentou diferenças marcantes quando comparada a outros estudos realizados no Brasil, com diferentes condições abióticas. Porém, no trabalho de Rosa *et al.* (2011), na comparação entre as decomposição das carcaças de porcos entre uma região seca e outra úmida, a decomposição da carcaça sob condições mais secas e quentes foi mais lenta que na região úmida.

6.2 DIVERSIDADE GERAL DA DIPTEROFAUNA

Uma vez que populações de dípteros tendem a ser mais numerosas em regiões com mais umidade do que em áreas mais secas (JANZEN; SCHOENER, 1968), esperava-se uma baixa abundância de indivíduos e limitada riqueza de espécies no sertão pernambucano. Porém a deposição de uma carcaça em uma região de limitada disponibilidade de recursos funciona como um “oásis” de substrato alimentar, fornecendo abundância de alimento, onde anteriormente não havia, e favorecendo a abundância de dípteros e diversidade de famílias e espécies. A carcaça passa a ser um conjunto de nutrientes como proteínas, lipídeos, carboidratos e outros elementos fundamentais ao desenvolvimento de muitas espécies em um habitat com oferta limitada destes nutrientes quando comparada a regiões de mata.

Da vasta diversidade de insetos registrados em fragmentos de Caatinga, os dípteros correspondem a uma mais de 29% do total de insetos e são a segunda ordem mais abundantes (VASCONCELLOS *et al.*, 2010). Apesar desta diversidade – e considerando-se que existem mais de 150 mil espécies descritas (EVENHUIS *et al.*, 2008), há uma lacuna de informações quanto à distribuição desta ordem neste bioma. Diante disso, ratifica-se a importância do estudo da diversidade dos dípteros em uma região conhecida por ter uma baixa heterogeneidade (RIZZINI, 1997), principalmente, pela ausência de estudos sistemáticos de dípteros necrófagos neste bioma.

Embora a Caatinga seja conhecida por abrigar uma fauna comparativamente menos diversa que outros ecossistemas/biomas neotropicais úmidos como a Mata Atlântica ou a Floresta Amazônica, a quantidade de famílias encontrada neste experimento foi elevada. Para fins comparativos com estudos de natureza semelhante, a diversidade de famílias presentes foi superior à registrada por Michaud *et al.* (2010) com seis famílias, sendo cinco famílias necrófagas, Segura *et al.* (2011) com 11 famílias, sendo 8 necrófagas, Santana (2006) com 18 famílias e sete necrófagas, Anton, Niederegger e Beutel (2011) com 18 famílias e nove famílias necrófagas, Watson e Carlton (2005) com 16 famílias, sendo 10 famílias necrófagas - as mesmas encontradas neste levantamento.

A comunidade encontrada sobre a carcaça animal é composta por diferentes categorias ecológicas associadas a este substrato (BRAACK, 1987). Neste estudo são registrados predadores (Asilidae, Calliphoridae, Chloropidae, Drosophilidae, Bombyliidae, Muscidae, Syrphidae, Tabanidae, Tachinidae), onívoros (Muscidae, Piophilidae), saprófagos (Calliphoridae, Ulidiidae, Sarcophagidae e Syrphidae) e outros. Estas famílias já foram

encontradas em levantamentos da dipterofauna, mesmo através da utilização de iscas/modelos animais (AVILA; GOFF, 1998; BRAACK, 1987; GILL, 2005; SOUZA; LINHARES, 1997).

Embora Ulidiidae possua hábitos saprófagos e já tenha sido encontrado em cadáver humano (KAMENEVA; KORNEYEV, 2009), ainda não há evidências de necrofagia na família. Mas é importante salientar a representatividade do grupo em estudos de levantamento da dipterofauna necrófila, devido à alta abundância desta família, especialmente em regiões tropicais. Chin *et al.* (2011) sugerem que o grupo seja tratado como oportunista e acidental segundo a classificação de Smith (1986), pois chegam na carcaça como visitantes e na busca pelo fluido que escorre da mesma.

A maior abundância dos grupos necrófagos, naturalmente, reflete a dominância dos que utilizam a matéria animal morta principalmente para alimentação das formas jovens, mas também por adultos para cópula e oviposição (AMENDT *et al.*, 2010; BYRD; CASTNER, 2010). Através dos estudos de ciclo de vida é possível correlacioná-los à atividade dos insetos e conseqüentemente utilizar dados de tabelas de vida para a estimativa do intervalo pós-morte (BYRD; CASTNER, 2010; CATTS; GOFF, 1992).

6.3 DESCRIÇÃO DA COMUNIDADE NECRÓFAGA

O conceito de necrofagia usado neste trabalho segue os critérios de Leclercq (1978 *apud* BAZ *et al.* 2010) e Braack (1987). Os insetos considerados necrófagos alimentam-se diretamente do material animal em decomposição e completam seu desenvolvimento neste substrato. A necrofagia destes se baseou em revisão de literatura (Tabela 10).

A elevada abundância e frequência de ocorrência de adultos das famílias Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae e Fanniidae deriva da forte atração do substrato em decomposição para esses indivíduos (CARVALHO; LINHARES, 2001). Assim, estas características fornecem sustentação às famílias supracitadas na contribuição para os estudos biológicos, ecológicos e, conseqüentemente, tornarem-se importantes evidências forenses (BYRD; CASTNER, 2010).

Os maiores valores de dominância ocorreram em uma pequena quantidade de taxa que por si devem possuir uma maior vantagem do que os não dominantes, sob as condições específicas do local, bem como o substrato alimentar em questão. Esta relação de dominância

das espécies pode variar conforme o substrato utilizado, as condições abióticas e a localização geográfica (BRAACK, 1987). A carcaça animal funciona como um micro-habitat distinto e a comunidade que nele se desenvolve possui uma quantidade de energia limitada, a ser utilizada por todos os membros. Desta forma, a competição entre as espécies afeta diretamente a composição e estrutura das assembleias necrófagas.

Os altos valores de constância reforçam a importância de determinada família em estudos forenses, pois participa de todas as fases, fornecendo informações biológicas e ecológicas ao longo de todas as fases de decomposição. A categoria acidental da constância confere às famílias uma informação importante, pois revela a probabilidade de coleta de representantes do táxon em determinada fase de decomposição. A família Sphaeroceridae foi analisada como acidental do quesito constância e só houve ocorrência deste táxon a partir da fase de decomposição ativa.

Em uma comunidade de invertebrados necrófagos localizada sobre uma carcaça em decomposição é comum haver duas ou três espécies que dominam este ambiente (KNEIDEL, 1984). No presente trabalho, tais espécies foram representadas por *C. macellaria*, *C. albiceps* (Calliphoridae) e *M. domestica* (Muscidae).

6.4 PADRÃO TEMPORAL DE OCORRÊNCIA DAS ESPÉCIES NECRÓFAGAS AO LONGO DA DECOMPOSIÇÃO

A abundância de insetos foi maior nas três primeiras fases de decomposição, tendo em vista a disponibilidade de recurso alimentar e fartura de tecidos moles (BRAACK, 1984 *apud* BRAACK, 1987). Ao contrário do observado nas fases iniciais de decomposição, houve uma baixa abundância nas fases finais em decorrência da presença de somente pele, cartilagem, restos de cabelos/pelos e ossos (GOFF, 2009).

A fase fresca foi a mais curta de todos os estágios de decomposição e também a menos abundante e rica. Estas características são derivadas da efemeridade da fase, limitada a 24 horas e pelo odor não se apresentar tão forte quanto nas outras fases (SHALABY; CARVALHO; GOFF, 2000). A representatividade desta fase implica em parte a presença dos califorídeos, mais especificamente por *C. idioidea* e *C. macellaria*, o que levanta importantes questionamentos quanto à eficiência de espécies como *C. albiceps* em ser uma das primeiras a colonizar um substrato efêmero em meio a condições xéricas.

O acréscimo substancial na abundância dos indivíduos na fase inchada em relação à fresca pode ser explicado pelas características da decomposição, tais como: rompimento abdominal e dos membros, favorecendo o acesso à carcaça. Nesta fase também houve a primeira ocorrência de algumas famílias como Piophilidae, Stratiomyidae e Phoridae. Piophilidae é umas das famílias mais frequentes em estudos sucessionais e é conhecida por ser colonizador tardio, embora seus adultos também ocorram nos primeiros dias de decomposição (HORENSTEIN *et al.*, 2010; MARTIN-VEGA, 2011). Esta condição tardia é semelhante à família Stratiomyidae (*H. illucens*) que inicia sua oviposição vários dias após a morte (LORD *et al.*, 1994), embora os adultos também ocorram no início da decomposição.

A maior abundância dos dípteros na decomposição ativa deve-se ao alto grau de putrefação da carcaça, com uma maior atratividade promovida pelo forte odor exalado, o rompimento abdominal e a liberação de exsudato. Este padrão é semelhante ao encontrado no estudo realizado em mata ciliar e cerrado (RIBEIRO, 2003), porém diferiu do estudo realizado com carcaças de porcos em mata natural em Campinas (THYSSEN, 2000), no qual a fase inchada apresentou maior abundância. A abundância encontrada na fase inchada foi a segunda maior na Caatinga, posteriormente à fase de decomposição ativa, preservando a dominância destas duas fases como observado em ambiente urbano no Rio de Janeiro (BARBOSA *et al.*, 2010) e área semi-rural em Bogotá (SEGURA *et al.*, 2011).

Seis famílias foram mais abundantes nesta fase de decomposição, com exceção de Calliphoridae e Sarcophagidae. A família Sphaeroceridae só atingiu a carcaça neste estágio, demonstrando uma aparente preferência por fases finais de decomposição, um padrão também observado em carcaças de porcos em Portugal (PRADO E CASTRO, 2011). Um fator interessante na fase de decomposição ativa foi a abundância de *H. illucens* (Stratiomyidae), a qual foi maior que nas outras fases de decomposição, provavelmente porque a decomposição ativa na Caatinga foi a fase mais úmida, em vista aos exsudatos liberados.

A partir da fase de decomposição avançada a abundância dos adultos de todas as famílias decresceu, com exceção de Phoridae e Syrphidae (as quais foram em si poucos abundantes), mostrando que quando o substrato se limita a ossos, couro e cartilagem a atratividade e a oferta de alimento tende a ser reduzida (GOFF, 2009). Esta redução pode ser explicada, também, pela emergência dos califorídeos que ocorreu nesta fase, ocupando a área que seria ocupada por outros dípteros.

Embora a fase seca tenha sido a mais longa de todas, sendo catorze vezes maior que a fase mais curta (fresca), essa não foi a mais abundante, em contrapartida foi representada por diversas famílias e espécies. Esta baixa abundância é decorrente da falta de recursos

disponíveis nesta fase, tendo em vista a rápida dissipação dos tecidos moles e devido à preferência de poucas espécies por restos animais.

Calliphoridae e Sarcophagidae, de modo geral, foram as mais abundantes, dominantes e constantes entre todos os dípteros, demonstrando sua importância na assembleia necrófaga, tanto através da reciclagem de nutrientes na decomposição de carcaças animais, como também na sua utilização nas investigações criminais. Embora os califorídeos depositem ovos, podendo ser em número de 200 e os sarcófagídeos já depositem larvas, com cerca de 30 a 50 exemplares por ciclo, estes indivíduos coexistem graças aos mecanismos de postura. Os sarcófagídeos beneficiam-se de suas larvas maiores em substratos menores devido a sua idade mais avançada, que gera um indivíduo de maior tamanho e, eventualmente, tornando-se um competidor maior, enquanto os califorídeos preferem ovipositar em substratos maiores devido à maior quantidade de ovos. Sabe-se que moscas adultas grávidas das famílias Calliphoridae e Sarcophagidae conseguem identificar se um determinado substrato é adequado como alimento aos seus descendentes (ARCHER; ELGAR, 2003).

Embora tenha preferência por fases finais de decomposição (MARTIN-VEGA, 2011), Piophilidae foi mais abundante na decomposição ativa na Caatinga, assim como Sphaeroceridae e Stratiomyidae. Quanto às famílias supracitadas somadas a Phoridae e Syrphidae não apresentarem diferenças significativas nas suas abundâncias ao longo de decomposição, esta ausência de diferença decorre de sua baixa abundância nas diferentes fases de decomposição.

6.5 ANÁLISE GERAL DAS FAMÍLIAS E ESPÉCIES NECRÓFAGAS

A alta abundância de Calliphoridae sobre carcaças em decomposição foi observada em regiões brasileiras como Cerrado, Mata ciliar, Mata Atlântica (RIBEIRO, 2003, CARVALHO *et al.*, 2000, THYSSEN, 2000, CRUZ, 2008), nos Andes Colombianos (MARTINEZ; DUQUE; WOLFF, 2006), entre outros. A representatividade do grupo é proveniente da própria biologia das espécies que possuem um ciclo de vida rápido e um grande potencial reprodutivo (MACKERRAS, 1933 *apud* ARCHER; ELGAR, 2003). Este grupo é o principal responsável pela degradação de carcaças, tendo em vista a abundância marcante de seus indivíduos (CAMPOBASSO; VELLA; INTRONA, 2001).

A riqueza de Calliphoridae encontrada na Caatinga é semelhante ao encontrado por Thyssen (2000) em área de mata, no entanto foi menor do que o estudo realizado em uma região de reserva em São Paulo por Carvalho e Linhares (2001) com nove espécies, Rosa *et al.* (2011) com 10 espécies e Biavati, Santana e Pujol-Luz (2010) com oito espécies, mas foi maior do que o encontrado por Barbosa *et al.* (2010) em uma área antropizada do Rio de Janeiro, com cinco espécies de Calliphoridae. Deste modo, pode-se observar que o valor de riqueza para Calliphoridae encontrado para a Caatinga esteve na média de outros trabalhos realizados no Brasil.

A espécie *C. macellaria* foi a mais abundante de todas, um padrão também observado no Pantanal (KOLLER; BARROS; CORRÊA, 2011) e na Amazônia Central (PARALUPPI, 1996), contradizendo relatos que apontam para uma queda na abundância destes indivíduos após a invasão de espécies do gênero *Chrysomya* (GUIMARÃES; PRADO; LINHARES, 1978). A abundância de *C. macellaria* pode indicar uma prevalência da espécie em regiões de baixo impacto antrópico, contrário ao que foi confirmado por Otsuka (2008), sugerindo que esta espécie possui uma alta preferência por áreas habitadas. O ambiente xérico da Caatinga é mais um dos inúmeros tipos de habitat explorados por este califórdeo, além de Mata Atlântica (CRUZ, 2008), Cerrado (BIAVATI; SANTANA; PUJOL-LUZ, 2010), regiões urbanas, canaviais e no litoral. Provavelmente esta espécie possui mecanismos bem adaptados ao estresse hídrico típico da Caatinga.

Embora *C. albiceps* seja especializada na utilização de recurso para criação de suas larvas, competidoras e predadoras, este díptero compartilha características ecológicas com *C. macellaria*. Além disso, *C. albiceps* possui uma tendência a aumentar sua progênie por meio da competição exploratória (FARIA *et al.*, 1999). Esta espécie não foi a mais abundante dentre os dípteros coletados, mas é conhecida por sua predominância em levantamentos de fauna necrófaga em carcaças animais (CARVALHO; LINHARES, 2001; SANTANA, 2006; BIAVATI; SANTANA; PUJOL-LUZ, 2010). Provavelmente a espécie esteja no início do seu estabelecimento como espécie invasora na Caatinga, devido à exploração recente do bioma, realizada por ação antrópica, quando comparado aos grandes centros urbanos.

A alta abundância de *C. idioidea* (7% do total de necrófagos) difere de outros estudos realizados no Brasil com carcaças de porcos. Rosa *et al.* (2011) encontraram apenas quatro exemplares em dois tipos de vegetação no Cerrado. No mesmo bioma, Biavati, Santana e Pujol-Luz (2010) registraram a espécie somente nas fases inchada e decomposição ativa, enquanto Ribeiro (2003), por sua vez, encontrou poucos indivíduos em Mata ciliar no Cerrado. Esta abundância pode ser decorrente da natureza preservada da área de coleta na

Caatinga. Em estudo realizado em florestas preservadas da Amazônia *C. idioidea* predominou entre os califorídeos (ESPOSITO, 1999 *apud* ESPOSITO; SOUSA; CARVALHO-FILHO, 2010). Desta forma, a alta abundância apresentada por esta espécie enfatiza a importância de *C. idioidea* na determinação do estado de conservação e regeneração das áreas.

A baixa abundância de *C. megacephala* surpreende pelo fato de esta espécie ser listada como uma das mais frequentes em estudos realizados no Nordeste (CRUZ, 2008; VASCONCELOS; ARAÚJO, 2012). Uma possível explicação seria sua preferência por ambientes urbanos, já que possui um alto valor de sinantropia (OTSUKA, 2008). Embora Serra Talhada seja um dos municípios que mais crescem no estado, a área de estudo não pode ser classificada como um centro urbano.

A família Sarcophagidae foi a mais rica, com 21 espécies, a mesma quantidade encontrada em uma região de mata em Campinas por Carvalho e Linhares (2001), porém superior à encontrada por Salviano (1996) com 19 espécies e menor do que observada no Distrito Federal por Barros, Mello-Patiu e Pujol-Luz (2008) com 28 espécies e no Amazonas por Sousa, Esposito e Carvalho-Filho (2010) com 23 espécies, embora estes dois últimos não tenham utilizado carcaça, mas sim substratos como fezes e fígado.

Tricharaea occidua foi o sarcófagídeo mais abundante, o que também foi encontrado por Mulieri, Mariluis e Patitucci (2010), especialmente na zona rural. A espécie também foi observada em estudos de sucessão ecológica na América do Sul e nos Estados Unidos (BARROS; MELLO-PATIU; PUJOL-LUZ, 2008; MULIERI; MARILUIS; PATITUCCI, 2010; GOFF *et al.*, 1986; ROSA *et al.*, 2011). O gênero *Oxysarcodexia* foi rico em espécies e com alta abundância, como encontrado nos trabalhos de Barros, Mello-Patiu e Pujol-Luz (2008), Carvalho e Linhares (2001), Rosa *et al.* (2011). Este gênero foi representado por cinco espécies: *O. thornax*, *O. amorosa*, *O. avuncula* e duas espécies não identificadas.

Sarcodexia lambens, bastante abundante neste estudo, também foi bem representativo nos estudos realizados no Cerrado por Barros, Mello-Patiu e Pujol-Luz (2008) e Rosa *et al.*, (2011), além do que esta espécie é frequentemente coletada em trabalhos envolvendo carcaças de porcos (CARVALHO; LINHARES, 2001, MULIERI; MARILUIS; PATITUCCI, 2010, VALDES-PEREZGASGA *et al.*, 2010). O gênero *Peckia* foi representado por somente uma espécie *P. pexata* com 18 indivíduos, contrapondo o que foi visto em outros estudos onde a riqueza e a abundância foram consideradas altas para este gênero em comunidades necrófagas (BARROS; MELLO-PATIU; PUJOL-LUZ, 2008, CARVALHO; LINHARES 2001, ROSA *et al.*, 2011). A baixa abundância de *R. belforti* foi descrita em outros estudos (BARROS; MELLO-PATIU; PUJOL-LUZ, 2008; THYSSEN, 2000).

Muscidae é umas das famílias mais ricas e cosmopolitas de Diptera (CARVALHO; COURI, 2002). Entretanto sua riqueza neste trabalho foi inferior à registrada em ambientes urbanos no Rio de Janeiro por Barbosa *et al.* (2010), mas não diferiu do padrão encontrado no Cerrado por Rosa *et al.* (2011). A espécie *M. domestica* é frequentemente encontrada em estudos de sucessão em carcaças (CARVALHO *et al.*, 2004; DAVIS; GOFF, 2000; ROSA *et al.*, 2011; WANG *et al.*, 2008). Esta espécie também é de enorme importância sanitária, por sua sinantropia, e por veicular diversos patógenos ao homem e aos animais (HALL; GERHARDT, 2002).

A espécie *S. nudiseta*, limitada a 18 indivíduos, tem sido encontrada frequentemente em inventários de dípteros em carcaças animais (GOFF *et al.*, 1986; BARBOSA *et al.*, 2009, 2010; ROSA *et al.*, 2011), devido a sua preferência em ovipositar sobre carnes (D'ALMEIDA; MELLO, 1996) e ampla distribuição na região neotropical (CARVALHO; MOURA; RIBEIRO, 2002). Mesmo sendo um gênero neotropical, representantes de *Neomuscina* foram coletados em baixas riqueza e abundância, como registrado por Thyssen (2000) e Barbosa *et al.* (2009). Todavia, Kruger (2006) registrou alta riqueza deste gênero, porém a maioria das espécies eram pouco abundantes. Este gênero foi encontrado em fases finais de decomposição (MOURA; CARVALHO; MONTEIRO-FILHO, 1997).

A espécie *A. orientalis*, frequentemente listada como dipterofauna decompositora de carcaças (AVILA; GOFF, 1998; GOFF *et al.*, 1986; ROSA *et al.*, 2011; BARBOSA *et al.*, 2009), apresentou baixa abundância com somente seis indivíduos, diferentemente do que foi encontrado por Prado e Castro (2011) e Souza (1994), onde esta foi uma das espécies mais abundantes. Esta espécie ainda não foi coletada em cadáver humano, mas já foi coletada em no Instituto de Medicina Legal de Recife (OLIVEIRA; VASCONCELOS, 2010). O gênero *Graphomya* foi considerado raro tendo em vista sua baixa abundância e constância o que também foi encontrado por Kruger (2006). Este gênero já foi coletado no Cerrado em Minas Gerais (ROSA *et al.*, 2011), no Rio de Janeiro (BARBOSA *et al.*, 2009), no Rio Grande do Sul (KRUGER, 2006) e em Portugal (PRADO E CASTRO, 2011).

Fanniidae, por sua vez, possui uma alta abundância em carcaças animais (CARVALHO *et al.*, 2000; PRADO E CASTRO, 2011; ROSA *et al.*, 2011; SOUZA, 1994), mas devido à dificuldade na identificação deste táxon não foi possível chegar a nível mais refinado no presente estudo.

Embora Chin e colaboradores (2011) considerem Sepsidae oportunista, esta família é frequente em estudos que investigaram a composição da comunidade necrófaga em carcaças animais, confirmando sua presença em estudos utilizando porcos na maior reserva florestal

urbana na América do Sul (CARVALHO; LINHARES, 2001), em Bogotá (SEGURA *et al.*, 2011), Portugal (PRADO E CASTRO, 2011), e em Campinas (SOUZA, 1994).

Piophilidae já foi encontrada em diversos experimentos sobre fauna em carcaças (MOURA; CARVALHO, C. J. B; MONTEIRO-FILHO, 2005; PAYNE, 1965; SEGURA *et al.*, 2011), indicando que este é uma das famílias mais frequentes. Sphaeroceridae só ocorreu em trabalhos envolvendo carcaças animais (CARVALHO; MELLO-PATIU, 2008, SEGURA *et al.*, 2011; PRADO E CASTRO, 2011). A distribuição do grupo também já se deu em carcaças de ratos na Região Sul do país, mais especificamente o gênero *Archiborborus* (MOURA; CARVALHO; MONTEIRO-FILHO, 1997).

A família Phoridae, neste estudo representada por duas espécies, *M. scalaris* e outra não identificada, é abundante em estudos, como o realizado por Thyssen (2000) em uma região de mata natural em Campinas. No presente trabalho, a baixa abundância da família encontra paralelo nos trabalhos realizados no Cerrado por Rosa *et al.* (2011) e Watson e Carlton (2005). Isto pode ser explicado pela baixa umidade encontrada no sertão, quando a umidade é um fator de suporte para o domínio desta família (GREENBERG; WELLS, 1998).

6.6 DÍPTEROS DE IMPORTÂNCIA FORENSE ENCONTRADOS NA CAATINGA

As 12 famílias de importância forense para o Brasil foram sugeridas por Carvalho e Mello-Patiu (2008), sendo sete associadas a cadáveres humanos, as mesmas encontradas neste levantamento, Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae, Fanniidae, Piophilidae, Phoridae e Stratiomyidae. Drosophilidae não foi considerada como de importância forense, tendo em vista sua natureza não necrófaga e por não ter ocorrido em cadáveres humanos. As famílias Sepsidae e Sphaeroceridae foram registradas, até o momento, exclusivamente em carcaças animais.

Neste trabalho entende-se como de interesse forense a espécie que ocorreu em cadáver humano baseando-se na literatura. Logo, das espécies encontradas neste experimento 12 são de relevância forense (Tabela 10). A possível natureza necrófaga da família Syrphidae foi registrada por Martins *et al.* (2010), pois a espécie encontrada completou seu ciclo de vida na carcaça suína e já foi coletada em estudos de dipterofauna em carcaça animal (WOLFF *et al.*,

2001; GRASSBERGER; FRANK, 2004; SANTANA, 2006). Contudo, sua relevância forense precisa ser ainda validada, visto que ainda não foi registrada em cadáveres humanos.

Embora *C. albiceps* seja encontrada em maior quantidade, quando comparada a *C. macellaria* e possua maior sucesso na sua dispersão, *C. macellaria* ainda possui uma alta abundância na área de Caatinga. Diante disto, ratifica-se a importância de mais estudos nesta região, especialmente sob uma abordagem conservacionista, em decorrência da baixa expansão de *C. albiceps*. Há indícios de sua importância forense, pois *C. macellaria* é frequentemente encontrada em cadáveres humanos (ANDRADE *et al.*, 2005; OLIVEIRA; VASCONCELOS, 2010; OLIVEIRA-COSTA; MELLO-PATIU, 2004).

Chrysomya albiceps é o califorídeo mais frequentemente relatado em cadáveres (CARVALHO *et al.*, 2000; OLIVEIRA-COSTA; MELLO-PATIU, 2004; ANDRADE *et al.*, 2005; OLIVEIRA; VASCONCELOS, 2010). Diante de tantas vantagens competitivas, a espécie possui um excelente potencial de indicador forense. Apesar de *C. idioidea* não ser uma espécie abundante em estudos envolvendo a dipterofauna necrófaga, esta se demonstrou abundante e presente em todas as fases do experimento. Tendo em vista estes atributos supracitados, conclui-se que esta espécie possui um alto potencial de indicador forense para a Caatinga, ou mais especificamente, para áreas protegidas e conservadas.

Já *C. megacephala* mesmo sendo abundante em outros estudos tanto com porcos quanto em cadáveres humanos e considerada de importância forense por muitos autores (CARVALHO *et al.*, 2000; BARRETO; BURBANO; BARRETO, 2002; OLIVEIRA-COSTA; MELLO-PATIU, 2004; CARVALHO; MELLO-PATIU, 2008), não seria a principal indicadora para o bioma Caatinga, tendo em vista sua baixa abundância nesta região. O mesmo se aplica às espécies do gênero *Lucilia*, também coletadas em cadáveres humanos (ANDRADE *et al.*, 2005; CARVALHO *et al.*, 2000).

Apesar do registro de *O. riograndensis* (Sarcophagidae) sobre cadáveres humanos (OLIVEIRA; VASCONCELOS, 2010) e na mata na região metropolitana (CRUZ, 2008), ambos em Pernambuco, esta espécie não foi registrada no presente estudo. A espécie *O. thornax* é frequentemente encontrada em trabalhos que se utilizam de carcaças de porcos em decomposição (BARROS; MELLO-PATIU; PUJOL-LUZ, 2008, MOURA; CARVALHO; MONTEIRO-FILHO, 2005, CARVALHO; LINHARES, 2001, MULIERI; MARILUIS; PATITUCCI, 2010) e é bem distribuída em território brasileiro e na América latina (VAIRO; MELLO-PATIU; CARVALHO, 2011). No trabalho de Murieli, Mariluis; Patitucci (2010) esta espécie só foi encontrada na área rural.

Embora a espécie *P. intermutans* já tenha sido bastante encontrada em outros estudos, tanto sobre carcaças animais (CARVALHO; LINHARES, 2001), como em cadáveres humanos (OLIVEIRA; VASCONCELOS, 2010), esta espécie não foi coletada na região da Caatinga. A única espécie do gênero *Peckia* encontrada na Caatinga foi a *P. pexata* já encontrada em outros estudos realizados sobre carcaças animais (BARROS; MELLO-PATIU; PUJOL-LUZ, 2008; Rosa *et al.*, 2011).

A espécie *R. belforti* foi representada por somente quatro exemplares, demonstrando baixa abundância, o mesmo encontrado em outros estudos (BARROS; MELLO-PATIU; PUJOL-LUZ, 2008; THYSSEN, 2000), porém também foi representada em Carvalho e Linhares (2001) e Rosa *et al.*, (2011) Esta espécie já foi encontrada em cadáveres humanos (OLIVEIRA; VASCONCELOS, 2010).

A representante da família Muscidae se deu pela presença de *M. domestica* com 1439 indivíduos, representando 82,3 % dos muscídeos ao longo da decomposição. Mas é importante destacar que esta espécie é bem ocorrente em estudos de levantamento de dípteros, especialmente quando Braack (1987) cita que o gênero *Musca* utiliza-se fortemente pelo conteúdo do rúmen das carcaças herbívoras, principalmente em grandes carcaças. Esta abundância pode ser em parte devido ao tipo de alimentação desta espécie que é bem diversificada. De qualquer forma, esta espécie já foi coletada inclusive sobre cadáveres humanos (GOFF *et al.*, 1986; BARRETO; BURBANO; BARRETO, 2002)

O gênero *Ophyra* esteve presente em todas as fases de decomposição, mas as fases de maior abundância (73 %) foram inchado e decomposição ativa, este padrão de ocorrência também foi observado por Sukontason *et al.* (2001). Espécies do gênero *Ophyra* estão associadas tanto a cadáveres humanos (CARVALHO *et al.*, 2000) quanto a carcaça animais (THYSSEN, 2000; MOURA; CARVALHO; MONTEIRO-FILHO, 1997, 2005; Goff *et al.*, 1986; DAVIS; GOFF, 2000; WANG *et al.*, 2008; CARVALHO *et al.*, 2004; BARBOSA *et al.*, 2009) e também podem estar envolvidas com a predadoras de outras larvas (BRAACK, 1987). A espécie *O. aenescens* foi o segundo muscídeo mais abundante com 237 indivíduos, o mesmo foi encontrado por Moura, Carvalho e Monteiro-Filho (2005). Já a espécie *O. chalcogaster* não foi tão abundante no Cerrado (ROSA *et al.*, 2011) representado por somente três indivíduos, contrariando a abundância vista por Thyssen (2000) com 231 espécimes, Carvalho e Linhares (2001) com 897, Barbosa *et al.* (2009) com 1.002 indivíduos, Souza (1994) com 4.302 e Cruz (2008) com mais de 7.000 indivíduos no estado de Pernambuco.

A espécie *S. nudiseta* foi limitada a 18 indivíduos. Esta espécie tem sido encontrada frequentemente em estudos que objetivam inventariar os dípteros presentes em carcaças

animais (GOFF *et al.*, 1986; BARBOSA *et al.*, 2009, 2010; ROSA *et al.*, 2011; PADRO E CASTRO, 2011) devido a sua preferência em ovipositar sobre carnes (D'ALMEIDA; MELLO, 1996) e ampla distribuição na região neotropical (CARVALHO; MOURA; RIBEIRO, 2002). Esta espécie também já foi encontrada em cadáveres humanos mantidos *indoor* (SUKONTASON *et al.*, 2007).

A família Fanniidae não foi identificada mais especificamente, mas sabe-se que esta família, e o gênero *Fannia*, já foram encontrados em diversos estudos que analisaram a dipterofauna em cadáveres humanos (CARVALHO *et al.*, 2000; BENECK; LESSIG, 2001; BYRD; CASTNER, 2010). Já para a família Piophilidae com o gênero *Piophila* já foi coletado em cadáveres humanos (LORD *et al.*, 1994; CARVALHO *et al.*, 2000; SUKONTASON *et al.* 2001; LEFEBVRE; GAUDRY, 2009; SUKONTASON *et al.*, 2007).

A espécie *H. illucens* (Stratiomyidae) já foi encontrada em carcaças animais (TOMBERLIN; SHEPPARD; JOYCE, 2005; ROSA *et al.*, 2009; MARCHIORI *et al.*, 2000; BARBOSA *et al.*, 2010), em cadáveres humanos (CARVALHO *et al.*, 2000) e é de importância forense, principalmente para a estimativa do intervalo pós-morte (LORD *et al.*, 1994; PUJOL-LUZ *et al.*, 2008).

A família Phoridae é encontrada em frequentes exumações de cadáveres humanos enterrados (DISNEY; MANLOVE, 2009), em local fechado (MANLOVE; DISNEY, 2008 REIBE; MADEA, 2010), em baixas temperaturas (DISNEY; MANLOVE, 2005). A espécie *M. scalaris* também ocorre em corpos mumificados (SUKONTASON *et al.*, 2001) e já foi utilizada como evidência para determinação do intervalo pós-morte (REIBE; MADEA, 2010).

Quanto à padronização das famílias/espécies por fase de decomposição, Freire (1923 apud PUJOL-LUZ; ARANTES; CONSTANTINO, 2008) já afirmava que no Brasil não ocorria sucessão entomológica, nem mesmo um exclusivismo de espécies entre as fases de decomposição. A decomposição é um processo contínuo embora seja possível dividi-la em fases de decomposição de acordo com as características morfológicas, odoríferas, fisiológicas (GOFF, 2009). Pode-se sugerir um padrão de chegada por parte de algumas famílias e espécies, como o caso de Sphaeroceridae ou *H. illucens* que começaram sua “atividade” na carcaça a partir da fase de decomposição ativa.

Conclui-se que embora haja uma rica diversidade de espécies de dípteros presentes em experimentos populacionais sobre carcaças animais, apenas poucas espécies servirão como evidências irrefutáveis para o estudo da entomologia forense.

Tabela 10. Registro prévio de ocorrência das espécies encontradas nesta pesquisa em estudos disponibilizados na literatura. A importância forense foi caracterizada pelo uso efetivo da espécie como evidência em investigação médico-legal. Foram selecionadas espécies identificadas no mínimo em nível de gênero.

Familia	Espécie	Registro sobre cadáveres	Registro sobre carcaças animais	Importância forense
Calliphoridae	<i>C. albiceps</i>	SIM (a, b, y)	SIM (e, f, o, p,s, z)	SIM
	<i>C. megacephala</i>	SIM (a, b, g, l, t, u, v, w, y)	SIM (e, f, o, p, r, s, x, z)	SIM
	<i>C. putoria</i>	SIM (b)	SIM (e, f, o, s, z)	SIM
	<i>C. idioidea</i>		SIM (z)	
	<i>C. macellaria</i>	SIM (a, b, g, t, y)	SIM (f, o, r, s, z)	SIM
	<i>L. eximia</i>	SIM (b, y)	SIM (e, f, p, s, z)	SIM
	<i>L. sericata</i>		SIM (x, z)	
Sarcophagidae	<i>O. amorosa</i>		SIM (q, z)	
	<i>O. avuncula</i>		SIM (c, f, q, s, z)	
	<i>O. thornax</i>		SIM (c, q, s, z)	
	<i>P. pexata</i>		SIM (c, z)	
	<i>R. belforti</i>	SIM (a)	SIM (c, q, s, z)	SIM
	<i>S. lambens</i>		SIM (c, q, s, z)	
	<i>T. occidua</i>		SIM (c, q, z)	
Muscidae	<i>A. orientalis</i>		SIM (q, x, z)	
	<i>Graphomyia</i> sp.		SIM (z)	
	<i>M. domestica</i>	SIM (t, v)	SIM (e, f, q, x, z)	SIM
	<i>Neomuscina</i> sp.		SIM (n, q)	
	<i>O. chalcogaster</i>	SIM (b)	SIM (e, f, q, s, x, z)	SIM
	<i>O. aenescens</i>		SIM (q, x, z)	
	<i>S. nudiseta</i>	SIM (u, w)	SIM (p, q, z)	SIM
Fanniidae	Fanniidae spp.		SIM (f, n, s, z)	
Sepsidae	Sepsidae spp.		SIM (n, o, s)	
Piophilidae	Piophilidae sp.1	SIM (j, u, v)	SIM (e, f)	SIM
	Piophilidae sp.2			
Sphaeroceridae	<i>Archiborborus</i>		SIM (n)	
Stratiomyidae	<i>H. illucens</i>	SIM (b, k, m)	SIM (r, s, z)	SIM
Phoridae	<i>M. scalaris</i>	SIM (d, i, u)	SIM (n, s, z)	SIM
Syrphidae	<i>O. obesa</i>		SIM (h, s)	

a- OLIVEIRA; VASCONCELOS, 2010; b- CARVALHO *et al.*, 2000; c- BARROS; MELLO-PATIU; PUJOL-LUZ, 2008; d- CAMPOBASSO; DISNEY; INTRONA, 2004; e- CARVALHO *et al.*, 2004; f- CRUZ, 2008; g- OLIVEIRA-COSTA; MELLO-PATIU, 2004; h - MARTINS *et al.*, 2010; i- DISNEY; MANLOVE, 2005; j- SUKONTASON *et al.*, 2001, k- PUJOL-LUZ *et al.*, 2008; l- CHUNG-YEN *et al.*, 2007; m- LORD *et al.*, 1994; n- MOURA; CARVALHO; MONTEIRO-FILHO., 1997; o- SOUZA; LINHARES, 1997; p- SOUZA; KIRST; KRUGER, 2008, q- BARBOSA *et al.*, 2010; r- TOMBERLIN; SHEPPARD; JOYCE, 2005; s- CARVALHO; LINHARES, 2001; t- BARRETO; BURBANO; BARRETO, 2002; u- SUKONTASON *et al.*, 2007; v- GOFF, 1992; w- KUMARA *et al.*, 2010.; x- AVILA; GOFF, 1998; y- ANDRADE, *et al.*, 2005; z- ROSA *et al.*, 2011.

7. CONCLUSÕES

1. No bioma Caatinga a decomposição ocorre de forma rápida, embora esta tendência tenha sido semelhante a outros biomas neotropicais.
2. Há elevada diversidade de dípteros necrófagos no bioma Caatinga, comparável a ecossistemas tradicionalmente considerados de alta diversidade.
3. Em ambiente de recursos mais limitados como a Caatinga, uma carcaça representa um “oásis” de nutrientes que atrai uma elevada riqueza de insetos não necrófagos.
4. Espécies do gênero *Chrysomya* já colonizam o bioma Caatinga, sendo detectado o início do seu estabelecimento, embora ainda não pareçam representar ameaças a populações de espécies neotropicais.
5. No bioma Caatinga, espécies da família Calliphoridae têm limitado potencial como indicadores de deslocamento de cadáver, devido a sua ampla distribuição biogeográfica e sobreposição de habitats.
6. Confirma-se a preferência de *Chloroprocta idioidea* e *Cochliomyia macellaria* para áreas preservadas ou para áreas de baixa antropização.
7. Há uma maior probabilidade de Sarcophagidae, Muscidae e Fanniidae em serem espécies endêmicas.
8. Não há uma sucessão clara por parte dos dípteros adultos e sim uma sobreposição destes nas fases de decomposição.
9. Embora muitas espécies estejam associadas a uma carcaça em decomposição, poucas espécies possuem utilidade imediata como evidência para a Entomologia forense tendo como base o conhecimento disponibilizado na literatura.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N.; MARIGO, L. C. **Ecosistemas do Brasil**. São Paulo: Metalivros, 2009.

ADL, S. M. **The ecology of soil decomposition**. 1º ed. CABI Publishing, 1964.

AMENDT, J. *et al.* **Current Concepts in Forensic Entomology**. Springer, 2010.

AMORIM, D. S.; SILVA, V. C.; BALBI, M. I. P. A. Estado do conhecimento dos Diptera Neotropicais. In: Costa, C. *et al.* **Proyecto de Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática**, v. 2, p. 29-36, 2002.

AMORIM, D.S. Neotropical Diptera diversity: Richness, Patterns, and Perspectives. In: Pape, T.; Bickel, D.; Meier, R. **Diptera Diversity: Status, Challenges and Tools**, 2009. cap. 3.

ANDRADE, H. T. A. *et al.* Calliphoridae (Diptera) from human cadavers in Rio Grande do Norte State, northeastern Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 34, p. 855-856, 2005.

ANTON, E.; NIEDEREGGER, S.; BEUTEL, R. G. Beetles and flies collected on pig carrion in an experimental setting in Thuringia and their forensic implications. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 25, p. 353–364, 2011.

ARCHER, M. S.; ELGAR, M. A. Female breeding-site preferences and larval feeding strategies of carrion-breeding Calliphoridae and Sarcophagidae (Diptera): A quantitative analysis. **Australian Journal of Zoology**, v. 51, p. 165-174, 2003.

ATKINSON, W. D.; SHORROCKS, B. Competition on a divided and ephemeral resource: a simulation model. **Journal of Animal Ecology**, v. 50, p. 461–471, 1981.

AVILA, F. W.; GOFF, M. L. Arthropod succession patterns onto burnt carrion in two contrasting habitats in the Hawaiian Islands. **Journal of Forensic Sciences**, v. 43, p. 581–586, 1998.

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

BARBOSA, R. R. *et al.* Temporal distribution of ten calyptrate dipteran species of medicolegal importance in Rio de Janeiro, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 105, p. 191-198, 2010.

BARRETO, M.; BURBANO M. E.; BARRETO, P. Flies (Calliphoridae, Muscidae) and beetles (Silphidae) from human cadavers in Cali, Colombia. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 97, p. 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**, v. 52, p. 606-609, 2008.

BAZ, A. *et al.* Phytophagous insects captured in carrion-baited traps in central Spain. **Bulletin of Insectology**, v. 63, p. 21-30, 2010.

BENECKE, M.; R. LESSIG. Child neglect and forensic entomology. **Forensic Science International**, v. 120, p. 155–159, 2001.

BIAVATI, G. M.; SANTANA, F. H. A; PUJOL-LUZ, J. R. A Checklist of Calliphoridae Blowflies (Insecta, Diptera) Associated with a Pig Carrion in Central Brazil. **Journal of Forensic Science**, v. 55, p. 1603-1606, 2010.

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

BRASIL. **Ministério das Minas e Energia. Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea – Estado de Pernambuco: Diagnóstico do Município de Serra Talhada.** Recife: CPRM,. 2005.

BROWN, B. V. *et al.* **Manual of Central America Diptera.** Ottawa: NRC Research Press, 2009.

BYRD, J. H.; CASTNER, J. L. **Forensic Entomology: The utility of Arthropods in Legal Investigations.** 2º ed. CRC Press, 2010.

BUCK, M. Sphaeroceridae reared from various types of carrion and other decaying substrates in Southern Germany, including news faunistic data on some rarely collected species. **European Journal of Entomology**, v. 94, p. 137-151, 1997.

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

CAMPOBASSO, C. P.; DISNEY, R. H. L.; INTRONA, F. A case of *Megaselia scalaris* (Loew) (Dipt., Phoridae) breeding in a human corpse. **Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology**, v. 5, p. 3–5, 2004.

CARVALHO, C. J. B.; COURI, M. S. 2002. **Muscidae (Diptera) of the Neotropical Region: taxonomy.** 1º ed. Editora Universidade Federal do Paraná, 2002.

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**, v. 52, p. 390-406, 2008.

CARVALHO, C. J. B.; MOURA, M. O.; RIBEIRO, P. B. Chave para adultos de dípteros (Muscidae, Fanniidae, Anthomyiidae) associados ao ambiente humano no Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 46, p. 107-114, 2002.

CARVALHO, C. J. B; RIBEIRO, P. B. Chave de identificação das espécies de Calliphoridae (Diptera) do sul do Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 9, p. 169-173, 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 Science**, v. 46, p. 604–608, 2001.

CARVALHO, L. M. L. *et al.* A checklist of arthropods associated with pig carrion and human corpses in southeastern Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 95, p. 135–138, 2000.

CARVALHO, L. M. L. *et al.* Observations on the succession patterns of necrophagous insects on a pig carcass in a urban area of southeastern Brazil. **Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology**, v. 5, p. 33–39, 2004.

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

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**, v. 126, p. 63-70, 2002.

CHIN, H. C. *et al.* Opportunistic Insects Associated with Pig Carrions in Malaysia. **Sains Malaysiana**, v. 40, p. 601–604, 2011.

CHUNG-YEN, P. *et al.* Application of forensic entomology to postmortem interval determination of a burned human corpse: a homicide case report from southern Taiwan. **Journal of the Formosan Medical Association**, v. 106, p. 792-798, 2007.

CLARKE, K. R.; WARWICK, R. M. **Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation**. 2^o ed. PRIMER-E, Plymouth, 2001.

COURI, M. S.; CARVALHO, C. J. B. Catálogo das espécies de Fanniidae do estado do Rio de Janeiro (Brasil). **Biota Neotropica**, v. 5, p. 223-231, 2005.

CROSBY, T. K. *et al.* Entomological identification of the origin of imported Cannabis. **Journal of the Forensic Science Society**, v. 26, p. 35-44, 1986.

CRUZ, Tadeu Morais. **Diversidade e sucessão ecológica de insetos associados à decomposição animal em um fragmento de Mata Atlântica de Pernambuco**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2008.

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

D'ALMEIDA, J. M.; MELLO, R. P. Comportamento de dípteros muscóides frente a substratos de oviposição em laboratório, no Rio de Janeiro, RJ. Brasil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 91, p. 137-138, 1996.

DAVIS; J. B.; GOFF, M. L. Decomposition patterns in terrestrial and intertidal habitats on Oahu Island and Coconut Island, Hawaii. **Journal of Forensic Sciences**, v. 45, p. 836–842, 2000.

DEFINIS-GOJANOVIC, M. *et al.* Drug analysis in necrophagous flies and human tissues, **Archives of Industrial Hygiene and Toxicology**, v. 58, p. 313–316, 2006.

DISNEY, R. H. L. Natural History of the Scuttle Fly, *Megaselia scalaris*. **Annual Review of Entomology**, v. 53, p. 39–60, 2008.

DISNEY, R.H.L.; MANLOVE, J. D. First occurrences of the Phorid, *Megaselia abdita*, in forensic cases in Britain. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 19, p. 489–491, 2005.

DISNEY, R. H. L.; MANLOVE, J. D. First report of *Triphleba nudipalpis* (Becker) (Diptera: Phoridae) in a forensic case. **Forensic Science International**, v. 191, p. 1-3, 2009.

ESPOSITO, M. C.; SOUSA; J. R. P.; CARVALHO-FILHO, F. S. Diversidade de Calliphoridae (Insecta: Diptera) na Base de Extração Petrolífera da Bacia do Rio Urucu, na Amazônia brasileira. **Acta Amazonica**, v. 40, p. 579-584, 2010.

EVENHUIS, N.L., *et al.* **BioSystematic Database of World Diptera**, Version 10. 2008. Disponível em <<http://www.diptera.org/biosys>>. Acesso em 20 jan. 2012.

FARIA, L. D. B. *et al.* Larval predation by *Chrysomya albiceps* on *Cochliomyia macellaria*, *Chrysomya megacephala* and *Chrysomya putoria*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 90, p. 149–155, 1999.

FERRAZ, E. M. N. *et al.* Composição florística em trechos de vegetação de caatinga e brejo de altitude na região do Vale do Pajeú, Pernambuco. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 21, p.7-15, 1998.

GILL, G. J. **Decomposition and arthropod succession on above ground pig carrion in rural Manitoba**. Winnipeg, University of Manitoba, 2005.

GODOY, W. A. C. *et al.* The special dynamics of native and introduced blowflies (Diptera, Calliphoridae). **Journal of Applied Entomology**, v. 121, p. 305-309, 1997.

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

GOFF, M. L. Problems in estimation of postmortem interval resulting from wrapping of the corpse: A case study in Hawaii. **Journal of Agricultural Entomology**, v. 9, p. 237-243, 1992.

GOFF, M. L. *et al.* A preliminary checklist of arthropod associated with exposed carrion in the Hawaiian Islands. **Proceedings of the Hawaiian Entomological Society**, v. 26, p. 53-57, 1986.

GOTELLI, N. J.; ELLISON, A. M. **Princípios de estatística em ecologia**. Porto Alegre: Artmed, 2011.

GRASSBERGER, M.; FRANK, C. Initial study of arthropod succession on pig carrion in a Central European urban habitat. **Journal of Medical Entomology**, v. 41, p. 511-523, 2004.

GREENBERG, B.; WELLS, J. D. Forensic use of *Megaselia abdita* and *M. scalaris* (Phoridae: Diptera): case studies, development rates, and egg structure. **Journal of Medical Entomology**, v. 35, p. 205-209, 1998.

GRELLA, M. D.; THYSSEN, P. J. Chave taxonômica interativa para espécies de dípteros califórídeos (Infraordem: Muscomorpha) do Brasil. 2011. Disponível em <http://keys.lucidcentral.org/keys/v3/calliphoridae_brazil/>. Acesso em 23 fev 2011.

GRESSITT, J. L.; LEECH, R. E.; O'BRIEN, C. W. Trapping of air-borne insects in the Antarctic area. **Pacific insects**, v. 2, p. 245-250, 1960.

GUIMARÃES, J. H.; PAPAVERO, N.; PRADO, A. P. As miíases na Região Neotropical. (Identificação, Biologia, Bibliografia). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 4, p. 239-416, 1982.

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

HALL, D. C., GERHARDT, R. R. Flies (Diptera). In Mullen G, Durden L. **Medical and Veterinary Entomology**. Academic Press. 2002. pp 127-161.

HAMMOND, P.M. Uncharted realms of species richness. In: Groombridge, B., **Global biodiversity: status of the Earth's living resources**. World Conservation Monitoring Centre, Chapman and Hall, London, 1992. cap. 4.

HORENSTEIN, M. B. *et al.* Decomposition and dipteran succession in pig carrion in central Argentina: Ecological aspects and their importance in forensic science. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 24, p. 16-25, 2010.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2010. Disponível em < http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas_pdf/total_populacao_pernambuco.pdf>. Acesso em 22 jan 2012.

JANZEN, D. H.; SCHOENER, T. W. Differences in insect abundance and diversity between wetter and drier sites during a tropical dry season. **Ecology**, v. 49, p. 96-110, 1968.

KAMENEVA, E. P.; KORNEYEV, V. A. Ulidiidae. In: Brown, B. V. **Manual of Central America Diptera**. Ottawa, NRC Research Press, 2009. cap. 66.

KNEIDEL, K. A. Competition and disturbance in communities of carrion-breeding Diptera. **Journal of Animal Ecology**, v. 53, p. 849-865, 1984.

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

KRUGER, Rodrigo Ferreira. **Análise da riqueza e da estrutura das assembléias de Muscidae (Diptera) no bioma Campos Sulinos, Rio Grande do Sul, Brasil**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2006.

KUMARA, T. K. *et al.* A report on the pupae of *Desmometopa* sp. (Diptera: Milichiidae) recovered from a human corpse in Malaysia. **Tropical Biomedicine**, v. 27, p. 131-133, 2010.

LEAL, I. R. Diversidade de formigas em diferentes unidades de paisagem da Caatinga. In: Leal, I. R.; Tabarelli, M.; Silva, J. M. C. **Ecologia e conservação da Caatinga**. Ed. Universitária da UFPE, 2003. cap. 10.

LEAL *et al.* Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, p. 139-146, 2005.

LEFEBVRE, F.; GAUDRY, E. Forensic entomology: a new hypothesis for the chronological succession pattern of necrophagous insect on human corpses. **Annales de la Société Entomologique de France**, v. 45, p. 377-392, 2009.

LORD, W. D. *et al.* The black soldier fly *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) as a potential measure of human postmortem interval: observations and case histories. **Journal of Forensic Sciences**, v. 39, p. 215-222, 1994.

MANLOVE, J. D.; DISNEY, R. H. L. The use of *Megaselia abdita* (Diptera: Phoridae) in forensic entomology. **Forensic Science International**, v.175, p. 83-84, 2008.

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

MARCHIORI, C. H. *et al.* Artrópodos associados com carcaça de suíno em Itumbiara, sul de Goiás. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.67, p.167-170, 2000.

MARTINEZ, E.; DUQUE, P.; WOLFF, M. Succession pattern of carrion-feeding insects in Paramo, Colombia. **Forensic Science International**, v.166, p.182-189, 2007.

MARTINS, E. *et al.* Breeding of *Ornidia obesa* (Diptera: Syrphidae: Eristalinae) on Pig Carcasses in Brazil. **Journal of Medical Entomology**, v. 47, p. 690-694, 2010.

MARTIN-VEGA, D. Skipping clues: Forensic importance of the family Piophilidae (Diptera). **Forensic Science International**, v. 212, p. 1-5, 2011.

MATUSZEWSKI, S. *et al.* Insect succession and carrion decomposition in selected forests of Central Europe. Part 2: Composition and residency patterns of carrion fauna. **Forensic Science International**, v. 195, p. 42–51, 2010.

MCALPINE, J. F. *et al.* **Manual of Nearctic Diptera**. Volume 1, 2, 3. Ottawa: Biosystematics Research Institute, 1981.

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

MICHAUD, J. P. *et al.* Natural and anthropogenic changes in the insect fauna associated with carcasses in the North American Maritime lowlands. **Forensic Science International**, v. 202, p. 64-70, 2010.

MMA, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: Atualização - Portaria MMA nº9, de 23 de janeiro de 2007.** – Brasília: MMA, 2007.

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**, v. 92, p. 269-274, 1997.

MOURA, M. O.; CARVALHO, C. J. B; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Estrutura de comunidades necrófagas: Efeito da partilha de recursos na biodiversidade. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, p. 1134-1140, 2005.

MULIERI, P. R.; MARILUIS, J. C.; PATITUCCI, L. D. Review of the Sarcophaginae (Diptera: Sarcophagidae) of Buenos Aires Province (Argentina), with a key and description of a new species. **Zootaxa**, v. 2575, p. 1–37, 2010.

NÓBREGA, J. M; ZAVERUCHA, J. Violência homicida no nordeste brasileiro: uma refutação às explicações baseadas na desigualdade e na pobreza. **Anuário Antropológico**, v. 2, p. 53-87, 2010.

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

OLIVEIRA-COSTA, J.; MELLO-PATIU, C. A. Application of forensic entomology to estimate the postmortem interval (PMI) in homicide investigations by Rio de Janeiro Police Department in Brazil. **Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology**, v. 5, p. 40–44, 2004.

OTSUKA, H. **Sinantropia e sazonalidade de moscas varejeiras (Diptera: Calliphoridae) no Sudeste do Brasil: Visões ecológica, médica, veterinária e forense.** Botucatu: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2008.

PAPE, T. **The Sarcophagidae (Diptera) of Fennoscandia and Denmark.** Leiden & Copenhagen: Fauna Entomologica scandinavica, v. 19. 1987.

PARALUPPI, N. D. Calliphoridae (Diptera) da bacia do alto Rio Urucu, Amazônia Central, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 13, p. 553-559, 1996.

PAYNE, J. A. A Summer Carrion Study of the Baby Pig *Sus Scrofa* Linnaeus. **Ecology**, v. 46, p. 592-602, 1965.

PRADO e CASTRO, Catarina Barros de. **Seasonal carrion Diptera and Coleoptera communities from Lisbon (Portugal) and the utility of Forensic Entomology in Legal Medicine**. Lisboa: Universidade de Lisboa, 2011.

PUJOL-LUZ, J. R. *et al.* The Black Soldier-fly, *Hermetia illucens* (Diptera, Stratiomyidae), used to estimate the postmortem interval in a case in Amapa State, Brazil. **Journal of Forensic Sciences**, v. 53, p. 476-478, 2008.

PUJOL-LUZ, J. R.; ARANTES, L. C.; CONSTANTINO, R. A.. One hundred years of forensic entomology in Brazil (1908-2008). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 52, p. 485-492, 2008.

RABELO, K. C. N. *et al.* Bionomics of the two forensically important blowfly species *Chrysomya megacephala* and *Chrysomya putoria* (Diptera: Calliphoridae) reared on four types of diet. **Forensic Science International**, v. 210, p. 257-262, 2011.

REIBE, S.; MADEA, B. Use of *Megaselia scalaris* (Diptera: Phoridae) for post-mortem interval estimation indoors. **Parasitology Research**, v. 106, p. 637-640, 2010.

REICH, J. W.; SCHLESINGER, W. H. The global carbon dioxide flux in soil respiration and its relationship to climate. **Tellus**, v. 44, p. 81-99, 1992.

REIGADA, C.; GODOY, W. A. C. Sazonal fecundity and body size in *Chrysomya megacephala* (Fabricius) (Diptera: Calliphoridae). **Neotropical Entomology**, v. 34, p.163-168, 2005.

RIBEIRO, Nívea Maria Dias. **Decomposição e sucessão entomológica em carcaças de suínos expostas em área de cerrado e mata ciliar no Sudeste brasileiro**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2003.

RIBEIRO, P. B.; CARVALHO, C. J. B. Pictorial key to Calliphoridae genera (Diptera) in Southern Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 7, p. 79-85, 1998.

RIZZINI, C. T. **Tratado de Fitogeografia do Brasil**. 2ª Edição. Rio de Janeiro: Editora Âmbito Cultura Ltda, 1997.

ROIG-JUÑENT, S. *et al.* Biogeographic history of South American arid lands: A view from its arthropods using TASS analysis. **Journal of Arid Environments**, v. 66, p. 404-420, 2006.

ROSA, T. A. *et al.* Arthropods associated with pig carrion in two vegetation profiles of Cerrado in the State of Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 55, p. 424-434, 2011.

ROSA, T. A. *et al.* Dípteros de interesse forense em dois perfis de vegetação de Cerrado em Uberlândia, MG. **Neotropical Entomology**, v. 38, p. 859-866, 2009.

SALVIANO, Ricardo José Barbosa. **Sucessão de Diptera Caliptrata em carcaça de *Sus scrofa* L.** Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1996.

SAMPAIO, E. V. S. B. Overview of the brazilian caatinga. In: Bullock, S. H; Mooney, H. A.; Medina, E. **Seasonally dry tropical forests**. Cambridge University Press, 1995.

SANTANA, Fernando Henrique de Assis. **Dipterofauna associada a carcaças de *Sus scrofa* Linnaeus em área de Cerrado do Distrito Federal, com ênfase na família Calliphoridae (Insecta, Diptera)**. Brasília: Universidade de Brasília, 2006.

SEGURA, N.A. *et al.* Entomofauna resource distribution associated with pig cadavers in Bogotá DC. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 25, p. 46-52, 2011.

SHALABY, O. A.; CARVALHO, L. M. L.; GOFF, M. L. Comparison of patterns of decomposition in a hanging carcass and a carcass in contact with soil in a xerophytic habitat on the Island of Oahu, Hawaii. **Journal of Forensic Science**, v. 45, p. 1267–1273, 2000.

SHARANOWSKI, B. J.; WALKER, E. G.; ANDERSON, G. S. Insect succession and decomposition patterns on shaded and sunlit carrion in Saskatchewan in three different seasons. **Forensic Science International**, v. 179, p. 219–240, 2008.

SILVEIRA-NETO, S. *et al.* **Manual de ecologia dos insetos**. Piracicaba, Ed. Agronômica Ceres, 1976.

SMITH, K. G. V. **A Manual of Forensic Entomology**. Natural History Museum, London, 1986.

SOUSA, J. R. P.; ESPOSITO, M. C.; CARVALHO-FILHO, F. S. Composição, abundância e riqueza de Calliphoridae (Diptera) das matas e clareiras com diferentes coberturas vegetais da base de extração Petrolífera, bacia do Rio Urucu, Coari, Amazonas. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 54, p. 270–276, 2010.

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

SOUZA, A. S. B.; KIRST, F. D.; KRUGER, R. F. Insects of forensic importance from Rio Grande do Sul state in southern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 52, p. 641-646, 2008.

SOUZA, Ariana Maria. **Sucessão entomológica na decomposição de carcaça animal com ênfase nas famílias Calliphoridae e Sarcophagidae (Diptera)**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1994.

SUKONTASON, K. *et al.* Forensic entomology in Thailand: A review of cases from 2000 to 2006. **Parasitology Research**, v. 101, p. 1417-1423, 2007.

SUKONTASON, K. *et al.* The First Documented Forensic Entomology Case in Thailand. **Journal of Medical Entomology**, v. 38, p. 746-748, 2001.

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

THYSSEN, P. J. *et al.* The Value of PCR-RFLP molecular markers for the differentiation of immature stages of two necrophagous flies (Diptera: Calliphoridae) of Potential Forensic Importance. **Neotropical Entomology**, v. 34, p. 777-783, 2005.

THYSSEN, P. J.; LINHARES, A. X. First description of the immature stages of *Hemilucilia segmentaria* (Diptera: Calliphoridae). **Biological Research**, v. 40, p. 271-280, 2007.

TOCHETTO, D. *et al.* **Tratado de perícias criminalísticas**. Porto Alegre: Sagra DC-Luzzatto, 1995.

TOMBERLIN, J. K.; SHEPPARD D. C.; JOYCE, J. A. Colonization of pig carrion by the black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae). **Journal of Forensic Sciences**, v. 50, p. 152-153, 2005.

TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. **Borrór's Introduction to the study of insects**. 8° ed. São Paulo: Cengage learning, 2011.

UGLAND, K. I.; GRAY, J. S.; ELLIGSEN, K. E. The species-accumulation curve and estimation of species richness. **The Journal of Animal Ecology**, v. 72, p. 888-897, 2003.

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

VALDES-PEREZGASGA, M. T. *et al.* Arthropods of Forensic Importance on Pig Carrion in the Coahuilan Semidesert, Mexico. **Journal of Forensic Science**, v. 55, p. 1098-1101, 2010.

VASCONCELLOS, A. *et al.* Seasonality of insects in the semi-arid Caatinga of northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 54, p. 471-476, 2010.

VASCONCELOS, S. D.; ARAÚJO, 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**, v. 56, p. 7-14, 2012.

VILLET, M. H. African carrion ecosystems and their insect communities in relation to forensic entomology: a review. **Pest Technology**, v. 5, p. 1-15, 2011.

VON ZUBEN, C. J.; STANGENHAUS, G.; GODOY, W. A. C. Competição larval em *Chrysomya megacephala* (F.) (Diptera: Calliphoridae): Efeitos de diferentes níveis de agregação larval sobre estimativas de peso, fecundidade e investimento reprodutivo. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 60, p. 195-203, 2000.

WASELFISZ, J. J. **Mapa da violência 2012: Os novos padrões da violência homicida no Brasil**. São Paulo: Instituto Sangari, 2011.

WANG, J. *et al.* The succession and development of insects on pig carcasses and their significances in estimating PMI in south China. **Forensic Science International**, v. 179, p. 11-18, 2008.

WATSON, E. J.; CARLTON, C. E. Insect Succession and Decomposition of Wildlife Carcasses During Fall and Winter in Louisiana. **Journal of Medical Entomology**, v. 42, p. 193-203, 2005.

WOLFF, M. *et al.* A preliminary study of forensic entomology in Medellín, Colombia. **Forensic Science International**, v. 120, p. 53-59, 2001.

ZEHNER, R.; AMENDT, J.; KRETTEK, R. STR Typing of human DNA from fly larvae fed on decomposing bodies. **Journal of Forensic Sciences**, v. 49, p. 1-4, 2004.

9. APÊNDICE

First Record of Six Calliphoridae (Diptera) Species in a Seasonally Dry Tropical Forest in Brazil: Evidence for the Establishment of Invasive Species

Author(s): Simão Dias Vasconcelos and Roberta Luiza Salgado

Source: Florida Entomologist, 97(2):814-816.

Published By: Florida Entomological Society

DOI: <http://dx.doi.org/10.1653/024.097.0267>

URL: <http://www.bioone.org/doi/full/10.1653/024.097.0267>

BioOne (www.bioone.org) is a nonprofit, online aggregation of core research in the biological, ecological, and environmental sciences. BioOne provides a sustainable online platform for over 170 journals and books published by nonprofit societies, associations, museums, institutions, and presses.

Your use of this PDF, the BioOne Web site, and all posted and associated content indicates your acceptance of BioOne's Terms of Use, available at www.bioone.org/page/terms_of_use.

Usage of BioOne content is strictly limited to personal, educational, and non-commercial use. Commercial inquiries or rights and permissions requests should be directed to the individual publisher as copyright holder.

FIRST RECORD OF SIX CALLIPHORIDAE (DIPTERA) SPECIES IN A SEASONALLY DRY TROPICAL FOREST IN BRAZIL: EVIDENCE FOR THE ESTABLISHMENT OF INVASIVE SPECIES

SIMÃO DIAS VASCONCELOS* AND ROBERTA LUIZA SALGADO

Insects of Forensic Importance Research Group, Department of Zoology, Universidade Federal de Pernambuco, Brazil, Recife – PE, 50.670-420, Brazil

*Corresponding author; E-mail: simaovasconcelos@yahoo.com.br

Seasonally dry tropical forests occupy approximately 1,048,700 km² of which 54.2% are located in South America, where they are exposed to a variety of threats resulting from human activity (Miles et al. 2006). The caatinga (“white forest” in the indigenous language) is a type of dry forest endemic to Brazil that covers an area of 800,000 km² and it is characterized by a semi-arid climate, high potential evapotranspiration throughout the year and low and erratic rainfall (Sampaio 1995).

The unfavorable environmental conditions peculiar to the caatinga, such as the periods of severe drought, are expected to be associated with a specialized assemblage of endemic insects adapted to the marked seasonal variations in resource availability. The hostile weather conditions should also act as an obstacle for the establishment of alien species from cooler and more humid regions of the world. However, despite the caatinga’s current status as one of the most endangered biomes in Brazil, research on insect diversity, particularly on those that rely on patchily distributed resources, such as necrophagous species, is scarce.

In this paper we describe the first record of necrophagous dipterans of the Family Calliphoridae associated with carrion decomposition in the semi-arid region of Brazil, and briefly discuss the ecological implications of the establishment of non-native species.

The study took place in a conserved caatinga fragment located in the State of Pernambuco (S 07° 59’ 09” W 38° 17’ 45”), northeastern Brazil, characterized by mean annual rainfall of 430 mm, RH 40% and mean annual temperature of 26 °C, although it can easily reach 40 °C in the dry season (Sampaio, 1995). Vegetation is sparse and characterized by shrub native species, with the predominance of Cactaceae.

The experiment was performed from Mar to May 2010, using 3 male pig (*Sus scrofa* L.; Artiodactyla: Suidae) carcasses (15 kg each) as baits, a procedure that was approved by the local Ethics Committee. After death, the carcasses were placed individually in metal cages (0.9 × 0.6 × 0.5 m) to prevent disturbance by large scavengers. Around the cage, a metal frame (2 m high × 1 m long × 1 m wide) covered with a fine white mesh fabric was placed in order to trap insects that vis-

ited the carcass. A 30 cm gap was left between the bottom of the net and the soil, through which insects could enter. The 3 replicates were separated from each other by 1 km. Collection of adult blow flies began 24 h after death and was repeated periodically (at 24 to 48 h intervals) until skeletization of the carcass (ca. 30 days). Insects were identified in the laboratory, using the taxonomic key of Carvalho & Mello-Patiu (2008).

Six calliphorid species were recorded: *Chloroprocta idioidea* (Robineau-Desvoidy, 1830), *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1830), *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1805), *Chrysomya putoria* (Wiedemann, 1830), *Cochliomyia macellaria* (Fabricius, 1805) and *Lucilia eximia* (Wiedemann, 1819). Although over 50% of the individuals were collected in the first week, most species were registered, with varying frequencies, in all stages of carcass decomposition. A total of 5,322 adults were collected, distributed as follows: *C. macellaria* (45.54% of all specimens), *C. albiceps* (40.04%), *C. idioidea* (12.61%), *C. putoria* (0.98%), *L. eximia* (0.79%) and *C. megacephala* (0.06%).

Three species are not native to the Neotropical region, i.e., *C. albiceps*, *C. megacephala* and *C. putoria*. Originally from Africa and Asia, they were first detected in the Neotropical region in the late 1970’s (Guimaraes et al. 1978). Since then, their geographical distribution has expanded considerably to include several countries in the Americas, including Brazil, Peru, Colombia, Argentina, Costa Rica and the USA (Greenberg 1998; Kosmann et al. 2013). Currently, these species can be found in diverse environments such as agroecosystems, urban areas, the savannah-like Brazilian cerrado, littoral areas, the Brazilian coastal rainforest and the Amazon (Moretti et al. 2008; Biavatti et al. 2010; Vasconcelos & Araujo 2012).

Calliphorid species can act as plant pollinators, and speed up the process of organic matter decomposition; additionally, several species, particularly *C. albiceps*, have been used in the last decades as evidence in forensic entomology cases (Catts & Goff 1992). On the negative side, blow-fly species can act as vectors of several pathogens and cause myiasis of man and domestic animals and (Greenberg 1973). Given the poor medical and sanitary conditions of most municipalities

located in the caatinga's perimeter, the medical significance of our findings deserves further monitoring.

The great abundance of *C. albiceps* leads to the conclusion that the species is well established in the caatinga biome, which can pose threats to populations of native species. Several studies highlight the deleterious effects, which include smaller pupal weight, death from predation and reduced emergence of populations of *C. macellaria* when in competition with *Chrysomya* species (Aguiar-Coelho & Milward-de-Azevedo 1995). Ecological consequences of this establishment are related to the aggressive behavior, high fecundity, dispersal ability, short life cycle and adaptations to different climates (Faria et al. 1999).

In extreme condition such as dry seasons in the caatinga, a recently dead animal consists of an "island" of available nutrients colonized by a wide variety of necrophagous, saprophagous, and predatory arthropods. The codominance of *C. albiceps* demonstrates that this species is a direct competitor with the native *C. macellaria*. Results presented here expand considerably the knowledge on the geographical distribution and environmental plasticity of these exotic, forensically important, species. Also, the notion that *Chrysomya* species are highly synanthropic should be re-examined, given their occurrence in a conserved forest fragment with minimal anthropogenic disturbance. Additionally, the forensic relevance of *Chrysomya* species is reinforced, as there are substantial data on their ecology and life cycles that support their use in the estimation of post-mortem interval in homicides cases (Catts & Goff 1992).

This is, to our knowledge, the first record of necrophagous Calliphoridae in a semi-arid environment in Brazil and this information helps in understanding the geographical range and abiotic requirements of these species. Our results suggest that the current knowledge on the dispersal and habitat use of several alien species is far from being elucidated and stress out the need for long-term studies on the conservation of native species in dry forests.

We thank *Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco* (Facepe) for the scholarship to the second author and *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico* (CNPq) for the productivity grant to the first author; Dr. Homembom Magalhães for the authorization for the field experiments and Cecília Mayer for logistical support.

SUMMARY

As part of a survey on necrophagous Diptera species in a fragment of seasonally dry tropical forest in Brazil, six species of Calliphoridae are reported here for the first time in the *caatinga*, a

biome exclusive to Brazil. Three species native to the Neotropical region (*Cochliomyia macellaria*, *Chloroprocta idioidea*, *Lucilia eximia*) and 3 exotic species (*Chrysomya albiceps*, *C. putoria* and *C. megacephala*) are reported to occur simultaneously associated with pig carcasses in the semi-arid region of Brazil. The invasive potential of *Chrysomya* species is likely to produce deleterious effects on native blow fly populations in the near future.

Keywords: *Chrysomya albiceps*, *Cochliomyia macellaria*, forensic entomology, caatinga, necrophagous insects

RESÚMEN

Como parte de un estudio sobre las especies de dípteros necrófagos en un fragmento de bosque tropical caducifolio en Brasil, se reportan seis especies de Calliphoridae aquí por primera vez en la *caatinga* un bioma exclusivo de Brasil. Tres especies nativas de la región Neotropical (*Cochliomyia macellaria*, *Chloroprocta idioidea* y *Lucilia eximia*), y tres especies exóticas (*Chrysomya albiceps*, *C. putoria* y *C. megacephala*), ocurren al mismo tiempo asociada a los cadáveres de cerdos en un fragmento de bosque seco. El potencial invasor de las especies de *Chrysomya* puede producir efectos nocivos sobre las poblaciones de moscas necrófagas nativas en un futuro próximo.

Palabras Clave: *Chrysomya albiceps*, *Cochliomyia macellaria*, entomología forense, caatinga, insectos necrófagos

REFERENCES CITED

- AGUIAR-COELHO, V. M., AND MILWARD-DE-AZEVEDO, E. M. V. 1995. Associação entre larvas de *Chrysomya megacephala* (Fabricius) e *Chrysomya albiceps* (Wiedemann), *Chrysomya megacephala* (Fabricius) e *Cochliomyia macellaria* (Fabricius) (Calliphoridae, Diptera) sob condições de laboratório. Rev. Brasileira Zool. 12(4): 991-1000.
- BIAVATI G. M., SANTANA, F. H. A., AND PUJOL-LUZ, J. R. 2010. A checklist of Calliphoridae blowflies (Insecta, Diptera) associated with a pig carrion in central Brazil. J Forensic Sci. 55(6):1603-1606.
- CARVALHO, C. J. B., AND MELLO-PATIU, C. A. 2008. Key to the adults of the most common forensic species of Diptera in South America. Rev. Brasileira Entomol. 52: 390-406.
- CATTS, E. P., AND GOFF, M. L. 1992. Forensic entomology in criminal investigations. Annu. Rev. Entomol. 37: 253-272.
- FARIA, L. D. B., ORSI, L., TRINCA, L. A., AND GODOY, W. A. C. 1999. Larval predation by *Chrysomya albiceps* on *Cochliomyia macellaria*, *Chrysomya megacephala* and *Chrysomya putoria*. Entomol. Exp. Appl. 90: 149-155.
- GREENBERG, B. 1973. Flies and disease. Biology and disease transmission. Princeton, Princeton Univ. Vol. 2. 447 pp.

- GREENBERG, B. 1988. *Chrysomya megacephala* (F.) (Diptera: Calliphoridae) collected in North America and notes on *Chrysomya* species present in the New World. *J. Med. Entomol.* 25: 199-200.
- GUIMARÃES, J. H., PRADO, A. P., AND LINHARES, A. X. 1978. Three newly introduced blowfly species in southern Brazil (Diptera: Calliphoridae). *Rev. Brasileira Entomol.* 22: 53-60.
- KOSMANN, C., MELLO, R. P., HARTERREINTEN-SOUZA, E. S., AND PUJOL-LUZ, J. R. 2013. 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.
- MILES, L., NEWTON, A. C., DEFRIES, R. S., RAVILIOUS, C., MAY, I., BLYTH, S., KAPOS, V., AND GORDON, J. L. 2006. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *J. Biogeogr.* 33(3): 491-505.
- MORETTI, T. C., RIBEIRO, O. B., THYSSEN, P. J., AND SOLIS, D. R. 2008. Insects on decomposing carcasses of small rodents in a secondary forest in southeastern Brazil. *European J. Entomol.* 105: 691-696.
- SAMPAIO, E. V. S. B. 1995. Overview of the Brazilian Caatinga, pp. 35-58. *In* S. H. Bullock, H. A. Mooney and E. Medina [eds.], *Seasonally Dry Forests*. Cambridge Univ. Press, London.
- VASCONCELOS, S. D., AND ARAUJO, M. S. C. 2012. Necrophagous Diptera and Coleoptera in Northeastern Brazil: State of the art and challenges for the forensic entomologist. *Rev. Brasileira Entomol.* 56(1): 7-14.