

BRUNO FUZETO FERREIRA

**ASPECTOS DA SAZONALIDADE DE SCARABAEIDAE COPRÓFAGOS NO INÍCIO E
FIM DA ESTAÇÃO CHUVOSA DE UMA ÁREA DE PASTAGEM EM SELVÍRIA, MS**

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas, Área de Concentração em Entomologia, da Universidade Federal do Paraná como quesito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Ciências Biológicas

Orientadora: Dra. Lúcia Massutti de Almeida

Co-orientador: Dr. Carlos A. H. Flechtmann

CURITIBA

2013

BRUNO FUZETO FERREIRA

ASPECTOS DA SAZONALIDADE DE SCARABAEIDAE COPRÓFAGOS NO INÍCIO E
FIM DA ESTAÇÃO CHUVOSA DE UMA ÁREA DE PASTAGEM EM SELVÍRIA, MS

Dissertação apresentada à Coordenação do
Programa de Pós-graduação em Ciências
Biológicas, Área de Concentração em Entomologia,
da Universidade Federal do Paraná como quesito
parcial para a obtenção do Título de Mestre em
Ciências Biológicas

Orientadora: Dra. Lúcia Massutti de Almeida

Co-orientador: Dr. Carlos A. H. Flechtmann

CURITIBA

2013

BRUNO FUZETO FERREIRA

**"ASPECTOS DA SAZONALIDADE DE SCARABAEIDAE COPRÓFAGOS
NO INÍCIO E FIM DA ESTAÇÃO CHUVOSA DE UMA ÁREA DE
PASTAGEM EM SELVÍRIA, MS"**


Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de "Mestre em Ciências Biológicas", no Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas, Área de Concentração em Entomologia, da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:



Profa. Dra. Lúcia Massutti de Almeida (Orientadora)
(UFPR)



Prof. Dr. Carlos Alberto Hector Flechtmann
(UNESP)



Dr. Fernando Willyan Trevisan Leivas
(Pós-doutorando UFPR)

Curitiba, 08 de novembro de 2013.

Dedico,

à minha família, principalmente meus pais Valéria e Sérgio,
aos meus irmãos Beatriz e Gabriel, a minha tia Silvia
e a minha namorada Luma pelo apoio, paciência e carinho,
e por tudo que fizeram e fazem por mim

AGRADECIMENTOS

A Deus por me dar saúde, bons amigos e uma família maravilhosa, e também por ele não se afastar de mim, mesmo eu tendo me afastado dele.

Ao meu orientador Carlos Alberto Hector Flechtmann pela oportunidade, confiança, paciência e disponibilidade.

À minha orientadora Lúcia Massutti de Almeida por ter confiado em mim e me dar esta grande oportunidade sem ao menos me conhecer anteriormente; muito obrigado, não é possível mensurar o tamanho da minha gratidão.

Aos meus pais Valéria Sanches Fuzeto e Antônio Sérgio Ferreira por todo apoio e amor que me deram.

Aos meus irmãos Beatriz e Gabriel Fuzeto Ferreira pela amizade e apoio que me deram.

À minha namorada Luma Roberta Barcelos Martins pela paciência, compreensão, companheirismo e afeto que me deu.

À agência de fomento CNPq pela bolsa de mestrado.

Aos funcionários da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) da UNESP e do setor de transportes, pela valiosa ajuda.

Ao suporte técnico do SAS em São Paulo pela grande ajuda com as análises estatísticas.

Aos professores e colegas do curso de pós-graduação em Entomologia da UFPR por todo conhecimento dividido comigo na minha breve estadia em Curitiba.

Aos diletos membros do colegiado do curso de pós-graduação pela compreensão e extensão no meu prazo de defesa.

Às pessoas que participaram do projeto André Luiz Batista Tavares, Jailson Aguilar, Julius Cerqueira, Renan Bovolenta, Silvia Yukimi Tanabe e Walter Mesquita Filho.

Aos companheiros de laboratório Jean Carlos, Fábio, Heitor, Lucas, Silvia e Marina pelas conversas e momentos de descontração nos nossos “cafés” diários.

Aos grandes amigos que dividiram sala comigo, obrigado Gustavo e Victor.

“Não confunda derrotas com fracasso nem vitórias com sucesso. Na vida de um campeão sempre haverá algumas derrotas, assim como na vida de um perdedor sempre haverá vitórias. A diferença é que, enquanto os campeões crescem nas derrotas, os perdedores se acomodam nas vitórias.”

Roberto Shinyashiki

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	9
LISTA DE FIGURAS.....	12
RESUMO.....	13
ABSTRACT.....	15
1. Introdução.....	17
1. 1. Scarabaeidae coprófagos.....	18
1. 2. Funções ecológicas.....	18
1. 3. Sazonalidade.....	20
1.4. Atividade de vôo nos insetos.....	21
1.4.1. Vôos triviais.....	21
1.4.2. Vôos de dispersão.....	23
2. Objetivos.....	25
3. Material e métodos.....	26
3. 1. Local de coleta.....	26
3. 2. Avaliação da atividade dos besouros coprófagos.....	26
3. 2. 1. Avaliação direta.....	27
3. 2. 2. Avaliação indireta.....	28
3. 3. Identificação dos besouros coprófagos.....	28
3.4. Determinação dos períodos de chuva.....	28
3.5. Determinação dos períodos de atividade.....	28
3.6. Análises estatísticas.....	32
4. Resultados.....	32
4.1. Avaliação direta.....	32
4.1.1. Scarabaeidae coprófagos coletados.....	32
4.1.2. Resposta dos Scarabaeidae ao atrativo físico.....	32
4.1.3. Resposta dos Scarabaeidae ao atrativo químico.....	33
4.2. Avaliação indireta.....	34
4.2.1. Avaliação do grau de desestruturação das massas fecais.....	34

4.2.2. Avaliação da frequência de besouros pequenos.....	35
4.2.3. Avaliação da frequência de besouros médios.	35
4.2.4. Avaliação da frequência de besouros grandes.	36
4.3. Resultados da análise de regressão múltipla.....	37
4.4. Períodos de precipitação pluvial.....	37
5. Discussão.....	38
6. Conclusões.....	42
7. Referências bibliográficas.	43
APÊNDICE A - TABELAS.....	51
APÊNDICE B - FIGURAS.	60

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Datas do início e final dos períodos de atividades dos paracoprídeos, definidos para as análises diretas e indiretas nos diferentes anos. 31
- Tabela 2. Total de Scarabaeidae coprófagos capturados em armadilhas pitfall e luminosa. Selvíria/MS, Fazenda da UNESP, pasto de *Urochloa decumbens*, agosto de 2010 a abril de 2012. 52
- Tabela 3. Comparação de captura semanal de Scarabaeidae coprófagos paracoprídeos em armadilha luminosa entre diferentes períodos, para dois anos de coleta (ano 1: 8.ago.2010 a 29.jul.2011; ano 2: 11.ago.2011 a 27.abr.2012). Períodos foram definidos em função dos dados de captura da armadilha luminosa (ref_L) e da frequência de ocorrência de besouros paracoprídeos ($ref_{BG/BM}$). Selvíria/MS, Fazenda da UNESP, pasto de *Urochloa decumbens* 53
- Tabela 4. Comparação das médias semanais de captura de Scarabaeidae coprófagos paracoprídeos em armadilhas pitfall para diferentes períodos e dias, para dois anos de coleta (ano 1: 8.ago.2010 a 29.jul.2011; ano 2: 11.ago.2011 a 27.abr.2012). Períodos foram definidos em função dos dados de captura da armadilha luminosa (ref_L) e da frequência de ocorrência de besouros paracoprídeos ($ref_{BG/BM}$). Selvíria/MS, Fazenda da UNESP, pasto de *Urochloa decumbens*. 54
- Tabela 5. Comparação das médias semanais de captura de de Scarabaeidae coprófagos paracoprídeos em diferentes intervalos de coleta, um dia de intervalo de coleta (dia 1) e seis dias de intervalo de coleta (dia 7), em armadilhas pitfall entre períodos diferentes para dois anos de coleta (ano 1: 8.ago.2010 a 29.jul.2011; ano 2: 11.ago.2011 a 27.abr.2012). Períodos foram definidos em função dos dados da frequência de ocorrência de besouros paracoprídeos ($ref_{BG/BM}$). Selvíria/MS, Fazenda da UNESP, pasto de *Urochloa decumbens*. 54

- Tabela 6. Comparação das médias de frequências semanais dos níveis semanais de grau de desestruturação de massas fecais de bovinos (GD) para diferentes períodos e dias, e para dois anos de coleta (ano 1: 8.ago.2010 a 29.jul.2011; ano 2: 11.ago.2011 a 27.abr.2012). Períodos foram definidos em função dos dados de captura da armadilha luminosa (ref_L) e da frequência de ocorrência de besouros paracoprídeos ($ref_{BG/BM}$). Selvíria/MS, Fazenda da UNESP, pasto de *Urochloa decumbens*..... 55
- Tabela 7. Comparação das médias de frequências semanais de besouros pequenos (BP) em massas fecais de bovinos para diferentes períodos e dias, e para dois anos de coleta (ano 1: 8.ago.2010 a 29.jul.2011; ano 2: 11.ago.2011 a 27.abr.2012). Períodos foram definidos em função dos dados de captura da armadilha luminosa (ref_L) e da frequência de ocorrência de besouros paracoprídeos ($ref_{BG/BM}$). Selvíria/MS, Fazenda da UNESP, pasto de *Urochloa decumbens*..... 56
- Tabela 8. Comparação das médias de frequências semanais de besouros médios (BM) em massas fecais de bovinos para diferentes períodos e dias, e para dois anos de coleta (ano 1: 8.ago.2010 a 29.jul.2011; ano 2: 11.ago.2011 a 27.abr.2012). Períodos foram definidos em função dos dados de captura da armadilha luminosa (ref_L) e da frequência de ocorrência de besouros paracoprídeos ($ref_{BG/BM}$). Selvíria/MS, Fazenda da UNESP, pasto de *Urochloa decumbens*. 57
- Tabela 9. Comparação das médias de frequências semanais de ocorrência de besouros grandes (BG) em massas fecais de bovinos para diferentes períodos e dias, e para dois anos de coleta (ano 1: 8.ago.2010 a 29.jul.2011; ano 2: 11.ago.2011 a 27.abr.2012). Períodos foram definidos em função dos dados de captura da armadilha luminosa (ref_L) e da frequência de ocorrência de besouros paracoprídeos ($ref_{BG/BM}$). Selvíria/MS, Fazenda da UNESP, pasto de *Urochloa decumbens*. 58

Tabela 10. Resultado da análise de regressão múltipla *stepwise* entre a captura de Scarabaeidae coprófagos paracoprídeos em armadilhas pitfall e luminosa, grau de desestruturação (GD) e frequência de ocorrência de paracoprídeos ($freq_{BG/BM}$) no período antes do pico (AP) para os diferentes anos (ano 1: 8.ago.2010 a 29.jul.2011; ano 2: 11.ago.2011 a 27.abr.2012). O período foi definido em função dos dados da frequência de ocorrência de besouros paracoprídeos ($ref_{BG/BM}$). Selvíria/MS, Fazenda da UNESP, pasto de *Urochloa decumbens* 59

Tabela 11. Comparação das médias diárias de precipitação pluvial, em mm, entre diferentes períodos para dois anos de coleta (ano 1: 8.ago.2010 a 29.jul.2011; ano 2: 11.ago.2011 a 27.abr.2012). Selvíria/MS, Fazenda da UNESP. 59

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Área de pastagem de *Urochloa decumbens*. Fazenda da FEIS/UNESP, Selvíria/MS. . 61
- Figura 2. Armadilha pitfall iscada com massa fecal em área de pasto de *Urochloa decumbens*, abaixo armadilha com proteção contra vertebrados. Fazenda da FEIS/UNESP, Selvíria/MS..... 62
- Figura 3. Armadilha luminosa Luiz de Queiroz, com luz negra em área de pasto de *Urochloa decumbens*. Fazenda da FEIS/UNESP, Selvíria/MS. 63
- Figura 4. Extensão dos períodos de atividade (AP, PI e DP) e do período de inatividade (seca) dos besouros coprófagos definidos para os diferentes métodos de avaliação para os dois anos (ano 1: 2010 a 2011; ano 2: 2011 a 2012). 64

RESUMO

Os besouros coprófagos utilizam sua habilidade de voar para realizar algumas atividades vitais como se dispersar, localizar alimento e pares para a cópula, entre outras atividades. A atividade de vôo nos insetos pode ser dividida em dois tipos básicos de acordo com a sua duração e a forma de navegação. Os vôos triviais são caracterizados por vôos curtos erráticos e modulados por estímulos vegetativos, ou seja durante este tipo de movimento os insetos são mais susceptíveis ao odor de alimentos por exemplo. Os vôos de dispersão representam vôos mais longos e são caracterizados por não apresentarem qualquer relação com estímulos vegetativos, durante tal movimento os insetos são menos susceptíveis aos odores alimentares. É de fundamental importância estimar corretamente os fatores que envolvem a variação sazonal destes insetos, assim como os da sua atividade de vôo, para os fins mais variados, desde aqueles de cunho ecológico até os de aplicação mais prática. Métodos tradicionais de estimativa de atividade destes insetos são a coleta por armadilhas, sendo as mais importantes a armadilha luminosa e a pitfall. Observações feitas indicam que no início da estação chuvosa os Scarabaeidae estão ativos porém são pouco coletados na armadilha luminosa. Isso levanta a questão em que talvez a armadilha não seja tão eficiente na amostragem total da população de insetos, bem como para determinar a sua atividade. O objetivo deste trabalho foi o de verificar a existência de um atraso na resposta dos insetos em relação a armadilha luminosa no início da estação chuvosa, e se existe uma extensão desta resposta ao final das chuvas. As coletas foram realizadas em uma área de pastagem de *Urochloa decumbens* na Fazenda da UNESP em Selvíria-MS. Foram empregados métodos de avaliação diretos e indiretos. As avaliações diretas consistiram da captura de besouros coprófagos pelas armadilhas pitfall, coletadas duas vezes a cada semana, e luminosa, coletada uma vez a cada semana. As avaliações indiretas foram realizadas através da análise de massas fecais de bovinos encontradas no solo; as análises consistiam na avaliação do grau de desestruturação e a frequência de besouros encontrados. Durante a estação chuvosa a atividade dos besouros foi dividida em três períodos, antes do pico, pico e depois do pico. A avaliação de atividade que melhor demonstrou a real atividade durante o experimento foi a análise da frequência de ocorrência de paracoprídeos nas massas fecais. Assim, a frequência de paracoprídeos foi adotada como referencial para a realização das análises. No início da estação chuvosa ao comparar os dados obtidos pela captura de paracoprídeos na armadilha

luminosa é possível observar um atraso na resposta dos insetos a esse método de avaliação em relação a todos os outros utilizados. No entanto, a resposta dos insetos ao atrativo físico luz não se estendeu ao término da estação chuvosa, a atividade dos besouros em relação à armadilha luminosa cessa quase que de forma igual ao observado nos outros métodos de avaliação.

Palavras-chave: Paracoprídeos. Scarabaeinae. Armadilha luminosa. Atividade de vôo. Vôo trivial.

ABSTRACT

The dung beetles use their flying ability to perform some vital activities such as dispersion, food location, and pair location for mating, among other activities. Flight activity in insects can be divided into two basic types according to their length and form of navigation. The trivial flights are characterized by short and erratic flights modulated by stimuli vegetative, i.e. during this type of movement insects are more susceptible to food odor for example. The dispersal flights are represented by longer flights and are characterized by not having any relation to vegetative stimuli; during such movement insects are less susceptible to food odors. It is vital to correctly estimate the factors involving the seasonal variation of these insects, as well as the flight activity, for various purposes, from those with an ecological application to more practical aspects. Estimation methods of insect activity are by trapping, the most important being the light and pitfall traps. Field observations indicate that at the beginning of the rainy season the Scarabaeidae are active but are poorly collected in the light trap. This raises the question that perhaps the trap is not as efficient in the total population sample of insects, as well as to determine its activity. The objective of this work was to verify the existence of a delay in the response of insects against a light trap at the beginning of the rainy season, and if there is an extension of this response at the end of the rains. Samples were collected in a pasture of *Urochloa decumbens* at the UNESP Farm in Selvíria-MS. Assessment methods were employed directly and indirectly. The evaluations consisted of direct capture of dung beetles in pitfall traps, collected twice each week, and light trap, collected once every week. The indirect assessments were performed by analysis of cattle dung found in soil; the analysis consisted of evaluating the degree of pad destruction and frequency of beetles found in them. During the rainy season the activity of the beetles was divided into three periods, before peak, peak and after peak. The sampling method that best estimated the real beetle activity during the experiment was the analysis of the frequency of occurrence of paracoprids in dung pads. Thus, the frequency of paracoprids was adopted as a reference for conducting the statistical analyses. At the beginning of the rainy season, light trappings showed a delay in the beetle response when compared to all other methods used. However, the response of insects to light did not extend to the end of the rainy season; the activity of the beetles in relation to the light trap ceased almost equally to that observed in other estimation methods.

Key words: Paracoprids. Scarabaeinae. Light trap. Flight activity. Trivial flight.

1. Introdução

1. 1. Scarabaeidae coprófagos

A família Scarabaeidae compreende besouros de hábitos alimentares variados, podendo se alimentar desde fezes, carniça, fungos, frutos, madeira decomposta, folhas, frutos, raízes e milípedes (Larsen et al., 2006; Halffter & Mathews, 1966; Hanski & Camberfort, 1991). Os verdadeiros besouros coprófagos incluem dentro de Scarabaeinae 5000 espécies, e 1850 em Aphodiinae (maioria dentro de *Aphodius*) (Hanski & Camberfort, 1991; Scholtz et al., 2009). Scarabaeidae coprófagos representam um grupo de insetos cosmopolitas globalmente distribuídos e notavelmente diversos nas savanas e florestas tropicais (Hanski & Camberfort, 1991).

Os besouros coprófagos representam um grupo com dieta altamente específica, com profundas modificações no aparato bucal e no comportamento para o consumo de um recurso abundante, porém com peculiaridades que exigiram grandes adaptações (Hanski & Camberfort, 1991). As fezes não são apenas excrementos de animais; são bastante diferentes entre animais de dietas distintas, apresentam diferentes nutrientes, composição física e microfauna associada, dessa forma as características das fezes exibem grande influência sobre os padrões de distribuição dos besouros coprófagos (Davis & Scholtz, 2001).

Algumas mudanças no comportamento foram determinantes para a coprofagia, dentre elas, rápida localização e chegada à massa fecal e capacidade de alocação do recurso são muito importantes visto que os detritos animais são bastante efêmeros e suscetíveis a alterações. As principais fontes de nutrientes dos besouros adultos nas fezes são componentes líquidos constituídos por uma suspensão de fragmentos pequenos de esterco, microorganismos e células que se desprendem do trato digestivo dos animais (Holter et al., 2002), enquanto que as larvas mastigam fragmentos maiores e mais fibrosos que consistem basicamente de celulose (Halffter & Mathews, 1966).

Os besouros que se alimentam de fezes podem ser divididos em três grandes guildas de acordo com o seu comportamento de realocação do alimento e nidificação, os telecoprídeos, os

paracoprídeos e os endocoprídeos. Os telecoprídeos são aqueles que apresentam como característica principal retirar pequenas porções de massa fecal contruir pequenas esferas e as rolar a locais próximos onde as enterram em galerias e realizam a oviposição. Os paracoprídeos são representados pelos besouros que constróem galerias logo abaixo da massa fecal atacada, e assim enterram as esferas onde ovipositam. Os endocoprídeos são aqueles que exibem comportamento de ovipositarem na própria massa fecal não construindo galerias no solo como os representantes das outras guildas (Hanski & Camberfort, 1991; Bornemissza, 1976).

1.2. Funções ecológicas

Scarabaeidae coprófagos, a partir do comportamento de se alimentarem de massa fecal e as enterrarem, apresentam grande importância na manutenção dos ambientes terrestres, exibindo assim grande influência na sanidade ambiental (Nichols et al., 2008; Stokstad, 2004).

A atividade dos besouros coprófagos no solo representa ganhos na incorporação de nutrientes. Quando enterram massa fecal fresca disponibilizam de forma eficiente matéria orgânica e nutrientes para as raízes das plantas. Por alterarem as condições ambientais das massas fecais e do solo, a atividade dos Scarabaeidae coprófagos modifica a atividade microbiana, aumentam a atividade de bactérias decompositoras e de fixadoras de nitrogênio, aumentando assim a mineralização e disponibilizando para serem assimilados pelos vegetais (Yokoyama et al., 1991). Em ambientes não naturais como pastagens, alguns nutrientes podem ser limitantes à sua produtividade, e um dos mais importantes é o nitrogênio. Cerca de 80% do N excretado por bovinos é perdido para a atmosfera, e com a presença dos besouros coprófagos essa perda se torna bem menor, não alcançando mais que 10% (Gillard, 1967).

O comportamento de escavar o solo dos paracoprídeos e telecoprídeos resulta na movimentação de grande quantidade de solo, e assim promovem grandes alterações no perfil deste. Dentre as alterações pode-se citar a bioturbação, que é um rearranjo físico do solo que promove o deslocamento e a mistura de partículas do sedimento realizada por animais ou plantas (Scholtz et al., 2009; Nichols et al., 2008). As alterações promovidas por estes insetos, principalmente por paracoprídeos, resultam numa maior penetração de água e gases no solo, provendo às raízes uma

maior quantidade destes elementos, representando ganhos na produção vegetal quando comparados a solos que não apresentam tais besouros (Bang et al., 2005; Mittal, 1993).

Os besouros coprófagos por removerem as massas fecais do solo, as enterrando ou se alimentando das mesmas, podem controlar inúmeros organismos nocivos que utilizam das fezes em algum ponto do seu ciclo de vida. Durante sua alimentação os escarabeídeos coprófagos eliminam importantes parasitos gastrointestinais de importância médica e veterinária (Stokstad, 2004; Fincher, 1973; Miller, 1961). Fincher (1973) em estudo com o parasita gastrointestinal *Ostertagia ostertagi* (Stiles), um dos principais parasitos de bovinos em regiões temperadas, verificou que a quantidade de larvas encontradas em locais onde a população de besouros coprófagos é aumentada é bem menor, cerca de 14,7 vezes menos larvas, quando comparada a áreas sem a presença dos besouros. Besouros coprófagos quando se alimentam de massa fecal, ovos e cistos de parasitas são colocadas em contato com o aparato bucal dos insetos. Ovos de nematóides como *Ascaris lumbricoides* (Linnaeus), *Necator americanus* (Stiles) e *Ancylostoma duodenale* (Dubini) são na sua grande maioria destruídos ou danificados pelas mandíbulas e pelo trato intestinal de Scarabaeidae (*Canthon laevis* Bates, *Phanaeus igneus* MacLeay e *Dichotomius carolinus* (Linnaeus) (Miller, 1961). Massa fecal fresca de mamíferos é um importante recurso para besouros assim como para uma grande diversidade de moscas. Algumas das moscas presentes nas fezes de mamíferos são importantes pragas agropecuárias como *Musca autumnalis* De Geer, *M. vetustissima* Walker, *Haematobia thirouxi potans* (Roubaud), *H. irritans exigua* (Linnaeus) e *H. irritans irritans* (Linnaeus), todas essas espécies seguiram a introdução do gado no mundo todo (Nichols et al., 2008). Os besouros coprófagos apresentam relação de competição com as moscas que exploram massa fecal; a partir desta competição os besouros causam grande impacto nas populações de moscas, configurando assim um importante método no controle destes organismos (Bishop et al., 2005; Flechtmann et al., 1995a; Ridsdill-Smith, 1993; Ridsdill-Smith & Hayles, 1989; Bornemissza, 1976; Hughes, 1975). A mortalidade das moscas pelos Scarabaeidae coprófagos está associada a três principais fatores: dano mecânico direto aos ovos e larvas em ínstares iniciais (Bishop et al., 2005); microclima desfavorável para os ovos das moscas causado pela atividade dos besouros nas fezes (Ridsdill-Smith & Hayles, 1989) e privação de alimento em larvas de moscas em ínstares mais avançados pelo comportamento de realocação de massa fecal dos besouros coprófagos (Hughes, 1975). Os escarabeídeos coprófagos

apresentam grande associação com ácaros foréticos predadores (Macrochelidae); tais ácaros tem o comportamento de ficar presos ao corpo dos insetos e ser transportados entre diferentes massas fecais (Krantz, 1998).

1.3. Sazonalidade

Os besouros cóprofagos apresentam padrão de distribuição marcadamente influenciado pelas alterações sazonais. Os fatores que exibem maior influência sobre os Scarabaeidae coprófagos são temperatura e pluviosidade (Errouissi et al., 2009; Price, 2004; Bornemissza, 1976). A pluviosidade exibe bastante influência na atividade dos besouros até mesmo antes da sua emergência. Na região central do México adultos imaturos de *Phaneus* alcançam o estágio adulto no final da estação seca e aguardam em suas galerias natais o início das chuvas para emergirem do solo e iniciarem sua atividade alimentar (Price & May, 2009).

Oliveira *et al.* (2011), em estudos realizados em diferentes fitofisionomias do Brasil, obteve resultados que deixam evidente que a variação na abundância e diversidade dos besouros coprófagos é diretamente proporcional ao regime hídrico, a abundância dos besouros no auge da estação seca alcançou apenas 1,93% do total de insetos amostrados contrastando com 84% daqueles capturados no auge da estação chuvosa; o número de espécies encontradas também apresentou grande decréscimo durante a estação seca, pois houve perda de 40 espécies de um total de 59. Na região de Selvíria a incorporação de massas fecais é significativamente maior na estação chuvosa que na estação seca, tal fato indica que a atividade dos insetos nesta região é bastante influenciada pelas precipitações pluviométricas (Flechtmann et al., 1995).

Grandes perdas de diversidade de Scarabaeidae entre estações também foram observadas por Andresen (2005) que relatou um decréscimo de 80% das espécies na estação seca em floresta tropical seca no México. As variações de temperatura exibem grande influência na distribuição dos besouros coprófagos.

Na região central de New Jersey, Estados Unidos, as variações pluviométricas são pequenas entre as estações, contrastando com as variações na temperatura que são grandes, sendo assim a

variação sazonal na abundância e na diversidade dos besouros coprófagos desta região se mostrou fortemente influenciada pela temperatura, apresentando valores máximos para a abundância e diversidade nos meses mais quentes e valores muito baixos nos meses mais frios (Price, 2004).

1.4. Atividade de vôo nos insetos

A capacidade de voar dos insetos é de extrema importância; acredita-se que o grande sucesso evolutivo deste grupo de artrópodos esteja intimamente ligado à atividade de vôo. Os insetos durante sua história de vida se utilizam do vôo para executar diversas atividades como alimentação, procura por pares, fuga de predadores, dispersão entre outros comportamentos (Dudley, 2000).

O atividade de vôo dos insetos pode ser dividida em dois tipos básicos, vôos triviais e vôos de dispersão, de acordo com a função e o método de navegação (Dingle & Drake, 2007; Dingle, 1996; Southwood, 1962; Schneider, 1962; Kennedy, 1951).

1.4.1. Vôos triviais

Os vôos triviais podem ser entendidos como movimentos realizados pelos insetos dentro de seu habitat natural, tem como objetivo levar o indivíduo a locais onde ele possa obter recursos necessários à manutenção de seu organismo (Dingle, 1996; Macdonald & Smith, 1990), e são respostas coordenadas por estímulos vegetativos. Os estímulos vegetativos são emitidos por recursos como fontes alimentares, parceiros sexuais e locais de abrigo, por exemplo, os insetos utilizam destes recursos para suas funções vegetativas como acumular energia, crescer e reproduzir (Southwood, 1962; Kennedy, 1951).

Os movimentos triviais tem como característica espacial manter os insetos dentro de seus ambientes de origem, ou seja no mesmo ambiente que seus parentais (Welch, 1990). Durante a

execução dos movimentos triviais os indivíduos exibem vôos curtos e com grande variação de direção, muitas vezes com um padrão de vôo em zigue-zague (Dingle, 1996). Os vôos triviais estão altamente relacionados com a atratividade dos insetos às suas fontes alimentares. Em geral este tipo de vôo é uma resposta direta ao estímulo emitido pelo alimento, em geral o odor. Assim, na execução dos vôos triviais os insetos utilizam como principal método de navegação o olfato (Schneider, 1962). Os besouros coprófagos para a localização de alimentos se valem da sua grande capacidade olfativa; tal capacidade fica restrita a dois órgãos quimiorreceptores, as antenas, que localizam fontes alimentares a maiores distâncias, e os palpos maxilares, que as localizam a menores distâncias (Halffter & Mathews, 1966).

A execução dos movimentos triviais em geral é modulada por atrativos químicos mas existem alguns insetos que utilizam de atrativo físico para se orientar durante este tipo de movimento. Insetos praga sugadores, como *Auchenorrhyncha*, podem utilizar a visão na localização de fontes alimentares; durante a busca por plantas hospedeiras estes insetos são atraídos por luz com comprimento de onda entre o verde e o amarelo, porém nunca por luz ultravioleta (Byrne et al. 2013).

A opção pelo tipo de vôo que o inseto irá exibir está relacionada em grande parte com a idade e o status fisiológico do indivíduo (Macdonald & Smith, 1990). Movimentos triviais em geral são exibidos por indivíduos mais jovens, que estão ainda imaturos e durante a fase de alimentação, e no início de suas atividades em campo, e que buscam acumular energia e amadurecer seus órgãos sexuais (Dingle, 1996; Southwood, 1962).

Os movimentos triviais, de uma forma meramente espacial, podem ser definidos como movimentos restritos dentro de um habitat e por característica não aumentam a distância média entre os indivíduos da população (Southwood, 1962). Diferenciar os dois tipos básicos de movimento nem sempre é uma tarefa fácil. No entanto, existem insetos que permitem fazer esta dicotomia de maneira mais clara: besouros aquáticos, da família *Hydrophilidae*, na execução de seus movimentos triviais apenas nadam ou caminham sobre as plantas aquáticas, e utilizam do vôo para se dispersarem (Welch, 1990).

1.3.2. Vôos de dispersão

O termo dispersão em geral é utilizado para definir movimentos de longa duração e que alcançam grandes distâncias (Dingle & Drake, 2007; Dingle, 1996; Southwood, 1962; Schneider, 1962; Kennedy, 1951). No entanto, tal termo pode ser confundido com migração, que também é um movimento de longa duração e que alcança grandes distâncias. Autores como Kennedy (1951) e Southwood (1962) consideram os termos equivalentes, pois ambos são caracterizados por movimentos que levam os indivíduos para fora de seu habitat de origem, e aumentam a distância média entre os indivíduos da população. Schneider (1962) recomenda que os termos sejam utilizados de forma separada, sendo mais apropriado utilizar o termo dispersão ao se referir à população e migração ao se referir ao indivíduo; assim, indivíduos migram e populações se dispersam. No presente trabalho os métodos adotados não objetivam analisar as diferenças entre os termos; para melhor entendimento, dispersão e migração serão utilizados como sinônimos, devido às semelhanças mencionadas acima.

Os movimentos de dispersão exibem grande influência na dinâmica populacional dos insetos. A dispersão influencia a população como as taxas de natalidade e mortalidade, pois tal movimento é responsável direto pela chegada e saída de indivíduos (Schneider, 1962). Os movimentos de dispersão são um componente primordial à existência de metapopulações (conjunto de populações existentes em um ambiente fragmentado que ainda podem ser divididas em subpopulações) podendo influenciar na extinção de uma subpopulação ou o crescimento da mesma (Opdam, 1990).

Os movimentos de dispersão são caracterizados por serem movimentos de longa duração, alcançarem longas distâncias, serem menos erráticos e não apresentarem qualquer ligação com estímulos vegetativos (Dingle & Drake, 2007; Dingle, 1996; Johnson, 1969; Lewis & Taylor, 1965; Southwood, 1962; Schneider, 1962; Kennedy, 1951). Uma das características do movimento de dispersão é que durante sua ocorrência existe um período de atividade locomotora persistente, que é caracterizado por um intervalo onde o inseto ignora qualquer estímulo vegetativo e se mantém voando por um longo tempo (Kennedy, 1951). Dingle (1996) define dispersão como um comportamento específico através de cinco características: 1- movimento persistente e de longa

duração; 2- movimento ocorre em linha reta, menos errático; 3- supressão ou inibição inicial de resposta a estímulos que antes eram responsáveis pela movimentação; 4- padrões de atividade particulares, principalmente para partida e chegada nos habitats; 5- padrões específicos de alocação de energia para garantir um longo período de movimentação.

Para suportar a dispersão os insetos exibem algumas alterações fisiológicas no seu metabolismo. Uma das maiores alterações fisiológicas ocorre no sistema nervoso central (SNC). O SNC controla o comportamento migratório através de respostas a estímulos. Durante a migração o SNC é responsável por ignorar os estímulos vegetativos e assim garantir que a fase de locomoção persistente ocorra. Outro fator importante na fisiologia da migração é a mobilização hormonal e de vias metabólicas para estimular a migração, e suportar a alta demanda energética. As alterações que ocorrem nos mecanismos bioquímicos são fundamentais para a manutenção do comportamento migratório mobilizando reservas energéticas e garantindo combustível necessário ao movimento persistente (Dingle, 1996).

A dispersão pode ser definida como um comportamento em respostas a adversidades; dentre as possíveis causas da dispersão pode-se citar esgotamento de recursos, grande pressão de competidores e instabilidade ambiental (Macdonald & Smith, 1990). Modificações no habitat podem representar um gatilho para o início dos movimentos dispersivos. As modificações podem ser definidas em dois tipos: 1- modificações permanentes (geralmente relacionadas a sucessão ecológica); 2- modificações temporárias (relacionadas com alterações climáticas). As mudanças climáticas ainda podem ser definidas em regulares, aquelas que ocorrem na temperatura entre o verão e inverno em zonas temperadas, e irregulares, aquelas que ocorrem na pluviosidade em áreas áridas e semi-áridas. As diferenças fundamentais no tipo de mudança de habitat têm sido de profunda importância na determinação da evolução dos métodos de sobreviver a essa mudança pelos insetos (Southwood, 1962).

A dispersão por sua vez pode conferir muitas vantagens à população, por exemplo diminuição da pressão de competidores e predadores, e a ocupação de novos habitats com novos recursos. Roff e Fairbairn (1991) afirmam que a habilidade de se dispersar através do voo teve papel chave no sucesso evolutivo dos insetos. No entanto, a dispersão é um processo que causa alta mortalidade, sendo assim é mais vantajoso para os insetos se estabelecerem no ambiente favorável

e depois apenas uma pequena parte da população se dispersar (Blackmer & Byrne, 1993). Um exemplo claro de que o estabelecimento da população em um ambiente favorável antes da dispersão é importante pode ser visto em alguns Melolonthinae (Coleoptera: Scarabaeidae). As fêmeas quase não voam na fase adulta inicial; após ovipositarem 70% a 100% de todos os ovos, elas voam grandes distâncias, depositando os poucos ovos que restaram a centenas de metros do seu local de origem (Schneider, 1962).

Os movimentos dispersivos não se valem de estímulos vegetativos na sua orientação. Tais movimentos exibem como principal estímulo de navegação e orientação a atratividade por luz, em menores comprimentos de onda. Insetos sexualmente maduros e com reservas energéticas suficientes em geral respondem positivamente à luz ultravioleta (UV) (Blackmer & Byrne, 1993). Durante toda a vida os insetos utilizam a luz como um meio de navegação; por exemplo, quando a luz penetra através de orifícios indicando local de saída de refúgios ou tocas, ou quando voam sobre vegetação densa, insetos se orientam através da luz do céu que atravessa o espaço entre os galhos (Mazkhin-Porshnyakov, 1960). A luz exibe influência sobre a dispersão apenas no que diz respeito à orientação e navegação; a luz nunca atua como um agente desencadeador de dispersão. O movimento dispersivo é o resultado entre interações fisiológicas dos insetos e de alterações no ambiente no qual estão inseridos (Koskela, 1979; Lewis & Taylor, 1965).

Os Scarabaeidae coprófagos são um grupo de insetos ecologicamente e economicamente muito importantes e apresentam grande abundância e diversidade nos ecossistemas brasileiros. No entanto, a forma e a periodicidade dos vôos nestes insetos é pouco conhecida, assim como a respostas dos mesmos aos diferentes tipos de atrativos. E ainda, as observações de campo tem sugerido uma diferença na percepção destes insetos no início de suas atividades em campo em relação aos métodos tradicionais de amostragem. Assim, avaliar tais diferenças é de grande importância para avaliar o comportamento destes insetos no início da estação chuvosa.

2. Objetivos

Os principais objetivos deste experimento foram:

- verificar a existência de um período de atraso na resposta dos besouros coprófagos à

armadilha luminosa no início da estação chuvosa;

- verificar a existência de um prolongamento da resposta à armadilha luminosa no final da estação chuvosa;

- verificar quais dos métodos de avaliação de atividade empregados mais se aproximam da atividade em campo exibida pelos Scarabaeidae paracoprídeos.

3. Material e métodos

3. 1. Local de coleta

A área do experimento localiza-se na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS-UNESP). A FEPE localiza-se no município de Selvíria no estado do Mato Grosso do Sul. A região de Selvíria apresenta altitude de 335 m, 1370 mm de precipitação pluvial total e 23,5° C de temperatura média anual (Lacerda et al., 2005). O clima é definido como Aw (savana equatorial com inverno seco) pela classificação de Köppen-Geiger (Kottek et al., 2006). O período de seca ocorre durante os meses de abril a agosto e o período chuvoso entre os meses de setembro e março (Damião et al., 2010).

O experimento foi conduzido em uma pastagem de *Urochloa decumbens* (Stapf), coordenadas aproximadas 20°22'45"S e 51°25'13"W, com área aproximada de 10,8 ha e ocupada por bovinos da raça Guzerá (*Bos indicus* L) (Figura 1).

O período do experimento foi de 8 de agosto de 2010 a 27 de abril de 2012. Tal período foi dividido em dois anos (ano 1 de agosto de 2010 a maio de 2011 e ano 2 de junho de 2011 a abril de 2012) compreendendo uma estação seca e duas estações chuvosas. As coletas foram iniciadas na primeira estação chuvosa e finalizadas ao término da segunda estação chuvosa.

3. 2. Avaliação da atividade dos Scarabaeidae coprófagos

A avaliação da atividade dos besouros coprófagos foi realizada de forma direta e indireta. A

análise direta foi feita através da captura dos insetos em dois diferentes tipos de armadilhas, uma com atrativo químico (pitfall) e outra com atrativo físico (luminosa). A análise indireta foi feita através da avaliação da atividade dos besouros nas massas fecais presentes no solo. A avaliação da atividade dos besouros, tanto direta quanto indireta, foi realizada durante 91 semanas.

3. 2. 1. Avaliação direta

As armadilhas pitfall iscadas tem como princípio a atratividade química dos insetos através da exposição do odor do recurso alimentar.

As armadilhas consistiam de um tripé de metal, uma isca e dois copos coletores. As iscas eram compostas por 500 g de massa fecal fresca de bovino da raça Guzerá e envolvidas por voal de malha 1,5 mm. As iscas eram suspensas a aproximadamente 15 cm de altura acima de dois copos plásticos coletores de 500 ml enterrados ao nível do solo. Um copo coletor continha líquido para a preservação dos insetos; o líquido era composto por água, detergente e sal. O segundo copo ficava mais externo ao primeiro e sempre fixo ao solo atuando como suporte físico ao copo coletor (adaptado de Lobo et al., 1988) (Figura 2).

Foram utilizadas quatro armadilhas pitfall distribuídas aleatoriamente na parte superior da pastagem, que consite no local de maior atividade dos bovinos. As armadilhas pitfall eram iscadas na tarde do primeiro dia e os insetos eram coletados na manhã seguinte, após a coleta o líquido de conservação era substituído e a isca mantida por mais seis dias para a posterior coleta, totalizando assim duas coletas semanais.

A armadilha luminosa tem como princípio a atratividade dos insetos a um estímulo físico. Foi utilizada uma do modelo “Luiz de Queiroz” com lâmpada fluorescente de luz negra (F15T8BL) (Figura 3).

A armadilha ficava disposta no centro da área estudada suspensa a uma altura aproximada de 1,3 m do solo, tomando como referência a metade do comprimento da lâmpada na armadilha. A armadilha luminosa era ligada no final da tarde do dia em que se iscava as armadilhas pitfall e os insetos capturados eram coletados na manhã subsequente. As coletas da armadilha luminosa eram

realizadas uma vez a cada semana.

3. 2. 2. Avaliação indireta

As massas fecais dos bovinos podem ser classificadas em diferentes idades de acordo com a umidade que apresentam (Flechtmann et al., 1995a). Sabendo-se que as massas fecais de idade 2 e 3 apresentam maior atividade de besouros coprófagos (Flechtmann et al., 1995b), somente massas fecais dessas idades foram avaliadas.

Nos dias de montagem e coleta das armadilhas pitfall e luminosa eram avaliadas massas fecais dos bovinos encontradas no solo da área de pastagem. Na tarde do primeiro dia e na manhã subsequente eram avaliadas 35 massas fecais de idade 2 e 35 de idade 3, totalizando 70 massas por dia e 140 por semana. Os besouros coprófagos encontrados em pastagens são de atividade predominantemente noturna. As avaliações realizadas no dia em que se iscava as armadilhas pitfall (tarde do primeiro dia) foram feitas para serem comparadas com as coletas feitas pelas armadilhas no decorrer dos seis anteriores. As avaliações feitas na manhã subsequente visam comparação com as coletas feitas pelas armadilhas pitfall no período de um dia, ou seja apenas demonstrando a atividade dos besouros em uma noite. Para cada massa fecal foram analisados o grau de desestruturação/incorporação (GD) e a classificação quanto aos tipos de besouros, grandes (BG), médios (BM) e pequenos (BP), e as quantidades presentes, alta (A), média (M) e baixa (B).

3. 3. Identificação dos Scarabaeidae coprófagos

Os besouros coprófagos coletados foram identificados através de comparação com as espécies depositadas na coleção de referência do Museu de Entomologia da FEIS/UNESP Ilha Solteira - SP (MEFEIS) e os espécimes *voucher* foram depositados na coleção do MEFEIS.

3.4. Determinação dos períodos de chuva

Os anos nos quais ocorreram o experimento foram divididos em períodos de acordo com a

precipitação pluvial, cada ano apresentou três períodos denominados pré-chuva, chuva e pós chuva. Os períodos da pluviosidade coincidiram com a atividade dos besouros coprófagos. Os anos foram separados por um período de transição marcado pela inatividade dos besouros, aqui chamado de seca. O período chuva representa o intervalo do ano em que ocorrem as maiores precipitações. O período pré-chuva precede o intervalo com as maiores precipitações, ou seja quando as chuvas se iniciam após a seca. O período pós-chuva sucede período chuva representa o intervalo onde ocorre um declínio nas chuvas e se estende até o início da seca.

3.5. Determinação dos períodos de atividade

A atividade dos besouros em campo durante o ano foi dividida em três diferentes períodos. Os períodos foram definidos para os besouros paracoprídeos, de forma direta pela coleta deles nas armadilhas pitfall e luminosa, e indireta na frequência de ocorrência e no grau de desestruturação nas massas fecais. Os períodos foram definidos para os paracoprídeos por eles serem os besouros de maior massa corpórea e assim responsáveis pela maior desestruturação e incorporação das massas fecais no solo (Doube, 1990). Os períodos foram divididos em antes do pico (AP), pico (PI) e depois do pico (DP) para os anos 1 e 2. O período PI compreende o período de maior atividade coincidindo com o período de maior precipitação pluvial. O período AP antecede o período de maior atividade dos besouros no campo e ocorre no pré-chuva. O período DP sucede PI, e representa um decréscimo significativo na população dos insetos coincidindo com o decréscimo das chuvas.

Quanto aos resultados de coleta da armadilha luminosa, o período PI teve seu início definido como sendo a primeira data em que $\Sigma_{\text{paracop}} \geq 4$, e seu final na semana que antecede a primeira data em que, já no período pós-chuva (vide item 2.4), tem-se $\Sigma_{\text{paracop}} < 4$. O período AP se inicia na primeira data em que $\Sigma_{\text{paracop}} > 0$ e precedido por seis semanas onde $\Sigma_{\text{paracop}} = 0$, e terminando na última data em que $\Sigma_{\text{paracop}} < 4$. Definiu-se este período de seis semanas baseando-se na hipótese de que o ciclo de ovo-adulto destes besouros tenha esta duração aproximada. Assim, assume-se que o inseto coletado neste período seja resultante de um ovo depositado antes do fim da estação chuvosa anterior, indicando o início da atividade em campo. O início de DP foi definido como a primeira semana (no período pós-chuva) em que $\Sigma_{\text{paracop}} < 4$, e se encerra cinco semanas após esta data.

Quanto as coletas das armadilhas pitfall, o período PI teve seu início definido como sendo a primeira data em que a coleta por armadilha apresenta $\bar{x}_{\text{paracop}} \geq 4$, e seu o final na semana que antecede a primeira data em que $\bar{x}_{\text{paracop}} < 4$, já no período pós-chuva. O período AP se inicia na primeira data em que $\bar{x}_{\text{paracop}} > 0$ precedido por seis semanas de inatividade, e terminando na semana anterior o início de PI. O período DP se inicia no período pós-chuvas quando $\bar{x}_{\text{paracop}} < 4$, e termina na última data em que $\bar{x}_{\text{paracop}} > 0$ que precede seis semanas seguidas em que $\bar{x}_{\text{paracop}} = 0$, indicando assim o início do período de inatividade em campo.

Na avaliação da ocorrência de besouros paracoprídeos, aqui representados por BG e BM foram agrupados, pois estes são os responsáveis pela desestruturação e incorporação de MF. Os períodos foram definidos de acordo com o seus níveis de ocorrência ($N_{\text{BG/BM}}$). O período PI se inicia na primeira data em que pelo menos em uma das massas tenha $N_{\text{BG/BM=A}}$ ou $N_{\text{BG/BM=M}}$, e tem seu final definido na última data em que, já no pós-chuva, $N_{\text{BG/BM=A}}$ ou $N_{\text{BG/BM=M}}$ ainda são encontrados. O período AP teve seu início na primeira data que pelo menos uma massa apresenta $N_{\text{BG/BM=B}}$ antecedida por seis semanas de inatividade e termina na semana anterior ao início de PI. O período DP se inicia no pós-chuva na primeira data em que $N_{\text{BG/BM=A}}$ ou $N_{\text{BG/BM=M}}$ não são encontrados em nenhuma das massas, e termina na última data em que $N_{\text{BG/BM}} > 0$ sucedida de três semanas de $N_{\text{BG/BM=0}}$.

Quanto aos resultados da avaliação o grau de desestruturação das massas fecais (GD) os períodos foram definidos tomando como referência apenas GD em nível alto ($N_{\text{GD=A}}$). O período PI se inicia na primeira data em que pelo menos uma massa avaliada apresenta $N_{\text{GD=A}}$, e encerra, já no pós chuva, na semana que antecede a primeira data em que $N_{\text{GD=A}} = 0$. O período AP teve seu início seis semanas antes de PI e termina na semana anterior ao início de PI. O período DP se inicia no pós-chuvas na primeira data em que $N_{\text{GD=A}} = 0$, e se encerra seis semanas após esta data.

Tabela 1. Datas do início e final dos períodos de atividades dos paracoprídeos, definidos para as análises diretas e indiretas nos diferentes anos. AP- período antes do pico; PI- período pico; DP- período depois do pico.

	ano 1 (2010 - 2011)			seca	ano 2 (2011 - 2012)		
	AP	PI	DP		AP	PI	DP
luminosa	08.ago.2010	28.out.2010	14.abr.2011	03.jun.2011	02.set.2011	28.out.2011	30.mar.2012
	21.out.2010	08.abr.2011	27.mai.2011	26.ago.2011	22.out.2011	23.mar.2012	27.abr.2012
pitfall	08.ago.2010	07.out.2010	08.abr.2011	20.mai.2011	12.ago.2011	30.set.2011	06.abr.2012
	30.set.2010	01.abr.2011	13.mai.2011	05.ago.2011	23.set.2011	30.mar.2012	27.abr.2012
BG/BM	08.ago.2010	30.set.2010	20.abr.2011	27.mai.2011	19.ago.2011	22.set.2011	29.mar.2012
	23.set.2010	13.abr.2011	20.mai.2011	12.ago.2011	15.set.2011	23.mar.2012	27.abr.2012
GDA	19.ago.2010	30.set.2010	21.abr.2011	03.jun.2011	19.ago.2011	30.set.2011	08.mar.2012
	23.set.2010	14.abr.2011	27.mai.2011	12.ago.2011	23.set.2011	02.mar.2012	12.abr.2012

3.6. Análises estatísticas

Os dados obtidos nas avaliações do grau de desestruturação e da ocorrência de besouros nas massas fecais foram transformados em frequências para serem analisados. Assim, os totais de besouros paracoprídeos coletados nas armadilhas luminosa e pitfall, e as frequência das avaliações indiretas (GD e ocorrência) foram comparados estatisticamente, para verificar se existe um suporte matemático para a delimitação dos períodos de atividade. Os dados de pluviosidade obtidos também foram submetidos à análises para a comprovação matemática da existência dos períodos de chuvas anteriormente definidos. Todos os dados obtidos foram transformados em médias para as análises, e as médias foram transformadas em $\sqrt{(x+0.5)}$ para a remoção da heteroscedasticidade (Phillips & Hansen, 1990). As comparações estatísticas foram realizadas através da análise de variância e teste de comparação de médias (teste de Tukey, PROC GLM; SAS Institute, 1990).

Para a verificação da existência de um atraso na resposta dos besouros coprófagos à armadilha luminosa no período AP determinou-se que: 1- a observação de BG e BM é a avaliação que melhor expressa a atividade dos besouros em campo; 2- para a realização das análises utilizou-se as frequências alta e média de BG e BM agrupadas ($\text{freq}_{\text{BG/BM=A}}$) e a frequência baixa de BG e BM ($\text{freq}_{\text{BG/BM=B}}$); 3- comparação dos valores dos coeficientes de determinação (r^2) e verificar qual tem a maior relação com a $\text{freq}_{\text{BG/BM}}$.

As análises para comparar a atividade dos besouros coprófagos no período AP nos diferentes métodos de avaliação foram realizadas de forma indireta, pois os métodos de avaliação são distintos então devem ser comparados indiretamente. As frequências de BG e BM foram transformadas em raiz ($\sqrt{\text{freq}_{\text{BG/BM}}}$) para análises. As comparações indiretas no período AP, para a obtenção dos valores de r^2 , foram realizadas através da análise de regressão múltipla *stepwise* (PROC REG; SAS Institute, 1990).

4. Resultados

4.1. Avaliação direta

4.1.1. Scarabaeidae coprófagos coletados

Foram capturadas nas armadilhas pitfall e luminosa 37 espécies de Scarabaeidae coprófagos, distribuídas em 17 gêneros, compreendendo os três hábitos de nidificação.

No total 19.022 besouros coprófagos foram capturados, sendo que deste total, 9.089 foram capturados em armadilha luminosa e 9.933 indivíduos capturados em armadilhas pitfall (Tabela 2).

Nas análises estatísticas para avaliar a abundância de besouros nos diferentes períodos apenas as seguintes espécies paracoprídeas mais abundantes coletadas nos dois tipos de armadilhas (luminosa e pitfall) foram utilizadas: *Dichotomius bos* (Blanchard, 1846), *Dichotomius nisus* (Olivier, 1789), *Digitonthophagus gazella* (Fabricius, 1787) e *Ontherus appendiculatus* (Mannerheim, 1829).

4.1.2. Resposta dos Scarabaeidae ao atrativo físico

Foram coletadas 28 espécies de besouros coprófagos na armadilha luminosa com predominância de espécies endocoprídeas (71%). Os endocoprídeos estão representados pelos gêneros *Agamopus*, *Ataenius*, *Flechtmanniela*, *Genieridium*, *Labarrus*, *Nialaphodius*, *Platytomus* e *Trichillum*. Os paracoprídeos pelos gêneros *Dichotomius*, *Digitonthophagus* e *Ontherus*, e os telecoprídeos apenas pelo gênero *Canthon* (Tabela 2).

Os períodos de atividade foram definidos de duas formas, em função de $freq_{BG/BM}$ referencial que mais se aproxima do comportamento real dos insetos no campo ($ref_{BG/BM}$) e também em função da captura da armadilha luminosa, o referencial testado (ref_L) (Tabela 1).

As análises realizadas baseando-se em ref_L mostram que de forma geral os resultados são similares para ambos os anos, onde os besouros paracoprídeos foram mais abundantemente coletados no período PI que nos outros períodos que por sua vez não diferiram entre si. No ano 2 as abundâncias de PI e DP não diferiram estatisticamente entre si entretanto ambas foram superiores a AP (Tabela 3).

Os dados de coleta da armadilha luminosa quando submetidos a análises baseando-se em $ref_{BG/BM}$ revelaram resultados distintos para cada ano. No ano 1 a abundância de paracoprídeos coletados em armadilha luminosa no período PI foi significativamente superior a AP e a diferenciação estatística com DP não ocorreu. No ano 2 as médias de abundância para os três períodos de atividade dos paracoprídeos não apresentaram diferenças significativas entre si (Tabela 3).

4.1.3. Resposta dos Scarabaeidae ao atrativo químico

Foram coletados 29 espécies de besouros coprófagos nas armadilhas pitfall iscadas com um maior número de espécies paracoprídeas (55%). Os paracoprídeos estão representados pelos gêneros *Coprophanaeus*, *Diabroctis*, *Dichotomius*, *Digitonthophagus*, *Ontherus* e *Phanaeus*. Os endocoprídeos estão representados pelos gêneros *Agamopus*, *Ataenius*, *Genieridium*, *Labarrus*, *Nialaphodius*, *Platytomus* e *Trichillum* e os telecoprídeos pelos gêneros *Canthon* e *Deltochilum*

(Tabela 2).

Os resultados das análises realizadas baseando-se em ref_L mostraram que a abundância nos diferentes períodos apresentou padrões distintos para cada ano. No ano 1, em ambos os dias de coleta, a abundância nos períodos AP e PI foi estatisticamente igual e superior a de DP. No ano 2 e no dia 1 a abundância de paracoprídeos coletados no período PI foi significativamente superior as observadas em AP e DP que não diferiram entre si. No dia 7, do ano 2, o número de insetos capturados no período PI foi significativamente superior a AP, mas não diferiu de DP (Tabela 4).

As análises realizadas baseando-se em $ref_{BG/BM}$ revelaram que durante o ano 1, e em ambos os dias, a abundância de paracoprídeos coletados nas armadilhas pitfall no período PI foi significativamente maior a AP e DP, que não diferiram entre si. Durante o ano 2, no dias 1, a abundância de insetos em PI foi significativamente superior a AP mas, não diferiu de DP. No dia 7 do ano 2 o número de paracoprídeos coletados em PI e DP foi estatisticamente e igual e superior ao apresentado por AP (Tabela 4).

Nas análises para comparar a abundância de paracoprídeos capturados em armadilhas pitfall entre os dias de coleta de cada semana dentro dos períodos, onde os períodos foram definidos baseando-se em $ref_{BG/BM}$, e anos. Os resultados das análises revelaram que de uma forma geral, a abundância de insetos coletados dentro de cada dia de coleta se mostrou igual nos diferentes períodos. No entanto, no período PI do ano 1 a abundância no dia 1 foi significativamente superior a do dia 7 (Tabela 5).

4.2. Avaliação indireta

4.2.1. Avaliação do grau de desestruturação das massas fecais

Os resultados das análises realizadas para verificar a frequência de ocorrência dos diferentes níveis de GD ($freq_{GD}$) mostraram que nos períodos de menor atividade (AP e DP), baseando-se tanto em ref_L quanto em $ref_{BG/BM}$, $freq_{GD}=B$ foi significativamente superior aos outros níveis em ambos os anos e dias. No período DP do ano 2 $freq_{GD}=M$ foi significativamente maior que $freq_{GD}=A$ em ambos os dias, porém no ano 1, para os dois dias, $freq_{GD}=A$ e $freq_{GD}=M$ foram iguais nos períodos de menor

atividade (Tabela 6).

Os resultados também são bastante similares no período PI do ano 1; nos dias 1 e 7, $freq_{GD}=A$ e $freq_{GD}=B$ foram estatisticamente iguais e superiores a $freq_{GD}=M$. No período PI do ano 2, em ambos os dias, $freq_{GD}=B$ foi significativamente superior a $freq_{GD}=A$ e $freq_{GD}=M$ que não diferiram entre si. Porém, no dia 7 do ano 2, com base em ref_L , $freq_{GD}=B$ não diferiu estatisticamente de $freq_{GD}=A$ (Tabela 6).

As análises para comparar $freq_{GD}$ entre os dias de avaliação de cada semana dentro dos períodos, tais períodos definidos a partir de $ref_{BG/BM}$, e anos revelaram não haver diferenças estatísticas entre as avaliações feitas dentro de cada dia ($\alpha > 0,05$; resultados não mostrados).

4.2.2. Avaliação da frequência de besouros pequenos

As análises estatísticas realizadas para avaliar a frequência de ocorrência de BP ($freq_{BP}$) nas massas fecais de bovinos revelam $freq_{BP}=B$ foi superior estatisticamente aos outros níveis (A, M e B) em todos os períodos baseando-se em ref_L e $ref_{BG/BM}$. Nos períodos de menor atividade (AP e DP) $freq_{BP}=B$ é superior aos outros três níveis que não diferem entre si, com exceção no DP do ano 2 no dia 1, baseado em ref_L , onde $freq_{BP}=0$ é significativamente inferior a $freq_{BP}=A$ e $freq_{BP}=M$. No período de maior atividade (PI) $freq_{BP}=0$ sempre foi inferior a $freq_{BP}=A$ e $freq_{BP}=M$ (Tabela 7).

As análises para comparar $freq_{BP}$ entre os dias de avaliação de cada semana dentro dos períodos, tais períodos baseados em $ref_{BG/BM}$, e anos revelaram não haver diferenças estatísticas entre as avaliações feitas dentro de cada dia ($\alpha > 0,05$; resultados não mostrados).

4.2.3. Avaliação da frequência de besouros médios

Os resultados obtidos nas análises para avaliar a frequência de ocorrência de BM ($freq_{BM}$) revelam que de uma forma geral nos períodos de menor atividade (AP e DP) $freq_{BM}=0$ é significativamente superior aos outros níveis (A, B e M). No período de maior atividade (PI) $freq_{BM}$ não mostrou uma tendência definida como em AP e DP (Tabela 8).

Nos períodos definidos a partir de ref_L no PI do ano 1, no dia 1, $freq_{BM}=B$ foi

significativamente superior a $\text{freq}_{\text{BM}}=\text{A}$, $\text{freq}_{\text{BM}}=\text{M}$ e $\text{freq}_{\text{BM}}=0$ que por sua vez não diferiram entre si. No dia 7 do ano 1 $\text{freq}_{\text{BM}}=\text{B}$ foi significativamente superior a $\text{freq}_{\text{BM}}=\text{M}$, e estatisticamente similar a $\text{freq}_{\text{BM}}=\text{A}$ e $\text{freq}_{\text{BM}}=0$. No período PI do ano 2, para ambos os dias, $\text{freq}_{\text{BM}}=\text{B}$ e $\text{freq}_{\text{BM}}=0$ foram estatisticamente iguais e superiores a $\text{freq}_{\text{BM}}=\text{M}$, e $\text{freq}_{\text{BM}}=\text{A}$ não foi diferente de $\text{freq}_{\text{BM}}=\text{B}$ $\text{freq}_{\text{BM}}=0$ e nem de $\text{freq}_{\text{BM}}=\text{M}$ (Tabela 8).

As análises realizadas tomando como base $\text{ref}_{\text{BG/BM}}$ mostraram que no período PI, nos anos 1 e 2 no dia 1, $\text{freq}_{\text{BM}}=\text{B}$ foi significativamente superior a $\text{freq}_{\text{BM}}=\text{A}$ e $\text{freq}_{\text{BM}}=\text{M}$, e similar a $\text{freq}_{\text{BM}}=0$. No dia 7 do ano 1, no período PI, a $\text{freq}_{\text{BM}}=0$ não diferiu estatisticamente de $\text{freq}_{\text{BM}}=\text{A}$ e $\text{freq}_{\text{BM}}=\text{B}$, sendo superior apenas a $\text{freq}_{\text{BM}}=\text{M}$. No ano 2 e no dia 7 $\text{freq}_{\text{BM}}=0$ e $\text{freq}_{\text{BM}}=\text{B}$ foram estatisticamente iguais e superiores a $\text{freq}_{\text{BM}}=\text{A}$ e $\text{freq}_{\text{BM}}=\text{M}$ (Tabela 8).

As análises para comparar freq_{BM} entre os dias de avaliação de cada semana dentro dos períodos, estes baseados em $\text{ref}_{\text{BG/BM}}$, e anos revelaram não haver diferenças estatísticas entre as avaliações feitas dentro de cada dia ($\alpha > 0,05$; resultados não mostrados).

4.2.4. Avaliação da frequência de besouros grandes

Os resultados das análises realizadas para verificar as diferentes frequências de ocorrência BG (freq_{BG}) entre os diferentes períodos mostraram que, durante os períodos de menor atividade (AP e DP) a $\text{freq}_{\text{BG}}=0$ foi significativamente superior aos outros níveis em ambos os anos, dias e referenciais ($\text{ref}_{\text{BG/BM}}$ e ref_{L}) (Tabela 9).

As análises realizadas tomando como base ref_{L} mostraram que: no período PI do ano 1, no dia 1, $\text{freq}_{\text{BG}}=\text{A}$ e $\text{freq}_{\text{BG}}=\text{B}$ foram estatisticamente superiores a $\text{freq}_{\text{BG}}=\text{M}$, e similares a $\text{freq}_{\text{BG}}=0$. No dia 7 do ano 1, no período PI, $\text{freq}_{\text{BG}}=\text{A}$, $\text{freq}_{\text{BG}}=\text{B}$ e $\text{freq}_{\text{BG}}=0$ foram estatisticamente iguais e superiores a $\text{freq}_{\text{BG}}=\text{M}$. Os resultados obtidos no PI do dia 7 no ano 1 se repetem no período PI do ano 2 em ambos os dias (Tabela 9).

Utilizando os períodos definidos a partir de $\text{ref}_{\text{BG/BM}}$ os resultados das análises revelaram que no período PI do ano 1, em ambos os dias, $\text{freq}_{\text{BG}}=\text{A}$ e $\text{freq}_{\text{BG}}=0$ foram estatisticamente similares a $\text{freq}_{\text{BG}}=0$, porém foram superiores a $\text{freq}_{\text{BG}}=\text{M}$. No período PI do ano 2 as $\text{freq}_{\text{BG}}=\text{A}$, $\text{freq}_{\text{BG}}=\text{B}$ e $\text{freq}_{\text{BG}}=0$ foram estatisticamente iguais e superiores a $\text{freq}_{\text{BG}}=\text{M}$ em ambos os dias (Tabela 9).

As análises para comparar $freq_{BG}$ entre os dias de avaliação de cada semana dentro dos períodos, os períodos foram baseados em $ref_{BG/BM}$, e anos revelaram não haver diferenças estatísticas entre as avaliações feitas dentro de cada dia ($\alpha > 0,05$; resultados não mostrados).

4.3. Resultados da análise de regressão múltipla

As análises de regressão foram realizadas em separado para os besouros paracoprídeos capturados nos diferentes tipos de armadilhas (luminosa e pitfall) e para a avaliação de GD. As análises tiveram como intuito tentar explicar qual dos métodos de avaliação empregados no estudo mais se aproxima do referencial adotado como mais próximo da real atividade dos besouros coprófagos em campo ($freq_{BG/BM}$).

Os resultados das coletas de paracoprídeos coletados em armadilha luminosa no período AP mostraram que nenhuma variável apresentou nível de significância a 15% que justificasse a entrada no modelo. Desta forma as capturas de besouros pela armadilha luminosa não explicam os resultados apresentados em $freq_{BG/BM}$ (Tabela 10).

Os resultados da regressão mostraram que a captura nas armadilhas pitfall no período AP explicam significativamente os resultados obtidos pela $freq_{BG/BM}$. Aparentemente as variáveis que melhor explicam a atividade dos insetos em relação às armadilhas pitfall foram, no ano 1 $freq_{BG/BM=A}$ e no ano 2 a união de $freq_{BG/BM=A}$ e $freq_{BG/BM=B}$ (Tabela 10).

As frequências de GD em nível alto e médio ($N_{GD=A+M}$) e baixo ($N_{GD=B}$) no período AP na análise de regressão múltipla exibiram os maiores valores de r^2 . No período AP do ano 1 a equação de regressão apresentou ajuste perfeito e o coeficiente de determinação alcançou o valor máximo, tanto para $N_{GD=A+M}$ quanto para $N_{GD=B}$, indicando que tais avaliações durante o ano 1 explicam muito significativamente os resultados da $freq_{BG/BM}$. No AP do ano 2 a variável que exibiu maior influência sobre $N_{GD=A+M}$ e $N_{GD=B}$ foi $freq_{BG/BM=B}$ explicando significativamente os resultados obtidos em $freq_{BG/BM}$ (Tabela 10).

4.4. Períodos de precipitação pluvial

As análises mostram que os períodos foram distintos entre si, onde, no período chuva houve uma média significativamente superior de precipitação pluvial em comparação aos períodos pré-chuva e pós-chuva, que por sua vez não diferiram entre si (Tabela 11).

5. Discussão

Os resultados das avaliações comprovaram a existência de três períodos nítidos de atividade dos paracoprídeos em campo (AP, PI e DP). Tal fato é demonstrado pelos resultados das avaliações diretas e indiretas. O período antes do pico compreendeu o início das atividades dos escarabeídeos após um período de inatividade, este coincidente ou não com o início das chuvas. O período pico compreendeu a maior atividade dos besouros em todos os métodos de avaliação e ocorreu nos intervalos com as maiores precipitações pluviais (período chuva). A relação positiva entre precipitação pluvial e abundância e diversidade de Scarabaeidae coprófagos já foi observada na região do estudo (Flechtmann et al., 1995a) e em outras regiões (Nakkar, 2010; Andresen, 2005; Davis, 1996; Davis, 1987). No período depois do pico as chuvas apresentam um decréscimo significativo e os insetos uma diminuição na atividade, indicando talvez que os insetos estão se preparando para um período de inatividade. Edwards (1988) relatou que após a reprodução alguns indivíduos de *Kheper nigroaeneus* (Boheman) (Scarabaeinae) podem cessar suas atividades em campo, entrando em diapausa. Para a comunidade local de Scarabaeidae não se sabe o que realmente ocorre durante o período de inatividade destes insetos em campo. Acredita-se que os besouros coprófagos para- e telecoprídeos existentes na área do experimento entrem em estivação durante o período de inatividade (Flechtmann, dados não publicados).

A resposta dos besouros coprófagos à luz apresentou um período de pico com atraso de 5 a 6 semanas em relação a $freq_{BG/BM}$ (Figura 4; Tabela 1). Baseando-se na suposição de que $freq_{BG/BM}$ é o indicativo correto da atividade dos insetos, a partir de tais resultados é possível afirmar que a resposta à luz nos Scarabaeidae coprófagos ocorreu de forma tardia no período de atividade destes insetos em campo. Os resultados das coletas da armadilha luminosa não refletem portanto os

períodos definidos por $freq_{BG/BM}$. Isto pôde ser observado através da falta de uma definição clara dos períodos de atividade quando os dados de coleta são analisados a partir de $ref_{BG/BM}$ (Tabela 3). Os baixos valores de r^2 obtidos na análise de regressão também indicaram uma falta de relação entre os períodos da armadilha luminosa e os da atividade real dos besouros em campo (Tabela 10).

A armadilha luminosa apresentou um período de pico definido, porém mais curto e tardio que os outros métodos de avaliação. O atraso observado para o período de pico talvez possa ser explicado por diferentes hipóteses: 1 - os besouros exibem vôos mais curtos no período inicial das atividades; ou 2 - os besouros apresentam uma resposta menor ao atrativo físico luz.

Durante o início da atividade em campo os besouros coprófagos realizam vôos mais curtos talvez por estarem sexualmente imaturos. A maturação sexual exibe grande influência na atividade de vôo dos insetos. Isto fica claro nas espécies *Heteronychus arator* (Fabricius) (Scarabaeidae) (Mercer & King, 1976), *Phytalus sanctipauli* Blanchard (Scarabaeidae) (Diefenbach et al., 1998) e *Phyllophaga cuyabana* (Moser) (Scarabaeidae) (Oliveira & Garcia, 2003), onde a atividade de vôo ocorre apenas após a completa maturação sexual, onde a maturação ocorre alguns meses após a emergência dos adultos. Outro fator que pode influenciar na duração e distância dos vôos pode ser o acúmulo de lipídios. O vôo é uma atividade que exige um grande gasto energético e assim um alto consumo de moléculas capazes de fornecer a energia necessária (Auerswald & Gäde, 2000; Dudley, 2000). Diefenbach et al. (1998) observaram que *P. sanctipauli* somente após alguns meses de atividade apresentam um grande acúmulo de lipídios. Algumas espécies do gênero *Gryllus* (Gryllidae) apresentam em suas populações indivíduos geneticamente propensos a realizar vôos mais longos; nestes indivíduos o conteúdo de lipídios é muito grande (Zera & Denno, 1997).

O pico tardio na armadilha luminosa talvez possa ser justificado porque os besouros no início das suas atividades apresentam uma resposta menor à luz. A menor atratividade à luz pode também estar relacionada ao estágio fisiológico do inseto. Um exemplo claro da relação entre estágio fisiológico e fototaxia pode ser observado em *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae), onde os indivíduos sexualmente maduros respondem em maior percentagem à luz quando comparados a indivíduos não maduros; que tendem a permanecer nas plantas hospedeiras ao invés de voar em direção à luz; nestes, ainda é possível observar que indivíduos sexualmente maduros exibem vôos de maior duração, e os não maduros apresentam vôos curtos (Blackmer & Byrne,

1993). Outro fato interessante foi observado por Byrne et al. (2013) em estudo com *B. tabaci*; os insetos quando voam atraídos por fontes alimentares exibem vôos curtos porém, quando atraídos pela luz UV, realizam vôos longos. Talvez no início das atividade em campo os besouros coprófagos relizem apenas vôos curtos, buscando por alimentos, por apresentarem necessidade de acúmulo de energia, e também por apresentarem uma atratividade reduzida ao atrativo físico luz.

O pico tardio dos Scarabaeidae em relação à armadilha luminosa talvez possa ainda ser explicado por uma outra hipótese, a de que os besouros exibem uma necessidade primaria de se alimentar, e assim acumular reservas energéticas de antes de realizarem vôos longos.

As avaliações que utilizaram o atrativo químico (alimento) como referência mostraram melhor a atividade dos besouros coprófagos em campo. Os resultados obtidos nas análises estatísticas (Tabelas 4, 6, 8 e 9) e na análise de regressão múltipla (Tabela 10) mostraram que, tanto as análises de massas fecais como as coletas das armadilhas pitfall foram bastante relacionadas com $freq_{BG/BM}$. As avaliações indiretas e a captura das armadilhas pitfall apresentaram as datas de início e término dos períodos de atividade muito similares (Figura 4; Tabela 1). No entanto, a captura de paracoprídeos nas armadilhas pitfall em relação a $freq_{BG/BM}$ exibiu um pequeno atraso de uma a duas semanas. Uma possível explicação para tal atraso na resposta é que, após um período de inatividade, o acúmulo de massas fecais no pasto represente uma maior competição de odores em relação às pitfall, e com o decorrer da atividade dos Scarabaeinae as massas acumuladas diminuem e as armadilhas pitfall iniciam suas capturas.

A partir dos resultados obtidos, sugere-se que no início da estação chuvosa a atividade inicial dos insetos é concentrada na alimentação. Nas avaliações, diretas e indiretas, que utilizaram como base a atratividade dos Scarabaeinae pelo recurso alimentar o pico de abundância foi observado em período mais cedo que na armadilha luminosa, talvez pela necessidade alimentar exigida no início das atividades. O pico exibido por essas avaliações é influenciado por vôos triviais, que são vôos curtos e orientados pelo olfato (Schneider, 1962). Os besouros talvez se utilizem desta fase alimentar para acumular energia e alcançar pleno desenvolvimento, fatores necessários para desempenhar atividades futuras como reprodução e dispersão. A fase alimentar pôde ser observada em algumas espécies de Scarabaeidae coprófagos, e para estes insetos esta fase está relacionada a maturação sexual. Os besouros *Scarabeus* e *Kheper* antes de completarem a maturação sexual apresentam uma

fase alimentar (Halffter et al, 2011). Halffter & Edmonds (1982) relatam que *Phanaeus* emergem na estação seca e esperam as primeiras chuvas nas galerias onde nasceram antes de cavar até a superfície; após emergirem do solo alimentam-se com alta voracidade até alcançarem a maturação sexual. A maturação sexual após uma fase inicial alimentar também foi observada em *Dasylepida ishigakiensis* (Nijima & Kinoshita) (Scarabaeidae) (Fujiwara-Tsujii et al., 2011) e *Cephalodesmus armiger* (Scarabaeinae) Westwood (López-Guerrero, 1995).

A fase alimentar inicial é importante para os insetos não somente pela maturação sexual, porém também é fisiologicamente importante para o desenvolvimento corpóreo e acúmulo de reservas. A fase alimentar influencia grandemente o acúmulo de lipídios e no desenvolvimento dos músculos alares em algumas espécies de *Tuberculatus* (Aphididae) (Yao & Katagiri, 2011). Em *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Chrysomelidae) o completo desenvolvimento dos músculos alares e a esclerotização dos élitros não ocorre antes do período inicial de alimentação (Alyokhin et al., 1999).

A falta de um período de alimentação inicial pode representar riscos aos insetos, principalmente quanto à reprodução. *Dendroctonus ponderosae* Hopkins (Curculionidae Scolytinae), quando submetido a restrição alimentar, apresenta diminuição no tamanho e no número de ovos, e a falta de alimentação pode também influenciar na dispersão e na localização de árvores hospedeiras (Elkin & Reid, 2005). Wenninger & Averill (2006), em estudo realizado com Scarabaeidae, relataram que a fecundidade, o número de ovos produzidos e o tempo de vida são proporcionais ao tamanho da fêmea e ao seu conteúdo de gordura corporal da mesma. Tais fatos deixam claro que o período alimentar dos insetos é de vital importância, não somente para a sua manutenção, mas também para a produção de uma prole saudável.

Os resultados da análise para comparar a abundância de paracoprídeos capturados em armadilhas pitfall entre os dias de coleta de cada semana revelaram que a abundância se mostrou similar para ambos intervalos de coleta (Tabela 5). As coletas realizadas com as armadilhas pitfall iscadas durante um dia (dia 1) expressaram corretamente a atividade dos insetos nos períodos de atividade.

A forma e a periodicidade do voo dos insetos são moduladas por vários fatores ambientes e fisiológicos como por exemplo intensidade luminosa, temperatura, umidade, período de atividade,

maturidade sexual, reservas energéticas e idade. Dessa forma, se torna impossível relacionar o comportamento de dispersão com apenas um só fator, visto que este comportamento é resultante de uma interação de fatores endógenos e exógenos ao inseto (Lewis & Taylor, 1965). Assim, as duas hipóteses apresentadas anteriormente podem estar atuando conjuntamente.

6. Conclusões

Analisando os resultados obtidos durante o experimento, foi possível concluir que durante o início das suas atividades em campo os besouros apresentaram um atraso na resposta à armadilha luminosa, e no período final de atividade dos insetos não existiu um prolongamento desta resposta. Tais fatos indicam que a fototaxia ocorre de forma tardia na história de vida dos besouros coprófagos e que este comportamento não se estende após o término das atividades relacionadas ao atrativo alimentar.

Os besouros coprófagos na área de pastagem estudada apresentaram três períodos de atividade definidos os quais apresentam uma forte relação com a precipitação pluvial, onde o período de maior atividade ocorreu juntamente com as maiores chuvas.

A armadilha luminosa demonstrou não ser o método de avaliação mais indicado para estimar a atividade dos Scarabaeidae coprófagos em campo. Os Scarabaeinae tiveram sua atividade melhor demonstrada pelas avaliações que envolveram o uso da massa fecal.

A frequência de ocorrência de besouros grandes e médios ($freq_{BG/BM}$) foi a avaliação que mais se aproximou da real atividade dos insetos em campo, aliado ao fato de ser a forma relativamente mais fácil de avaliar a performance dos besouros em campo.

As coletas com as armadilhas pitfall iscadas com massa fecal bovina não diferiram em função dos dias de coleta em campo, deixando claro que a abundância, diversidade e composição de besouros podem ser satisfatoriamente demonstradas tanto em coletas com intervalo de um ou de seis dias.

7. Referências bibliográficas

Alyokhin, A.; Ferro, D.N.; Hoy, C.W.; Head, G. 1999. Laboratory Assessment of Flight Activity Displayed by Colorado Potato Beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) Fed on Transgenic and Cry3a Toxin-Treated Potato Foliage. *Journal of Economic Entomology*, 92(1): 115-120.

Andresen, E. 2005. Effects of season and vegetation type on community organization of dung beetles in a tropical dry forest. *Biotropica*, 37(2): 291-300.

Auerswald, L.; Gäde, G. 2000. Metabolic aspects of flight in the dung beetle *Pachylomerus femoralis* (Kirby)(Coleoptera: Scarabaeidae). *African Entomology*, 8(2): 1-7.

Bang, H.S., J.H. Lee, O.S. Kwon, Y.E. Na, Y.S. Jang & W.H. Kim. 2005. Effects of paracoprid dung beetles (Coeloptera: Scarabaeidae) on the growth of pasture herbage and on the underlying soil. *Applied Soil Ecology*, 29(2): 165-171.

Bishop, A.L.; McKenzie, H.J.; Spohr, L.J.; Barchia, I.M. 2005. Interactions between dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) and the arbovirus vector *Culicoides brevitarsis* Kieffer (Diptera: Ceratopogonidae). *Australian Journal of Entomology*, 44(2):89-96.

Blackmer, J.L.; Byrne, D.N. 1993. Environmental and physiological factors influencing phototactic flight of *Bemisia tabaci*. *Physiological Entomology*, 18(4): 336-342.

Bornemissza, G.E. 1976. The Australian dung beetle project 1965-1975. *Australian Meat Research Committee*, 30(15): 1-30

Byrne, D.N.; Isaacs, R.; Veenstra, K.H. 2013. Local dispersal and migration by insect pests and their importance in IPM strategies. *In*: E. B. Radcliffe, W. D. Hutchison & R. E. Cancelado [eds.], Radcliffe's IPM World Textbook, URL: <http://ipmworld.umn.edu>, University of Minnesota, St. Paul, MN.

Chambers, J.C; MacMahon, J.A. 1994. A day in the life of a seed: Movements and fates of seeds and their implications for natural and managed systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 25: 263-292.

Damião, J.O; Hernandez, F.B.T.; Santos, G.O.; Zocoler, J.L. 2010. Balanço hídrico da região de Ilha Solteira, noroeste paulista. CONIRD- Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, Uberaba/MG.

Davis, A.L.V. 1987. Geographical distribution of dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) and their seasonal activity in south-western Cape Province. *Journal of Entomological Society of Southern Africa*, 50(5): 275-285.

Davis, A.L.V. 1996. Diel and seasonal community dynamics in an assemblage of coprophagous, Afrotropical, dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae *s. str.*, Aphodiidae, and Staphylinidae: Oxytelinae). *Journal of African Zoology*, 110(4): 291-308

Davis, A.L.V.; Scholtz, C.H. 2001. Historical vs. ecological factors influencing global patterns of scarabaeine dung beetle diversity. *Diversity and Distributions*, 7(4): 161-174.

Diefenbach, L.M.G.; Redaelli, L.R.; Gassen, D.N. 1998. Characterization of the internal reproductive organs and their state as diapause indicator in *Phytalus sanctipauli* Blanchard, 1850 (Coleoptera: Scarabaeidae). *Revista Brasileira de Biologia*, 58(3): 541-546.

Dingle, H. 1996. *Migration: The biology of life on the move*. Oxford University Press, 481 pp.

Dingle, H.; Drake, V.A. 2007. What is migration?. *BioScience*, 57(2): 113-121.

Doube, B.M. 1990. A functional classification for analysis of the structure of dung beetle assemblages. *Ecological Entomology*, 15(1): 371-383.

Dudley, R. 2000. *The Biomechanics of Insect Flight: form, function, evolution*. Princeton University Press, 318 pp.

Edwards, P.B. 1988. Field ecology of a brood-caring dung beetle *Kheper nigroaeneus* habitat predictability and life history strategy. *Oecologia*, 75(4): 527-534.

Elkin, C.M.; Reid, M.L. 2005. Low energy reserves and energy allocation decisions affect reproduction by mountain pine beetles, *Dendroctonus ponderosae*. *Functional Ecology*, 19(1): 102-109.

Errouissi, F.; Labidi, I.; Nouria, S. 2009. Seasonal occurrence and local coexistence within scarabaeid dung beetle guilds (Coleoptera: Scarabaeoidea) in Tunisian pasture. *European Journal of Entomology*, 106(1): 85-94.

Fincher, G. T. 1973. Dung Beetles as Biological Control for Gastrointestinal Parasites of Livestock. *The Journal of Parasitology*, 59(2): 396-399.

Flechtmann, C. A. H.; Rodrigues, S. R.; Couto, H. T. Z. 1995a. Controle biológico da mosca-dos-chifres (*Haematobia irritans irritans*) em Selvíria, Mato Grosso do Sul. 4. Comparação entre métodos de coleta de besouros coprófagos (Scarabaeidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 39(2): 259-276.

Flechtmann, C.A.H.; Rodrigues, S.R.; Seno, M.C.Z. 1995b. Controle biológico da mosca-dos-chifres (*Haematobia irritans*) em Selvíria/MS. 1. Metodologia de seleção. *Revista Brasileira de*

Entomologia, 39(1): 1-11.

Fujiwara-Tsujii, N.; Yasui, H.; Wakamura, S.; Tanaka, S.; Arakaki, N. 2011. Determination of the amount of sex pheromone emitted by individual virgin females of the white grub beetle, *Dasylepida ishigakiensis* (Coleoptera:Scarabaeidae) at different stages of reproductive life. Applied Entomology and Zoology, 46(4): 527-532.

Gillard, P. 1967. Coprophagous beetles in pasture ecosystems. The Journal of Australian Institute of Agricultural Science 33(1): 30-34.

Halffter, G.; Edmonds, D. 1982. The Nesting Behavior of Dung Beetle (Scarabaeinae). An Ecological and Evolutive Approach: Man and Biosphere Program UNESCO, 177 pp.

Halffter, G.; Halffter, V.; Favila, M.E. 2011. Food reallocation and the nesting behavior in *Scarabeus* and *Kheper* (Coleoptera: Scarabaeinae). Acta Zoológica Mexicana, 27(2): 305-324.

Halffter, G.; Mathews, E.G. 1966. The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae). Folia Entomologica Mexicana, 12(14): 1-312.

Hanski, I.; Camberfort, Y. 1991. Dung Beetles Ecology. Princeton University Press, 481 pp.

Holter, P., Scholtz, C.H.; Wardhaugh, K.G. 2002. Dung feeding in adult scarabaeines (tunnellers and endocoprids): even large dung beetles eat small particles. Ecological Entomology, 27(2): 169-176.

Hughes, R.D. 1975. Assessment of the burial of cattle dung by Australian dung beetles. Journal of the Australian Entomological Society, 14(2): 129-134.

Johnson, C. G. 1969. Migration and dispersal of insects by flight. Methuen, 480 pp.

Kennedy, J.S. 1951. The migration of the desert locust (*Schistocerca gregaria* Forsk.). I. The behavior of swarms. II. A theory of long-range migrations. Philosophical Transactions of the Royal Society B, 235(625): 163- 290.

Koskela, H. 1979. Patterns of diel flight activity in dung-inhabiting beetles: an ecological analysis. Oikos, 33(3): 419-439.

Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B. Rubel, F. 2006. World Map of the Köppen - Geiger climate classification Updated. Meteorologische Zeitschrift, 15(3): 259-263.

Krantz, G.W. 1998. Reflections on the biology, morphology and ecology of the Macrochelidae. Experimental & Applied Acarology, 22(3): 125-137.

Lacerda, A.L.S; Lazarini, E.; Sá, M.E.; Valério Filho, W.V. 2005. Efeitos da dessecação de plantas de soja no potencial fisiológico e sanitário das sementes. Bragantia, 64(3): 447-457.

Larsen, T.H.; Lopera, A.; Forsyth, A. 2006. Extreme trophic and habitat specialization by peruvian dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). The Coleopterists Bulletin, 60(4): 315-324.

Lewis, T.; Taylor, L. R. 1965. Diurnal periodicity of flight by insects. Transactions of the Royal Entomological Society of London, 116(15): 393-438.

Lobo, J.M.; Martin-Piera, F.; Veiga, C.M. 1988. Las trampas pitfall con cebo, sus posibilidades en el estudio de las comunidades coprófagas de Scarabaeoidea (Col.). I. Características determinantes de su capacidad de captura. Revue D'Écologie et de Biologie du Sol, 25(1): 77-100.

López-Guerrero, Y. 1995. Development and Histology of the Ovary in *Cephalodesmius armiger* Westwood (Coleoptera:Scarabaeidae, Scarabaeinae). The Coleopterists Bulletin, 49(4): 332-342.

Macdonald, D.W.; Smith, H. 1990. Dispersal, dispersion and conservation in the agricultural ecosystem, pp. 18-64. *In*: R.G.H. Bunce; D.C. Howard [eds.], Species dispersal in agricultural habitats. Belhaven Press, 288 pp.

Mazkhin-Porshnyakov, G.A. 1960. Why insects fly to light by night. *Entomological Review*, 39(1): 32-36.

Mercer, C.F.; King, P.D. 1976. Ovarian development in black beetle, *Heteronychus arator* (Coleoptera : Scarabaeidae). *The New Zealand Entomologist*, 6(2): 165-170.

Miller, A. 1961. The mouth parts and digestive tract of adult dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae), with reference to their ingestion of helminth eggs. *The Journal of Parasitology*, 47(5): 735-744.

Mittal, I. 1993. Natural manuring and soil conditioning by dung beetles. *Tropical Ecology* 34(2): 150-159

Nakkar, N. 2010. Seasonal distribution and prevalence of dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) in Kurukshetra, Northern India. *Entomological Research*, 40(6): 298-303.

Nichols, E., Spector, S., Louzada, J., Larsen, T., Amezquita, S., M., Favila, M.E. 2008. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biological Conservation*, 141(6): 1461-1474.

Oliveira, L.J.; Garcia, M.A. 2003. Flight, feeding and reproductive behavior of *Phyllophaga cuyabana* (Moser) (Coleoptera: Melolonthidae) adults. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 38(2): 179-186.

Oliveira, V.H.F.; Souza, J.G.M.; Vaz-de-Mello, F.Z.; Neves, F.S.; Fagundes, M. 2011. Variação na

fauna de besouros rola-bosta (Coleoptera: Scarabaeinae) entre habitats de cerrado, mata seca e mata ciliar em uma região de transição cerrado - caatinga no norte de Minas Gerais. M.G. Biota, 4(4): 4-16.

Phillips, P.C.B.; Hansen, B.E. 1990. Statistical Inference in Instrumental Variables Regression with I(1) Processes. Review of Economic Studies, 58(1): 407-436.

Price, D.L. 2004. Species diversity and seasonal abundance of scarabaeoid dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae, Geotrupidae and Trogidae) attracted to cow dung in central New Jersey. Journal of the New York Entomological Society, 112(4): 334-347.

Price, D.L.; May, M.L. 2009. Behavioral ecology of *Phanaeus* dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae): Review and new observations. Acta Zoológica Mexicana, 25(1): 211-238

Ridsdill-Smith, T.J. 1993. Asymmetric competition in cattle dung between two species of *Onthophagus* dung beetle and the bush fly, *Musca vetustissima*. Ecological Entomology, 18(3): 241-246.

Ridsdill-Smith, T.J. & L. Hayles. 1989. Re-examination of competition between *Musca vetustissima* Walker (Diptera: Muscidae) larvae and seasonal changes in favourability of cattle dung. Journal of the Australian Entomological Society, 28(2): 105-111.

Roff, D.A; Fairbairn, D.J. 1991. Wing dimorphisms and the evolution of migratory polymorphisms among the Insecta. American Zoologist, 31(1):243–251.

SAS Institute. 1990. SAS/STAT user's guide, vol. 1. SAS Inst. Inc., Cary, NC.

Scholtz, C.H.; Davis, A.L.V.; Kryger, U. 2009. Evolutionary biology and conservation of dung beetles. Pensoft Publishers, 568 pp.

Schneider, F. Dispersal and migration. 1962. *Annual Review of Entomology*, 7: 223-242.

Southwood, T.R.E. 1962. Migration of terrestrial arthropods in relation to habitat. *Biological Reviews*, 37(2): 171-211

Stokstad, E. 2004. Loss of dung beetles puts ecosystems in deep Doo-Doo. *Science*, 305(5688): 1230-1231.

Welch, R.C. 1990. Dispersal of invertebrates in the agricultural environment, pp. 203-218. *In*: R.G.H. Bunce; D.C. Howard [eds.], *Species dispersal in agricultural habitats*. Belhaven Press, 288 pp.

Wenninger, E.J.; Averill, A.L. 2006. Effects of delayed mating on reproductive output of female oriental beetle *Anomala orientalis* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Agricultural and Forest Entomology*, 8(3): 221-231.

Yao, I.; Katagiri, C. 2011. Comparing wing loading, flight muscle and lipid content in ant-attended and non-attended *Tuberculatus* aphid species. *Physiological Entomology*, 36(4): 327-334.

Yokoyama, K., Kai, H., Koga, T., Aibe, T. 1991. Nitrogen mineralization and microbial populations in cow dung, dung balls and underlying soil affected by paracoprid dung beetles. *Soil Biology Biochemistry*, 23(7): 649-653.

Zera, A.J.; Denno, R.F. 1997. Physiology and ecology of dispersal polymorphism in insects. *Annual Review of Entomology*, 42: 207-230.

APÊNDICE A - TABELAS

Tabela 2. Total de Scarabaeidae coprófagos capturados em armadilhas pitfall e luminosa. Selvíria/MS, Fazenda da UNESP, pasto de *Urochloa decumbens*, agosto de 2010 a abril de 2012.

espécies	luminosa	pitfall
<i>Agamopus viridis</i> Boucomont, 1928	4	4
<i>Ataenius aequalis</i> Harold, 1880	150	54
<i>Ataenius complicatus</i> Harold, 1869	2	4
<i>Ataenius crenulatus</i> Schmidt, 1910	64	119
<i>Ataenius gracilis</i> (Melsheimer, 1844)	48	0
<i>Ataenius impiger</i> Schmidt, 1916	3	0
<i>Ataenius morator</i> Harold, 1869	5	3
<i>Ataenius opacipennis</i> Schmidt, 1910	72	0
<i>Ataenius picinus</i> Harold, 1867	6	0
<i>Ataenius platensis</i> (Blanchard, 1846)	128	250
<i>Ataenius puncticolis</i> (LeConte, 1868)	1	2
<i>Ataenius schmidti</i> Stebnicka, 2003	171	0
<i>Ataenius scutellaris</i> Harold, 1867	17	91
<i>Ataenius stercorator</i> (Fabricius, 1775)	6	0
<i>Ataenius strigicauda</i> Bates, 1887	30	0
<i>Ataenius vinacoensis</i> Stebnicka, 2006	13	48
<i>Ataenius sculptilis</i> Harold, 1878	0	140
<i>Canthon</i> sp. 1	1	23
<i>Coprophanaeus spitzii</i> Pessoa, 1934	0	115
<i>Deltochilum</i> sp. 1	0	2
<i>Dichotomius bos</i> (Blanchard, 1846)	116	2018
<i>Dichotomius carbonarius</i> Mannerheim, 1829	0	1
<i>Dichotomius glaucus</i> Harold, 1869	0	26
<i>Dichotomius nisus</i> (Olivier, 1789)	20	800
<i>Dichotomius semianeus</i> (Germar, 1829)	3	21
<i>Digitonthophagus gazella</i> (Fabricius, 1787)	417	1758

espécies	luminosa	pitfall
<i>Diabroctis mimas</i> (Linnaeus, 1758)	0	8
<i>Labarrus pseudolividus</i> (Balthasar, 1941)	6828	2868
<i>Flechtmanniela laticollis</i> Stebnicka, 2003	30	0
<i>Nialaphodius nigrita</i> (Fabricius, 1801)	69	338
<i>Ontherus appendiculatus</i> Mannerheim, 1829	19	190
<i>Onthophagus hirculus</i> Mannerheim, 1829	0	22
<i>Genieridium bidens</i> (Balthasar, 1938)	186	298
<i>Phanaeus kirbyi</i> Vigors, 1825	0	2
<i>Platytomus longulus</i> (Cartwright, 1948)	630	2
<i>Trichillum externepunctatum</i> Preudhorne de Borre, 1880	50	720
<i>Trichillum hirsutum</i> Boucomont, 1928	0	6
total	9089	9933

Tabela 3. Comparação de captura semanal de Scarabaeidae coprófagos paracoprídeos em armadilha luminosa entre diferentes períodos, para dois anos de coleta (ano 1: 8.ago.2010 a 29.jul.2011; ano 2: 11.ago.2011 a 27.abr.2012). Períodos foram definidos em função dos dados de captura da armadilha luminosa (ref_L) e da frequência de ocorrência de besouros paracoprídeos ($ref_{BG/BM}$). Selvíria/MS, Fazenda da UNESP, pasto de *Urochloa decumbens*.

ano	ref.	períodos		
		antes do pico	pico	depois do pico
1	ref_L	3,65±0,08b	6,28±0,38a	3,61±0,07b
	$ref_{BG/BM}$	3,60±0,06b	5,85±0,39a	4,43±0,54ab
2	ref_L	3,71±0,12b	6,89±0,50a	4,54±0,52ab
	$ref_{BG/BM}$	3,83±0,29a	6,28±0,49a	4,87±0,53a

* médias detransformadas de $\sqrt{(x+0,5)}$; médias seguidas de mesma letra, na mesma linha, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Tabela 4. Comparação das médias semanais de captura de Scarabaeidae coprófagos paracoprídeos em armadilhas pitfall para diferentes períodos e dias, para dois anos de coleta (ano 1: 8.ago.2010 a 29.jul.2011; ano 2: 11.ago.2011 a 27.abr.2012). Períodos foram definidos em função dos dados de captura da armadilha luminosa (ref_L) e da frequência de ocorrência de besouros paracoprídeos ($ref_{BG/BM}$). Selvíria/MS, Fazenda da UNESP, pasto de *Urochloa decumbens*.

ano	ref.	dia	períodos		
			antes do pico	pico	depois do pico
1	ref_L	1	10,21±2,92a	11,10±1,78a	0,04±0,04b
		7	9,36±2,95a	6,92±1,13a	0,00±0,00b
	$ref_{BG/BM}$	1	0,25±0,12b	14,88±1,99a	0,25±0,14b
		7	1,11±0,87b	9,95±1,54a	0,31±0,22b
2	ref_L	1	5,53±1,36b	8,85±0,95a	2,00±0,64b
		7	4,75±1,77b	9,62±1,25a	6,30±1,87ab
	$ref_{BG/BM}$	1	0,50±0,19b	8,35±0,83a	5,04±1,68ab
		7	0,67±0,28b	8,32±1,10a	10,42±2,48a

* médias detransformadas de $\sqrt{(x+0,5)}$; médias seguidas de mesma letra, na mesma linha, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 5. Comparação das médias semanais de captura de de Scarabaeidae coprófagos paracoprídeos em diferentes intervalos de coleta, um dia de intervalo de coleta (dia 1) e seis dias de intervalo de coleta (dia 7), em armadilhas pitfall entre períodos diferentes para dois anos de coleta (ano 1: 8.ago.2010 a 29.jul.2011; ano 2: 11.ago.2011 a 27.abr.2012). Períodos foram definidos em função dos dados da frequência de ocorrência de besouros paracoprídeos ($ref_{BG/BM}$). Selvíria/MS, Fazenda da UNESP, pasto de *Urochloa decumbens*.

ano	período	dias	
		1	7
1	antes do pico	0,25±0,12a	1,11±0,87a
	pico	14,88±1,99a	9,95±01,54b
	depois do pico	0,25±0,14a	0,31±0,22a
2	antes do pico	0,50±0,19a	0,67±0,28a
	pico	8,35±0,83a	8,32±1,10a
	depois do pico	5,04±1,68a	10,42±2,48a

* médias detransformadas de $\sqrt{(x+0,5)}$; médias seguidas de mesma letra, na mesma linha, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 6. Comparação das médias de frequências semanais dos níveis semanais de grau de desestruturação de massas fecais de bovinos (GD) para diferentes períodos e dias, e para dois anos de coleta (ano 1: 8.ago.2010 a 29.jul.2011; ano 2: 11.ago.2011 a 27.abr.2012). Períodos foram definidos em função dos dados de captura da armadilha luminosa (ref_L) e da frequência de ocorrência de besouros paracoprídeos ($ref_{BG/BM}$). Selvíria/MS, Fazenda da UNESP, pasto de *Urochloa decumbens*.

ano	ref.	dia	período	grau de desestruturação		
				A	M	B
1	ref_L	1	AP	2,62±4,10b	5,00±2,82b	92,38±4,44a
			PI	39,46±3,47a	22,44±1,47b	38,10±3,62a
			DP	0,41±0,41b	0,20±0,20b	99,39±0,61a
		7	AP	4,81±3,01b	4,16±3,34b	91,04±5,10a
			PI	38,80±2,98a	22,51±1,95b	38,69±3,21a
			DP	0,82±0,82b	0,82±0,61b	98,37±1,41a
	$ref_{BG/BM}$	1	AP	0,00±0,00b	0,00±0,00b	100,00±0,00a
			PI	39,46±3,47a	22,44±1,47b	38,10±3,62a
			DP	4,41±2,28b	4,11±2,66b	91,79±5,44a
		7	AP	0,00±0,00b	0,00±0,00b	100,00±0,00a
			PI	37,04±3,11a	21,38±2,23b	41,59±3,77a
			DP	3,57±2,46b	4,64±2,60b	91,79±4,94a
2	ref_L	1	AP	5,54±3,57b	6,04±2,92b	88,74±6,40a
			PI	30,71±4,29b	19,94±1,16b	49,35±4,27a
			DP	0,29±0,29c	15,14±3,88b	84,57±4,03a
		7	AP	3,04±2,64b	6,07±3,30b	90,89±5,00a
			PI	32,21±4,93ab	18,77±1,93b	49,03±5,27a
			DP	0,86±0,35c	16,86±1,23b	82,29±1,16a
	$ref_{BG/BM}$	1	AP	0,00±0,00b	0,71±0,41b	99,29±0,41a
			PI	27,47±4,03b	17,75±1,48b	54,78±4,68a
			DP	1,19±0,93c	16,43±3,42b	82,38±3,95a
		7	AP	0,00±0,00b	0,00±0,00b	100,00±0,00a
			PI	28,08±4,64b	17,25±1,95b	54,67±5,32a
			DP	1,19±0,44c	16,19±1,20b	82,62±1,00a

*AP= antes do pico; PI= pico; DP= depois do pico; A= alto, M = médio e B = baixo; médias detransformadas de $\sqrt{(x+0,5)}$; médias seguidas de mesma letra, na mesma linha, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 7. Comparação das médias de frequências semanais de besouros pequenos (BP) em massas fecais de bovinos para diferentes períodos e dias, e para dois anos de coleta (ano 1: 8.ago.2010 a 29.jul.2011; ano 2: 11.ago.2011 a 27.abr.2012). Períodos foram definidos em função dos dados de captura da armadilha luminosa (ref_L) e da frequência de ocorrência de besouros paracoprídeos ($ref_{BG/BM}$). Selvíria/MS, Fazenda da UNESP, pasto de *Urochloa decumbens*.

ano	ref.	dia	período	frequência de abundância de besouros pequenos			
				A	M	B	0
1	ref_L	1	AP	0,48±0,37b	4,76±3,34b	94,40±3,65a	0,36±0,36b
			PI	4,23±1,26b	8,63±2,14b	85,83±2,84a	1,31±1,19c
		DP	0,00±0,00b	0,00±0,00b	100,00±0,00a	0,00±0,00b	
		7	AP	0,78±0,65b	5,32±2,26b	92,99±2,92a	0,91±0,91b
			PI	3,20±0,66c	8,23±1,91b	88,51±2,11a	0,06±0,06d
		DP	0,00±0,00b	0,00±0,00b	100,00±0,00a	0,00±0,00b	
	$ref_{BG/BM}$	1	AP	0,00±0,00b	0,54±0,38b	99,46±0,38a	0,00±0,00b
			PI	4,12±1,16c	10,00±2,30b	84,51±2,81a	1,37±1,10d
		DP	0,00±0,00b	0,00±0,00b	100,00±0,00a	0,00±0,00b	
		7	AP	0,00±0,00b	0,61±0,61b	99,39±0,61a	0,00±0,00b
			PI	3,28±0,63c	9,63±1,79b	86,67±1,93a	0,42±0,37d
		DP	0,00±0,00b	0,00±0,00b	100,00±0,00a	0,00±0,00b	
2	ref_L	1	AP	0,89±0,60b	3,21±1,92b	95,71±2,35a	0,18±0,18b
			PI	6,30±1,21b	5,52±1,90b	87,92±2,31a	0,26±0,20c
		DP	2,00±2,00b	0,86±0,57b	97,14±1,86a	0,00±0,00c	
		7	AP	0,18±0,18b	3,57±2,06b	96,25±2,12a	0,00±0,00b
			PI	7,27±1,64b	4,94±1,60b	86,75±2,63a	1,04±1,04c
		DP	0,00±0,00b	0,86±0,57b	99,14±0,57a	0,00±0,00b	
	$ref_{BG/BM}$	1	AP	0,00±0,00b	0,00±0,00b	99,64±0,36a	0,36±0,36b
			PI	5,38±1,10b	5,49±1,67b	88,90±2,08a	0,22±0,17c
		DP	2,62±1,75b	1,43±0,74b	95,95±1,93a	0,00±0,00b	
		7	AP	0,00±0,00b	0,00±0,00b	100,00±0,00a	0,00±0,00b
			PI	6,15±1,48b	5,16±1,44b	87,80±2,33a	0,88±0,88c
		DP	0,24±0,24b	1,19±0,57b	98,57±0,74a	0,00±0,00b	

*AP= antes do pico; PI= pico; DP= depois do pico; A = ocorrência alta, M = ocorrência média, B = ocorrência baixa e 0 = não ocorrência; médias detransformadas de $\sqrt{(x+0,5)}$; médias seguidas de mesma letra, na mesma linha, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 8. Comparação das médias de frequências semanais de besouros médios (BM) em massas fecais de bovinos para diferentes períodos e dias, e para dois anos de coleta (ano 1: 8.ago.2010 a 29.jul.2011; ano 2: 11.ago.2011 a 27.abr.2012). Períodos foram definidos em função dos dados de captura da armadilha luminosa (ref_L) e da frequência de ocorrência de besouros paracoprídeos ($ref_{BG/BM}$). Selvíria/MS, Fazenda da UNESP, pasto de *Urochloa decumbens*.

ano	ref.	dia	período	frequência de abundância de besouros médios			
				A	M	B	0
1	ref_L	1	AP	3,45±2,00b	5,71±3,54b	5,00±2,83b	85,83±7,66a
			PI	19,76±1,78b	17,26±1,99b	38,63±2,90a	24,35±2,54b
			DP	0,20±0,20c	0,20±0,20c	2,65±1,14b	96,94±1,51a
		7	AP	2,47±1,92b	4,42±2,48b	5,97±2,04b	87,14±5,83a
			PI	23,37±2,28ab	19,43±2,06b	29,77±2,66a	27,43±2,58ab
			DP	0,82±0,82b	0,41±0,26b	4,90±2,72b	93,88±3,66a
	$ref_{BG/BM}$	1	AP	0,00±0,00b	0,00±0,00b	1,07±0,59b	98,93±0,59a
			PI	18,68±1,82b	17,86±2,11b	35,22±3,40a	28,24±4,00ab
			DP	3,93±2,84b	2,50±1,64b	10,18±4,85b	83,90±9,21a
		7	AP	0,20±0,20c	0,00±0,00c	2,65±0,91b	97,14±0,88a
			PI	21,59±2,42ab	19,10±2,00b	27,14±2,81ab	32,17±3,96a
			DP	4,11±2,80b	2,68±1,61b	11,61±4,48b	81,61±8,46a
2	ref_L	1	AP	6,61±4,44b	5,89±3,13b	15,54±4,59b	71,96±10,87a
			PI	23,44±3,57ab	13,83±2,03b	33,31±2,58a	29,42±3,74a
			DP	1,71±0,70d	13,14±3,11c	57,14±3,29a	28,00±4,23b
		7	AP	4,82±3,41b	5,71±3,17b	12,32±3,25b	77,14±9,38a
			PI	23,38±3,39ab	13,12±2,13b	33,44±2,76a	30,06±4,02a
			DP	1,71±0,53b	8,00±3,21b	57,43±5,81a	32,86±5,40a
	$ref_{BG/BM}$	1	AP	0,36±0,36c	1,07±1,07c	7,14±2,54b	91,43±3,40a
			PI	21,54±3,35ab	12,58±1,92b	30,44±2,70a	35,44±4,94a
			DP	2,62±1,07d	14,29±2,78c	54,05±4,10b	29,05±3,61a
		7	AP	0,00±0,00c	0,00±0,00c	7,14±0,82b	92,86±0,82a
			PI	21,10±3,18bc	13,12±2,13c	29,29±2,73ab	37,42±5,10a
			DP	2,14±0,61c	9,52±3,03c	56,43±4,85a	31,90±4,51b

*AP= antes do pico; PI= pico; DP= depois do pico; A = ocorrência alta, M = ocorrência média, B = ocorrência baixa e 0 = não ocorrência; médias detransformadas de $\sqrt{(x+0,5)}$; médias seguidas de mesma letra, na mesma linha, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 9. Comparação das médias de frequências semanais de ocorrência de besouros grandes (BG) em massas fecais de bovinos para diferentes períodos e dias, e para dois anos de coleta (ano 1: 8.ago.2010 a 29.jul.2011; ano 2: 11.ago.2011 a 27.abr.2012). Períodos foram definidos em função dos dados de captura da armadilha luminosa (ref_L) e da frequência de ocorrência de besouros paracoprídeos ($ref_{BG/BM}$). Selvíria/MS, Fazenda da UNESP, pasto de *Urochloa decumbens*.

ano	ref.	dia	período	frequência de abundância de besouros grandes			
				A	M	B	0
1	ref_L	1	AP	2,38±1,53b	3,57±1,59b	11,31±4,79b	82,74±7,48a
			PI	36,90±3,42a	13,99±1,60b	23,93±1,64a	25,18±3,21ab
			DP	0,20±0,20c	0,41±0,41bc	2,24±0,87b	97,14±1,36a
		7	AP	2,60±1,28c	2,86±1,23bc	12,86±4,18b	81,69±5,78a
			PI	30,63±2,94a	16,11±1,93b	26,17±2,29a	27,09±2,90a
			DP	0,61±0,61b	1,02±0,81b	4,90±2,62b	93,47±3,84a
	$ref_{BG/BM}$	1	AP	0,00±0,00b	0,89±0,89b	4,82±2,66b	94,29±3,43a
			PI	34,45±3,60a	13,63±1,55b	23,63±2,07ab	28,30±4,25a
			DP	2,50±1,77b	2,50±1,47b	9,11±4,81b	85,89±7,59a
		7	AP	0,20±0,20b	0,82±0,53b	11,02±5,99b	87,96±6,49a
			PI	28,89±2,98a	15,40±1,88b	24,50±2,32ab	31,22±4,00a
			DP	2,14±1,43b	2,50±1,10b	11,43±4,39b	83,93±6,59a
2	ref_L	1	AP	6,07±3,88c	6,07±2,33bc	17,50±3,25b	70,36±8,53a
			PI	29,16±4,70a	10,78±1,37b	26,82±2,19a	33,25±4,27a
			DP	0,00±0,00c	6,29±2,29c	26,29±4,49b	67,43±5,41a
		7	AP	4,11±2,96c	5,18±2,24bc	17,32±3,84b	73,39±8,08a
			PI	31,56±5,11a	10,45±1,57b	24,09±1,99a	33,90±4,51a
			DP	0,29±0,29c	2,86±1,11c	28,00±2,88b	68,86±3,68a
	$ref_{BG/BM}$	1	AP	0,36±0,36c	2,50±1,07c	11,07±3,11b	86,07±3,89a
			PI	26,37±4,29a	10,44±1,32b	25,11±2,08a	38,08±4,82a
			DP	0,48±0,48c	5,95±1,90c	27,86±3,99b	65,71±4,74a
		7	AP	0,00±0,00c	1,90±1,90c	13,33±0,95b	84,76±2,52a
			PI	27,86±4,71a	10,05±1,44b	22,64±1,91a	39,45±5,05a
			DP	0,71±0,49c	3,10±0,93c	30,00±3,09b	66,19±4,02a

*AP= antes do pico; PI= pico; DP= depois do pico; A = ocorrência alta, M = ocorrência média, B = ocorrência baixa e 0 = não ocorrência; médias detransformadas de $\sqrt{(x+0,5)}$; médias seguidas de mesma letra, na mesma linha, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 10. Resultado da análise de regressão múltipla *stepwise* entre a captura de Scarabaeidae coprófagos paracoprídeos em armadilhas pitfall e luminosa, grau de desestruturação (GD) e frequência de ocorrência de paracoprídeos ($\text{freq}_{\text{BG/BM}}$) no período antes do pico (AP) para os diferentes anos (ano 1: 8.ago.2010 a 29.jul.2011; ano 2: 11.ago.2011 a 27.abr.2012). O período foi definido em função dos dados da frequência de ocorrência de besouros paracoprídeos ($\text{ref}_{\text{BG/BM}}$). Selvíria/MS, Fazenda da UNESP, pasto de *Urochloa decumbens*.

avaliação	período	equação de regressão	r ²
lumi	1	-	-
	2	-	-
	1 + 2	-	-
pitfall	1	$\sqrt{\text{pit}} = 16,45 + 3,80 \sqrt{\text{freq}_{\text{BG/BM}=\text{A}}}$	0,4578
	2	$\sqrt{\text{pit}} = 32,52 + 1,19 \sqrt{\text{freq}_{\text{BG/BM}=\text{A}}} - 3,22 \sqrt{\text{freq}_{\text{BG/BM}=\text{B}}}$	0,6288
	1 + 2	$\sqrt{\text{pit}} = 16,94 + 2,65 \sqrt{\text{freq}_{\text{BG/BM}=\text{A}}}$	0,3375
$N_{\text{GD}=\text{A}+\text{M}}$	1	perfect fit	1,00
	2	$\sqrt{N_{\text{GD}=\text{A}+\text{M}}} = 0,26 + 0,25 \sqrt{\text{freq}_{\text{BG/BM}=\text{B}}}$	0,7414
	1 + 2	$\sqrt{N_{\text{GD}=\text{A}+\text{M}}} = 0,45 + 0,17 \sqrt{\text{freq}_{\text{BG/BM}=\text{B}}}$	0,5249
$N_{\text{GD}=\text{B}}$	1	perfect fit	1,00
	2	$\sqrt{N_{\text{GD}=\text{B}}} = 10,09 - 0,03 \sqrt{\text{freq}_{\text{BG/BM}=\text{B}}}$	0,6714
	1 + 2	$\sqrt{N_{\text{GD}=\text{B}}} = 10,06 - 0,02 \sqrt{\text{freq}_{\text{BG/BM}=\text{B}}}$	0,4856

*1 = antes do pico no ano 1, 2 = antes do pico no ano 2 e 1 + 2 = soma dos períodos antes do pico do ano 1 e 2; $N_{\text{GD}=\text{A}+\text{M}}$ = GD em nível alto e médio agrupados e $N_{\text{GD}=\text{B}}$ = GD em nível baixo.

Tabela 11. Comparação das médias diárias de precipitação pluvial, em mm, entre diferentes períodos para dois anos de coleta (ano 1: 8.ago.2010 a 29.jul.2011; ano 2: 11.ago.2011 a 27.abr.2012). Selvíria/MS, Fazenda da UNESP.

ano	períodos		
	pré-chuva	chuva	pós-chuva
1	0,10±0,10b	8,61±1,32a	0,30±0,30b
2	0,05±0,05b	6,97±1,13a	1,81±0,87b

*médias detransformadas de $\sqrt{(x+0,5)}$; médias seguidas de mesma letra, na mesma linha, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

APÊNDICE B - FIGURAS



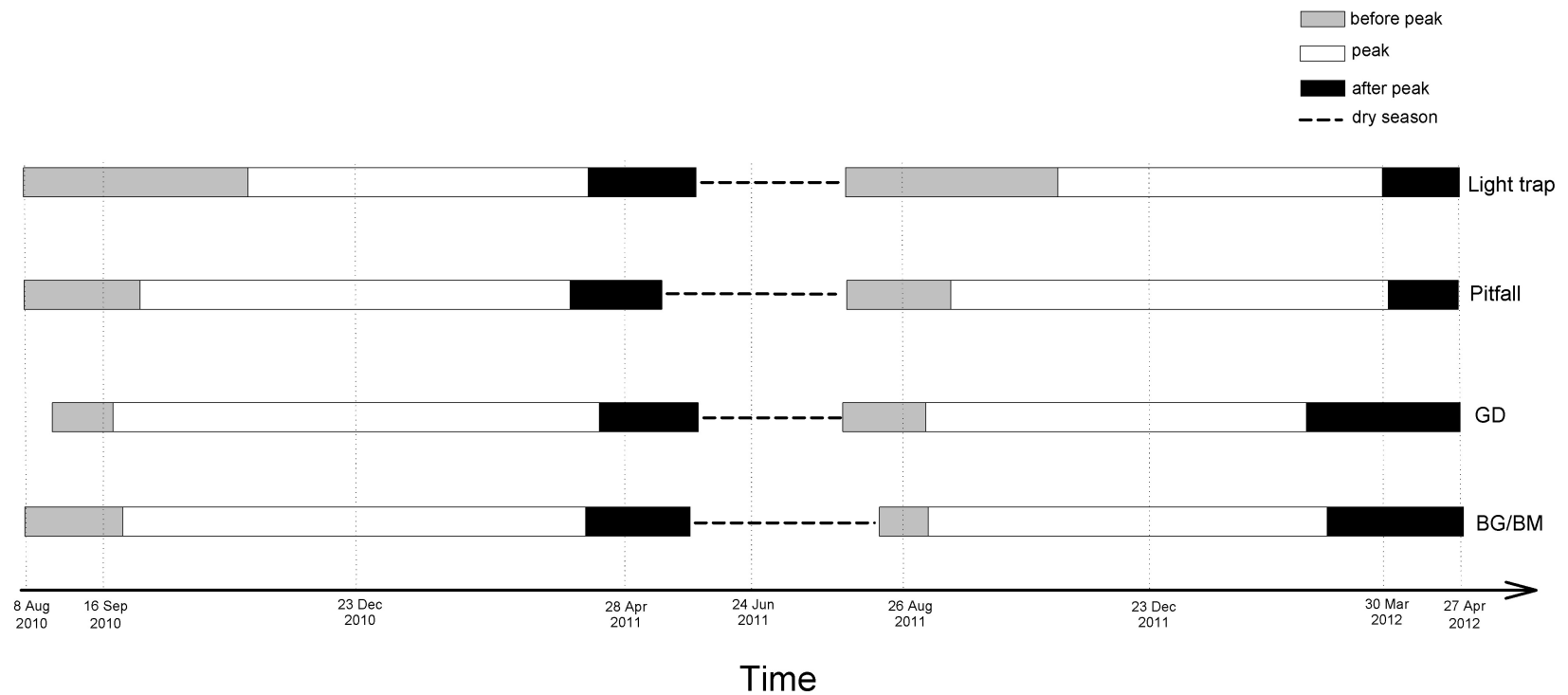
Figura 1 Área de pastagem de *Urochloa decumbens*. Fazenda da FEIS/UNESP, Selvíria/MS.



Figura 2. Armadilha pitfall iscada com massa fecal em área de pasto de *Urochloa decumbens*, abaixo armadilha com proteção contra vertebrados. Fazenda da FEIS/UNESP, Selvíria/MS.



Figura 3. Armadilha luminosa modelo Luiz de Queiroz, com luz negra em área de pasto de *Urochloa decumbens*. Fazenda da FEIS/UNESP, Selvíria/MS.



*before peak = AP; peak = PI; after peak = DP; dry season = seca

Figura 4. Extensão dos períodos de atividade (AP, PI e DP) e do período de inatividade (seca) dos besouros coprófagos definidos para os diferentes métodos de avaliação para os dois anos (ano 1: 2010 a 2011; ano 2: 2011 a 2012).