

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS (UFGD)
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

**ASSEMBLÉIAS DE FORMIGAS PREDADORAS-NECRÓFAGAS SOBRE ISCAS SIMULANDO
A DECOMPOSIÇÃO DE CARCAÇAS**

LUIZ CARLOS SANTOS-JUNIOR

DOURADOS/MS
FEVEREIRO/2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS (UFGD)
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

**ASSEMBLÉIAS DE FORMIGAS PREDADORAS-NECRÓFAGAS SOBRE ISCAS SIMULANDO
A DECOMPOSIÇÃO DE CARCAÇAS**

LUIZ CARLOS SANTOS-JUNIOR

ORIENTADOR

WILLIAM FERNANDO ANTONIALI JUNIOR

DOURADOS/MS
FEVEREIRO/2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS (UFGD)
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

LUIZ CARLOS SANTOS-JUNIOR

ORIENTADOR: WILLIAM FERNANDO ANTONIALI JUNIOR

DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS (UFGD), COMO PARTE DAS EXIGÊNCIAS PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE.

DOURADOS/MS
FEVEREIRO/2012

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central - UFGD

595.796098171 Santos-Junior, Luiz Carlos.

S237a

Assembléia de formigas predadoras/necrófagas sobre iscas simulando a decomposição de carcaças / Luiz Carlos Santos Junior. – Dourados, MS : UFGD, 2012.

44 f.

Orientador: Prof. Dr. William Fernando Antonialli Junior.

Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) – Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Formigas – Comportamento alimentar. 2. Formigas necrófagas. 3. Alimentação de formigas. I. Título.

“Prezo insetos mais que aviões. Prezo a velocidade das tartarugas mais que a dos mísseis. Tenho em mim esse atraso de nascença. Eu fui aparelhado para gostar de passarinhos. Tenho abundância de ser feliz por isso. Meu quintal é maior do que qualquer outro no mundo.”

Manoel de Barros.

AGRADECIMENTOS

A Deus.

Minha família, Luiz Carlos dos Santos, Marli de Fátima Sabotto dos Santos e Héilton Henrique Sabotto dos Santos que sempre acreditaram e me apoiaram durante todos estes anos.

Aos meus avós, Isaura Marques Sabotto; Antonio de Pádua Sabotto (*in memoriam*); Tereza Viotto dos Santos e Lindolpho Francisco dos Santos, pela compreensão, paciência e carinho.

Meus amigos, em especial Juliana, que muito colaborou sempre com compromisso para a execução deste trabalho; Emerson; Denisar; Paulo; Helena; Sarah; Bruno; Douglas; Bárbara; Vanessa, entre vários outros amigos que sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos.

Meus companheiros de laboratório, Thiago; Viviana; Maria da Graça; Erika; Marlon; Luan; Eva; Ellen; Denise; Kamylla; Dayana, pelas boas companhias que me fizeram durante todos os dias no laboratório.

A todos meus amigos de mestrado, por ter dividido comigo momentos inusitados durante todo o ano da pós-graduação.

Aos amigos do CEPEC-CEPLAC de Ilhéus-BA, Benoit; Leonny; Juliana Martins; Juliana Mendonça; Yamid; Roberta; Daniel; Thales; Ana Flávia; Karina e Igor, obrigado pela amizade e companheirismo.

Professores Dr^o Jacques H. C. Delabie; Dr^a Cléa dos Santos Ferreira Mariano e Dr^o Yzel R. Suarez pela amizade e pela imensurável contribuição neste trabalho.

Aos professores do Programa de Pós Graduação Entomologia e Conservação da Biodiversidade, em especial ao professor Dr^o Valter Vieira Alves Junior pelas contribuições e sugestões para este trabalho.

Professor Dr^o Rogério Silvestre, que além de contribuir muito, não mediu esforços ao me auxiliar, dar dicas e sugestões, nunca deixando de me atender sempre que precisei.

Professor Dr^o João Cloves Stanzani Dutra, por mais uma vez participar de mais uma etapa da minha formação superior.

Professor Dr^o William Fernando Antonialli Junior, pela paciência e orientação em todas as etapas de execução deste trabalho.

A Capes pela bolsa fornecida durante todo o mestrado.

OBRIGADO!

SUMÁRIO

	Pág.
Agradecimentos.....	vii
Capítulo I: Interações Comportamentais de Formigas Predadora/necrófagas Sobre Isca Simulando a Decomposição de Carcaças.....	1
Abstract.....	2
Resumo.....	3
Introdução.....	4
Objetivos.....	6
Metodologia.....	6
Resultados e Discussão.....	10
Anexos.....	14
Referências.....	19
Capítulo II: Ação de Formigas e Outros Insetos em Isca que Simulam Decomposição de Carcaças.....	24
Abstract.....	25
Resumo.....	26
Introdução.....	27
Objetivos.....	28
Metodologia.....	28
Resultados e Discussão.....	30
Anexos.....	34
Referências.....	39

CAPÍTULO I

INTERAÇÕES COMPORTAMENTAIS DE FORMIGAS PREDADORAS-NECRÓFAGAS SOBRE ISCAS SIMULANDO A DECOMPOSIÇÃO DE CARCAÇAS

Luiz Carlos Santos-Junior^{1,3}; William Fernando Antonialli-Junior².

¹Programa de Pós-graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Universidade Federal da Grande Dourados. Rodovia Dourados/Itahum, Km 12, Caixa Postal 241, 79.804-970, Dourados-MS, Brasil.

²Laboratório de Ecologia, Centro Integrado de Análise e Monitoramento Ambiental, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul. Rodovia Dourados/Itahum, Km 12, Caixa Postal 351, 79.804-907, Dourados-MS, Brasil.

³juniorsabotto@gmail.com

ABSTRACT:

Ants play a crucial role in the process of corpse decomposition, mainly because it is one of the first groups of organisms to detect decomposing carcass; however there are few studies that have already investigated the behavior of interactions between species that engage in mastering and consuming this type of resource. Thus, this study's objective is to assess how the interactions occur with ants that act as predators-scavengers of carcasses in baits that mimic this type of resource. Samples were collected in a forest fragment located in the city of Dourados, MS. There were been made collections monthly for a year and for each collection the observations occurred over 12 consecutive hours, from 6:00 to 18:00 pm. We used three types of baits: fish, beef liver and chicken entrails. There have been used the alitrunk measurement on ants and calculated flow rate of individuals and aggressiveness of ants visiting the baits to assess the importance of these factors so that ants can be able to dominate and exploit the resource. Throughout the collection period there have been collected 34 species of ants, only 27 of these interacted in baits, only 4 species visited chicken baits, 1 in fish, and 2 in beef liver, and 10 were common to these three types of baits. Ants took an average of more or less 4.1 minutes, 1.8 minutes to find the baits, which were visited on average of 2.11 foragers per minute. According to Jaccard clustering analysis, the ants formed three distinctively groups, the group that presented the most appropriate strategy to dominate and consume baits were those that, even though was not the most aggressive, arrived in the baits with large flow of foragers.

Keywords: Aggressiveness, Behavior, Formicidae.

RESUMO:

Formigas têm um papel crucial no processo de decomposição cadavérica, principalmente por ser um dos primeiros grupos de organismos a detectar carcaça em decomposição; no entanto ainda são raros os trabalhos que investigam os comportamentos nas interações entre as espécies que se ocupam em dominar e consumir este tipo de recurso. Desse modo, este trabalho teve por objetivo avaliar como ocorrem as interações de formigas que agem como predadoras-necrófagas de carcaças em iscas que simulam este tipo de recurso. As coletas foram realizadas em um fragmento de mata localizada no município de Dourados, MS. Foram realizadas coletas mensais durante um ano e a cada coleta as observações ocorreram ao longo de 12 horas consecutivas, das 6:00 as 18:00hs. Foram usados três tipos de iscas: sardinha, fígado bovino e vísceras de frango. Foram tomadas as medidas de *alitrunk* das formigas e calculado o fluxo de indivíduos e índice de agressividade das espécies de formigas que visitaram as iscas. Durante todo o período de coleta foram coletadas 34 espécies de formigas, destas apenas 27 interagiram nas iscas, quatro ocorreram apenas nas iscas de frango, uma em iscas de sardinha e duas em iscas de fígado, sendo que, 10 espécies foram comuns as três iscas. As formigas demoraram em média 4.1 minutos \pm 1.8 para localizar as iscas, que receberam a visita em média de 2,11 forrageadoras por minuto. Segundo análise de Agrupamento de Jaccard, as formigas formam três grupos distintos, sendo que o grupo que apresentou estratégia mais adequada para dominar e consumir as iscas foram aquelas que, embora não fossem as mais agressivas, chegavam às iscas com grande fluxo de forrageadoras.

Palavras-Chave: Agressividade, Comportamento, Formicidae.

INTRODUÇÃO:

A ordem Hymenoptera, na qual está incluída a família Formicidae é uma das maiores ordens de insetos com mais de 100.000 espécies descritas em todo mundo (MASON *et al.*, 2006, GULLAN & CRANSTON 2008) Nos trópicos as formigas são presenças marcantes em grande parte dos ecossistemas terrestres (FITTKAU & KLINGE, 1973; ERWIN, 1989; STORK, 1991; LONGINO *et al.*, 2002; ELLWOOD & FOSTER, 2004). Esses insetos apresentam ampla distribuição geográfica e alta riqueza de espécies, formando então um dos grupos mais bem sucedidos ecologicamente e dominante dentre os insetos (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990; LONGINO *et al.*, 2002).

O sucesso evolutivo deste grupo é devido a vários aspectos da vida social, mas, sobretudo as estratégias de obtenção de recursos, em particular, alimento para suas colônias. Quanto à dieta, alguns grupos de formigas têm uma alimentação mais especializada, como as cultivadoras de fungos (WEBER, 1972), outras preferem particularmente alimentação líquida (DELABIE & FERNÁNDEZ, 2003), no entanto em sua grande maioria, as formigas são forrageadoras oportunistas e generalistas, comumente, alimentam-se de secreções vegetais, sementes, além de material de animal vivo ou morto (FOWLER *et al.*, 1991; KASPARI, 2000).

Independente do tipo de dieta, a composição de espécies de formigas nas comunidades é influenciada pela maneira como se distribuem os recursos a serem explorados e pelas diferentes estratégias utilizadas pelas espécies para sua obtenção e dominância (FOWLER *et al.*, 1991; BRANDÃO *et al.*, 2000). Dessa maneira, a coexistência das diversas espécies em um mesmo ambiente depende da forma como interagem (MAJER, 1993; MERCIER & DEJEAN, 1996; MERCIER, *et al.*, 1998), além do papel ecológico de cada uma dessas espécies na comunidade.

As formigas, que constituem colônias sedentárias podem adotar, de forma geral, três diferentes estratégias de forrageamento: individual, no qual uma operária coleta alimentos independentemente das outras; com recrutamento, em que as operárias procuram o alimento isoladamente, mas a coleta é feita por um sistema coordenado entre os indivíduos; e em grupo, neste, as operárias coletam independentemente, mas movendo-se por trilhas ou colunas definidas (BERNSTEIN, 1975). No entanto, as estratégias empregadas pelas formigas para coleta de materiais variam principalmente de acordo com a quantidade de indivíduos que existem na colônia e a proximidade do recurso à colônia; fatores que interferem na capacidade de competirem com outras colônias e com outras espécies (BRANDÃO *et al.*, 2000).

A competição intra ou interespecífica, durante a atividade de forrageio ocorre quando os indivíduos exploram recursos muito similares para sua sobrevivência, crescimento e reprodução (BEGON *et al.*, 2006). Desta forma, a competição interespecífica é mais intensa e requer um maior custo quanto maior for a similaridade comportamental e o uso de recursos das diferentes espécies (MACARTHUR & LEVINS, 1967; GOTELLI & ELISSON, 2002).

A competição também ocorre de forma mais intensa quando existe uma sobreposição dos períodos de atividade e de áreas de coleta por diversas espécies de formigas que visitam a mesma fonte alimentar (BRANDÃO *et al.*, 2000), empregando estratégias de forrageamento semelhantes (BRANDÃO *et al.*, 2000; PETAL, 1978; ANDERSEN, 1986; HÖLLDOBLER, 1987).

Uma espécie é competitivamente superior e considerada dominante quando apresenta características que permitam o monopólio do recurso, como comportamento agressivo ou recrutamento em massa. As demais espécies que co-ocorrem com as dominantes e não apresentam estas características são consideradas subordinadas e normalmente apresentam estratégias alternativas para obtenção de recursos (BRANDÃO *et al.*, 2000; ANDERSEN, 1992). Outro exemplo de estratégia é o comportamento de infiltração, no qual alguns indivíduos de uma espécie subordinada se infiltram entre as dominantes usando uma pequena fração dos recursos disponíveis (PARR & GIBBS, 2010; BRANDÃO *et al.*, 2000).

Comportamentos agressivos entre os indivíduos podem mesmo resultar em casos de monopolização do recurso pelas operárias de uma espécie impedindo o acesso de outras (BRANDÃO *et al.*, 2000).

As interações entre espécies dominantes e subordinadas pode ainda, ser influenciada também por fatores ambientais. Esta influência pode ocorrer por um efeito fisiológico direto resultante da tolerância de cada espécie a variações microclimáticas (DE BIE & HEWITT, 1990). Em particular, quando espécies competidoras são submetidas a uma condição limitante, as espécies dominantes podem deixar de utilizar o recurso como uma forma de reduzir o estresse fisiológico. Em consequência, espécies subordinadas podem se arriscar sob essa condição adversa e utilizar o recurso (ANDERSEN, 1995; BESTELMEYER, 2000). Quanto aos fatores climáticos que podem afetar a hierarquia de dominância em formigas, a temperatura é um dos mais importantes, pois a mirmecofauna é sensível ao dessecação. Desta forma, temperaturas altas podem influenciar a estratégia de forrageamento de formigas e, portanto, suas interações em fontes de recurso (CERDÁ *et al.*, 1997, 1998).

Havendo condições hábeis para o forrageio das formigas, elas podem estar presentes em qualquer tipo de substrato. De acordo com Clark & Blom, (1991), mesmo eventuais carcaças de vertebrados podem ser fonte de alimento adicional para formigas que se alimentam de sementes por exemplo. Sendo assim, formigas podem estar presentes em cadáveres sujeitos à análise forense, interagindo com outros insetos importantes também para entomologia forense (ANDERSON, 1984; LINDGREN *et al.*, 2011, CRUZ & VASCONCELOS, 2006; GOMES *et al.*, 2007), sendo por vezes úteis na determinação do intervalo pós-morte (IPM) (GOFF & WIN, 1997). Lindgren *et al.*, (2011), por exemplo observaram que formigas de fogo, *Solenopsis invicta*, conseguem monopolizar um cadáver, impedindo a colonização inicial por dípteros, interferindo na estimativa do IPM, demonstrando então sua importância para estes estudos.

Neste sentido, poucos são os trabalhos que abordam estudos de Entomologia forense sendo, ainda raros no país, se restringindo basicamente a estudos que investigaram a ação de moscas na decomposição cadavérica (TURCHETTO *et al.*, 2001; GRASSBERGUER & REITER, 2002). Ainda mais raros são os trabalhos que já investigaram o comportamento de formigas que agem como predadoras-necrófagas durante interações interespecíficas em carcaças ou iscas simulando decomposição cadavérica. No Brasil destacam-se apenas os trabalhos de Cruz & Vasconcelos (2006) e Gomes *et al.*, (2007) como trabalhos importantes ao conhecimento da entomologia forense, e o de Brandão *et al.*, (2000) com interações de formigas, este sem nenhuma conotação forense.

OBJETIVOS:

O objetivo deste trabalho foi avaliar as interações comportamentais interespecíficas entre formigas explorando iscas que simulam a decomposição de carcaças, avaliando quais e como são as estratégias adotadas por estes insetos durante a exploração destes recursos.

MATERIAIS E MÉTODOS:

As coletas foram realizadas mensalmente em um fragmento de mata de cerca de 800.000 m² localizada no município de Dourados-MS (S 22° 12'56.63" – O 54° 54'57.05"), durante o período de um ano entre junho de 2010 a julho de 2011. Esta área foi dividida em 20 quadrantes de 40.000 m², cada quadrante foi enumerado de 1 a 20, e a cada mês de coleta era sorteado um número o qual em seguida era eliminado para evitar repetição. As coletas foram realizadas durante 12 horas consecutivas, das 6:00 às 18:00hs, totalizando 144 horas de observação para cada tipo de isca.

Para avaliar a ação das formigas sobre carcaças de vertebrados foram usadas 50g de três diferentes iscas para simular este tipo de recurso: sardinha, comumente usada como iscas atrativas para coletas de formigas (BENSON & BRANDÃO, 1987; MOUTINHO, 1991; BRANDÃO *et al.*, 2000), e vísceras de frango e boi, já utilizadas em estudos forenses (MORETTI *et al.*, 2007). Quanto as vísceras, estas foram por 48 horas a temperatura ambiente para iniciar o processo de decomposição tornando-as assim mais atrativas às formigas como relatado por Moretti *et al.*,(2007).

Os três tipos de iscas foram instalados em pratos descartáveis diretamente sobre o solo a uma distância de 10m em linha reta uma da outra, em cada ponto de coleta. O uso de pratos evita o acesso de algumas espécies de formigas que podem explorar as iscas por baixo da serapilheira, sendo assim possível acompanhar as interações de todas as espécies que ocorreram, obrigatoriamente na parte superior do substrato.

Para avaliação das interações comportamentais entre as espécies nas iscas, foram utilizados os seguintes parâmetros, adaptados de Brandão *et al.*, (2000):

Atos Comportamentais

Durante todo o período de observação foram quantificados e qualificados os atos comportamentais de interações entre as diferentes espécies que co-ocorreram nas iscas, de acordo com as seguintes categorias:

AÇÃO:

1. Avançar = Ir em direção ao indivíduo de outra espécie com as mandíbulas abertas, num movimento abrupto, interpretado por nós como uma forma de ameaça, mas sem causar injúrias.
2. Morder = Agarrar com as mandíbulas partes do corpo do outro indivíduo por alguns instantes.
- 3 Exibir a região do ferrão ou ferroar= virar o gáster para baixo do ventre, muitas vezes exibindo o ferrão
4. Levantar o gáster = Agitar o gáster, aparentemente expelindo químicos repelentes.
6. Matar = Agressões que resultaram na morte do indivíduo agredido.

REAÇÃO:

1. Permanecer na isca = O indivíduo não sai da isca mesmo depois de agredido.
2. Fugir = O indivíduo agredido deixa a isca rapidamente.
3. Exibir a região do ferrão ou ferroar o agressor (ver acima).
4. Levantar o gáster (ver acima).
5. Lutar = Os dois indivíduos engajam-se em “disputa corpórea”.
6. Matar = O indivíduo agredido, neste caso, mata o agressor.

Nos primeiros 15 minutos de cada hora eram tomadas as medidas de temperatura e umidade relativa com o auxílio de um termohigrometro. Para avaliar a relação entre estes fatores climáticos com o número de interações entre formigas nas iscas, durante as duas estações, foi aplicado um teste de correlação de Pearson. O período de estiagem foi classificado segundo Zavatini (1992), a qual afirma que a região sul do Mato Grosso do Sul possui clima sub-tropical úmido, tendo como característica uma maior precipitação nos meses de setembro a fevereiro, estação úmida e quente, e de março a agosto, estação seca e fria com menor precipitação.

Níveis de agressividade:

Foram categorizados os níveis de agressividade executados pelas formigas, durante as interações, em valores de 0 – 2 (0 = não agressiva; 1 = agressiva; 2 = muito agressiva), levando em consideração os seguintes parâmetros:

- Não agressivas: sempre fugiram e não esboçaram nenhum comportamento agonístico.
- Agressivas: avançaram na maioria das vezes, mas não mantiveram nenhum contato físico.
- Muito agressivas: Morderam e/ou mataram ou ainda efetuaram algum outro ato agressivo que causou alguma injúria em outro indivíduo.

Dominância

Foram categorizadas os tipos de interações que indicam principalmente a dominância ou exclusão da fonte alimentar, de acordo com Brandão *et al.*, (2000).

- Dominou por ser a única na isca.
- Dominou por ser abundante.
- Dominou por ser agressiva.
- Dominou por ser abundante e agressiva.
- Excluída da isca.

Fluxo de indivíduos

Foram quantificados o tempo em que as primeiras espécies demoraram para localizar as iscas, bem como o número de indivíduos de cada espécie presentes na isca em intervalos de 60 minutos (fluxo de indivíduos), desta forma, o fluxo médio foi categorizado como:

- Fluxo fraco: de 3 a 10 ind./ 60 min.
- Fluxo médio: de 11 a 30 ind./ 60 min.
- Fluxo intenso: mais de 30 ind./ 60 min.

Tamanho

Para avaliar se há relação entre o tamanho da espécie com a estratégia adotada durante as interações, foram feitas medida do *alitrunk* de cada indivíduo coletado nas iscas ao final de todas as interações. De acordo com Brandão *et al.*, (2000), esta medida não sofre efeitos do estado fisiológico do indivíduo, sendo conhecida tradicionalmente em trabalhos de taxonomia de formigas como medida de Weber (WL)

Assim as formigas foram categorizadas, em:

- Pequena: de 0.01 à 1.0 mm

- Média: de 1.01 á 2.0 mm

- Grande: acima de 2.01 mm.

Todos estes parâmetros descritos acima foram correlacionados por uma análise de agrupamento de Jaccard para tentar identificar agrupamentos de espécies de formigas que adotam as mesmas estratégias comportamentais durante as interações nas iscas.

O consumo final foi determinado pela diferença da pesagem inicial pela final, sem considerar a perda de peso pela eventual desidratação das iscas, para isto foi utilizado uma balança analítica.

Todos os indivíduos, após as interações, eram coletados e acondicionados em álcool 70% para posterior identificação.

As formigas coletadas foram triadas e identificadas, quando possível, ao nível de gênero, usando a chave dicotômica de Bolton (1994; 1995 e 2003) e por comparação com os padrões da Coleção de Referência de Formicidae do Museu de Mirmecologia do CEPEC/CEPLAC – Ilhéus-BA, no qual os *voucher* estão depositados com o número #5675.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Durante todo o período de coleta foram observadas e coletadas 34 espécies de formigas, no entanto, apenas 27 (80%) interagiram nos três tipos de iscas. Destas, quatro ocorreram apenas nas iscas de frango, uma em iscas de sardinha e duas em iscas de fígado, sendo que, 10 espécies foram comuns as três iscas (Tab. 1).

Foram quantificados 194 atos comportamentais durante as interações entre as espécies (Tab. 2). O ato de ação mais efetivo foi o de morder (43.75%). Este comportamento também foi o mais frequente descrito por Brandão *et al.*, (2000) e parece ser um dos comportamentos mais efetivos na dominância de um recurso. O ato de reação mais frequente foi o de levantar o gaster (66.32%). Segundo Longino, (2003), espécies do gênero *Crematogaster* exibem seu gaster elevando-o de forma a demonstrar que seu tamanho é aparentemente maior do que realmente é este comportamento também é usado para expelir ácido fórmico como forma de defesa química.

As médias de temperatura e umidade relativa do ar, durante os meses de coleta foram $25.04^{\circ}\text{C} \pm 2.86$ e $56.58\% \pm 14.16$, respectivamente. A correlação entre o número de interações e os fatores físicos,

foi significativo somente na estação chuvosa ($f=5.381$, $p=0.01$). Ou seja, à medida que a temperatura aumentava, o número de interações nas iscas era maior. A temperatura, sobretudo da superfície do solo é apontada como sendo um dos fatores que regulam a atividade dos forrageadores. Assim, parece que nestas condições, em temperaturas mais elevadas e com umidade relativa favorável, formigas tendem a aumentar suas atividades de forrageio e conseqüentemente as interações (DAJOZ, 2000; HUNT, 1974; LEVINGS, 1983).

Por outro lado, conforme a frequência de interações nas iscas aumentava, o seu consumo diminuía (Fig. 2 A, B e C). Parece então, que as diferentes espécies preferem antes de usufruir do recurso, dominá-lo, o que as leva a gastar mais tempo interagindo com outras espécies do que consumindo o recurso.

As formigas, independentemente da espécie, demoraram em média 4.1 ± 1.8 minutos para localizar as iscas, que recebeu a visita em média de 2,11 forrageadoras por minuto. Espécies do gênero *Pheidole*, *Atta* e *Crematogaster* foram as primeiras a localizar e explorar os recursos em 33%; 13.88% e 27.77% dos casos respectivamente, chegando sempre com um fluxo médio superior a 22 forrageadoras por hora. De fato, espécies que forrageiam em grande fluxo defendem a isca em grupo, dominando-a mais rapidamente com isto ocupam-se mais rapidamente em consumir o recurso (BRANDÃO *et al.*, 2000).

Segundo Holldöbler & Wilson (1990), formigas que forrageiam em grupo, produzem um feromônio que é depositado no solo na trilha, informando às companheiras sobre a presença do alimento, sua localização e qualidade. A operária que encontra o alimento deixa um rastro desta substância, quando regressa ao ninho. Este rastro é, então, utilizado pelas companheiras para localizarem a fonte de alimento, desta forma, em várias espécies que mostram recrutamento em grupo, a formiga recrutadora ajuda a orientar as seguidoras, secretando este feromônio, permitindo às companheiras recrutadas, segui-la mais facilmente, desta forma, espécies com recrutamento em massa tendem a encontrar o recurso mais rapidamente do que espécies que não possuem este tipo de comportamento.

Brandão *et al.*, (2000) discutem que a ordem de chegada das espécies à isca não está necessariamente associada ao seu domínio, mas sim a outros fatores como proximidade do ninho com a fonte, tamanho da colônia e estratégia de forrageio. Contudo, a espécie *Pheidole radoszkowskii*, sempre que detectava as isca primeiro, a dominava por ser abundante e ocorrer em fluxo intenso. Seu fluxo médio foi de 34.33 ± 17.12 forrageadoras por hora e também segundo os critérios adotados sempre que interagiu com outra espécie era agressiva. Em apenas um caso esta espécie foi dominada por outra, no caso, *Solenopsis invicta* que apresentam a mesma estratégia de obtenção de recurso, o que demonstra que em

casos em que espécies comportamentalmente similares competem por uma fonte alimentar, uma delas pode dominar a isca em certo momento, mas pode ser excluída em outro (BRANDÃO *et al.*, 2000).

A análise de Agrupamento de Jaccard ($J= 0.92$) apontou três grupos distintos (Fig. 1). O agrupamento “A” foi o das formigas de tamanho médio de $1.24 \pm 0.23\text{mm}$ e com fluxo médio de 12 ± 7.0 forrageadoras por hora. Também neste grupo 83% das espécies foram categorizadas como não agressivas não conseguindo dominar a isca em nenhum momento. Uma exceção neste grupo foi *Azteca* sp1 que foi considerada agressiva, contudo seu fluxo médio foi de 2.1 ± 2 forrageadoras por hora considerado fraco pelos critérios adotados, o que tornou difícil para estas formigas dominarem o recurso. Deve-se enfatizar que não há registros sobre qualquer espécie de *Azteca* interagindo com outras formigas por uma fonte alimentar em solo, provavelmente por serem espécies que nidificam e forrageiam em árvores tendo uma relação mutualística, por exemplo, com *Cecropia* as quais defendem com agressividade (FLOREN *et al.*, 2002; HÖLLDOBLER & WILSON, 1990; NOVOTNY *et al.*, 1999).

O agrupamento B (Fig. 1) foi aquele no qual as formigas apresentam tamanho médio de $3.28 \pm 1.35\text{mm}$ e fluxo médio de 2 ± 0.5 forrageadoras por hora. Neste grupo, 95% das formigas foram consideradas muito agressivas, no entanto, dominaram as iscas em somente 5% dos casos

Em 60 % dos casos em que espécies deste grupo dominaram as iscas foi porque estavam sozinhas na isca, como o fazem muitas espécies de poneromorfas que constituem este grupo (Fig.1). De fato, segundo Brandão *et al.*, (2000), formigas deste grupo apesar de serem grandes e geralmente predadoras agressivas, quase nunca dominam, e quando o fazem, é por serem as únicas nas iscas. O fato de não dominarem a isca quando há outras espécies, é devido à estratégia de forragearem de forma individual. Segundo Brandão *et al.*, (2000), formigas do gênero *Pachycondyla*, por exemplo, mesmo sendo relativamente grandes não conseguem monopolizar as iscas e sempre que confrontam espécies que utilizam estratégias de ataque em grupo, são excluídas das iscas. Contudo, em 75% dos casos mesmo não dominando as iscas, conseguia retirar pedaços relativamente grandes e carregava-os consigo, infiltrando entre as espécies dominantes na isca como também observado por Parr & Gibbs, (2010) e por Brandão *et al.*, (2000). *Camponotus crassus*, também componente deste grupo (Fig. 1), em 85% das vezes, foi sempre muito agressiva, apesar de seu fluxo nas iscas não ser intenso. Segundo Brandão *et al.*, (2000), esta espécie quando interagia com diferentes espécies era agressiva e muitas vezes chegavam a matar várias operárias.

O agrupamento C foi o das formigas consideradas pequenas (Fig. 1) com tamanho médio de $0.80 \pm 9.5\text{mm}$ e fluxo médio de 35.45 ± 9.5 forrageadoras por hora. Neste grupo 81% das espécies foram consideradas não agressivas, contudo dominaram as iscas em 85% dos casos. *P. radoszkowskii* foi uma espécie típica deste grupo, que dominou as iscas em 95% dos casos, mantendo um fluxo contínuo e intenso.

Destaca-se neste grupo, a sub-espécie *Atta sexdens rubropilosa*, que em 80% dos casos em que estava presente, dominou a isca por ser abundante com um intenso fluxo, embora não fosse agressiva durante as interações nas iscas. Pouco se sabe sobre o comportamento desta espécie neste tipo de substrato, no entanto, a tribo Attini é especialista de hábitos herbívoros (BUENO *et al.*, 1990; DELABIE & FERNÁNDEZ, 2003). O fato desta espécie visitar iscas de sardinha, demonstra que é necessário mais estudos sobre suas preferências e necessidades alimentares.

Exceção a este padrão foram espécies dos gêneros *Camponotus* e *Wasmannia* que fazem parte deste grupo, que como já discutido acima são muito agressivas e exploram o recurso com baixo fluxo de forrageadoras.

Isto demonstra que monopolizar o recurso parece ser uma premissa de espécies que tem como estratégia o recrutamento massal, forrageando sempre com fluxo intenso de indivíduos, ficando assim mais fácil defender suas “posições” durante as interações com outras espécies, como já descrito por Brandão *et al.*, (2000). Além disso, devido a este tipo de recrutamento estes grupos de formigas foram, em 75% das vezes, as primeiras a chegarem às iscas. Segundo Traniello (1989), espécies que adotam comportamento de recrutar em massa têm teoricamente melhores chances de dominar fontes de alimento. De acordo com Krebs & Davies, (1996) e Brandão *et al.*, (2000), espécies que forrageiam em grande fluxo defendem a isca em grupo, dominando-a mais rapidamente com isto ocupam-se mais rapidamente em consumir o recurso.

Corroborando os resultados de Brandão *et al.*, (2000) pôde-se observar pelos resultados que o domínio de uma fonte alimentar não é prerrogativa de determinadas espécies comportamentalmente agressivas, mas de espécies que empregam outras estratégias importantes nesse contexto, como por exemplo o recrutamento em massa. Devido ao fato de ser o primeiro grupo a detectar e explorar o recurso e demonstrar grande atividade ao longo das primeiras 12 horas de exposição do recurso, provavelmente interferem de forma significativa na ação de outros insetos importantes durante o processo de decomposição de carcaças.

ANEXOS

TABELAS:

Tabela 1.: Espécies de formigas que interagiram nos 3 tipos de iscas (**F**: Frango; **S**: Sardinha; **Fi**: Fígado bovino) durante o período de junho/2010 à julho/2011.

SUBFAMÍLIA: PONERINAE	<i>Camponotus sericeiventris</i> (Guérin-Ménéville, 1838) [S]
<i>Pachycondyla striata</i> (Smith, 1858) [F/S]	<i>Nylanderia</i> sp1 [F]
<i>Pachycondyla villosa</i> (Fabricius, 1804) [F/S/Fi]	<i>Nylanderia guatemalensis</i> (Forel, 1885) [Fi]
SUBFAMÍLIA: ECTATOMMINAE	SUBFAMÍLIA: MYRMICINAE
<i>Ectatomma brunneum</i> (Smith, 1858) [F/S/Fi]	<i>Acromyrmex coronatus</i> (Fabricius, 1804) [F]
<i>Ectatomma tuberculatum</i> (Olivier, 1792) [F/S/Fi]	<i>Atta sexdens rubropilosa</i> (Linnaeus, 1758) [F/S/Fi]
<i>Ectatomma permagnum</i> (Forel, 1908) [S]	<i>Crematogaster nigropilosa</i> (Mayr, 1870) [F/S]
SUBFAMÍLIA: DOLICHODERINAE	<i>Crematogaster limata</i> (Smith, 1858) [F/S/Fi]
<i>Azteca</i> sp1 [F/S]	<i>Pheidole oxyops</i> (Forel, 1908) [F/S/Fi]
<i>Linepithema iniquum</i> (Mayr, 1870) [S/Fi]	<i>Pheidole pubiventris</i> (Mayr, 1887) [F/S/Fi]
<i>Linepithema pulex</i> (Wild, 2007) [F]	<i>Pheidole radoszkowskii</i> (Mayr, 1884) [F/Fi]
SUBFAMÍLIA: FORMICINAE	<i>Sericomyrmex</i> sp1 [F/Fi]
<i>Camponotus crassus</i> (Mayr, 1862) [F/S/Fi]	<i>Solenopsis invicta</i> (Buren, 1972) [F/Fi]
<i>Camponotus fastigatus</i> (Roger, 1863) [S/Fi]	<i>Solenopsis</i> sp1 [Fi]
<i>Camponotus melanoticus</i> (Emery, 1894) [F/S/Fi]	<i>Trachymyrmex iheringi</i> (Emery, 1888) [F/S]
<i>Camponotus (Myrmaphaenus)</i> sp1 [S/Fi]	<i>Wasmannia scrobifera</i> (Kempf, 1961) [F/S]

Tabela. 2: Frequência relativa de comportamentos de ação e reação executados pelas diferentes espécies de formigas durante as interações nos 3 tipo de iscas.

Ação	%	Reação	%
Morder	43.75	Levantar o gáster	66.32
Avançar	26.04	Permanecer na isca	20.4
Matar	13.54	Fugir	13.26
Expulsar	17.7		
Total	100%		100%

FIGURAS:

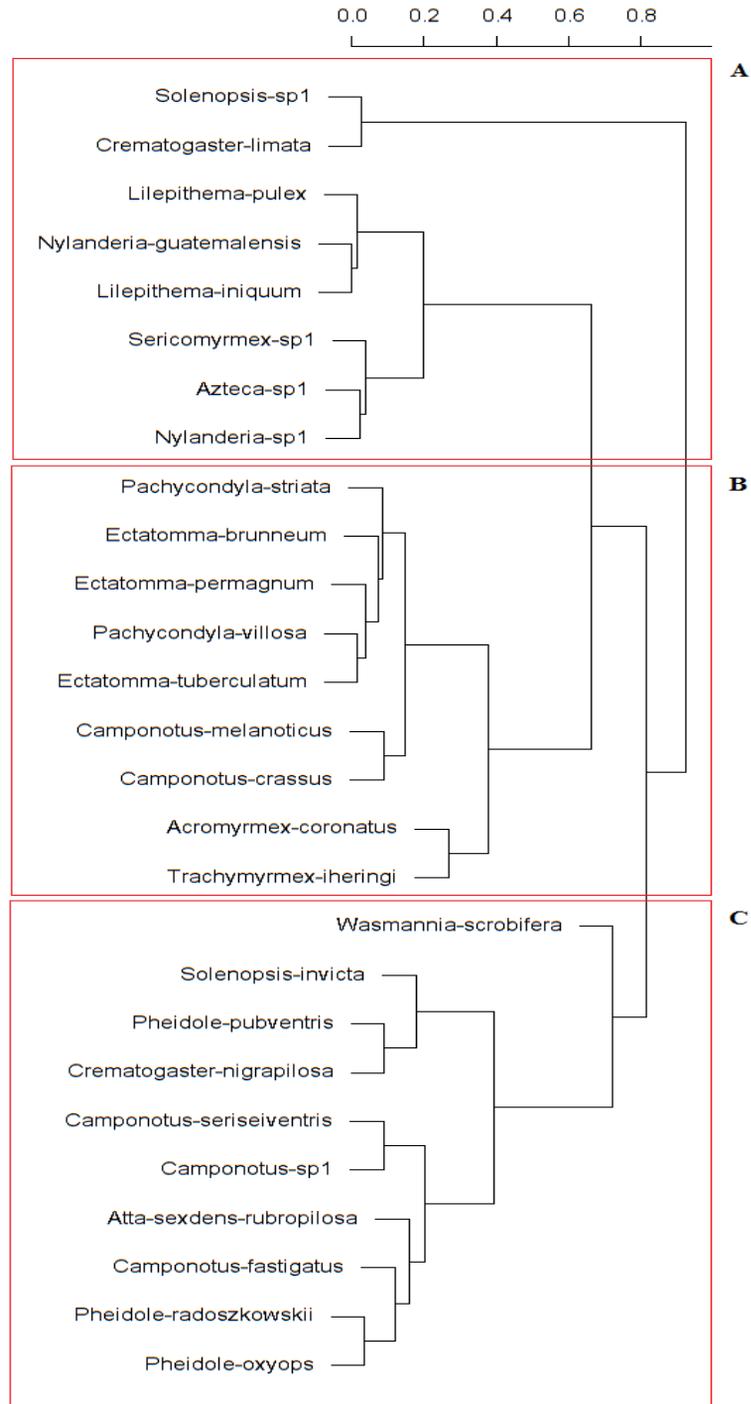


Figura 1.: Agrupamento (Jaccard) avaliando tamanho, agressividade e fluxo médio das diferentes espécies de formigas durante as interações nas iscas. A: espécies de tamanho médio, fluxo de forrageamento médio, pouco agressivas e não dominantes; B: espécies grandes, fluxo de forrageamento baixo muito agressivas e não dominantes; C: espécies pequenas, fluxo de forragamento intenso não agressivas e dominantes.

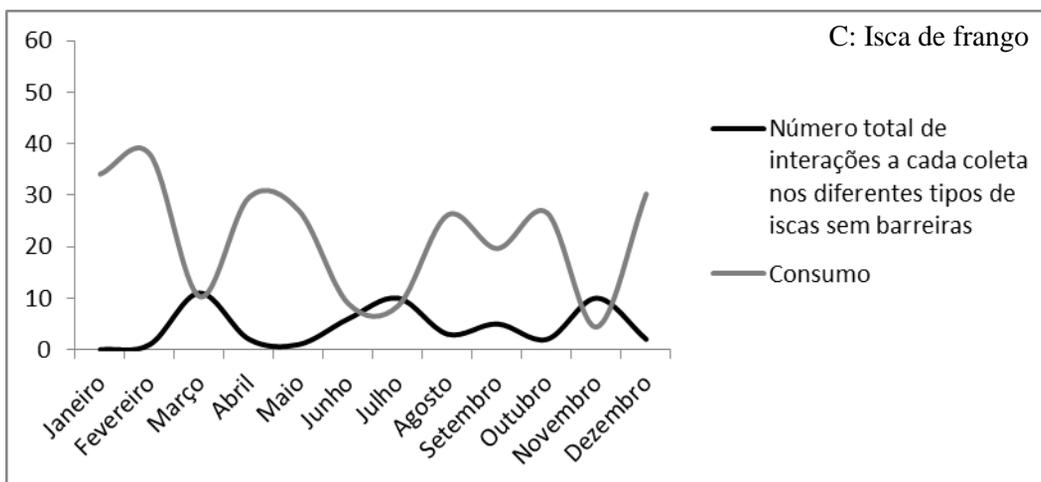
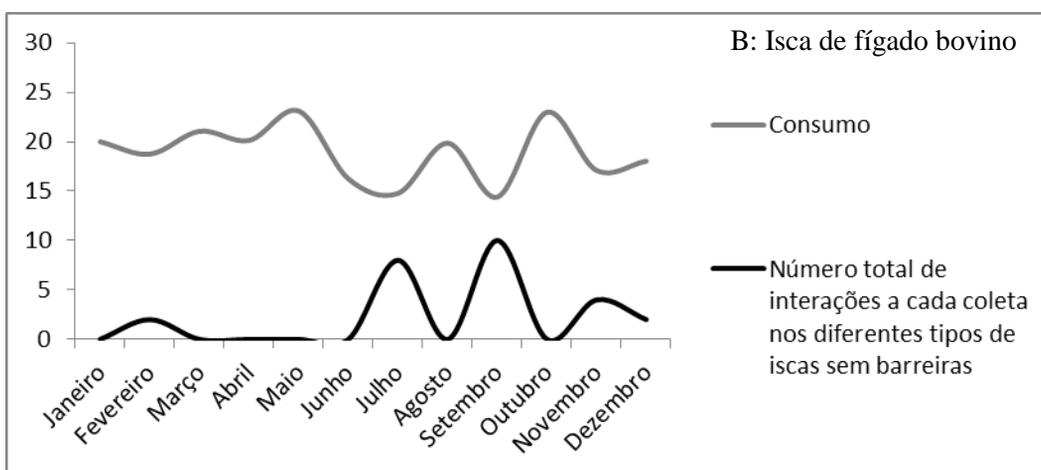
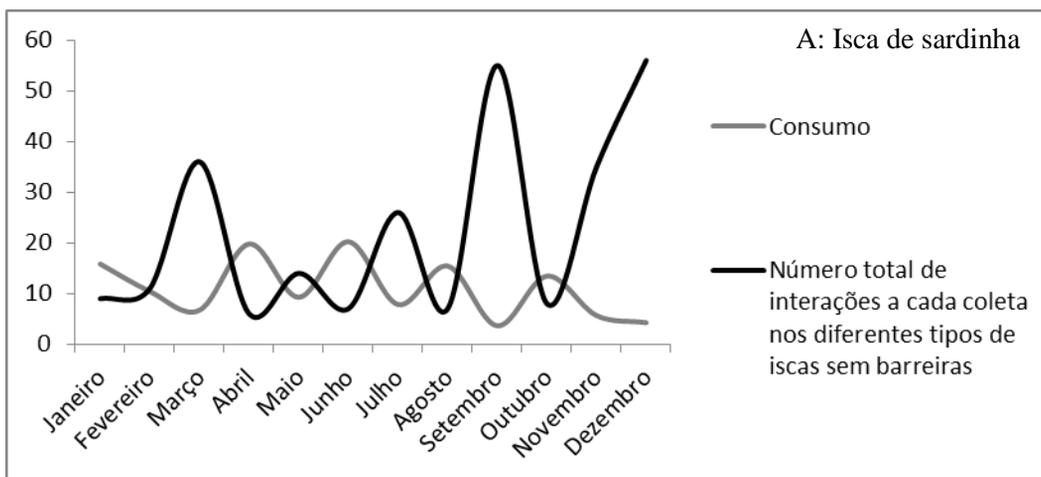


Figura 2.: Consumo médio e número total de interações de diferentes espécies de formigas nas iscas durante todos os meses de observação (Julho de 2010 – Junho 2011).

REFERÊNCIAS:

- ANDERSEN, A.N. **Classification of Australian ant communities based on functional groups which parallel plant life forms in relation to stress in disturbance.** Journal of Biogeography, v. 22. p. 15-29. 1995.
- ANDERSEN, A.N. **Regulation of “momentary” diversity by dominant species in exceptionally rich ant communities of Australian seasonal tropics.** American Naturalist. v. 140. p. 401-420. 1992.
- ANDERSON, M. **The Evolution of Eusociality.** Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics. v. 15. p. 165-189. 1984.
- BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecology: from individuals to ecosystems.** Oxford, Blackwell Publishing. 2006.
- BENSON, W. W. & BRANDÃO, C. R. F. ***Pheidole* diversity in the humid tropics: a survey from Serra dos Carajás, Pará, Brasil.** In: EDER, J. & REMBOLD, H. **Chemistry and Biology of Social Insects.** Proceedings, International Congress of IUSSI, X, Munique, Verlag & J. Peperny Ed. p. 593-594. 1987.
- BERNSTEIN, R. A. **Foraging strategies of ants in response to variable food density.** Ecology. v. 56. p. 213-219. 1975.
- BESTELMEYER, B.T. **The trade-off between thermal tolerance and behavioral dominance in a subtropical South American ant community.** Journal of Animal Ecology. v. 69. p.998-1009. 2000.
- BRANDÃO, C. R. F., SILVESTRE, R.; REIS-MENEZES, A. **Influência das Interações Comportamentais entre Espécies de Formigas em Levantamentos Faunísticos em Comunidades de Cerrado.** Ecologia e comportamento de Insetos. Série Oecologia Brasiliensis, v. 8. p. 371-403. 2000.
- CERDÁ, X.; RETANA, J. & CROSS, S. **Thermal disruption of transitive hierarchies of Mediterranean ant communities.** Journal of Animal Ecology. v. 66. p. 363-374. 1997.

CERDÁ, X.; RETANA, J.; MANZANEDA, A. **The role of competition by dominants and temperature in the foraging of subordinate species in Mediterranean ant communities.** *Oecologia*. v.117. p. 404-412. 1998.

CLARK, W.H. & BLOM, P.E. **Observations of Ants (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae, Formicinae, Dolichoderinae) Utilizing Carrion.** *Southwestern Naturalist*. v. 36. p. 140 - 142. 1991.

CRUZ, T. M. & VASCONCELOS, S. D. **Entomofauna de solo associada á decomposição de carcaça de suíno em um fragmento de Mata Atlântica de Pernambuco, Brasil.** *Biociências*. v. 2. p. 193–201. 2006.

DAJOZ, R. **Insects and Forests: The Role and Diversity of Insects in the Forest Environment.** London, Intercept. 668 P. 2000.

DAVIDSON, D.W. **The Role of Resource Imbalances in the Evolutionary Ecology of Tropical Arboreal Ants.** *Biological Journal of the Linnean Society*. v. 61. p. 153-181. 1997.

DE BIE, G. & HEWITT, P. H. Thermal responses of the semi-arid zone ants *Ocymyrmex weitzckerii* and *Anoplolepis custodiens* (Smith). *Journal of Entomological Society of South Africa*. v. 53 p. 65-73. 1990.

DELABIE, J.H.C. & FERNÁNDEZ, F. **Relaciones entre hormigas y “homopteros” (Hemiptera: Sternorrhyncha y Auchenorrhyncha).** p. 181-200. In: FERNÁNDEZ, F. (Ed.). **Introducción a las hormigas de la región Neotropical.** Instituto Humboldt, Bogotá. 424 P. 2003.

DELABIE, J.H.C. & FOWLER, H.G. **Soil and litter cryptic ant assemblages of Bahian cocoa plantations.** *Pedobiologia*. v. 39. p. 423-433. 1995.

EARLY, M. & GOFF, M.L. **Arthropod succession patterns in exposed carrion on the island of Oahu, Hawaiian Islands, USA.** *Journal of Medical Entomological*. v. 23. p. 520-531. 1986.

ELLWOOD, M. D. F. & FOSTER, W.A. **Doubling the estimate of invertebrate biomass in a rainforest canopy?** *Nature*. v. 429. p. 549–551. 2004.

FOWLER, H. G.; FORTI, L. C.; BRANDÃO, C. R. F.; DELABIE, J. H. C.; VASCONCELOS, H.L. **Ecologia Nutricional de Formigas**. In: PANIZZI, A. R. & PARRA, J. R. P. **Ecologia Nutricional de Insetos e suas Implicações no Manejo de Pragas**. São Paulo, Editora Manole Ltda. p. 131-223. 1991.

GOFF, M.L. & WIN, B.H. **Estimation of Postmortem Interval Based on Colony Development Time for *Anoplolepis longipes* (Hymenoptera: Formicidae)**. Journal of Forensic Sciences, v.42, p.1176-1179. 1997.

GOMES, L. G.; GOMES, G.; OLIVEIRA, H. G.; MORLIN JUNIOR, J. J.; DESUO, I. C.; QUEIROZ, M. M. C.; GIANNOTTI, E.; VON ZUBEN, C. J. **Occurrence of Hymenoptera on *Sus scrofa* carcasses during summer and winter seasons in Southeastern Brazil**. Revista Brasileira de Entomologia. v. 51. p. 394–396. 2007.

GOTELLI, N. J. & ELLISON, A. M. **Assembly rules for New England and assemblages**. Oikos. v. 99. p. 591-599. 2002.

GRASSBERGER, M. & REITER, C. **Effect of temperature on development of the forensically important Holarctic blow fly *Protophormia terranova* (Robineau-Desvoidy) (Diptera: Calliphoridae)**. Forensic Science International. v. 128. p. 177–182. 2002.

GULLAN, P. J. & CRANSTON, P.S. **Os insetos: um resumo de entomologia**. São Paulo: Roca. 3 ed. 440 p. 2008.

HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E. O. **The ants**. Cambridge: Harvard University Press. p.732. 1990.

HÖLLDOBLER, B. **A unication algorithm for conuent theories**. In Proceedings of the 14th ternational Colloquium on Automata, Languages and Programming, v. 267. of LNCS, p.31 - 41. 1987.

HUNT, J. H. **Temporal activity patterns in two competing ant species (Hymenoptera: Formicidae)**. *Psyche* v.2. p. 237-242. 1974.

KASPARI, M. **Ants: Standard Methods For Measuring and Monitoring Biodiversity**. Smithsonian Institute Press, Washington. 280 p. 2000.

KREBS, J. R.; DAVIES, N. B. *Introdução à Ecologia Comportamental*. São Paulo, Atheneu Ed. São Paulo. p. 420. 1996.

LEVINGS, S.C. **Seasonal, Annual and Among-Site Variation in the Ground Ant Community of a Deciduous Tropical Forest: Some Causes of Patchy Species Distributions**. *Ecological Monographs*. v. 53. p.435-455. 1983.

LINDGREN, N. K.; BUCHEL, S. R.; ARCHAMBE-AULT, A. D.; BYTHEWAY, J. A. **Exclusion of orensically important ies due to burying behavior by the red imported are ant (*Solenopsis invicta*) in southeast Texas**. *Forensic Science International*. v. 204. 2011.

LONGINO, J.T. **The *Crematogaster* (Hymenoptera, Formicidae, Myrmicinae) of Costa Rica**. *Zootaxa, Auckland*. v.151. p.1-150. 2003.

MACARTHUR, R. H. & LEVINS, R. **The limiting similarity, convergence, and divergence of coexisting species**. *American Naturalist*. v. 101. p. 377-385 1967.

MAJER, J. D. **Comparison Of The Arboreal Ant Mosaic in Ghana, Brasil, Papua New Guinea and Australia: Its Structure and Influence Of Ant Diversity**. In: LASALLE, J. & GAULD, I. D. *Hymenoptera and Biodiversity*. Wallingford, CAB International. p. 115-141. 1993.

MASON, W.R.M.; HUBER, J.T.; FERNÁNDEZ, F. **Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical**. *Sociedad Colombiana de Entomología & Universidad Nacional de Colombia, Bogotá*. 894 p. 2006.

MERCIER, J. L. & DEJEAN, A. **Ritualized behavior during competition for food between two Formicinae**. *Insectes Sociaux*. v. 43. p. 17-29. 1996.

MERCIER, J. L.; DEJEAN, A.; LENOIR, A. **Limited aggressiveness among African arboreal ants sharing the same territories: the result of a co-evolucionary process**. *Sociobiology*. v. 32. p. 139-150. 1998.

MORETTI, T.C., THYSSEN, P.J., SOLIS, D.R., GODOY, W.A.C. **Formigas Coletadas Durante Investigações Forenses no Sudeste Brasileiro**. *Biológico, São Paulo*, v.69. suplemento 2, p.465-467. 2007.

MOUTINHO, P. R. S. **Note on foraging activity and diet of two *Pheidole* Westwood species (Hymenoptera: Formicidae) in an area of “shrub canga” vegetation in Amazonian Brazil.** Revista Brasileira de Biologia v. 51. p. 403-406. 1991.

PARR, C.L. & GIBBS, H. **Competition and the role of dominant ants.** Oxford University Press. p. 96-115. 2010.

TURCHETTO, M.; LAFISCA, S.; COSTANTINI, G. **Postmortem interval (PMI) determiner by study sarcophagous biocenoses: three casars from the province of Venice (Italy).** Forensic Science International. p. 28-31. 2001.

WEBER, N.A. **Gardening ants, the attines.** Memoirs of the American Philosophical Society, v.92. 146 p. 1972.

ZAVATINI, J.A. **Dinâmica climática no Mato Grosso do Sul.** In: Geografia, Rio Claro, SP. v. 17 p. 65-91. 1992.

CAPÍTULO II

AÇÃO DE FORMIGAS E OUTROS INSETOS EM ISCAS QUE SIMULAM DECOMPOSIÇÃO DE CARCAÇAS

Luiz Carlos Santos-Junior^{1,3}; William Fernando Antonialli-Junior².

¹Programa de Pós-graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Universidade Federal da Grande Dourados. Rodovia Dourados/Itahum, Km 12, Caixa Postal 241, 79.804-970, Dourados-MS, Brasil.

²Laboratório de Ecologia, Centro Integrado de Análise e Monitoramento Ambiental, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul. Rodovia Dourados/Itahum, Km 12, Caixa Postal 351, 79.804-907, Dourados-MS, Brasil.

³juniorsabotto@gmail.com

ABSTRACT:

Recent studies show that ants have a crucial role in the process of carcass decomposing, for being one of the first groups of organisms to detect and start the consumption of carcass decomposition. However there are few studies that have investigated the potential action of ants as predator-scavenger. Thus, this study's objective was to evaluate the importance of ants and other insects in consumer activity during the entomological succession in cadaverous decomposition processes through simulation with attractive baits. Samples were collected in a forest fragment located in the city of Dourados, MS. There have been made collections monthly during one year. The observation occurred over 12 hours consecutively, from 6:00 to 18:00. We used three types of baits: fish, beef liver and chicken entrails. To evaluate the consumption of baits by ants there have also been installed in the same places baits with a physical barrier preventing access of insects that forage on the ground. The assemblages of insects in general, varied little in both types of baits. However, some groups in particular have shown a preference for fish baits, followed by chicken and liver. The baits were visited by 34 species of ants. In the baits where there were prevented visits by ants, the frequency of visits of flies was 10% higher. This suggests that the presence of them interfere in the occurrence of a group of great forensic importance and that has crucial role in determining the IPM. Therefore, these results demonstrate that the presence of ants is relevant in the ecological succession on carcasses, when exposed in forest environments, being one of the first groups to detect and exploit these resources.

Keywords: Forensic entomology, Predator-scavenger, Behavior, Formicidae.

RESUMO:

Estudos recentes demonstram que as formigas têm papel crucial no processo de decomposição cadavérica, por ser um dos primeiros grupos de organismos a detectar e iniciar o consumo de carcaça em decomposição. No entanto ainda são raros os trabalhos que já investigaram o potencial de ação de formigas como predadoras-necrófagas. Deste modo, este trabalho teve por objetivo avaliar importância de formigas e outros insetos na atividade de consumo durante a sucessão entomológica em processos de decomposição cadavérica por meio de simulação com iscas atrativas. As coletas foram realizadas em um fragmento de mata localizada no município de Dourados, MS. Foram realizadas coletas mensais durante um ano. As observações ocorreram ao longo de 12 horas consecutivas, das 6:00 as 18:00hs. Foram utilizados três tipos de iscas: sardinha, fígado bovino e vísceras de frango. Para avaliar o consumo das iscas pelas formigas também foram instaladas nos mesmos locais iscas com barreira física impedindo o acesso de inseto que forrageiam no solo. As assembléias de insetos, em geral, variaram pouco em ambos os tipos de iscas. No entanto, alguns grupos em específico demonstraram preferência por iscas de sardinha, seguidas de frango e fígado. As iscas foram visitadas por 34 espécies de formigas. Nas iscas onde foram impedidas as visitas de formigas a frequência de visitas de moscas foi 10% maior. Isto sugere que a presença delas interfere na ocorrência de um grupo de grande importância forense e que tem papel crucial na determinação do IPM. Portanto, estes resultados demonstram que a presença de formigas é relevante na sucessão ecológica em carcaças, expostas em ambientes de mata, sendo um dos primeiros grupos que detectam e exploram estes recursos.

Palavras-Chave: Entomologia forense, Predador-necrófago, Comportamento, Formicidae.

INTRODUÇÃO:

A mirmecofauna forma um dos grupos mais bem sucedidos ecologicamente dentre os insetos, sendo dominante na maioria dos ecossistemas terrestres com maior diversidade de espécies no mundo (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990). Somente no Brasil, ocorrem mais de 2.000 espécies (KEMPF, 1972; BRANDÃO, 1991). Devido às inúmeras espécies de formigas ocuparem os mais variados ambientes, seus ninhos podem ser encontrados em todos os microhabitats disponíveis, como madeira seca, madeira em decomposição, sob folhas, raízes, pedras, em árvores, além de outros ambientes modificados que permitirem a instalação da colônia (CAMPOS-FARINHA *et al.*, 2002; SILVA & LOECK, 2006).

Esta dispersão por vários ambientes é facilitada pelo fato de serem insetos sociais (GULLAN & CRANSTON, 2008). Para estes insetos, o estabelecimento e manutenção de seu território são baseados na divisão de trabalho para isto desenvolveram um complexo sistema de comunicação por sinais químicos (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990). Estes sinais químicos são usados para coordenar estratégias para procura por territórios, parceiros de reprodução e obtenção de alimento (HUNTINGFORD & TURNER, 1987).

Sabe-se que algumas formigas tem hábitos alimentares bem diferenciados, como é o caso da tribo Attini, que cultivam fungos que crescem sobre um substrato composto principalmente por material vegetal e/ou animal recolhido por suas operárias (WEBER, 1972). Outras formigas são particularmente bem adaptadas a uma alimentação líquida, obtida geralmente por nectários extraflorais ou outras estruturas, como algumas espécies das subfamílias Dolichoderinae e Formicinae. Outras ainda, se alimentam de secreções açucaradas de homópteros (DELABIE & FERNÁNDEZ, 2003). Contudo, em sua maior parte, as formigas são forrageadoras oportunistas e generalistas, alimentando-se principalmente de secreções vegetais, sementes, e material animal vivo ou morto (FOWLER *et al.*, 1991; KASPARI, 2000; DAVIDSON, 1998.). Quando passam a alimentar-se de material em decomposição acabam agindo como importante componente necrófago-predador da comunidade sarcossaprófaga, evoluindo de maneira diferente e independente do conjunto desta comunidade (MARTÍNEZ *et al.*, 1997).

Atuando como necrófagas, as formigas podem afetar a decomposição e a colonização por outros insetos além de produzirem artefatos em cadáveres que podem ser tomados por mutilações ou ferimentos (PATEL, 1994), induzindo a erros em investigações forenses. Também podem remover substancial quantidade de colonizadores e, dependendo da voracidade e quantidade de espécimes, podem retardar o processo de decomposição (EARLY & GOFF, 1986; WELLS & GREENBERG, 1994).

Os estudos de Entomologia Forense, na verdade, envolvem todo e qualquer inseto que se relacione com cadáveres em processo de decomposição como os da ordem Diptera, Coleoptera e Hymenoptera, que são os visitantes mais comuns em carcaças (VIANNA *et al.*, 2004). Uma das principais aplicações da entomologia forense se dá na determinação do intervalo *post mortem* (IPM), que é definido como o intervalo de tempo transcorrido entre a morte do indivíduo e a descoberta do corpo. Para encontrar esse intervalo, os peritos podem se valer da rigidez cadavérica, do resfriamento do corpo, dos livores cadavéricos (surgimento de manchas no corpo), das diferentes fases de decomposição e, por fim, da fauna cadavérica (BENECKE, 2001).

A sucessão cadavérica consiste na análise da fauna necrófaga de um corpo de acordo com os estágios de decomposição. Neste sentido, a fauna de artrópodes que se sucede em um corpo varia de acordo com o estágio de decomposição, pois cada estágio oferece condições ideais para o desenvolvimento de certas espécies, mas não de outras (MARCHENKO, 2001). Segundo Goff, (2000), tanto a diversidade quanto abundância das espécies necrófagas tradicionalmente utilizadas como evidência médico-legal, podem interferir na velocidade de decomposição de um cadáver. Outro fator que pode influenciar no IPM é a associação entre fatores abióticos e as condições do cadáver, que por sua vez, influenciam a composição da biodiversidade presente no cadáver (CRUZ & VASCONCELOS, 2006).

Apesar dos avanços nesta área, os estudos de Entomologia Forense ainda são raros no país e, sobretudo, aqueles que investigaram a ação de moscas na decomposição cadavérica (TURCHETTO *et al.*, 2001; GRASSBERGUER & REITER, 2002). No entanto, ainda mais raros são os trabalhos que já investigaram o potencial das formigas como predadoras-necrófagas (EARLY & GOFF, 1986; WELLS & GREENBERG, 1994).

OBJETIVOS:

O objetivo deste trabalho foi avaliar a importância dos insetos, sobretudo, da mirmecofauna sobre o consumo e, portanto do IPM de carcaças por meio de simulação por iscas atrativas.

MATERIAIS E MÉTODOS:

As coletas foram realizadas mensalmente em um fragmento de mata de cerca de 800.000 m² localizada no município de Dourados-MS (S 22° 12'56.63" – O 54° 54'57.05"). Durante o período de um ano entre junho de 2010 a julho de 2011. Esta área foi dividida em 20 quadrantes de 40.000 m² e cada um foi enumerado de 1 a 20, e a cada mês de coleta era sorteado um número o qual era eliminado do sorteio seguinte para evitar repetição. As coletas de dados foram realizadas durante 12 horas consecutivas, das 6:00 às 18:00hs, totalizando 432 horas de observação. Para fins de padronização e, para facilitar as

observações, as coletas foram feitas apenas no período diurno, ainda que a atividade de diferentes espécies de invertebrados terrestres seja intensa também durante a noite (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990; COSTA-LIMA, 1938; BORROR, 2010; MATTHEWS & MATTHEWS, 2010; WILSON, 2010).

Para simular carcaças de vertebrados foram usadas 50g de três diferentes iscas: sardinha, comumente usada como iscas atrativas para coletas de formigas e outros insetos (BENSON & BRANDÃO, 1987; MOUTINHO, 1991; BRANDÃO *et al.*, 2000; SILVESTRE E BRANDÃO, 2000), e vísceras de frango e boi (MORETTI *et al.*, 2011; MORETTI *et al.*, 2007; MARCHIORI *et al.*, 2005). As vísceras eram expostas por 48 horas a temperatura ambiente para iniciar o processo de decomposição, assim adquiriam cheiro forte, como as sardinhas tornando-as, assim igualmente atrativas (MORETTI *et al.*, 2007).

Os três tipos de iscas foram instaladas para cada quadrante em pratos descartáveis impedindo que formigas e outros insetos chegassem pela parte inferior da iscas, como alguma espécie de formigas que forrageiam sob as iscas (BRANDÃO *et al.*, 2000). Os pratos estavam dispostos diretamente sobre o solo a uma distância de 10m em linha reta uma das outras, em cada ponto de coleta. Para avaliar, mais especificamente a ação das formigas nas iscas, foram instaladas, nas mesmas condições iscas controles isoladas com uma barreira física (gel incolor) ao redor do prato, impedindo assim o acesso de qualquer inseto que forrageava pelo solo.

A determinação do consumo de iscas com e sem barreira foi feita ao final de cada coleta com auxílio de uma balança analítica. O consumo final foi determinado pela diferença da pesagem inicial pela final, sem considerar a perda de peso pela eventual desidratação das iscas. Para avaliar se a diferença de consumo entre as iscas com e sem barreiras foi significativa, foi aplicado um teste T (adotando uma confiança de 0.05%) entre elas.

A cada 15 primeiros minutos de cada hora foram tomadas as medidas de temperatura e umidade relativa com o auxílio de um termohigrometro. Para avaliar a relação entre os fatores climáticos com o da riqueza de espécies de formigas que ocorreram nas iscas durante as duas estações foi aplicado um teste de correlação de Pearson. O período de estiagem foi classificado segundo Zavatini (1992), o qual afirma que a região sul do Mato Grosso do Sul possui clima sub-tropical úmido, tendo como característica uma maior precipitação nos meses de setembro a fevereiro, estação úmida e quente, e de março a agosto, estação seca e fria.

As formigas coletadas foram triadas e identificadas, quando possível, ao nível de espécie, usando a chave dicotômica de Bolton (1994; 1995 e 2003) e por comparação com os padrões da Coleção de

Referência de Formicidae do Museu de Mirmecologia do CEPEC/CEPLAC – Ilhéus-BA, no qual os *voucher* estão depositados com o número #5675.

Outros insetos que visitavam as iscas foram coletados para posterior identificação até o maior nível taxonômico possível para avaliar as espécies que ocorreram e se há ou não preferência por algum tipo de isca.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

As assembléias de insetos, em geral, variaram pouco em ambos os tipos de iscas. As iscas com barreiras foram visitadas por insetos das ordens Diptera (75%), Blattodea (11%), Hymenoptera (6%), Orthoptera (5%), Coleoptera (2%) e Lepidoptera (1%) (Fig. 1). As iscas sem barreiras foram visitadas por Diptera (65%), Hymenoptera (24%), Orthoptera (6%), Coleoptera (4%) e Lepidoptera (1%) (Fig. 2). Neste tipo de isca também ocorreram em duas ocasiões a visita de outro grupo de artrópodes, que foram aranhas da família Lycosidae. Segundo Centeno *et al.*, (2002), Pérez *et al.*, (2005), Arnaldos *et al.*, (2005), Cruz & Vasconcelos, (2006) e Oliveira-Costa, (2007) este grupo de aranhas, de fato ocupam papel ecológico de predador de insetos componentes da fauna cadavérica e, desta forma, também podem interferir no processo de decomposição, atrasando a ação de insetos que, de fato, consomem este tipo de recurso.

A presença de formigas, aparentemente não afeta substancialmente a presença de outros insetos (Figs. 1 e 2). Entretanto, houve diminuição de aproximadamente 10% na ocorrência de moscas, que foi, ainda assim o grupo mais freqüente, como já descrito em trabalhos como os de Souza & Linhares (1997), Oliveira-Costa (2007), Mise *et al.* (2007), Pujol-Luz *et al.* (2008). Esta clara interferência na ocorrência de moscas deve ser analisada com cautela, pois é um grupo de grande importância forense (OLIVEIRA-COSTA, 2003; PUJOL-LUZ *et al.*, 2008). Neste sentido, Souza *et al.*, (2008) relataram que insetos como coleópteros visitam com maior freqüência carcaças oferecidas apenas no estágio inicial de putrefação, já moscas estavam presentes desde o estágio inicial até a fermentação burítica.

De fato, na Entomologia Forense moscas e coleópteros são dois grupos muito relevantes e estudados segundo Pujol-Luz *et al.*, (2008). Segundo Souza & Linhares, (1997) os insetos mais freqüentemente utilizados em estudos forenses são os dípteros, sobretudo das famílias Calliphoridae, Sarcophagidae e Muscidae, (MISE *et al.*, 2007; ALMEIDA & MISE 2009, MARINONI *et al.*, 2001). Larvas de moscas competem intensamente por recursos, nas carcaças, na tentativa de ingerir o maior volume de alimento antes da exaustão do recurso (GOODBROD & GOFF, 1990), desta forma, este grupo tem um papel muito importante na determinação do IPM. Contudo, os resultados demonstram que apesar

de ser um grupo muito relevante, Coleoptera ocorreram em frequência baixa, assim como Orthoptera e Lepidoptera (Figs. 1 e 2).

Cruz & Vasconcelos, (2006) discute a presença de outros insetos além de Diptera e Coleóptera em carcaças de porcos domésticos, Blattodea e Orthoptera e discutem que a baixa ocorrência pode estar associada ao hábito alimentar. De fato, a maioria dos representantes deste último grupo são fitófagos, ocorrendo praticamente como visitante acidentais (OLIVEIRA-COSTA, 2003). Por outro lado, Blattodea são insetos oportunista que usufruem do recurso que estiver mais disponível. Em geral são onívoras alimentando-se de matéria orgânica de qualquer natureza, porém, às vezes são também predadoras e atacam outros insetos (COSTA-LIMA, 1938; BORROR, 2010), portanto podiam estar usufruindo tanto de outros insetos visitantes, quanto da própria isca.

Em iscas com barreiras, a ordem Hymenoptera foi representada apenas por vespas e em iscas sem barreira 25% das visitas foram de formigas e 2% de vespas (Fig. 2). Estes resultados demonstram que as formigas também inibem, ainda que em menor escala, a ocorrência de vespas. De fato, Moretti *et al.*, (2011), demonstraram que estes tipos de substratos podem ser um recurso alimentar adicional para as vespas, na qual foram observadas alimentando-se diretamente das iscas, demonstrando que vespas também são representantes importantes da fauna que influencia o processo de decomposição de carcaças (CRUZ & VASCONCELOS, 2006).

Não houve, de forma geral, nenhum tipo de preferência por algum dos três tipos de iscas (Tab. 1). No entanto, é possível perceber que alguns grupos mais específicos apresentaram algum tipo de preferência. Por exemplo, 98 % das espécies de coleópteros Histeridae foram mais frequentes em iscas de frango (Tabela 1). De fato, esta família é facilmente encontrada em material em decomposição, mas aparentemente são predadores de outros insetos pequenos que vivem neste tipo de substrato (OLIVEIRA-COSTA, 2003; BORROR, 2010), executando comportamento similar ao descrito acima pelas aranhas Lycosidae. Realmente esta família é bastante comum, em cadáveres em decomposição, segundo Almeida & Mise, (2009).

No mesmo tipo de isca, coleópteros da família Staphylinidae e dípteros Calliphoridae (Tab. 1) também foram muito frequentes. Esta família de dípteros ocorrem com grande abundância no estágio de putrefação, muito comum em carniça e esterco (BORROR, 2010; GULLAN & CRANSTON, 2008; OLIVEIRA-COSTA, 2003).

Os insetos mais frequentes em iscas de sardinha foram da família Grillidae (49%) e em iscas de fígado bovino, Blatellidae (32%) (Tab. 1).

Contudo, as formigas ocorreram em todas as iscas durante todo o período de coleta (Tabela 1), embora quando feita uma análise mais específica, algumas espécies tenha ocorrido mais em uma isca em detrimento das outras (Tabela 2). No entanto, deve-se levar em conta que a baixa ocorrência, nas diferentes áreas de coleta, de uma determinada espécie, possa explicar sua baixa frequência em um determinado tipo de isca em detrimento de outra.

Foram coletadas no total 34 espécies de formigas. Sendo que 12 foram comuns a todas as iscas e o número de espécies visitantes variou pouco em cada tipo de isca: frango 26 espécies, sardinha 23 e fígado 23(Tab.1).

Um fato interessante foi a ocorrência da espécie *Atta sexdens rubropilosa*, formiga cortadeira, carregando pedaços das iscas até o ninho, no entanto, sabe-se que estas espécies são restritas a uma alimentação de fungos que crescem sobre um substrato composto, principalmente por material vegetal e/ou animal recolhido pelas suas operárias (WEBER, 1972; DELABIE & FERNÁNDEZ, 2003). Clark & Blom, (1991) afirmam que as carcaças de vertebrados podem ser fonte de alimento adicional para formigas que se alimentam de sementes, mesmo considerando a periodicidade de disponibilidade da carcaça. Porém, poucos são os trabalhos que citam formigas cortadeiras em investigações forenses (MONTEIRO-FILHO & PENEREIRO, 1987; CRUZ & VASCONCELOS, 2006; FONSECA *et al.*, 2009). E ainda, não há nenhum registro até então desta espécie alimentando-se deste tipo de substrato. Por outro lado, segundo Conconi & Rodrigues, (1977), espécies do gênero *Atta* possuem em seu corpo cerca de 42,59% de proteínas e sugere que estas espécies devem se alimentar de materiais alternativos como carne.

As formigas foram os primeiros visitantes a detectar e explorar as iscas, em 61% dos casos. O segundo grupo mais efetivo foram os dípteros (Fig. 3).

De fato, a ação de formigas sobre as carcaças pode iniciar-se antes que seja instaurado o processo de putrefação, sendo assim um dos primeiros grupos de insetos a detectar o cadáver, e logo depois, outros artrópodes (SAUKKO & KNIGHT, 2004). Por outro lado, ainda que Souza & Linhares, (1997) descrevam moscas como os insetos mais frequentes no processo de decomposição em carcaças, elas só ocorrem em estágios mais avançados da decomposição (GULLAN & CRANSTON, 2008). Isto sugere que formigas têm papel importante no processo de consumo de carcaças desde seus estágios iniciais até os mais tardios como relata Souza *et al.*, (2008).

As médias de temperatura e umidade relativa do ar, ao longo de todos os meses de coleta foram $25.04^{\circ}\text{C} \pm 2.86$ e $56.58\% \pm 14.16$, respectivamente. A correlação entre o número de espécies de formigas

que visitaram as diferentes iscas e os fatores físicos foi significativo na estação chuvosa ($f=10.882$, $p=0.030$). À medida que a temperatura aumentava o número de espécies visitantes também aumentava. Segundo Hunt, (1974) as diferenças de pico de atividade de forrageamento das formigas sugerem como duas espécies podem coexistir no mesmo espaço. A temperatura, sobretudo da superfície do solo é apontada como sendo um dos fatores que regulam sua atividade.

O consumo médio das iscas sem barreira foi de $17,87g \pm 5,45$ e o das iscas com barreira $15,95g \pm 5,86$, sendo que o teste T não apontou diferença significativa entre estes valores ($P= 0.26$). Além disto, também não houve correlação entre os fatores climáticos e o consumo de iscas por formigas na estação seca para temperatura ($f= 1.417$; $p= 0.261$) e umidade relativa ($f= 3.029$; $p= 0.112$), nem na estação chuvosa, temperatura ($f= 4.258$; $p= 0.066$) e umidade relativa ($f= 2.334$; $p= 0.215$).

As médias similares de consumo nos dois tipos de isca demonstram que a ausência e ou presença de formiga não interfere significativamente em seu consumo. Entretanto, foi possível perceber durante as observações, que as moscas preferiam as iscas com barreira, provavelmente por terem melhor acesso. Isto sugere que a presença das formigas nas iscas pode interferir na ocorrência de moscas já que elas estão presentes no cadáver desde o início até o final da decomposição (SAUKKO & KNIGHT, 2004), demonstrando assim, que formigas têm papel importante na sucessão ecológica em carcaças expostas em ambientes de mata, sendo um dos primeiros grupos que detectam e exploram estes recursos, influenciando na ocorrência de moscas, um grupo importante durante o processo de decomposição cadavérica (OLIVEIRA-COSTA, 2003; PATEL, 1994; GOFF, 2000).

ANEXOS

TABELAS:

Tabela 1.: Frequências relativas de ocorrências das diferentes ordens e famílias de insetos nos três tipos de iscas atrativas expostas em ambiente de mata entre o período de Junho/2010 a julho/2011.

Artrópodes		Isclas		
Ordem	Família	Frango	Sardinha	Fígado
Hymenoptera				
	Formicidae	33%	33%	33%
	Vespidae	72%	21%	7%
Díptera				
	Calliphoridae	82%	15%	3%
	Sarcophagidae	74%	21%	5%
	Muscidae	79%	16%	5%
	Syrphidae	62%	21%	17%
Coleoptera				
	Staphylinidae	84%	14%	2%
	Scarabeidae	77%	21%	2%
	Histeridae	98%	2%	0%
Orthoptera				
	Gryllidae	42%	49%	9%
Blatodea				
	Blatellidae	37%	31%	32%

Tabela 2.: Frequência relativa de ocorrência das diferentes espécies de formiga, em cada tipo de isca atrativas expostas em ambiente de mata entre o período de Junho/2010 a julho/2011.

Espécies	Isclas		
	FRANGO	SARDINHA	FÍGADO
SUBFAMÍLIA: PONERINAE			
<i>Odontomachus meinerti</i> (Forel, 1905)	1.29%	0%	0%
<i>Odontomachus chelifer</i> (Latreille, 1802)	1.29%	0%	0%
<i>Pachycondyla striata</i> (Smith, 1858)	3.89%	2.12%	0%
<i>Pachycondyla verenae</i> (Forel, 1922)	5.19%	4.25%	0.52%
<i>Pachycondyla villosa</i> (Fabricius, 1804)	11.68%	8.51%	0.52%
SUBFAMÍLIA: ECTATOMMINAE			
<i>Ectatomma brunneum</i> (Smith, 1858)	1.29%	4.25%	0.52%
<i>Ectatomma tuberculatum</i> (Olivier, 1792)	1.29%	2.12%	0.52%
<i>Ectatomma permagnum</i> (Forel, 1908)	0%	2.12%	0%
<i>Gnamptogenys</i> sp1	0%	2.12%	5.76%
SUBFAMÍLIA: DOLICHODERINAE			
<i>Azteca</i> sp1	1.29%	2.12%	0%
<i>Linepithema iniquum</i> (Mayr, 1870)	0%	4.25%	0.52%
<i>Linepithema pulex</i> (Wild, 2007)	3.89%	0%	0%
SUBFAMÍLIA: FORMICINAE			
<i>Camponotus crassus</i> (Mayr, 1862)	5.19%	2.12%	3.84%
<i>Camponotus fastigatus</i> (Roger, 1863)	0%	2.12%	3.84%
<i>Camponotus melanoticus</i> (Emery, 1894)	3.89%	2.12%	5.76%
<i>Camponotus (myrmaphaenus)</i> sp1 (Mayr, 1861)	0%	2.12%	3.84%
<i>Camponotus sericeiventris</i> (Guérin-Méneville, 1838)	2.59%	0%	0%
<i>Nylanderia</i> sp1	3.89%	0%	0%
<i>Nylanderia guatemalensis</i> (Forel, 1885)	0%	0%	5.76%
SUBFAMÍLIA: ECITONINAE			
<i>Labidus coecus</i> (Latreille, 1802)	0%	2.12%	0.52%
SUBFAMÍLIA: PSEUDOMYRMECINAE			
<i>Pseudomyrmex tunuis</i> (Fabricius, 1804)	2.59%	6.38%	0.52%
SUBFAMÍLIA: MYRMICINAE			
<i>Acromyrmex coronatus</i> (Fabricius, 1804)	2.59%	0%	0%
<i>Atta sexdens rubropilosa</i> (Linnaeus, 1758)	2.59%	2.12%	7.69%
<i>Crematogaster nigropilosa</i> (Mayr, 1870)	3.89%	8.51%	0%
<i>Crematogaster limata</i> (Smith, 1858)	6.49%	10.63%	5.76%
<i>Pheidole oxyops</i> (Forel, 1908)	6.49%	10.63%	7.69%
<i>Pheidole pubiventris</i> (Mayr, 1887)	7.79%	10.63%	5.76%
<i>Pheidole radoszkowskii</i> (Mayr, 1884)	6.49%	0%	5.76%
<i>Sericomyrmex</i> sp1	2.59%	0%	0.52%
<i>Solenopsis invicta</i> (Buren, 1972)	6.49%	0%	10%
<i>Solenopsis</i> sp1	0%	0%	7.69%
<i>Trachymyrmex iheringi</i> (Emery, 1888)	2.59%	2.12%	0%
<i>Trachymyrmex</i> sp1	1.29%	2.12%	0.52%
<i>Wasmannia scrobifera</i> (Kempf, 1961)	1.29%	4.25%	0%

FIGURAS:

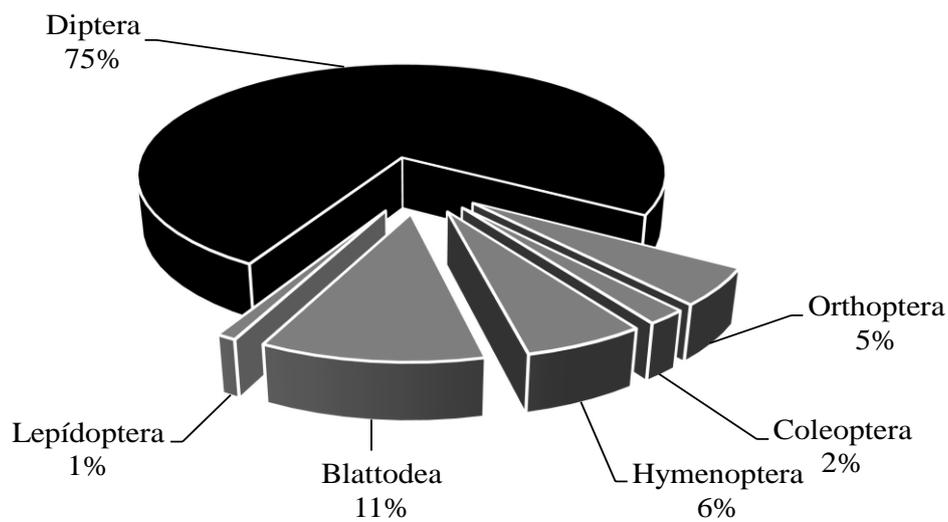


Figura 1.: Frequência relativa das diferentes ordens de insetos que visitaram e consumiram os 3 tipos de iscas com barreira física.

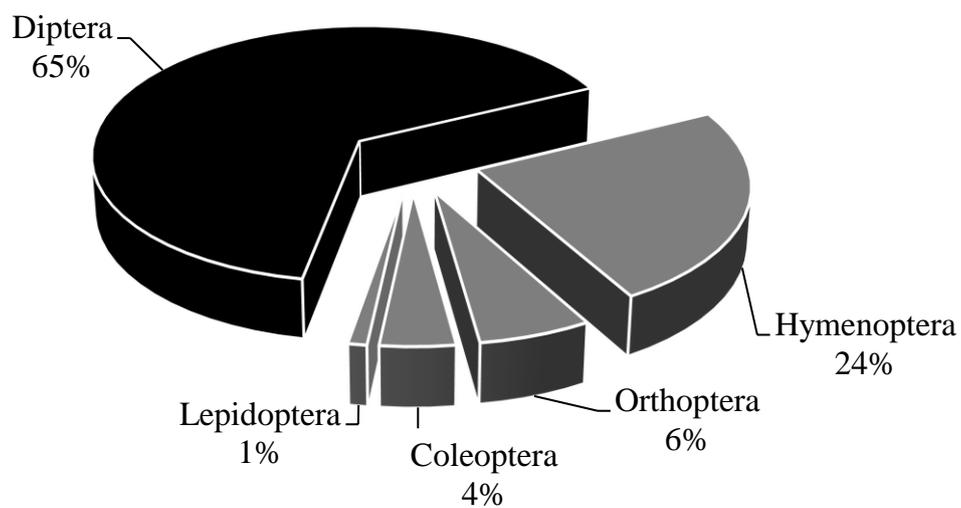


Figura 2.: Frequência relativa dos diferentes artrópodes que visitaram os 3 tipos de iscas sem barreira física.

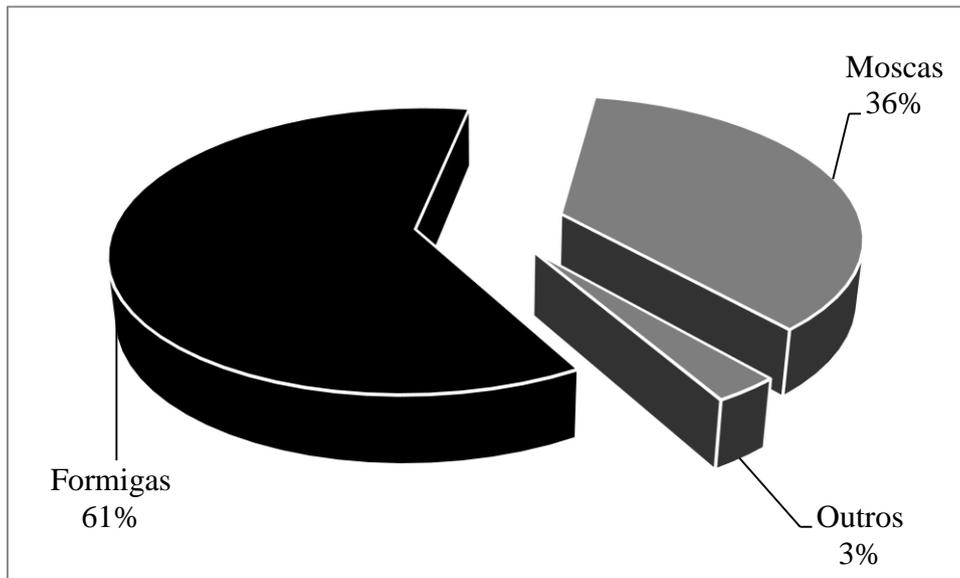


Figura 3.: Frequência relativa dos primeiros grupos de insetos a detectar e explorar as iscas atrativas exposta em ambiente de mata durante o período de Junho/2010 a julho/2011.

REFERÊNCIAS:

ALMEIDA, L.M. & MISE, K.M. **Diagnosis and key of the main families and species of South American Coleoptera of forensic importance.** Revista Brasileira de Entomologia v. 53. p. 227–244. 2009.

ARNALDOS, M. I.; ROMERA, E.; PRESA, J. J.; LUNA, A.; GARCÍ, M. D. **Studies on seasonal arthropod succession on carrion in the southeastern Iberian Peninsula.** Journal of Legal Medicine. v. 118. p. 197–205. 2005.

BENECKE, M. **A brief history of forensic entomology.** Science International. p. 2-14, 2001.

BENSON, W. W. & BRANDÃO, C. R. F. ***Pheidole* diversity in the humid tropics: a survey from Serra dos Carajás, Pará, Brasil.** In: EDER, J. & REMBOLD, H. **Chemistry and Biology of Social Insects.** Proceedings, International Congress of IUSSI, X, MUNIQUE, VERLAG & J. PEPERNY Ed. p. 593-594. 1987.

BOLTON, B. **A new general catalogue of the ants of the world.** Cambridge, Harvard University Press. p. 504. 1995.

BOLTON, B. **Identification guide to the ant genera of the world.** Cambridge, Harvard University Press. 222 p. 1994.

BOLTON, B. **Synopsis and classification of Formicidae.** Florida, The American Entomological Institute. p. 370. 2003.

BORROR, D.J. & DELONG, D.M. **Estudo dos Insetos.** 7ª. Ed. São Paulo: Cenagage Learning, p. 809. 2010.

BRANDÃO, C. R. F. **Adendos ao catálogo abreviado das formigas da região neotropical (Hymenoptera: Formicidae).** Revista Brasileira de Entomologia. v. 35. p. 319–412. 1991.

BRANDÃO, C. R. F.; SILVESTRE, R.; REIS-MENEZES, A. **Influência das Interações Comportamentais entre Espécies de Formigas em Levantamentos**

Faunísticos em Comunidades de Cerrado. Ecologia e comportamento de Insetos. Série Oecologia Brasiliensis, vol. 8. p. 371-403. 2000.

CAMPOS-FARINHA, A.E.C.; BUENO, O.C.; KATO, L.M. **As formigas urbanas no Brasil: retrospecto.** Biológico, v. 64. p. 129-133. 2002.

CENTENO, N.; MALDONADO, M.; OLIVA. **Seasonal patterns of arthropods occurring on sheltered and unsheltered pig carcasses in Buenos Aires Province (Argentina).** Forensic Science International. v. 126. p. 63 - 7. 2002.

CLARK, W.H. & BLOM, P.E. **Observations of ants (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae, Formicinae, Dolichoderinae) utilizing carrion.** Southwestern Naturalist. v. 36. p. 140 - 142. 1991.

CONCONI, J.R.E. & RODRÍGUEZ, H.B. **Valor Nutritivo de Ciertos Insectos Comestibles de México y Lista de Algunos Insectos Comestibles del Mundo.** Anales del Instituto de Biología de la UNAM, Serie Zoología. v. 48. p. 165-186. 1977.

COSTA-LIMA, A. **Insetos do Brasil.** Rio de Janeiro, Escola Nacional de Agronomia. 470 p. 1938.

CRUZ, T.M. & VASCONCELOS, S.D. **Entomofauna de solo associada à decomposição de carcaça de suíno em um fragmento de Mata Atlântica de Pernambuco, Brasil.** Biociências. v. 14. n. 2. p. 193-201. 2006.

DELABIE, J.H.C. & FERNÁNDEZ, F. **Introducción a las hormigas de la región Neotropical.** Instituto Humboldt, Bogotá. p. 424. 2003.

EARLY, M. & M.L. GOFF. **Arthropod succession patterns in exposed carrion on the island of Oahu, Hawaiian Islands, USA.** Journal of Medical Entomology. v. 23. p. 520-531. 1986.

FONSECA. A.R.; SILVA. G.F.; PEREIRA. M.C.; ALVES. N.R.; BORGES, D.S.T. **Formigas (Hymenoptera: Formicidae) Associadas A Decomposição de Carcaça de *Rattus norvegicus* (Berkenhout, 1769).** Biológico, São Paulo, v.73. p.415-417. 2009.

FOWLER, H. G.; FORTI, L. C.; BRANDÃO, C. R. F.; DELABIE, J. H. C. & VASCONCELOS, H.L. **Ecologia Nutricional de formigas**. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo, Manole & CNPq, p.131-223. 1991.

GOFF, M.L. **A Fly for the Prosecution**. How insect evidence helps solve crimes. Mass.: Harvard University Press. p. 225. 2000.

GOODBROD, J.R.; GOFF, M.L. **Effects of larval population density on rates of development and interactions between two species of *Chrysomya* (Diptera: Calliphoridae) in laboratory culture**. Journal of Medical Entomology, v.27, p. 338-343, 1990.

GRASSBERGER, M. & REITER, C. **Effect of temperature on development of the forensically important Holarctic blow fly *Protophormia terranova* (Robineau-Desvoidy) (Diptera: Calliphoridae)**. Forensic Science International. v. 128. p. 177–182. 2002.

GULLAN, P. J. & CRANSTON, P.S. **Os insetos: um resumo de entomologia**. São Paulo: Roca. 3 ed. p. 440. 2008.

HÖLLDOBLER, B. & WILSON, E.O. Territorial strategies in ants. Science. p. 732-739. 1990.

HUNT, J. H. **Temporal activity patterns in two competing ant species (Hymenoptera: Formicidae)**. Psyche. v.2. p. 237-242. 1974.

HUNTINGFORD, F.A. & TURNER, A.K. **Animal conflict**. New York: Chapman and Hall Ltda. 1 ed. v. 34. p. 564 – 566. 1987.

KASPARI, M. **Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity**. Smithsonian Institute Press, Washington. p. 280. 2000.

KEMPF, W. W. **Catálogo abreviado de formigas neotropicais (Hymenoptera, Formicidae)**. Studia Entomologica. v. 15. p. 344. 1972.

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

MARCHIORI, C. H.; SILVA FILHO, O. M.; FORTES, F. C. O. A.; GONÇALVES, P. L. G. P.; BRUNES, R. R.; LAURINDO, J. F.; FERREIRA, R. B. **Parasitóides (Insecta: Hymenoptera) de Dípteros (Insecta: Diptera) Coletados em Diferentes Altitudes e Substratos no Parque da Serra de Caldas Novas, Goiás, Brasil.** Biotemas. n. 18. v. 2. p.117 – 128. 2005.

MARINONI, R.C.; GANHO, M.L.; MERMUDES, J.R.M. **Hábitos Alimentares de Coleópteras (Insecta).** Ribeirão Preto. Holos. 63 p. 2001.

MARTÍNEZ, M.D.; ARNALDOS, M. I.; GARCÍA, M. D. **Datos sobre la fauna de hormigas asociada a cadáveres (Hymenoptera: Formicidae).** Boletín de la Asociación Española de Entomología. v. 21. p. 281-283. 1997.

MASON, W.R.M.; HUBER, J.T.; FERNÁNDEZ, F. **Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical.** Sociedad Colombiana de Entomología & Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. p. 894. 2006.

MATTHEWS, R. W. & MATTHEWS, J.R. **Insects Behaviour.** London: Springer. 2 ed. 2010.

MISE, K.M.; ALMEIDA, L.M; MOURA, M.O. **Levantamento da fauna de coleóptera que habita a carcaça de *Sus scrofa* L., em Curitiba, Paraná.** Revista Brasileira de Entomologia. v. 51, n. 3, p. 358-368. 2007.

MONTEIRO-FILHO, E.L.A. & PENEIREIRO. J.L. **Estudo de Decomposição e Sucessão Sobre uma Carcaça Animal numa Área do Estado de São Paulo.** Brasil. Revista Brasileira de Biologia. v. 47. p. 289 – 295. 1987.

MORETTI, T.C., THYSSEN, P.J., SOLIS, D.R., GODOY, W.A.C. **Formigas Coletadas Durante Investigações Forenses no Sudeste Brasileiro.** Biológico, São Paulo, v.69. suplemento 2, p.465-467. 2007.

MORETTI. T. C.; GIANNOTTI. E.; THYSSEN. P. J.; SOLIS. D. R.; GODOY, W. A. C. **Bait and Habitat Preferences, and Temporal Variability of Social Wasps (Hymenoptera: Vespidae) Attracted to Vertebrate Carrion.** Journal of Medical Entomology, v. 48 p. 1069-1075. 2011.

MOUTINHO, P. R. S. **Note on foraging activity and diet of two *Pheidole* Westwood species (Hymenoptera: Formicidae) in an area of “shrub canga” vegetation in Amazonian Brazil.** Revista Brasileira de Biologia v. 51. p. 403-406. 1991.

OLIVEIRA - COSTA, J. **Entomologia Forense: quando os insetos são vestígios.** 1 ed., Campinas: Editora Millennium. 2007.

OLIVEIRA-COSTA, J. **Entomologia Forense – Quando os insetos são vestígios.** 1.ed., São Paulo: Editora Millennium, 2003.

PATEL, F. **Artifact in forensic medicine: Postmortem rodent activity.** Journal Forensic Science. v. 39. p. 257-260. 1994.

PEREZ, K. E; PONDER, W. F.; COLGAN, D. J.; CLARK, S. A.; LYDEARD, C. **Molecular phylogeny and biogeography of spring-associated Hydrobiid snails of the Great Artesian Basin, Australia.** Molecular Phylogenetics and Evolution. n. 34. v. 3. p. 545-556. 2005.

PUJOL-LUZ, J. R.; ARANTES, L. C.; CONSTANTINO, R. **Cem anos da Entomologia Forense no Brasil (1908-2008).** Revista Brasileira de Entomologia. v. 4. n. 52. p. 485-492. 2008.

SAUKKO, P. & KNIGHT, B. **Knight's Forensic Pathology.** 3^o Edition. Edward Arnold Publisher. p. 672. 2004.

SILVA, J.E.S. & LOECK, A.E. **Guia de reconhecimento de formigas domiciliares do Rio Grande do Sul.** Ed. UFPel, Pelotas. p. 26. 2006.

SILVESTRE, R. & C.R.F. BRANDÃO. **Formigas (Hymenoptera: Formicidae) Atraídas a Iscas em uma “Ilha” de Cerrado no Município de Cajuru, Estado de São Paulo, Brasil.** Revista Brasileira de Entomologia. v. 44. p. 71-77. 2000.

SOUZA, A. S. B.; KIRST, F. D.; KRÜGER, R.F. **Insects of forensic importance from Rio Grande do Sul state in southern Brazil**. Revista Brasileira de Entomologia. v.4. n 52. p. 641-646. 2008.

SOUZA, A.M. & LINHARES, A.X. **Diptera and Coleoptera of potential forensic importance in southeastern Brazil: Relative abundance and seasonality**. Medical and Veterinary Entomology. v. 11. p. 08-12. 1997.

TURCHETTO, M.; LAFISCA, S.; COSTANTINI, G. **Postmortem interval (IPM) determiner by study sarcophagous biocenoses: three carcass from the province of Venice (Italy)**. Forensic Science International. p. 28-31. 2001.

VIANNA, E.E.S.; COSTA, P.R.P.; FERNANDES, A.L.; RIBEIRO, P.B. **Abundancia e flutuação populacional das espécies de *Chrysomya* (Diptera, Calliphoridae) em Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil**. Iheringia. v. 3. p. 231-234, 2004.

WEBER, N.A. **Gardening Ants, the Attines**. Memoirs of the American Philosophical Society, v.92. 146 p. 1972.

WELLS, J.D. & B. GREENBERG. **Effect of the red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) and carcass type on the daily occurrence of postfeeding carrion-fly larvae (Diptera: Calliphoridae, Sarcophagidae)**. Journal of Medical Entomology. v. 31. p. 171-174. 1994.

WILSON, E. O. **Ant Ecology**. Oxford University press. p. 429. 2010.

ZAVATINI, J.A. **Dinâmica climática no Mato Grosso do Sul**. In: Geografia, Rio Claro, SP. v. 17 p. 65-91. 1992.