

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA
Universidade Federal do Amazonas - UFAM
Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais
Divisão do Curso de Entomologia - DCEN

Calliphoridae (Diptera) associados a cadáver de
porco doméstico *Sus scrofa* (L.) na cidade de
Manaus, Amazonas, Brasil.

Alex Sandro Barros de Souza

Manaus, Amazonas
Maio - 2009

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia- INPA
Universidade Federal do Amazonas - UFAM
Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais
Divisão do Curso de Entomologia - DCEN

**Calliphoridae (Diptera) associados a cadáver de
porco doméstico *Sus scrofa* (L.) na cidade de
Manaus, Amazonas, Brasil.**

Aluno: Alex Sandro Barros de Souza

Orientador: Dra. Ruth Leila Ferreira Keppler

Co-Orientador: Dr. José Albertino Rafael

Dissertação apresentada à
Coordenação do Programa de Pós-
Graduação em Biologia Tropical e
Recursos Naturais, do convênio
INPA/UFAM, como parte dos requisitos
para obtenção do título de Mestre em
Ciências Biológicas, área de concentração
em Entomologia.

Manaus, Amazonas
Maio - 2009

Ficha Catalográfica

S729 Souza, Alex Sandro Barros de
Calliphoridae (Diptera) associados a cadáver de porco doméstico
(*Sus scrofa* L.) na cidade de Manaus, Amazonas, Brasil/ Alex
Sandro Barros de Souza .--- Manaus : [s.n.], 2008.
x, 56 f.

Dissertação (mestrado)-- INPA/UFAM, Manaus, 2009
Orientador: Ruth Leila Ferreira Keppler
Co-orientador: José Albertino Rafael
Área de concentração: Entomologia

1. Diptera. 2. Calliphoridae. 3. Suínos – Decomposição. 4. IPM.
5. Entomologia Forense. 6. Bionomia. I. Título.

CDD 19. ed. 595.77

S729 **Sinopse:**

Estudou-se a decomposição de cadáveres de porcos domésticos na
área urbana de Manaus, AM, em dois períodos sazonais, bem como
o tempo de desenvolvimento de cinco espécies de Calliphoridae
(Diptera) envolvidas no processo de decomposição.

Palavras-chave:

Bionomia, Calliphoridae, Decomposição, Entomologia Forense, IPM.

AGRADECIMENTOS

À Daniela porquê “The love numbs the senses and take the man reason”. William Shakespeare

Aos meus pais Sandra, Sônia e Fernando que mesmo a distância (e que distância!) sempre acreditando que a educação é o único meio de salvação.

À minha orientadora Dra. Ruth L. Ferreira Keppler, por abraçar uma área que não era sua e deu todo o apoio possível.

Ao co-orientador Dr. José A. Rafael pelas conversas e dicas na construção desta dissertação, quando conversamos no Congresso de Zoologia/2006, decidi vir a Manaus para fazer meu mestrado.

Aos amigos de longa data Tiago e Frederico, que facilitaram a adaptação a Manaus.

Aos colegas de turma Rodrigo (Riquelme), Cinthia, Carlos André (Moranguinho Mallando), Jeyson (Mr. Satã), Daniel (Rasta Man) que formamos uma turma que sempre estava disposta a rir e se hidratar!

Aos amigos feitos no INPA, Fábio (Fabão), Juliana, Renato, Rafael (Narc), Léo, Claudimir e Dr. Augusto pelas sempre boas conversas.

À Banca Examinadora por aceitar corrigir esta dissertação.

A CPEN em nome da Dra. Beatriz Ronchi pelo apoio logístico.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de mestrado.

BANCA EXAMINADORA

Dra. JANYRA OLIVEIRA DA COSTA

Universidade Castelo Branco – UCB - RJ

Dr. JOSÉ ROBERTO PUJOL LUZ

Universidade de Brasília – UNB - DF

Dra. MARGARETH MARIA DE CARVALHO QUEIROZ

Instituto Oswaldo Cruz - IOC/FIOCRUZ – RJ

Dra. PATRÍCIA JACQUELINE THYSSEN

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP - SP

Dr. RUBENS DE PINTO MELLO

Instituto Oswaldo Cruz - IOC/FIOCRUZ - RJ

“Os sacerdotes de várias religiões temem o avanço da ciência como as bruxas temem a chegada da luz do sol e franzem o cenho para o arauto fatal anunciando as subdivisões dos ludíbrios que defendem”

Thomas Jefferson

RESUMO

Foram realizados dois experimentos com cadáver suíno de 25 kg no *campus* II do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, Amazonas, um na estação chuvosa e o outro na estação menos chuvosa (seca) para verificar o tempo de decomposição do cadáver e as espécies de Calliphoridae associadas e o seu tempo de desenvolvimento em condições naturais, sem controle de temperatura. Foram coletadas sete espécies: *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819); *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1794); *Cochliomyia macellaria* (Fabricius, 1775); *Hemilucilia segmentaria* (Fabricius, 1805); *Hemilucilia semidiaphana* (Rondani, 1850); *Lucilia eximia* (Wiedemann, 1819) e *Paralucilia paraensis* (Mello, 1969). Dentre elas apenas *C. macellaria* e *H. semidiaphana* não foram coletados imaturos. O tempo de decomposição do cadáver foi de oito dias na estação chuvosa e de sete dias na estação menos chuvosa (seca). O tempo de desenvolvimento de ovo a adulto de *L. eximia* foi de 19,4 dias na estação chuvosa e de 14,3 dias na estação seca; para *H. segmentaria* o tempo foi de 11,5 e 10,7 dias, respectivamente; para *C. albiceps* foi de 14,5 e 9,4 dias, respectivamente; para *C. megacephala* foi de 10,7 e 9,4 dias, respectivamente; *P. paraensis* foi coletada somente na estação seca e seu tempo de desenvolvimento de ovo a adulto foi de 11,8 dias. Este é o primeiro trabalho fornecendo informações do tempo de desenvolvimento de *P. paraensis* e primeiro registro da espécie em área urbana de Manaus. As espécies com potencial uso forense são: *C. albiceps*; *C. megacephala*; *H. segmentaria*; *L. eximia* e *P. paraensis*.

ABSTRACT

Two experiments were carried out in *campus* II of National Research Institute of Amazonia (INPA), Manaus, Amazonas, one in the rainy and the other in the less rainy (dry) season. The aim of this research was determination the time of decomposition and species of Calliphoridae associated, as well as the time of development without temperature control . Were used pig carcasses with 25 Kg. The time of decomposition was of eight days in the rainy season and of seven days in the dry season. Were collected seven species of Calliphoridae: *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819); *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1794); *Cochliomyia macellaria* (Fabricius, 1775); *Hemilucilia segmentaria* (Fabricius, 1805); *Hemilucilia semidiaphana* (Rondani, 1850); *Lucilia eximia* (Wiedemann, 1819) and *Paralucilia paraensis* (Mello, 1969), among them just *Cochliomyia macellaria* and *Hemilucilia segmentaria* immature stages not were collected. The development time from egg to adult for *L. eximia* was 19,4 days in the rainy season and 14,3 days in the dry season; for *H. segmentaria* it was 11,5 days and 10,7 days respectively; for *C. albiceps* it was 14,5 days and 9,4 days respectively, for *C. megacephala* it was 10,7 days and 9,4 days in rainy and dry season respectively and *P. paraensis* was collected only dry season and your development time from egg to adult is 11,8 days. This is a first record of the time of development of *P. paraensis* and this the first collection record in urban area. The species with forensic potential are: *C. albiceps*; *C. megacephala*; *H. segmentaria*; *L. eximia* and *P. paraensis*.

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS	x
1. INTRODUÇÃO	1
1.2. HISTÓRICO DA ENTOMOLOGIA FORENSE.....	2
1.3. CALLIPHORIDAE DE INTERESSE FORENSE NO BRASIL	3
1.4. ENTOMOLOGIA FORENSE NA AMAZÔNIA	4
2. OBJETIVOS	6
2.1. OBJETIVO GERAL	6
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
3. CAPITULO I.....	7
4. CAPITULO II	27
5. CONCLUSÃO GERAL	49
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

LISTA DE TABELAS

Capítulo I.

Tabela I. Lista de espécies coletadas em relação ao estágio de decomposição de <i>Sus scrofa</i> L. na área urbana de Manaus, AM em 2008.	22
Tabela II. Duração (em horas) dos estágios de decomposição de <i>Sus scrofa</i> L. em duas estações climáticas, na área urbana de Manaus, AM em 2008.	22

Capítulo II.

Tabela I. Variação do tempo mínimo e máximo de desenvolvimento de Calliphoridae associados a decomposição com relação ao período sazonal em Manaus, AM, 2008.	45
Tabela II. GDA* e GHA* para cada estágio de desenvolvimento das espécies de Calliphoridae associados à decomposição em em relação ao período sazonal em Manaus, AM, 2008.	45
Tabela III. Total de ovos de Calliphoridae e total de adultos emergidos e sua respectiva razão sexual.	46

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I.

Figura 1. Variação das médias diárias de temperatura, umidade e precipitação obtidas na área urbana de Manaus, AM, durante os dias de decomposição do cadáver, no período chuvoso de 2008.	23
Figura 2. Variação das médias diárias de temperatura, umidade e precipitação obtidas na área urbana de Manaus, AM, durante os dias de decomposição do cadáver, no período menos chuvoso de 2008.	23
Figura 3. Cadáver de <i>Sus scrofa</i> em estágio de Decomposição Inicial em área urbana de Manaus, AM. 2008.	24
Figura 4. Cadáver de <i>Sus scrofa</i> em estágio de Putrefação em área urbana de Manaus, AM. 2008.	24
Figura 5. Cadáver de <i>Sus scrofa</i> em estágio de Putrefação Escura em área urbana de Manaus, AM. 2008.	25
Figura 6. Cadáver de <i>Sus scrofa</i> em estágio de Fermentação Butírica em área urbana de Manaus, AM. 2008.	25
Figura 7. Cadáver de <i>Sus scrofa</i> em estágio Seco em área urbana de Manaus, AM. 2008.	26

Capítulo II.

Figura 1. Variação média do tempo de desenvolvimento de <i>Hemilucilia segmentaria</i> em ambas as estações climáticas, Manaus, AM, 2008	46
Figura 2. Variação média do tempo de desenvolvimento de <i>Lucilia eximia</i> em ambas as estações climáticas, Manaus, AM, 2008.	47
Figura 3. Variação média do tempo de desenvolvimento de <i>Chrysomya megacephala</i> em ambas as estações climáticas, Manaus, AM, 2008.	47
Figura 4. Variação média do tempo de desenvolvimento de <i>Chrysomya albiceps</i> em ambas as estações climáticas, Manaus, AM, 2008.	48
Figura 5. Variação média do tempo de desenvolvimento de <i>Paralucilia paraensis</i> na estação menos chuvosa, Manaus, AM, 2008.	48

1. INTRODUÇÃO

1.1 Entomologia Forense e suas aplicações

A Entomologia Forense é a aplicação do estudo de insetos e outros artrópodes associados a cadáveres em decomposição com o propósito de fornecer informações para investigações criminais (Smith, 1986; Byrd & Castner, 2003; Oliveira-Costa, 2008). Esse estudo pode ser utilizado para determinar quando, onde e em que circunstâncias a morte ocorreu, se houve consumo de drogas por parte do falecido, define se o cadáver foi retirado do local original do crime, identifica o tempo de decapitação, submersão, além de fornecer informações se a vítima teria sido molestada sexualmente (Catts & Haskell, 1991; Benecke & Lessig, 2001), todos esses aspectos levantados podem ser de extrema importância em investigações de homicídio (Campobasso & Introna, 2001).

Os insetos necrófagos são importantes porque são os primeiros organismos a localizar e colonizar um cadáver em decomposição. A colonização se inicia logo após a morte se o cadáver estiver em ambiente natural. A biologia das espécies de Diptera colonizadoras, principalmente Calliphoridae, fornece informações muito precisas e seu tempo de desenvolvimento no cadáver pode ser utilizado para estimar o IPM (intervalo *postmortem*) (Keh, 1985; Smith, 1986).

Dois métodos são utilizados para se estimar o IPM em investigações criminais: a partir da determinação da idade das larvas ou pupas de diferentes espécies coletadas no local da morte e a partir de estudos de sucessão de insetos em cadáveres, principalmente em casos envolvendo corpos em estado avançado de decomposição (Goff & Odom, 1990; Byrd & Castner, 2001), isto porque os corpos em cada estágio de decomposição sofrem mudanças e atraem diferentes espécies de insetos (Smith, 1986).

A Entomologia Forense apesar de bem difundida em países do hemisfério norte, ainda é recente no Brasil, onde já atrai o interesse de pesquisadores e peritos (Oliveira-Costa, 2008).

Há necessidade de um trabalho integrado de profissionais de várias especialidades, para que uma investigação criminal seja a melhor possível, assim uma investigação bem feita deve combinar esforços e cooperação entre especialistas de várias áreas como, antropólogos, entomologistas, dentistas, dentre outros profissionais da área médica (Campobasso & Introna, 2001).

1.2 Histórico Da Entomologia Forense

O primeiro caso documentado do uso de insetos na solução de crimes foi reportado na China pelo investigador Sung Tzu, no século XIII, em um livro chamado "The washing away of wrongs". Neste livro, Tzu descreveu um assassinato por golpes de foice em um campo de arroz. No dia seguinte do assassinato, o investigador pediu que todos os trabalhadores colocassem suas foices no chão. As moscas foram atraídas para a foice que possuía traços de sangue e o proprietário da foice confessou o crime (Benecke, 2001).

O relato do primeiro caso de uso efetivo de Entomologia Forense para a estimativa do tempo de morte foi feito pelo médico Bergeret na França. Também na França, Pierre Mégnin (1894) pesquisou o ciclo de vida dos insetos associados a cadáveres e publicou o livro "Faune des cadavres" (Benecke, 2001).

Na década de 1920, na Europa as espécies de insetos de importância forense foram listadas e catalogadas, com o foco na ecologia, metabolismo ou anatomia. Nas décadas de 1930 a 1950 poucos casos foram relatados. Porém, entre 1960 e 1980, a Entomologia

Forense ganhou novamente notoriedade, principalmente, através de Marcel Leclecq e Pekka Nuorteva (Benecke, 2001).

No Brasil, o primeiro registro de estudos de insetos associados a carcaças foram levantamentos taxonômicos realizados por Roquete Pinto (1908) no Rio de Janeiro, Luederwaldt (1911) em São Paulo e Oscar Freire (1914; 1923) na Bahia. Após este período, estes estudos entraram em declínio e só reapareceram na década de 1980 a partir do estudo de Monteiro-Filho & Peneireiro (1987) onde estudaram a decomposição de carcaças de ratos em Campinas-SP.

Estes e outros estudos forneceram uma base inicial de dados sobre espécies que estavam adaptadas ao ambiente humano, indicando quais espécies poderiam ser utilizadas para o estudo forense. Assim foram consolidados centros de estudos voltados para a Entomologia Forense com metodologia definida, estes estudos estão concentrados em Rio Claro-SP (Gomes *et al.*, 2003, 2004), Campinas-SP (Souza & Linhares, 1997; Carvalho & Linhares, 2001; Carvalho *et al.*, 2001; 2004), Rio de Janeiro-RJ (Salviano *et al.*, 1996; Oliveira-Costa *et al.*, 2001) e Curitiba-PR (Moura *et al.*, 1997).

1.3 Calliphoridae de interesse forense no Brasil.

Com a elevação da subfamília Mesembrinellinae ao status de família (Guimarães, 1977), Calliphoridae é representada no Brasil por 24 espécies, sendo quatro introduzidas, estas 24 espécies incluídas em nove gêneros: *Calliphora*, *Cochliomyia*, *Compsomyops*, *Chloroprocta*, *Chrysomya*, *Hemilucilia*, *Lucilia*, *Paralucilia* e *Sarconesia* (Mello, 2003).

Em estudos realizados no Brasil por Souza & Linhares (1997), Carvalho *et al.* (2004), Moura *et al.* (1997), Oliveira-Costa *et al.* (2001), Salviano *et al.* (1996), Souza *et*

al. (2008) as espécies de Calliphoridae assumiram um importante papel na decomposição, principalmente, pelo grande número de imaturos que utilizam a carcaça como substrato para o seu desenvolvimento e também pelo grande número de adultos coletados. As espécies mais coletadas em estudos forense no Brasil são: *Chrysomya albiceps*, *Chrysomya megacephala*, *Chrysomya putoria*, *Lucilia eximia*, *Cochliomyia macellaria*, *Hemilucilia segmentaria*, *Hemilucilia semidiaphana* e *Sarconeia chlorogaster* (Salviano *et al.*, 1996; Moura *et al.*, 1997; Souza & Linhares, 1997; Olveira-Costa *et al.*, 2001; Carvalho *et al.*, 2004; Souza *et al.*, 2008).

1.4 Entomologia Forense na Amazônia

No município de Manaus, não foram realizados estudos em área urbana voltados para a Entomologia Forense. No entanto, o conhecimento de espécies de Calliphoridae e a atividade de vôo em área urbana, foi suprido nos trabalhos de Paraluppi & Castellon (1993, 1994) em um levantamento taxônomico.

Trabalhos voltados para Entomologia Forense foram obtidos através de estudos conduzidos em uma área de terra firme na Reserva Florestal Adolpho Ducke, na periferia de Manaus, onde Fraga (2004) e Oliveira-da-Silva *et al.* (2006), em experimentos com *Sus scrofa*, descrevem aspectos bionômicos de espécies de Sarcophagidae e Calliphoridae e, mais recentemente, Uruahy-Rodrigues (2008) em um estudo que visava inventariar as espécies de Calliphoridae associados a cadáveres de porcos.

O primeiro caso do uso de Entomologia Forense em investigações criminais na região norte ocorreu em 2006, onde Pujol-Luz *et al.* (2006) determinaram o IPM de garimpeiros encontrados em avançado estágio de decomposição na em área florestada no estado de Rondonia. Em 2008, Pujol-Luz *et al.* (2008) estimaram o IPM de uma

criança no Amapá e Ururahy-Rodrigues *et al.* (2008) reportaram a atuação do coleóptero *Coproghanaeus lancifer* (Linnaeus, 1767) no deslocamento de cadáveres de porcos caracterizando um dado importante para a Tafonomia Forense.

2. OBJETIVOS

2.1. GERAL:

- Conhecer as espécies necrófagas de Calliphoridae ocorrentes na área urbana de Manaus e seu comportamento em duas época chuvosa e menos chuvosa, bem como seus aspectos bionômicos fornecendo subsídios que possam ser aplicados em processos judiciais específicos.

2.2. ESPECÍFICOS:

- Fornecer uma lista de espécies de Calliphoridae associadas a cadáver de suíno em ambiente urbano;
- Determinar quais espécies são efetivamente necrófagas e de possível uso forense;
- Estudar o tempo de desenvolvimento das espécies de Calliphoridae necrófagas em ambiente sem controle de temperatura;
- Verificar o tempo de decomposição nos períodos chuvoso e menos chuvoso;
- Verificar os diferentes estágios de decomposição.

3. CAPITULO I

DECOMPOSIÇÃO ANIMAL E CALLIPHORIDAE ASSOCIADOS

Manuscrito enviado para o periódico *Acta Amazonica*

CALLIPHORIDAE (DIPTERA: BRACHYCERA) ASSOCIADOS À
DECOMPOSIÇÃO DE CADÁVER DE PORCO DOMÉSTICO *Sus scrofa* (L.) EM
MANAUS, AM, BRASIL.

^{1,2} Alex Sandro Barros de Souza; ¹ Ruth Leila Ferreira Keppler; ¹ José Albertino Rafael.

¹ Coordenação de Pesquisas em Entomologia – Instituto Nacional de Pesquisas da
Amazônia/INPA, Caixa postal: 478, CEP: 69011-970, Manaus- AM; +55 92 3643-
3201; alexsouza@inpa.gov.br; ruth@inpa.gov.br; jarafael@inpa.gov.br

² Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Bolsista CNPq.

CALLIPHORIDAE (DIPTERA: BRACHYCERA) ASSOCIATED IN
DECOMPOSITION OF PIG CARRION *Sus scrofa* (L.) IN MANAUS, AM,
BRAZIL.

ABSTRACT

Two experiments were carried in *Campus II* of National Research Institute of Amazonia (INPA), Manaus, Amazonas, one in the rainy and the other in the less rainy (dry) season. To determination the time of decomposition were used pig carcasses with 25 kg. The time of decomposition was of eight days in the rainy season and of seven days in the dry season. Were collected seven species of Calliphoridae: *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819); *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1794); *Cochliomyia macellaria* (Fabricius, 1775); *Hemilucilia segmentaria* (Fabricius, 1805); *Hemilucilia semidiaphana* (Rondani, 1850); *Lucilia eximia* (Wiedemann, 1819) e *Paralucilia paraensis* (Mello, 1969), among them just *C. macellaria* and *H. segmentaria* immature stages not collected. This is a first record of *P. paraensis* in urban area of Manaus.

Keywords: Blowfly, Calliphoridae, Carrion, Decomposition, Forensic Entomology.

RESUMO

Dois experimentos foram realizados no *Campus* II do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, Amazonas, um na estação chuvosa e o outro na estação menos chuvosa (seca). Para verificar o tempo de decomposição foram utilizados cadáveres de suínos com 25 kg. O tempo de decomposição foi de oito dias na estação chuvosa e de sete dias na estação seca. Foram coletadas sete espécies de Calliphoridae: *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819); *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1794); *Cochliomyia macellaria* (Fabricius, 1775); *Hemilucilia segmentaria* (Fabricius, 1805); *Hemilucilia semidiaphana* (Rondani, 1850); *Lucilia eximia* (Wiedemann, 1819) e *Paralucilia paraensis* (Mello, 1969), dentre elas apenas *C. macellaria* e *H. segmentaria* não foram coletados imaturos. É o primeiro registro de *P. paraensis* na área urbana de Manaus.

Palavras - Chave: Calliphoridae, Carça, Decomposição, Entomologia Forense, Mosca-Varejeira.

INTRODUÇÃO

A decomposição é o processo responsável pelo retorno da matéria orgânica, advinda tanto de plantas como de animais mortos para o ecossistema (Gotelli, 2007). Esse processo é efetuado, primeiramente, por organismos como fungos e bactérias, em seguida, por uma grande variedade de artrópodes (Smith, 1986; Byrd & Castner, 2003; Oliveira-Costa, 2008). A importância deste processo tem ultrapassado a sua participação no campo da Ecologia, pois a análise da comunidade de insetos em um cadáver pode ser utilizada em investigações criminais (Campobasso & Introna, 2001).

Entomologia Forense é a aplicação do estudo de insetos e outros artrópodes associados com cadáver humano em decomposição (Byrd & Castner, 2003). A Entomologia Forense pode ser utilizada para determinar quando, onde e em que circunstâncias a morte ocorreu, além de fornecer informações se a vítima teria sido vítima de maus tratos (Campobasso & Introna, 2001; Benecke, 2001; Benecke & Lessig, 2001).

Dentre os insetos, os mais importantes no processo de decomposição são os dípteros da família Calliphoridae devido ao grande número de adultos e imaturos que são encontrados em cadáveres (Oliveira-Costa, 2008). No Brasil já foram realizados estudos para o levantamento de Calliphoridae associados a decomposição, a maioria concentrados nas regiões sul e sudeste (Monteiro-Filho & Penereiro, 1987; Salviano *et al.*, 1996; Moura *et al.*, 1997; Souza & Linhares, 1997) e um na Reserva Adolpho Ducke (AM) (Ururahy-Rodrigues, 2008), mas nenhum estudo foi realizado na área urbana de Manaus. Este estudo tem como objetivo, verificar como ocorre a decomposição de suíno na área urbana de Manaus e os Calliphoridae associados a este processo.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram executados nos períodos de janeiro de 2008 (período chuvoso) e outubro de 2008 (período menos chuvoso). O estudo foi conduzido no *campus* II do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (03°5'47''S e 59°59'22''W). As observações foram realizadas, diariamente, junto as carcaças, em horários pré estabelecidos: às 8:00, 11:00, 14:00 e 17:00 h, divididos entre observações e coleta de espécimes. Durante esse período, as carcaças foram fotografadas para auxiliar na descrição dos estágios de decomposição.

Os cadáveres utilizados foram de suínos *Sus scrofa* (L.), com 25 kg, um em cada estação climática. Estes foram levados vivos até o local de coleta e sacrificados por deslocamento cervical evitando o uso de substâncias químicas que pudessem interferir no processo de decomposição e expostos às condições ambientais. O cadáver foi colocado em contato com o solo dentro de uma gaiola com dimensões de 160x40x68 cm, revestida com tela com espaçamento de 3 x 3 cm o que permitia a entrada de insetos e impedia o acesso de vertebrados de grande porte existentes na área de estudo.

Para coleta dos adultos de Calliphoridae, foi utilizada uma rede entomológica modificada segundo o modelo proposto por Monteiro-Filho & Peneireiro (1987), o formato da rede assemelhava-se a um funil invertido, onde a base encaixava-se na gaiola e um frasco coletor fica localizado na extremidade superior da rede, os califorideos contidos nesta rede eram coletados nos horários determinados (8:00, 11:00, 14:00 e 17:00 h), ovos e larvas também foram coletados para verificar quais espécies de Calliphoridae utilizaram o cadáver como substrato para criação dos imaturos. Todos os insetos adultos coletados foram transferidos para sacos plásticos e sacrificados por

resfriamento (-5°C), após este procedimento foram transferidos para frascos contendo álcool 70% para posterior identificação e montagem. A identificação dos adultos seguiu as chaves de Mello (2003), Amat *et al.* (2008), Carvalho & Mello-Patiu (2008) e descrições de Mello (1969).

Os espécimes foram depositados na Coleção de Invertebrados do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA. Dados de temperatura e umidade relativa do ar foram obtidos através do Laboratório de Micrometeorologia do LBA (Large Scale Biosphere-Atmosphere Experiment in Amazonia) localizado no *Campus II* do INPA. Para os estágios de decomposição foi utilizada a classificação de Bornemissza (1957).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletados 1.234 espécimes, totalizando sete espécies de Calliphoridae (Tabela I). A espécie mais coletada foi *Chrysomya albiceps*, sendo observada sobre o cadáver cerca de cinco minutos após sua morte. *Lucilia eximia*, a segunda mais abundante, foi coletada no cadáver cerca de um minuto após a morte, ao contrário de *Chrysomya megacephala* que apareceu somente a partir do segundo estágio de decomposição (Tabela I). Apenas *L. eximia* e *C. albiceps* ocorreram em todos os estágios de decomposição. A quarta mais coletada foi *Hemilucilia segmentaria*, em ambas as estações a partir do terceiro estágio de decomposição. *Paralucilia paraensis* foi coletada em baixo número e apenas na estação seca. *Hemilucilia semidiaphana* e *Cochliomyia macellaria* foram as menos coletadas, ocorrendo um e três espécimes, respectivamente.

Dentre as espécies coletadas, apenas *H. semidiaphana* e *Cochliomyia macellaria* não foram coletados como imaturos na carcaça.

A decomposição do cadáver ocorreu em oito dias na estação chuvosa e em sete dias na estação menos chuvosa (Tabela II). A variação da temperatura, umidade e precipitação estão demonstrados nas Figuras 1 e 2.

Foram verificados cinco estágios de decomposição:

Estágio de Decomposição Inicial (Figura 3): Compreende o período entre a morte do animal até o momento em que ele começa a inchar. Neste estágio, ocorreu o fenômeno destrutivo chamado autólise, pois, quando cessada a circulação, as células deixam de receber novos elementos pela corrente plasmática, prejudicando as trocas nutritivas (Smith, 1986). Ocorreu apenas ação de formigas e começou a postura de ovos por dípteros, principalmente, *L. eximia* e *C. albiceps*. Em ambas as estações, a duração deste estágio foi de 24 horas.

Estágio de Putrefação (Figura 4): Neste estágio, o cadáver apresentou um inchaço abdominal devido ao metabolismo das bactérias (Smith, 1986). Certas partes do cadáver, como axilas, começaram a apresentar rompimento, devido a ação das larvas de Calliphoridae. Este estágio variou de 24 a 48 horas.

Estágio de Putrefação Escura (Figura 5): O corpo do cadáver rompeu e pode ser visualizado um grande número de larvas de dípteros, bem como formigas e coleópteros predando estágios imaturos. O odor exalado pelo cadáver era muito forte e a duração deste estágio variou de 24 a 48 horas. Foi neste estágio onde ocorreu a maior diversidade de espécies de Calliphoridae.

Estágio de Fermentação Butírica (Figura 6): A pele estava totalmente decomposta e só puderam ser visualizadas larvas de dípteros que não completaram o seu desenvolvimento, em função de falta de substrato, começando a ser visível o processo de dispersão larval realizado pelas larvas em estágio pós-alimentar.

Estágio Seco (Figura 7): Sobraram somente ossos e algumas cartilagens mais duras que não foram decompostas e o couro ressecado pela ação do sol. Não ocorreram mais larvas alimentando-se, apenas alguns adultos de *C. albiceps* e *L. eximia*.

O tempo de decomposição neste estudo difere dos estudos realizados em outras regiões do Brasil. Carvalho & Linhares (2001) realizaram experimentos com porcos domésticos, com 10 kg, em uma área de floresta natural em Campinas e encontraram valores de período de decomposição de 20 e 10 dias para a primavera e verão, respectivamente, e de 20 e 18 dias para o inverno e outono.

Fraga (2004), em uma Reserva Florestal de Manaus, utilizando porcos com 19 kg na estação chuvosa e de 14 kg na estação seca, observou que o tempo de decomposição do cadáver foi de 24 dias na chuvosa e de 11 dias na estação seca. Quando comparamos com nosso estudo, o tempo de decomposição foi em média 11 dias mais rápido. Aparentemente, o fator responsável pela alteração nas taxas de decomposição é, principalmente, a temperatura e secundariamente a umidade relativa (Souza *et al.*, 2008). Portanto como este estudo foi conduzido em área urbana e nestas áreas as médias de temperatura e umidade são geralmente maiores do que na região peri-urbana, formando uma chamada “ilha de calor urbano” (Oke, 1987), a decomposição foi mais rápida do que nos estudos conduzidos por Fraga (2004).

A fauna de Calliphoridae apresentou uma riqueza similar aos demais estudos realizados no Brasil (Monteiro-Filho & Penereiro, 1987; Moura *et al.*, 1997; Souza & Linhares, 1997; Carvalho *et al.*, 2000; Carvalho & Linhares, 2001; Oliveira-Costa *et al.*, 2001; Souza *et al.*, 2008). O fato de *L. eximia* e *C. albiceps* serem as mais coletadas durante o processo de decomposição, já foi observado por diversos autores no Brasil (Monteiro-Filho & Penereiro, 1987; Salviano *et al.*, 1996; Moura *et al.*, 1997; Souza &

Linhares, 1997; Carvalho *et al.*, 2000; Carvalho & Linhares, 2001; Oliveira-Costa *et al.*, 2001; Souza *et al.*, 2008).

C. albiceps não apresentou preferência por estações, mas apresentou alterações ao longo do dia, sendo mais coletada na parte da tarde. Paraluppi & Castellon (1993) não verificaram diferença significativa na atividade de vôo desta espécie ao longo do dia, mas Queiroz (1996) verificou maior atividade de oviposição entre 18:00 e 06:00 horas em estudos realizados em laboratório.

L. eximia foi mais coletada no período chuvoso, fato também observado por Paraluppi & Castellon (1994). A terceira espécie mais coletada neste estudo foi *C. megacephala* que também é muito comum no Brasil (Souza & Linhares, 1997; Carvalho & Linhares, 2001; Carvalho *et al.*, 2004; Souza *et al.*, 2008), e não apresentou preferência por estações climáticas, fato também observado por Paraluppi & Castellon (1994), onde esta espécie foi a mais coletada.

As espécies do gênero *Hemilucilia* são coletadas com frequência em carcaças (Monteiro-Filho & Penereiro, 1987; Salviano *et al.*, 1996; Moura *et al.*, 1997; Souza & Linhares, 1997, Ururahy-Rodrigues, 2008), tanto adultos quanto imaturos de *H. segmentaria* e *H. semidiaphana* foram coletadas com frequência por Ururahy-Rodrigues (2008). Em nosso estudo, apenas *H. segmentaria* foi criada com êxito, outro fato interessante é o baixo número de adultos coletados para ambas espécies, padrão semelhante ocorreu em *Co. macellaria*, e isto pode ser explicado devido à competição com as espécies do gênero *Chrysomya* que foram introduzidas no Brasil na década de 70 (Imbiriba *et al.*, 1977; Guimarães *et al.*, 1978), isto provavelmente está acarretando a diminuição de populações de espécies endêmicas. De acordo com Guimarães *et al.* (1979) isto é devido a alta capacidade de dispersão e adaptação que as espécies do gênero *Chrysomya* possuem. Outro fator que contribui para redução de populações de

espécies necrófagas é o hábito carnívoro e alta capacidade predatória de larvas de terceiro instar de *C. albiceps* (Faria *et al.* ,1999; Faria & Godoy, 2001).

Neste presente estudo foi coletado um baixo número de adultos de *P. paraensis*, mas foram obtidos muito exemplares por criação de imaturos, enfatizando o seu potencial forense. Essa espécie não foi coletada por Paraluppi & Castellon (1994). Portanto, este é o primeiro registro dessa espécie na área urbana de Manaus. Nos outros estudos com enfoque forense no Brasil apenas Ururahy-Rodrigues (2008) coletou essa na Reserva Florestal Adolpho Ducke (AM), caracterizando sua importância na região amazônica. Este fato enfatiza a necessidade de estudos enfocando a fauna de cada região antes de utilizá-la como evidência forense.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão da bolsa de mestrado, ao Dr. Jair Max Furtunato Maia (LBA) pela concessão dos dados climatológicos. Ao Dr. Rubens Mello (FIOCRUZ - RJ), pela confirmação da identificação de *P. paraensis* e ao graduando em Biologia, William de Souza pelo auxílio nas coletas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amat, E.; Vélez, M.C., Wolff, M. 2008. Clave ilustrada para la identificación de los géneros y las especies de califóridos (Diptera: Calliphoridae) de Colombia. *Caldasia* 30(1): 231-244.
- Benecke, M. 2001. A brief history of forensic entomology. *Forensic Science International*. 120:2-14.
- Benecke M.; Lessig, R. 2001. Child neglect and forensic entomology. *Forensic Science International*. 120:155-159.
- Bornemissza, G.F. 1957. An analysis of arthropod succession in carrion and the effect of its decomposition on the soil fauna. *Australian Journal of Zoology*. 5:1-12.
- Byrd J.H.; Castner J.L. 2003. *Forensic Entomology: The utility of arthropods in legal investigations*. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida, 418p.
- Campobasso, C.P., Introna, F. 2001. The forensic entomologist in the context of the forensic pathologist's role. *Forensic Science International*. 120: 132-139.
- Carvalho, C.J.B., Mello-Patiu, C.A. 2008. Key to the adults of the most common forensic species of Diptera in South America. *Revista Brasileira de Entomologia* 52(3): 390-406.
- Carvalho, L. M. L., P. J. Thyssen., A. X. Linhares & F. A. B. Palhares. 2000. A Checklist of Arthropods Associated with Pig Carrion and Human Corpses in Southeastern Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. 95(1): 135-138.
- Carvalho, L.M.L.; Linhares, A.X. 2001. Seasonality of insect succession and pig carcass decomposition in a natural forest area in southeastern Brazil. *Journal Forensic Science*. 46: 604-608.

- Carvalho, L.M.L.; Thyssen, P.J.; Goff M.L.; Linhares, A.X. 2004. Observations on the succession patterns of necrophagous insects on a pig carcass in a urban area of southeastern Brazil. *Aggravals Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology*. 5:33-39.
- Faria, L.D.B.; Orsi, L.; Trinca, L.A.; Godoy, W.A.C. 1999. Larval predation by *Chrysomya albiceps* on *Cochliomyia macellaria*, *Chrysomya megacephala* and *Chrysomya putoria*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 90: 149-155.
- Faria, L.D.B.; Godoy, W.A.C. 2001. Prey Choice by Facultative Predator Larvae of *Chrysomya albiceps* (Diptera: Calliphoridae). *Memórias Instituto Oswaldo Cruz*. 96(6): 875-878.
- Fraga, N.J. 2004. *Comportamento de oviposição de adultos, tempo de desenvolvimento e morfologia dos imaturos de Hemilucilia segmentaria (Fabricius), H. semidiaphana (Rondani) e Lucilia eximia (Wiedemann) (Diptera: Calliphoridae) na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Brazil*. Dissertação de Mestrado, INPA/UFAM, Manaus, AM, Xiii+ 71pp.
- Guimarães, J.H., Prado, A.P., Linhares, A.X. 1978. Three newly introduced blowfly species in southern Brazil (Diptera: Calliphoridae). *Revista brasileira de Entomologia*. 22(1): 53-60.
- Guimarães, J.H., Prado, A.P., Buralli, G.M. 1979. Dispersal and distribution of three newly introduced species of *Chrysomya* Robineau-Desvoidy in Brazil (Diptera: Calliphoridae). *Revista brasileira de Entomologia*. 23(4): 245-255.
- Gotelli, N.J. 2007. *Ecologia*. Editora Planta. Londrina, Paraná, 3ªEd. 260p.
- Imbiriba, A.S., Izutani, D.T., Milhoreto, T.I., Luz, E. 1977. Introdução de *Chrysomya chloropyga* (Wiedemann, 1818) na região neotropical (Diptera: Calliphoridae). *Arquivos de Biologia e Tecnologia*. 20: 35-39.

- Mello, R.P. 1969. Contribuição ao estudo do gênero *Myiolucilia* Hall (Diptera, Calliphoridae). *Studia Entomologica* 12: 297-316.
- Mello, R.P. 2003. Chave para a identificação das formas adultas das espécies da família Calliphoridae (Diptera, Brachycera, Cyclorrhapha) encontradas no Brasil. *Entomologia y Vectores* 10(2): 255-268.
- Moura, M.O.; Carvalho, C.J.B.; Monteiro-Filho, E.L.A. 1997. A preliminary analysis of insects of medicolegal importance in Curitiba, State of Paraná. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. 92: 269-274.
- Monteiro-Filho, E.L.A.; Penereiro, J.L. 1987. Estudo de decomposição e sucessão sobre uma carcaça animal numa área do Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*. 47: 289-295.
- Oke, T.R. 1987. *Boundary Layer Climates*. Methuen, London, 2º ed., 435p.
- Oliveira-Costa, J.; Mello-Patiu, C.A.; Lopes, S.M. 2001. Dipteros muscoideos associados com cadáveres humanos no local da morte, no estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Boletim do Museu Nacional, Série Zoologia*. 464:1-6.
- Oliveira-Costa, J. 2008. *Entomologia Forense: Quando os insetos são vestígios*. Editora Millenium, Campinas, 2º ed., 420p.
- Paraluppi, N.D.; Castellon, E.G. 1993. Calliphoridae (Diptera) em Manaus: II. Padrão de atividade de vôo em cinco espécies. *Revista Brasileira de Zoologia*. 10(4): 665-672.
- Paraluppi, N.D.; Castellon, E.G. 1994. Calliphoridae (Diptera) em Manaus: I. Levantamento Taxônomico e sazonalidade. *Revista Brasileira de Entomologia*. 34: 661-668.

- Queiroz, M. M. C. 1996. Algumas características do comportamento reprodutivo e observações preliminares sobre o horário de oviposição de *Chrysomia albiceps* (Wiedemann) (Diptera, Calliphoridae), em laboratório. *Revista Brasileira de Entomologia*. 30(2): 133-136.
- Salviano, R.J.B.; Mello, R.P.; Beck, R.F.S.; Ferreira, A. 1996. Calliphoridae (Diptera) associated with human corpses in Rio de Janeiro, Brazil. *Entomologia y Vectores*. 3:145-146.
- Smith, K.G.V. 1986. *A Manual of Forensic Entomology*. Cornell University Press, Ithaca, New York, 205p.
- Souza, A.M., Linhares, A.X. 1997. Diptera and Coleoptera of potential forensic importance in southeastern Brazil: Relative abundance and seasonality. *Medical and Veterinary Entomology*. 11: 8-12.
- Souza, A. S. B.; Kirst F. D., Krüger R. F. 2008. Insects of forensic importance from Rio Grande do Sul State in Southern Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 52(4): 641-646.
- Ururahy-Rodrigues, A. 2008. *Distribuição Temporal dos Calliphoridae (Diptera) associados à decomposição de Sus scrofa Linnaeus (Suidae) na reserva Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas*. Tese de Doutorado, INPA/UFAM, Manaus, AM.

Tabela. I. Lista de espécies coletadas em relação ao estágio de decomposição de *Sus scrofa* (L). na área urbana de Manaus, AM em 2008.

Espécie	Estação Menos Chuvosa	Estação Chuvosa
<i>Chrysomya albiceps</i> (Wiedemann, 1819)*	DI; P; PE; F; S	DI; P; PE; F; S
<i>Chrysomya megacephala</i> (Fabricius, 1805)*	DI; PE	P; F; S
<i>Cochliomyia macellaria</i> (Fabricius, 1805)	P; F	F
<i>Hemilucilia segmentaria</i> (Fabricius, 1805)*	PE	PE
<i>Hemilucilia semidiaphana</i> (Rondani, 1850)	PE	-
<i>Lucilia eximia</i> (Wiedemann, 1819)*	DI; P; PE; F; S	DI; P; PE; F; S
<i>Paralucilia paraensis</i> (Mello, 1969)*	PE; F	-

DI= Decomposição Inicial; P= Putrefação; PE= Putrefação Escura; F= Fermentação; S= Seco.
 *criadas com sucesso a partir de imaturos no cadáver.

Tabela II. Duração (em horas) dos estágios de decomposição de *Sus scrofa* L. em duas estações climáticas, na área urbana de Manaus, AM em 2008.

Estágio	Estação Menos Chuvosa	Estação Chuvosa
Decomposição Inicial	24	24
Putrefação (inchaço)	24	48
Putrefação Escura (decomposição ativa)	48	24
Fermentação (decomposição avançada)	48	48
Seco	24	48

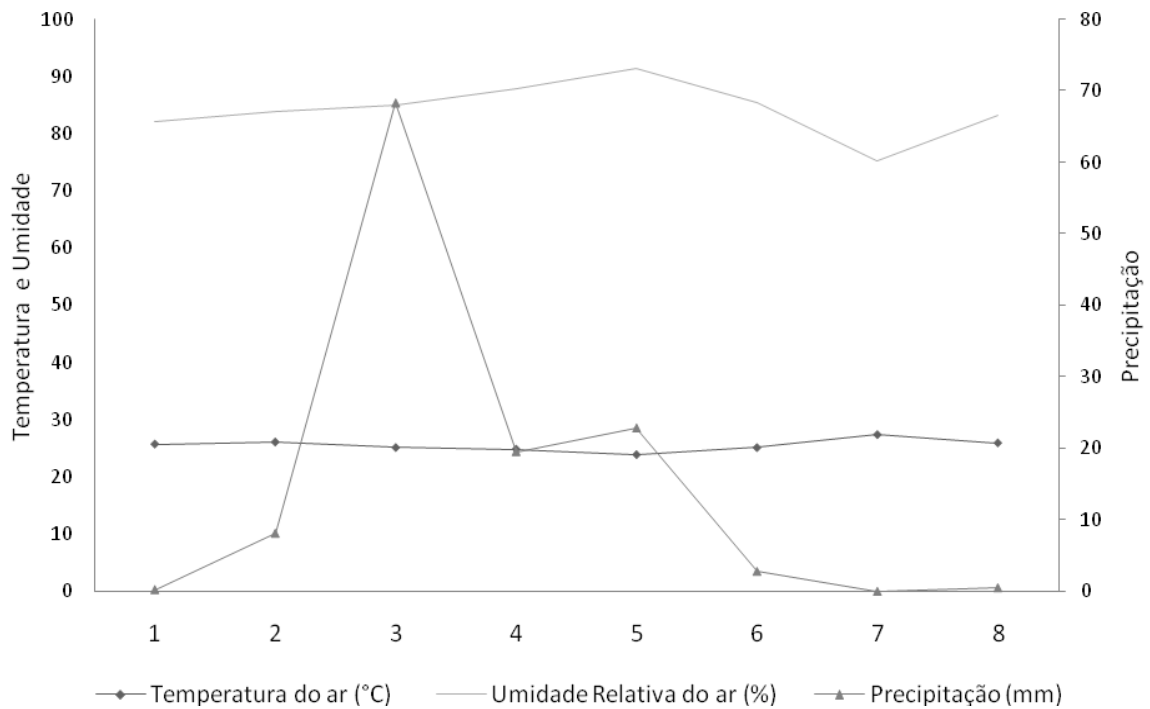


Figura 1. Variação das médias diárias de temperatura, umidade e precipitação obtidas na área urbana de Manaus, AM, durante os dias de decomposição do cadáver, no período chuvoso de 2008.

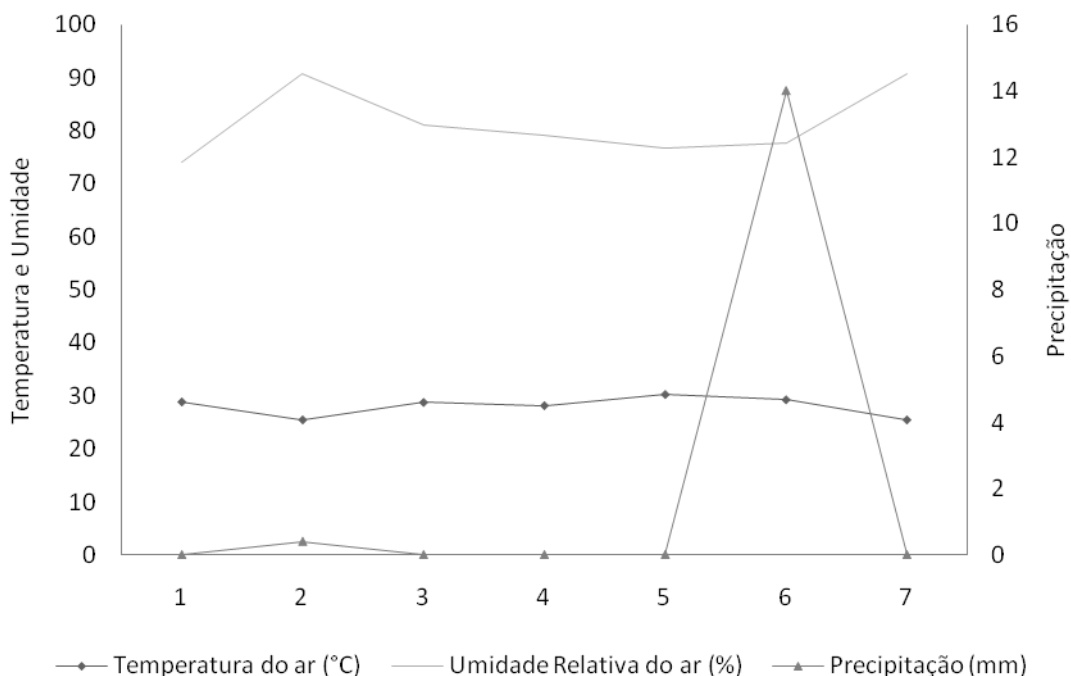


Figura 2. Variação das médias diárias de temperatura, umidade e precipitação obtidas na área urbana de Manaus, AM, durante os dias de decomposição do cadáver, no período menos chuvoso de 2008.



Figura 3. Cadáver de *Sus scrofa* em estágio de Decomposição Inicial em área urbana de Manaus, AM. 2008.



Figura 4. Cadáver de *Sus scrofa* em estágio de Putrefação em área urbana de Manaus, AM. 2008.



Figura 5. Cadáver de *Sus scrofa* em estágio de Putrefação Escura em área urbana de Manaus, AM. 2008.



Figura 6. Cadáver de *Sus scrofa* em estágio de Fermentação Butírica em área urbana de Manaus, AM. 2008.



Figura 7. Cadáver de *Sus scrofa* em estágio Seco em área urbana de Manaus, AM. 2008.

4. CAPITULO II

TEMPO DE DESENVOLVIMENTO DE ESPÉCIES DE CALLIPHORIDAE ASSOCIADAS A DECOMPOSIÇÃO

TEMPO DE DESENVOLVIMENTO SEM CONTROLE DE TEMPERATURA DE CINCO ESPÉCIES DE CALLIPHORIDAE (DIPTERA: BRACHYCERA) COM IMPORTÂNCIA FORENSE EM MANAUS, AM, BRASIL.

^{1,2} Alex Sandro Barros de Souza; ¹ Ruth Leila Ferreira Keppler; ¹ José Albertino Rafael.

¹ Coordenação de Pesquisas em Entomologia – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/INPA - Campus II, Caixa postal: 478, CEP: 69011-970, Manaus- AM; +55 92 3643-3201; alexsouza@inpa.gov.br; ruth@inpa.gov.br; jarafael@inpa.gov.br

² Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Bolsista CNPq.

ABSTRACT. Time of development without temperature control of five species of Calliphoridae (Diptera: Brachycera) with forensic importance in Manaus, AM, Brazil. To estimate the development in natural conditions without temperature control, two experiments were carried in *campus* II of National Research Institute of Amazonia (INPA), Manaus, Amazonas, one in the rainy and the other in the less rainy season. Pig carcasses were used as attractive substratum to oviposition of the blowflies and the eggs were placed into containers with ground beef. The species with forensic potential are *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819), *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1794), *Hemilucilia segmentaria* (Fabricius, 1805), *Lucilia eximia* (Wiedemann, 1819) and *Paralucilia paraensis* (Mello, 1969). The development time from egg to adult for *L. eximia* was 19,4 days in the rainy season and 14,3 days in the dry season; for *H. segmentaria* it was 11,5 days and 10,7 days respectively; for *C. albiceps* it was 14,5 days and 9,4 days respectively, for *C. megacephala* it was 10,7 days and 9,4 days in rainy and dry season respectively and *P. paraensis* was collected only dry season and your development time from egg to adult is 11,8 days. This is a first record of the time of development of *P. paraensis*.

Keywords: Accumulated Degree hours (ADH), Development, Calliphoridae, Forensic Entomology, PMI.

RESUMO. Tempo de desenvolvimento sem controle de temperatura de cinco espécies de Calliphoridae (Diptera: Brachycera) com importância forense em Manaus, AM, Brasil. Para estimar o tempo de desenvolvimento dos imaturos em condições naturais sem controle de temperatura, dois experimentos foram realizados no *Campus II* do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, Amazonas, um na estação chuvosa e o outro na estação menos chuvosa. Cadáveres de suínos foram utilizados como substrato atrativo para a ovipostura dos califorídeos. Os ovos coletados foram mantidos em recipientes plásticos e as larvas alimentadas com carne bovina. Os imaturos foram criados em uma gaiola telada (viveiro), próximo ao cadáver suíno, à temperatura ambiente. Foi observado que as espécies com potencial forense são *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819), *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1794), *Hemilucilia segmentaria* (Fabricius, 1805), *Lucilia eximia* (Wiedemann, 1819) e *Paralucilia paraensis* (Mello, 1969). O tempo de desenvolvimento de ovo a adulto de *L. eximia* é de 19,4 dias na estação chuvosa e de 14,3 na estação seca; para *H. segmentaria* o tempo é de 11,5 e 10,7 dias respectivamente; *C. albiceps* desenvolve-se em 14,5 dias e 9,4 dias respectivamente, já *C. megacephala* possui tempo de desenvolvimento de 10,7 e 9,4 dias na estação chuvosa e seca respectivamente. *P. paraensis* foi coletada somente na estação seca e seu tempo de desenvolvimento de ovo a adulto é de 11,8 dias. Este é o primeiro registro do tempo de desenvolvimento de *P. paraensis*.

Palavras - chave: Calliphoridae, Desenvolvimento, Entomologia Forense, Grau Hora Acumulado (GHA), IPM.

INTRODUÇÃO

Em cadáveres, a decomposição começa pela ação de microorganismos, seguida da ação dos artrópodes com a predominância dos insetos necrófagos (Oliveira-Costa 2008). Estes insetos localizam rapidamente o recurso e o colonizam em praticamente todas as fases da decomposição (Campobasso *et al.* 2001) e as espécies decompositoras, são dependentes da região biogeográfica e hábitat ecológico. Portanto, uma espécie pode servir ou não como indicador forense em diferentes regiões (Smith 1986; Catts & Haskell 1991; Byrd & Castner 2003).

Indicadores forenses são aquelas espécies que além de visitar a carcaça, a utilizam como recurso para os seus estágios imaturos de desenvolvimento. Os dados entomológicos relativos ao tempo de desenvolvimento dos imaturos podem ser utilizados para determinar o intervalo *postmortem* (IPM), que corresponde ao intervalo de tempo entre a morte do indivíduo e a descoberta do cadáver (Byrd & Castner 2003).

Este intervalo de tempo é influenciado por vários fatores, como clima, comportamento de ovipostura, sobreposição de gerações, calor gerado pela massa de larvas e efeitos de drogas (Greenberg 1990, Higley & Haskell 2003 Donovan *et al.* 2006, Oliveira-Costa 2008). Ainda assim, os dados entomológicos são mais precisos principalmente para IPMs superiores aos três dias (Oliveira-Costa 2008). Dentre esses fatores de influência, a temperatura e umidade relativa são os fatores que causam a maior variação no período de desenvolvimento dos insetos imaturos (Gullan & Cranston 2008). Assim, os insetos respondem aos estímulos térmicos, reduzindo ou acelerando seu tempo de desenvolvimento (Marchenko 2001).

A permanência e desenvolvimento dos insetos em carcaças são determinados pelos limiares de temperatura. Cada espécie apresenta seu limiar, quando os valores

corretos de limiar de temperatura de desenvolvimento não são considerados o cálculo de IPM são errôneos (Byrd & Allen 2003).

O método mais utilizado na estimativa do IPM é o grau-dia acumulado (GDA) e, como pressuposto, assume um relacionamento linear entre a taxa de desenvolvimento e a temperatura (Oliveira-Costa 2008). No entanto a velocidade de desenvolvimento é uma reta apenas numa estreita faixa de temperatura em torno do ótimo e curvilínea ao atingir os extremos (Higley & Peterson, 1994), pois a relação entre tempo de desenvolvimento e temperatura é inversa hiperbólica não exponencial (Ikemoto & Takai, 2000), causando variação no tempo de desenvolvimento quando este ocorre em temperaturas flutuantes.

Assim ocorre a necessidade de estudos que estimem o tempo de desenvolvimento de insetos de importância forense sob temperaturas flutuantes.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram executados nos períodos de Janeiro de 2008 (período chuvoso) e Outubro de 2008 (período menos chuvoso). O estudo foi conduzido no *Campus II* do Instituto nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA (03°5'47”S e 59°59'22”W). Como substrato atrativo foram utilizados cadáveres de suínos *Sus scrofa* (L.) com 25 kg, um em cada estação climática. Estes foram levados vivos até a mata, sacrificados por deslocamento cervical e expostos às condições ambientais. O cadáver foi colocado em contato com o solo dentro de uma gaiola com dimensões de 160x40x68 cm, revestida com tela com espaçamento de 3x3 cm o que permite a entrada de insetos e impede o acesso de vertebrados de grande porte existentes na área de estudo.

Para analisar o tempo de desenvolvimento, no cadáver fêmeas grávidas de califorídeos, que iniciaram seu processo de ovipostura no cadáver. Esse procedimento

foi adotado para evitar a coleta de fêmeas que a vitelogênese dos ovos não estivesse completa.

As fêmeas foram individualizadas em tubos de ensaio contendo carne bovina moída, utilizada com atrativo para ovipostura. Após a postura, os ovos foram transferidos para frascos contendo uma placa de Petri com carne moída bovina e coberta com filó. Nesse ambiente, as larvas desenvolveram-se e quando atingiram o terceiro estágio foram transferidas para potes plásticos transparentes contendo uma porção de carne moída e serragem para aguardar a pupação e posterior emergência do adulto.

Os estádios larvais foram caracterizados de acordo com o número de aberturas espiraculares (Greenberg & Szyska 1984, Liu & Greenberg 1989). A identificação dos adultos seguiu as chaves de Mello (2003), Amat *et al.* (2008), Carvalho & Mello-Patiu (2008) e descrições de Mello (1969).

Quando os ovos foram transferidos para placa de Petri, estes eram observados com intervalos de uma hora até as primeiras 36 horas do processo, pois o crescimento larval é muito rápido e as observações devem ser feitas em curtos espaços de tempo (Krüger *et al.* 2003), após este período, os intervalos foram de três horas até o período de pupação onde as observações foram feitas em intervalos de quatro horas (9:00 às 21:00h). Todo este processo ocorreu em gaiolas viveiros expostas ao ambiente sem controle de temperatura, assim ovos e larvas sofreram todas as variações de temperatura e umidade ao longo dos dias.

Após a emergência dos adultos estes eram sacrificados por resfriamento e transferidos para frascos com álcool 70%. A razão sexual foi calculada a partir da fórmula: razão sexual = número de fêmeas / número de fêmeas + número de machos (Silveira-Neto *et al.* 1976). Para o cálculo do GDA, como não existem dados de exigências térmicas para a maioria das espécies coletadas, assumimos como limiar

minimo para todas as espécies 10°C, este é o limiar minimo para espécies em regiões tropicais (Higley & Haskell 2003).

Os espécimes foram depositados na Coleção de Invertebrados do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). Dados de temperatura e umidade relativa do ar foram obtidos através do Laboratório de Micrometeorologia do LBA (Large Scale Biosphere-Atmosphere Experiment in Amazonia) localizado no *Campus II* do INPA.

RESULTADOS

Na estação chuvosa as médias de temperatura e umidade relativa do ar foram de $25,87 \pm 1,27^{\circ}\text{C}$ e $82,57 \pm 6,40\%$, respectivamente, e na estação seca foram de $28,03 \pm 1,60^{\circ}\text{C}$ para temperatura e de $71,24 \pm 6,23\%$ para umidade relativa, mostrando grandes oscilações de temperatura durante o dia, principalmente, na estação seca.

Durante o estudo, foi observado o tempo de desenvolvimento de cinco espécies de Calliphoridae, dentre elas, houve predominância de *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819) e *Lucilia eximia* (Wiedemann, 1819). Além destas duas, outras três espécies podem ser consideradas indicadores forenses para a área urbana de Manaus, com maior destaque para *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1794), *Hemilucilia segmentaria* (Fabricius, 1805) e *Paralucilia paraensis* (Mello, 1969) devido à frequência de adultos e imaturos que podem ser coletados na carcaça.

Foi observado no primeiro dia de exposição do cadáver, fêmeas de *L. eximia* realizando postura de ovos, ocorrendo até o terceiro dia de decomposição no período chuvoso e até o segundo dia no período menos chuvoso. *C. albiceps* foi observada realizando a postura no primeiro dia de decomposição.

Quanto às demais espécies, só foram observadas a partir do segundo dia de decomposição. *C. megacephala* foi observada realizando postura no segundo e terceiro

dia e *H. segmentaria* e *P. paraensis* foram observadas apenas no segundo dia de decomposição. *H. segmentaria* e *C. megacephala* apresentaram este mesmo comportamento em ambas as estações e *P. paraensis* foi coletada apenas na estação menos chuvosa.

Com relação ao tempo de desenvolvimento, a eclosão dos ovos ocorreu entre 10 e 14 horas após ocorrer a postura (Figuras 1 a 5). A duração do primeiro e segundo estádios larvais são similares em todas as espécies amostradas (Figuras 1 a 5), mas a partir do terceiro estágio de desenvolvimento, incluindo o período pupal, a foi mais visível. Esta variação é que confere a diferença no tempo total de desenvolvimento (Figuras 1 a 5).

O tempo mínimo e máximo de desenvolvimento apresentou uma visível diferença durante as estações climáticas (Tabela I). Com estas variações nos estádios de desenvolvimento, o cálculo de grau-dia acumulado (GDA) apresenta valores bem distintos para cada espécie (Tabela II).

A razão sexual observada ficou em torno dos 0,50 (Tabela III), não ocorrendo este valor apenas em *C. albiceps*, ficando em torno de 1,0. E os ovos coletados apresentaram uma alta viabilidade chegando próximo a 100% (Tabela III).

DISCUSSÃO

As espécies que foram consideradas com maior potencial para uso forense são *L. eximia* e *C. albiceps* devido ao grande número de imaturos desenvolvendo-se no cadáver e de adultos visitantes, fato também observado na maioria de estudos conduzidos no Brasil (Monteiro-Filho & Penereiro 1987, Salviano *et al.* 1996, Moura *et al.* 1997, Souza & Linhares 1997, Carvalho *et al.* 2000, Carvalho & Linhares 2001, Oliveira-Costa *et al.* 2001, Souza *et al.* 2008).

C. megacephala e *H. segmentaria* são espécies também muito coletadas em diversos estudos realizados no Brasil (Carvalho *et al.* 2000, Carvalho & Linhares 2001; Oliveira-Costa *et al.* 2001; Souza *et al.* 2008). Enquanto que para *P. paraensis* é o primeiro registro colonizando carcaças em área urbana no Brasil, bem como é o primeiro registro da quantificação de seu tempo de desenvolvimento.

A razão sexual observada é muito similar a esperada, ou seja, metade machos e metade fêmeas na prole, fato não observado em *C. albiceps*, onde em ambas as estações, das posturas emergiram apenas fêmeas. Isto ocorre pois *C. albiceps* é uma espécie monogênica, ou seja, originam proles teligênicas (somente fêmeas) ou arrenogênicas (somente machos) e a razão sexual é controlada a nível populacional (Ullerich 1963), este fato também foi observado por Queiroz (1996), Queiroz *et al.* (1996) e Serra *et al.* (2007).

O tempo de desenvolvimento de todas as espécies estudadas variou quando comparado a estudos realizados em laboratório (Wells & Kurahashi 1994, Gabre *et al.* 2005; Marchenko 2001; Thyssen 2005), e em temperaturas semi-controladas (Souza *et al.* 2008; Vélez & Wolff 2008).

C. albiceps teve um tempo médio de desenvolvimento de 14 dias na estação chuvosa e 9,3 dias na estação menos chuvosa. Em laboratório Queiroz (1996) obteve um tempo de desenvolvimento de 9,3 dias com uma temperatura de 27°C e de sete dias a 32°C.

Aguiar-Coelho & Milward-de Azevedo (1995), também em laboratório, obtiveram nove dias para 30°C, Vélez & Wolff (2008) trabalhando em temperaturas semi-controladas obtiveram 14,3 dias em temperatura média de 25°C e Souza *et al.* (2008) obtiveram 10,16 dias com temperatura média de 17°C.

Para *C. megacephala*, foi observado um tempo de desenvolvimento de 10,7 e 9,4 dias na estação chuvosa e menos chuvosa, respectivamente. Gabre *et al.* (2005) verificaram 11,7 dias, Wells & Kurahashi (1994) obtiveram 9,7 dias com 27°C, Milward-de Azevedo (1996) obteve 7,9 dias a 30°C.

L. eximia é um califorideo que possui escassos dados sobre seu tempo de desenvolvimento. No experimento de Greenberg & Szyska (1984) o tempo de desenvolvimento total foi de 22,5 dias. Souza *et al.* (2008) trabalhando no extremo sul do Brasil obtiveram a uma temperatura de 18°C com um tempo de desenvolvimento de 28 dias em média; Fraga (2004) estudando o tempo de desenvolvimento de *L. eximia* em uma reserva florestal em Manaus, verificou que na estação menos chuvosa o tempo de desenvolvimento total foi de 17,6 dias e na estação chuvosa foi de 19,9 dias. Neste presente experimento o tempo de desenvolvimento médio foi de 19 dias no período chuvoso e de 14 dias no período menos chuvoso.

Para *H. segmentaria*, Fraga (2004) em uma reserva florestal em Manaus observou 12,1 dias no período chuvoso e 12,2 dias no período menos chuvoso. Thyssen (2005) trabalhando em várias temperaturas obteve 12,9 dias a 25°C e 12,4 dias a 30°C. Neste presente estudo, *H. segmentaria* desenvolveu-se em 11 dias no período chuvoso e 10 dias no período menos chuvoso.

Quanto a *P. paraensis*, este estudo é o primeiro registro do seu tempo de desenvolvimento, sendo observada somente no período menos chuvoso apresentando um desenvolvimento médio de 11 dias.

A diferença entre tempo de desenvolvimento verificado neste estudo e os outros estudos de laboratório, possivelmente, se deve ao fato de que a maioria dos estudos foi realizada sob condições de temperatura controlada, e, de acordo com Higley & Haskell (2003), as oscilações de temperatura ditam a variação do tempo de desenvolvimento.

Outro fato que deve ser observado é a de que cada espécie responde de forma distinta a ação da temperatura, Grassberger & Reiter (2002) afirmaram que grandes diferenças no período de desenvolvimento em função da temperatura, em diferentes trabalhos, necessariamente não devam ser atribuídas somente à fatores extrínsecos (variação no método experimental, por exemplo), mas também à fatores intrínsecos (adaptação geográfica, por exemplo), assim as espécies de cada região respondem as variações de temperatura.

Quando comparado, por exemplo, nossos dados referente ao tempo de desenvolvimento de *C. albiceps*, a outros estudos realizados em laboratório (Aguiar-Coelho & Milward-de Azevedo 1995; Queiroz 1996), onde a referida espécie apresentou um tempo total de desenvolvimento semelhante aos dados obtidos em laboratório, o que diferiu foi a duração dos dois primeiros estádios larvais (que foram mais curtos), mas o terceiro estádio e o período pupal foram uma pouco mais longo o que conferiu um tempo total semelhantes aos demais trabalhos, Tarone & David (2008) também verificaram este padrão (menor tempo nos estádios iniciais e mais longos nos finais) e propuseram um método para diminuir os erros nas estimativas de IPM (que poderia ser subestimado se coletados no cadáver larvas em estádios iniciais) utilizando tamanho da larva e seu tempo de desenvolvimento.

Temperaturas flutuantes aumentaram a velocidade de desenvolvimento de *Calliphora vomitoria* (Linnaeus), *Protophormia terranova* (Robineau-Desvoidy), *Lucilia sericata* (Meigen) em comparação as temperaturas constantes (Dadour *et al.* 2001, Grassberger & Reiter 2001, 2002). Porém Greenberg (1991) observou que temperaturas flutuantes diminuíram esta velocidade em *L. sericata*, o que gera controvérsia conforme Nabity *et al.* (2007) que explicam que em temperaturas flutuantes em laboratório não condizem com o observações em campo, onde o período

de desenvolvimento pode responder à interação do fotoperíodo com a temperatura, determinando o ritmo de desenvolvimento.

O GDA é o método mais utilizado na estimativa do IPM e como pressuposto, assume um relacionamento linear entre a taxa de desenvolvimento e a temperatura, o GDA utiliza temperaturas intermediárias às temperaturas limites, o que produz erros devido ao comportamento não-linear que a relação desenvolvimento-temperatura assume próximo dos limites inferiores e superiores deste fator, esta relação deriva das taxas de desenvolvimento utilizadas para representar as propriedades das reações químicas em organismos vivos, que se apresentam de forma curvilínea próxima dos limites inferior e superior e linear entre eles.

Assim, é de extrema importância a realização de estudos de desenvolvimento sem controle de temperatura, para que ocorra um melhor cálculo de GDA e assim aumentar a precisão de IPM.

Agradecimentos

Ao CNPq pela concessão da bolsa de mestrado, ao Dr. Jair Max Furtunato Maia (LBA) por ceder os dados climatológicos e ao Dr. Rubens de Pinto Mello (FIOCRUZ-RJ) pela confirmação da identificação de *Paralucilia paraensis*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar-Coelho, V. M. & E. M. V. Milward-de-Azevedo. 1995. Associação entre larvas de *Chrysomya megacephala* (Fabricius), *Chrysomya albiceps* (Wiedemann) e *Cochliomyia macellaria* (Fabricius) (Calliphoridae, Diptera) sob condições de laboratório. **Revista Brasileira de Zoologia**. **12(4)**: 991-1000.
- Amat, E.; M. C. Vélez & M. Wolff. 2008. Clave ilustrada para la identificación de los géneros y las especies de califóridos (Diptera: Calliphoridae) de Colombia. **Caldasia**. **30(1)**: 231-244.
- Byrd, J. H. & J. L. Castner. 2003. (Eds.). **Forensic Entomology: The utility of arthropods in legal investigations**. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida, 418p.
- Byrd, J. H & J. C. Allen. 2003. Computer modeling of insect growth and its applications to forensic Entomology. *In*: Byrd, J. H. & J. L. Castner (Eds.). **Forensic Entomology: The utility of arthropods in legal investigations**. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida, pp. 303-330.
- Campobasso, C. P., G. Di-Vella., F. Introna. 2001. Factors affecting decomposition and Diptera colonization. **Forensic Science International** **120**: 18-27.
- Carvalho, C. J. B. & C. A. Mello-Patiu. 2008. Key to the adults of the most common forensic species of Diptera in South America. **Revista Brasileira de Entomologia** **52(3)**: 390-406.
- Carvalho, L. M. L., P. J. Thyssen., A. X. Linhares & F. A. B. Palhares. 2000. A Checklist of Arthropods Associated with Pig Carrion and Human Corpses in Southeastern Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** **95(1)**: 135-138.

- Carvalho, L. M. L & A. X. Linhares. 2001. Seasonality of insects succession and pig carcass decomposition in a natural forest area in southeastern Brazil. **Journal of Forensic Science** **46**: 604-608.
- Catts E. P & N. H. Haskell. 1991. **Entomological and Death: A procedural guide**. Joyce's Printshop, Clemsom, 182p.
- Dadour, I. R.; D. F. Cook, & N. Wirth. 2001. Rate of development of *Hydrotaea rostrata* under summer and winter (cyclic and constant) temperature regimes. **Medical and Veterinary Entomology** **15**: 177-182.
- Donovan, S. E., M. J. R. Hall., B. D. Turner & C. B. Moncrieff. 2006. Larval growth rates of the blowfly, *Calliphora vicina*, over a range of temperatures. **Medical and Veterinary Entomology**. **20**: 106-114.
- Fraga, N. J. 2004. **Comportamento de oviposição de adultos, tempo de desenvolvimento e morfologia dos imaturos de *Hemilucilia segmentaria* (Fabricius), *H. semidiaphana* (Rondani) e *Lucilia eximia* (Wiedemann) (Diptera: Calliphoridae) na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Brasil**. Dissertação Mestrado, INPA, Manaus. Xiii+71p.
- Gabre, R. M., F. K. Adham & H. Chi. 2005. Life table of *Chrysomya megacephala* (Fabricius) (Diptera: Calliphoridae). **Acta Oecologica** **27**: 179–183.
- Grassberger, M. & C. Reiter. 2001. Effect of temperature on *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae) development with special reference to the isomegalen- and isomorphen-diagram. **Forensic Science International**. **120**: 32–36.
- Grassberger M, Reiter C 2002. Effect of temperature on development of the forensically important holartic blow fly *Protophormia terranova* (Robineau-Desvoidy) (Diptera: Calliphoridae). **Forensic Science International**. **128**: 177-182.

- Greenberg, B. & L. M. Szyska. 1984. Immature stages and biology of fifteen species of Peruvian Calliphoridae. **Annals of the Entomological Society of América**. **77(5)**: 488-515.
- Greenberg, B. 1990. Nocturnal ovoposition behavior of blow flies (Diptera: Calliphoridae), **Journal of Medical Entomology** **27**: 807-810.
- Greenberg, B. 1991. Flies as Forensic indicators. **Journal of Medical Entomology** **28**: 565-577.
- Gullan, P. J & P. S. Cranston. 2008. **Os Insetos: Um Resumo de Entomologia**. Editora Roca, São Paulo, 3º Ed, 440p.
- Higley, L. G. & R. K. D. Peterson. 1994. Initiating sampling programs. *In*: Pedigo, L.P & G.D. Buntin (Eds.). **Handbook of Sampling Methods for Arthropods in Agriculture**. CRC Press LLC, Boca Raton, Flórida, PP 123-145.
- Higley, L. G. & N. H. Haskell. 2003. Insect Development an Forensic Entomology. *In*: Byrd, J. H. & J. L. Castner (Eds.). **Forensic Entomology: The utility of arthropods in legal investigations**. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida, pp. 287-302.
- Ikemoto, T. & K. Takai. 2000. A New Linearized Formula for the Law of Total Effective Temperature and the Evaluation of Line-Fitting Methods with Both Variables Subject to Error. **Environtal Entomology**. **29(4)**: 671-682.
- Krüger, R. F., P. B. Ribeiro & C. J. B. Carvalho. 2003. Desenvolvimento de *Ophyra albuquerquei* Lopes (Diptera, Muscidae) em condições de laboratório. **Revista Brasileira de Entomologia** **47(4)**: 643-648.
- Liu, D. & B. Grenberg. 1989. Immature stages of some flies of forensic importance. **Annals of the Entomological Society of America**. **82(1)**: 80-93.

- Marchenko, M. L. 2001. Medicolegal relevance of cadaver entomofauna for the determination of the time of death. **Forensic Science International** **120**: 89-109.
- Mello, R. P. 1969. Contribuição ao estudo do gênero *Myiolucilia* Hall (Diptera, Calliphoridae). **Studia Entomologica**. **12**: 297-315.
- Mello, R. P. 2003. Chave para identificação das formas adultas das espécies da família Calliphoridae (Diptera, Brachycera, Cyclorrhapha) encontradas no Brasil. **Entomologia y Vectores**. **10(2)**: 255-268.
- Milward-de-Azevedo, E. M. V., V. M. Carraro., C. Martins., O. I. Moreira., M. Cruz & I. Serafin. 1996. Desenvolvimento pós-embrionário de *Chrysomya megacephala* (Fabricius) (Diptera: Calliphoridae) em diferentes temperaturas, sob condições experimentais. **Arquivos de Biologia e Tecnologia** **39(4)**: 793-798.
- Monteiro-Filho, E. L. A. & J. L. Peneireiro. 1987. Estudo da decomposição e sucessão sobre uma carcaça animal numa área do estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**. **47** (1987) 289-295.
- Moura, M. O., C. J. B. Carvalho & E. L. A. Monteiro-Filho. 1997. A preliminary analysis of insects of médico-legal importance in Curitiba, State of Paraná. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. **92**: 269-274.
- Nabity, P.D., L.G. Higley & T.M. Heng-Moss. 2007. Light-induced in development of forensically important blow fly *Phormia regina* (Diptera: Calliphoridae). **Journal of Medical Entomology**. **44**: 351-358.
- Oliveira-Costa, J.; C. A. Mello-Patiu & S. M. Lopes. 2001. Dipteros muscóideos associados com cadáveres humanos no local da morte, no estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Boletim do Museu Nacional, Série Zoologia**. **464**: 1-6.
- Oliveira-Costa, J. 2008. **Entomologia Forense: Quando os insetos são vestígios**. Editora Millenium, Campinas, 2º Ed. 420p.

- Queiroz. M. M. C. 1996. Algumas características do comportamento reprodutivo e observações preliminares sobre o horário de oviposição de *Chrysomya albiceps* (Wiedemann) (Diptera, Calliphoridae), em laboratório. **Revista Brasileira de Entomologia**. **30(2)**: 133-136.
- Queiroz. M. M. C., R. P. Mello & N. M. S. Freire. 1996. The Effect of Different Proportions of Males and Females over the *Chrysomya albiceps* (Wiedemann 1819) (Diptera, Calliphoridae) Biotic Potential and Longevity Under Laboratory Conditions. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. **91(2)**: 243-247.
- Salviano, R. J. B.; R. P. Mello; R. F. S Beck, & A. Ferreira. 1996. Calliphoridae (Diptera) associated with human corpses in Rio de Janeiro, Brazil. **Entomologia y Vectores**. **3(5)**:145-146.
- Serra, H.; W. A. C. Godoy.; F. J. Von-Zuben.; C. J. Von-Zuben & S. F. Reis. 2007. Sex ratio and dynamic behavior in populations of the exotic blowfly *Chrysomya albiceps* (Diptera, Calliphoridae). **Brazilian Journal of Biology**. **67(2)**: 347-353.
- Silveira-Neto, S.; O. Nakano, D. Barbin & N. M. Villa-Nova. 1976. **Manual de Ecologia dos Insetos**. Editora Agronômica Ceres, São Paulo, 419p.
- Smith, K. G. V. 1986. **A Manual of Forensic Entomology**. Cornell University Press, Ithaca, New York, 205p.
- Souza, A.M. & A.X. Linhares. 1997. Diptera and Coleoptera of potential forensic importance in southeastern Brazil: Relative abundance and seasonality. **Medical and Veterinary Entomology** **11**: 8-12.
- Souza, A. S. B.; F. D. Kirst & R. F. Krüger. 2008. Insects of forensic importance from Rio Grande do Sul State in Southern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**. **52(4)**: 641-646.

- Tarone, A.M. & R.F. David. 2008. Generalized Additive Models and *Lucilia sericata* Growth: Assessing Confidence Intervals and Error Rates in Forensic Entomology. **Journal of Forensic Science**.53(4): 942-948.
- Thyssen, P. J. 2005. **Caracterização das formas imaturas e determinação das exigências térmicas de duas espécies de califorídeos (Diptera) de importância forense**. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas, SP, xiv + 102 pp.
- Vélez, C. & M. Wolff. 2008. Rearing five species of Diptera (Calliphoridae) of forensic importance in Colombia in semicontrolled field conditions. **Papéis Avulsos de Zoologia**. 48(6):41-47.
- Wells, J. D., H. Kurahashi. 1994. *Chrysomya megacephala* (Fabricius) (Diptera: Calliphoridae) development: rate, variation and implications for forensic entomology. **Japanese Journal of Sanitary Zoology** 45(4): 303-309.

Tabela I. Variação do tempo mínimo e máximo de desenvolvimento de Calliphoridae associados a decomposição com relação ao período sazonal em Manaus, AM, 2008.

Espécie	Tempo Mínimo (Horas)	Tempo Máximo (horas)	Estação
<i>Chrysomya albiceps</i>	185h 30 min	259h33min	M. C.
	289h 46 min	433h05min	C.
<i>Chrysomya megacephala</i>	212 h 15 min	240h55min	M. C.
	257h 43 min	262h20min	C.
<i>Hemilucilia segmentaria</i>	250h02min	266h58min	M. C.
	241h40min	312h56min	C.
<i>Lucilia eximia</i>	314h26min	383h06min	M. C.
	451h39min	475h57min	C.
<i>Paralucilia paraensis</i>	252h19min	282h10min	M. C.

M. C = Estação Menos Chuvosa, C = Estação Chuvosa.

Tabela II. GDA* e GHA* para cada estágio de desenvolvimento das espécies de Calliphoridae associados a decomposição em em relação ao período sazonal em Manaus, AM, 2008.

Espécie	Estação	Estádio						
		Ovo	L1	L2	L3	Pupa	Adulto	
<i>Chrysomya albiceps</i>	GHA	C	190,60	199,80	463,09	1623,34	2657,75	5543,71
		MC	188,05	236,01	244,85	1101,81	1794,89	4081,09
	GDA	C	7,94	8,33	19,30	67,64	110,74	230,99
		MC	7,84	9,83	10,20	45,91	74,79	170,05
<i>Chrysomya megacephala</i>	GHA	C	174,73	206,94	222,50	1497,02	1984,23	4085,41
		MC	200,13	222,67	199,59	1461,15	1988,71	4077,30
	GDA	C	7,28	8,62	9,27	62,38	82,68	170,23
		MC	8,34	9,28	8,32	60,88	82,86	169,89
<i>Hemilucilia segmentaria</i>	GHA	C	177,74	190,44	183,30	1721,10	1875,68	4398,85
		MC	200,67	218,52	224,47	1987,09	2006,74	4657,15
	GDA	C	7,41	7,94	7,64	71,71	78,15	183,29
		MC	8,36	9,11	9,35	82,80	83,61	194,05
<i>Lucilia eximia</i>	GHA	C	176,95	258,68	945,38	2432,24	3427,92	7354,63
		MC	207,35	201,40	423,89	1738,27	3139,92	6248,48
	GDA	C	7,37	10,78	39,39	101,34	142,83	306,44
		MC	8,64	8,39	17,66	72,43	130,83	260,35
<i>Paralucilia paraensis</i>	GHA	MC	183,00	205,54	235,65	1462,23	2598,84	4841,06
	GDA	MC	7,63	8,56	9,82	60,93	108,29	201,71

MC = Menos Chuvosa; C= Chuvosa; GHA= Grau Hora Acumulado; GDA= Grau Dia Acumulado;

*Valores calculados considerando o limiar mínimo de temperatura de 10°C (Higley & Peterson 1994).

Tabela III. Total de ovos de Calliphoridae e total de adultos emergidos e sua respectiva razão sexual

Espécie	N	N Emergido	Razão Sexual	Estação
<i>Chrysomya albiceps</i>	100	100	1,00	M. C.
	100	100	1,00	C.
<i>Chrysomya megacephala</i>	100	97	0,52	M. C.
	100	100	0,52	C.
<i>Hemilucilia segmentaria</i>	100	100	0,51	M. C.
	100	98	0,50	C.
<i>Lucilia eximia</i>	100	100	0,50	M. C.
	100	100	0,55	C.
<i>Paralucilia paraensis</i>	200	200	0,51	M. C.
Total	1000	995		

M. Chuvosa = Estação Menos Chuvosa, C = Estação Chuvosa, N Emergido = Número de adultos emergidos.

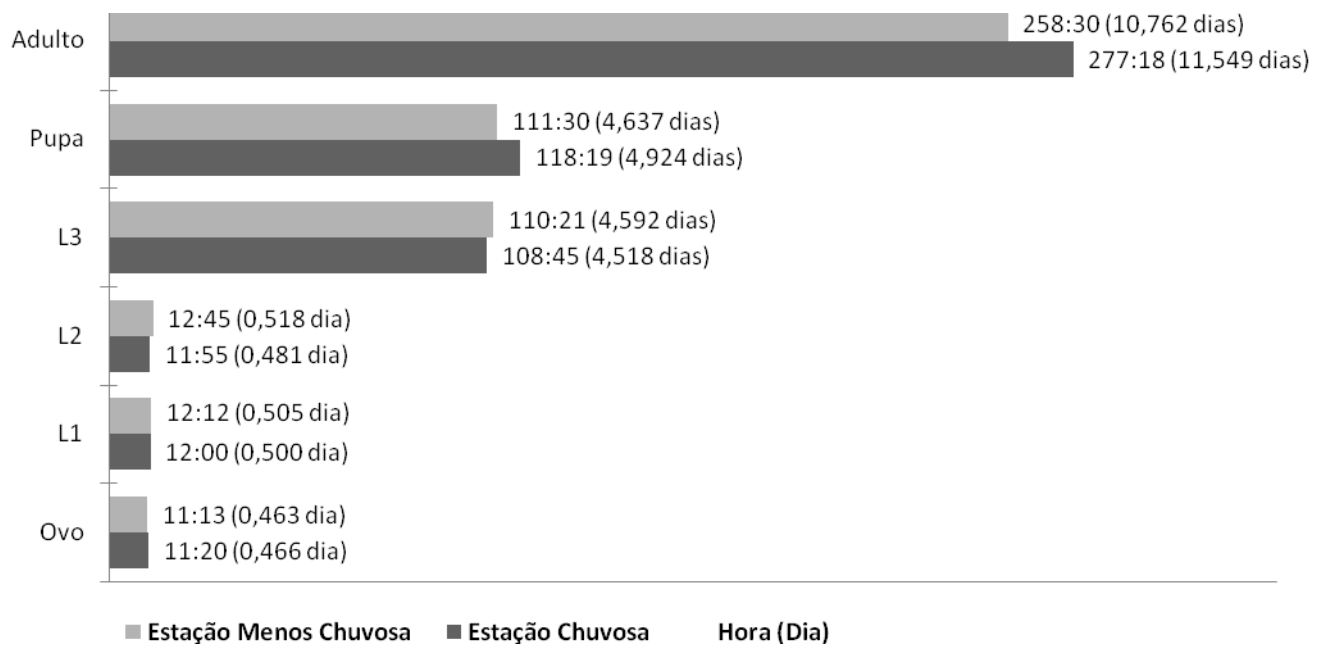


Figura 1. Variação média do tempo de desenvolvimento de *Hemilucilia segmentaria* em ambas as estações climáticas, Manaus, AM, 2008.

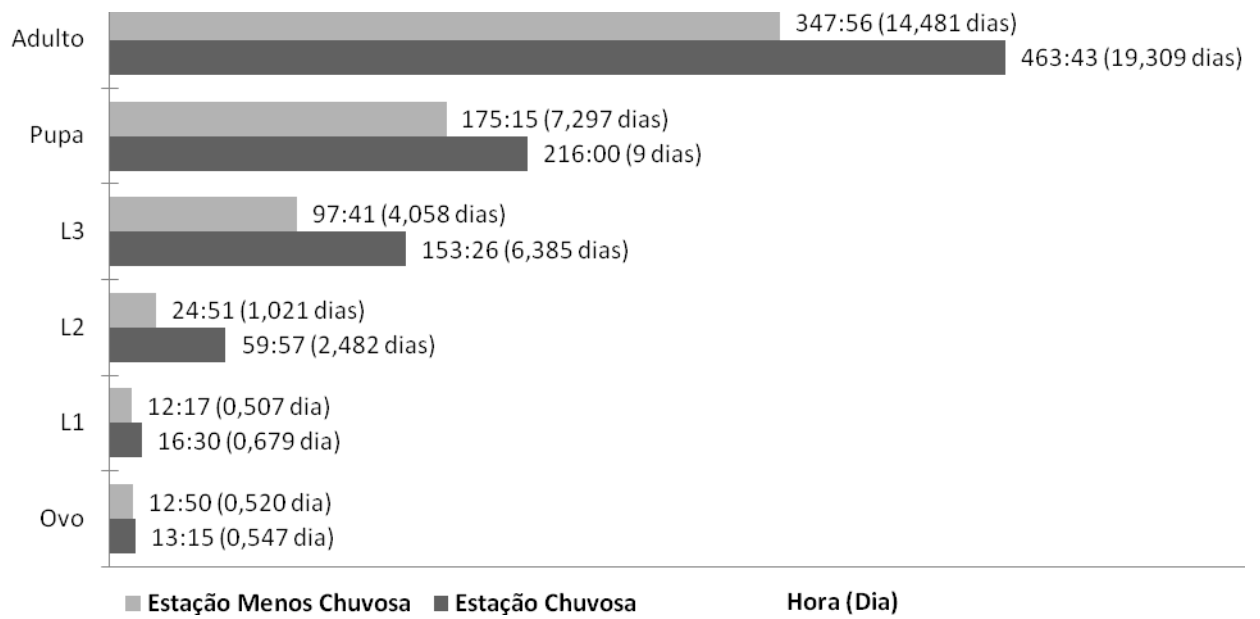


Figura 2. Variação média do tempo de desenvolvimento de *Lucilia eximia* em ambas as estações climáticas, Manaus, AM, 2008.

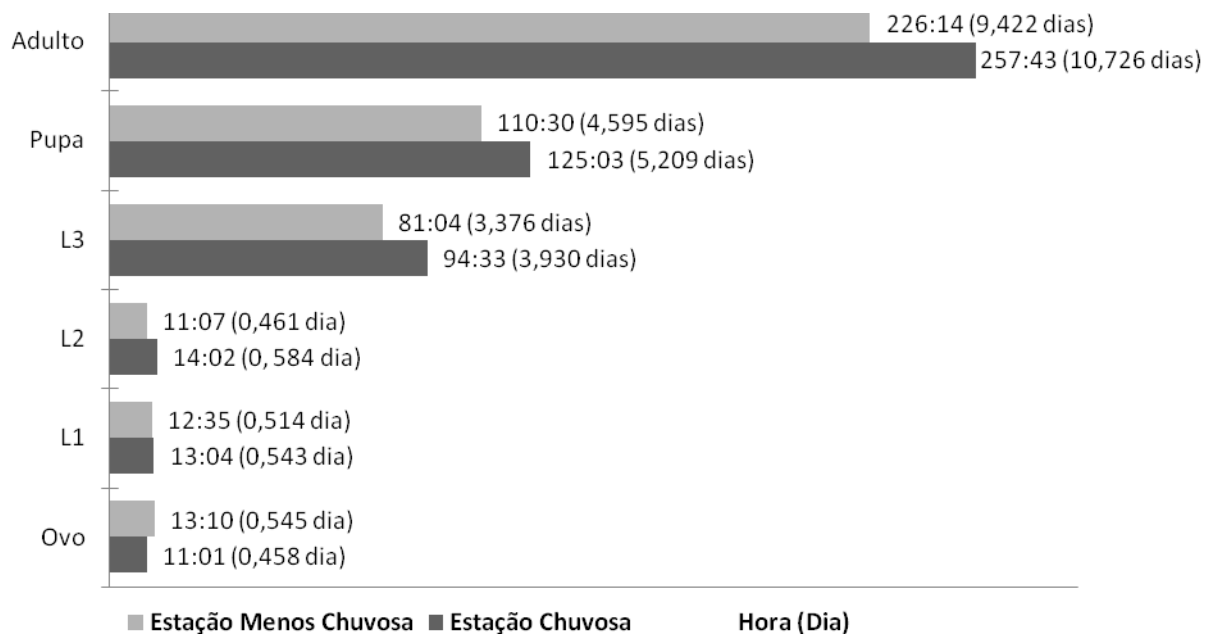


Figura 3. Variação média do tempo de desenvolvimento de *Chrysomya megacephala* em ambas as estações climáticas, Manaus, AM, 2008.

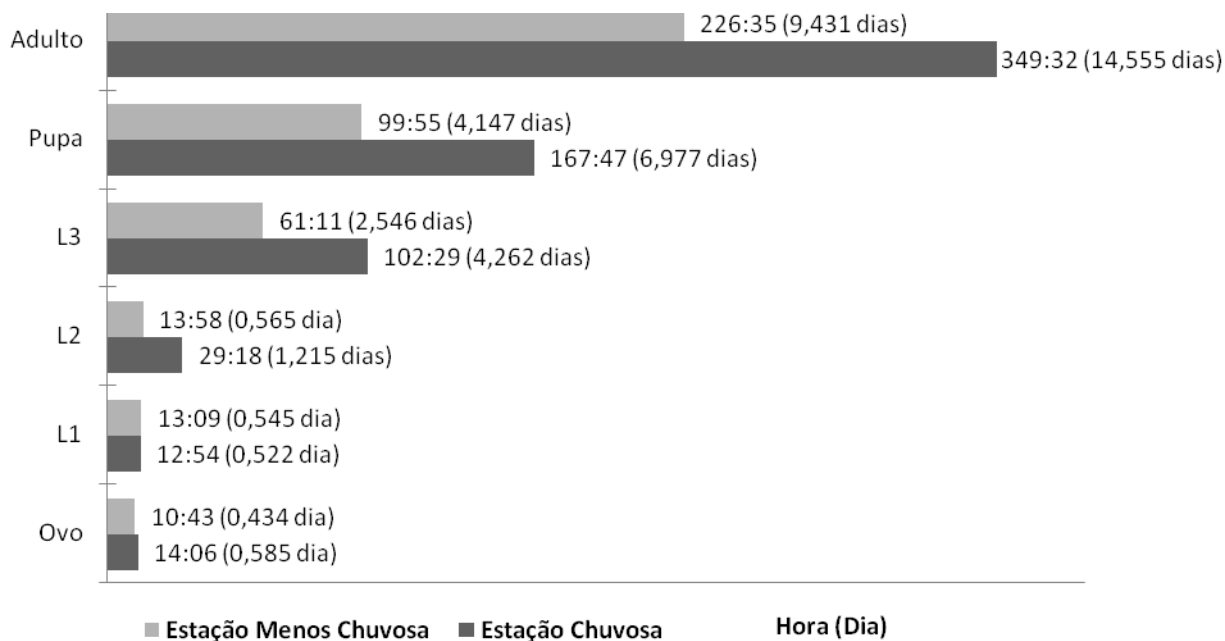


Figura 4. Variação média do tempo de desenvolvimento de *Chrysomya albiceps* em ambas as estações climáticas em ambas as estações climáticas, Manaus, AM, 2008.

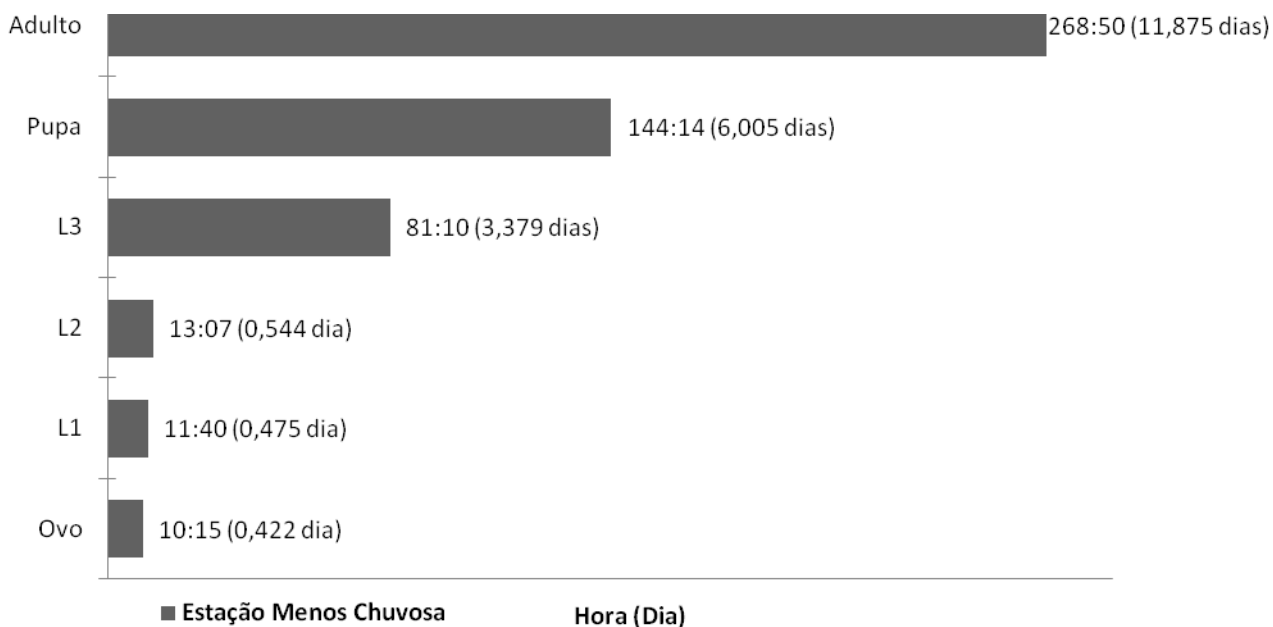


Figura 5. Variação média do tempo de desenvolvimento de *Paralucilia paraensis* na estação menos chuvosa, Manaus, AM, 2008

5. CONCLUSÃO GERAL

- Foram identificadas sete espécies de Calliphoridae, todas elas comuns em coletas em cadáveres ao redor do Brasil, exceto *P. paraensis* que é registrada pela primeira vez em área urbana, bem como é o primeiro registro de seu tempo de desenvolvimento;
- As espécies efetivamente necrófagas e com potencial forense são: *C. albiceps*, *C. megacephala*, *H. segmentaria*, *L. eximia* e *P. paraensis*, entretanto com maior destaque para *C. albiceps* e *L. eximia*, devido ao grande número de imaturos e adultos encontrados no cadáver e por não apresentarem preferência por estação sazonal;
- Foram observados cinco estágios de decomposição e não houve uma diferença no tempo de decomposição do cadáver em ambas as estações;
- O principal fator para rapidez na decomposição são os altos índices de umidade e temperatura, principalmente em área urbana onde as médias são mais altas;
- Os dados obtidos neste estudo relativos a tempo de desenvolvimento podem ser utilizados para cálculo de IPM;

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS (Introdução geral)

- Benecke, M. 2001. A brief history of forensic entomology. *Forensic Science International*. 120:2-14.
- Benecke, M.; Lessig, R. 2001. Child neglect and forensic entomology. *Forensic Science International*. 120:155-159.
- Byrd J.H.; Castner J.L. 2003. *Forensic Entomology: The utility of arthropods in legal investigations*. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida, 418p.
- Catts E.P.; Haskell, N.H. 1991. *Entomological and Death: A procedural guide*. Joyce's Printshop, Clemsom, 182p.
- Campobasso, C.P.; Introna, F. 2001. The forensic entomologist in the context of the forensic pathologist's role. *Forensic Science International*. 120: 132-139.
- Carvalho, L.M.L.; Linhares, A.X. 2001. Seasonality of insect succession and pig carcass decomposition in a natural forest area in southeastern Brazil. *Journal Forensic Science*. 46: 604-608.
- Carvalho, L.M.L.; Linhares, A.X.; Trigo, J.R. 2001. Determination of drug levels and effect of Diazepam on the growth of necrophagous flies of forensic importance in southeastern Brazil. *Forensic Science International*. 120:140-144.
- Carvalho, L.M.L.; Thyssen, P.J.; Goff, M.L.; Linhares, A.X. 2004. Observations on the succession patterns of necrophagous insects on a pig carcass in a urban area of southeastern Brazil. *Aggravals Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology*. 5:33-39.
- Fraga N.J. 2004. *Comportamento de oviposição de adultos, tempo de desenvolvimento e morfologia dos imaturos de Hemilucilia segmentaria (Fabricius), H. semidiaphana (Rondani) e Lucilia eximia (Wiedemann) (Diptera: Calliphoridae) na Reserva*

- Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Brazil* . Dissertação de Mestrado, INPA/UFAM, Manaus, AM, Xiii+ 71pp.
- Freire, O. 1914. Algumas notas para o estudo da fauna cadavérica da Bahia. *Gazeta Médica da Bahia*, 46: 110-125.
- Freire, O. 1923. Fauna cadavérica brasileira. *Revista Médica*. 3: 15-40.
- Gabre, R.M.; Adham, F.K.; Chi, H. 2005. Life table of *Chrysomya megacephala* (Fabricius) (Diptera: Calliphoridae). *Acta Oecologica*. 27: 179–183.
- Goff, M.L.; Odom, C,B. 1990. Forensic entomology in the Hawaii Islands. Three cases. *American Journal of Forensic Medical and Pathology*. 8: 45-50
- Gomes, L.; Von-Zuben, C.J.; Sanches, M.R. 2003. Estudo da dispersão larval radial pós-alimentar em *Chrysomya megacephala* (Fabricius) (Diptera, Calliphoridae). *Revista brasileira de Entomologia*. 47(2):229-234.
- Gomes, L.; Von-Zuben, C.J. 2004. Dispersão larval radial pós-alimentar em *Lucilia cuprina* (Diptera:Calliphoridae) : Profundidade, peso e distância de enterramento para pupação. *Iheringia, Série zologia*. 94:135-138.
- Guimarães, J.H. 1977. A systematic revision of the Mesembrinellidae stat. nov. (Diptera, Cyclorrhapha). *Arquivos Avulsos do Museu de Zoologia. (São Paulo)*. 29(1): 1-109.
- Keh B. Scope and applications of forensic entomology. *Annual Review of Entomology*. 1985, 30: 137-154.
- Luederwaldt, H. 1911. Insetos necrófagos paulistas. *Revista do Museu Paulista*. 8: 414-433.
- Mégnin, P. 1894. *Faune des cadavres. Aplication de L'entomologie a la Médecine Légale*. Masson Editeurs, Paris. 214 p.

- Mello, R. P. 2003. Chave para identificação das formas adultas das espécies da família Calliphoridae (Diptera, Brachycera, Cyclorrhapha) encontradas no Brasil. *Entomologia y Vectores*. 10(2): 255-268.
- Moura, M.O.; Carvalho, C.J.B.; Monteiro-Filho, E.L.A. 1997. A preliminary analysis of insects of medicolegal importance in Curitiba, State of Paraná. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. 92: 269-274.
- Monteiro-Filho, E. L. A.; J.L. Penereiro. 1987. Estudo de decomposição e sucessão sobre uma carcaça animal numa área do Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*. 47: 289-295.
- Oliveira-Costa, J.; Mello-Patiu, C.A.; Lopes, S.M. 2001. Dipteros muscoideos associados com cadáveres humanos no local da morte, no estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Boletim do Museu Nacional, Série Zoologia*. 464:1-6.
- Oliveira-Costa, J. 2008. *Entomologia Forense: Quando os insetos são vestígios*. Editora Millenium, Campinas, 2º ed., 420p.
- Oliveira-da-Silva, A.; Ale-Rocha, R.; Rafael, J.A. 2006. Bionomia dos estágios imaturos de duas espécies de *Peckia* (Diptera, Sarcophagidae) em suíno em decomposição em área de floresta no norte do Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*. 50(4): 524-527.
- Paraluppi, N.D.; Castellon, E.G. 1993. Calliphoridae (Diptera) em Manaus: II. Padrão de atividade de vôo em cinco espécies. *Revista Brasileira de Zoologia*. 10(4): 665-672.
- Paraluppi, N.D.; Castellon, E.G. 1994. Calliphoridae (Diptera) em Manaus: I. Levantamento Taxômico e sazonalidade. *Revista Brasileira de Entomologia*. 34: 661-668.

- Pujol-luz, J.R.; Marques, H.; Ururahy-Rodrigues, A.; Rafael, J.A.; Santana, F.H.A.; Arantes, L.C.; Constantino, R. 2006. A forensic entomology case from the Amazon rain forest of Brazil. *Journal Forensic Science*. 51(5): 1151-1153.
- Pujol-Luz, J.R.; Francez, P.A.; Ururahy-Rodrigues, A.; Constantino, R. 2008. 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*. 53: 476-478.
- Roquete-Pinto, E. 1908. Nota sobre a fauna cadavérica do Rio de Janeiro. *A Tribuna Médica*. 21(1-11): 413-417.
- Salviano, R.J.B.; Mello, R.P.; Beck, R.F.S.; Ferreira, A. 1996. Calliphoridae (Diptera) associated with human corpses in Rio de Janeiro, Brazil. *Entomologia y Vectores*. 3:145-146.
- Smith, K.G.V. 1986. *A Manual of Forensic Entomology*. Cornell University Press, Ithaca, New York, 205p.
- Souza, A.M.; Linhares, A.X. 1997. Diptera and Coleoptera of potential forensic importance in southeastern Brazil: Relative abundance and seasonality. *Medical and Veterinary Entomology*. 11:8-12.
- Souza, A. S. B.; F. D. Kirst; R. F. Krüger. 2008. Insects of forensic importance from Rio Grande do Sul State in Southern Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*. 52(4): 641-646.
- Uruahy-Rodrigues, A. 2008. *Distribuição Temporal dos Calliphoridae (Diptera) associados à decomposição de Sus scrofa Linnaeus (Suidae) na reserva Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas*. Tese de Doutorado, INPA/UFAM, Manaus, AM.
- Uruahy-Rodrigues, A., Rafael, J.A., Wanderley, R.F., Marques, H., Pujol-Luz, J.R. 2008. *Coprophanæus lancifer* (Linnaeus, 1767) (Coleoptera, Scarabaeidae) activity

moves a man-size pig carcass: Relevant data for forensic taphonomy. *Forensic Science International*. 182: e19-e22.