



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E MANEJO DE RECURSOS
NATURAIS

**Distribuição temporal dos Calliphoridae (Diptera) colonizadores de
Sus scrofa L. (Suidae) natimortos na APA Raimundo Irineu Serra,
Acre, Brasil**

THIAGO MARTINS E SILVA

RIO BRANCO – AC
2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E MANEJO DE RECURSOS
NATURAIS

**Distribuição temporal dos Calliphoridae (Diptera) colonizadores de
Sus scrofa L. (Suidae) natimortos na APA Raimundo Irineu Serra,
Acre, Brasil**

Orientador: Prof. Dr. Elder Ferreira Morato

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais da Universidade Federal do Acre como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre.

RIO BRANCO – AC
2017

Dissertação de Mestrado

THIAGO MARTINS E SILVA

**Distribuição temporal dos Calliphoridae (Diptera) colonizadores de
Sus scrofa L. (Suidae) natimortos na APA Raimundo Irineu Serra,
Acre, Brasil**

Banca Examinadora:

Prof^a. Dra. Janyra Oliveira da Costa
Universidade Castelo Branco, RJ

Prof. Dr. José Roberto Pujol Luz
Universidade de Brasília, DF

Prof. Dr. Lisandro Juno Soares Vieira
Universidade Federal do Acre, AC

Prof. Dr. Tiago Georg Pikart
Universidade Federal do Acre, AC

Rio Branco/AC, 03 de novembro de 2017.

“Portanto, meus amados irmãos, todo homem seja
Pronto para ouvir,
Precavido para falar e
Tardio para irar-se.”

(Tg 1,19).

“Em boca fechada,
Não entra mosca.”

Ditado popular.

AGRADECIMENTOS

A Deus e a seus regentes, em especial a São Miguel, ao apóstolo Tiago Maior, a São Jorge e ao tão presente em minha vida Mestre Raimundo Irineu Serra, por me inspirarem ante à complexidade da existência e me protegerem ante aos riscos de minhas escolhas e meus caminhos.

Ao professor **Dr. Elder Ferreira Morato** que, mesmo sem me conhecer, aceitou me orientar em área a ele inédita, percebendo que o assunto é de alta pertinência ecológica e eu teria suficientes comprometimento e dedicação para encarar o projeto até sua conclusão. Agradeço, além da exímia orientação, à amizade ao longo desses dois anos e paciência com minhas limitações de pai de família e servidor público ativo.

Ao professor **Dr. Alexandre Ururahy-Rodrigues**, por ter me apresentado em Macapá no ano de 2010 esse fascinante assunto que é a Entomologia Forense, por ter se disponibilizado a me ensinar desde o básico, a moldar o projeto e dar credibilidade com sua experiência nesse trabalho de estudar varejeiras em meio à podridão, a me apresentar outros ícones brasileiros da área, à disponibilidade de vir ao Acre duas vezes para realizarmos projetos pilotos, e por sua grande e frutífera amizade desde que nos conhecemos. Agradeço por, mesmo não oficial, sua produtiva orientação.

Ao professor **Dr. José Roberto Pujol-Luz**, por me aceitar em seu laboratório três vezes, ficando na última um mês completo, sendo desde a primeira vez, mesmo sem me conhecer, sempre paciente, cortês, bem-humorado e amável para que eu pudesse desfrutar de sua sapiência e usufruir ao máximo dessas viagens para, assim, voltar ao Acre um pouco mais entomólogo. Agradeço por me incluir aos diversos cafés com bate-papo com tantos outros doutores seus amigos que aliviaram o exaustivo trabalho e enriqueceram-me não só como aluno, mas também como homem. Agradeço por ter me convidado a participar de sua disciplina Entomologia Forense na UnB e ter disponibilizado toda sua biblioteca virtual referente ao tema e parte de sua biblioteca física, as quais foram essenciais para esse trabalho. Agradeço ainda por sempre ter renovado a minha esperança e me mostrado meios mais eficazes nos momentos que eu mesmo desacreditei que fosse capaz de finalizar a tarefa empreendida.

Aos professores Dr. Armando Muniz Calouro, Dr. Francisco Glauco de Araújo Santos, Dra. M^a. Rosélia Marques Lopes e Dr. Lisandro Juno Soares Vieira pelas tão pertinentes e proveitosas considerações durante a qualificação desse projeto.

À doutoranda **Karine Brenda Barros-Cordeiro** do Departamento de Zoologia da UnB, primeiro pela amizade desde o primeiro dia em que nos conhecemos, quando me indicou detalhes importantes da criação em laboratório e desmitificou outros detalhes antes preocupantes, por sua paciência em elucidar dúvidas talvez banais para ela, mas importantes para um engenheiro florestal novato na área biológica, por ter lapidado com persistência minha insensibilidade às nuances que a identificação taxonômica de Calliphoridae exige, por ter se disponibilizado, mesmo grávida de 8 meses, a finalizar a identificação de todas as moscas acreas levadas até lá, por ter me repassado certa malícia necessária no mundo acadêmico e por ser inspiração com seu exemplo de batalhar diariamente rumo às suas metas. Certamente uma amizade fruto desse trabalho que permanecerá.

À Dra. Janyra Oliveira-Costa e, mais uma vez, ao Dr. Alexandre Ururahy Rodrigues e ao Dr. Armando Muniz Calouro, pelas importantes bibliografias cedidas.

Aos amigos Jomerson Lisboa, Antônio Gomes e amiga e esposa amada Elizabeth Piccirilli, por ajudarem a abrir o caminho até os locais de deposição dos cadáveres suínos, por auxiliarem nas observações, coletas e triagens diárias, pelo incentivo na persistência em continuar, pelo interesse nos resultados e pelas agradáveis companhias que foram nos dias de campo.

Aos amigos engenheiros florestais Ana Cláudia Pupim e Igor Agapejev, pela ajuda na confecção dos mapas da área do experimento.

Ao amigo acadêmico de medicina veterinária Diego Vitor, pela ajuda na custódia dos cadáveres suínos congelados e na aferição da massa corporal desses.

A meus pais, Eliane Martins e Walter Silva, por terem me proporcionado o ensino da língua inglesa desde a infância, culminando com uma formação de excelência que foi fundamental para triturar e absorver tanta bibliografia especializada.

À empresa Dom Porquito Agroindustrial S/A, com sede no município de Brasiléia/AC, por ter doado todos os suínos natimortos utilizados nesse trabalho.

Ao Departamento da Polícia Técnico-Científica (DPTC) do Acre, na pessoa do diretor geral Dr. Haley Márcio Vilas Boas da Costa, por ter disponibilizado local para a implantação do Laboratório de Entomologia Forense, permitindo assim que os imaturos fossem criados, e por financiar em parte as vindas do Dr. Alexandre Ururahy Rodrigues ao Acre.

Ao Laboratório de Entomologia Médica e Forense (LEMF) da Fundação e Instituto Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) do Rio de Janeiro, por financiar em parte as vindas do Dr. Alexandre Ururahy Rodrigues ao Acre.

Ao Programa de Pós-Graduação de Ecologia e Manejo de Recursos Naturais da UFAC, pelo empréstimo dos equipamentos datalogger e por todas as oportunidades oferecidas durante os dois anos de mestrado.

Ao Programa de Apoio à Pós-Graduação (PROAP) da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) do Ministério da Educação (MEC), por ter financiado em parte os custos desse projeto.

Ao Dr. Tiago Georg Pikart e, ainda mais uma vez, à Dra. Janyra Oliveira da Costa, ao Dr. José Roberto Pujol Luz, ao Dr. Lisandro Juno Soares Vieira, ao Dr. Alexandre Ururahy Rodrigues e ao Dr. Elder Ferreira Morato, pelas revisões, sugestões e contribuições para a versão final desta dissertação.

A todos, minha sincera gratidão e meu muito obrigado!

DEDICATÓRIA

*A meus filhos Nina Motta Martins e Ivo Piccirilli Martins,
Que sempre levem em seus propósitos que o estudo é tudo.*

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABELAS	xii
RESUMO.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	7
2.1. Objetivo geral.....	7
2.2. Objetivos específicos.....	7
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	8
3.1. Área de estudo	8
3.2. Modelos.....	10
3.3. Experimento	10
3.4. Coleta de insetos.....	11
3.5. Criação em laboratório	12
3.6. Identificação	14
3.7. Dados meteorológicos	15
3.8. Análises	16
4. RESULTADOS	19
4.1. Entomofauna colonizadora	19
4.2. Representatividade da família Calliphoridae	19
4.3. Decomposição dos cadáveres suínos	23
4.4. Processo de decomposição e os califorídeos.....	26
4.5. Dados meteorológicos e emergência de califorídeos	33
5. DISCUSSÃO.....	38
5.1. As espécies de Calliphoridae colonizadoras	38
5.2. Diferenças observadas entre os ambientes	41
5.3. Relação entre os estágios de decomposição e os califorídeos colonizadores	43
5.4. Temperatura e o sucesso de emergência	45
5.5. Perspectivas.....	46
6. CONCLUSÕES.....	48
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Grupos ecológicos da fauna associados a um cadáver. Adaptado de Miranda et al. (2013).....2
- Figura 2.** Localização da Área de Proteção Ambiental Raimundo Irineu Serra (APARIS), em relação a Rio Branco, ao Acre e ao Brasil.....8
- Figura 3.** Localização da área de deposição dos cadáveres suínos dentro da APARIS.....9
- Figura 4.** Locais de deposição dos cadáveres suínos na APARIS.....11
- Figura 5.** Exemplos dos potes de criação: pote de alimentação aberto contendo carne bovina moída, dentro do pote de pupação contendo vermiculita e fechado com tampa modificada.....13
- Figura 6.** Gaiola de criação de imaturos no Laboratório de Entomologia Forense do DPTC-AC.....14
- Figura 7.** [A] *L. eximia* vista lateral; [B] *L. eximia* vista dorsal; [C] *Ch. albiceps* vista lateral; [D] *Ch. albiceps* vista dorsal; [E] *Co. macellaria* vista lateral; [F] *Co. macellaria* vista dorsal; [G] *H. segmentaria* vista lateral; [H] *H. segmentaria* vista dorsal; [I] *H. semidiaphana* vista lateral; e [J] *H. semidiaphana* vista dorsal20
- Figura 8.** Tempo de emergência (dias) = Dias de decomposição (DD) do cadáver suíno no momento da coleta + Dias de criação (DC) em laboratório, no ambiente Mata. O traço horizontal representa a média e o traço vertical a amplitude.....22
- Figura 9.** Tempo de emergência (dias) = Dias de decomposição (DD) do cadáver suíno no momento da coleta + Dias de criação (DC) em laboratório, no ambiente Pasto. O traço horizontal representa a média e o traço vertical a amplitude.....22
- Figura 10.** Dendrograma de similaridade, através do índice de Jaccard, entre as espécies colonizadoras de Calliphoridae, em função da ocorrência no ambiente (Mata e Pasto) e das unidades amostrais.....23
- Figura 11.** Estágios de decomposição dos cadáveres suínos no ambiente Mata e no ambiente Pasto.....24
- Figura 12.** Duração dos estágios de decomposição de *Sus scrofa* L. durante o experimento, 2016/2017, de cada repetição, com o respectivo horário de deposição em campo.....25
- Figura 13.** Tempo de decomposição (dias) em função da massa corporal (kg) dos oito cadáveres suínos.....26

- Figura 14.** Dendrogramas de similaridade, através do índice de Jaccard, entre os estágios de decomposição, em função das espécies colonizadoras de Calliphoridae. [A] Mata; [B] Pasto; e [C] Geral.....27
- Figura 15.** Dendrogramas de similaridade, através do índice de Jaccard, entre as espécies colonizadoras de Calliphoridae, em função dos estágios de decomposição. [A] Mata; [B] Pasto; e [C] Geral.....28
- Figura 16.** Riqueza acumulada em função dos dias de decomposição dos cadáveres suínos em campo, sendo cada ponto representante da média de um estágio de decomposição. [A] Mata; [B] Pasto; [C] Geral.....30
- Figura 17.** Riqueza em função da duração (dias) de cada estágio de decomposição dos cadáveres suínos em campo, sendo cada ponto representante de um ou mais estágios de decomposição. [A] Mata; [B] Pasto; [C] Geral.....31
- Figura 18.** Presença das espécies de Calliphoridae colonizadoras por estágio de decomposição. [A] Mata; [B] Pasto; [C] Geral.....32
- Figura 19.** Variações da umidade relativa do ar média (%), da temperatura do ar média (° C) do local do experimento e da riqueza de emergência, no ambiente Mata, para cada repetição. [M1-M4].....34
- Figura 20.** Variações da umidade relativa do ar média (%), da temperatura do ar média (° C) do local do experimento e da riqueza de emergência, no ambiente Pasto, para cada repetição. [P1-P4].....35
- Figura 21.** Variação da umidade relativa do ar média (%) e variação da temperatura do ar média (° C) do laboratório de criação do DPTC-AC, para todo período do experimento.....36

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Emergência de adultos em laboratório correspondendo aos estágios de decomposição em que foram coletados, considerando os dados gerais (Mata e Pasto), onde 1,0 (100%) significa emergência colonizada em oito cadáveres suínos.....32
- Tabela 2.** Emergência em laboratório das coletas de califorídeos colonizadores, por ambiente (Mata e Pasto).36
- Tabela 3.** Tempo de criação (dias) em laboratório até a emergência de adultos, sendo: Tr.1 Andrade et al. (2005); Tr.2 Oliveira & Vasconcelos (2010); Tr.3 Vasconcelos et al. (2013); Tr.4 Silva et al. (2012); Tr.5 Estrada et al. (2009).....40

PADRONIZAÇÃO BIBLIOGRÁFICA

A formatação do documento, as referências bibliográficas e citações estão de acordo com o método *The Chicago Manual of Style (CMS)*, 16th edition, September 2010.

RESUMO

A Ecologia de decomposição de cadáveres é pouco estudada ante à sua importância na ciclagem de nutrientes e energia. A decomposição de cadáveres é um processo contínuo afetado, principalmente, pela temperatura, umidade, bactérias, fungos e atividade de insetos colonizadores que utilizam o recurso em decomposição para completarem seu ciclo de desenvolvimento. Dentre os insetos necrófagos, a família Calliphoridae (Diptera) é a mais importante. Este estudo foi realizado em dois ambientes, Mata e Pasto, entre 21 de dezembro de 2016 e 03 de março de 2017. Foi a primeira vez, no Estado do Acre, que a sucessão ecológica dos califórídeos colonizadores de matéria orgânica animal e as etapas do processo de decomposição foram observadas. Para isso, foram usados oito indivíduos de *Sus scrofa* L. natimortos, sendo coletados, criados e identificados os imaturos colonizadores, associando-os com o ambiente, com a temperatura e umidade relativa do ar e com o estágio de decomposição. Foram observados os cinco estágios de decomposição (fresco, inchado, decomposição ativa, decomposição avançada e restos). Foram identificadas quatro espécies em cada ambiente pertencentes a duas subfamílias. Na Mata, Chrysomyinae: *Chrysomya albiceps* (Wiedemann), *Hemilucilia segmentaria* (Fabricius) e *H. semidiaphana* (Rondani); e Luciliinae: *Lucilia eximia* (Wiedemann). No Pasto, Chrysomyinae: *Ch. albiceps*, *Cochliomyia macellaria* (Fabricius) e *H. segmentaria*; e Luciliinae: *L. eximia*. Os tempos médios, em dias, de desenvolvimento verificados foram, para Mata e Pasto, respectivamente, 14 e 13 para *Ch. albiceps*, 10 para *Co. macellaria*, 14 e 12 para *H. segmentaria*, 12 para *H. semidiaphana*, e 18 e 17 para *L. eximia*. Não foi encontrada correlação significativa da temperatura, da umidade relativa do ar ou do ambiente com a taxa de emergência em laboratório. Foram verificadas, através do índice de Jaccard, similaridades de 100% dos estágios inchado e restos no ambiente Mata, e decomposição ativa e restos no ambiente Pasto, em função das espécies colonizadoras. O estágio de decomposição avançada foi o único que resultou em coletas com adultos emergidos para todas as cinco espécies. *H. segmentaria* foi presente em todo o processo de decomposição no ambiente Mata. *Ch. albiceps* e *L. eximia* foram presentes em todo o processo de decomposição no ambiente Pasto.

Palavras chaves: Ecologia de decomposição; Entomologia Forense; Chrysomyinae; Luciliinae; Cadáveres suínos de pequena biomassa; Amazônia; Acre.

ABSTRACT

The carrion ecology is poorly studied due to its importance in the cycling of nutrients and energy. The decomposition of corpses is a continuous process mainly affected by the temperature, humidity, bacteria, fungi and activity of colonizers insects that use the decomposing resource to complete their development cycle. Among the necrophagous insects, the family Calliphoridae (Diptera) is the most important. The study was carried out in two habitats, Forest and Pasture, between December 21, 2016 and March 03, 2017. It was the first time, in the State of Acre, that the ecological succession of the colonizers of animal organic matter and the stages of the decomposition process were observed. To do this, eight models of *Sus scrofa* L. stillborn were used, and the immature settlers were collected, created and identified, associating them with the habitat, with the temperature and relative air humidity, and with the stage of decomposition. The five stages of decomposition (fresh, bloated, active decay, advanced decay and remains) were observed. Four species in each habitat belonging to two subfamilies were identified. In Forest, Chrysomyinae: *Chrysomya albiceps* (Wiedemann), *Hemilucilia segmentaria* (Fabricius) e *H. semidiaphana* (Rondani); and Luciliinae: *Lucilia eximia* (Wiedemann). In Pasture, Chrysomyinae: *Ch. albiceps*, *Cochliomyia macellaria* (Fabricius) and *H. segmentaria*; and Luciliinae: *L. eximia*. The average times, in days, for development verified were, for Forest and Pasture, respectively, 14 and 13 for *Ch. albiceps*, 10 for *Co. macellaria*, 14 and 12 for *H. segmentaria*, 12 for *H. semidiaphana*, and 18 and 17 for *L. eximia*. No significant correlation of temperature, relative air humidity or habitat with laboratory emergency rate was found. Through the Jaccard index, similarities of 100% were verified for bloated and remains stages in Forest, and for active decay and remains stages in Pasture, in function of colonizers species. The advanced decay stage was the only one that resulted in collections with emerged adult for all five species. *H. segmentaria* was present throughout the decomposition process in the Forest environment. *Ch. albiceps* and *L. eximia* were present throughout the decomposition process in the Pasture environment.

Key words: Decomposition Ecology; Forensic Entomology; Chrysomyinae; Luciliinae; Small biomass pig carcasses; Amazon; Acre.

1. INTRODUÇÃO

A decomposição de materiais orgânicos é parte integrante e essencial da ciclagem de energia e nutrientes nos ecossistemas, influenciada inicialmente pela temperatura, umidade, precipitação, luz e pela ação de bactérias e fungos anaeróbios (presentes no intestino) e aeróbios (presentes no meio ambiente) e, em seguida, por uma série de artrópodes, com predominância de insetos necrófagos (Gill-King 1997; Campobasso et al. 2001; Powers 2005; Benbow et al. 2016a; Forbes & Carter 2016).

A decomposição de cadáveres é um processo efêmero e ecologicamente fundamental à ciclagem de nutrientes e energia, proporcionando interações intra e interespecíficas sobre e sob esses substratos, sendo fonte de recurso para as dinâmicas regionais (Moura et al. 2005; Carter et al. 2007; Tomberlin et al. 2011a; Barton et al. 2013; Benbow et al. 2016b; Cammack et al. 2016). Cadáver ou carcaça é a biomassa sem vida derivada de um organismo heterotrófico (Benbow et al. 2016a).

O processo contínuo e dinâmico da decomposição de um cadáver inicia no momento da morte e termina quando o cadáver é reduzido a esqueleto (Goff 2009; Schoenly et al. 2016). A variação de tempo do processo completo é grande quando observado em diferentes biomas e condições climáticas (Beaver 1977), podendo ir de poucos dias (Freire 1923; Forbes & Carter 2016) até quatro anos (Mégnin 1894; Scaglia 2011) depois da morte. O tempo de decomposição total é muito menor nos países tropicais de clima quente do que o observado em regiões temperadas (Oliveira & Vasconcelos 2010).

A divisão do processo da decomposição em intervalos discretos é questionada por alguns autores (Perez et al. 2014; Schoenly et al. 2016). Todavia, essa divisão facilita a temporalidade do processo conforme suas características, reconhecendo diferentes

estágios, em quantidade e descrição, conforme observação do autor (Goff 2009; Ries & Blochtein 2015; Schoenly et al. 2016). A duração de cada estágio da decomposição pode diferir, mas sua ordem de ocorrência é inevitavelmente constante (Campobasso et al. 2001; Powers 2005; Vasconcelos et al. 2013; Pechal et al. 2014).

A classificação usual da fauna que participa do processo transformativo de cadáveres (Figura 1) pode ser dividida em quatro grupos ecológicos distintos (Keh 1985; Catts & Goff 1992), conforme indicado a seguir.

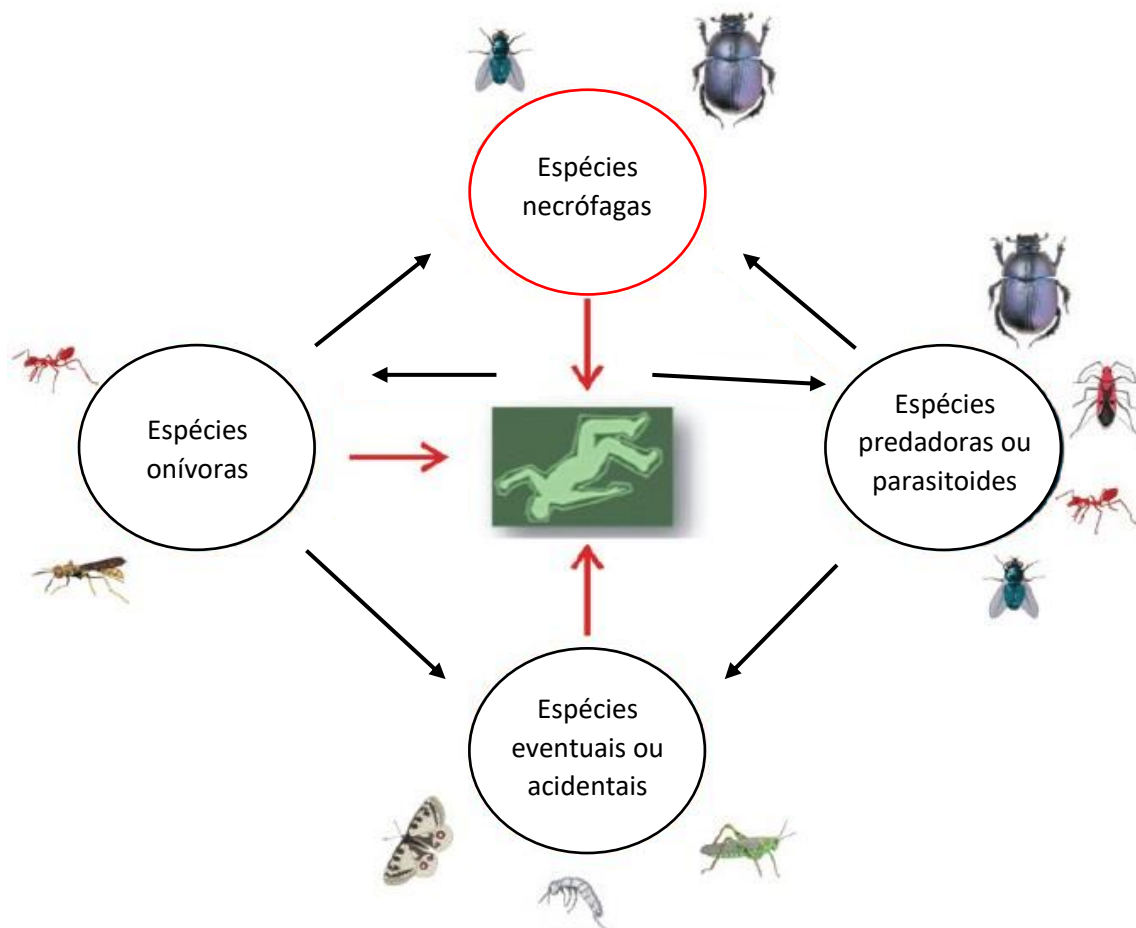


Figura 1 - Grupos ecológicos da fauna associados a um cadáver. Adaptado de Miranda et al. (2013).

- **Necrófagos:** utilizam a matéria orgânica em decomposição como fonte alimentar, ou como estímulo à oviposição, ou para o desenvolvimento e alimentação de suas fases imaturas;

- predadores e parasitoides: alimentam-se de insetos presentes nos cadáveres ou parasitam os insetos colonizadores;
- onívoros: alimentam-se tanto da matéria em decomposição quanto da fauna associada a esta; e
- eventuais ou visitantes: estão no cadáver por acaso, sendo o cadáver apenas uma extensão do ambiente.

Em todos esses grupos associados ao processo de decomposição, a classe Insecta é a mais presente. Todos os insetos desenvolvem-se de ovos, sendo a maioria ovípara e alguns vivíparos. Ambos ovíparos e vivíparos, quando depositados, são colocados em lugares adequados para as formas jovens, tanto em relação à disponibilidade de alimento, como em relação às condições abióticas (Mello-Patiu 2007).

Os insetos necrófagos se instalam, se alimentam e procriam em cadáveres animais pelo fato da carne decomposta formar um excelente micro-habitat (Oliveira-Costa 2007). Essa colonização da carne em decomposição como substrato para criação de suas larvas acelera muito o processo de decomposição (Skevington & Dang 2002; Mohr & Tomberlin 2015). Sendo cada estágio da decomposição cadavérica propício a um determinado grupo desses insetos, uma sucessão ecológica da entomofauna durante o processo completo de decomposição é esperada. (Souza & Linhares 1997; Carvalho et al. 2000; Benecke 2004; Ries & Blochtein 2015; Forbes & Carter 2016).

Sucessão é um dos conceitos mais antigos e mais duradouros na ecologia (Moura et al. 2005; Michaud et al. 2015), tendo seu curso sintetizado em três categorias por Ricklefs (2013): facilitação, inibição e tolerância. Evidências experimentais acerca da coexistência sugerem que espécies próximas e limitadas pelo mesmo recurso não podem persistir indefinidamente no mesmo local (Moura 2004). Mégnin (1894) foi o primeiro a

descrever o padrão de sucessão de insetos nos cadáveres e, desde então, essa sucessão é conhecida (Benecke 2008; Scaglia 2011), sendo, juntamente com o conhecimento da biologia das espécies colonizadoras dos cadáveres, o principal instrumento da Entomologia Forense (VanLaerhoven 2008; Gunn 2009; Amendt et al. 2010).

Entomologia Forense é a parte das Ciências Forenses que aplica o estudo de insetos, ácaros e outros artrópodes em investigações judiciais, cíveis ou criminais (Oliveira-Costa & Lopes 2000; Amendt et al. 2004; Frasson et al. 2006; Pujol-Luz et al. 2008a; Caneparo et al. 2012). A Entomologia Forense não é uma ciência nova e é responsável por grande parte do pouco conhecimento científico produzido sobre Ecologia de decomposição de cadáveres (Byrd & Castner 2010; Anderson 2016; Benbow et al. 2016a). É dividida em três áreas principais (Miranda et al. 2006): Entomologia Forense urbana, a qual se dedica ao estudo das interações entre insetos e ambiente urbano; Entomologia Forense de produtos estocados, a qual se dedica às relações da entomofauna com armazenagem de alimentos e outros produtos; e Entomologia Forense médico-legal, a qual se dedica à entomofauna útil à elucidação de casos criminais, geralmente envolvendo insetos cadavéricos e seu padrão de sucessão.

Esse padrão de sucessão ecológica da entomofauna cadavérica pode, por exemplo, ajudar a estimar o intervalo entre a constatação de um cadáver e o momento da morte, através do cálculo do estágio de desenvolvimento dos insetos presentes (Benecke 2004). Identificados os insetos necrófagos presentes nesse cadáver, caso se conheça o padrão de sucessão ecológica da entomofauna para a região, o tempo de chegada e colonização dos insetos constatados no cadáver poderá ser estimado. Não sendo conhecido esse padrão de sucessão, o conhecimento científico, publicado ou produzido para o caso, sobre alguma das espécies que utilizaram o cadáver para completar seu ciclo de vida poderá estimar o mínimo tempo que esse cadáver já se encontrava sem vida.

O período entre o óbito e o efetivo encontro do cadáver é chamado de Intervalo Pós-Morte (IPM) e, até o cadáver atingir o algor mortis, pode ser calculado pela temperatura (Henßge & Madea 2004). O IPM é a finalidade mais usual e mais importante da Entomologia Forense, pois IPM extensos não podem ser estimados pelas características de decomposição do cadáver (Keh 1985; Ames & Turner 2003; Carvalho et al. 2004; Benecke 2004; Pujol-Luz et al. 2006; Gennard 2007; Amendt et al. 2011; Tomberlin et al. 2011b). Essa estimativa de IPM pela Entomologia Forense pode ser realizada até um ano após a morte (Madra et al. 2015), é altamente dependente do levantamento correto e minucioso de dados em campo e depende não só do conhecimento taxonômico, mas também de conhecimento dos fatores que influenciam o processo de decomposição e de informações da ecologia e da biologia das espécies colonizadoras (Miranda et al. 2006; Schoenly et al. 2006; Pujol-Luz et al. 2008a; Galvão et al. 2015; Mohr & Tomberlin 2015).

Assim como a Ecologia de decomposição dos cadáveres tem seu avanço justificado no interesse da Entomologia Forense, essa última não é eficaz sem o conhecimento minucioso da primeira. Contudo, estudos da biologia, do ciclo de vida e ecologia dos insetos necrófagos no Neotrópico ainda são necessários (Ledo et al. 2012; Pujol-Luz e Barros-Cordeiro 2012; Szpilla et al. 2013).

Os estudos da entomofauna associada à decomposição de cadáveres de vertebrados podem contribuir decisivamente para se conhecer a dinâmica de ciclagem de nutrientes nos ecossistemas, assim como a biodiversidade relacionada a esses processos, auxiliando no avanço das teorias ecológicas (Carter et al. 2007; Oliveira-Costa 2007; Byrd & Castner 2010; Fonseca et al. 2015). Os estudos de ecologia de comunidades são o básico para a formação de bancos de dados regionais (Ururahy-Rodrigues 2008). Esses estudos são ainda incipientes devido à sua complexidade, alto custo e demora na obtenção

de resultados (Freire 1923; Catts & Goff 1992; Pujol-Luz et al. 2008a; Leite & Mendes-Sá 2010; Pujol-Luz & Barros-Cordeiro 2012; Vairo et al. 2014). Consequência disso é a ausência de informações em grande parte do território nacional brasileiro (Oliveira-Costa 2013a; Ururahy-Rodrigues et al. 2013a; Alves et al. 2014b).

A região Norte do Brasil detém 50% dos estudos de casos brasileiros que resultaram em trabalhos publicados em revistas científicas especializadas em Entomologia Forense (Urrahy-Rodrigues et al. 2013b), estando entre eles: Pujol-Luz et al. (2006); Oliveira-da-Silva et al. (2006); Pujol-Luz et al. (2008b); Ururahy-Rodrigues et al. (2008); e Ururahy-Rodrigues et al. (2010). Mesmo assim, da região Norte, nos estados do Acre, Roraima e Tocantins ainda não há informação publicada sobre o assunto (Urrahy-Rodrigues et al. 2013b).

O procedimento operacional padrão mundial determina que pelo menos um estudo acadêmico tenha sido realizado na região para que a entomologia possa ser aplicada em alguma instituição pericial (Amendt et al. 2007). Na prática do perito criminal em local de crime contra a vida, onde há um ou mais cadáveres colonizados por insetos, a coleta da entomofauna é limitada àqueles insetos presentes durante os exames periciais, através de coletas manuais contemplando os morfotipos visualizados naquele momento ou posteriormente no necrotério (Catts & Haskell 1990; Oliveira-Costa 2013b).

Este estudo descreveu a distribuição temporal de uma das famílias mais importantes na sucessão ecológica da entomofauna necrófaga, a família Calliphoridae, em dois ambientes diferentes na região ocidental da floresta amazônica, mais especificamente na Área de Proteção Ambiental Raimundo Irineu Serra (APARIS), uma Unidade de Conservação (UC) municipal da cidade de Rio Branco, no Estado do Acre, Brasil, procurando manipular minimamente o cadáver suíno para reduzir a interferência no processo de decomposição.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Descrever a distribuição temporal dos insetos da família Calliphoridae que se utilizam de cadáveres suínos para completar seu ciclo de vida e avaliar as possíveis diferenças nos dois tipos de ambiente estudados.

2.2. Objetivos específicos

- Verificar quais são as espécies de Calliphoridae que efetivamente colonizaram os cadáveres suínos;
- Verificar quais modificações observadas são influenciadas pelo tipo de habitat onde se encontravam os cadáveres suínos;
- Estabelecer uma relação entre os estágios de decomposição apresentados pelos cadáveres suínos e os califorídeos colonizadores;
- Verificar a relação entre as variáveis temperatura e umidade relativa do ar e o sucesso de criação dos imaturos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

O Acre é o ponto mais ocidental do Brasil, estando situado entre as latitudes $07^{\circ}07'S$ e $11^{\circ}08'S$, e as longitudes $66^{\circ}30'W$ e $74^{\circ}W$ no sudoeste da Amazônia brasileira. Limita-se ao Norte com o estado do Amazonas, a Leste com o estado de Rondônia, ao Sul com a Bolívia e a Oeste com o Peru. A área de estudo foi a Área de Proteção Ambiental Raimundo Irineu Serra (APARIS), no município de Rio Branco/AC (Figura 2), estando situada entre as latitudes $9^{\circ}55'20''S$ e $9^{\circ}56'32''S$, e as longitudes $67^{\circ}49'47''W$ e $67^{\circ}53'09''W$. Limita-se ao Norte com terras particulares, a Leste com área urbana (bairros), ao Sul com o igarapé São Francisco e a Oeste com a rodovia BR-364.

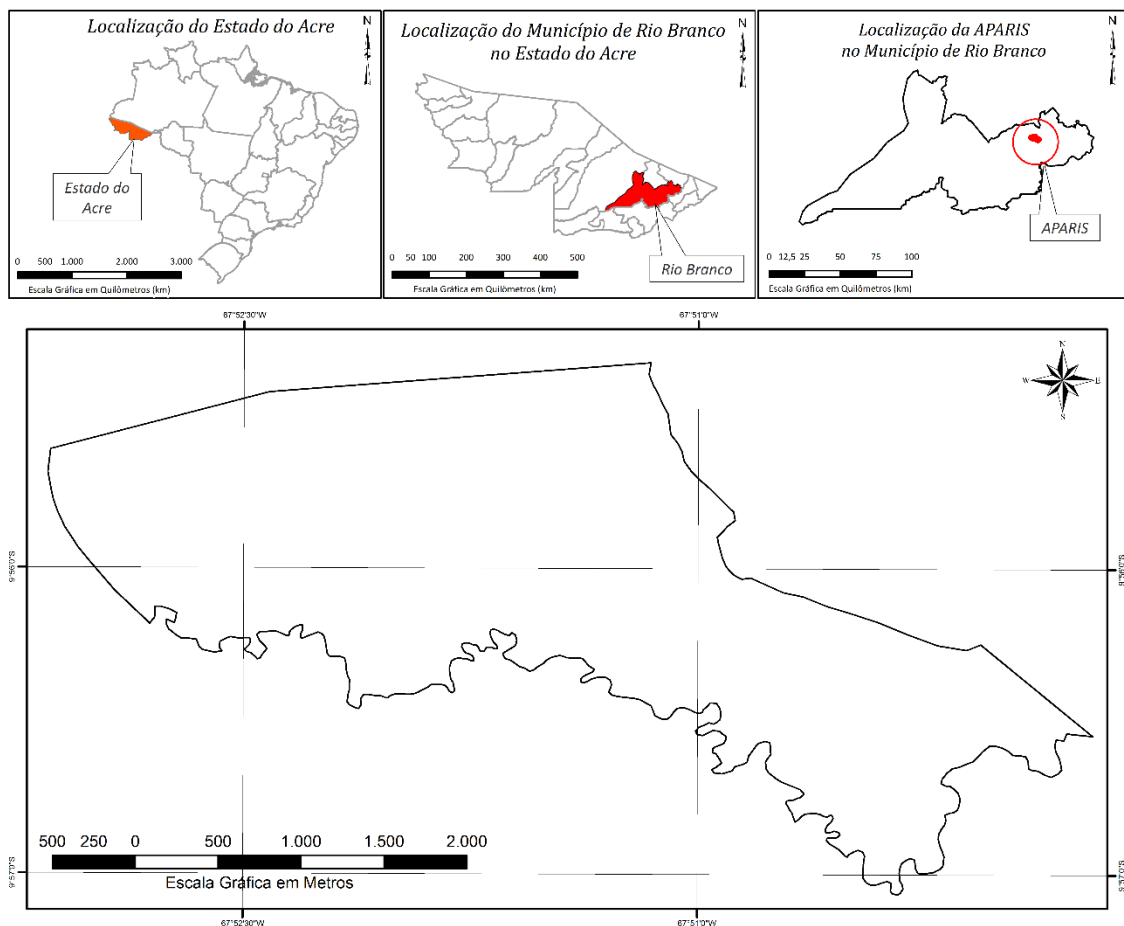


Figura 2 – Localização da Área de Proteção Ambiental Raimundo Irineu Serra (APARIS), em relação a Rio Branco, ao Acre e ao Brasil.

A APARIS, conforme a Lei Nº 9.985, de 18 de julho de 2000 (SNUC), é uma unidade de conservação de uso sustentável em perímetro urbano, criada em junho de 2005 pelo decreto municipal Nº 500, com pouco mais de 909 hectares (0,01% da área do Estado do Acre), dos quais 270 hectares são cobertos por fragmentos florestais em diversos estágios de regeneração (Carvalho et al. 2010). A pluviosidade diária média para o período do experimento foi de 10,17 mm.

Foram utilizados dois ambientes distintos e próximos dentro da APARIS (Figura 3): interior de um remanescente de floresta primária de terra firme ($9^{\circ}56'32''\text{S}$ e $67^{\circ}52'5''\text{W}$) denominada em seu plano de gestão como Zona de Proteção 1, com cerca de 180 hectares (SEMEIA 2013), sendo aqui chamado de Mata; e área desmatada ocupada completamente por gramíneas de pastagem e outras plantas herbáceas ($9^{\circ}55'39''\text{S}$ e $67^{\circ}51'52''\text{W}$) denominada em seu plano de gestão como Zona de Conservação 2, com cerca de 120 hectares (SEMEIA 2013), sendo aqui chamado de Pasto.

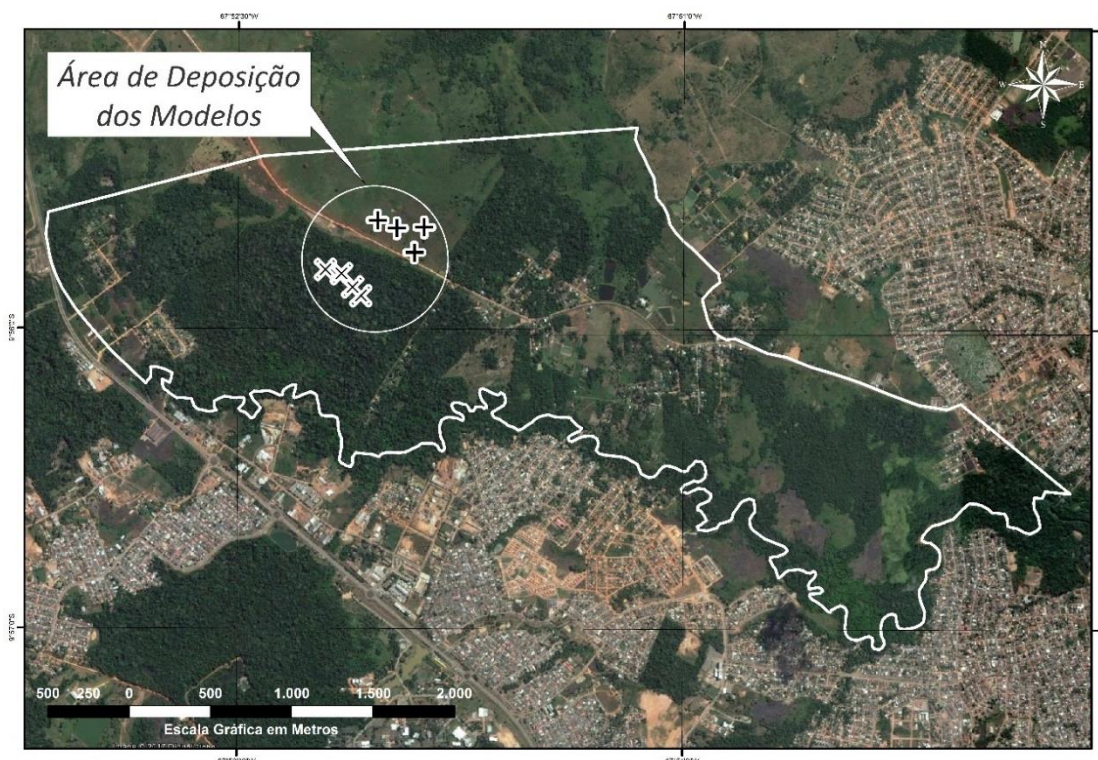


Figura 3 - Localização da área de deposição dos cadáveres suínos dentro da APARIS.

3.2. Modelos

Para realização do experimento, foram utilizados oito suínos domésticos (*Sus scrofa* Linnaeus, Suidae) natimortos com massa corporal entre 0,516 kg e 1,926 kg, sendo depositados, em cada ambiente, quatro cadáveres suínos.

3.3. Experimento

Um dia antes do traslado ao local de deposição, cada suíno utilizado foi retirado de seu congelamento e embalado em saco plástico e isopor para evitar colonização entomológica prévia à deposição em campo. Todos os cadáveres suínos encontravam-se completamente descongelados quando de sua deposição em campo.

Todos os cadáveres suínos foram expostos em decúbito lateral esquerdo, com o dorso (costas) voltado para o Norte e cabeça voltada para o Leste, envelopados em telas de material plástico presas ao solo com ganchos metálicos para evitar a influência que vertebrados necrófagos de médio ou grande porte poderiam causar alimentando-se dos cadáveres ou causando injúrias ou desmembramentos.

Foram depositados quatro cadáveres suínos na Mata (M1-0,516 kg; M2-0,718 kg; M3-1,926 kg; M4-0,792 kg) em datas distintas entre 21 de dezembro de 2016 e 08 de fevereiro de 2017. Foram depositados quatro cadáveres suínos no Pasto (P1-0,522 kg; P2-0,728 kg; P3-0,822 kg; P4-0,936 kg) em datas distintas entre 21 de dezembro de 2016 e 03 de março de 2017.

Apenas um cadáver suíno foi depositado para cada período para cada ambiente, de forma que não houvessem dois cadáveres suínos expostos ao mesmo tempo no mesmo ambiente. Cada cadáver suíno foi depositado com distância mínima de 100 m do local de

deposição do cadáver suíno mais próximo e 150 m do limite do ambiente (Mata/Pasto) em que se encontrava (Figura 4). Todos os cadáveres suínos foram acompanhados diariamente até o final de todo o processo de decomposição.



Figura 4 – Locais de deposição dos cadáveres suínos na APARIS.

Fotografias ilustrativas do desenvolvimento da decomposição do cadáver e da fauna associada foram produzidas e organizadas de forma comparativa para ilustrar os estágios de decomposição identificados.

3.4. Coleta de insetos

As observações e coletas foram diárias, em horário vespertino, e ininterruptas até o fim do processo de decomposição. As observações iniciaram imediatamente após a deposição dos cadáveres suínos na área de estudo, e as coletas iniciaram no dia posterior

à deposição desses. Foram coletados apenas os insetos colonizadores em suas formas imaturas. Durante todo o experimento, foram coletados imaturos colonizadores nos cadáveres suínos depositados amostrando, por conveniência (Vieira 2008), todos os morfotipos presentes, tentando simular a realidade do perito criminal. Para a coleta, foram utilizados equipamentos de proteção individual: máscaras de procedimento e luvas de látex descartáveis.

Os imaturos foram coletados manualmente, no cadáver suíno e no solo sob o cadáver suíno, com o auxílio de pinças entomológicas, conforme indicado por Miranda et al. (2006). Os espécimes coletados foram separados por semelhança para evitar predação e acondicionados em microtubos *eppendorf*® etiquetados, indicando data e local da coleta, para transporte até o Laboratório de Entomologia Forense (LEF) do Departamento da Polícia Técnico-Científica (DPTC) do Estado do Acre (AC), em Rio Branco, Estado do Acre, Brasil.

3.5. Criação em laboratório

As metodologias de criação de imaturos descritas em Oliveira-Costa et al. (2011) foram utilizadas no presente experimento.

No mesmo dia da coleta, os imaturos coletados foram conduzidos para criação em laboratório no DPTC-AC. Os imaturos foram retirados dos microtubos *eppendorf*® e acondicionados em potes de plástico transparente rígido sem tampas contendo, para alimentação, carne bovina moída. Esses potes de alimentação, por sua vez, foram depositados em potes de plástico transparente rígido contendo, para pupação, vermiculita. As tampas dos potes de pupação foram modificadas com aberturas cobertas de tecido fino para permitir a entrada de ar (Figura 5). Todos os potes de alimentação e pupação foram

rotulados com etiquetas de identificação de data e local da coleta. Os ovos e larvas em criação não tinham fonte de luz. O laboratório foi mantido sem luz natural ou artificial, com exceção dos momentos de manipulação nos potes de criação.



Figura 5 – Exemplos dos potes de criação: pote de alimentação aberto contendo carne bovina moída, dentro do pote de pupação contendo vermiculita e fechado com tampa modificada.

Todos os potes contendo os imaturos foram acompanhados diariamente por um período de 30 dias e estavam depositados sobre bandeja plástica contendo água e detergente para evitar ataques de predadores. As bandejas, por sua vez, estavam em uma gaiola de madeira e tela plástica para extinguir qualquer possibilidade de inserção de insetos não provenientes das coletas em campo (Figura 6). Quando da emergência, os adultos foram deixados no freezer por tempo suficiente para entorpecê-los, cerca de dois minutos, para serem retirados de seus respectivos potes com auxílio de pinças entomológicas. Os adultos retirados foram triados, contabilizados e depositados em potes

de plástico transparente rígido contendo álcool 70% rotulados com etiquetas interna e externa de identificação de data e local da coleta e data da emergência.



Figura 6 – Gaiola de criação de imaturos no Laboratório de Entomologia Forense do DPTC-AC.

3.6. Identificação

Todos os insetos emergidos, sacrificados e fixados em via úmida foram transladados para o Laboratório de Dipterologia da Universidade de Brasília (UnB). Os califorídeos foram identificados até ao nível de espécie por especialistas através de chaves dicotômicas específicas para a família Calliphoridae, sendo as mais utilizadas as chaves propostas por Kosmann et al. (2013), Whitworth (2010), Carvalho & Mello-Patiu (2008) e Mello (2003).

Demais insetos da ordem Diptera emergidos em laboratório foram identificados até ao nível de família por especialista através da chave dicotômica específica proposta por Carvalho et al. (2012). Outros insetos emergidos e sacrificados foram identificados até ao nível de ordem através da chave dicotômica específica proposta por Rafael (2012). Os insetos não pertencentes à família Calliphoridae foram triados e armazenados em meio úmido (álcool 70%) para serem utilizados em futuros trabalhos. Para o processo de identificação taxonômica, foram utilizados microscópios estereoscópicos.

Os insetos identificados foram acondicionados em recipientes transparentes contendo álcool 70% e rotulados com etiquetas interna e externa de identificação de data e local da coleta, data da emergência e identificação taxonômica (espécie para Calliphoridae, família para outros Diptera e ordem para os demais insetos).

Como testemunho do estudo, 1.160 espécimes foram depositados junto à Coleção Entomológica do Centro de Ciências Biológicas e da Natureza (CCBN) da Universidade Federal do Acre (UFAC), e 78 espécimes foram depositados na Coleção Entomológica do Departamento de Zoologia da UnB.

3.7. Dados meteorológicos

Dois aparelhos (Datalogger – Instrutherm – HT-500) registradores de temperatura do ar, umidade relativa do ar e ponto de orvalho, com precisão de $\pm 3\%$ RH e 1°C foram instalados sobre cada cadáver suíno depositado em campo. Foi instalado um aparelho idêntico (Datalogger – Instrutherm – HT-500) e de mesmas configurações no laboratório onde se deu a criação de imaturos até a emergência. Os aparelhos datalogger instalados em campo foram configurados para registrar os dados a cada 30 minutos e o datalogger instalado em laboratório configurado para registrar dados a cada 10 minutos.

As temperaturas dos cadáveres suínos e do solo (em sombra) foram registradas com o uso de termômetro a laser. Para esses dados, foram registradas as maiores temperaturas constatadas em cada aferição.

Os dados dos aparelhos datalogger e do termômetro a laser foram tabulados no software Microsoft Excel (2013), de onde, para os dados dos aparelhos datalogger, se retirou as médias de temperatura do ar e umidade relativa do ar para cada dia de coleta e para cada dia de criação.

Os dados de temperatura e precipitação médias na região para o período correspondente à amostragem foram também levantados no website do Instituto Nacional de Meteorologia (<<http://www.inmet.gov.br/>>) e tabulados no software Microsoft Excel (2013).

3.8. Análises

A análise dos dados foi realizada por tratamento, área de floresta, denominada Mata, e área de pasto, denominada Pasto, e por unidade amostral, cadáveres suínos, isoladamente e em conjunto, considerando apenas as espécies emergidas em laboratório. Os táxons encontrados foram listados em tabelas com auxílio do programa Microsoft Excel (2013) e organizados para tratamento nos programas estatísticos BioDiversity Pro (McAleece et al. 1997) e BioEstat 5.3 (Ayres et al. 2007).

Foram analisados dados de presença e ausência dos indivíduos colonizadores coletados para os dois ambientes, Mata e Pasto, e ao longo das cinco fases de decomposição observadas (fresco, inchado, decomposição ativa, decomposição avançada e restos). De acordo com as observações em campo, decidiu-se por fragmentar a fase de decomposição ativa em três momentos (1, 2, 3). Para as análises estatísticas, o estágio

inicial, estágio fresco, foi desconsiderado por não haver qualquer coleta de insetos nesse estágio durante o experimento.

A composição das espécies de Calliphoridae colonizadoras foi avaliada nos cadáveres suínos através do índice qualitativo de Jaccard (Pielou 1984) em função do ambiente, Mata e Pasto.

A análise de similaridade, através do índice qualitativo de Jaccard (Pielou 1984), entre os estágios de decomposição foi realizada em função das espécies de Calliphoridae colonizadoras identificadas, para cada ambiente (Mata e Pasto) e considerando todos os cadáveres suínos (geral). Também empregando esse índice, a análise de similaridade entre as espécies de Calliphoridae colonizadoras foi realizada em função dos estágios de decomposição observados, para cada ambiente (Mata e Pasto) e considerando todos os cadáveres suínos (geral).

Para análise faunística, foram analisadas as riquezas acumuladas em função do IPM (dias de decomposição) dos cadáveres suínos depositados nos ambientes Mata e Pasto e também considerando todos os cadáveres suínos (geral).

A riqueza foi obtida pelo número de espécies coletadas, criadas, emergidas e identificadas. A riqueza foi relacionada aos estágios do processo de decomposição, ao ambiente, ao tempo de exposição e à massa corporal do cadáver suíno. Para avaliar a influência da massa corporal sobre a riqueza de califorídeos colonizadores, foi utilizada a correlação de Spearman (Siegel & Castellan 2008).

A correlação de Spearman ainda foi utilizada para avaliar a influência da massa corporal sobre a duração do processo completo de decomposição dos cadáveres suínos e para avaliar a influência da duração do processo completo de decomposição dos cadáveres suínos sobre a riqueza de califorídeos colonizadores. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o nível de significância igual a 0,05.

A constância foi identificada de acordo com a presença ou ausência de cada espécie de Calliphoridae colonizadora nos diferentes estágios de decomposição observados, para cada ambiente e considerando todos os cadáveres suínos (geral).

Foram ainda analisados os tempos de emergência de cada espécie de Calliphoridae colonizadora. Para isso, foram considerados os Intervalos Pós Morte (IPM) quando da coleta acrescidos dos dias de criação (DC) em laboratório.

Foi realizada uma comparação da proporção de emergência de adultos de califorídeos em laboratório referente às coletas nos dois ambientes, por análise de contingência através de um teste de qui-quadrado, com a correção de Yates, para verificar se a emergência dos califorídeos colonizadores em laboratório depende ou não da procedência da coleta.

Através do teste estatístico de Mann-Whitney, verificou-se se a temperatura do cadáver suíno no momento da coleta e se a temperatura atmosférica dos dias de deposição (DD) do cadáver suíno em campo precedentes à coleta tinham diferenças significativas entre os ambientes. E, através de uma Regressão Logística Simples, se eram ou não significativas as influências dessas temperaturas sobre a emergência de califorídeos em laboratório.

4. RESULTADOS

4.1. Entomofauna colonizadora

A entomofauna colonizadora que emergiu no laboratório de criação foi composta por 1.880 espécimes da família Calliphoridae, e por espécimes de outras famílias da ordem Diptera: Fanniidae, Muscidae, Phoridae e Sarcophagidae; e insetos de outra ordem: Hymenoptera.

4.2. Representatividade da família Calliphoridae

A família Calliphoridae foi representada pelos seguintes táxons: Luciliinae, Luciliini: 138 espécimes de *Lucilia eximia* (Wiedemann, 1819) (Figura 7-A e 7-B); e Chrysomyinae, Chrysomyini: 1.038 espécimes de *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819) (Figura 7-C e 7-D); 08 espécimes de *Cochliomyia macellaria* (Fabricius, 1775) (Figura 7-E e 7-F); 52 espécimes de *Hemilucilia segmentaria* (Fabricius, 1805) (Figura 7-G e 7-H); e 02 espécimes de *Hemilucilia semidiaphana* (Rondani, 1850) (Figura 7-I e 7-J). Dos califorídeos emergidos, 642 espécimes foram fixados em álcool antes de estabelecerem características taxonômicas suficientes para identificação da espécie.

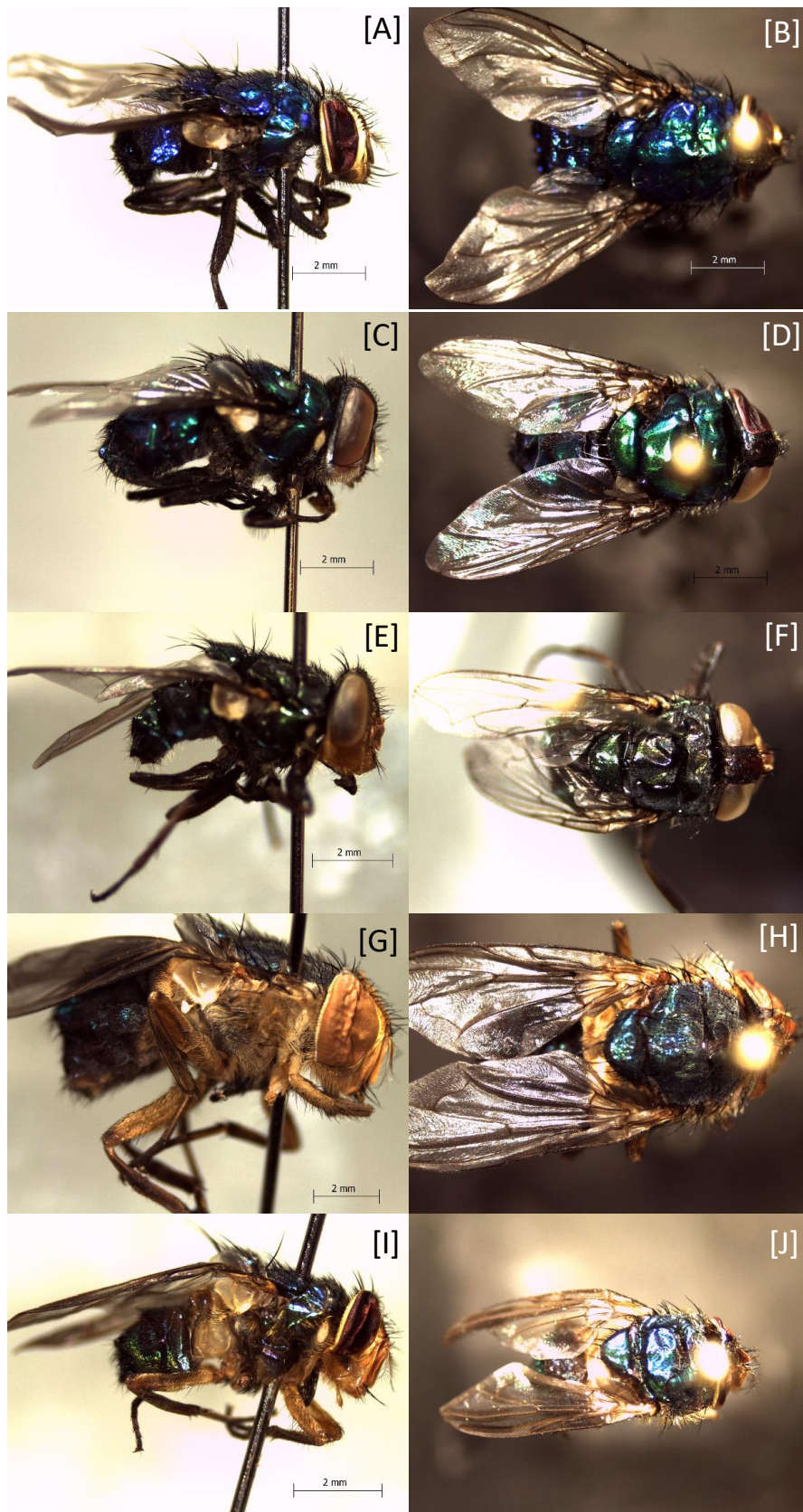


Figura 7 - [A] *L. eximia* vista lateral; [B] *L. eximia* vista dorsal; [C] *Ch. albiceps* vista lateral; [D] *Ch. albiceps* vista dorsal; [E] *Co. macellaria* vista lateral; [F] *Co. macellaria* vista dorsal; [G] *H. segmentaria* vista lateral; [H] *H. segmentaria* vista dorsal; [I] *H. semidiaphana* vista lateral; e [J] *H. semidiaphana* vista dorsal.

Ch. albiceps foi presente nos dois ambientes, Mata e Pasto. Seu tempo de emergência (dias de decomposição – DD até a coleta somados com os dias de criação – DC em laboratório) médio, na Mata, foi de 14 dias, com tempo mínimo de 12 dias e máximo de 15 dias (Figura 8). No Pasto, o tempo de emergência para *Ch. albiceps* foi em média 13 dias, com tempo mínimo de 9 dias e máximo de 20 dias (Figura 9). *Co. macellaria* foi presente apenas no ambiente Pasto. Considerando o IPM do cadáver suíno (DD até a coleta) somado ao DC, o tempo mínimo de emergência foi de 10 dias, o máximo de 13 dias, com uma média de 10 dias (Figura 9). *H. segmentaria*, apesar de estar presente nos dois ambientes, foi representada no ambiente Pasto por um único indivíduo, com o tempo de emergência (DD + DC) de 12 dias. Na Mata, o tempo de emergência para *H. segmentaria* foi em média 14 dias, com tempo mínimo de 11 dias e máximo de 17 dias (Figura 8). *H. semidiaphana* foi presente apenas no ambiente Mata. Considerando o IPM do cadáver suíno (DD) somado ao DC, o tempo mínimo de emergência foi de 12 dias, o máximo de 13 dias, com uma média de 12 dias (Figura 8). *L. eximia*, apesar de estar presente nos dois ambientes, foi representada no ambiente Mata por um único indivíduo, com o tempo de emergência (DD + DC) de 18 dias. No Pasto, o tempo de emergência para *L. eximia* foi em média 17 dias, com tempo mínimo de 13 dias e máximo de 23 dias (Figura 9).

Analisando a influência da massa corporal dos cadáveres suínos na riqueza de califórídeos colonizadores, pela correlação de Spearman, não houve correlação nos dados gerais ($r_s = 0,37$; $t = 0,96$; $p = 0,37$), para o ambiente Mata ($r_s = 0,95$; $t = 4,24$; $p = 0,05$), ou para o ambiente Pasto ($r_s = -0,77$; $t = -1,73$; $p = 0,23$).

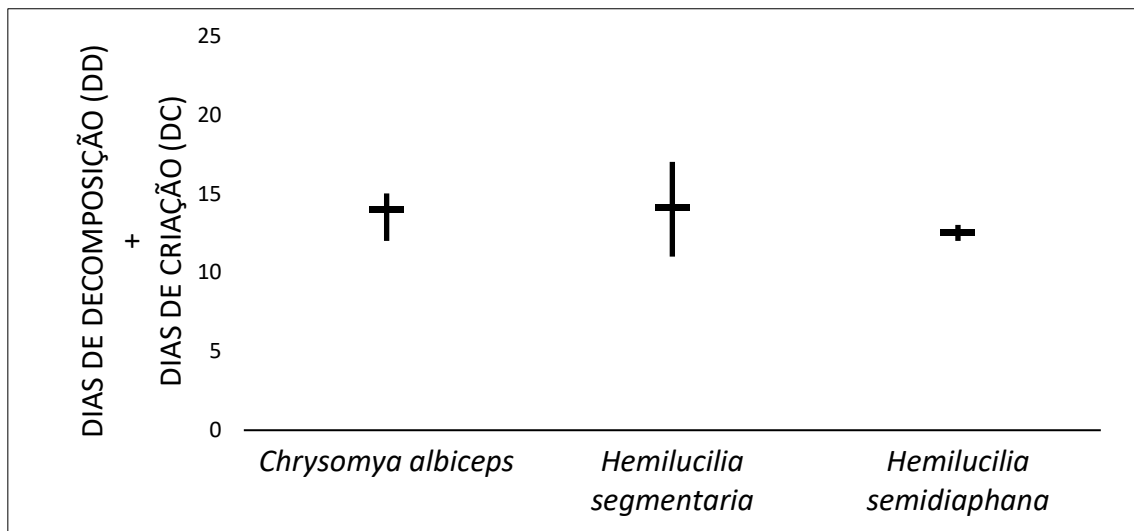


Figura 8 – Tempo de emergência (dias) = Dias de decomposição (DD) do cadáver suíno no momento da coleta + Dias de criação (DC) em laboratório, no ambiente Mata. O traço horizontal representa a média e o traço vertical a amplitude.

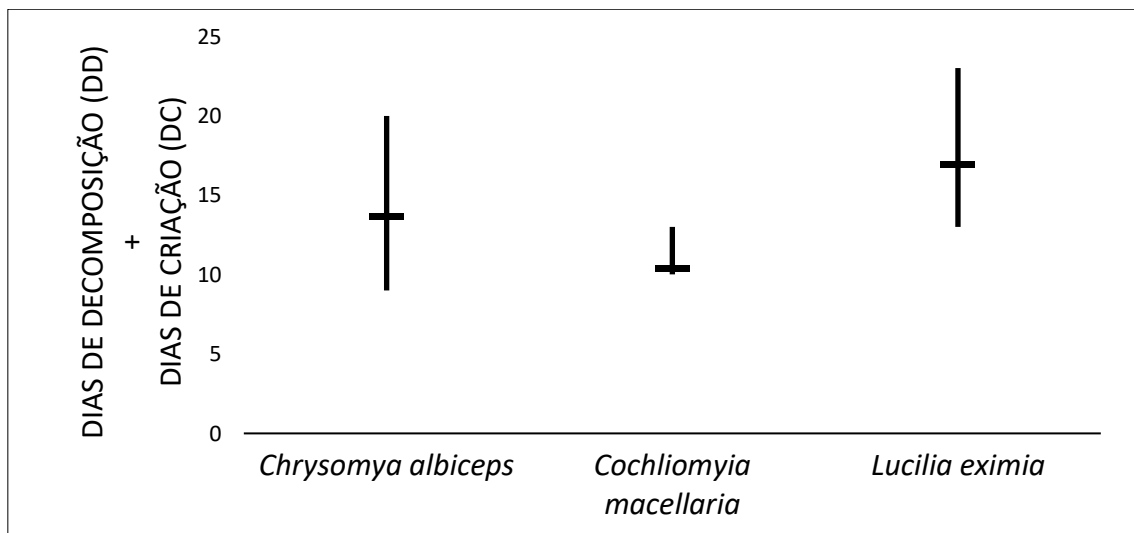


Figura 9 – Tempo de emergência (dias) = Dias de decomposição (DD) do cadáver suíno no momento da coleta + Dias de criação (DC) em laboratório, no ambiente Pasto. O traço horizontal representa a média e o traço vertical a amplitude.

Em função da ocorrência no ambiente (Mata e Pasto) e das unidades amostrais, verificou-se que a maior similaridade, através do índice qualitativo de Jaccard (Pielou 1984), foi de 84% e se deu entre as espécies *Ch. albiceps* e *L. eximia* (Figura 10).

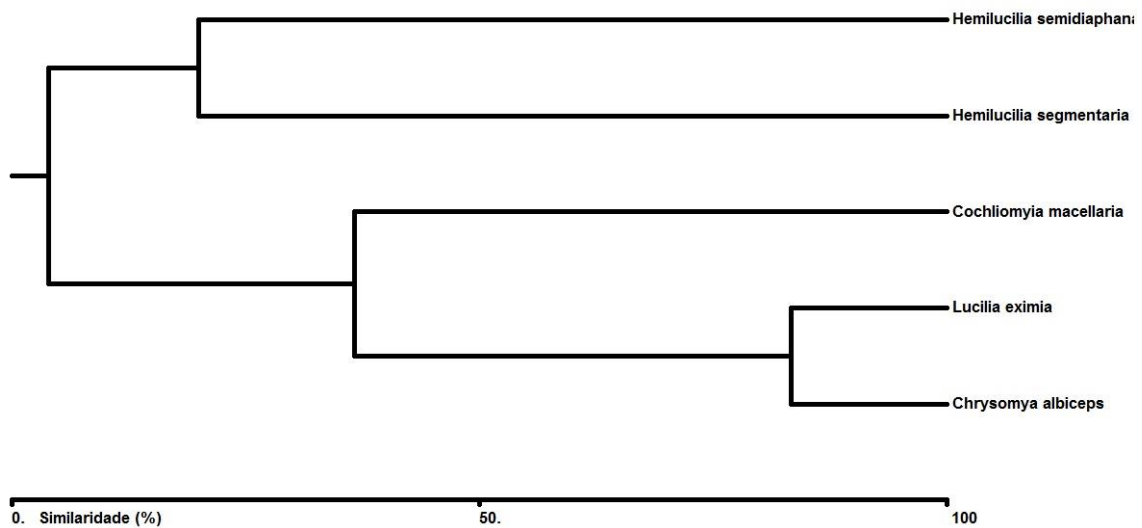


Figura 10 – Dendrograma de similaridade, através do índice de Jaccard, entre as espécies colonizadoras de Calliphoridae, em função da ocorrência no ambiente (Mata e Pasto) e das unidades amostrais.

4.3. Decomposição dos cadáveres suínos

Em todos os oito cadáveres suínos depositados em campo (Mata e Pasto) nesse experimento, apesar da pequena biomassa dos cadáveres, foram observados cinco estágios de decomposição: fresco; inchado; decomposição ativa; decomposição avançada; e restos. Os tempos médios, em dias, de cada estágio para o ambiente Mata; ambiente Pasto; e geral, respectivamente foram: fresco (0,8; 1,0; 0,9); inchado (0,8; 1,7; 1,3); decomposição ativa (1,8; 2,4; 2,1); decomposição avançada (1,7; 1,0; 1,3); e restos (1,0; 1,0; 1,0). Fotografias ilustrativas do desenvolvimento da decomposição dos cadáveres são apresentadas de forma comparativa na Figura 11.



Figura 11 - Estágios de decomposição dos cadáveres suínos no ambiente Mata e no ambiente Pasto.

No ambiente Mata, o processo completo de decomposição durou 6 dias para M1 (0,516 kg), 5 dias para M2 (0,718 kg), 7 dias para M3 (1,926 kg) e 7 dias para M4 (0,792 kg). No ambiente Pasto, o processo completo de decomposição durou 5 dias para P1 (0,522 kg), 7 dias para P2 (0,728 kg), 9 dias para P3 (0,822 kg) e 8 dias para P4 (0,936 kg). O processo de decomposição, com delimitação dos respectivos estágios, para os oito cadáveres suínos, é ilustrado na Figura 12.

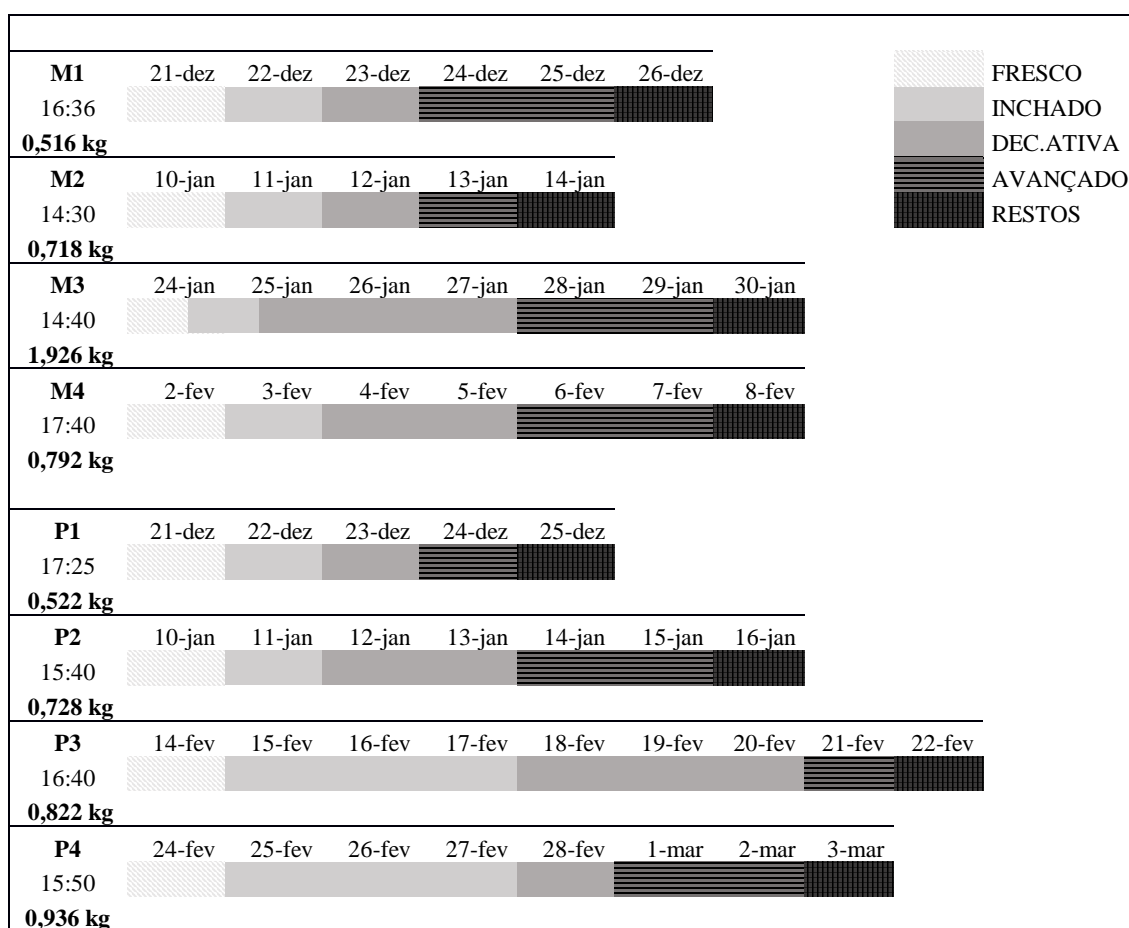


Figura 12 – Duração dos estágios de decomposição de *Sus scrofa* L. durante o experimento, 2016/2017, de cada repetição, com o respectivo horário de deposição em campo.

Analisando a influência da massa corporal na duração do processo completo de decomposição, pela correlação de Spearman, apenas considerando os dados gerais (oito cadáveres suínos independente do ambiente – Figura 13) houve correlação significativa ($r_s = 0,75$; $p = 0,03$; $gl = 7$). Analisando os ambientes separadamente, não houve

correlação entre massa corporal e duração da decomposição, tanto na Mata ($r_s = 0,74$; $p = 0,26$; $gl = 3$) quanto no Pasto ($r_s = 0,8$; $p = 0,2$; $gl = 3$).

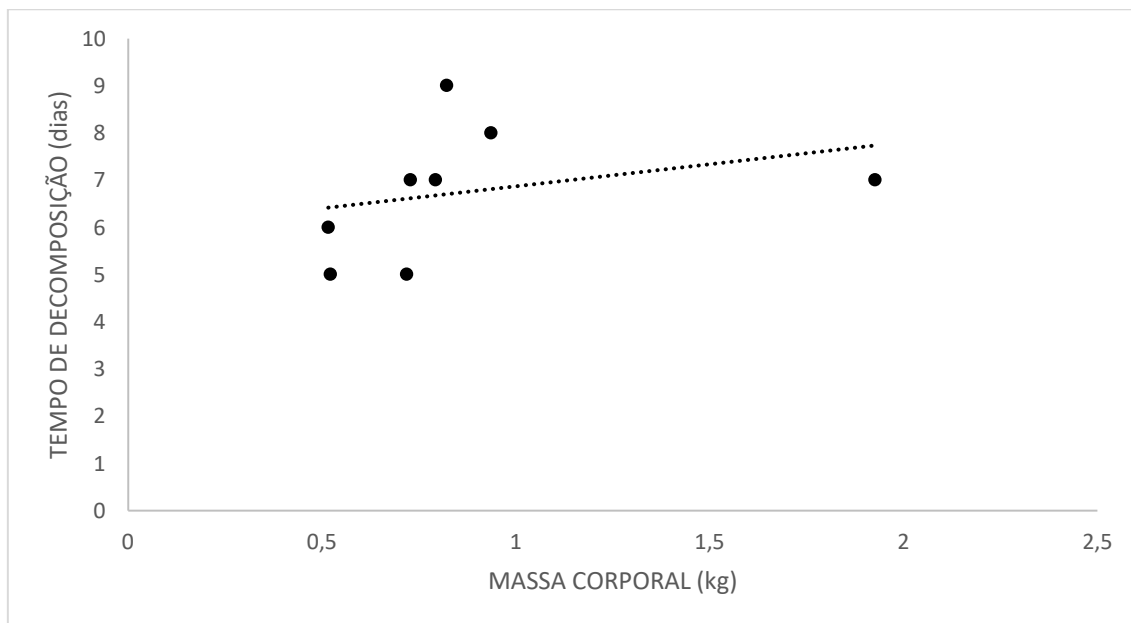


Figura 13 - Tempo de decomposição (dias) em função da massa corporal (kg) dos oito cadáveres suínos.

4.4. Processo de decomposição e os califorídeos

Em função das espécies colonizadoras de Calliphoridae coletadas, criadas, emergidas e identificadas, verificou-se que, no ambiente Mata, o estágio de decomposição final (restos) é totalmente similar ao estágio inchado (Figura 14). No ambiente Pasto, o estágio final (restos) foi totalmente similar ao estágio decomposição ativa (Figura 14). E, considerando os dados gerais, o estágio final (restos) foi totalmente similar ao período mediano e final do estágio decomposição ativa (Figura 14).

Em função dos estágios de decomposição, verificou-se que, no ambiente Mata, a maior similaridade (50%) se deu entre as espécies *Ch. albiceps* e *H. segmentaria* (Figura 15). No ambiente Pasto, a maior similaridade (78%) se deu entre as espécies *Ch. albiceps* e *L. eximia* (Figura 15). E, considerando os dados gerais, a maior similaridade (81%) se deu entre as espécies *L. eximia* e *H. segmentaria* (Figura 15).

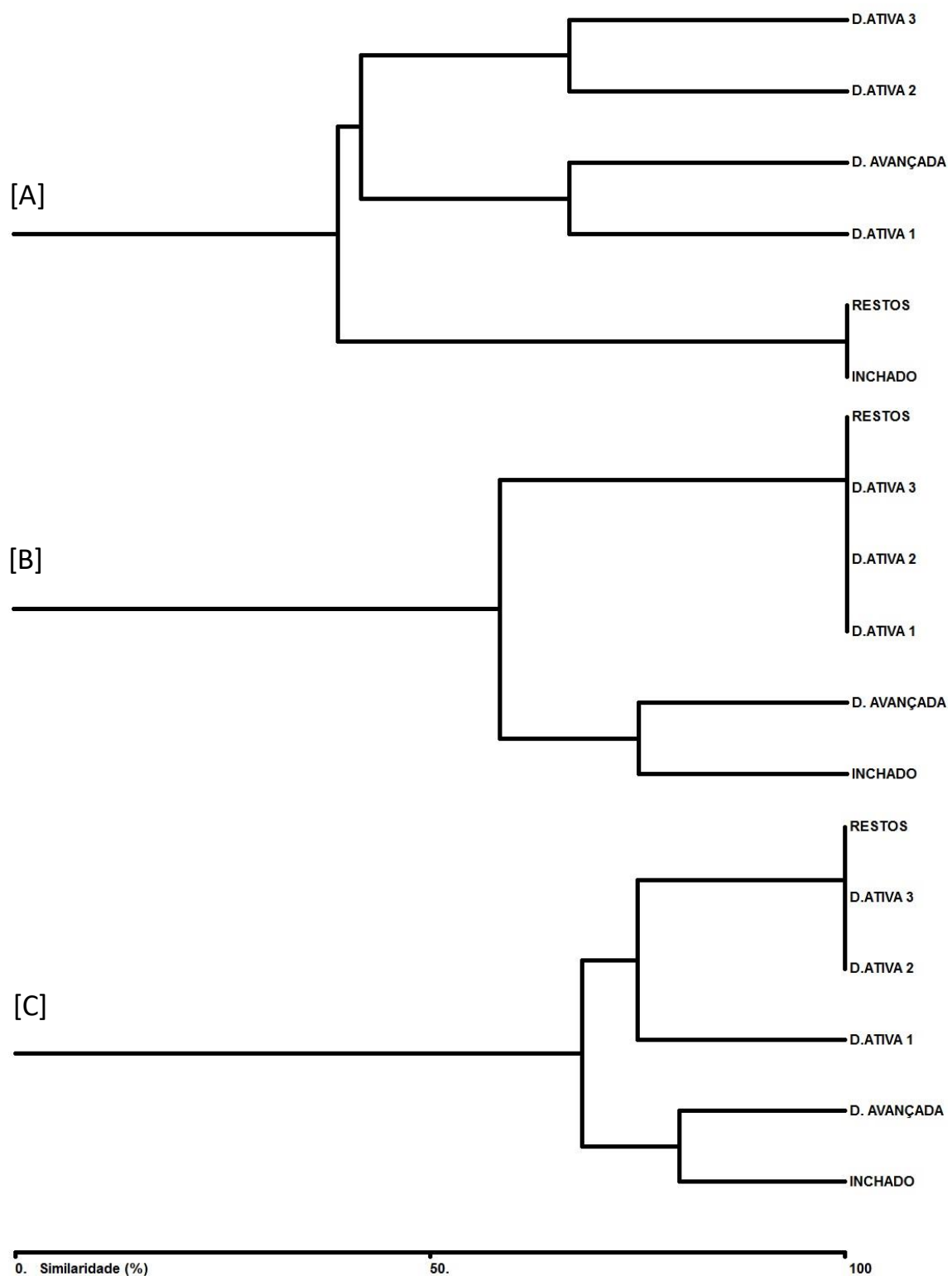


Figura 14 – Dendrogramas de similaridade, através do índice de Jaccard, entre os estágios de decomposição, em função das espécies colonizadoras de Calliphoridae. [A] Mata; [B] Pasto; e [C] Geral.

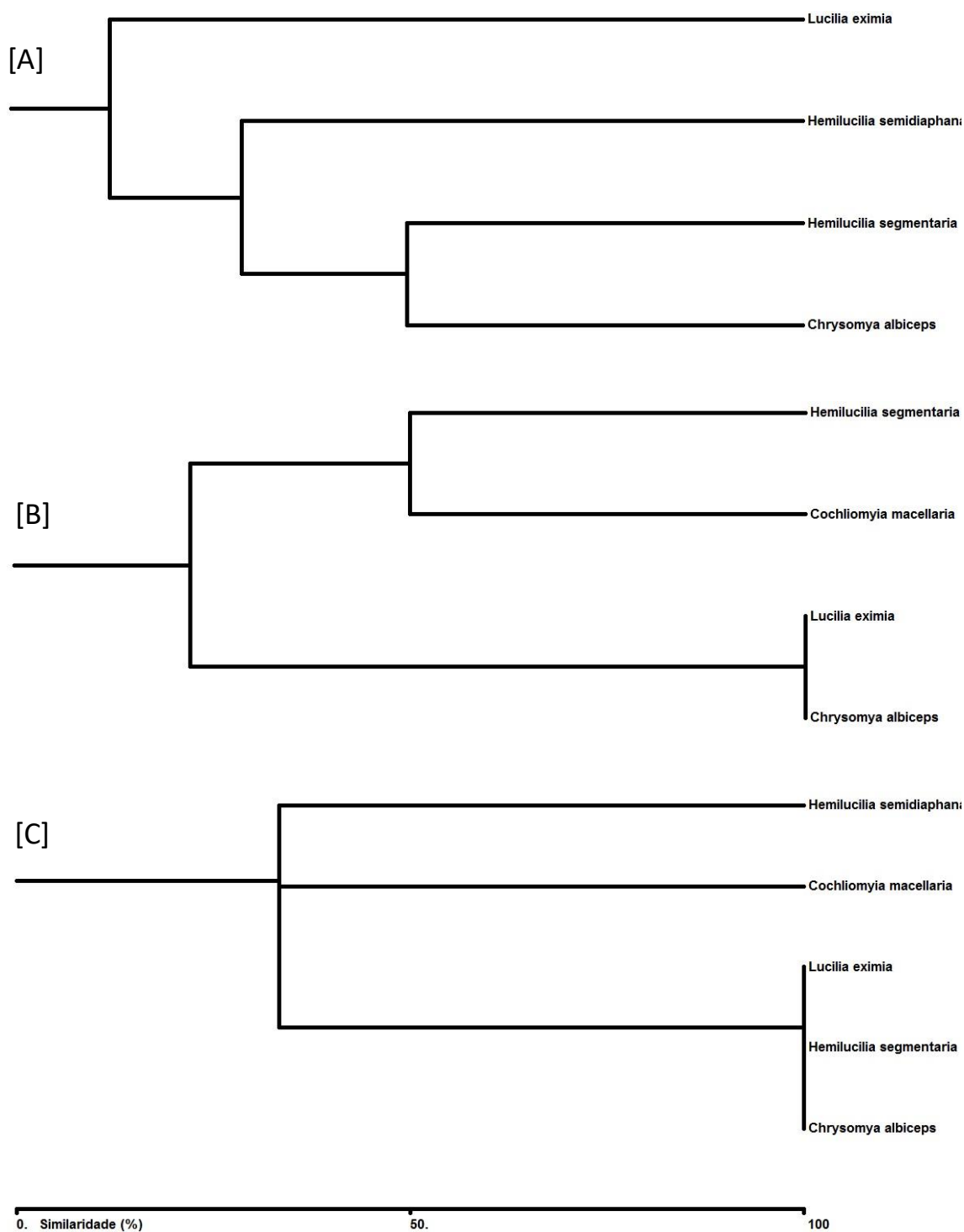


Figura 15 – Dendrogramas de similaridade, através do índice de Jaccard, entre as espécies colonizadoras de Calliphoridae, em função dos estágios de decomposição. [A] Mata; [B] Pasto; e [C] Geral.

Analisando a influência da duração do processo completo de decomposição de cada cadáver suíno na riqueza total de califorídeos, pela correlação de Spearman, não

houve correlação nos dados gerais ($r_s = 0,22$; $p = 0,60$; $gl = 7$), para o ambiente Mata ($r_s = 0,5$; $p = 0,5$; $gl = 3$), ou para o ambiente Pasto ($r_s = -0,26$; $p = 0,74$; $gl = 3$).

Considerando a influência do IPM (dias de decomposição seguidos da morte) sobre a riqueza acumulada de califorídeos (Figura 16), não houve correlação nos dados gerais ($r_s = 0,65$; $p = 0,15$; $gl = 5$), mas houve na Mata ($r_s = 0,94$; $p = 0,005$; $gl = 5$). A riqueza acumulada de califorídeos para o Pasto já foi total desde o início, não sendo possível verificar a influência do IPM.

Na mesma análise, considerando a influência da duração média de cada estágio de decomposição sobre a riqueza de califorídeos colonizadores no respectivo estágio de decomposição (Figura 17), não houve correlação nos dados gerais ($r_s = 0,66$; $p = 0,16$; $gl = 5$) ou para o ambiente Mata ($r_s = -0,13$; $p = 0,81$; $gl = 5$). Houve correlação para o ambiente Pasto ($r_s = 0,82$; $p = 0,04$; $gl = 5$).

A presença de cada uma das cinco espécies de Calliphoridae colonizadoras por estágio de decomposição é apresentada na Figura 18 para o ambiente Mata, para o ambiente Pasto e para os dados gerais. Considerando as cinco espécies colonizadoras identificadas neste experimento, nos dados gerais, o estágio de decomposição avançada foi o único que forneceu coletas criadas e emergidas para todas as espécies, ou seja, quando não presente em um ambiente, cada espécie estava presente no outro ambiente durante esse estágio.

Considerando a emergência correspondente às coletas nos oito cadáveres suínos (Tabela 1), pode-se verificar que o estágio de decomposição ativa foi mais promissor para as espécies *Ch. albiceps* e *L. eximia*.

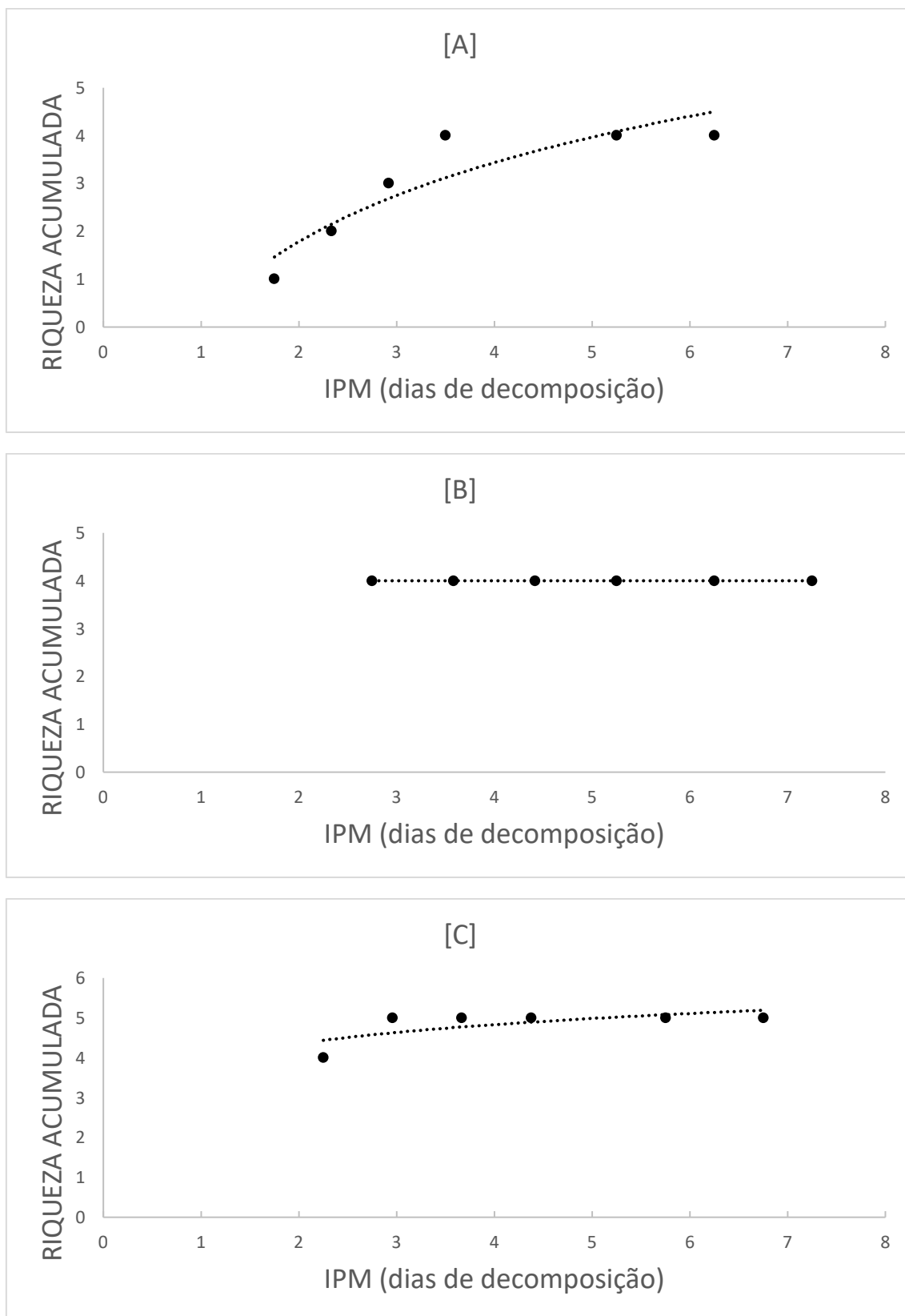


Figura 16 - Riqueza acumulada em função dos dias de decomposição dos cadáveres suínos em campo, sendo cada ponto representante da média de um estágio de decomposição. [A] Mata; [B] Pasto; [C] Geral.

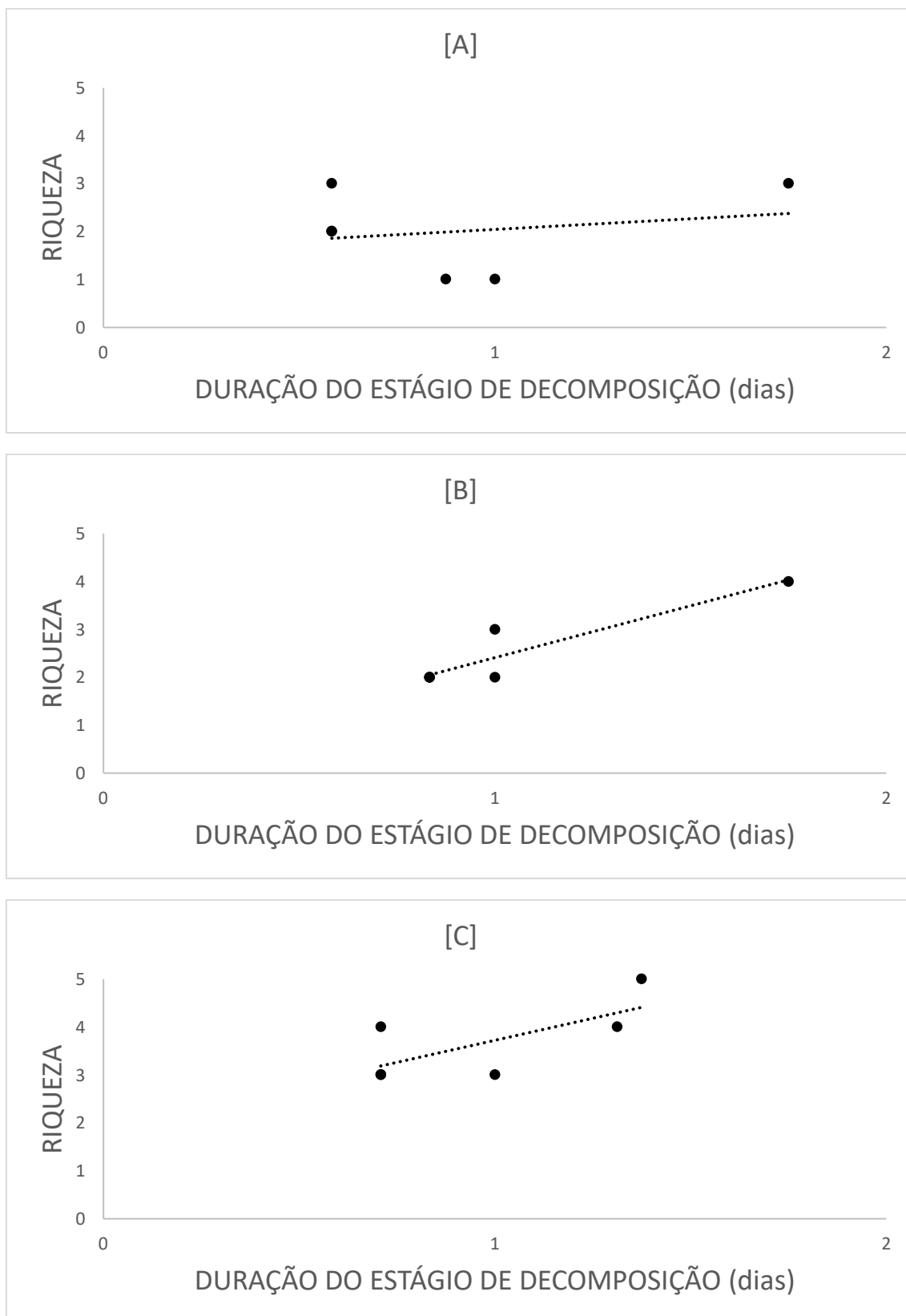


Figura 17 - Riqueza em função da duração (dias) de cada estágio de decomposição dos cadáveres suínos em campo, sendo cada ponto representante de um ou mais estágios de decomposição. [A] Mata; [B] Pasto; [C] Geral.

[A]	ESTÁGIOS DA DECOMPOSIÇÃO						
	Fresco	Inchado	Ativo 1	Ativo 2	Ativo 3	Avançado	Restos
<i>Ch. albiceps</i>							
<i>Co. macellaria</i>							
<i>H. segmentaria</i>							
<i>H. semidiaphana</i>							
<i>L. eximia</i>							

[B]	ESTÁGIOS DA DECOMPOSIÇÃO						
	Fresco	Inchado	Ativo 1	Ativo 2	Ativo 3	Avançado	Restos
<i>Ch. albiceps</i>							
<i>Co. macellaria</i>							
<i>H. segmentaria</i>							
<i>H. semidiaphana</i>							
<i>L. eximia</i>							

[C]	ESTÁGIOS DA DECOMPOSIÇÃO						
	Fresco	Inchado	Ativo 1	Ativo 2	Ativo 3	Avançado	Restos
<i>Ch. albiceps</i>							
<i>Co. macellaria</i>							
<i>H. segmentaria</i>							
<i>H. semidiaphana</i>							
<i>L. eximia</i>							

Figura 18 – Presença das espécies de Calliphoridae colonizadoras por estágio de decomposição. [A] Mata; [B] Pasto; [C] Geral.

Tabela 1 – Emergência de adultos em laboratório correspondendo aos estágios de decomposição em que foram coletados, considerando os dados gerais (Mata e Pasto), onde 1,0 (100%) significa emergência colonizada em oito cadáveres suínos.

	ESTÁGIO DE DECOMPOSIÇÃO						
	Fresco	Inchado	Ativo 1	Ativo 2	Ativo 3	Avançado	Restos
<i>Ch. albiceps</i>	0,00	0,38	0,50	0,50	0,50	0,25	0,38
<i>Co. macellaria</i>	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00
<i>H. segmentaria</i>	0,00	0,25	0,25	0,25	0,13	0,25	0,13
<i>H. semidiaphana</i>	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,13	0,00
<i>L. eximia</i>	0,00	0,25	0,50	0,25	0,25	0,13	0,13

4.5. Dados meteorológicos e emergência de califorídeos

A variação da média diária da temperatura do ar na Mata foi de 2,6 °C (Figura 19), com valor mínimo de 23,9 °C (M1) e máximo de 29,0 °C (M1). No Pasto, essa média de amplitude foi de 9,6 °C (Figura 20), com valor mínimo de 21,5 °C (P1) e máximo de 35,8 °C (P4). A variação da média diária da umidade relativa do ar na Mata foi de 1,9 % (Figura 19), com valor mínimo de 96,9 % (M1) e máximo de 100,0 % (M1, M2, M3, M4). No Pasto, essa média de amplitude foi de 23,4 % (Figura 20), com valor mínimo de 73,3 % (P1) e máximo de 100,0 % (P2).

A maior riqueza constatada de Calliphoridae colonizadores, considerando a data de coleta, foi de 2 (M3, M4) na Mata e 3 (P3) no Pasto (Figuras 19 e 20). Não foi verificada relação significativa da riqueza com a temperatura ou com a umidade relativa.

A variação da média diária da temperatura do ar em laboratório de criação, para todo o período de criação desse experimento (Figura 21), foi de 3,8 °C, com valor médio de 28,3 °C, máximo de 30,2 °C (06/mar/2017) e mínimo de 26,4 °C (19/jan/2017). A variação da média diária da umidade relativa do ar em laboratório de criação, para todo o período de criação desse experimento (Figura 21), foi de 10,4 %, com valor médio de 88,3 %, máximo de 93,1 % (21/jan/2017) e mínimo de 82,6 % (26/dez/2016).

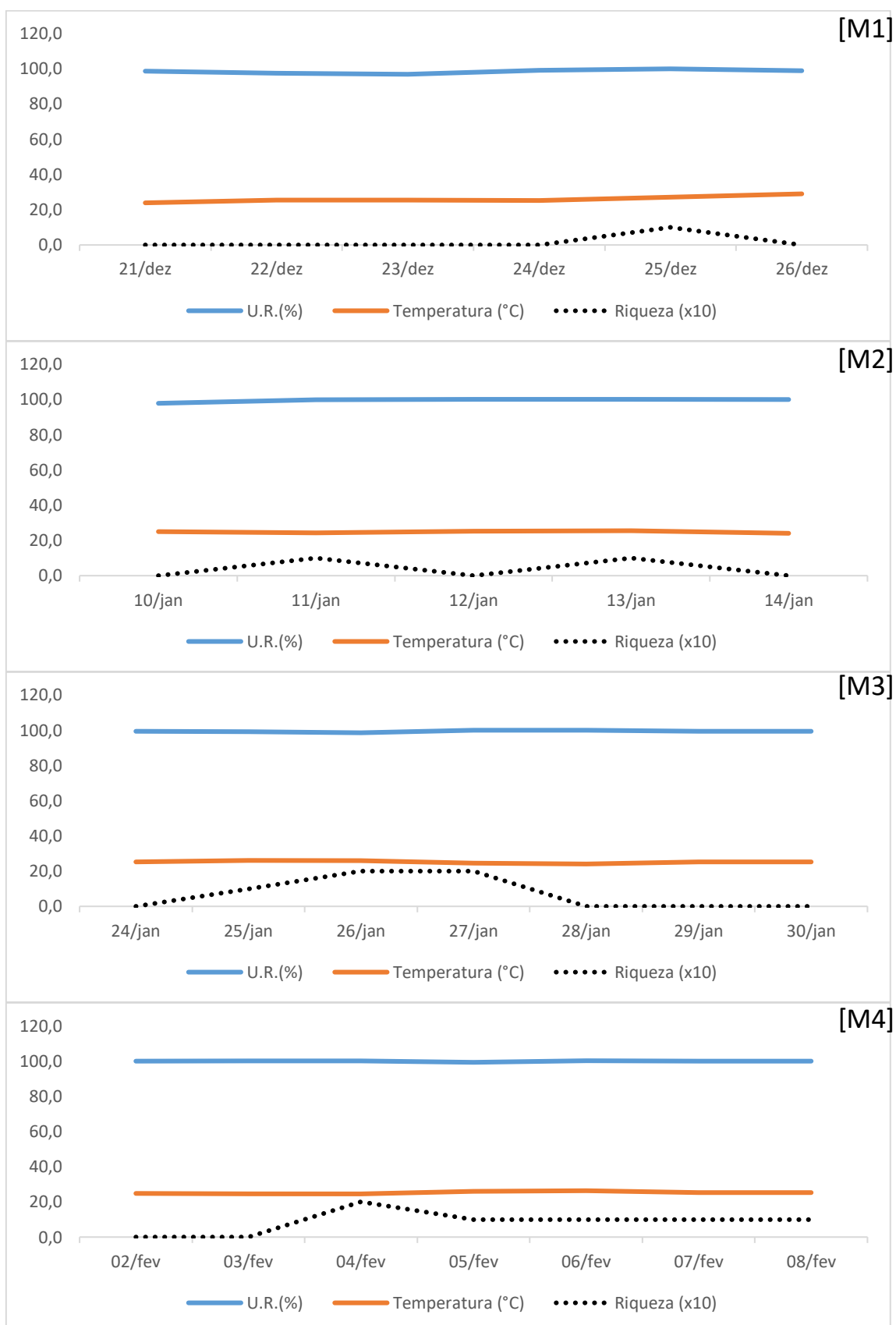


Figura 19 - Variações da umidade relativa do ar média (%), da temperatura do ar média (°C) do local do experimento e da riqueza de emergência, no ambiente Mata, para cada repetição. [M1-M4].

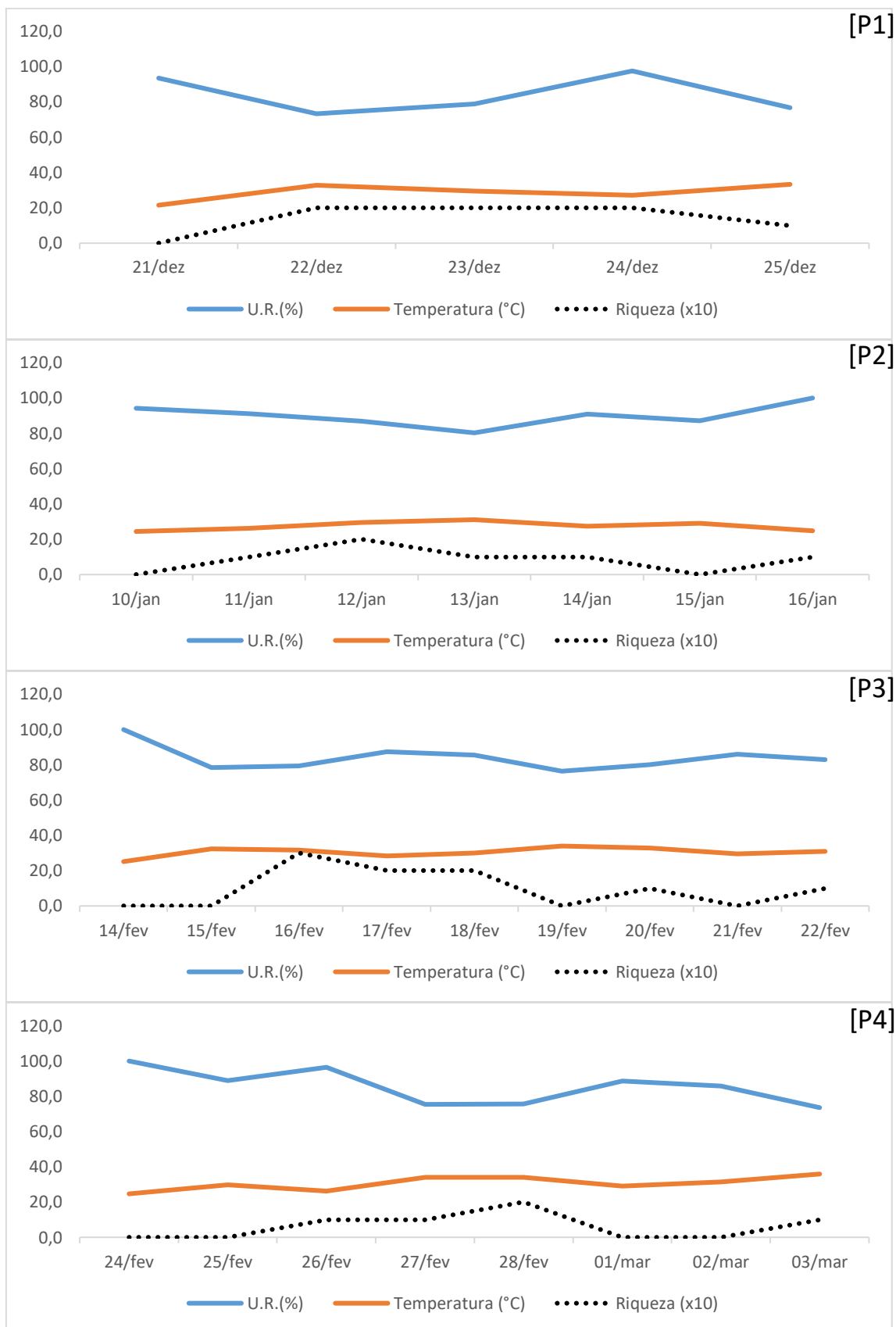


Figura 20 - Variações da umidade relativa do ar média (%), da temperatura do ar média (°C) do local do experimento e da riqueza de emergência, no ambiente Pasto, para cada repetição. [P1-P4].

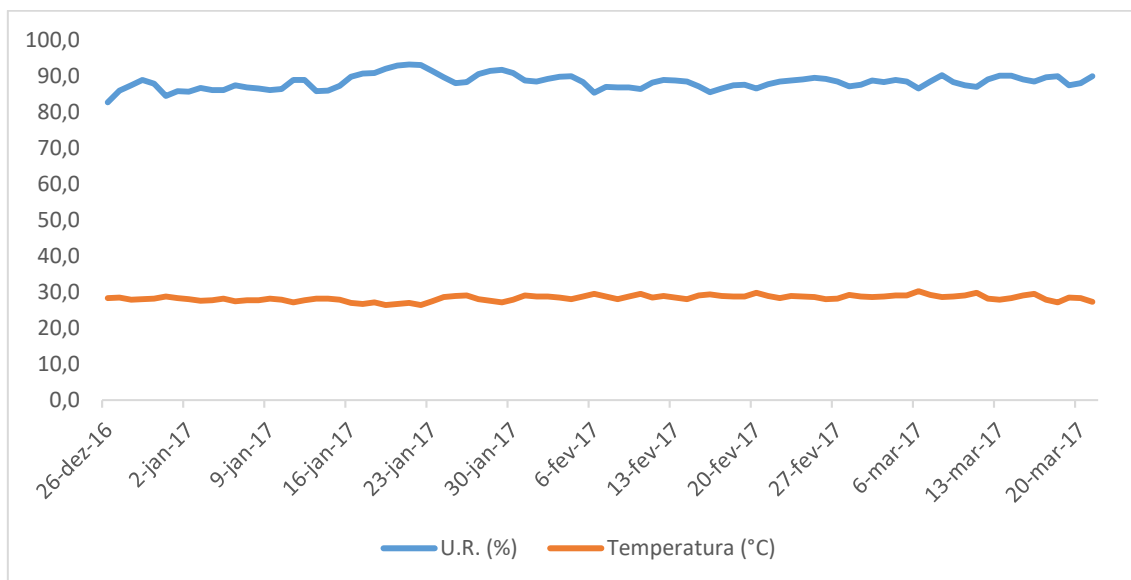


Figura 21 - Variação da umidade relativa do ar média (%) e variação da temperatura do ar média (° C) do laboratório de criação do DPTC-AC, para todo período do experimento.

Em todo o experimento, foram 19 dias de coleta de insetos colonizadores no ambiente Mata e 25 dias de coleta de insetos colonizadores no ambiente Pasto. A Tabela 2 apresenta os dados de emergência de todas as coletas. Na comparação da proporção de emergência nos dois ambientes (Mata e Pasto), pela análise de contingência através de um teste de qui-quadrado ($\chi^2 = 0,96$; $p = 0,51$; $gl = 1$) com a correção de Yates (0,43), verificou-se que a emergência dos califórídeos colonizadores em laboratório não dependeu da procedência de ambiente da coleta.

Tabela 2 – Emergência em laboratório das coletas de califórídeos colonizadores, por ambiente (Mata e Pasto).

		COLETAS DIÁRIAS		
		EMERGIU	NÃO EMERGIU	TOTAL
AMBIENTE	MATA		11	
	PASTO	18	7	25
TOTAL		29	15	44

Considerando a temperatura do cadáver suíno no momento da coleta, verificou-se, através do teste de Mann-Whitney, que a diferença entre os ambientes (Mata e Pasto) foi altamente significativa ($U = 101,5$; $p = 0,0012$). Considerando a temperatura do suíno no momento da coleta, verificou-se, através de uma Regressão Logística Simples, que não houve influência significativa ($-2\log = 52,25$; $p = 0,15$; $\chi^2 = 2,02$) sobre a emergência de califorídeos em laboratório.

Considerando a média diária da temperatura dos dias de deposição do suíno em campo precedentes à coleta, verificou-se, através do teste de Mann-Whitney, que a diferença entre os ambientes (Mata e Pasto) foi altamente significativa ($U = 5,0$; $p = <0,0001$). Considerando a média diária da temperatura dos dias de deposição do suíno em campo precedentes à coleta, verificou-se, através de uma Regressão Logística Simples, que não houve influência significativa ($-2\log = 55,98$; $p = 0,49$; $\chi^2 = 0,48$) na emergência de califorídeos em laboratório.

5. DISCUSSÃO

5.1. As espécies de Calliphoridae colonizadoras

As espécies identificadas no presente estudo foram identificadas em diversos outros trabalhos de Ecologia de decomposição e Entomologia Forense (Salviano 1996; Biavati et al. 2010; Rosa et al 2011; Kosmann et al. 2011; Oliveira-Costa et al. 2013; Vasconcelos et al. 2013; Alves et al. 2014a), corroborando assim que são amplamente distribuídas no Brasil, sendo ainda consideradas as mais frequentes coletadas em cadáveres humanos (Vargas & Wood 2010). Os quatro gêneros identificados representam 40% dos gêneros já registrados no Brasil e as cinco espécies identificadas representam mais de 17% das 29 espécies já registradas para o Brasil (Barbosa 2017).

Dessas, *Ch. albiceps* e *Co. macellaria* são conhecidas como as espécies mais abundantes nos estudos sobre decomposição de carcaças em todo Brasil (Gomes et al. 2000; Carvalho & Linhares 2001; Carvalho et al. 2004; Andrade et al. 2005; Rosa et al. 2009; Oliveira & Vasconcelos 2010; Rosa et al 2011; Oliveira-Costa et al. 2013; Alves et al. 2014b). *Co. macellaria* superava *L. eximia* na frequência em que eram achadas em cadáveres, até a introdução no Brasil do gênero *Chrysomya* (Laurence 1981; Salviano et al. 1996; Souza & Linhares 1997; Aguiar-Coelho & Milward-de-Azevedo 1998; Faria et al. 1999; Gomes et al. 2000).

Dentre as espécies identificadas no trabalho de Carvalho et al (2004), estavam as mesmas cinco espécies de Calliphoridae constatadas no presente estudo. Contudo, colonizando o recurso, apenas *Ch. albiceps* e *L. eximia*. Os autores relataram que, enquanto *L. eximia* estava entre as primeiras a chegar na carcaça, foi a última a completar o desenvolvimento, o que corrobora com o constatado neste experimento, onde *L. eximia* apresentou tempo de emergência médio de 18 dias na Mata e 17 dias no Pasto, enquanto

Ch. albiceps apresentou 14 e 13 dias. *L. eximia* foi a última a completar seu desenvolvimento neste experimento até considerando todas as espécies constatadas, já que *H. segmentaria* apresentou 14 dias para Mata e 12 dias para Pasto, *Co. macellaria* apresentou 10 dias e *H. semidiaphana* 12 dias.

Vasconcelos et al. (2013) constataram apenas duas espécies de Calliphoridae colonizando um cadáver suíno de 15 kg em um fragmento de floresta, onde o tempo mínimo de emergência de adultos em laboratório foi de quatro dias para *H. semidiaphana* e *H. segmentaria*. Andrade et al. (2005) relatam que *Ch. albiceps* emergiram no oitavo dia, *Co. macellaria* emergiram após sete dias e *L. eximia* emergiram no sexto dia. Oliveira & Vasconcelos (2010) registraram a emergência de *Ch. albiceps* em seis dias.

Esses tempos de emergência integram apenas o período entre a coleta de imaturo em campo e a emergência do adulto em laboratório (Dias de Criação – DC), excluindo assim o tempo de exposição ao ambiente do substrato origem (Dias de Deposição – DD). É sabido que o período antes da oviposição compreende o momento de exposição do recurso ao ambiente, o tempo de detecção desse recurso pelo inseto e o tempo de aceitação desse recurso como potencial local de desenvolvimento para seus imaturos (Tomberlin et al. 2011b; Rosati et al. 2015; Anderson 2016), sendo esse período importante quando não se conhece o momento da oviposição ou a biologia da espécie coletada para a região. Nos casos em que a coleta não foi no momento da oviposição, não podemos considerar o tempo de desenvolvimento total da espécie apenas pelos dias de criação (DC) dos imaturos, sendo mais cauteloso acrescentar o tempo de deposição do recurso no ambiente ao tempo de criação em laboratório (DD + DC). Considerando apenas o DC, obteve-se a Tabela 3.

Tabela 3 – Tempo de criação (dias) em laboratório até a emergência de adultos, sendo: Tr.1 Andrade et al. (2005); Tr.2 Oliveira & Vasconcelos (2010); Tr.3 Vasconcelos et al. (2013); Tr.4 Silva et al. (2012); Tr.5 Estrada et al. (2009).

ESPÉCIE	AMBIENTE	Neste experimento	DIAS DE CRIAÇÃO (DC)				
			Tr.1	Tr.2	Tr.3	Tr.4	Tr.5
<i>Ch. albiceps</i>	MATA	9	-	-	-	-	-
	PASTO/OUTRO	4	8	6	-	-	8
<i>Co. macellaria</i>	PASTO/OUTRO	8	7	-	-	8	-
<i>H. segmentaria</i>	MATA	7	-	-	4	-	-
	PASTO/OUTRO	11	-	-	-	-	-
<i>H. semidiaphana</i>	MATA	7	-	-	4	-	-
<i>L. eximia</i>	MATA	15	-	-	-	-	-
	PASTO/OUTRO	11	6	-	-	-	-

Da Tabela 3, podemos verificar que os dados obtidos em metodologias diferentes são dificilmente comparáveis, principalmente se as diferentes temperaturas de criação não são consideradas. Pode-se acrescentar a complexidade envolvida no processo da decomposição, com diversos fatores influentes, reforçando a necessidade de estudos locais em cada região e fitofisionomia brasileira.

Linhares & Thyssen (2012) descreveram o ciclo completo de *Ch. albiceps* como 14-18 dias. Barros-Souza et al. (2012) descreveram esse tempo para *Ch. albiceps* como 14,5 dias na estação mais chuvosa e 9,4 dias na estação menos chuvosa. Considerando o DD + DC como estimativa mais provável para o ciclo completo de desenvolvimento dos imaturos colonizadores, de ovo a adulto, verificou-se que *Ch. albiceps* teve em média seu ciclo completo de desenvolvimento em 14 dias na Mata e 13 dias no Pasto, o que convergiu com o descrito nessas duas publicações supracitadas. Os primeiros autores descreveram que o ciclo completo de *Lucilia eximia* acontece entre 15 a 20 dias, enquanto os segundos descreveram como 19,4 dias na estação chuvosa e 14,3 dias na estação menos chuvosa, o que corrobora com o encontrado no presente experimento: 18 dias para coleta

do ambiente Mata e média de 17 dias para o ambiente Pasto. Barros-Souza et al. (2012) descreveram o ciclo completo de *Hemilucilia segmentaria* como 11,5 dias na estação chuvosa e 10,7 dias na estação menos chuvosa, o que não corrobora com o encontrado no presente experimento: 14 dias para o ambiente Mata e 12 dias para o ambiente Pasto.

5.2. Diferenças observadas entre os ambientes

Apesar dos ambientes escolhidos dentro da APARIS serem próximos, houve diferença altamente significativa entre a temperatura nos dois ambientes, sendo talvez a razão pela diferença constatada na duração média dos estágios de decomposição observados. O ambiente Pasto apresentou temperatura do ar maior e umidade relativa do ar menor quando comparado com o ambiente Mata. E, enquanto o Pasto apresentou médias de duração dos estágios fresco, inchado e decomposição ativa maiores quando comparadas à Mata, apresentou média de duração do estágio de decomposição avançada menor. Apesar disso, não foi verificada relação significativa da temperatura do ar e umidade relativa, ou no conjunto da proveniência da coleta, com a riqueza ou no sucesso de emergência dos imaturos coletados. Utilizou-se quatro replicações (cadáveres suínos) para cada tratamento (ambiente) nesse experimento, talvez um baixo número para demonstrar significância nesses fatores, assim como concluíram Matuszewski et al. (2010a) que também utilizaram quatro replicações para cada tratamento. Resultados semelhantes também foram relatados por Ururahy-Rodrigues et al. (2013a) que não encontraram correlação significativa da influência da chuva na composição ou abundância de Calliphoridae.

Apesar da diferença na probabilidade de emergência conforme a procedência da coleta (Mata e Pasto) não ter sido significativa, a tendência observada merece ser

discutida, pois foi muito perto do nível de 5% de significância. A diferença de temperatura entre os ambientes (Mata e Pasto) foi altamente significativa, sendo indicativo que os ambientes são bem diferentes no tangente aos fatores abióticos. Matuszewski et al. (2010a) sugeriram que todos os califorídeos tem a oviposição aumentada e as chances de emergência dos ovos aumentadas com o aumento da temperatura e umidade. Verificamos que a chance de emergência é maior em coletas provenientes do Pasto, onde a temperatura média também foi maior.

Florestas com solo úmido fornecem água perto do solo e isso aumenta a taxa de oviposição de Calliphoridae, aumentando assim o número de larvas se alimentando e indiretamente o consumo da biomassa (Matuszewski et al. 2008). O crescimento do solo da floresta estimula o desenvolvimento de bactérias, o que resulta em ocorrência mais rápida do estágio inchado e encurtamento do estágio fresco (Matuszewski et al. 2008). Isso corrobora com o encontrado no presente trabalho, onde, em média, o estágio fresco na Mata foi de 0,8 dia e no Pasto 1 dia, e o estágio inchado na Mata de 0,8 dia e no Pasto 1,7 dias.

A constatação de mesmas espécies nos dois ambientes pode ser explicada pelo fato da maioria dos importantes insetos necrófagos tolerarem uma ampla gama de habitats (Matuszewski et al. 2008).

Considerando que apenas um espécime de *L. eximia* emergiu de coletas do ambiente Mata e apenas um espécime de *H. segmentaria* emergiu de coletas do ambiente Pasto, pode-se apontar que essas espécies não são bem estabelecidas nos respectivos ambientes. Isso pode ter ocorrido por adaptabilidade funcional, biológica ou ecológica ou ainda por deslocamento devido à competição intraespecífica.

5.3. Relação entre os estágios de decomposição e os califorídeos colonizadores

Devido ao acelerado processo de decomposição, pode ser de difícil reconhecimento estágios da decomposição (fresco, inchado, ativo, avançado e restos) em cadáveres de pouca biomassa (Payne 1965). Mesmo assim, neste experimento todos os cinco estágios foram identificados.

Apesar de diferentes autores identificarem quantidades diferentes de estágios da decomposição, isso não tem relação direta com a riqueza de espécies observadas em cada estudo (Goff 2009). A riqueza está relacionada com o método de amostragem e o interesse taxonômico envolvido (Goff 2009; Perez et al. 2014). Considerando exclusivamente a riqueza de espécies de Calliphoridae colonizadoras, coletadas e emergidas em laboratório, esse experimento identificou riqueza similar ou superior a outros trabalhos semelhantes (Carvalho et al. 2004; Andrade et al. 2005; Ururahy-Rodrigues 2008; Vélez & Wolff 2008; Oliveira & Vasconcelos 2010; Vasconcelos et al. 2013).

Apesar do gênero *Chrysomya* ser considerado predador agressivo perante outras espécies de califorídeos colonizadoras, a competição direta com as espécies nativas de *Hemilucilia*, mais adaptadas em colonizar cadáveres em florestas (Vasconcelos et al. 2013), pode explicar, no ambiente Mata, a presença em todo o processo de decomposição de *H. segmentaria*, enquanto *Ch. albiceps* só foi presente nos estágios de decomposição ativa e decomposição avançada. Outra explicação para isso pode ser que o estabelecimento das espécies colonizadoras está baseado na sua presença inicial no recurso (Grisales et al. 2010).

A coexistência encontrada neste estudo para o ambiente Pasto de *Ch. albiceps* e *Co. macellaria* pode ser justificada pela ainda não completa dominância da espécie *Ch. albiceps* ou pelo fato do recurso ser suficiente para as duas espécies. Podemos observar

que, mesmo coexistindo, *Ch. albiceps* se mostrou presente todo o processo de decomposição, enquanto *Co. macellaria* apenas em dois estágios.

Pode-se afirmar que o encontrado neste estudo corrobora com a afirmação de Freire (1923) de que não existem espécies da entomofauna cadavérica exclusivas de cada estágio da decomposição.

É de se esperar que o padrão de sucessão seja influenciado pela primeira espécie que colonizou o recurso, sendo muitas vezes definida essa espécie pela hora do dia em que o cadáver foi exposto aos insetos (Tomberlin et al. 2012). Isso corrobora o encontrado neste estudo onde as espécies mais presentes foram coletadas desde o início, sendo, em Mata, *H. segmentaria* presente em todo o processo e, em Pasto, *Ch. albiceps* e *L. eximia* presentes em todo o processo da decomposição.

O constatado, para o ambiente Pasto, de *L. eximia* e *Ch. albiceps* terem sido presentes em todo o processo de decomposição, contudo, não corrobora com o observado por Galindo et al. (2016) que mostraram que *L. eximia* evita ovipositar em locais com presença de larvas de *Ch. albiceps*.

Biavati et al. (2010) observaram que *L. eximia* estava presente desde o início da decomposição do cadáver suíno até o estágio final da decomposição, com poucos adultos, mas com oviposição abundante, sendo coletada tanto em ambiente urbano quanto em ambiente de floresta. Isso corrobora com os resultados encontrados para o ambiente Pasto, mas não para o ambiente Mata, onde só foi identificado um único espécime coletado no final do estágio de decomposição ativa.

Vasconcelos et al. (2013) relataram que a riqueza de espécies pouco diferiu de acordo com o estágio de decomposição em que as larvas foram coletadas em campo, corroborando com o constatado neste experimento. Esses autores verificaram que a emergência de *H. semidiaphana* foi maior quando as larvas foram coletadas no estágio

de restos, divergindo do constatado no presente experimento, onde essa espécie foi presente apenas no início da decomposição ativa e na decomposição avançada.

Biavati et al. (2010) verificaram o estágio inchado como mais atrativo para Calliphoridae. Para quase todos os táxons, não apenas para Diptera, a chegada no cadáver é mais verificada no estágio de inchamento (Barros et al. 2008; Matuszewski et al. 2010b; Ururahy-Rodrigues et al. 2013a). No presente experimento, não se quantificou a emergência de califorídeos, pois a amostragem foi realizada por conveniência com todos os morfotipos identificados, mas não com todas as larvas de todos os morfotipos. Todavia, pode-se verificar que houveram estágios de decomposição com similaridade de 100% em função das espécies colonizadoras emergidas, no ambiente Mata e no ambiente Pasto, e ainda que o estágio inchado da decomposição não foi o mais atrativo para qualquer uma das cinco espécies identificadas.

5.4. Temperatura e o sucesso de emergência

Em estudo detalhado sobre o desenvolvimento larval de cinco espécies de Calliphoridae, Vélez & Wolff (2008) obtiveram 332 horas necessárias para o desenvolvimento de *Ch. albiceps* a 25°C. Com uma margem de erro de 24 h, pode-se afirmar que neste experimento, precisou-se de 216 h para o desenvolvimento de *Ch. albiceps* originadas de coleta no Pasto e de 288 h para o desenvolvimento da mesma espécie coletada na Mata, ambas à temperatura média de 28°C. Vélez & Wolff (2008) ainda relataram o desenvolvimento de *Co. macellaria* em 162 h (30°C) e 294 h (25°C). Neste experimento, verificamos o desenvolvimento de *Co. macellaria* em 240 h (28°C). O que se pode verificar dessas comparações é que a temperatura é inversamente

proporcional ao tempo de desenvolvimento, confirmando o que Ames & Turner (2003) afirmaram.

Todavia, Niederegger et al. (2010) analisaram em laboratório a influência da variação de temperatura no desenvolvimento de Calliphoridae, comparando com o desenvolvimento em temperatura constante similar à média da variação produzida. Constataram que o desenvolvimento sob flutuação diária de temperatura, como acontece em campo, não equivale ao desenvolvimento sob temperatura constante, mesmo que as médias sejam as mesmas.

A temperatura é consensualmente o fator abiótico mais importante no processo de decomposição e no desenvolvimento dos imaturos de Calliphoridae (Matuszewski et al. 2011; Linhares & Thyssen 2012; Barton et al. 2013; Anderson 2016; Forbes & Carter 2016). Contudo, não houve estatisticamente relação significativa da emergência de adultos com a temperatura. Essa não relação significativa com fator tão importante como a temperatura, é verificada em outros trabalhos, como Reibe & Madea (2010). Pode-se sugerir que a influência da temperatura é mais evidente em regiões temperadas (Reed 1958), não sendo tão perceptível em regiões tropicais onde as condições climáticas, geralmente, não têm grandes amplitudes.

5.5. Perspectivas

Quase todos os estudos sobre Ecologia de decomposição de cadáveres envolvendo Calliphoridae realizaram coletas de insetos adultos. Contudo, no processo como um todo, os imaturos têm papel muito mais importante, tanto ecológico na degradação e consumo da matéria putrefeita quanto para a Entomologia Forense (Ururahy-Rodrigues 2008; Matuszewski et al. 2010b; Ururahy-Rodrigues et al. 2013a; Anderson 2016). Salviano

(1996) destacou que a análise de um cadáver deve se basear nas fases imaturas, pois a abundância de espécies que sobrevoam o corpo não representa a realidade das espécies colonizadoras que estão contribuindo na decomposição.

Diferenças dos resultados deste experimento com outros se devem não apenas por diferenças de métodos (fatores extrínsecos), mas também por fatores intrínsecos das espécies envolvidas, como a adaptação geográfica, preferência alimentar e outros hábitos. Essas variações existem inclusive dentro de uma mesma espécie em diferentes regiões (Vélez & Wolff 2008).

Este experimento marca o início das investigações sobre a Ecologia de decomposição de cadáveres na região de Rio Branco (AC), indicando ainda que muitos outros experimentos são necessários para o entendimento satisfatório de tema tão complexo e importante que é o levantamento de informações ecológicas básicas para a família Calliphoridae no Acre. Estudos contemplando comparações entre outros tipos de habitats, cadáveres suínos de maior biomassa, comparações de criação em laboratório com diferentes fotoperíodos e em campo em outras estações do ano serão promissores.

6. CONCLUSÕES

- Cinco espécies de Calliphoridae utilizaram os cadáveres suínos para completar seu ciclo de vida: *Chrysomya albiceps* (Mata e Pasto), *Cochliomyia macellaria* (Pasto), *Hemilucilia segmentaria* (Mata e Pasto), *Hemilucilia semidiaphana* (Mata) e *Lucilia eximia* (Mata e Pasto).
- *H. segmentaria* ocorreu predominantemente na Mata.
- *L. eximia* ocorreu predominantemente no Pasto.
- O sucesso de emergência dos califorídeos colonizadores não foi dependente da tipologia ambiental, Mata ou Pasto, na qual as larvas foram coletadas.
- O tempo médio para emergência de *Ch. albiceps* foi maior para o ambiente Mata do que para o ambiente Pasto.
- Não foi verificada influência da massa corporal ou do tempo total de decomposição dos cadáveres suínos na riqueza de califorídeos colonizadores.
- Foi verificada influência da massa corporal dos cadáveres suínos sobre o tempo total de decomposição, sendo necessário um tempo maior para a decomposição completa dos cadáveres suínos com maior massa corporal.
- Foram observados cinco estágios de decomposição: estágio fresco; estágio inchado; estágio de decomposição ativa; estágio de decomposição avançada; e restos.
- Para o ambiente Mata, foi verificada correlação do IPM (dias de decomposição) sobre a riqueza acumulada de califorídeos colonizadores.
- Verificou-se que tanto a temperatura do ar quanto a temperatura dos cadáveres suínos apresentaram grandes diferenças entre os ambientes Mata e Pasto, mas não apresentaram relação com o sucesso de emergência.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar-Coelho, V.M. & E.M.V. Milward-de-Azevedo. 1998. Combined rearing of *Cochliomyia macellaria* (Fabr.), *Chrysomya megacephala* (Fabr.) and *Chrysomya albiceps* (Wied.) (Dipt., Calliphoridae) under laboratory conditions. *Journal of Applied Entomology* 122: 551-554.
- Alves, A.C.F.; W.E. dos Santos & A.J. Creão-Duarte. 2014a. Diptera (Insecta) de importância forense da região Neotropical. *Entomotropica* 29(2): 77-94.
- Alves, A.C.F.; W.E. dos Santos; R.C.A.P Farias & A.J. Creão-Duarte. 2014b. Blowflies (Diptera, Calliphoridae) associated with pig carcasses in a Caatinga area, Northeastern Brazil. *Neotropical Entomology* 43(2): 122-126.
- Amendt, J.; R. Krettek & R. Zehner. 2004. Forensic entomology. *Naturwissenschaften* 91: 51-65.
- Amendt, J.; C.P. Campobasso; E. Gaudry; C. Reiter; H.N. LeBlanc & M.J.R. Hall. 2007. Best practice in forensic entomology – standards and guidelines. *International Journal of Legal Medicine* 121: 90-104.
- Amendt, J.; C.P. Campobasso; M.L. Goff & M. Grassberger, eds. 2010. *Current Concepts in Forensic Entomology*. Dordrecht, NL: Springer. 376 p.
- Amendt, J.; C.S. Richards; C.P. Campobasso; R. Zehner & M.J.R. Hall. 2011. Forensic entomology: applications and limitations. *Forensic Science Medicine Pathology / Humana Press* 7: 379-392.
- Ames, C. & B. Turner. 2003. Low temperature episodes in development of blowflies: implications for postmortem interval estimation. *Medical and Veterinary Entomology* 17: 178-186.
- Anderson, G.S. 2016. Human decomposition and forensics. In: M.E. Benbow; J.K. Tomberlin & A.M. Tarone (Eds.), *Carrion ecology, evolution, and their applications*, 541-560. Boca Raton, FL: CRC Press (Taylor and Francis Group).
- Andrade, H.T.A.; A.A. Varela-Freire; M.J.A. Batista & J.F. Medeiros. 2005. Calliphoridae (Diptera) coletados em cadáveres humanos no Rio Grande do Norte. *Neotropical Entomology* 34(5): 855-856.
- Ayres, M.; M. Ayres Jr.; D.L. Ayres & A.A.S. dos Santos. 2007. *BioEstat 5.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas*. Belém: MCT; IDSM; CNPq. 364 p. Disponível em: <<http://www.mamiraua.org.br/pt-br/downloads/programas/bioestat-versao-50/>>.

- Barbosa, L. 2017. Calliphoridae. In: Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil. PNUD. Disponível em: <<http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/732>>. Acessado em 29 de outubro de 2017.
- Barros, R.M.; C.A. Mello-Patiu & J.R. Pujol-Luz. 2008. Sarcophagidae (Insecta, Diptera) associados à decomposição de carcaças de *Sus scrofa* Linnaeus (Suidae) em área de Cerrado do Distrito Federal, Brasil. Revista Brasileira de Entomologia 52(4): 606-609.
- Barros-Souza, A.S.; R.L. Ferreira-Keppler & D.B. Agra. 2012. Development period of forensic importance Calliphoridae (Diptera: Brachycera) in urban area under natural conditions in Manaus, Amazonas, Brazil. EntomoBrasilis 5(2): 99-105.
- Barton, P.S.; S.A. Cunningham; D.B. Lindenmayer & A.D. Manning. 2013. The role of carrion in maintaining biodiversity and ecological processes in terrestrial ecosystems. Oecologia 171: 761-772.
- Beaver, R.A. 1977. Non-equilibrium 'island' communities: Diptera breeding in dead snails. Journal of Animal Ecology 46: 783-798.
- Benbow, M.E.; J.K. Tomberlin & A.M. Tarone. 2016a. Introduction to carrion ecology, evolution, and their applications. In: M.E. Benbow; J.K. Tomberlin & A.M. Tarone (Eds.), Carrion ecology, evolution, and their applications, 3-11. Boca Raton, FL: CRC Press (Taylor and Francis Group).
- Benbow, M.E.; J.K. Tomberlin & A.M. Tarone. 2016b. Frontiers in carrion ecology and evolution. In: M.E. Benbow; J.K. Tomberlin & A.M. Tarone (Eds.), Carrion ecology, evolution, and their applications, 561-562. Boca Raton, FL: CRC Press (Taylor and Francis Group).
- Benecke, M. 2004. Forensic entomology: Arthropods and corpses. In: M. Tsokos (Ed.), Forensic pathology reviews. Vol. 2, 207-240. Totowa, NJ: Humana Press.
- , 2008. A brief survey of the history of forensic entomology. Acta Biologica Benrodis 14: 15-38.
- Biavati, G.M.; F.H.A. Santana & J.R. Pujol-Luz. 2010. A checklist of Calliphoridae blowflies (Insecta, Diptera) associated with a pig carrion in Central Brazil. Journal of Forensic Science 55(6): 1603-1606.
- Byrd, J.H. & J.L. Castner (Eds.) 2010. Forensic Entomology: The utility of arthropods in legal investigations. 2nd ed. Boca Raton, FL: CRC Press (Taylor and Francis group). 681 p.
- Cammack, J.A.; M.L. Pimsler; T.L. Crippen & J.K. Tomberlin. 2016. Chemical ecology of vertebrate carrion. In: M.E. Benbow; J.K. Tomberlin & A.M. Tarone (Eds.), Carrion ecology, evolution, and their applications, 187-211. Boca Raton, FL: CRC Press (Taylor and Francis Group).

- Campobasso, C.P.; G.D. Vella & F. Introna. 2001. Factors affecting decomposition and Diptera colonization. *Forensic Science International* 120: 18-27.
- Caneparo, M.F.C.; R.C. Corrêa; K.M. Mise & L.M. Almeida. 2012. Entomologia médico-criminal. *Estudos de Biologia: Ambiente e Diversidade* 34: 215-223.
- Carter, D.O.; D. Yellowlees & M. Tibbett. 2007. Cadaver decomposition in terrestrial gapecosystems. *Naturwissenschaften* 94: 12-24.
- 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 Sciences* 46: 604-608.
- 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.; P.J. Thyssen; M.L. Goff & A.X. Linhares. 2004. Observations on the succession patterns of necrophagous insects on a pig carcass in an urban area of Southeastern Brazil. *Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology* 5(1): 33-39.
- Carvalho, A.L.; E.J.L. Ferreira & J.M.T. Lima. 2010. Comparações florísticas e estruturais entre comunidades de palmeiras em fragmentos de floresta primária e secundária da Área de Proteção Ambiental Raimundo Irineu Serra – Rio Branco, Acre, Brasil. *Acta Amazonica* 40: 657-666.
- Carvalho, C.J.B.; J.A. Rafael; M.S. Couri & V.C. Silva. 2012. Diptera. In: J.A. Rafael; G.A.R. Melo; C.J.B. de Carvalho; S.A. Casari & R. Constantino (Eds.), *Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia*, 701-744. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora.
- Catts, E.P. & M.L. Goff. 1992. Forensic entomology in criminal investigations. *Annual Review of Entomology* 37: 253-272.
- Catts, E.P. & N.H. Haskell, ed. 1990. *Entomology and death: A procedural guide*. Clemson, SC: Joyce's Print Shop. 184 p.
- Estrada, D.A.; M.D. Grella; P.J. Thyssen & A.X. Linhares. 2009. Taxa de desenvolvimento de *Chrysomya albiceps* (Wiedemann) (Diptera: Calliphoridae) em dieta artificial acrescida de tecido animal para uso forense. *Neotropical Entomology* 38(2): 203-207.
- Faria, L.D.B.; L. Orsi; L.A. Trinca & W.A.C. Godoy. 1999. Larval predation by *Chrysomya albiceps* on *Cochliomyia macellaria*, *Chrysomya megacephala* and *Chrysomya putoria*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 90: 149-155.

- Fonseca, A.R.; R.B.F. Campos & G.F. Silva. 2015. Formigas em carcaças de *Rattus norvegicus* (Berkenhout) em uma área de cerrado no sudeste do Brasil: riqueza e abundância. *EntomoBrasilis* 8: 74-78.
- Forbes, S.L. & D.O. Carter. 2016. Processes and mechanisms of death and decomposition of vertebrate carrion. In: M.E. Benbow; J.K. Tomberlin & A.M. Tarone (Eds.), *Carrion ecology, evolution, and their applications*, 13-30. Boca Raton, FL: CRC Press (Taylor and Francis Group).
- Frasson, L.P.; J.L.R. Jr; F.L.G. Leite & W. Krohling. 2006. A história da Entomologia Forense e sua importância na elucidação de questões judiciais. *Natureza on line* 4(2): 77-79. Disponível em: <http://www.naturezaonline.com.br/natureza/conteudo/pdf/07_FrassonLPetal.pdf>. Acessado em 28 de janeiro de 2016.
- Freire, O. 1923. Fauna cadavérica brasileira. *Revista de Medicina* 3: 15-40.
- Galindo, L.A.; R.A. Moral; T.C. Moretti; W.A.C. Godoy & C.G.B. Demétrio. 2016. Intraguild predation influences oviposition behavior of blow flies (Diptera: Calliphoridae). *Parasitology Research* 115(5): 2097-2102.
- Galvão, M.F.; J.R. Pujol-Luz; C.V.A. Pujol-Luz; C.T.A. Rosa; L.R.L. Simone; S.N. Bão; K.B. Barros-Cordeiro; L. Pessoa & G. Bissacot. 2015. Shells and bones: A forensic medicine study of the association of terrestrial snail *Allopeas micra* with buried human remains in Brasil. *Journal of Forensic Sciences* 60(5): 1369-1372.
- Gennard, D.E. 2007. *Forensic Entomology: An introduction*. Chichester, UK: John Wiley and Sons. 224 p.
- Gill-King, H. 1997. Chemical and ultrastructural aspects of decomposition. In: W.D. Haglund & M.A. Sorg (Eds.), *Forensic Taphonomy: The postmortem fate of human remains*, 93-108. Boston, MA: CRC Press LLC.
- Goff, M.L. 2009. Early post-mortem changes and stages of decomposition in exposed cadavers. *Experimental and Applied Acarology* 49: 21-36.
- Gomes, A.; W.W. Koller & A.T.M. Barros. 2000. Sazonalidade da mosca-varejeira, *Cochliomyia macellaria* (Diptera: Calliphoridae), na região dos Cerrados, Campo Grande, MS. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária* 9(2): 125-128.
- Grisales, D.; M. Ruiz & S. Villegas. 2010. Insects associated with exposed decomposing bodies in the Colombian Andean coffee region. *Revista Brasileira de Entomologia* 54(4): 637-644.
- Gunn, A. 2009. *Essential forensic biology*. 2^a ed. Oxford, UK: Wiley-Blackwell Publishing. 424 p.
- Henßge, C. & B. Madea. 2004. Estimation of the time since death in the early post-mortem period. *Forensic Science International* 144: 167-175.

- Keh, B. 1985. Scope and applications of forensic entomology. *Annual Review of Entomology* 30: 137-154.
- Kosmann, C.; M.P. Macedo; T.A.F. Barbosa & J.R. Pujol-Luz. 2011. *Chrysomya albiceps* (Wiedemann) and *Hemilucilia segmentaria* (Fabricius) (Diptera, Calliphoridae) used to estimate the postmortem interval in a forensic case in Minas Gerais, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 55(4): 621-623.
- Kosmann, C.; R.P. Mello; E.S. Harterreiten-Souza & J.R. Pujol-Luz. 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.
- Laurence, B.R. 1981. Geographical expansion of the range of *Chrysomya* blowflies. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 75(1): 130-131.
- Ledo, R.M.D.; R.M. Barros & J.R. Pujol-Luz. 2012. Sarcophagidae and Calliphoridae related to *Rhinella schneideri* (Anura, Bufonidae), *Bothrops moojeni* (Reptilia, Serpentes) and *Mabuya frenata* (Reptilia, Lacertilia) carcasses in Brasília, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 56(3): 377-380.
- Leite, G.L.D. & V.G. Mendes-Sá. 2010. Taxonomia, nomenclatura e identificação de espécies: Entomologia Básica. Montes Claros, MG: Instituto de Ciências Agrárias UFMG. 50 p.
- Linhares, A.X. & P.J. Thyssen. 2012. Entomologia Forense, miíases e terapia larval. In: J.A. Rafael; G.A.R. Melo; C.J.B. de Carvalho; S.A. Casari & R. Constantino (Eds.), *Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia*, 701-744. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora.
- Madra, A.; K. Fratzczak; A. Grzywacz & S. Matuszewski. 2015. Long-term study of pig carrion entomofauna. *Forensic Science International* 252: 1-10.
- Matuszewski, S.; D. Bajerlein; S. Konwerski & K. Szpila. 2008. An initial study of insect succession and carrion decomposition in various forest habitats of Central Europe. *Forensic Science International* 180: 61-69.
- , 2010a. Insect succession and carrion decomposition in selected forests of Central Europe. Part 1: Pattern and rate of decomposition. *Forensic Science International* 194: 85-93.
- , 2010b. Insect succession and carrion decomposition in selected forests of Central Europe. Part 2: Composition and residency patterns of carrion fauna. *Forensic Science International* 195: 42-51.
- , 2011. Insect succession and carrion decomposition in selected forests of Central Europe. Part 3: Succession of carrion fauna. *Forensic Science International* 207: 150-163.

- McAleece, N.; J.D.G. Gage; P.J.D. Lamshead & G.L.J. Paterson. 1997. BioDiversity Professional statistics analysis software. Scottish Association for Marine Science and the Natural History Museum London. Disponível em: <<http://www.sams.ac.uk/peter-lamont/biodiversity-pro>>.
- Mégnin, J.P. 1894. La faune des cadavres - Application de l'entomologie a la médecine légale. Paris, FR: Encyclopédie Scientifique des Aide-Mémoire. 239 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.
- Mello-Patiu, C.A. 2007. Noções de entomologia geral. In: J. Oliveira-Costa (Ed.), *Entomologia Forense: Quando os insetos são vestígios*, 1-27. 2ª ed. Campinas, SP: Millennium.
- Michaud, J.P.; K.G. Schoenly & G. Moreau. 2015. Rewriting ecological succession history: Did carrion ecologists get there first? *The Quartely Review of Biology* 90(1): 45-66.
- Miranda, G.H.B.; G.S. Jacques & M.P. d'Almeida. 2006. Coleta de amostras de insetos para fins forenses. Brasília, DF: Ministério da Justiça. 15 p.
- Miranda, G.H.B.; K.A. Costa & J.R. Pujol-Luz. 2013. Vestígios Entomológicos. In: J.A. Velho; K.A. Costa & C.T.M. Damasceno (Eds.), *Locais de Crime: dos vestígios à dinâmica criminosa*, 125-150. Campinas, SP: Millennium.
- Mohr, R.M. & J.K. Tomberlin. 2015. Development and validation of a new technique for estimating a minimum post-mortem interval using adult blow fly (Diptera: Calliphoridae) carcass attendance. *International Journal of Legal Medicine* 129(4): 851-859.
- Moura, M.O. 2004. Variação espacial como mecanismo promotor da coexistência em comunidades de insetos necrófagos. *Revista Brasileira de Zoologia* 21: 409-419.
- Moura, M.O.; C.J.B.de Carvalho & E.L.A. Monteiro-Filho. 2005. Heterotrophic succession in carrion arthropod assemblages. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 48: 477-486.
- Niederegger, S.; J. Pastusschek & G. Mall. 2010. Preliminary studies of the influence of fluctuating temperatures on the development of various forensically relevant flies. *Forensic Science International* 199: 72-78.
- Oliveira, T.C & S.D. Vasconcelos. 2010. Insects (Diptera) associated with cadavers at the Institute of Legal Medicine in Pernambuco, Brazil and its implications for forensic entomology. *Forensic Science International* 198: 97-102.

- Oliveira-Costa, J. (Ed.) 2007. Entomologia Forense: Quando os insetos são vestígios. 2ª ed. Campinas, SP: Millennium. 456 p.
- , 2013a. Insetos "peritos": A Entomologia Forense no Brasil. Campinas, SP: Millennium. 488 p.
- , 2013b. Procedimento operacional padrão para coleta de vestígios entomológicos. In: J. Oliveira-Costa (Ed.), Insetos "peritos": A Entomologia Forense no Brasil, 43-61. Campinas, SP: Millennium.
- Oliveira-Costa, J & S.M. Lopes. 2000. A relevância da Entomologia Forense para a perícia criminal na elucidação de um caso de suicídio. Entomologia y Vectores 7(2): 203-209.
- Oliveira-Costa, J; G.S. Dias & E. Meloni. 2011. Metodologias de criação e curadoria de vestígios entomológicos. In: J. Oliveira-Costa (Ed.), Entomologia Forense: Quando os insetos são vestígios, 427-436. 3ª ed. Campinas, SP: Millennium.
- Oliveira-Costa, J; R.G. Oliveira & C.S. Bastos. 2013. Diptera Calliphoridae de importância forense no município do Rio de Janeiro. Revista Eletrônica Novo Enfoque 16(16): 41-52.
- Oliveira-da-Silva, A.; R. Ale-Rocha & J.A. Rafael. 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: 524-527.
- Payne, J.A. 1965. A summer carrion study of the baby pig *Sus scrofa* Linnaeus. Ecology 46: 592-602.
- Pechal, J.L.; M.E. Benbow; T.L. Crippen; A.M. Tarone & J.K. Tomberlin. 2014. Delayed insect access alters carrion decomposition and necrophagous insect community assembly. Ecosphere 5(4): 1-21.
- Perez, A.E.; N.H. Haskell & J.D. Wells. 2014. Evaluating the utility of hexapod species for calculating a confidence interval about a succession based postmortem interval estimate. Forensic Science International 241: 91-95.
- Pielou, E.C. 1984. The Interpretation of Ecological Data: A primer on classification and ordination. New York, NY: John Wiley & Sons. 263 p.
- Powers, R.H. 2005. The decomposition of human remains: A biochemical perspective. In: J. Rich; D.E. Dean & R.H. Powers (Eds.), Forensic medicine of the lower extremity: Human identification and trauma analysis of the thigh, leg, and foot, 3-15. Totowa, NJ: The Humana Press.
- Pujol-Luz, J.R.; H. Marques; A. Ururahy-Rodrigues; J.A. Rafael; F.H.A. Santana; L.C. Arantes & R. Constantino. 2006. A forensic entomology case from the Amazon rain forest of Brazil. Journal of Forensic Sciences 51(5): 1151-1153.

- Pujol-Luz, J.R.; L.C. Arantes & R. Constantino. 2008a. Cem anos da Entomologia Forense no Brasil (1908-2008). *Revista Brasileira de Entomologia* 52(4): 485-492.
- Pujol-Luz, J.R.; P.A.C. Francez; A. Ururahy-Rodrigues & R. Constantino. 2008b. The black soldier-fly, *Hermetia illucens* (Diptera, Stratiomyidae), used to estimate the post-mortem interval in a case in Amapá state, Brazil. *Journal of Forensic Science* 53(2): 476-478.
- Pujol-Luz, J.R. & K.B. Barros-Cordeiro. 2012. Intra-puparial development of the females of *Chrysomya albiceps* (Wiedemann) (Diptera, Calliphoridae). *Revista Brasileira de Entomologia* 56(3): 269-272.
- Rafael, J.A. 2012. Chave para as ordens: adultos. In: J.A. Rafael; G.A.R. Melo; C.J.B. de Carvalho; S.A. Casari & R. Constantino (Eds.), *Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia*, 191-196. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora.
- Reed, H.B.J. 1958. A study dog carcass communities in Tennessee, with special reference to the insects. *The American Midland Naturalist* 59: 213-245.
- Reibe, S. & B. Madea. 2010. How promptly do blowflies colonize fresh carcasses? A study comparing indoor with outdoor locations. *Forensic Science International* 195: 52-57.
- Ricklefs, R.E. 2013. Sucessão ecológica e desenvolvimento da comunidade. In: *A Economia da Natureza*, 349-365. 6ª ed. Traduzido por P.P. de Lima-e-Silva & C. Bueno. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan. Original publicado como *The Economy of Nature*, 6th ed. (NY: W.H. Freeman, 2010).
- Ries, A.C. & B. Blochtein. 2015. Insect fauna associated with exposed pig carcasses in Southern Brazil. *Entomobrasilis* 8: 180-188.
- Rosa, T.A.; M.L.Y. Babata; C.M.de Souza; D.de Sousa; C.A.de Mello-Patiu & J. Mendes. 2009. Dípteros de interesse forense em dois perfis de vegetação de Cerrado em Uberlândia, MG. *Neotropical Entomology* 38(6): 859-866.
- Rosa, T.A.; M.L.Y. Babata; C.M.de Souza; D.de Sousa; C.A.de Mello-Patiu; F.Z. Vaz-de-Mello & J. Mendes. 2011. Arthropods associated with pig carrion in two vegetation profiles of Cerrado in the State of Minas Gerais, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 55(3): 424-434.
- Rosati, J.Y.; V.A. Pacheco; M.A. Vankosky & S.L. Vanlaerhoven. 2015. Estimating the number of eggs in blow fly (Diptera: Calliphoridae) egg masses using photographic analysis. *Journal of Medical Entomology* 52(4): 658-662.
- Salviano, R.J.B. 1996. Sucessão de Diptera caliptrata em carcaça de *Sus scrofa* Linnaeus, Rio de Janeiro, RJ. Diss. de Mestrado, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 159 p.

- Salviano, R.J.B.; R.P. Mello; R.F.S. Santos; L.C.N.H. Beck & A. Ferreira. 1996. Calliphoridae (Diptera) associated with human corpses in Rio de Janeiro, Brazil. *Entomologia y Vetores* 3(5-6): 145-146.
- Scaglia, J.A.P. 2011. As sucessões entomológicas. In: J.P. Vanrell (Ed.), *Manual de Medicina Legal (Tanatologia)*, 263-284. 4^a ed. Leme, SP: J.H.Mizuno.
- Schoenly, K.G.; N.H. Haskell; D.K. Mills; C. Bieme-Ndi; K. Laersen & Y. Lee. 2006. Recreating death's acre in the school yard: Using pig carcasses as model corpses to teach concepts of forensic entomology and ecological succession. *The American Biology Teacher* 68(7): 402-409.
- Schoenly, K.G.; J.P. Michaud & G. Moreau. 2016. Design and analysis of field studies in carrion ecology. In: M.E. Benbow; J.K. Tomberlin & A.M. Tarone (Eds.), *Carrion ecology, evolution, and their applications*, 129-148. Boca Raton, FL: CRC Press (Taylor and Francis Group).
- SEMEIA, Secretaria Municipal de Meio Ambiente. 2013. Plano de Gestão (Fase 1) da Área de Proteção Ambiental Raimundo Irineu Serra. Rio Branco, AC: SEMEIA. 202 p.
- Siegel, S. & N.J. Jr. Castellan. 2008. *Estatística não-paramétrica para Ciências do Comportamento*. Reimpressão. Traduzido por S.I.C. Carmona. Porto Alegre, SC: Artmed, Bookman. Original publicado como *Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences*, 2th ed. 2006. 448 p.
- Silva, D.C.; V.M.A. Coelho; S.L.C. Silva; R.P. Carvalho & G.E.M. Borja. 2012. Desenvolvimento pós-embrionário de *Cochliomyia macellaria* (Fabricius) (Diptera: Calliphoridae), criada em duas dietas naturais, sob condições controladas. *Biotemas* 25(4): 131-137.
- Skevington, J.H. & P.T. Dang. 2002. Exploring the diversity of flies (Diptera). *Biodiversity* 3(4): 3-27.
- 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.
- Szpilla, K.; M.J.R. Hall; T. Pape & A. Grzywacz. 2013. Morphology and identification of first instars of the European and Mediterranean blowflies of forensic importance. Part II. Luciliinae. *Medical and Veterinary Entomology* 27: 349-366.
- Tomberlin, J.K.; M.E. Benbow; A.M. Tarone & R.M. Mohr. 2011a. Basic research in evolution and ecology enhances forensics. *Trends in Ecology and Evolution* 26(2): 53-55.
- Tomberlin, J.K.; R. Mohr; M.E. Benbow; A.M. Tarone & S. VanLaerhoven. 2011b. A roadmap for bridging basic and applied research in forensic entomology. *Annual Review of Entomology* 56: 401-421.

- Tomberlin, J.K.; J.H. Byrd; J.R. Wallace & M.E. Benbow. 2012. Assessment of decomposition studies indicates need for standardized and repeatable research methods in forensic entomology. *Journal of Forensic Research* 3(5): 1-10.
- 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, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e Universidade Federal do Amazonas. 107 p.
- Ururahy-Rodrigues, A.; J.A. Rafael; R.F. Wanderley; H. Marques & J.R. Pujol-Luz. 2008. *Coprophanaeus lancifer* (Linnaeus, 1767) (Coleoptera, Scarabaeidae) activity moves a man-size pig carcass: Relevant data for forensic taphonomy. *Forensic Science International* 182: e19-e22.
- Ururahy-Rodrigues, A.; J.A. Rafael; J.R. Pujol-Luz; A.L. Henriques; M.M.C. Queiroz; R.R. Barbosa & M.N. Baroni. 2010. Association of *Oxelytrum cayennense* (Silphidae, Coleoptera) with pig carcasses (*Sus scrofa*, Suidae) in terra firme areas in Manaus, Amazonas, Brazil. *Entomobrasilis* 3: 44-48.
- Ururahy-Rodrigues, A.; J.A. Rafael & J.R. Pujol-Luz. 2013a. Temporal distribution of blowflies of forensic importance (Diptera: Calliphoridae), in man-size domestic pigs carcasses, in the forest Reserve Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas, Brazil. *EntomoBrasilis* 6(1): 09-22.
- Ururahy-Rodrigues, A.; J.A. Rafael; R.N.P. Souto; P.A.C. Francez; R.R. Barbosa; C. Carriço & M.M.C. Queiroz. 2013b. Avanços da Entomologia Forense na região Norte. In: J. Oliveira-Costa (Ed.), *Insetos "peritos": A Entomologia Forense no Brasil*, 225-241. Campinas, SP: Millennium.
- Vairo, K.P.; A. Ururahy-Rodrigues; M.O. Moura & C.A. Mello-Patiu. 2014. Sarcophagidae (Diptera) with forensic potential in Amazonas: a pictorial key. *Tropical Zoology* 27: 140-152.
- VanLaerhoven, S.L. 2008. Blind validation of postmortem interval estimates using developmental rates of blow flies. *Forensic Science International* 180: 76-80.
- Vargas, J. & D.M. Wood. 2010. Calliphoridae (blow flies). In: B.V. Brown; A. Borkent; J.M. Cumming; D.M. Wood; N.E. Woodley & M. Zumbado (Eds.), *Manual of Central American Diptera*. Vol. 2, 1297-1304. Ottawa, CA: NRC Research Press.
- Vasconcelos, S.D.; T.M. Cruz; R.L. Salgado & P.J. Thyssen. 2013. Dipterans associated with a decomposing animal carcass in a rainforest fragment in Brazil: Notes on the early arrival and colonization by necrophagous species. *Journal of Insect Science* 13(145): 1-11.
- Vélez, M.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.

Vieira, S. 2008. Introdução à Bioestatística. 4^a ed. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier. 345 p.

Whitworth, T. 2010. Keys to the genera and species of blow flies (Diptera: Calliphoridae) of the West Indies and description of a new species of *Lucilia* Robineau-Desvoidy. *Zootaxa* 2663: 1-35.