

Universidade Federal da Grande Dourados
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais
Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade

**FORMIGAS ASSOCIADAS A CARCAÇAS DE SUÍNOS (*Sus
scrofa* Linnaeus, 1758) E SEU PAPEL NA SUCESSÃO
ECOLÓGICA DURANTE O PROCESSO DE
DECOMPOSIÇÃO**

MICHELE CASTRO DE PAULA

Dourados – MS

Março 2014

Universidade Federal da Grande Dourados
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais
Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade

MICHELE CASTRO DE PAULA

FORMIGAS ASSOCIADAS A CARÇAÇAS DE SUÍNOS (*Sus scrofa*
Linnaeus, 1758) E SEU PAPEL NA SUCESSÃO ECOLÓGICA DURANTE O
PROCESSO DE DECOMPOSIÇÃO

Dissertação de Mestrado apresentada a Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), como parte dos requisitos exigidos para obtenção do Título de MESTRE EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE.

Área de Concentração: Entomologia

Orientador: Prof. Dr. William Fernando Antonialli Junior

Dourados – MS

Março 2014

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFGD.

**PÁGINA RESERVADA AO DOCUMENTO DE DEFESA DA
DISSERTAÇÃO/TESE CONTENDO ASSINATURAS DOS MEMBROS DA
BANCA AVALIADORA**

(Inserir cópia ou digitalização do documento original utilizado na defesa)

BIOGRAFIA DO ACADÊMICO

Michele Castro de Paula, natural de Nova Andradina – Mato Grosso do Sul, nascida aos 23 de agosto de 1987, filha de Aparecida Franco de Castro e Sergio de Paula Ribeiro.

Cursou todo o Ensino Fundamental (1994 a 2001) e o Ensino Médio (2002 a 2004) na Escola Estadual Austrílio Capilé Castro no Município de Nova Andradina/MS.

Possui Graduação em Ciências Biológicas – Licenciatura pelo Centro Universitário da Grande Dourados – UNIGRAN, de 2007 a 2011, com iniciação científica pelo período de um ano (Fev/2011 a Nov/2011) desenvolvendo trabalhos relacionados com formigas arborícolas especificamente, “se a fenologia de árvores influenciam a riqueza e abundância de espécies formigas arborícolas”.

Atualmente desenvolve trabalhos relacionados com a ação das espécies de formigas sobre os dípteros e a entomofauna em geral. Com objetivo de conhecer o papel das espécies de formigas que colonizam carcaças de vertebrados.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus que me deu a vida, saúde e determinação para atingir meus objetivos.

À minha família, em especial agradeço a minha mãe Aparecida Franco de Castro pela constante luta, pelo amor, carinho, compreensão e total incentivo ao estudo, indispensáveis na trajetória da minha vida acadêmica e principalmente deste trabalho. Ao meu pai Sergio de Paula Ribeiro, pelo amor, carinho, por sempre acreditar em mim. Aos meus irmãos Daniel, Alexander e Ricardo pelo carinho, apoio e compreensão, sem vocês não conseguiria desenvolver este trabalho. Em especial ao meu irmão Daniel, agradeço pelo amor, apoio e companhia das incontáveis vezes que se propôs a me ajudar em minhas coletas.

Em especial ao meu esposo, João Paulo da Silva, pelo amor e carinho durante a realização desta pesquisa, pelo apoio e companhia em inúmeras coletas, pois sem você não conseguiria desenvolver este trabalho. E também agradeço pela compreensão em razão das horas que deixei de estar presente por razões de dedicação aos estudos.

Ao meu orientador, Professor Dr. William Fernando Antonialli Junior pela excelente orientação e dedicação, pelo apoio durante a realização deste trabalho, pelo voto de confiança em mim depositado, me acolhendo em seu grupo de pesquisa, pela paciência e sugestões que tanto me fizeram crescer, contribuindo enormemente na minha formação profissional.

Ao Professor Dr. Jacques Humberto Charles Delabie, por ter feito parte da minha caminhada e conseqüentemente contribuiu com tudo isso, a qual com esplendor identificou todos os espécimes de formigas

Ao Professor Dr. Cláudio José Von Zuben, por ter dado a oportunidade de trabalhar uma semana em seu laboratório, recebendo-me com todo atenção e carinho, pela paciência para ensinar, e pela preciosa contribuição da identificação dos dípteros.

Ao gerente Marco e sua esposa da granja Piasiski pela compreensão, e disponibilização de suínos para que este estudo fosse possível, pelo entusiasmo dos mesmos ao acreditarem em meu trabalho, pelo acolhimento, ajuda, paciência e generosidade com que me trataram.

Aos Professores do Programa de Pós Graduação em Recursos Naturais, em especial ao Prof. Dr. Yzel Rondon Suárez, pelos auxílios e ensinamentos estatísticos.

Aos amigos e parceiros de “coleta” Gustavo, Caroline, Cristiano, por terem me

ajudado a desenvolver este trabalho, depois de muito trabalho, muita luta, “muitos sustos nas coletas noturnas” conseguimos concluir este estudo, pela compreensão, por todo apoio, companheirismo, amizade, disposição e ajuda;

Aos meus colegas de mestrado e irmãos de laboratório Angélica, Dayana, Denise, Eva, Ellen, Erika, Ingrid, Juliana, Junior, Kamylla, Luan, Maria, Márlon, Romario e Thiago que se tornaram bons amigos ao longo dessa jornada, pelo companheirismo e o constante apoio.

À todos os amigos do mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade (UFGD), Angélica, Eires, Juliana, Melisa, Tiago, Leonardo, Iris, Elison, Paulo, Carol, Andressa, Daniele, Jéssica, Rita, Rogério, Gimo, pelos momentos maravilhosos que passamos juntos, pelas risadas e pelo conhecimento que adquirimos juntos, mas também transmitimos, uma vez que cada um trabalha com áreas distintas, mas apaixonantes.

À Universidade Federal da Grande Dourados.

À Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul.

Ao CNPQ pela bolsa concedida.

A Capes pelo financiamento concedido.

A todos vocês, o meu mais sincero agradecimento.

“Penso, Sócrates – como presumidamente tu também pensas-
que nesta vida é muito difícil chegar a ter conhecimento sobre
estes assuntos; talvez mesmo além das nossas
possibilidades. Seria um covarde, contudo, que não tentasse
refutar com todas as forças os argumentos propostos,
recusando-se a ceder antes que o esgotasse o exame exaustivo
de todos os aspectos. Com efeito, há a nossa frente dois modos
de proceder: ou aprendemos, e descobrimos a verdade sobre
tais assuntos, ou isso está de fato além das nossas forças; neste
caso, é preciso escolher a doutrina que nos pareça a melhor, a
mais resistente á refutação. Apoiamos nela, como numa
peça de madeira que flutua, devemos navegar pela vida
arrastando os perigos, até que surja a oportunidade
de encontrar alguma coisa mais forte e confiável...”

Platão

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Aparecida Franco de
Castro e Sergio de Paula Ribeiro, meu irmão
Daniel Castro de Paula e ao meu esposo,
João Paulo da Silva

Dedico.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	1
GENERAL ABSTRACT	2
INTRODUÇÃO GERAL	3
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
Entomologia Forense	6
Estimativa do Intervalo Pós Morte (IPM).....	6
A Fauna associada, sucessão entomológica.....	7
Formicidae.....	8
OBJETIVO GERAL	9
HIPÓTESES	9
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	10

CAPÍTULO I

FORMIGAS ASSOCIADAS A CARCAÇAS DE SUÍNOS (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758) E SEU PAPEL NA SUCESSÃO ECOLÓGICA DURANTE O PROCESSO DE DECOMPOSIÇÃO

CAPÍTULO I.....	14
RESUMO	14
ABSTRACT	15
INTRODUÇÃO	16
MATERIAIS E MÉTODOS	19
RESULTADOS	23
DISCUSSÃO.....	26
CONCLUSÕES.....	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32
ANEXOS.....	38

RESUMO GERAL

A Entomologia Forense é empregada em diversas questões judiciais como ferramenta de investigações médico-criminais. Varias espécies estão associadas ao processo de decomposição, se substituem ou crescem na carcaça, gerando uma sucessão entomológica. Segundo a literatura os grupos que mais se destacam são os dípteros, coleópteros e himenópteros (vespas e formigas). Embora os insetos mais investigados, pela importante atuação, já comprovada sejam os dípteros e os coleópteros, as formigas estão presentes em todas as fases de decomposição, podendo atuar como predadoras ou necrófagas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o papel das formigas durante o processo de decomposição de carcaças de suíno em ambiente de mata. Os experimentos foram realizados em duas estações distintas a fim de avaliar as diferenças de assembléias de formigas, seus papéis agindo como representantes de diferentes categorias ecológicas e, por fim seu papel sobre o processo de decomposição. Os dípteros foram os primeiros a localizar a carcaça, sendo coletados representantes de 15 famílias, sendo o grupo mais representativo os Calliphoridae com 39,55%, seguido por Sarcophagidae (17,82%), Muscidae (14,33%), Fannidae (9,30%), Phoridae (5,96%), e o restante das famílias representando um total de (9,76%) na estação quente e úmida. Na estação fria e seca Calliphoridae também foi a mais frequente (37,41%), seguido por Sarcophagidae (15,39), Muscidae (11,67%), Phoridae (10,68%), Fannidae (6,75%), Anthomyidae (4,60%) e o restantes das famílias somaram (13,50%). Formigas foi o segundo grupo a localizar e explorar as carcaças, sendo que 39 espécies pertencentes a seis subfamílias visitaram e exploraram as carcaças durante todo o período dos experimentos. Do total de espécies, 18 foram comuns as duas estações, 7 ocorreram exclusivamente na estação quente e úmida e 14 na estação fria e seca. Na estação quente e úmida 18% delas apresentaram hábito necrófago, 35% predador, 21% onívoro, e 26% das espécies foram consideradas acidentais. Na estação fria e seca 34% das formigas apresentaram hábito necrófago, 27% predador, 23% onívoro e 16% foram consideradas acidentais. Destas categorias, tanto as espécies que agem como predadoras, como aquelas que agem como necrófagas, interferem mais significativamente no tempo de decomposição, atrasando e acelerando respectivamente. O tempo de decomposição foi significativamente maior na estação fria e seca, provavelmente por conta das diferenças das condições climáticas, que interferem na ocorrência da fauna que atua na decomposição. Portanto, estes resultados demonstram que a ação de formigas sobre carcaças que sofrem decomposição em mata é relevante, pois podem atuar sobre outros grupos de insetos ou consumindo-a de forma direta, neste caso causando artefatos que podem alterar a percepção de legistas forenses. Em ambos os casos, também podem alterar significativamente o tempo de decomposição.

Palavras-chave: Entomologia Forense, Diptera, Formicidae, Tempo de Decomposição

GENERAL ABSTRACT

The Forensic Entomology is applied to several legal issues as a tool in criminal investigations. Several species are associated with the decomposition process, being replaced or added on the carcass, creating an entomological succession. According to literature the groups that stand out are the Diptera, Coleoptera and Hymenoptera (wasps and ants). Although the most studied insects are the Diptera and Coleoptera, because of their already proved important role, ants are present at all stages of decomposition, and may act as predators or scavenger. Therefore, the aim of this study was to evaluate the role of ants during the process of decomposition of swine carcasses in the forest environment. The experiments were performed in two different seasons in order to assess differences in ant assemblages, their roles acting as representatives of different ecological categories, and finally its role on the process of decomposition. The group of Diptera was the first to locate the carcass, being gathered representatives of 15 families, and the group of Calliphoridae considered the most representative, with 39.55%, followed by Sarcophagidae (17.82%), Muscidae (14.33%), Fannidae (9.30%), Phoridae (5.96%), and the rest of the families representing a total of 9.76% in the hot and humid season. In the cold and dry season Calliphoridae was also the most frequent (37.41%), followed by Sarcophagidae (15.39), Muscidae (11.67%), Phoridae (10.68%), Fannidae (6.75%), Anthomyidae (4.60%), and the remaining families totaled 13.50%. Ants was the second group to locate and explore the carcasses, with 39 species of six subfamilies that visited and explored the carcasses during the whole period of the experiments. From the total amount of species, 18 were common to both the stations, 7 occurred exclusively in the hot and humid season and 14 during the dry and cold season. In the hot and humid season, 18% presented scavenger habit, 35% predator, 21% omnivore, and 26% of the total amount of species was considered adventitious. During the dry and cold season 34% of the ants showed scavenger habit, 27% predator, 23% omnivore and 16% was considered adventitious. Of these categories, both predatory and scavenger species, most significantly interfere on the decomposition time, retarding it and accelerating it, respectively. The decomposition time was significantly higher during the dry and cold season, probably because of differences of the climatic conditions that interfere on the occurrence of fauna, which acts in decomposition. Therefore, these results demonstrate that the action of ants on carcasses suffering decomposition in the forest is relevant because it may act on other groups of insects or consume it directly, in this case, causing artifacts that can change the perception of forensic examiners. In both cases, it may also significantly alter the decomposition time.

Keywords: Forensic Entomology, Diptera, Formicidae, Decomposition Time.

INTRODUÇÃO GERAL

A classe Insecta é uma das maiores dentre os animais existentes, com aproximadamente um milhão de espécies descritas (CONSTANTINO *et al.*, 2002). Além disso, devido à radiação adaptativa, tais organismos obtiveram grande sucesso na colonização de diferentes tipos de ambientes, ocupando grande diversidade de nichos e habitats, exceto águas marinhas (RUPPERT & BARNES, 1996).

Os invertebrados são classificados morfológicamente pela presença de três pares de pernas, com frequência encontram-se um ou dois pares de asas, três regiões corporais bem diferenciadas em cabeça, tórax e abdômen, um par de antenas, partes bucais variando de acordo com a alimentação do inseto, podendo ser do tipo picador, sugador ou lambedor, um par de olhos compostos e ocelos de número variável (BORROR & WHITE, 1970).

A ciência que se dedica a estudar e usar os insetos associados a casos de morte suspeita entre outras aplicações denomina-se entomologia forense. Apesar de enunciada em 1894, tem sido utilizada em diversos países como Estados Unidos, Rússia, Canadá, França, Japão, com vários relatos de estudos de casos na Inglaterra e Índia, desde 1980 (BENECKE, 2001).

Catts & Coy (1992) propuseram duas maneiras de determinar o IPM por meio dos dados entomológicos: uma dada pela oviposição dos dípteros em um corpo poucas horas depois da morte, com consequente determinação da idade da prole, e outra, pela sequência das espécies que chegam ao recurso. Estabeleceu-se assim, o limite mínimo de IPM, quando calculada a idade dos espécimes imaturos coletados nos cadáveres, e o limite máximo do IPM, pela coleta dos espécimes e a análise do seu padrão de colonização, vinculado ao processo de sucessão ecológica sobre um corpo.

Os insetos considerados mais atuantes e, portanto de maior importância para Entomologia Forense são os da ordem Diptera, tendo uma participação significativa no processo de decomposição (SMITH, 1986). Em segundo lugar Coleoptera, também se destacam, com representantes necrófagos, geralmente se desenvolvendo nos últimos estágios de decomposição (MISE *et al.*, 2007), e em terceiro Hymenoptera, em especial as formigas (OLIVEIRA-COSTA, 2003).

A ordem Hymenoptera também considerada de importância forense, seus representantes apresentam uma grande diversidade de hábitos e comportamentos complexos, culminando com a organização social de vespas, abelhas e formigas (WILSON, 1971;

TRIPLEHORN & JONNISON 2011).

Para Early & Goff (1986) por exemplo, carcaças de vertebrados funcionam como uma fonte adicional de alimento para insetos e demonstram que formigas são particularmente abundantes, agindo como predadoras ao se alimentar de ovos, larvas e pupas de dípteros e coleópteros, e/ou necrófagas se alimentando diretamente dos tecidos em decomposição e exudados.

Segundo Campobasso *et al.* (2009), as formigas são tipicamente observadas logo após a morte e durante todas as fases de decomposição, mesmo depois das larvas de mosca deixarem o corpo. Por outro lado, estudos recentes demonstram que formigas, além das moscas, têm papel crucial no processo de decomposição cadavérica (CAMPOBASSO *et al.*, 2009).

No entanto, apesar do conhecimento de sua presença e ação, ainda são raros os trabalhos que já investigaram este tema. Frequentemente, são observadas e muitas vezes são evidentes no corpo, mas seus efeitos são negligenciados, porque o valor das formigas como indicadores forenses ainda não é totalmente apreciado por investigadores e patologistas forenses. Portanto o objetivo deste trabalho foi avaliar o papel das formigas e sua ação sobre os dípteros, durante o processo de decomposição de carcaça de suíno *Sus scrofa* Linnaeus, 1758, em um ambiente de mata.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A ciência que se dedica a estudar e utilizar dados entomológicos associados a casos de morte suspeita, entre outras aplicações, denomina-se Entomologia Forense (CATTS & GOFF, 1992). Esta área utiliza insetos e outros artrópodes que atuam na decomposição de cadáveres, em procedimentos relacionados a investigações médico-criminais (DIAS *et al.*, 2006). Segundo Catts & Goff (1992), existem três categorias à entomologia forense: Entomologia Urbana, Entomologia de Produtos Estocados e Entomologia Médico Legal. A Entomologia Urbana refere-se a investigações envolvendo pragas urbanas. A Entomologia de Produtos estocados refere-se a investigações de pragas contaminantes que infestam grandes quantidades de produtos estocados. Por último a Entomologia Legal ou Médico Criminal trabalha com insetos presentes em eventos criminais principalmente assassinatos, suicídios, estupros e abusos físicos.

Contexto Histórico

A Entomologia Forense foi relatada pela primeira vez no século XIII, onde consta em um Manual de Medicina Chinês o caso de um lavrador que foi encontrado degolado por uma foice. Para resolver o caso, todos os lavradores tiveram que expor suas foices, e em apenas uma foice houve o pouso de dípteros atraídos pelos restos de sangue que ainda estavam aderidos a lâmina, este lavrador foi interrogado e acabou confessando o crime (BENECKE, 2001).

A primeira estimativa do intervalo pós morte (IPM) baseada em insetos foi feita pelo médico Francês Bergeret, (1855), mas o primeiro livro sobre o tema foi de Mégnin (1894), “La faune de cadavres” onde o autor inclui fundamentação teórica, descrições dos insetos e relatos de casos reais estudados por ele e colaboradores. E após quase um século a entomologia deixou de ser negligenciada, e em 1969 Leclercq publicou o livro “Entomology and Legal Medicine” e posteriormente Smithi, (1986) publicou “A Manual of Forensic Entomology” (PUJOL-LUZ *et al.*, 2008).

Segundo Pujol-Luz *et al.* (2008) a entomologia surgiu no Brasil em 1908, com os trabalhos de Edgard Roquete Pinto e Oscar Freire nos estados do Rio de Janeiro e Bahia respectivamente. Com base em estudos com corpos humanos e animais, estes autores estudaram a fauna de insetos necrófagos que ocorrem em área de mata Atlântica, ainda muito preservadas. E ainda ele expõe que estes trabalhos foram publicados depois dos trabalhos de Mégnin (1894), onde ele chama a atenção por ser crítico demonstrando um grande esforço em desenvolver métodos adequados as condições locais do Brasil.

E em seguida surgiram os trabalhos de Herman Lüderwaldt, (1911) e Samuel Pessôa descrevendo principalmente a fauna de Besouros escarabeídeos necrófagos do estado de São Paulo (PUJOL-LUZ *et al.*, 2008).

E desde as décadas de 1940 a 1980 foram raros os trabalhos com entomologia forense. Posterior a este período se caracterizou pelo desenvolvimento e ações dos pesquisadores brasileiros nos estudos sobre taxonomia, biologia, desenvolvimento pós-embrionário e ecologia, especialmente de dípteros necrobiontófagos (GUIMARÃES *et al.*, 1983; MONTEIRO-FILHO & PENEREIRO, 1987; SALVIANO *et al.*, 1996).

Já o livro de Janyra Oliveira-Costa (2003) foi o primeiro trabalho no Brasil que compilou as informações contribuindo para divulgar a fundamentação teórica e para uniformizar a linguagem entre o pesquisador e o perito criminal. Miranda *et al.* (2006) publicaram um manual de coleta de amostras de insetos em locais de crimes. Porém no Brasil

foram publicados poucos trabalhos de casos reais, a qual caracterizando a interação entre a academia e a polícia (PUJOL-LUZ *et al.*, 2008).

Países desenvolvidos que possuem centros de investigação reconhecidos internacionalmente, como exemplo o Federal Bureau of Investigation (FBI) nos Estados Unidos da América, já possuem uma linha de pesquisa em perícia entomológica, seja realizado em parceria com pesquisadores de universidades ou laboratórios especializados, (GREDILHA *et al.*, 2007).

Entomologia Forense

Os insetos encontrados em cadáveres constituem a utilização forense mais importante da área Entomologia Médico Legal, porém os conhecimentos adquiridos pela academia científica não é muito utilizado para a elucidação de casos policiais no Brasil. E os estudos são realizados utilizando como modelo cadáveres de animais visando obter parâmetros para correlacionar com corpos humanos, fazendo necessárias mais pesquisas abrangendo o meio pericial (OLIVEIRA-COSTA, 2008).

Para Oliveira-Costa (2003), a Entomologia Médico Legal baseia-se e utiliza as informações da biologia e desenvolvimento dos insetos necrófagos que utilizam a carcaça como fonte de alimento e reprodução, assim conseguem obter dados úteis para auxiliar em investigações criminais. Segundo Mendes & Linhares, 1993; Oliveira-Costa, 2003 os insetos utilizam matéria orgânica em decomposição para desenvolvimento de seus imaturos e/ou fonte de proteína para maturação dos seus ovários (fêmeas adultas) para posterior oviposição. Para que os insetos sejam utilizados também é necessário conhecer sua distribuição geográfica, sazonalidade e outros parâmetros comportamentais que possam auxiliar na determinação do (IPM), local onde se deu o óbito em casos que há suspeita de deslocamento do corpo e elucidação de casos onde houve maus tratos e abandono de incapacitados (BENECKE, 1998; BENECKE & LESSIG, 2001).

Estimativa do Intervalo Pós Morte (IPM)

No entanto, é importante ressaltar que quando um corpo é descoberto após a morte depois de algumas horas a alguns dias (cerca de 72 horas), o médico legista pode estimar o Intervalo Pós Morte (IPM) (FREDERICKX *et al.*, 2012), por meio da medição da temperatura do corpo, estudando o rigor mortis, ou através da determinação de níveis de potássio no humor vítrio dos olhos (SPITZ & FISHER, 1980). Porém além desse prazo, entomologistas forenses podem estimar o IPM até 3 meses, estudando insetos necrófagos, que normalmente

crecem por todo o corpo em decomposição, alimentando-se e ou ovipondo e também por meio da entomofauna associada ao corpo que desempenham outras funções ecológicas (FRERE *et al.*, 2014).

Catts & Goff (1992), propuseram duas maneiras de determinar o IPM por meio dos dados entomológicos: uma dada pela oviposição dos dípteros em um corpo poucas horas depois da morte, com conseqüente determinação da idade dos imaturos e outra, pela seqüência das espécies que chegam ao recurso. É possível estabelecer, o limite mínimo de IPM, quando calculada a idade dos espécimes imaturos coletados nos cadáveres, e o limite máximo do IPM, pela identificação das espécies e a análise do seu padrão de colonização, vinculado ao processo de sucessão ecológica sobre um corpo. A noção de ondas sucessivas de espécies de insetos tem sido classicamente aplicada para estimar IPM superior a meses (FRERE *et al.*, 2014).

Após a morte o corpo modifica-se tanto física como quimicamente com o passar do tempo, de forma que o processo de decomposição inicia-se de dentro para fora, com início na autólise das células, seguida pela degradação, causada pelos microrganismos pertencentes especialmente a microbiota intestinal, sendo consolidada pela ação de insetos que são atraídos ao corpo (CAMPOBASSO & INTRONA, 2001).

A Fauna associada, sucessão entomológica

Dentre os insetos que estão presentes e associados à decomposição de carcaças e/ou cadáveres, é possível reconhecer quatro classes ou categorias ecológicas: espécies necrófagas que utilizam a carcaça como recurso, seja na forma adulta ou imatura; onívoros que se alimentam tanto da carcaça como da fauna associada; predadores que freqüentam as carcaças para se alimentar de espécies que ali se encontram e os acidentais, os quais acabam utilizando a carcaça de algum modo, como abrigo ou extensão de seu habitat, mas o recurso em si não é primordial para a sobrevivência do inseto (NUORTEVA, 1977; CATTS & GOFF, 1992; OLIVEIRA-COSTA, 2003).

De maneira geral, as espécies associadas ao processo de decomposição substituem-se ou acrescem na carcaça, num processo de sucessão entomológica, que ocorre ao longo de cada fase do processo de decomposição, pois cada etapa apresenta condições ideais para o desenvolvimento de uma determinada espécie (OLIVEIRA-COSTA, 2003). É possível, portanto, fazer um paralelo entre os estágios de decomposição e as espécies que nela ocorrem e traçar uma seqüência de colonização, sendo possível inferir, por meio destes dados quanto tempo o corpo se encontra exposto em um dado local.

No entanto, não se pode dizer que o processo de sucessão ecológica ocorre de forma completamente delineada. Na verdade, se trata de um processo contínuo com adição de espécies ao longo do tempo, não ocorrendo uma substituição abrupta de espécies com o decorrer da decomposição (MOURA *et al.*, 2004).

Os insetos considerados mais atuantes e, portanto de maior importância para Entomologia Forense são os da ordem Diptera, tendo uma participação significativa no processo de decomposição (SMITH, 1986). Em segundo lugar Coleoptera, também se destacam, com representantes necrófagos, geralmente se desenvolvendo nos últimos estágios de decomposição (MISE *et al.*, 2007), e em terceiro Hymenoptera, em especial as formigas (OLIVEIRA-COSTA, 2003).

Formicidae

A ordem Hymenoptera também é considerada importante para Entomologia Forense, seus representantes apresentam uma grande diversidade de hábitos e comportamentos complexos, culminando com a organização social de vespas, abelhas e formigas (WILSON, 1971; TRIPLEHORN & JONNISON 2011).

Em especial as formigas, apresentam ampla distribuição geográfica e alta riqueza de espécies, formando um dos mais bem sucedidos grupos ecológicos (HOLLDÖBLER & WILSON, 1990; LONGINO *et al.*, 2002). Estima-se que ocorram mais de 2000 espécies de formigas que habitam a região Neotropical (FERNÁNDEZ, 2000). O sucesso evolutivo das formigas é devido a vários aspectos da vida social, mas especialmente as estratégias para a obtenção de recursos, especialmente de alimentos, para suas colônias (WILSON, 1971). Alguns grupos têm um modo de alimentação mais especializada, como cultivadores de fungos (WEBER, 1972), outros particularmente preferem alimentos líquidos (DELABIE & FERNÁNDEZ, 2003) e, principalmente, as formigas que são forrageiras generalistas e oportunistas, geralmente alimentando-se de secreções vegetais, sementes, matérias e/ou animais mortos (FOWLER *et al.*, 1991; KASPARI, 2000). Podendo estar presentes em qualquer tipo de substrato, se as condições forem favoráveis para forrageamento.

A presença das formigas foi observada primeiramente por Bornemissza (1957) em cobaias e confirmada mais tarde por Payne (1965) com carcaças de suínos expostos. Outros estudos experimentais com base em carcaças de animais (incluindo coelhos, cães e ratos) confirmam uma experiência comum de patologistas e pesquisadores que as formigas podem estar presentes em cadáveres em todos os estágios de decomposição, sendo oportunistas, alimentando de ovos de moscas, larvas e adutos (CAMPOBASSO *et al.*, 2009).

Para Early & Goff (1986) por exemplo, carcaças de vertebrados funcionam como uma fonte adicional de alimento para insetos e demonstram que formigas são particularmente abundantes, agindo como predadoras ao se alimentar de ovos, larvas e pupas de dípteros e coleópteros, e/ou necrófagas se alimentando diretamente dos tecidos em decomposição e exudados.

Segundo Patel (1994), formigas com habito necrófago, podem ter papel importante produzindo artefatos que podem ser tomados por mutilações ou ferimentos, podendo induzir a erros em investigações forenses. Quando apresentam comportamento predatório, podem exercer papel significativo no processo de decomposição, podendo até mesmo retardá-lo ao diminuir a população de larvas de dípteros colonizadores, principalmente das famílias Calliphoridae e Sarcophagidae (WELLS & GREENBERG, 1994; CARVALHO *et al.*, 2004).

Para Bonacci *et al.* (2011), as formigas possuem um importante papel ecológico na sucessão de insetos na carcaça. De fato, Cornaby (1974), relata que as formigas representam um dos grupos mais importantes em termos de atividade, abundância e número de espécies, alimentando-se dos fluidos ou do tegumento dos animais (SMITH, 1986). Segundo Campobasso *et al.* (2009), as formigas são tipicamente observadas logo após a morte e durante todas as fases de decomposição, mesmo depois das larvas de mosca deixarem o corpo. Muitas vezes elas podem ser o grupo dominante em um cadáver.

OBJETIVO GERAL

Avaliar o papel das formigas e sua ação sobre os dípteros, durante o processo de decomposição de carcaça de suíno *Sus scrofa* Linnaeus, 1758, em um ambiente de mata.

HIPÓTESES

As formigas apresentam papel importante na decomposição de carcaça de vertebrados.

Formigas podem interferir no processo de sucessão ecológica e conseqüentemente no tempo de decomposição.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENECKE M (1998) Six Forensic Entomology cases: description and commentary. *Jornal Forensic Science* **43(4)**, 797–805.

BENECKE M (2001) A brief history of forensic entomology. *Forensic Science International* **CXX**, 2–14.

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

BONACCI T, ZETTO BRANDMAYR T, BRANDMAYR P, VERCILLO V, PORCELLI F (2011) Successional patterns of the insect fauna on a pig carcass in southern Italy and the role of *Crematogaster scutellaris* (Hymenoptera, Formicidae) as a carrion invader. *Entomological Science* **14(2)**, 125–132.

BORROR, D.J.; WHITE, R.E. 1970. A field guide to the insects of America North of Mexico. Houghton Mifflin Company Boston. Pág. 260.

CAMPOBASSO CP, VELLA GD, INTRONA F (2001) Factors affecting decomposition and Diptera colonization. *Forensic Science International* **120**, 18–27.

CAMPOBASSO CP, MARCHETTI D, INTRONA F, COLONNA MF (2009) Postmortem Artifacts Made by Ants and the Effect of Ant Activity on Decompositional Rates. *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology* **30**, 84–87.

CARVALHO LML, THYSSEN PJ, GOFF ML, LINHARES AX (2004) Observations on succession patterns of necrophagous insects on pig carcass in a urban area of Southeastern Brazil. *A A I J F M T* **5**, 40–44.

CATTS EP, GOFF ML (1992) Forensic entomology in criminal investigations. *Annual Review of Entomology* **37**, 253–72.

CATTS EP, COY ML (1992) Forensic Entomology in Criminal Investigations. *Annual Review of Entomology* **37**, 253–272.

CONSTANTINO R, DINIZ IR, MOTTA PC (2002) Textos de Entomologia. Parte 1: *Biologia*. Versão **3**. UNB.

CORNABY BW (1974) Carrion reduction by animals in contrasting tropical habitats. *Biotropica* **51**, 51–63.

DELABIE JHC, & FERNÁNDEZ F (2003) Relaciones entre hormigas y “homópteros” (Hemiptera: Sternorrhyncha y Auchenorrhyncha). In F. FERNÁNDEZ (Eds.), *Introducción a las hormigas de la región Neotropical (181–197)*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

DIAS JO, SUGUITURU SS, GOMES L, MORINI MSC (2006) Ocorrência de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em carcaça animal. *Biológico* **69**, 459–460.

EARLY M, GOFF ML (1986) Arthropod succession patterns in exposed carrion on the island of Oahu, Hawaiian Islands, USA. *Journal of Medical Entomology* **23**, 520–531.

FERNÁNDEZ F, (2000) Avispas cazadoras de arañas (Hymenoptera: Pompilidae) de la región neotropical. *Biota Colombiana* **1**, 3–24.

FOWLER HG, FORTI CL, BRANDÃO CRF, DELABIE JHC, VASCONCELOS HL (1991). Ecologia Nutricional de Formigas. In A.R. PANIZZI & J.R. PARRA (Eds.), *Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas (131–223)*. São Paulo: Manole.

FREDERICKX C, DEKEIRSSCHIETER J, BROSTAUX Y, WATHELET JP, VERHEGGEN FJ, HAUBRUGE E (2012) *Forensic Sci Int* **219**, 215–220. doi:10.1016/j.forsciint.2012.01.007

FREIRE B, SUCHAUD F, BERNIER G, COTTIN F, VINCENT B, DOUREL L, LELONG A, ARPINO P (2014) GC-MS analysis of cuticular lipids in recent and older scavenger insect puparia. An approach to estimate the postmortem interval (PMI). *Anal Bioanal Chem* **406**, 1081–1088.

GREDILHA R, SAAVEDRA PR, GUERIM LG, LIMA AL, SERRA-FREIRE NM (2005) Ocorrência de *Oryzaephilus surinamensis* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Cucujidae) e *Necrobia rufipes* DeGeer, 1775 (Coleoptera: Cleridae) infestando rações de animais domésticos. *Entomologia Y Vectores* **12**, 95–103.

GUIMARÃES J, PAPAVERO N, PRADO A (1983). As miíases na região Neotropical (identificação, biologia, bibliografia). *Revista Brasileira de Zoologia* **1**: 239–416.

HÖLLDOBLER B, & WILSON EO (1990) *The Ants*. Cambridge: Harvard University Press, 732.

KASPARI M (2000) A primer on ant ecology. In D. Agosti, J.D. Majer, L.E. Alonso & T.R. Schultz (Eds.), *Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. (9–24). Washington: Smithsonian Institution Press.

LONGINO JT, CODDINGTON J, COLWELL RK (2002) The ant fauna of a tropical rain forest: estimating species richness three different ways. *Ecology* **83**, 689–702. doi: org/10.1890/0012-9658(2002)083[0689:TAFOAT]2.0.CO;2

MENDES J, LINHARES AX (1993) Atratividade por iscas e estágios de desenvolvimento ovariano em várias espécies sinantrópicas de Calliphoridae (Diptera). *Revista Brasileira de Entomologia* **37**, 157–166.

MISE KM, ALMEIDA LM, MOURA MO (2007) Levantamento da fauna de Coleoptera que habita a carcaça de *Sus scrofa* L., em Curitiba, Paraná. *Revista Brasileira de Entomologia* **51**, 358–368.

MONTEIRO-FILHO EA, & PENEREIRO J (1987) Estudo da decomposição e sucessão sobre uma carcaça animal numa área do estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia* **47**, 289–295.

MOURA MO (2004) Variação espacial como promotor da coexistência em comunidades e insetos necrófagos. *Revista Brasileira de Zoologia* **21**, 409–419.

NUORTEVA P (1977) Sarcosaprophagous insects as forensic indicators. In: Tedeshi, C.G., Eckert, W.G. & Tedeshi, L.G. (eds.). *Forensic medicine: a study in trauma and environmental hazards*. Vol.II. London. 1072–1095.

OLIVEIRA-COSTA JA (2003) *Entomologia Forense: Quando os insetos são vestígios*. Campinas. Ed. Millenium 257–260.

OLIVEIRA-COSTA, JA (2008) *Entomologia Forense: Quando os insetos são os vestígios*. São Paulo. Ed. Millenium, 420.

PAYNE JA (1965) A summer carrion study of the baby pig *Sus scrofa* Linnaeus. *Ecology* **46**, 592–602.

PATEL F (1994) Artifact in forensic medicine: Postmortem rodent activity. *Journal of Forensic Science* **39**, 257–260.

PUJOL-LUZ JR, ARANTES LC, CONSTANTINO R (2008) Cem anos da Entomologia Forense no Brasil (1908-2008). *Revista Brasileira de Entomologia* **52**, 485–492.
RUPPERT EE, BARNES RD (1996) Zoologia de Invertebrados. 6ª ED. Ed. Rocca LTDA. Cáp. **16**, 803.

SALVIANO R, MELLO R, SANTOS R, BECK L, FERREIRA A (1996) Calliphoridae (Diptera) associated with human corpses in Rio de Janeiro, Brazil. *Entomologia e Vetores* **3**, 45–146.

SMITH KGV (1986) *A Manual of Forensic Entomology*. Cornell University Press, Ithaca.
SMITH KE, WALL R (1997) The use of carrion as breeding sites by blowfly *Lucilia sericata* and other Calliphoridae. *Med. Vet. Entomol.* **11**, 38–44.

SPITZ WU, FISHER RS (1980) *Medicolegal investigation of death—guidelines for the application of pathology to crime investigation*, 2nd edn. Charles C. Thomas, Springfield.

TRIPLEHORN CA, JOHNSON NF (2011) *Estudo dos Insetos*. São Paulo: Cengage Learning, 808.

WEBER NA (1972) Gardening Ants: The Attines. Philadelphia: *Am. Philos. Soc.* 146.

WELLS JD, GREENBERG B (1994) Effect of the red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) and carcass type on the daily occurrence of post feeding carrion-fly larvae (Diptera: Calliphoridae, Sarcophagidae). *Journal of Medical Entomology* **31**, 171–174.

WILSON EO (1971) *The insect societies*. Cambridge: Harvard University Press, 562.

CAPÍTULO I

FORMIGAS ASSOCIADAS A CARCAÇAS DE SUÍNOS (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758) E SEU PAPEL NA SUCESSÃO ECOLÓGICA DURANTE O PROCESSO DE DECOMPOSIÇÃO

Michele Castro de Paula¹ & William Fernando Antonialli-Junior^{1,2}

¹Programa de Pós-graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade,

²Universidade Federal da Grande Dourados, 79804-970 Dourados-MS, Brasil.

Centro Integrado de Análise e Monitoramento Ambiental, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, 79804-970 Dourados-MS, Brasil.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o papel das formigas durante o processo de decomposição de carcaças de suíno em ambiente de mata. Os experimentos foram realizados em duas estações distintas a fim de avaliar as diferenças de assembléias de formigas, seus papéis agindo como representantes de diferentes categorias ecológicas e, por fim seu papel sobre o processo de decomposição. Os dípteros foram os primeiros a localizar a carcaça, sendo coletados representantes de 15 famílias, sendo o grupo mais representativo os Calliphoridae com 39,55%, seguido por Sarcophagidae (17,82%), Muscidae (14,33%), Fannidae (9,30%), Phoridae (5,96%), e o restante das famílias representando um total de (9,76%) na estação quente e úmida. Na estação fria e seca Calliphoridae também foi a mais frequente (37,41%), seguido por Sarcophagidae (15,39%), Muscidae (11,67%), Phoridae (10,68%), Fannidae (6,75%), Anthomyidae (4,60%) e o restantes das famílias somaram (13,50%). Formigas foi o segundo grupo a localizar e explorar as carcaças, sendo que 39 espécies pertencentes a seis subfamílias visitaram e exploraram as carcaças durante todo o período dos experimentos. Do total de espécies, 18 foram comuns as duas estações, 7 ocorreram exclusivamente na estação quente e úmida e 14 na estação fria e seca. Na estação quente e úmida 18% delas apresentaram hábito necrófago, 35% predador, 21% onívoro, e 26% das espécies foram consideradas acidentais. Na estação fria e seca 34% das formigas apresentaram hábito necrófago, 27% predador, 23% onívoro e 16% foram consideradas acidentais. Destas categorias, tanto as espécies que agem como predadoras, como aquelas que agem como necrófagas, interferem mais significativamente no tempo de decomposição, atrasando e acelerando respectivamente. O tempo de decomposição foi significativamente maior na estação fria e seca, provavelmente por conta das diferenças das condições climáticas, que interferem na ocorrência da fauna que atua na decomposição. Portanto, estes resultados demonstram que a ação de formigas sobre carcaças que sofrem decomposição em mata é relevante, pois podem atuar sobre outros grupos de insetos ou consumindo-a de forma direta, neste caso causando artefatos que podem alterar a percepção de legistas forenses. Em ambos os casos, também podem alterar significativamente o tempo de decomposição.

Palavras-chave: Entomologia Forense, Diptera, Formicidae, Tempo de Decomposição

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the role of ants during the process of decomposition of swine carcasses in the forest environment. The experiments were performed in two different seasons in order to assess differences in ant assemblages, their roles acting as representatives of different ecological categories, and finally its role on the process of decomposition. The group of Diptera was the first to locate the carcass, being gathered representatives of 15 families, and the group of Calliphoridae considered the most representative, with 39.55%, followed by Sarcophagidae (17.82%), Muscidae (14.33%), Fannidae (9.30%), Phoridae (5.96%), and the rest of the families representing a total of 9.76% in the hot and humid season. In the cold and dry season Calliphoridae was also the most frequent (37.41%), followed by Sarcophagidae (15.39), Muscidae (11.67%), Phoridae (10.68%), Fannidae (6.75%), Anthomyidae (4.60%), and the remaining families totaled 13.50%. Ants was the second group to locate and explore the carcasses, with 39 species of six subfamilies that visited and explored the carcasses during the whole period of the experiments. From the total amount of species, 18 were common to both the stations, 7 occurred exclusively in the hot and humid season and 14 during the dry and cold season. In the hot and humid season, 18% presented scavenger habit, 35% predator, 21% omnivore, and 26% of the total amount of species was considered adventitious. During the dry and cold season 34% of the ants showed scavenger habit, 27% predator, 23% omnivore and 16% was considered adventitious. Of these categories, both predatory and scavenger species, most significantly interfere on the decomposition time, retarding it and accelerating it, respectively. The decomposition time was significantly higher during the dry and cold season, probably because of differences of the climatic conditions that interfere on the occurrence of fauna, which acts in decomposition. Therefore, these results demonstrate that the action of ants on carcasses suffering decomposition in the forest is relevant because it may act on other groups of insects or consume it directly, in this case, causing artifacts that can change the perception of forensic examiners. In both cases, it may also significantly alter the decomposition time.

Keywords: Forensic Entomology, Diptera, Formicidae, Decomposition Time.

INTRODUÇÃO

A aplicação dos estudos com a entomofauna em investigações criminais e processos civis é conhecida como Entomologia Forense (CATTS & GOFF, 1992). Esta área utiliza insetos e outros artrópodes que atuam na decomposição de cadáveres, em procedimentos relacionados a investigações médico-criminais (DIAS *et al.*, 2006). Por meio de análises, os especialistas conseguem estabelecer diversos aspectos relacionados à morte de um indivíduo (OLIVEIRA-COSTA, 2003).

Para Gomes & Von Zuben (2004), os insetos associados às investigações medico-criminais podem indicar diversas situações como: estimar o Intervalo Pós-Morte (IPM) de um indivíduo, informar se o corpo foi movimentado, caso algumas espécies não ocorram naturalmente onde o cadáver foi encontrado, perceber se houve algum tipo de traumatismo no corpo, sendo possível, ainda saber se o corpo esteve enterrado ou submerso por um determinado tempo.

A importância dos insetos para o processo de decomposição de carcaças foi primeiramente discutida por Payne (1965) que acompanhou a decomposição de carcaças de porcos, expondo um grupo de carcaças com acesso livre aos insetos, e outro grupo não. Os suínos desprotegidos tiveram 90% de seu peso diminuído na primeira semana, e os protegidos ressecaram gradualmente num período de mais de cem dias.

Para que haja uma estimativa do IPM são utilizados dados da ação, sobretudo, de espécies necrófagas, entre eles insetos imaturos e/ou adultos que se alimentam de matéria orgânica em decomposição que é fonte de proteína e também a utilizam como substrato para oviposição, acelerando a putrefação e a desintegração do corpo o que facilita o estudo do caso (ANDERSON & CERVENKA, 2002). Por outro lado, existem quatro categorias de insetos associadas à decomposição de carcaças que são utilizadas para a IPM: espécies necrófagas que utilizam a carcaça como recurso; onívoros que se alimentam tanto da carcaça como da fauna associada; predadoras que freqüentam as carcaças para se alimentar de espécies que ali se encontram e acidentais, que fazem da carcaça uma extensão de seu habitat (SMITH, 1986; CATTS & GOFF, 1992; CARVALHO & LINHARES, 2001; OLIVEIRA-COSTA, 2003).

De maneira geral, as espécies associadas ao processo de decomposição substituem-se ou crescem na carcaça, num processo de sucessão entomológica, que ocorre ao longo de cada fase do processo de decomposição, pois cada etapa apresenta condições ideais para o

desenvolvimento de uma determinada espécie (OLIVEIRA-COSTA, 2003). É possível, portanto, fazer um paralelo entre as fases de decomposição e as espécies que nela ocorrem e traçar uma sequência de colonização, sendo possível inferir a quanto tempo o corpo se encontra exposto em um dado local.

Ainda quanto aos diferentes estágios de decomposição, em um levantamento preliminar realizado em Phitsanulok no Norte da Tailândia, Apichat (2007) investigou a fauna entomológica associada à carcaça de suínos, e concluiu que ocorrem cinco estágios de decomposição, o fresco, inchado, ativo, avançado e seco.

Os insetos considerados mais atuantes e, portanto de maior importância para Entomologia Forense são os da ordem Diptera, tendo uma participação significativa no processo de decomposição (Smith, 1986). Em segundo lugar, os Coleoptera também se destacam, com representantes necrófagos, geralmente se desenvolvendo nos últimos estágios de decomposição (MISE *et al.*, 2007), e em terceiro os Hymenoptera, em especial as formigas (OLIVEIRA-COSTA, 2003). Para Early & Goff (1986), por exemplo, carcaças funcionam como uma fonte adicional de alimento para insetos e demonstram que formigas são particularmente abundantes, agindo como predadoras ao se alimentar de ovos, larvas e pupas de dípteros e coleópteros, e/ou necrófagas, se alimentando diretamente dos tecidos em decomposição e exudados.

Segundo Patel (1994), formigas com hábito necrófago, podem produzir artefatos que podem ser tomados por mutilações ou ferimentos, podendo induzir a erros em investigações forenses. Quando apresentam comportamento predatório, podem exercer papel significativo no processo de decomposição, podendo até mesmo retardá-lo ao diminuírem a população de larvas de dípteros colonizadores, principalmente das famílias Calliphoridae e Sarcophagidae (WELLS & GREENBERG, 1994; CARVALHO *et al.*, 2004).

Para Bonacci *et al.* (2011), as formigas possuem um importante papel ecológico na sucessão de insetos na carcaça. De fato, Cornaby (1974), relata que as formigas representam um dos grupos mais importantes em termos de atividade, abundância e número de espécies, alimentando-se dos fluidos ou do tegumento dos animais.

Lindgren (2011) relatou em um estudo de caso, uma ocorrência inédita, na qual *Solenopsis invicta* (Buren, 1972), cobriu totalmente o corpo de um homem adulto que estava parcialmente enterrado, excluindo totalmente a colonização de dípteros e qualquer outros insetos durante nove dias, portanto, interferindo significativamente na estimativa do intervalo (IPM). Segundo Campobasso *et al.* (2009), as formigas são tipicamente observadas logo após a morte e durante todas as fases de decomposição, mesmo depois das larvas de mosca

deixarem o corpo. Muitas vezes elas podem ser o grupo dominante em um cadáver.

Portanto, tendo em vista as evidências já descritas da importância do papel das formigas durante o processo de decomposição de carcaça e, por outro lado, os poucos estudos existentes sobre sua ação neste processo, o objetivo deste trabalho foi avaliar o papel das formigas e sua ação sobre os dípteros, durante o processo de decomposição de carcaça de suíno *Sus scrofa* Linnaeus, 1758, em um ambiente de mata.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido, na mata do Azulão, no Município de Dourados-MS (S 22° 12' 43,8" W 054° 55' 03,0") localizado no Sul do Estado de Mato Grosso do Sul, com altitude média de 430 m. A mata pertence à Fazenda Coqueiro, com 54 hectares, situada a oeste do município, a uma distancia de 10 km do perímetro urbano. A área apresenta mancha com resquícios de transição Cerrado e Mata Atlântica (Figura 1).

A determinação do período de coleta foi realizada tomando por base a classificação de (ZAVATINI, 1992), segundo o qual o Estado de Mato Grosso do Sul, possui clima subtropical úmido, com um período chuvoso característico nos meses de novembro a abril e um período de seca, de maio a outubro. Foram realizados, um total de quatro experimentos, sendo dois na estação quente e úmida e outros dois na seca e fria.

Foi utilizado como modelo para comparação com cadáveres humanos (PAYNE, 1965) carcaças de suínos (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758), pelas semelhanças em relação à nutrição, composição protéica, características dos órgãos internos, pele (como pêlos curtos) e similaridade em relação à fauna associada. Os suínos foram escolhidos como o modelo que mais se aproxima ao ser humano (CATTS & GOFF, 1992).

Em todos os experimentos no primeiro dia, as carcaças foram sacrificadas as 05:30 horas e as coletas de dados iniciaram-se sempre as 06:00 horas, logo após a carcaça ser instalada, e estenderam-se até as 07:30 horas no período da manhã, das 12:00 horas as 13:30 horas no período da tarde e das 18:00 horas as 19:30 horas, no período noturno. A cada experimento eram instaladas 2 carcaças em pontos distintos. Para evitar subestimar a ocorrência de determinadas espécies de formigas, em todos experimentos, antes de ser instalada a carcaça no solo em uma determinada área, era feito uma procura por possíveis colônias nidificadas próximo ao local. A partir de um ponto central aleatório, foi distribuído em quatro direções (Norte, Sul, Leste e Oeste) a uma distância de vinte metros um do outro cinco folhas de papel A4 (Figura 2), contendo um atrativo composto de sardinha e mel, e depositadas sob a serrapilheira. Quando alguma espécie de formiga localizava o atrativo em um intervalo de 5 minutos, o ponto era descartado. Este procedimento foi repetido até determinar 10 pontos sem nenhuma visitação no tempo estipulado. Em seguida era feito um sorteio entre os dez pontos que não apresentaram formigas nas iscas, para definir apenas dois onde seriam instaladas as carcaça. Os suínos foram expostos a uma distância de 100 metros

entre um ponto e outro.

Em cada experimento foram utilizadas carcaças de suínos domésticos (*S. scrofa* L.) com $10,53 \text{ Kg} \pm 0,63$, que foram doadas pela empresa Granja Piaseski (Seara Alimentos) onde foram sacrificados de acordo com o regulamento n° 1099/2009 do conselho de setembro/2009, combinado com a norma orientadora n° 11/2012 relativo à proteção dos animais no momento do abate e/ou ocisão, na qual estabelece regras mínimas comuns para a proteção dos animais. Sendo sacrificados mecanicamente com um golpe na região occipital da cabeça, evitando-se exposição de ferimento que causasse sangramento externo e assim, influenciar o processo de decomposição e sucessão entomológica. Para evitar a ação de vertebrados carnívoros de grande porte, as carcaças eram depositadas em gaiolas de metal (1m^3), e fixadas ao solo por meio de quatro ganchos de ferro, teladas com arame com malha de uma polegada (Figura 3). Para facilitar o acesso e visualização da ação de formigas e outros insetos, a carcaça era depositada sobre a serragem no centro da gaiola.

Os dados meteorológicos mensais de temperatura média, precipitação pluvial, umidade relativa do ar e luminosidade no Município de Dourados, foram obtidos no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Foram qualificados e quantificados todos os atos comportamentais que as diferentes espécies de formigas executaram durante as visitas e sua ação sobre as carcaças. O método de observação foi o de “*ad libitum*” descrito por Altmann (1974).

Os parâmetros que foram avaliados a cada coleta durante todas as fases de decomposição foram: a espécie de inseto que detectou a carcaça primeiro, o tempo que levou para isto e as estratégias que cada espécie utilizou para explorar as carcaças.

Os atos de interações entre diferentes espécies de formigas que coocorreram nas carcaças foram quantificados e qualificados, de acordo com os parâmetros adaptados por Brandão *et al.* (2000), como seguem:

Ação:

Avançar= ir em direção ao indivíduo de outra espécie com as mandíbulas abertas, num movimento abrupto, interpretado como uma forma de ameaça.

Morder = agarrar com as mandíbulas partes do corpo do outro indivíduo;

Exibir a região do ferrão = virar o gáster para baixo do ventre, muitas vezes exibindo o ferrão;

Levantar o gáster = agitar o gáster, aparentemente expelindo químicos repelentes;

Matar = agressões que resultaram na morte do indivíduo agredido.

Reação:

Permanecer na carcaça= o indivíduo não sai do recurso mesmo depois de agredido;

Fugir = O indivíduo agredido deixa a carcaça;

Exibir a região do ferrão ou ferroar o agressor = virar o gáster para baixo do ventre, muitas vezes exibindo o ferrão;

Levantamento do gáster = agitar o gáster, aparentemente expelindo químicas repelentes;

Lutar = os indivíduos engajam-se em “disputa corpórea”;

Matar = o indivíduo agredido, neste caso mata o agressor.

Também foram avaliados os hábitos adotados para cada espécie explorar a carcaças de acordo com as categorias ecológicas propostas por Catts & Goff (1992) onde: a) Necrófago: aqueles insetos que se alimentam da carcaça ou de exudados dos tecidos em decomposição; b) Predador: os insetos que se alimentam de outros insetos, ovos, larvas ou pupas de insetos que se encontram na carcaça; c) Onívoros: insetos que se alimentaram tanto da carcaça como da fauna associada; d) Acidentais: insetos que estavam na carcaça, mas não se alimentavam dela, nem de insetos que ali se encontravam, apenas faziam da carcaça uma extensão de seu habitat.

As coletas de dados foram realizadas até o último estágio proposto por Apichat (2007), que leva em consideração as características morfológicas das carcaças (Figuras de 4 – 8).

As formigas foram identificadas quando possível a nível de espécie, usando a chave dicotômica de Bolton (1994; 1995 e 2003) e por confirmação com o especialista Dr. Jacques Humberto Charles Delabie da Universidade Estadual de Santa Cruz- (UESC) Ilhéus, Bahia.

Representantes de cada espécie de formigas foram depositados na Coleção Entomológica de Referência do Museu do Centro de Pesquisa do Cacau (CEPEC) Ilhéus, Bahia, do Laboratório de Mirmecologia do professor Dr. Jacques Humberto Charles Delabie sob número de tombo 5741.

Buscando estimar a eficiência amostral, foi gerada a Curva do Coletor, associada a uma estimativa Bootstrap de riqueza de espécies. A curva do coletor foi gerada utilizando o comando Specaccum do pacote Vegan enquanto a estimativa Bootstrap foi gerada através do comando Specpool, também do pacote Vegan, plataforma R (R-DEVELOPMENT CORE TEAM, 2013).

Com o objetivo de avaliar se existe influência significativa das estações do ano, do estágio de decomposição e da interação entre estes fatores sobre a riqueza de espécies de formigas ocupando as carcaças, foi realizada uma Análise de Variância Two-Way.

Para avaliar a mudança na composição de espécies de formigas durante os diferentes estágios de decomposição foi realizada uma Análise de Escalonamento Multidimensional não

Métrico (nmds), utilizando a ocorrência das espécies e o Coeficiente de Jaccard. Utilizando os dados de nível de decomposição e as estações do ano (como variáveis dummy) foi quantificada a influência destas variáveis sobre a composição de espécies de formigas que ocuparam as carcaças. Para estimativa da significância da influência destas variáveis foram utilizadas 9.999 permutações.

Para avaliar se a riqueza de espécies de formigas estavam correlacionadas com os fatores abióticos, foram realizados testes de correlação de Person (r), com nível de significância de 0,05%. O programa BioEstat 5.0 foi utilizado para determinar os Intervalos de Confiança e desenvolver os testes de correlação de Pearson (AYRES *et al.*, 2007).

Para avaliar se existe diferença entre o tempo de decomposição na presença e ausência de espécies necrófagas, foi aplicado o teste do Qui-quadrado, com nível de significância de 0,05%. O programa BioEstat 5.0 foi utilizado para determinar os Intervalos de Confiança e desenvolver os testes de correlação de Pearson (AYRES *et al.*, 2007).

RESULTADOS

Os primeiro insetos que localizaram e agiram sobre as carcaças durante a estação quente/úmida, foram os dípteros, levando em média $17,5 \pm 7,85$ segundos para detectá-las após sua instalação. Na estação fria e seca a média foi de $30 \pm 7,39$ segundos.

Um total de 15 famílias de dípteros foram coletados durante as duas estações amostradas, sendo que o grupo mais representativo foi Calliphoridae (39,55%), seguido por Sarcophagidae (17,82%), Muscidae (14,33%), Fannidae (9,30%), Phoridae (5,96%), e o restante das famílias, representando um total de (9,76%) na estação quente e úmida (Tabela 1). Na estação fria e seca Calliphoridae também foi o grupo mais freqüente (37,41%), seguido por Sarcophagidae (15,39), Muscidae (11,67%), Phoridae (10,68%), Fannidae (6,75%), Anthomyidae (4,60%), sendo que o restante das famílias somam (13,50%) dos dípteros presentes em carcaça de suínos (Tabela 1).

Duas espécies de moscas da família Calliphoridae foram as primeiras a utilizar a carcaça para postura de ovos, *Chrysomya albiceps* (Wiedmann, 1819) e *Hemilucilia segmentaria* (Fabricius, 1805).

Formigas levaram em média $6,75 \pm 3,94$ minutos para detectar as carcaças na estação quente e úmida. Na estação fria e seca levaram em média $8,5 \pm 5,80$ minutos.

Foram coletadas um total de 39 espécies de formigas pertencentes a seis subfamílias, sendo que de Myrmecinae ocorreram 16 espécies de 10 gêneros, seguida por Formicinae com 11 espécies de 3 gêneros, Dolichoderinae com 2 espécies pertencentes a 2 gêneros, Ectatominae com 4 espécies de 3 gêneros, Ponerinae com 4 espécies e 2 gêneros, e Ecitoninae com 2 espécies de apenas 1 gênero (Tabela 2).

O valor da estimativa Bootstrap foi de 42 espécies, isto implica que 92,8% das espécies foram amostradas, sugerindo que o esforço amostral foi adequado, o que é consistente com a estabilização na riqueza de espécies, visualizada pela curva do coletor (Figura 9).

Do total das espécies amostradas, (18) foram comuns nas duas estações, sendo elas: *Acromyrmex coronatus* (Fabricius, 1804), *Acromyrmex subterraneus* (Forel, 1893), *Camponotus (myrmaphaenus) sp.1*, *Camponotus atriceps* (Smith, F., 1858), *Camponotus lespesii* (Emery, 1894), *Camponotus senex* (Smith, 1858), *Camponotus sericeiventris* (Wheeler, 1931), *Ectatomma tuberculatum* (Olivier, 1792), *Gnamptogenys acuminata* (Emery, 1896), *Labidus coecus* (Latreille, 1802), *Mycocepurus smithii* (Forel, 1893),

Odontomachus meinerti (Forel, 1905), *Pachycondyla striata* (Smith, 1858), *Pachycondyla verenae* (Forel, 1922), *Pheidole alienata* (Borgmeier, 1929), *Pheidole flavens* (Roger, 1863), *Pheidole midas* (Wilson, 2003), *Pheidole radoszlwiskii* (Mayr, 1884), (Tabela 2).

Somente 7 espécies ocorreram exclusivamente na estação quente úmida, sendo elas: *Brachymyrmex patoginicus* (Mayr, 1868), *Crematogaster acuta* (Fabricius, 1804), *Gnamptogenys striatula* (Mayr, 1884), *Labidus mars* (Forel, 1912), *Megalomyrmex* sp., *Pheidole fallax* (Mayr, 1870), *Solenopsis* sp.2, (Tabela 2). Na estação fria e seca foram 14 espécies que ocorreram exclusivamente, sendo elas: *Atta laevigata* (Smith, 1858), *Azteca* sp.1, *Brachymyrmex heeri* (Forel, 1874), *Camponotus (myrmabrachys)* sp., *Camponotus (myrmaphaenus)* sp.2, *Camponotus (tanaemyrmex)* sp.1, *Cephalotes clypeatus* (Fabricius, 1804), *Gnamptogenys haenschii* (Emery, 1902), *Linepithema pulex* (Wild, 2007), *Monomorium floricola* (Jerdon, 1851), *Myrmelachista* sp., *Odontomachus chelifer* (Latreille, 1802), *Solenopsis* sp.1, *Trachymyrmex* sp., (Tabela 2).

A temperatura média na estação quente e úmida foi de $26,54 \pm 1,33^\circ\text{C}$ e na estação fria e seca foi de $20,34 \pm 5,35^\circ\text{C}$. A análise de correlação entre a riqueza total de espécies e os fatores abióticos, apresentou correlação positiva significativa somente com a temperatura ($r=0,28$; $p < 0,002$). À medida que a temperatura aumenta há maior riqueza de espécies visitando a carcaça.

Houve diferenças significativas entre as riquezas de espécies de formigas ao longo do ano ($F=5,07$; $p=0,026$) e dos estágios de decomposição ($F=4,84$; $p=0,001$), bem como da interação entre estes fatores ($F=3,60$; $p=0,009$), sendo que ambos explicam 32% da variação na riqueza de espécies ($r^2=0,32$). Desta forma para cada estação do ano a riqueza de espécies é diferente ao longo dos diferentes estágios da decomposição (Figura 10).

A análise de ordenação mostra que existe uma separação consistente da composição de espécies de formigas que visitaram a carcaça na estação quente e úmida da fria e seca, ocorrendo uma sobreposição na atividade de algumas espécies entre as duas estações (Figura 11).

A média do tempo total de decomposição da carcaça na estação quente e úmida foi de $10,25 \pm 3,5$ dias, já na estação fria e seca foi de $17,75 \pm 4,11$ dias de decomposição. Havendo diferença significativa entre o tempo de decomposição entre duas estações (t_6) $r=2,77$; $p < 0,03$).

Na estação quente e úmida a média do tempo de duração do estágio de Decomposição Fresco foi de 1 dia, Inchado de $1,75 \pm 0,82$ dias, Decomposição Ativa de $2,5 \pm 0,5$ dias, e Decomposição Avançada de $2,75 \pm 1,08$ dias e a Estágio Seca de $2,25 \pm 1,09$ dias. Na estação

fria e seca, a duração dos estágios de decomposição foram para estágio Fresco, $1,25 \pm 0,43$ dias, Inchado $2,25 \pm 0,82$ dias, Decomposição Ativa, $4,75 \pm 1,92$ dias, Decomposição Avançada $6,5 \pm 1,80$ dias, e Seca $3 \pm 0,70$ dias (Figura 12).

Em ambas as estações foram encontradas nas assembléias de formigas representantes das quatro categorias ecológicas. Na estação quente e úmida, 8,51% apresentaram hábitos necrófagos, 19,14% predadores; 59,57% onívoros; e 12,78% comportamento acidental. Já na estação fria e seca 8,51% das formigas apresentaram comportamento necrófago; 25,53% predatório; 48,94% onívoro e 17,02% acidental (Tabela 3; Figura 13).

O teste do qui-quadrado para avaliar se espécies necrófagas interferem no tempo de decomposição apresentou resultado significativo ($\chi^2 = 9,454$; $p = 0,023$).

As espécies de formigas consideradas acidentais foram aquelas que ocorreram com frequência inferior a 0,01% (Tabelas 2).

Durante todo o período de coleta, em ambas as estações, ocorreram apenas 4 casos de interações entre duas ou mais espécies que ocorreram simultaneamente nas carcaças. Foram quantificados 12 atos comportamentais de agressão e 11 de reação. Dos atos de agressão, 41,67% foram os de morder, 25% ir em direção, 25% matar, 8,33% expulsar. Dos atos de reação, 40% foram os de levantar o gáster, 30% permanecer na carcaça e 30% fugir.

DISCUSSÃO

O primeiro grupo de insetos a detectar e explorar as carcaças foram os Dípteros, como já descrito na literatura (OLIVEIRA-COSTA, 2003; OLIVEIRA-COSTA, 2008). Por outro lado, Wolff *et al.* (2001) observou que as formigas foram os primeiros insetos a localizar a carcaça em um intervalo de até 15 minutos. Chin *et al.* (2009), também registrou as formigas como os primeiros visitantes de carcaças. Contudo, estes resultados devem estar relacionados à presença de ninhos de formigas próximos ao local de instalação das carcaças.

Foi constatado que a espécie de mosca *C. albiceps* foi predominante na estação quente e úmida (Tabela 1), como já documentado por Oliveira & Vasconcelos (2010), Biaviati *et al.* (2010); Barbosa *et al.* (2010). Por outro lado as espécies mais frequentes na estação fria e seca foi *H. segmentaria* (Tabela 1) corroborando os resultados de Goff (1991). Oliveira-Costa *et al.* (2013) observou *C. albiceps* como espécie predominante, e a primeira espécie a localizar e ovipositar na carcaça, concluindo que táxons que realizaram postura nas carcaças são considerados como de importância forense.

As formigas foram o segundo grupo que localizou a carcaça. Segundo Brandão *et al.* (2000) a ordem de chegada das espécies de formigas podem estar associadas à distância do ninho, ao tamanho da colônia, à estratégia de forrageamento, ao local, época e período de atividade e principalmente à atratividade do alimento e o status nutricional em que as espécies se encontram no momento.

A riqueza de espécies de formigas que exploraram as carcaças variou entre as estações, sendo relativamente maior na estação quente e úmida, porém, constante ao longo de uma única estação durante os diferentes estágios de decomposição, com exceção do primeiro e segundo estágios (Figura 10). A maior riqueza na estação quente deve estar associada a condições climáticas mais favoráveis à insetos forragearem (CATTS & HASKELL, 1991). Porém houve menor riqueza na estação fria e seca. Entretanto, houve mais espécies que ocorreram exclusivamente na estação fria e seca (Tabela 2). Este fator pode estar ligado ao ciclo de vida mais longo dos dípteros em temperaturas mais baixas. Portanto, nestes casos, imaturos e a própria carcaça, ficam mais tempo a disposição, atraindo um número maior de espécies exclusivas. Além disso, segundo Compobasso *et al.* (2001) a baixa umidade relativa do ar desidrata o corpo diminuindo assim a atividade de artrópodes imaturos, principais responsáveis pela remoção da carcaça, aumentando assim o tempo necessário para total

decomposição da mesma.

A análise de correlação indica uma relação positiva entre temperatura e a riqueza de espécies de formigas. Portanto, quanto maior a temperatura, maior a riqueza de espécies. Por outro lado a riqueza varia pouco ao longo dos diferentes estágios de decomposição (Figura 10). A maior riqueza relativa de espécies ocorreu na estação quente e úmida embora o tempo de decomposição tenha sido menor quando comparado à estação fria e seca (Figura 12), resultado similar ao encontrado por Arnold *et al.* (2001); Tabor *et al.* (2005) e Bonacci *et al.* (2010). Provavelmente por que, de fato, a atividade de diferentes organismos decompositores, inclusive insetos, seja menor nesta estação (CAMPOBASSO *et al.*, 2001).

Por outro lado, em temperaturas e umidade relativa mais favoráveis, insetos como formigas tendem a aumentar sua atividade de forrageamento e conseqüentemente, podem interferir mais no processo de decomposição (HUNT, 1974; LEVINGS, 1983; DAJOZ, 2000). Temperaturas e umidades mais baixas, associadas à baixa pluviosidade podem limitar a disponibilidade de recurso que seria favorável a colonização e desenvolvimento de insetos ao longo do processo de decomposição no período seco (ROSA *et al.*, 2009). Isto leva ao consumo mais lento da carcaça por parte da comunidade associada a ela, e assim conseqüentemente aumenta o tempo de decomposição (MONTEIRO-FILHO & PENEIRO, 1987).

A composição de espécies entre as duas estações variou significativamente (Figura 11). Na estação seca e fria ocorreu um número maior de espécies, o que não ocorreu na primeira estação, provavelmente porque nesta estação as condições de forrageio limitem mais as atividades de algumas espécies em detrimento de outras. Esta influência pode ocorrer devido a um efeito fisiológico direto resultante da tolerância de cada uma das espécies à variações de microclima (BIE & HEWITT, 1990). Por outro lado, altas temperaturas também podem influenciar a estratégia de forrageamento das formigas e, portanto, suas interações em locais onde os recursos estão presentes (HUNT, 1974; LEVINGS, 1983; CERDÁ *et al.*, 1997; DAJOZ, 2000).

Chin *et al.* (2009), entretanto, não encontraram diferenças entre a composição de espécies entre as duas carcaças expostas simultaneamente em ambiente aberto. Contudo, as comparações com este trabalho devem ser feitas com cuidado, uma vez que foi desenvolvido em clima temperado, podendo limitar a variação na composição de espécies (ROSA *et al.*, 2009). Para Stork (1995), a composição das comunidades de artrópodes em carcaças, pode ser mais complexa em regiões tropicais, devido a diversidade de espécies, diversidade trófica e densidade populacional de artrópodes, quando comparadas à regiões temperadas.

Representantes das quatro categorias ecológicas ocorreram durante todos os experimentos ao longo das duas estações (Figura 13). Contudo, a categoria onívora foi a que apresentou maior número de espécies em ambas as estações (Figura 13; Tabela 3). Diferentemente do encontrado por Hanski (1986), quando conclui que em várias situações a maior parte dos insetos que frequentam as carcaças são predadores.

A espécie *L. coecus*, apresentou hábito tipicamente onívoro, e visitaram as carcaças com frequência relativamente alta nas duas estações, o que deve se destacar, uma vez que são formigas de correição. Estas formigas sempre chegavam às carcaças após haver um número significativo de larvas de dípteros, estruturando seus ninhos no entorno da carcaça, predando os imaturos e consumindo tecidos da carcaça, sobretudo das pernas anteriores e posteriores. Lindgren *et al.* (2011) observaram um comportamento parecido onde *Solepsis invicta*, que monopolizou o corpo, nidificando em cima e impedindo o acesso de outros insetos durante nove dias. Chin *et al.* (2009) por outro lado, relatam que se um cadáver estiver localizado próximo a um ninho de formiga, esta espécie pode restringir o acesso de artrópodes em geral.

Outras duas espécies onívora que ocorreram com frequência significativa, foram *Solenopsis* sp.1 e *P. radoszkowskii*. Predavam ovos das moscas *C. albiceps*, *H. segmentaria*, *Mesenbrinella bellardiana* (Aldrich, 1922), *Mesenbrinella peregrina* (Aldrich, 1922). As injúrias causadas nas carcaças, por estas duas espécies eram principalmente na pele com formatos puntiformes (pequenos buracos rasos, e espalhados sobre a superfície da pele).

As espécies onívoras são muito importantes durante o processo de decomposição, já que, além de predarem imaturos e adultos de outros grupos, também consomem diretamente as carcaças (CATTS & GOFF, 1992). Deve-se destacar que estas espécies não causam ferimentos relativamente grandes quando comparados a ação pelas espécies necrófagas, mas sim superficiais, e muitas vezes com formato puntiformes (CAMPOBASSO *et al.*, 2009).

Estas injúrias além de causar perda da superfície da pele, podem dar a impressão de áreas que se assemelham a cicatrizes de cigarros repetitivas (CAMPOBASSO *et al.*, 2009). Bonacci *et al.* (2011) também observam lesões que foram claramente relacionadas com a atividade de coleta de alimento por operárias da formiga *C. scutellaris*, que agiam como onívoras causando injurias superficiais na pele. De fato, lesões, tanto aquelas mais profundas, quanto as mais superficiais podem ser interpretadas como lesões antes da morte, causando conflitos de interpretações (BYARD, 2005; CAMPOBASSO *et al.*, 2009; BYRD & CASTNER, 2009). Campobasso *et al.* (2009), por exemplo, discute que estes danos a pele após a morte, podem se assemelhar a estrangulamento pré-morte, podendo ser causado pelo ácido fórmico.

As espécies de formigas onívoras devem ser levadas em consideração por peritos forenses, uma vez que causam impacto em imaturos de espécies de dípteros necrófagos, e também podem causar erros em interpretações de ferimentos como sendo causados antes da morte da vítima (CAMPOBASSO *et al.*, 2004).

A espécie que apresentou hábito tipicamente predatório foi *C. tanaemyrmex*, predando ovos, sobretudo da mosca *H. segmentaria* a partir do segundo dia de exposição, e durante todo o período noturno carregava para seus ninhos massas de ovos e na manhã seguinte já havia sido removido quase todos os ovos. O comportamento desta e de outras espécies que agem de forma similar pode interferir no tempo de decomposição, atrasando-o, uma vez que interfere significativamente na atividade de moscas necrófagas (CAMPOBASSO *et al.*, 2009). Desta forma esta espécie quando encontrada em corpos sujeitos a investigações devem ser levadas em consideração, pois podem causar uma estimativa inferior do (IPM).

De fato, espécies predadoras atrasam a decomposição, uma vez que predam larvas de moscas e mesmo outras espécies necrófagas que estão presentes na carcaça (CATTS & GOFF, 1992). Sendo que os comportamentos de predação por populações predadoras podem retardar a velocidade do processo de decomposição da carcaça ao esgotar as populações de espécies necrófagas (WELLS & GREENBERG, 1994; CAMPOBASSO *et al.*, 2009).

Como espécies necrófagas destacaram-se *C. sericeiventris* e *A. laevigatta*, que consumiam a carcaça primeiramente recortando o tegumento com suas mandíbulas, e posteriormente arrancando, relativamente grandes pedaços da carcaça, de diferentes partes do corpo (cabeça, pernas, ventre e calda), quando comparado à outras espécies de formigas. *A. laevigatta* apresentava maior atividade de forrageio no período noturno, restando poucos indivíduos durante o dia transportando este recurso para os ninhos. De fato Santos-Junior *et al.* (no prelo) observaram que várias espécies da tribo Attini (*Atta sexdens rubropilosa*, *Acromyrmex coronatus*, *Sericomyrmex* sp. e *Trachymyrmex* sp.) visitam e consomem fontes proteicas em ambiente de mata.

Espécies cortadeiras são conhecidas por se restringir a alimentação de fungos que crescem sobre um substrato composto de material vegetal (WEBER, 1972; DELABIE & FERNÁNDEZ, 2003). Contudo, para Clark & Blom (1991) as carcaças de vertebrados podem ser uma fonte de alimento adicional para formigas que se alimentam de sementes por exemplo, considerando a frequência da disponibilidade de carcaças. Conconi & Rodríguez (1977) sugeriram que as espécies de *Atta* devem se alimentar de materiais alternativos, como a carne. Marques & Del-Claro (2006), também observaram que as formigas do gênero *Atta* foram visitantes frequentes em inventário realizado em uma área de Cerrado utilizando iscas

protéicas.

Estes resultados permitem inferir que estas espécies de formigas devem acelerar o processo de decomposição, uma vez que retiram relativamente grandes pedaços, quando comparado a outras espécies de formigas, de diversas partes das carcaças. Estes ferimentos, por outro lado, também podem servir como porta de entrada para ovipostura de moscas, e também para larvas recém eclodidas na região externa da carcaça.

Espécies que ocorreram em frequências relativamente baixas e que apenas visitaram a carcaça e não desenvolveram nenhum tipo ação sobre elas ou outros grupos foram considerados acidentais, como já descrito por Mise *et al.* (2007).

As espécies que ocorreram simultaneamente nas carcaças, adotaram estratégias que diminuíram a competição pelo recurso, entre elas. Quando havia mais de uma espécie, ao mesmo tempo, cada uma ocupava uma parte diferente da carcaça, evitando, assim encontros com interações agonísticas. Porém Santos-Junior *et al.* (*no prelo*) encontraram muitas espécies competindo por fontes protéicas temporárias em ambiente de mata. No entanto, no caso deste trabalho, os autores utilizaram iscas pequenas, o que limita a área de ação dos insetos, aumentando significativamente as chances de encontro entre diferentes espécies. Portanto, parece que, quando possível formigas devem evitar este tipo de risco e gasto energético, adotando estratégias que diminuam as chances de interações agonísticas em fontes casuais como carcaças.

CONCLUSÕES

No ambiente de mata, onde foi desenvolvido o experimento os primeiros insetos a detectarem as carcaças foram as moscas, como descrito por outros trabalhos na literatura. Formigas foi o segundo grupo e exploram as carcaças durante todos os estágios de decomposição. A riqueza de espécie que agem ao longo de todo o processo varia pouco entre os diferentes estágios, mas é significativamente maior na estação quente e úmida, provavelmente pelas melhores condições climáticas para o forrageamento.

Ao longo de todo o processo de decomposição é possível observar espécies com diferentes hábitos ecológicos, sendo que aquelas que agem como necrófagas e onívoras devem interferir de forma mais significativa no processo de decomposição, uma vez que consomem diretamente a carcaça e/ou outros grupos que também a consomem. Portanto, tanto em relação as injúrias que causam, tanto quanto a interferência na determinação do IPM, o grupo formigas deve ser levando em consideração nas interpretações forenses.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON G, CERVENKA VJ (2002) Insects associated with the body: their use and analyses. In: HAGLUND, W. D., SORG, M. H. (eds) *Advances in forensic taphonomy: method, theory and archaeological especitives*. CRC, Boca Raton, Fla, 173-200.

APICHAT V, WILAWAN P, UDOMASAK T, CHANASORN P, SAENGCHAI NA (2007) Preliminary study on insects associated with pig (*Sus scrofa*) carcasses in Phitsanulok, Northern Thailand. *Tropical biomedicine* **24**(2), 1-5.

ARNOLDS I, ROMERA E, GARCÍA MD, LUNA A (2001) An initial study on the succession of sarcosaprophagous Diptera (Insecta) on carrion in the southeastern Iberian peninsula. *International Journal of Legal Medicine* **114**, 156–162.

AYRES M, AYRES JRM, AYRES DL, SANTOS AAS (2007) BioEstat: aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas. Belém: *Sociedade Civil Mamirauá*, MCT-CNPq, 364.

ALTMANN J (1974) Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour* **49**, 227–267.

BARBOSA RR, MELLO-PATIU CA, URURAHY-RODRIGUES A, BARBOSA CG, QUEIROZ MMC (2010) Temporal distribution of ten calyprate dipteran species of medicolegal importance in Rio de Janeiro, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, **2**, 191–198.

BIAVIATI GM, SANTANA FHA, PUJOL-LUZ JR (2010) A Checklist of Calliphoridae Blowflies (Insecta, Diptera) Associated with a Pig Carrion in Central Brazil. *Journal of Forensic Science* **6**, 1603–1606.

BIE G, HEWITT, PH (1990) Thermal responses of the semi-arid zone ants *Ocymyrmex weitzckerii* (Emery) and *Anoplolepis custodiens* (Smith). *Journal of the Entomological Society of South Africa* **53**, 65–73.

BRANDÃO CRF, SILVESTRE R, REIS-MENEZES A (2000) Influência das interações comportamentais entre espécies de formigas em levantamentos faunísticos em comunidades de Cerrado. In R.P. MARTINS, T.M. LEWINSOHN, & M.S. BARBEITOS (Eds.), *Ecologia e comportamento de insetos* **8**, 371–404.

BONACCI T, BRANDMAYR P, GRECO S, TERSARUOLO C, VERCILLO V, ZETTO BRANDMAYR T (2010) A preliminary investigation of insect succession on carrion in Calabria (Southern Italy). *Terrestrial Arthropod Reviews* **3**, 1–14.

BONACCI T, ZETTO BRANDMAYR T, BRANDMAYR P, VERCILLO V, PORCELLI F (2011) Successional patterns of the insect fauna on a pig carcass in southern Italy and the role of *Crematogaster scutellaris* (Hymenoptera, Formicidae) as a carrion invader. *Entomological Science* **14**(2), 125–132.

BOLTON B (1994) Identification guide to the ant genera of the world. Cambridge: Harvard University Press 222.

BOLTON B (1995) A taxonomic and zoogeographical census of the extant ant taxa (Hymenoptera, Formicidae). *Journal of Natural History* **29**, 1037–1056.

BOLTON B (2003) Synopsis and classification of Formicidae. *Memoirs of the American Entomological Institute* **71**, 01-370.

BYARD RW (2005) Autopsy problems associated with postmortem ant activity. *Forensic Science, Medicine and Pathology* **6**, 37–40.

BYRD JH, CASTNER JL (2009) Forensic Entomology. The Utility of Arthropods in Legal Investigations. *CRC Press, Boca Raton, FL, London, New York, Washington, USA*.

CAMPOBASSO CP, VELLA GD, INTRONA F (2001) Factors affecting decomposition and Diptera colonization. *Forensic Science International* **120**, 18–27.

CAMPOBASSO CP, GHERARDI M, CALIGARA M, SIRONI L, INTRONA FJ (2004) Drug analysis in lowfly larvae and in human tissues: a comparative study. *International Journal of Legal Medicine* **118**, 210–214.

CAMPOBASSO CP, MARCHETTI D, INTRONA F, COLONNA MF (2009) Postmortem Artifacts Made by Ants and the Effect of Ant Activity on Decompositional Rates. *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology* **30**, 84–87.

CARVALHO LML, LINHARES AX (2001) Seasonality of insect succession and pig carcass decomposition in a natural forest area in Southeastern Brazil. *Jornal Forensic Sciencie* **46**, 604–608.

CARVALHO LML, THYSSEN PJ, GOFF ML, LINHARES AX (2004) Observations on succession patterns of necrophagous insects on pig carcass in a urban area of Southeastern Brazil. *A A I J F M T* **5**, 40–44.

CATTS EP, HASKELL NH (1991) Entomological and Death: A procedural guide. *Clemons: Joyce's Printshop*.

CATTS EP, GOFF ML (1992) Forensic entomology in criminal investigations. *Annual Review of Entomology* **37**, 253–72.

CERDÁ X, RETANA J, CROSS S (1997) Thermal disruption of transitive hierarchies in Mediterranean ant communities. *Journal of Animal Ecology* **66**, 363–374.

CHIN HC, MARWI MA, HASHIM R, ABDULLAH NA, DHANG CC, JEFFERY J, KURAHASHI H, OMAR B (2009) Ants (Hymenoptera: Formicidae) associated with pig carcasses in Malaysia. *Tropical Biomedicine* **26**, 106–109.

CLARK WH, BLOM PE (1991) Observations of ants (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae, Formicinae, Dolichoderinae) utilizing carrion. *Southwest. Nat* **36**, 140–142.

CONCONI JRE, RODRÍGUEZ HB (1977) Valor nutritivo de ciertos insectos comestibles de México y lista de algunos insectos comestibles del Mundo. *Anales del Instituto de Biología de la UNAM* **48**, 165–186.

CORNABY BW (1974) Carrion reduction by animals in contrasting tropical habitats. *Biotropica* **51**, 51–63.

DAJOZ R (2000) Insects and forests: the role and diversity of insects in the forest environment. Paris: *Intercept Lavoisier*, 620. doi: 10.1023/A:1017498600382

DELABIE JHC, FERNÁNDEZ F (2003) Relaciones entre hormigas y “homópteros” (Hemiptera: Sternorrhyncha y Auchenorrhyncha). In F. FERNÁNDEZ (Eds.), Introducción a las hormigas de la región Neotropical. Bogotá: *Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt* 181–197.

DIAS JO, SUGUITURU SS, GOMES L, MORINI MSC (2006) Ocorrência de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em carcaça animal. *Biológico* **69**, 459–460.

EARLY M, GOFF ML (1986) Arthropod succession patterns in exposed carrion on the island

of Oahu, Hawaiian Islands, USA. *Journal of Medical Entomology* **23**, 520–531.

GOFF ML (1991) Comparison of insect species associated with decomposing remains recovered inside of dwellings and outdoors on the island of Oahu. *Journal of Forensic Sciences* **3**, 748–453.

GOMES LE, VON ZUBEN (2004) C. *Revista Ciências Hoje*, CH 208.

HANSKI I (1986) Nutritional ecology of dung and carrion feeding insects. In: SLANSKY F, Rodriguez JG (Ed.). *Nutritional ecology of insects, mites and spiders*. New York: John Wiley, 1016.

HUNT JH (1974) Temporal activity patterns in two competing ant species (Hymenoptera: Formicidae). *Psyche* **81**, 237-242.

LEVINGS SC (1983) Seasonal, annual and among-site variation in the ground ant community of a deciduous tropical forest: some causes of patchy species distributions. *Ecological Monographs* **53**, 435-455.

LINDGREN NK, BUCHELI SR, ARCHAMBEAULT AD, BYTHEWAY JA (2011) Exclusion of forensically important flies due to burying behavior by the red imported fire ant (*Solenopsis invicta*) in southeast Texas. *Forensic Science International* **204**, 1–3.

MARQUES GDV, DEL-CLARO K (2006) The Ant Fauna in a Cerrado Area: The Influence of Vegetation Structure and Seasonality (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology* **47**, 235–252.

MISE KM, ALMEIDA LM, MOURA MO (2007) Levantamento da fauna de Coleoptera que habita a carcaça de *Sus scrofa* L., em Curitiba, Paraná. *Revista Brasileira de Entomologia* **51**, 358–368.

MONTEIRO-FILHO EA, & PENEREIRO J (1987) Estudo da decomposição e sucessão sobre uma carcaça animal numa área do estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia* **47**, 289–295.

OLIVEIRA-COSTA JA (2003) *Entomologia Forense: Quando os insetos são vestígios*. Campinas. Ed. Millenium 257–260.

OLIVEIRA-COSTA, JA (2008) *Entomologia Forense: Quando os insetos são os vestígios*.

São Paulo. Ed. Millenium, 420.

OLIVEIRA-COSTA JA, OLIVEIRA RG, BASTOS CS (2013) Diptera Calliphoridae de importância forense no Município do Rio de Janeiro. *Revista Eletrônica Novo Enfoque* **16**, 41–52.

OLIVEIRA TC, VANCONSELOS SD (2010) Insects (Diptera) associated with cadavers at the Institute of Legal Medicine in Pernambuco, Brazil: Implications for forensic entomology. *Forensic Science International* **198**, 97–102.

PAYNE JA (1965) A summer carrion study of the baby pig *Sus scrofa* Linnaeus. *Ecology* **46**, 592–602.

PATEL F (1994) Artifact in forensic medicine: Postmortem rodent activity. *Journal of Forensic Science* **39**, 257–260.

ROSA TA, BABATA MLY, SOUZA CM, SOUSA D, MELLO- PATIU CA, MENDES J (2009) Dípteros de interesse forense em dois perfis de vegetação de cerrado em Uberlândia, MG. *Neotropical Entomology* **38**, 859–866.

SANTOS-JUNIOR LC, SARAIVA JM, SILVESTRE R, ANTONIALLI-JUNIOR WF (*no prelo*) Evaluation of insects that exploit temporary protein resources emphasizing the action of ants (Hymenoptera, Formicidae) in semi-deciduous forest, Dourados/MS, Brazil. *Sociobiology*.

SMITH KGV (1986) *A Manual of Forensic Entomology*. Cornell University Press, Ithaca.

STORK NE (1991) The composition of the arthropod fauna of Bornean lowland rain forest trees. *Journal of Tropical Ecology* **7**, 161–180.

TABOR KL, FELL RD, BREWSTER C (2005) Insect fauna visiting carrion in Southwest Virginia. *Forensic Science International* **150**, 73–80.

WEBER NA (1972) Gardening Ants: The Attines. Philadelphia: *American Philosophical Society*, 146.

WELLS JD, GREENBERG B (1994) Effect of the red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) and carcass type on the daily occurrence of post feeding carrion-fly larvae (Diptera: Calliphoridae, Sarcophagidae). *Journal of Medical Entomology* **31**, 171–174.

WOLFF M, URIBE A, ORTIZ A, DUQUE P (2001) A Preliminary study of forensic entomology in Medellin, Colombia. *Forensic Science International* **120**, 53–59.

ZAVATINI, J. A. (1992) Dinâmica climática no Mato Grosso do Sul- *Geografia*- Rio Claro- Outubro, **17(2)**, 65–91.

ANEXOS

Tabela 1. Frequência relativa (%) de ocorrência de diferentes espécies de dípteros coletadas em carcaça de suínos domésticos (*Sus scrofa* L.) durante as duas estações climáticas entre o período de novembro/2012 a setembro/2013.

DIPTERA	Estações	
	Quente e Úmida	Fria e Seca
Calliphoridae		
<i>Chrysomya megacephala</i> (Fabricius, 1794)	1,48	-
<i>Chrysomya albiceps</i> (Wiedmann, 1819)	15,41	13,43
<i>Hemilucilia segmentaria</i> (Fabricius, 1805)	11,27	14,25
<i>Hermelucia semidiaphana</i> (Rondani, 1850)	1,48	0,97
<i>Mesenblinella bellardiana</i> (Aldrich, 1922)	2,89	2,93
<i>Mesenbrinella peregrina</i> (Aldrich, 1922)	4,88	3,89
<i>Caliphora lopesi</i> , (Mello, 1962)	0,07	-
<i>Lanilla</i> sp.	2,07	1,94
Platystomatidae		
<i>Senopterina macularis</i> (Fabricius, 1805)	1,11	-
<i>Platystona</i> sp.	0,14	-
Sciomyzidae	0,66	0,19
<i>Ornidia obesa</i> (Fabricius, 1775)	0,51	0,09
Drosophilidae		
<i>Zaprionus indionus</i> (Gupta, 1970)	0,07	-
Sarcophagidae	17,82	15,39
Tachinidae	0,14	0,96
Syrphidae	2,73	4,05
Muscidae	14,33	11,67
Tephriidae	0,81	1,26
Fanidae	9,3	6,75
Anthomyidae	3,28	4,6
Ulidiidae	0,74	1,93
Phoridae	5,96	10,68
Piophilidae	1,97	3,87
Curtonotidae	0,88	1,15
TOTAL	100%	100%

Tabela 2. Frequência relativa (%) de ocorrência de diferentes espécies de formigas coletadas em carcaça de suínos domésticos (*Sus scrofa* L.) durante as duas estações climáticas entre o período de novembro/2012 a setembro/2013.

SUBFAMÍLIA MYRMYCINAE	ESTAÇÕES	
	Quente/Úmida	Fria/Seca
<i>Cephalotes clypeatus</i> (Fabricius, 1804)	-	0,07
<i>Crematogaster acuta</i> (Fabricius, 1804)	7,67	-
<i>Solenopsis</i> sp.1	-	9,12
<i>Solenopsis</i> sp.2	0,01	-
<i>Pheidole Alienata</i> (Borgmeier, 1929)	2,33	4,03
<i>Pheidole fallax</i> (Mayr, 1870)	3,62	-
<i>Pheidole Flavens</i> (Roger, 1863)	2,5	1,22
<i>Pheidole midas</i> (Wilson, 2003)	1,90	0,07
<i>Pheidole radoszlwiskii</i> (Mayr, 1884)	10,86	9,50
<i>Acromyrmex coronatus</i> (Fabricius, 1804)	2,84	0,86
<i>Acromyrmex subterraneus subterraneus</i>	0,34	1,95
<i>Atta laevigata</i> (F. Smith, 1858)	-	21,38
<i>Megalomyrmex</i> sp.	0,01	-
<i>Monomorium floricola</i> (Jerdon, 1851)	-	1,73
<i>Mycocepurus smithii</i> (Forel, 1893)	2,85	0,87
<i>Trachymyrmex</i> sp.	-	0,07
SUBFAMÍLIA FORMICINAE		
<i>Camponotus (myrmabrachys)</i> sp.	-	0,07
<i>Camponotus (myrmaphaenus)</i> sp.1	0,34	0,22
<i>Camponotus (myrmaphaenus)</i> sp.2	-	1,07
<i>Camponotus (tanaemyrmex)</i> sp.1	-	5,69
<i>Camponotus atriceps</i> (Smith, F. 1858)	0,60	0,72
<i>Camponotus lespesii</i> (Emery, 1894)	8,27	4,10
<i>Camponotus senex</i> (Smith, F., 1858)	2,32	0,93
<i>Camponotus sericeiventris</i> (Wheeler, 1931)	21,72	8,57
<i>Brachymyrmex heeri</i> (Forel, 1874)	-	2,66
<i>Brachymyrmex patoginicus</i> (Mayr, 1868)	2,75	-
<i>Myrmelachista</i> sp.	-	0,07
SUBFAMÍLIA PONERINAE		
<i>Odontomachus chelifer</i> (Latreille, 1802)	-	1,08
<i>Odontomachus meinerti</i> (Forel, 1905)	0,51	1,59
<i>Pachycondyla striata</i> (Smith, F. 1858)	4,82	2,52
<i>Pachycondyla verenae</i> (Forel, 1922)	0,52	0,01
SUBFAMÍLIA DOLICHODERINAE		
<i>Azteca</i> sp.	-	7,35
<i>Linepithema pulex</i> (Wild, 2007)	-	2,80
SUBFAMÍLIA ECITONINAE		
<i>Labidus coecus</i> (Latreille, 1802)	15,76	9,10
<i>Labidus mars</i> (Forel, 1912)	6,55	-
SUBFAMÍLIA ECTATOMINAE		
<i>Ectatomma tuberculatum</i> (Olivier, 1792)	0,08	0,29
<i>Gnamptogenys acuminata</i> (Emery, 1896)	0,52	0,22
<i>Gnamptogenys haenschii</i> (Emery, 1902)	-	0,15
<i>Gnamptogenys striatula</i> (Mayr, 1884)	0,30	-
TOTAL	100%	100%

Tabela 3. Hábitos ecológicos adotados pelas diferentes espécies de formigas que agiram sobre carcaças de suínos domésticos (*Sus scrofa* L.) durante as duas estações climáticas entre o período de novembro/2012 a setembro/2013.

ESPÉCIES/CATEGORIAS ECOLÓGICAS	Necrófago	Predador	Onívoro	Acidental
<i>Acromyrmex coronatus</i> (Fabricius, 1804)			X	
<i>Acromyrmex subterraneus subterraneus</i>				
<i>Atta laevigata</i> (F. Smith, 1858)	X			
<i>Azteca</i> sp.		X		
<i>Brachymyrmex heeri</i> (Forel, 1874)			X	
<i>Brachymyrmex patoginicus</i> (Mayr, 1868)			X	
<i>Camponotus (myrmabrachys)</i> sp.				X
<i>Camponotus (myrmaphaenus)</i> sp.1			X	
<i>Camponotus (myrmaphaenus)</i> sp.2			X	
<i>Camponotus (tanaemyrmex)</i> sp.1		X		
<i>Camponotus atriceps</i> (Smith, F. 1858)	X			
<i>Camponotus lespesii</i> (Emery, 1894)			X	
<i>Camponotus senex</i> (Smith, F. 1858)			X	
<i>Camponotus sericeiventris</i> (Wheeler, 1931)	X			
<i>Cephalotes clypeatus</i> (Fabricius, 1804)				X
<i>Crematogaster acuta</i> (Fabricius, 1804)	X			
<i>Ectatomma tuberculatum</i> (Olivier, 1792)				X
<i>Gnamptogenys acuminata</i> (Emery, 1896)		X		
<i>Gnamptogenys haenschii</i> (Emery, 1902)				X
<i>Gnamptogenys striatula</i> (Mayr, 1884)		X		
<i>Labidus coecus</i> (Latreille, 1802)			X	
<i>Labidus mars</i> (Forel, 1912)			X	
<i>Linepithema pulex</i> (Wild, 2007)		X		
<i>Megalomyrmex</i> sp.				X
<i>Monomorium floricola</i> (Jerdon, 1851)			X	
<i>Mycocepurus smithii</i> (Forel, 1893)			X	
<i>Myrmelachista</i> sp.				X
<i>Odontomachus chelifer</i> (Latreille, 1802)		X		
<i>Odontomachus meinerti</i> (Forel, 1905)		X		
<i>Pachycondyla striata</i> (Smith, F., 1858)		X		
<i>Pachycondyla verenae</i> (Forel, 1922)		X		
<i>Pheidole Alienata</i> (Borgmeier, 1929)			X	
<i>Pheidole fallax</i> (Mayr, 1870)			X	
<i>Pheidole Flavens</i> (Roger, 1863)		X		
<i>Pheidole midas</i> (Wilson, 2003)		X		
<i>Pheidole radoszkowskii</i> (Mayr, 1884)			X	
<i>Solenopsis</i> sp.1			X	
<i>Solenopsis</i> sp.2				X
<i>Trachymyrmex</i> sp.				X



Figura 1. Área da Fazenda Coqueiro, conhecida como Mata do Azulão no Município de Dourados-MS onde foram desenvolvidos os experimentos ao longo de duas estações climáticas. Fonte: (Google Eath).

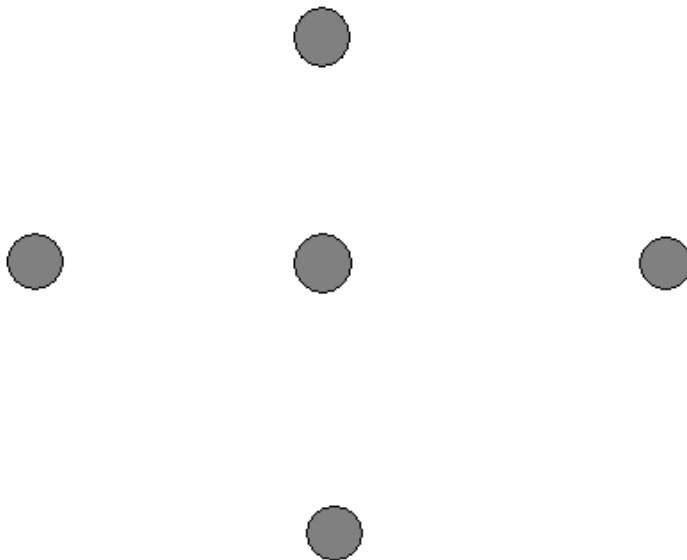


Figura 2. Esquema de distribuições de iscas atrativas para procura de possíveis locais com menor incidência de ninhos de formigas para instalação das carcaças.



Figura 3. Gaiola dentro da qual foram instaladas as carcaças para evitar a ação de predadores (animais carnívoros de grande porte) sobre as carcaças expostas. Fonte: Michele Castro de Paula.



Figura 4. Estágio I (Fresco) do processo de decomposição de carcaça de suíno.



Figura 5. Estágio II (Inchado) do processo de decomposição de carcaça de suíno.



Figura 6. Estágio III (Decomposição Ativa) do processo de decomposição de carcaça de suíno.



Figura 7. Estágio IV (Decomposição Avançada) do processo de decomposição de carcaça de suíno.



Figura 8. Estágio V (Seco) do processo de decomposição de carcaça de suíno.

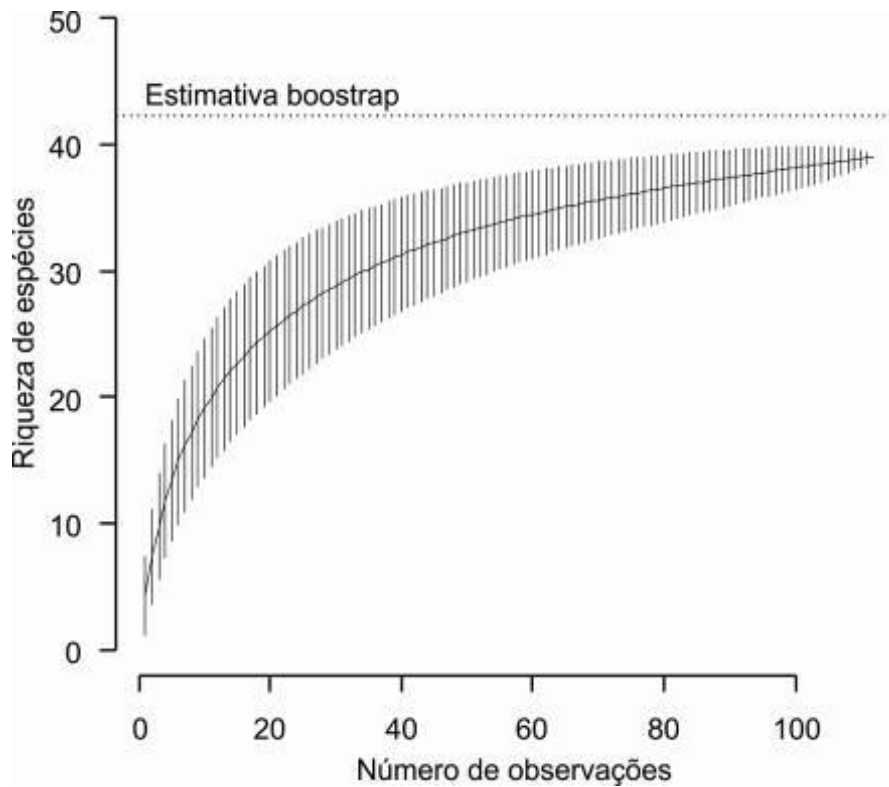


Figura 09. Riqueza estimada de formigas que visitaram as carcaças de suínos entre o período de novembro de 2012 a setembro de 2013, na área da Mata do Azulão, no município de Dourados-MS.

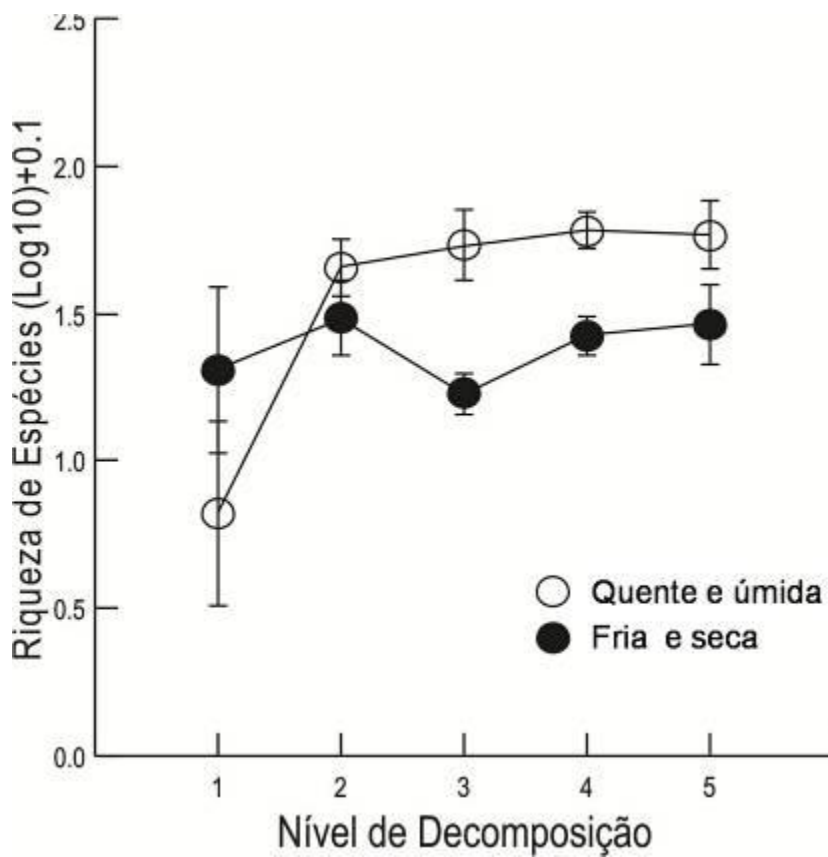


Figura 10. Análise de variância Two-Way, para avaliar se há relação entre o nível de decomposição das carcaças e a riqueza de espécie de formigas nas duas estações em que foram realizados os experimentos.

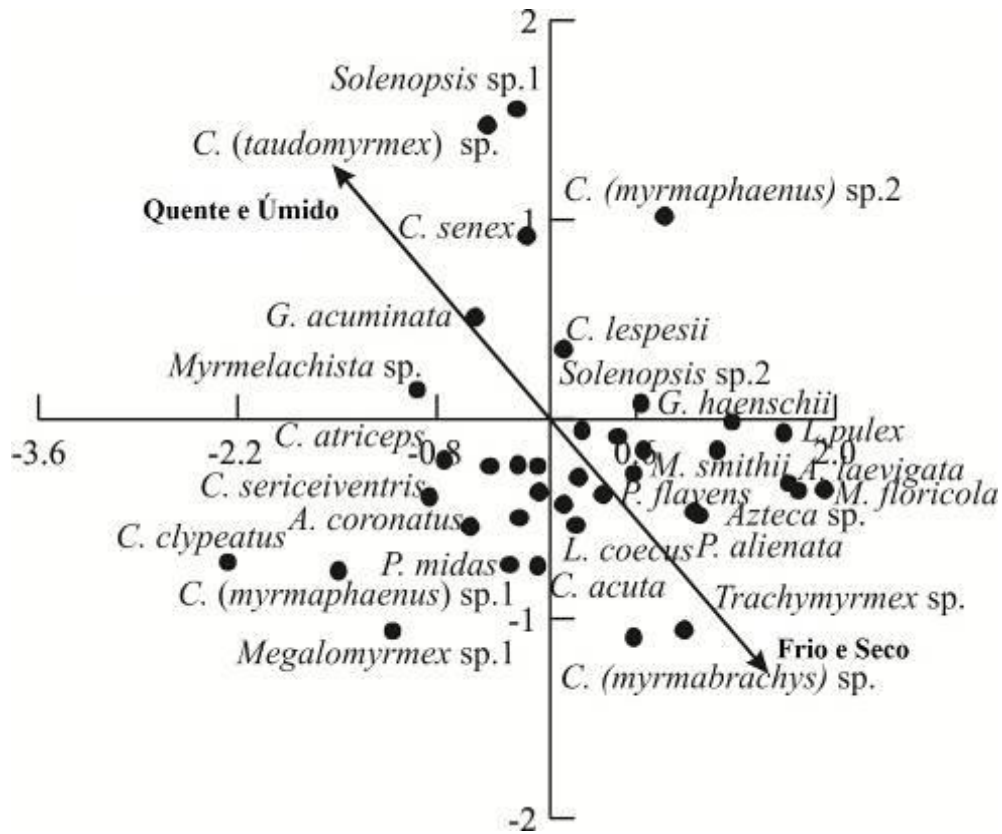


Figura 11. Análise de escalonamento multidimensional não métrica (nmds), utilizando a ocorrência das espécies e o coeficiente de jaccard, visando avaliar a mudança na composição de espécies de formigas agindo sobre carcaças de suínos em área de mata semidecidual, na região de Dourados, MS.

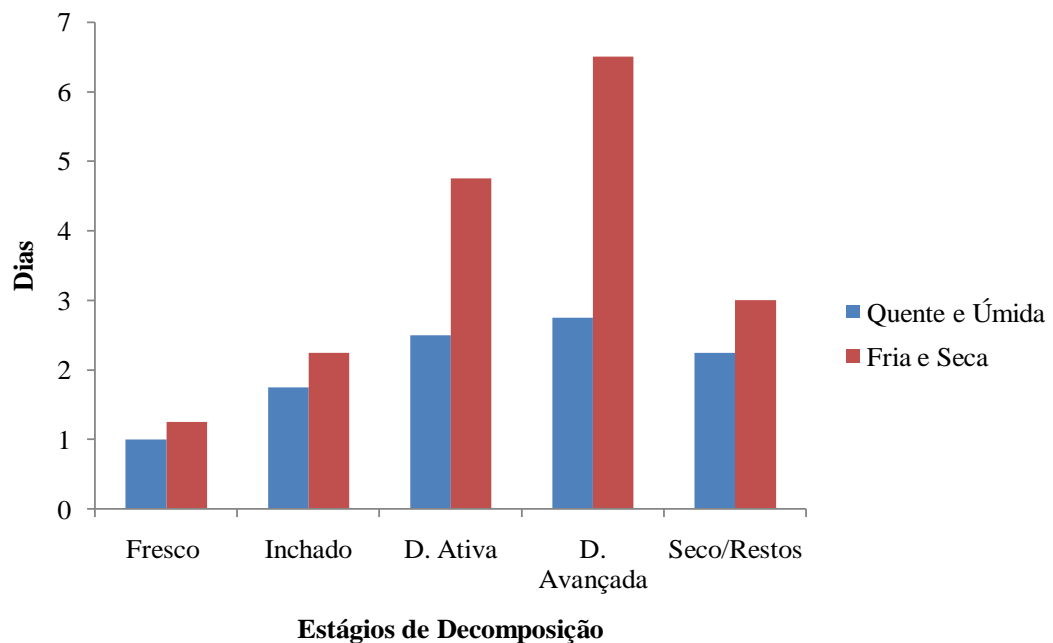


Figura 12. Tempo médio de duração dos diferentes estágios de decomposição das carcaças de suínos *Sus scrofa*, durante as duas estações em que foram realizados os experimentos.

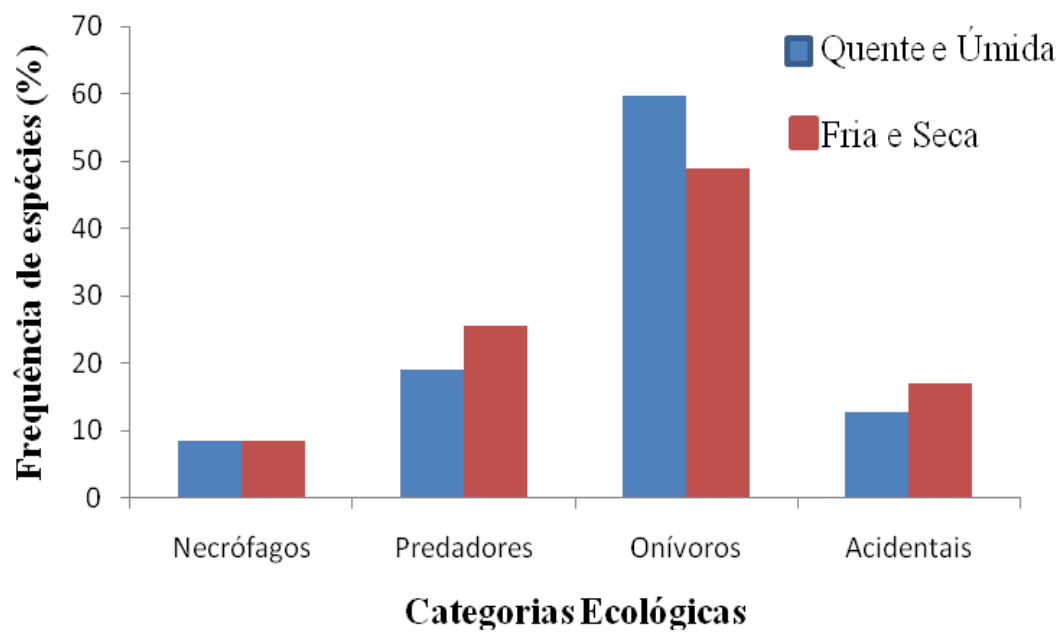


Figura 13. Frequência relativa de espécies que agiram como representantes de 4 categorias ecológicas durante as duas estações de coleta, sendo quente e úmida: (**Azul**); Fria e seca (**Vermelho**).