



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA/PRODUÇÃO VEGETAL**

SABRINA SILVA DE CARVALHO

**ESCARABEÍDEOS (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE) EM TRÊS DIFERENTES
USOS DE SOLO NO MUNICÍPIO DE NAZÁRIA, PIAUÍ, BRASIL.**

TERESINA, PI – BRASIL

2013

SABRINA SILVA DE CARVALHO

Bióloga

**ESCARABEÍDEOS (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE) EM TRÊS DIFERENTES
USOS DE SOLO NO MUNICÍPIO DE NAZÁRIA, PIAUÍ, BRASIL.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Evaldo de Moura Pádua.

Co-orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto Ramalho Silva.

TERESINA, PI – BRASIL

2013

FICHA CATALOGRÁFICA

Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Comunitária Jornalista Carlos Castello Branco
Serviço de Processamento Técnico

C331e Carvalho, Sabrina Silva de.
Escarabeídeos (Coleoptera: Scarabaeidae) em três diferentes
usos de solo no município de Nazária, Piauí, Brasil / Sabrina
Silva de Carvalho. – 2013.

76 f.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade
Federal do Piauí, 2013.

Orientação: Prof. Dr. Luiz Evaldo de Moura Pádua.

Co-orientação: Prof. Dr. Paulo Roberto Ramalho Silva.

1. Entomologia. 2. Entomofauna de Solo. 3. Besouros
Copronecrófagos. 4. Bioindicadores. 5. Armadilha *pitfall*.

I. Título.

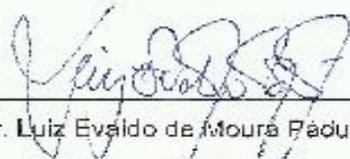
CDD 632.7

**Escarabeídeos (Coleoptera: Scarabaeidae) em três diferentes usos
de solo no município de Nazaríá, Piauí, Brasil**

Sabrina Silva de Carvalho
Bióloga

Aprovada em 29 / 08 / 2013

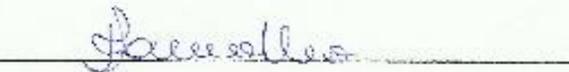
Comissão Julgadora:



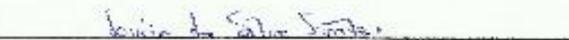
Dr. Luiz Eivaldo de Moura Padua – Presidente
CCA/UFPI



Profª. Dra. Maria de Jesus Passos de Castro – Titular
UESPI



Dr. Paulo Roberto Ramalho Silva – Titular
CCA/UFPI



Dra. Lúcia da Silva Fontes – Titular
CCN/UFPI

À minha abençoada família,
aos meus queridos amigos e a
todos que contribuíram de alguma
forma para realização dessa
pesquisa,

OFEREÇO.

Aos meus amados pais, **Maria de Lourdes** e
Carlos Antonio, pelo amor, educação, exemplo de
vida e incentivo. À minha querida irmã, **Bárbara**,
pela torcida, apoio e credibilidade. Ao meu
namorado e companheiro **Leonardo Amorim**, pela
atenção, ajuda e amor; essenciais para que eu
chegasse até aqui,

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por todas as graças concedidas.

À Universidade Federal do Piauí (UFPI), pela oportunidade de realização do curso.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela oportunidade de formação acadêmica.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao Prof. Dr. Luiz Evaldo de Moura Pádua pela orientação, incentivo, confiança e ensinamentos.

Aos Professores e Colaboradores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – PPGA, pelos valiosos ensinamentos, amizade e exemplo de profissionalismo.

Ao Prof. Dr. Paulo Roberto Ramalho Silva, à Prof^ª. Dr^ª. Poliana Rocha D’Almeida Suares, à Prof^ª. Dr^ª. Regina Lúcia Ferreira Gomes pela amizade, apoio, assistência e contribuições durante a pesquisa.

Ao senhor Carlos Eduardo do Rêgo Monteiro Furtado pela oportunidade da realização da pesquisa em sua propriedade Fazenda Buriti, no município de Nazária-PI.

Ao senhor Luiz e família, responsável pela Fazenda Buriti pelo auxílio fornecido e por todas as informações prestadas ao longo da pesquisa.

Ao Leonardo Amorim pela colaboração, conselhos, atenção e companheirismo durante todo o desenvolvimento da pesquisa.

Aos colegas do Laboratório de Fitossanidade pelos momentos de alegria e descontração, em especial Carlos Aydano e Leonardo Sousa pelo apoio e auxílio durante a pesquisa.

Aos amigos do Mestrado conquistados durante a caminhada: Alane, Catharina, Eliana, Emerson, Kadson, Leonardo Sousa, Maurício, Natália, Paulo Alexandre, Raimundo, Selma, Sulimary, Vânia e Willon, pelos momentos de descontração, conversas, conselhos e companheirismo.

Ao secretário do PPGA Vicente de Sousa Paulo, pelo respeito, auxílio e informações prestadas.

Ao Prof. Dr. Fernando Zagury Vaz de Mello, pela confirmação na identificação de algumas espécies.

Aos meus pais, exemplos de integridade, honestidade e coragem, pelo amor incondicional, dedicação, incentivo e lições de vida.

À minha irmã, Bárbara que sempre me encorajou e incentivou em todos os momentos da minha formação.

Aos meus amigos, Diego, Élison, Igra, Indirasan, Isabel, Raquel, Ribamar Júnior, Thaysa e Virgínia, pela compreensão nos momentos de ausência e incentivo durante a jornada.

Enfim, peço desculpas pelos momentos de ausência e afastamento, e agradeço a todos que contribuíram de forma direta ou indireta, me estimulando a realizar novos desafios e a findar essa árdua caminhada.

A todos o meu sincero muito obrigada!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA DE TABELAS	VIII
RESUMO	X
ABSTRACT	XI
1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1. Biodiversidade.....	15
2.2. Bioindicadores de qualidade ambiental.....	1ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
2.3. Entomofauna edáfica	19
2.4. Importância da família Scarabaeidae.....	21
2.5. Armadilhas <i>pitfall</i> para levantamento de insetos	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
2.6. Aspectos gerais sobre a cultura da goiaba.....	30
2.7. Aspectos gerais sobre pastagens.....	31
3. MATERIAL E MÉTODOS	33
3.1. Localização e caracterização da área de estudo.....	33
3.2. Método de coleta dos insetos.....	34
3.3. Identificação	36
3.4. Análise estatística – medidas de fauna.....	36
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1. Diversidade de espécies (Scarabaeidae) coletadas.....	37
4.2. Riquezas de espécies, diversidade, equitabilidade e análise faunística.....	43
4.3. Classificação de acordo com o hábito alimentar.....	53
4.4. Influência dos fatores climáticos.....	55
5. CONCLUSÕES	61
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** a. Imagem da Área de Pomar de Goiaba (APG); b. Área de Pastagem (AP); c. Área de Mata Nativa (AMN). Propriedade Fazenda Buriti, no município de Nazária, Piauí, Brasil.....33
- Figura 2.** Detalhe da vista aérea da localização geográfica, obtidas através de imagem de satélite, da Área de Pomar de Goiaba (APG), Área de Pastagem (AP) e Área de Mata Nativa (AMN), Fazenda Buriti, no município de Nazária, Piauí, Brasil. Fonte: Google earth.....34
- Figura 3.** Desenho esquemático de uma estação para coleta de insetos de solo, *pitfall*, adaptada.....35
- Figura 4.** Desenho esquemático da Área de Pomar de Goiaba (APG), Área de Pastagem (AP) e Área de Mata Nativa (AMN) com distribuição dos atrativos nas estações, com suas respectivas repetições, no município de Nazária, Piauí, Brasil.....35
- Figura 5.** Coleta de material na estação, Área de Pastagem, município de Nazária, Piauí.....36
- Figura 6.** Distribuição das espécies de coleópteros (Scarabaeidae) em Área de Pomar de Goiaba (APG), Área de Pastagem (AP) e Área de Mata Nativa (AMN), no município de Nazária, Piauí, Brasil, de janeiro/2012 a janeiro/2013.....42
- Figura 7.** Relação entre o número de escarabeídeos coletados e a temperatura média (TM) em Área de Pomar de Goiaba (APG), Área de Pastagem (AP) e Área de Mata Nativa (AMN), no município de Nazária, Piauí, Brasil, de janeiro/2012 a janeiro/2013.....56
- Figura 8.** Relação entre o número de escarabeídeos coletados e a precipitação pluviométrica (PP) em Área de Pomar de Goiaba (APG), Área de Pastagem (AP) e Área de Mata Nativa (AMN), no município de Nazária, Piauí, Brasil, de janeiro/2012 a janeiro/2013.....57
- Figura 9.** Relação entre o número de escarabeídeos coletados e a umidade relativa (UR) em Área de Pomar de Goiaba (APG), Área de Pastagem (AP) e Área de Mata Nativa (AMN), no município de Nazária, Piauí, Brasil, de janeiro/2012 a janeiro/2013.....58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Número de coleópteros (Scarabaeidae) coletados em Área de Pomar de Goiaba (APG), Área de Pastagem (AP) e Área de Mata Nativa (AMN) no município de Nazária, Piauí, Brasil, de janeiro/2012 a janeiro/2013.....	39
Quadro 1. Tribos das espécies de coleópteros (Scarabaeidae) coletados em Área de Pomar de Goiaba (APG), Área de Pastagem (AP) e Área de Mata Nativa (AMN), no município de Nazária, Piauí, Brasil, de janeiro/2012 a janeiro/2013.....	40
Tabela 2. Número total de indivíduos, riqueza de espécies, índice de diversidade de Shannon-Weaner e Equitabilidade (J) para coleópteros (Scarabaeidae) coletados em Área de Pomar de Goiaba (APG), Área de Pastagem (AP) e Área de Mata Nativa (AMN), no município de Nazária, Piauí Brasil, de janeiro /2012 a janeiro/2013.....	43
Tabela 3. Espécies de coleópteros (Scarabaeidae) coletados, total, número de coletas em armadilha <i>pitfall</i> e análise faunística. Em Área de Mata Nativa (AMN), no município de Nazária-PI, de janeiro/2012 a janeiro/2013.....	46
Tabela 4. Espécies de coleópteros (Scarabaeidae) coletados, total, número de coletas em armadilha <i>pitfall</i> e análise faunística. Em Área de Pomar de Goiaba (APG), no município de Nazária-PI, de janeiro/2012 a janeiro/2013.....	48
Tabela 5. Espécies de coleópteros (Scarabaeidae) coletados, total, número de coletas em armadilha <i>pitfall</i> e análise faunística. Em Área de Pastagem (AP), no município de Nazária-PI, de janeiro/2012 a janeiro/2013.....	50
Tabela 6. Distribuição percentual e número de espécies coletadas em Área de Pomar de Goiaba (APG), Área de Pastagem (AP) e Área de Mata Nativa (AMN), no município de Nazária, Piauí, Brasil, de janeiro/2012 a janeiro/2013, em relação aos índices faunísticos.....	51
Tabela 7. Teste não paramétrico U de Mann-Whitney ¹ para detectar diferença ou não entre as populações da Área de Pomar de Goiaba (APG), Área de Pastagem (AP) e Área de Mata Nativa (AMN) comparando a abundância dos três ambientes estudados.....	52
Tabela 8. Teste de Tukey de comparação entre médias para detectar diferença ou não entre as populações da Área de Pomar de Goiaba (APG), Área de Pastagem (AP) e Área de Mata Nativa (AMN) comparando a abundância entre os três ambientes estudados.....	52

- Tabela 9.** Médias do número de indivíduos coletas nas áreas (APG, AP e AMN) e nos atrativos (testemunha, carne e excremento), no município de Nazária, Piauí, Brasil.....**53**
- Tabela 10.** Hábitos alimentares de espécies (Scarabaeidae) com mais de cinco¹ indivíduos observados em Área de Pomar de Goiaba (APG), Área de Pastagem (AP) e Área de Mata Nativa (AMN), município de Nazária-PI, de janeiro/2012 a janeiro/2013.....**54**
- Tabela 11.** Correlação de Pearson entre espécies (Scarabaeidae) e os fatores climáticos em Área de Pomar de Goiaba (APG), Área de Pastagem (AP) e Área de Mata Nativa (AMN), no município de Nazária-PI, de janeiro/2012 a janeiro/2013.....**55**
- Tabela 12.** Número de indivíduos e espécies de besouros (Scarabaeidae) coletados nas Áreas de Pomar de Goiaba (APG), Área de Pastagem (AP) e Área de Mata Nativa (AMN), no município de Nazária, Piauí, Brasil, entre os meses de janeiro/2012 e janeiro/2013.....**60**

ESCARABEÍDEOS (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE) EM TRÊS DIFERENTES USOS DE SOLO NO MUNICÍPIO DE NAZÁRIA, PIAUÍ, BRASIL.

Autora: Sabrina Silva de Carvalho.

Orientador: Dr. Luiz Evaldo de Moura Pádua.

RESUMO

A conservação da biodiversidade dos ecossistemas é muito importante para garantir a sobrevivência e a perpetuação das espécies. O dano provocado pelas ações antrópicas ao meio ambiente provoca redução na diversidade biológica e fragmentação de florestas. A ampliação das fronteiras agrícolas exige uma maior produtividade em função do crescente aumento populacional. Dentro dos ecossistemas naturais e dos agroecossistemas, os insetos da família Scarabaeidae são de grande importância por utilizarem principalmente material orgânico, como excrementos, carcaças e frutos em decomposição para alimentação, desempenhando assim importante função na dinâmica de nutrientes. Objetivou-se com este trabalho registrar a ocorrência de espécies, estimar os índices faunísticos, identificar e comparar as comunidades de escarabeídeos em áreas de pomar de goiaba, pastagem e mata nativa no município de Nazária, Piauí, Brasil. Foram realizadas coletas com auxílio de armadilhas *pitfall*, em unidades amostrais independentes (estações). O monitoramento ocorreu no período de janeiro de 2012 a janeiro de 2013, totalizando 27 coletas, realizadas a cada 14 dias. Nove estações foram instaladas em cada uma das áreas estudadas, distantes 10 m uma da outra. Foram coletados um total de 9.027 insetos da família Scarabaeidae, divididos em oito tribos, 15 gêneros, 39 espécies. A área de mata nativa apresentou o maior número de insetos, 3.397 indivíduos, seguida da Área de Pomar de Goiaba, 3.322, e Área de Pastagem, 2.312. De acordo com os hábitos alimentares, as espécies coletadas foram agrupadas em coprófagas, necrófagas ou copronecrófagas (generalista), a maioria das espécies foi classificada como generalista, 25 espécies. A flutuação populacional desses insetos foi influenciada principalmente pelos fatores climáticos: umidade relativa e precipitação. Houve correlação positiva significativa em relação à precipitação e à umidade relativa. A análise faunística demonstrou que a espécie *Dichotomius* sp. obteve os maiores índices faunísticos em todas as áreas estudadas. Conclui-se que as três áreas pesquisadas apresentam padrão semelhante com relação ao equilíbrio ambiental. Os maiores índices de diversidade e de equitabilidade foram obtidos na área de mata nativa, seguida da área de pastagem e área de pomar de goiaba. As modificações na estrutura vegetal provocadas pela implantação dos sistemas agrícolas afetam a diversidade da fauna de Scarabaeidae. São necessárias pesquisas adicionais sobre a escarabeidofauna atuando como bioindicadores de qualidade ambiental em agroecossistemas.

Palavras-chave – Entomofauna de solo; Besouros copronecrófagos; Bioindicadores; Armadilha *pitfall*; Análise faunística.

**DUNG BEETLES (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE) IN THREE DIFFERENT
LAND USE IN THE CITY OF NAZÁRIA, PIAUÍ, BRAZIL.**

Author: Sabrina Silva de Carvalho.

Advisor: Dr. Luiz Evaldo de Moura Pádua.

ABSTRACT

Biodiversity conservation of ecosystems is very important to ensure the survival and perpetuation of the species. The damage caused by human actions on the environment causes a reduction in biological diversity and forest fragmentation. The expansion of agricultural frontiers requires higher productivity due to the increasing population. Within natural ecosystems and agroecosystems family Scarabaeidae insects are of great importance for use mainly organic material such as manure, carcasses and rotting fruits for food, thus playing an important role in nutrient dynamics. The objective of this work was to record the occurrence of species, estimate faunal indices, identify and compare the communities of dung beetles in areas of guava orchard, pasture and native forest in the municipality of Nazária, Piauí, Brazil. Were collected with the aid of *pitfall* traps in independent sampling units (stations). Monitoring occurred from January 2012 to January 2013, totaling 27 samplings performed every 14 days. Nine stations are installed in each of the areas studied 10 m distant from each other. We collected a total of 9.027 insect family Scarabaeidae, divided into eight tribes, 15 genera, 39 species. The native forest had the highest number of insects, 3.397 individuals, then the area Guava Orchard, 3.322, and Pasture area, 2.312. According to the dietary habits species collected were grouped into coprophagous, scavengers or copronecrofagas (general), most species was classified as generalist species 25. The floating population of these insects was mainly influenced by climatic factors: relative humidity and rainfall. There was a significant positive correlation in relation to rainfall and relative humidity. The analysis showed that faunal species *Dichotomius* sp. obtained the highest faunal indices in all areas studied. We conclude that the three areas have investigated similar pattern with respect to the environmental balance. The highest diversity index and evenness were obtained in the area of native forest, then the area of pasture and orchard area guava. Changes in vegetation structure caused by the deployment of agricultural systems affect the diversity of the fauna of Scarabaeidae. Additional research is needed on the escarabeidofauna acting as indicators of environmental quality in agroecosystems.

Keywords – Soil entomofauna; Dung beetles; Bioindicators; *pitfall* trap; faunistic analysis.

1. INTRODUÇÃO

Difícilmente é possível se estimar com exatidão o número de espécies animais, entretanto, acredita-se que aproximadamente 95% das espécies conhecidas pertencem ao grupo dos invertebrados, que apresentam uma distribuição geográfica mais diversa possível, sendo observadas espécies em praticamente todas as latitudes, longitudes e altitudes, nos mais variados habitats (GALLO et al., 2002).

Atualmente estão descritas e devidamente catalogadas em torno de 1.800.000 espécies animais, mas a estimativa que os estudiosos fazem em relação ao número total de espécies ainda por descrever chega perto dos 30 milhões. Os insetos representam uma boa parcela das espécies já descritas e catalogadas, em torno de 830 mil espécies, e as razões para esse sucesso estão na presença de um exoesqueleto, asas funcionais, tamanho reduzido e grande capacidade de adaptação aos mais variados ambientes (BUZZI, 2010).

A ordem Coleoptera conta atualmente com cerca de 280 mil espécies catalogadas (ALFORD, 1999). Com distribuição cosmopolita, constitui-se no maior agrupamento de animais (LAWRENCE e BRITTON, 1991; VANIN e IDE, 2002), pois perfazem cerca de 20% de todos os animais conhecidos e 35% do total de insetos (CASARI e IDE, 2012), são os conhecidos besouros (BRUSCA e BRUSCA, 2007; ELZINGA, 2000). Pesquisadores modernos fazem projeções para mais de 350 mil espécies de coleópteros, pois restam ainda muitas espécies para serem descritas. A maioria dos pesquisadores também atribui o sucesso dos besouros aos élitros que protegem as asas posteriores e os espiráculos, e ao forte tegumento. Os élitros rígidos esclerotizados possibilitam aos besouros perderem muito pouco ou quase nada de água, garantindo o sucesso do grupo (BUZZI, 2010), além de ser sob os élitros que as asas posteriores propulsoras estão dobradas de forma elaborada quando em repouso (GULLAN e CRANSTON, 2007). Pesquisadores acreditam que de cada quatro espécies de animais conhecidas, uma espécie é de besouro (GALLO et al., 2002).

Os coleópteros constituem uma das primeiras ramificações de insetos com desenvolvimento holometabólico (GULLAN e CRANSTON, 2007). Insetos que durante a fase larval têm como principal objetivo a alimentação e na fase adulta não crescem, ou seja, não há troca do exoesqueleto, por já estarem com sua constituição completa e doravante, imutável, com sua metamorfose já concluída. As diferenças de tamanho entre indivíduos adultos de uma mesma espécie devem-se, exclusivamente, a caracteres genéticos ou à disponibilidade de alimento em sua fase larval. Assim, seu crescimento verifica-se somente

enquanto larvas, quando o animal se alimenta ferozmente (GODINHO JUNIOR, 2011), fase que proporciona maiores prejuízos à agricultura (NAKANO, 2011).

De acordo com Lopes (2006), os coleópteros são ecologicamente muito importantes e considerados os mais bem sucedidos na natureza, a julgar por sua diversidade, pois os insetos dessa ordem apresentam tamanhos que variam de menos de 1 mm até gigantes de 150 mm e estão presentes em quase todos os ecossistemas (apenas ausentes no meio marinho) e conforme Aguiar-Menezes e Aquino (2005), esses insetos têm hábitos alimentares variados, atuando em diversos processos biológicos fundamentais para o funcionamento desses ecossistemas, dentre eles decomposição da matéria orgânica, manutenção da estrutura do solo, transferência de pólen entre plantas, dispersão de sementes e autorregulação das populações, incluindo as de artrópodes fitófagos potencialmente pragas.

O monitoramento da fauna de coleópteros é uma das estratégias chave na busca por sistemas agrícolas sustentáveis, de baixo uso de insumos e energeticamente eficientes. Além de ser muito útil como ferramenta que permite avaliar a qualidade, bem como o próprio funcionamento dos agroecossistemas (AGUIAR-MENEZES e AQUINO, 2005).

Muitas famílias da ordem Coleoptera são altamente especializadas no nicho ecológico que ocupam, como a família Scarabaeidae (KIM, 1993), em ecossistemas florestais, esses besouros estão envolvidos no processo de ciclagem de nutrientes e dispersão de sementes (OIKAWA et al., 2008), podendo ser utilizados na avaliação dos efeitos de distúrbios florestais (DAVIS et al., 2001).

Muitos insetos são bioindicadores da qualidade e da degradação ambiental, devido às várias funções que desempenham na natureza, estreita relação com a heterogeneidade dos ecossistemas e processos ecológicos, bem como seu alto grau de sensibilidade às mudanças ambientais (WINK et al., 2005).

Os insetos da família Scarabaeidae são considerados bons indicadores de biodiversidade, visto que respondem negativamente à fragmentação de florestas tropicais quanto à composição, abundância e riqueza de espécies (KLEIN, 1989; HALFFTER e FAVILA, 1993). Por apresentarem hábitos detritívoros esses besouros atuam promovendo a remoção e reingresso da matéria orgânica no ciclo de nutrientes, aumentando a aeração do solo e prolongando a sua capacidade produtiva (MILHOMEM et al., 2003), sendo considerados importantes em estudos de fragmentos vegetais, pois se alimentam de fezes e carcaças oriundas dos vertebrados, que também são muito afetados neste processo (THOMAZINI e THOMAZINI, 2000).

O termo fauna do solo é utilizado quando se refere à comunidade de invertebrados que vivem permanentemente ou passa um ou mais ciclos de vida no solo (AQUINO et al., 2006). Os componentes da fauna do solo refletem o bom funcionamento do ecossistema, visto que eles desempenham um papel fundamental na fragmentação do material orgânico e na regulação indireta dos processos biológicos do solo, estabelecendo interação em diferentes níveis com os microrganismos (CORREIA, 2002), seu estudo, portanto, é de grande relevância para a compreensão ecológica do funcionamento edáfico. Sendo assim, o desequilíbrio destas comunidades pode resultar em desastres como a explosão de pragas ou a desestruturação das propriedades do solo e, como consequência, a perda da fertilidade e da capacidade produtiva (BROWN, 2001).

Como a fauna edáfica apresenta elevada diversidade e rápida capacidade de reprodução, é considerada excelente indicador biológico, e seus atributos ou funções sugerem e podem auxiliar na determinação da qualidade ou do nível de degradação de ecossistemas (NUNES, 2010). Segundo Lavelle et al. (1994), a atuação da fauna do solo juntamente com microrganismos, durante a decomposição de detritos orgânicos, amplia a capacidade do solo para suportar o desenvolvimento dos vegetais sob quaisquer sistemas, seja ele artificial (uso agrícola) ou natural (mata nativa).

Levando-se em conta que os estudos sobre insetos da família Scarabaeidae que ocorrem no Estado do Piauí ainda são bastante escassos, objetivou-se com este trabalho registrar a ocorrência de espécies, bem como estimar os índices faunísticos, classificar os indivíduos quanto ao hábito alimentar, correlacionar as variações na flutuação populacional com os fatores climáticos, identificar e comparar as comunidades de insetos deste grupo entre áreas de pomar de goiaba, de pastagem e de mata nativa no município de Nazária, Piauí, Brasil.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. BIODIVERSIDADE

O termo biodiversidade se refere tanto ao número de diferentes espécies quanto à abundância relativa desses organismos em um determinado ambiente. Incluindo também a variabilidade ao nível de comunidade, complementaridade biológica entre habitats e diversidade de ambientes físicos. Assim, em sua totalidade, a biodiversidade envolve recursos biológicos, genéticos e ecossistemas de uma dada região (ODUM, 1988; PRIMACK e RODRIGUES, 2001).

Segundo Ricklefs (2001), o número de espécies habitantes de um ecossistema é resultante do equilíbrio entre fatores considerados limitantes que compõem a biodiversidade, podendo ser de natureza física, química ou biológica, sendo que a vegetação é um fator determinante, pois influencia nas características do bioma, definindo que espécies farão parte desse ecossistema.

A biodiversidade garante a sobrevivência do homem, pois é fonte de recursos naturais de grande importância no planeta (CORSON, 2002). No entanto, a atividade humana pode resultar em prejuízos à biodiversidade, dentre os maiores danos estão: fragmentação e degradação de habitats (NICHOLS et al., 2007); superexploração das espécies; introdução de espécies exóticas e aumento da ocorrência de doenças (PRIMACK e RODRIGUES, 2001). A abertura de novas estradas, campos para cultivo e áreas residenciais tornam os habitats fragmentados (RESTELLO, 2003), podendo afetar o ciclo de vida de determinadas espécies. A fragmentação de ecossistemas naturais é resultado da antropização, principalmente para a conversão dessas áreas para desenvolvimento da agricultura e de pastagens (FAVERO et al., 2011).

Alterações antrópicas sobre os ambientes naturais, redução de florestas nativas em pequenos fragmentos de vários tamanhos, formas, e conversão da terra a partir de atividades humanas são as principais causas das mudanças climáticas e de perdas em biodiversidade (QUINTERO e ROSLIN, 2005). Essas alterações propiciaram modificações na estrutura das comunidades (RONQUI e LOPES, 2006), acarretando em transformações na estrutura da fauna local, devido à redução de nichos ecológicos e de habitats (GANHO e MARINONI, 2005).

Uma tática usada no monitoramento e estimativa da biodiversidade de uma determinada área é a informação sobre grupos de organismos específicos que podem ser utilizados como

indicadores do ambiente, por responderem às diferenças tanto no hábitat quanto na intensidade do impacto (LEWINSOHN, 2005).

As espécies, ou grupo de espécies, utilizadas no monitoramento ambiental são úteis na análise dos sistemas em decorrência ao desmatamento e na avaliação dos efeitos antrópicos nos ecossistemas e suas consequências (PEARSON, 1992; HALFFTER e FAVILA, 1993).

Os padrões de biodiversidade podem ser analisados em três escalas espaciais: local, regional ou global. Obter uma definição geral e clara sobre os limites entre essas escalas é complicado, porque elas variam bastante, dependendo do organismo. Em geral, um padrão local de diversidade está limitado a uma pequena área de determinado hábitat ou apenas a uma comunidade. Já padrões regionais se referem à diversidade em uma área considerável, incluindo todos os hábitats ou várias comunidades ali existentes, ou ainda, uma região como sendo a área para o qual indivíduos de uma das comunidades são capazes de se dispersar durante sua vida. Por fim, um padrão global descreve a diversidade entre regiões distintas, abrangendo uma ampla área e todas as comunidades, ou quantas forem possíveis (PEREIRA, 2009).

A maior diversidade de espécies é encontrada nas áreas tropicais que, embora ocupem apenas 7% da extensão do planeta, contém mais da metade das espécies mundiais (RESTELLO, 2003), fato que sempre está associado à baixa dominância dessas espécies, ou seja, nestas áreas, a maioria das espécies apresenta poucos indivíduos (CAMARGO, 2001).

O estudo da biodiversidade do solo, utilizado para fins agrícolas ou não, é um campo promissor para as pesquisas sobre composição de ecossistemas. Agroecossistemas são frequentemente estabelecidos como monoculturas. As práticas agrícolas que resultam em modificações na estrutura do solo podem causar grandes flutuações de umidade e temperatura em comparação com áreas não cultivadas (TOMAZINI, 2008), afetando as espécies edáficas.

A teoria de diversidade-estabilidade postula que quanto maior é a diversidade de uma comunidade, maior é a sua estabilidade. Associada a essa teoria, há um princípio central no estudo de ecologia de populações que fala sobre o fato de a estabilidade estar associada aos relacionamentos na cadeia alimentar (LARANJEIRO, 2003), visto que nos ecossistemas não existem cadeias alimentares isoladas, e sim interligações de cadeias, que formam as chamadas teias alimentares. Alterações antrópicas nesses ecossistemas podem provocar desequilíbrio ambiental, desestruturando as cadeias alimentares e o nicho ecológico de espécies com hábito alimentar peculiar, como no caso dos besouros da família Scarabaeidae.

2.2. BIOINDICADORES DE QUALIDADE AMBIENTAL

Conforme Deponti (2002), o termo bioindicador origina-se primeiramente da palavra indicar, do latim *indicare*, verbo que significa apontar ou proclamar. Em português, indicador significa aquilo que indica, torna patente, revela, propõe, sugere, expõe, menciona, aconselha, lembra. Neste contexto, o uso de organismos para indicar seu meio, são chamados bioindicadores.

Bioindicadores são organismos vivos utilizados como ferramentas para obter e transmitir sinteticamente um conjunto complexo de informações, processos ou tendências sobre uma dada realidade e servindo como instrumento de previsão, medindo, comparando e determinando decisões. Com a evidente preocupação em relação às questões ambientais, aumenta a procura por bioindicadores capazes de refletirem o meio (PEREIRA, 2009).

Estudos sobre a composição de ambientes naturais e antropizados podem revelar modificações nestes ecossistemas, induzindo ao efeito negativo da alteração ambiental, os chamados impactos ambientais. Estes estudos propiciam um importante registro histórico da ocorrência de determinadas espécies num local e num dado espaço de tempo. Por apresentar relevante participação nos processos biológicos dos ecossistemas naturais, a entomofauna pode ser utilizada como um excelente indicador biológico de qualidade do solo, podendo fornecer indícios da ocorrência de áreas degradadas, uma vez que a biodiversidade em áreas com interferência humana tende a ser reduzida (WINK et al., 2005).

Práticas de manejo empregadas em sistemas de produção podem interferir de forma direta e indireta na diversidade de invertebrados da fauna do solo (BARETTA et al., 2007). A utilização de tecnologias quase sempre agressivas ao solo em processos de agricultura compromete a qualidade do solo; como consequência, percebe-se que os recursos naturais desses ecossistemas já têm apresentado perdas na diversidade da flora e fauna em função de alterações profundas nesses habitats, aceleração dos processos erosivos e declínio da fertilidade do solo (ARAÚJO FILHO e BARBOSA, 2000).

Apesar da ocorrência de um número considerável de trabalhos a respeito das funções da fauna de solo, bem como das respostas a interferências antrópicas, tais estudos estão concentrados em determinadas regiões, particularmente nas de clima temperado (MERLIM, 2005), e regiões como o Nordeste brasileiro, mais especificamente o Estado do Piauí, ainda apresenta poucos estudos sobre a fauna edáfica e a interferência humana em ecossistemas naturais em comparação a agroecossistemas artificiais, áreas utilizadas para agricultura.

De acordo com Andrade (2000), bioindicadores, organismos ou comunidades de organismos cujas funções vitais são tão estreitamente relacionadas com os fatores abióticos, podem ser utilizados como indicadores das mudanças destes fatores. Em casos de extensivas modificações dos ecossistemas provocadas pelo homem, são apropriados estudos utilizando-se bioindicadores.

De acordo com Allaby (1992), os bioindicadores são organismos que podem ter amplitude estreita em relação a um ou mais fatores ecológicos e podem indicar uma condição ambiental estabelecida.

A taxonomia, o ciclo biológico e o nicho ecológico dos bioindicadores devem ser bem conhecidos, além de apresentarem características de ocorrência em condições ambientais distintas ou devem ser restritos a determinadas áreas (THOMAZINI e THOMAZINI, 2000; BUCHS, 2003; LIMA et al., 2007). Além disso, devem ser sensíveis a mudanças ambientais para que possam ser utilizados no monitoramento das perturbações do ambiente (WINK et al., 2005). Dependendo da escala de incidência de perturbação num dado ambiente, teremos um bioindicador revelando informações distintas sobre um determinado distúrbio (BUCHS, 2003).

Bioindicadores podem ser usados em diversos contextos, como: indicadores de alteração de habitats, destruição, contaminação, reabilitação, sucessão ecológica, mudanças climáticas e possíveis degradações dos solos e ecossistemas, e devem ter uma resposta já conhecida às alterações ambientais, respondendo de maneira clara ao distúrbio, e ser de fácil amostragem (WINK et al., 2005). Desta forma, os bioindicadores devem informar sobre a estrutura, o funcionamento e a composição do sistema ecológico, devendo ser monitorados em distúrbios ambientais a curto e longo prazo (DALE e BEYELER, 2001).

Os insetos, dentre os organismos bioindicadores, são considerados muito importantes na ecologia dos ecossistemas naturais podendo ser utilizados em estudos de perturbação ambiental (ROSENBERG et al., 1986). Além disso, são excelentes organismos para avaliar o impacto da formação de fragmentos florestais, pois são altamente influenciados pela heterogeneidade do habitat (THOMAZINI e THOMAZINI, 2000). Deste modo, há razões para que os insetos sejam utilizados em inventários faunísticos em áreas agrícolas (WINK et al., 2005): a maioria das espécies é predadora generalista e assim os grupos taxonômicos são considerados de organismos benéficos na sustentabilidade ecológica, além disso, há uma facilidade de coleta com armadilhas e, ainda, porque a maioria dos habitats contém alto número de espécies, permitindo a padronização estatística (DUELLI et al., 1999).

2.3. ENTOMOFAUNA EDÁFICA

Enquadrado como um dos ambientes mais complexos que existem, o solo apresenta uma relação intrínseca com os seres que o habitam, além de ser utilizado como fonte de nutrientes para estes seres, mas, mesmo sendo de fundamental importância, ainda são insuficientes os estudos relacionados com seu sistema (ANTONIOLLI et al., 2006).

Os processos de um ecossistema são influenciados por uma série de fatores que incluem o clima, a vegetação, o solo e a fauna. A fauna edáfica interfere na dinâmica da decomposição de resíduos orgânicos do solo, desempenhando um papel fundamental na manutenção da cadeia de alimentos e no fluxo de energia (WRIGHT e COLEMAN, 2000).

O tratamento empregado nas diferentes coberturas vegetais do solo pode interferir diretamente sobre a população de animais que vivem sobre ele. Este efeito pode estar relacionado à permanência de resquícios orgânicos sobre o solo, as folhas mortas que formam uma camada espessa em sua superfície (serapilheira), material em decomposição, capaz de abrigar uma fauna diversa (ANTONIOLLI et al., 2006).

Dependendo do modo como o solo é utilizado, alguns sistemas podem favorecer o desenvolvimento de determinadas espécies da fauna em comparação a outras, que são menos favorecidas pelas chamadas monoculturas, por fornecerem somente um tipo de alimento (ASSAD, 1997; BARETTA et al., 2007).

A interferência sobre os organismos do solo, por conta do manejo empregado na agricultura, provoca grandes reflexos neste ambiente, como alterações em sua biodiversidade e modificações em sua composição. A intensidade da modificação varia de acordo com as mudanças no ambiente (ASSAD, 1997).

Os invertebrados edáficos são importantes para os processos que estruturam os ecossistemas terrestres, especialmente nos trópicos (WILSON, 1987), uma vez que desempenham um papel fundamental na decomposição de material orgânico, na remineralização dos nutrientes e na regulação indireta dos processos biológicos do solo, estabelecendo interações em níveis distintos com os microrganismos, que são fundamentais para a conservação da fertilidade e produtividade desses ecossistemas (ANDRADE, 2000; CORREIA e OLIVEIRA, 2005; DUTRA, 2009).

Grande parte da fauna do solo é representada pelos insetos, importantes constituintes da biodiversidade do planeta (ALMEIDA et al., 1998). Os insetos de solo, conhecidos como representantes da entomofauna edáfica, compreendem uma grande variedade de organismos habitantes desse tipo de ecossistema. A diversidade entre esses seres vivos é imensa, podendo

apresentar tamanhos ou estratégias bastante característicos, para melhorar sua adaptação no ambiente terrestre (LAVELLE et al., 1994).

A entomofauna de solo encontra-se fortemente ligada aos processos de decomposição e ciclagem dos nutrientes minerais, ações de fundamental importância para a manutenção da produtividade do ecossistema terrestre, tornando-se, dessa maneira, agente modificador e reflexo de características físicas, químicas e biológicas dos solos (CORREIA, 2002).

Por sucessivas vezes, a entomofauna edáfica, vista como agente responsável por reciclar os nutrientes e formadores do solo, começou a ser considerada uma importante aliada em trabalhos como bioindicadora da qualidade ambiental, especialmente dos ambientes terrestres (ARAÚJO e RIBEIRO, 2005).

De acordo com Gassen (1992), a fauna edáfica se divide em superficial e subterrânea, conforme seus habitats e seus hábitos alimentares. A subterrânea vai poucas vezes à superfície, sendo representada pelos coleópteros, isópteros e oligoquetos; a superficial vive na camada orgânica, são detritívoros, dependentes de resíduos orgânicos ali assentados para sobreviver, auxiliam a ação dos decompositores e são afetados pelas alterações que ocorrem no solo ou ataques de predadores.

A fauna edáfica é considerada importante indicadora de qualidade biológica do solo, pelo fato de ser bastante utilizada na avaliação de agroecossistemas, emprego justificado pela sua intensa participação nos processos biológicos dos ecossistemas naturais, podendo ser útil nos estudos de impacto ambiental em ambientes degradados (WINK et al., 2005).

Conforme Doran e Parkin (1994), para classificar com um bom indicador de qualidade do solo deve-se obedecer aos seguintes critérios:

- 1 - Estar associado aos grandes processos do ecossistema;
- 2 - Integrar propriedades físicas, químicas e biológicas;
- 3 - Ser acessível a muitos usuários e aplicável a condições de campo;
- 4 - Ser sensível a variações no manejo e no clima;
- 5 - Fazer parte, quando possível, de banco de dados.

Segundo Swift et al. (1979), os invertebrados de solo podem ser classificados de acordo com o seu comprimento em três grupos: **microfauna** (<0,2 mm), representados por nematoides e rotíferos; **mesofauna** (0,2 – 2 mm), onde estão inclusos ácaros, alguns insetos e enquitreídeos; e **macrofauna** (>2 mm), constituída por miriápodes, a grande maioria dos insetos e oligoquetos.

Os trabalhos sobre a comparação da comunidade da mesofauna do solo em diferentes áreas, de uma mesma região, ainda são insuficientes, considerando-se a vegetação e cobertura

do solo e a metodologia de coleta, deste modo tem-se estudado grupos taxonômicos importantes, que mostram parte dessa comunidade (MANFROI et al., 2002; GIRACCA et al., 2003).

A biota do solo, sobretudo os representantes da meso e macrofauna, tem desempenho crucial em processos edáficos, tais como: ciclagem de nutrientes minerais, decomposição da matéria orgânica, melhoramento de atributos físicos como agregação, porosidade e infiltração de água (SANGINGA et al., 1992).

A macrofauna do solo tem papel relevante nos processos do ecossistema no que concerne à ciclagem de nutrientes e estruturação do solo, pois é responsável pela fragmentação dos resíduos orgânicos, facilitando assim a ação de decompositores, mistura das partículas minerais e orgânicas e redistribuição da matéria orgânica, além de produzir *pellets* fecais, que são bolotas de excremento agregadas à minerais, que contribuem para o bom condicionamento do solo (HENDRIX et al., 1990; CORREIA e OLIVEIRA, 2005; BARETTA et al., 2007). Modificações na macrofauna edáfica podem ocorrer em função do uso da terra, graças a alterações no ambiente, no preparo e cultivo do solo e na adição de matéria orgânica (BARETTA et al., 2007).

Para compreender a exclusão de um ou mais grupos da fauna edáfica e suas consequências é necessário avaliar a diversidade e a importância de determinados grupos considerados funcionais na regulação dos componentes do solo em um dado ecossistema (MERLIM, 2005). Desta forma, o conhecimento dos grupos funcionais da macrofauna do solo de áreas utilizadas pelo homem para fins como a agricultura, fornece informações sobre o impacto gerado no solo e na fauna, a partir da exclusão de um ou mais organismos edáficos (ANDERSEN, 1999; BARETTA et al., 2007).

A impossibilidade de se avaliar um ecossistema na íntegra, nos leva a analisar parcelas deste ecossistema, selecionando determinados grupos taxonômicos associados à fragmentos do hábitat ou grupos com uma função semelhante no ecossistema, por exemplo, as espécies detritívoras, como os insetos da família Scarabaeidae (MERLIM, 2005).

2.4. IMPORTÂNCIA DA FAMÍLIA SCARABAEIDAE

Os escarabeídeos formam um grupo extremamente diversificado de insetos. Constituem-se em componentes conspícuos da fauna de Coleoptera. Apresentam adultos de muitas espécies de notáveis tamanhos, colorações brilhantes, ornamentações frequentemente elaboradas e ciclos de vida interessantes (MILHOMEM et al., 2003). Com biologia

extremamente diversificada, pode incluir adultos que se alimentam de excrementos, cadáveres, fungos, vegetais, pólen, frutos ou raízes (MARINONI et al., 2001). Alguns escaravelhos formam bolotas de carne podre ou de excremento e enterram juntamente com a postura do ovo, e passam a cuidar das larvas que eclodem dos ovos (BUZZI, 2010). São conhecidos popularmente como besouro-rinoceronte, escaravelho, besouro-bola, bosteiro, rola-bosta, coró, embola-bosta, besouro-de-chifre, bicho-bolo. Muitas espécies são consideradas benéficas, pois reciclam material vegetal e excrementos, algumas são especializadas em excrementos de uma única espécie de vertebrado, outras produzem bolas de excrementos e as rolam para longe da massa para evitar competição com outros que partilham de mesmo tipo de alimento (CASARI e IDE, 2012).

A família Scarabaeidae *sensu stricto* possui em torno de 20.000 espécies descritas em todo o mundo (RONQUI e LOPES, 2006), destas cerca de 620 são encontradas no Brasil, sendo aproximadamente 320 endêmicas (VAZ-DE-MELLO, 2000). Caracterizada principalmente pela utilização de material orgânico em decomposição para alimentação de larvas e adultos, pode haver variação na dieta alimentar, dependendo do ambiente onde habitam e dos recursos disponíveis para as populações (SILVA e DI MARE, 2012), conferindo aos escarabeídeos um papel ecológico importante, pois fazem parte da ciclagem de nutrientes do ambiente (ENDRES et al., 2007). Agindo como detritívoros, os escarabeídeos, promovem a remoção e reingresso de material orgânico no ciclo dos nutrientes, aumentando a aeração do solo e prolongando sua capacidade produtiva (MILHOMEM et al., 2003).

Quando se quer analisar a diversidade biológica em diferentes ambientes deve-se observar a especificidade de hábitat e nicho ecológico dos indivíduos de um grupo taxonômico, como na família Scarabaeidae, que apresenta espécies associadas a alguns fatores ambientais, como tipo de vegetação, microclima e solo. Assim, a fragmentação de áreas de mata nativa ou a transformação destas áreas em monoculturas pode causar perda da biodiversidade e alterar drasticamente a estrutura da comunidade (SILVA et al., 2007). Por possuírem considerável diversidade de espécies em ecossistemas neotropicais, os escarabeídeos apresentam um elevado potencial como táxon indicador de avaliação da biodiversidade (HALFFTER e FAVILA, 1993).

Conforme Milhomem et al. (2003), os besouros pertencentes à família Scarabaeidae *sensu stricto* agrupam-se principalmente nas subfamílias Scarabaeinae e Coprinae, que ainda são divididas em doze tribos considerando Coprini, Ateuchini, Oniticellini, Onitini, Onthophagini, Canthonini, Eucranini, Eurysternini, Gymnopleurini, Scarabaeini e Sisyphini,

sendo que ocorrem sete tribos no Brasil: Ateuchini, Canthonini, Coprini, Eurysternini, Gromphini, Onthophagini e Phanaeini.

De acordo com Milhomem et al. (2003), os escarabeídeos são encontrados em maior abundância durante o período chuvoso. Nesse sentido, Creão-Duarte et al. (2005) e Hernández (2007) afirmam que na região Nordeste, no período seco, devido a escassez de recursos disponíveis, são poucas as espécies que conseguem manter suas atividades, mas no período chuvoso, quando os recursos tornam-se mais abundantes os escarabeídeos surgem em grande número, tanto de indivíduos como de espécies.

A maior parte dos escarabeídeos é detritívora, utilizando como recurso alimentar excremento de vários animais, carcaças, frutos e plantas em decomposição. Por essa razão, o grupo é dividido entre quatro tipos básicos de dieta (HALFFTER et al., 1992):

1. Coprófagos: De acordo com Halffter e Matthews (1966) são indivíduos que se alimentam de fezes. Pode haver espécies que são atraídas somente por fezes de uma espécie em particular, chamadas estenofágicas, ou podem viver em forésia com mamíferos como preguiças, macacos e antas. Há relatos também de espécies na Índia que vivem no ânus de humanos.
2. Saprófagos: são indivíduos que se alimentam de frutos e material vegetal em decomposição, sendo atraídos por uma grande variedade de frutos (HALFFTER et al., 1992; HALFFTER e MATTHEWS, 1966). Segundo Halffter e Matthews (1966) são derivados de uma linhagem ancestral de coprófagos. No entanto, existem outras preferências dentro deste grupo, como os micetófagos, os quais se alimentam de fungos em decomposição (HANSKI e KRIKKEN, 1991); os mirmecófagos, que se alimentam da massa de fungo decomposta cultivada pelas formigas (HALFFTER e EDMOND, 1982) e os termitófagos, que são associados a ninhos de cupins, porém pouco se sabe a respeito deste grupo (HALFFTER e MATTHEWS, 1966).
3. Necrófagos: como os saprófagos, foram recentemente derivados de uma linhagem ancestral de coprófago (HALFFTER e MATTHEWS, 1966). Usam como recurso alimentar tanto cadáveres frescos como em decomposição nos estágios larval e adulto, sendo que várias espécies são comuns na América do Sul (HALFFTER et al., 1992; HALFFTER e MATTHEWS, 1966). Caso especial ocorre na atração de espécies por ovos em decomposição (VAZ-DE-MELLO e LOUZADA, 1997).
4. Generalistas: são os copronecrófagos e demais combinações possíveis de dietas alimentares (HALFFTER et al., 1992).

Os escarabeídeos normalmente se alimentam de excrementos de outros animais (coprófagos), mas podem apresentar o hábito necrófago ou saprófago. Excrementos e carcaças de animais são recursos alimentares que concentram grande quantidade de energia e por isso são utilizados por esse grupo de artrópodes (MEDRI e LOPES, 2001). Os escaravelhos coprófagos – também conhecidos como escatófagos – e necrófagos possuem um olfato extraordinário, e são atraídos a uma grande distância pelo seu respectivo alimento (GODINHO JUNIOR, 2011). Apresentam-se numa família bastante diversificada, com variação de tamanho e hábito alimentar, muitas vezes brilhantes e coloridos (ALFORD, 1999).

Durante as fases larval e adulta alimentam-se essencialmente de material em decomposição, de origem animal ou vegetal, e excrementos, esse comportamento é de fundamental importância especialmente relacionado à ciclagem dos nutrientes nos diferentes ecossistemas (HALFFTER e MATTHEWS, 1966; SILVA et al., 2007).

Insetos de hábitos coprófagos vem sendo utilizados de forma prática e econômica para a ciclagem de excrementos, principalmente em pastagens, pela incorporação de massas fecais no solo. O acúmulo desses excrementos sobre as pastagens contribui para o desenvolvimento de diversas espécies parasitas, além de prejudicar todo o pasto para alimentação ao redor das mesmas (FLECHTMANN et al., 1995). A ação dos escatófagos também contribui expressivamente no enterro imediato dos excrementos, e indiretamente na reincorporação da matéria orgânica, melhorando a fertilidade do solo (MIRANDA et al., 1998; KOLLER et al., 2007).

Segundo Campiglia (2002), os escarabeídeos, dependendo da forma de alocação, nidificação e utilização dos recursos alimentares, podem ser classificados em quatro grupos funcionais ou guildas, são eles:

Endocoprídeos: são os moradores ou residentes (DOUBE, 1990), representados pela subfamília Aphodiinae, cujos adultos da maioria das espécies penetram no excremento, se instalando e se alimentando da massa fecal, juntamente com suas larvas, não há deslocamento;

Paracoprídeos: são cavadores ou escavadores, abrange os indivíduos da subfamília Geotrupinae e algumas espécies da subfamília Scarabaeinae (LOUZADA et al., 2007), cujos adultos realocam pequenas porções de excremento para o fundo de galerias por eles escavadas no solo próximo da massa fecal, onde será depositado um ovo, o deslocamento é vertical;

Telecoprídeos: são rolares (MACEDO, 1999), compreende a maioria dos indivíduos da subfamília Scarabaeinae, cujos adultos realocam bolotas de excremento, rolando-as para locais mais distantes da massa fecal, enterrando-as em câmaras, previamente escavadas no solo, onde será depositado um ovo, o deslocamento é horizontal e vertical.

Cleptoparasitas: grupo de insetos pouco mencionado pela maioria dos autores. Apesar de serem muito comuns em regiões áridas, tropicais e subtropicais eles utilizam esterco que já foi enterrado por outros coprófagos (DOUBE, 1990). Considerados por Gill (1991) escavadores modificados, que, de acordo com Cambefort (1991), não escavam ou não estabelecem seus ninhos, nidificando com outras espécies, tanto rolares quanto escavadores.

Koller et al. (2007) relatam que, ao depositarem excrementos nas camadas mais profundas do solo, os escarabeídeos transportam parte dos ovos e larvas de organismos nocivos, que são retirados da massa fecal, reduzindo o número de indivíduos e, enquanto o restante da massa fecal estiver sobre a superfície do solo, se tornará mais suscetível à dessecação pela ação do sol e à desagregação pelo efeito da chuva, prejudicando ou mesmo inviabilizando o desenvolvimento e a sobrevivência desses organismos patogênicos.

Além disso, a construção de túneis por alguns desses besouros permite arejamento e hidratação do solo, bem como a incorporação de nutrientes presentes nos excrementos, carcaças de animais e frutas que são depositados nesses espaços (HALFFTER e MATTHEWS 1966; HALFFTER e EDMONDS 1982; HANSKI e CAMBEFORT 1991; SLADE et al., 2007; NICHOLS et al., 2008; CAMPOS e HERNÁNDEZ, 2013).

Oikawa et al. (2008) dizem, em trabalho com uso de besouros da família Scarabaeidae como bioindicadores, que, ao menos nas condições das áreas altamente antropizadas, espécies telecoprídeas sejam melhores bioindicadores que espécies paracoprídeas.

A ligação entre os escarabeídeos e os processos naturais importantes ao funcionamento dos ecossistemas beneficia o ambiente em diversos aspectos como na rápida incorporação dos excrementos ao solo, sustentação dos constituintes da parte superficial do solo ou promoção da dispersão dos excrementos de grandes mamíferos; esse processo reduz a população de organismos parasitas nas diversas fases de desenvolvimento presentes nas fezes e na matéria orgânica em decomposição (HALFFTER e MATTHEWS, 1966; AMARAL e ALVES, 1979). Além disso, podem participar do processo natural de regeneração da floresta, atuando como agentes secundários na dispersão de sementes de muitas espécies vegetais nas áreas de mata nativa (ESTRADA e COATES-ESTRADA, 1991; KLEIN, 1989).

Os besouros da família Scarabaeidae são considerados bons indicadores de biodiversidade, pois respondem negativamente à fragmentação de florestas tropicais quanto à composição, abundância e riqueza de espécies (KLEIN, 1989; HALFFTER e FAVILA, 1993). A movimentação vertical destes besouros, e de outros organismos que compõem a fauna epígea está associada às mudanças de temperaturas do solo, que por sua vez, é influenciada pela diversidade da vegetação (VILLANI e WRIGHT, 1990). Entretanto, Kimberling et al. (2001), destacam que os escarabeídeos possuem natureza sedentária, o que os fazem mais vulneráveis à mudanças ambientais, razão pela qual, de acordo com Halffter e Favila (1993), vêm sendo cada vez mais utilizados como bioindicadores de degradação ambiental em florestas tropicais.

Diversos autores evidenciam a importância dos insetos da família Scarabaeidae como bioindicadores de qualidade ambiental em agroecossistemas. Morón e Lopez-Mendez (1985) e Morón (1987) observaram que a fauna de escarabeídeos coletada em floresta tropical úmida não perturbada (virgem) foi mais rica que a observada em plantações de café sombreado com diferentes espécies de árvores, em Chiapas no México. Um padrão similar foi observado por Nummelin e Hanski (1989), quando detectaram uma grande redução na riqueza de espécies desses besouros em áreas com espécies florestais introduzidas, com cerca de 20 anos de idade, quando comparadas com as áreas de florestas tropicais úmidas.

Nestel et al. (1993) compararam as comunidades de escarabeídeos entre agroecossistemas de café sombreado e a pleno sol em Vera Cruz, México, quando observaram uma maior riqueza de espécies nas áreas de cafeeiros sombreados do que em pleno sol (sem sombreamento), bem como os indivíduos coletados no sistema sombreado estavam mais bem distribuídos entre as espécies, mostrando maior equitabilidade.

Silva (2005), comparando as comunidades de besouros da família Scarabaeidae presentes em áreas sob diferentes sistemas de uso da terra na região amazônica, ressaltou que a riqueza de espécies na área de floresta primária foi maior que a da área de capoeira, que por sua vez foi maior que a observada na área de mandioca, maior que a da área de pasto sujo e que foi maior que a da área de pasto limpo. O autor conclui dizendo que as modificações na estrutura da vegetação afetam este grupo de insetos.

Schiffler (2003) observou que um fator que diminui a riqueza de espécies de escarabeídeos é o aumento do teor de areia no solo e complementou dizendo que esta resposta possivelmente se deve à íntima relação que este grupo de insetos tem com o solo. Hanski e Camberfort (1991) explicam que em condições onde a granulidade do solo é muito alta, a instabilidade das galerias construídas para nidificar é maior.

Flechtmann et al. (1995) descreveram que besouros de maior biomassa, como as espécies pertencentes aos gêneros *Dichotomius* spp. e *Ontherus* spp., têm sua população reduzida no período mais seco, e que o Brasil possui diversas regiões de clima e solo bem diferentes. Segundo esses autores, essas características podem interferir na diversidade de espécies copronecrófagas em cada uma e a partir de conhecimentos sobre a entomofauna de besouros, com hábitos alimentares tão específicos, de cada região pode se aumentar ou não o número de espécies de determinada região.

Braga e Louzada (2008) comentam que, no geral, há uma maior intensidade nos serviços ambientais realizados pelos escarabeídeos nos sistemas de floresta, seguido por agrofloresta, agricultura, capoeira e áreas de pastagem. Os serviços ambientais realizados pelos besouros da família Scarabaeidae parecem ser mais efetivos em sistemas que visam preservar a floresta nativa, e que a utilização de consórcios com a mata nativa pode levar a uma maior produtividade nesse tipo de sistema de cultivo.

A conversão da composição natural de um ecossistema em áreas de agricultura tem provocado um decréscimo significativo no número de espécies. A sensibilidade a alterações ambientais que determinadas espécies possuem torna possível a utilização desses indivíduos para caracterizar e monitorar mudanças em suas condições (PAIVA, 2009). Os escarabeídeos copronecrófagos são muito sensíveis às condições do ambiente, principalmente à alterações na umidade do solo. Campiglia (2002) relata a sobrevivência de poucas espécies em áreas com precipitação média anual inferior a 250 mm, e constata o aumento do número desses besouros somente no início das primeiras chuvas e com elevação da temperatura do ar.

A fragmentação dos habitats naturais pode induzir mudanças na abundância e na riqueza de espécies de coleópteros que auxiliam no processo dos decompositores, assim como os detritívoros, podendo causar impactos no suprimento e retenção de nutrientes no solo, na dispersão de sementes e no controle de organismos considerados parasitas de vertebrados e de espécies vegetais; em consequência disso, pode afetar a estabilidade do ecossistema (MEDRI e LOPES, 2001).

Os trabalhos sobre comunidades de Scarabaeidae no Nordeste do Brasil, especialmente no Piauí, são escassos, conta-se com poucas informações publicadas (PAIVA, 2009). Entre os conhecimentos adquiridos com esses trabalhos estão a abundância e diversidade destes besouros que habitam determinada região, o comportamento das espécies e seu maior potencial copronecrófago, a dinâmica populacional e atividade diária destes insetos (AIDAR et al., 2000).

A realização de estudos sobre a composição da coleopterofauna copronecrófaga em determinadas regiões deve considerar diversos fatores, dentre eles a utilização de áreas de cultivo, como frutíferas ou pastagens, levando-se em consideração fatores como o tamanho e fitofisionomia da área, bem como o clima e o solo da região estudada, tais variações podem afetar diretamente os besouros que ocorrem em cada região, além da abundância e comportamento das espécies (KOLLER, 2007).

A importância de se estudar estas regiões com diversos tipos de uso do solo reside no fato de que a resposta dos organismos encontrados nestas áreas pode levar ao entendimento de fatores ecológicos que determinam a distribuição geográfica e espacial destas espécies, assim como os possíveis efeitos das ações humanas na mudança das paisagens, sendo os besouros detritívoros da família Scarabaeidae considerados bons indicadores de perturbações ambientais (DURÃES et al., 2005).

2.5. ARMADILHAS *PITFALL* PARA LEVANTAMENTO DE INSETOS

Segundo Halfpter (1991), a distribuição desigual de espécies em uma determinada área, em que poucas espécies são muito abundantes e muitas espécies são representadas por um número restrito de indivíduos, é característica de florestas tropicais, e podem indicar um ambiente equilibrada.

A amostragem é uma das etapas fundamentais em estudos ecológicos na estimativa quantitativa das populações de um ecossistema. A confiabilidade dos resultados depende do esquema de amostragem utilizado para obtê-los (BOARETTO e BRANDÃO, 2000).

A melhor maneira de apanhar representantes da entomofauna de solo é com uso de armadilhas (BUZZI, 2010). Existem dois princípios fundamentais de funcionamento de armadilhas para captura de insetos: interceptação e atração (LARANJEIRO, 2003).

Silveira Neto et al. (1976) afirmam que é praticamente impossível contar todos os insetos de um hábitat e que os levantamentos devem ser realizados mediante estimativas de populações por meio de amostragens.

Silveira Neto e Parra (1982) dizem que as armadilhas utilizadas para a captura de insetos podem ser classificadas em: aparelhos que exigem a presença do operador; aparelhos com ou sem atrativos e que não exigem a presença do operador. Encontramos nesta última categoria a armadilha do tipo alçapão (ou armadilha de solo ou *pitfall*), que nada mais é do que um recipiente enterrado com a abertura ao nível do solo. Os insetos que caminham sobre o solo acabam caindo no alçapão, quando encontrado em sua trajetória.

Nas avaliações sobre a composição da entomofauna de ecossistemas terrestres, tem-se utilizado os mais diferentes tipos de armadilhas para determinar as amostragens populacionais, dentre as quais podem ser utilizadas armadilhas luminosas e de solo (*pitfall*). Dessa maneira, estudos de comunidades que possuem como alcance levantamento de espécies, flutuação populacional, distribuição anual, migração e densidade têm sido realizados por todo o planeta, lançando-se mão desses equipamentos (MOLDENKE, 1994).

Nos estudos realizados para se determinar a diversidade e abundância de coleópteros e outros artrópodes edáficos observa-se um padrão no uso de armadilhas, principalmente o tipo alçapão, de queda ou *pitfall*, com ou sem isca. Existem formas e modelos variados deste tipo de armadilha, podendo haver adaptações, contudo, resume-se basicamente a um recipiente plástico, onde se pode associar uma isca e, quase sempre, um líquido para matar e conservar os espécimes (FAVILA e HALFFTER, 1997).

As armadilhas de solo são empregadas nas avaliações da atividade da fauna epigea, isto é, dos componentes que atuam, sobretudo, na superfície do solo (SOUTHWOOD, 1994). Esse método é bastante simples e consiste na instalação de recipientes de cerca de 10 cm de altura e 10 cm de diâmetro em nível do solo, de tal maneira que os animais, ao se locomoverem, caem acidentalmente nesses recipientes. Recomenda-se colocar cerca de 200 mL de formol 4% ou salmoura nas armadilhas para que os animais não fujam e possam, também, ser conservados (MOLDENKE, 1994).

Conforme Nakano e Leite (2000), inúmeras são as armadilhas empregadas na captura de insetos. Contudo, as recomendações ou mesmo as descrições do funcionamento de tais armadilhas, encontram-se dispersas em publicações.

Rodrigues et al. (2001), usaram armadilhas *pitfall*, iscadas com excremento bovino, em áreas de pastagem na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", em Piracicaba, São Paulo; e na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, em Aquidauana, Mato Grosso do Sul, para coleta de besouros coprófagos.

O *pitfall*, adaptado por Greenslade em 1964 (MOLDENKE, 1994), é formado por um recipiente enterrado no solo, até que a sua extremidade vazada fique no nível da superfície. Dentro deste recipiente é colocado um funil cujo diâmetro é igual ao do recipiente e em cuja base será posto um vidro contendo uma solução conservante. Os animais epigeos caem acidentalmente na armadilha quando estão se locomovendo no solo. Este método mede a atividade dos indivíduos presentes, dependendo basicamente da mobilidade da espécie, que é atraída pelo próprio conservante, frutos, excremento, carne e outros produtos que podem ser acrescentados à armadilha (MOLDENKE, 1994).

A utilização de iscas é frequente, e tem servido para coletar principalmente besouros, pois de outra maneira seria pouco possível apanhá-los (BUZZI, 2010). Quintino et al. (2008) fazem a comparação sobre a eficiência de armadilhas: *pitfall*, Shannon e bandeja na captura de coleópteros necrófagos. A armadilha *pitfall* se mostrou mais eficiente devido à riqueza de espécies coletadas e do bom estado de conservação apresentado (ALMEIDA et al., 1998).

Como os insetos são muito abundantes, há pequena probabilidade que coletas, mesmo extensas, tenham muito efeito nas suas populações, assim, os conservacionistas não precisam preocupar-se com a exterminação das espécies ou com o rompimento de equilíbrio da natureza pelas coletas comuns (ALMEIDA et al., 1998; BORROR e DELONG, 2011).

2.6. ASPECTOS GERAIS SOBRE A CULTURA DA GOIABA

O Brasil se destaca mundialmente na produção de frutíferas e está inserido no grupo de países que mais produzem frutas no mundo, ocupando o posto de terceiro maior produtor mundial (BARBOSA e LIMA 2010). Entre as frutíferas, encontra-se a goiabeira, pertencente à família Myrtaceae, que compreende mais de 70 gêneros e 2.800 espécies, incluindo também outras plantas agrícolas importantes que rendem produtos econômicos como temperos aromáticos (cravo-da-índia, canela, pimenta-da-jamaica), óleos aromáticos (eucalipto), plantas ornamentais (murta, Callistemon = bucha-de-garrafa) e várias frutas (jambo *Syzygium malaccense*, cereja de Suriname, ameixa de Java, jambo-do-norte, feijoa) (BAPTISTA, 2010).

A goiabeira é originária da América Tropical, porém não se conhece com certeza de que parte da América a goiaba seria nativa, já que houve uma grande distribuição natural antes da chegada dos europeus, através dos pássaros, animais e indígenas. Atualmente, a espécie *Psidium guajava* L. encontra-se amplamente distribuída por todas as regiões tropicais e subtropicais do globo, graças à ação dos disseminadores naturais, inclusive o homem (BAPTISTA, 2010; BARBOSA e LIMA, 2010).

O fruto com grande valor alimentar, e a rusticidade da planta, com capacidade de produzir mesmo em condições adversas, faz com que seja uma importante cultura nas regiões com carência de fontes alimentares, como o Nordeste brasileiro, onde é muito consumida como fruta fresca e processada nas formas de doces, sucos, geleias e compotas. Também, é bastante conhecida como uma fruta rica em vitaminas C, A e do complexo B, e importantes minerais, como o fósforo, o ferro e o cálcio, possuindo baixo teor calórico (SILVA, 1998; BARBOSA e LIMA, 2010).

Em pomares de goiaba as armadilhas *pitfall* têm sido empregadas com sucesso por alguns pesquisadores em estudos de entomofauna (SENÔ, 2001; BAPTISTA, 2010).

O estudo e a preservação dos microorganismos e da fauna edáfica proporciona uma melhoria nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, obtendo-se boas respostas no cultivo de plantas, como as frutíferas. Uma das funções da fauna epígea é acelerar a disponibilização dos nutrientes presentes na matéria orgânica morta ou nos excrementos. Os indivíduos da família Scarabaeidae, por exemplo, ao incorporarem material orgânico, como excrementos, facilitam a ação de microorganismos, como fungos e bactérias, sendo fator benéfico para os solos, como os arenosos, com baixa capacidade de reter nutrientes (BORGES et al., 2003).

Para o desenvolvimento sustentável de agroecossistemas que encontram-se em plena ascensão no agronegócio, deve-se considerar a necessidade de conciliar a produção e a manutenção contínua dos processos biológicos fundamentais, que incluem a estrutura e função dos indivíduos nos ecossistemas (VAZ DA SILVA, 2002). Os sistemas naturais estão sendo substituídos pelos agroecossistemas, formando mosaicos de monoculturas, passando de um sistema onde havia um complexo de interações entre organismos para um sistema mais simples, favorecendo a perda da diversidade (ALTIERI, 2003).

O papel da biodiversidade como fator de equilíbrio dinâmico de ecossistemas complexos, apesar de relativamente bem conhecido em ecossistemas naturais, ainda é pouco estudado em sistemas agrícolas tropicais. Este conhecimento torna-se fundamental para identificar a vocação de diferentes sistemas de uso da terra como agroecossistemas sustentáveis (SILVA, 2005). Os diversos tipos de sistemas agrícolas podem ter efeitos diferentes sobre a comunidade de organismos presentes nesses agroecossistemas (MOREIRA e SIQUEIRA, 2002).

2.7. ASPECTOS GERAIS SOBRE PASTAGENS

Entre as principais fontes de nutrientes para grandes mamíferos, como os ruminantes, encontramos as pastagens, que fornecem, além de proteínas e energia, grande quantidade de fibras, necessárias para promover a mastigação, ruminação e saúde do rúmen (TEIXEIRA e ANDRADE, 2001; BRÂNCIO et al., 2003).

Existem diversos fatores que podem comprometer o desenvolvimento e a manutenção das pastagens, dentre esses fatores, o surgimento de insetos-praga merece bastante atenção, pelo fato de eles apresentarem um intenso potencial reprodutivo, aumentando suas populações

rapidamente, podendo causar danos econômicos às pastagens tendo como reflexo direto a redução na produção animal (OLIVEIRA, 1997; QUADROS et al., 2002).

O capim-andropogon é uma gramínea forrageira perene, ereta, resistente à seca e ao frio, que se desenvolve formando touceiras de até 1,0 m de diâmetro e produz filhos com altura variando entre 1,0 a 3,0 m. Originário da África Tropical, encontra-se amplamente distribuído na maioria dos cerrados tropicais, em áreas com estação seca bem prolongada, além de ser pouco exigente de solo, principalmente no que se refere à fertilidade e acidez (BATISTA e GODOY, 1995; RIBEIRO JUNIOR et al., 2009).

A atuação de espécies da família Scarabaeidae constitui um modo econômico e prático de efetuar a incorporação de massas fecais depositadas pelos bovinos sobre as pastagens e no controle de parasitos, como as moscas-dos-chifres, agindo de forma benéfica. Deve-se, no entanto, estabelecer estratégias ou técnicas mais ecológicas a fim de não prejudicar a escarabeidofauna com o uso de produtos químicos (SILVA e VIDAL, 2007).

Coletti et al. (2009) cita a importância de besouros copronecrófagos para a dinâmica dos nutrientes disponibilizados em ambientes como as pastagens, pelo fato de essas espécies realizarem a incorporação de material orgânico ao solo, reduzindo a proliferação de parasitos. Os autores constataram uma maior riqueza de espécies em áreas de pastagem que em áreas de mata nativa.

De acordo com Silva e Vidal (2007) alguns parasitos, como a mosca-dos-chifres, possuem fase larval dependente das massas fecais dos bovinos. As fêmeas adultas depositam os ovos preferencialmente em excrementos frescos, e quando adultos, os indivíduos passam a atacar o gado, principalmente através das picadas que provoca um estado constante de irritação no rebanho. Dentre os insetos que vivem ou dependem das massas fecais para a sua reprodução, destacam-se os besouros coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) como insetos benéficos. Estes coleópteros atuam como controladores de parasitos, pelo comportamento de muitas de suas espécies que retiram e enterram porções de excrementos no solo e fazem galerias na massa fecal e abaixo dela, atuando como competidores com esses organismos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A presente pesquisa foi realizada em áreas de pomar de goiaba, pastagem e mata nativa (Figuras 1. a; 1. b; 1. c), localizadas na propriedade Fazenda Buriti, situada no município de Nazária, Piauí, Brasil, com localização geográfica 05° 23' 02,21'' S, 42° 50' 23,21'' W (Figura 2), no período de janeiro de 2012 a janeiro de 2013. O perímetro amostrado equivaleu a 400 m², em cada uma das áreas manejadas durante a pesquisa. O município de Nazária-PI, localizado na região da Grande Teresina, tem fitofisionomia caracterizada como cerrado e mata de cocais, sendo considerada uma área de transição entre esses dois biomas. Possui uma área aproximada de 363,8 km², com população de 8.039 habitantes, e grande potencial para a agricultura e a piscicultura. Apresenta um clima classificado como Tropical, caracterizando-se por altas temperaturas no período de estiagem (inverno seco) e temperaturas mais amenas no período chuvoso (verão chuvoso), variando entre 26°C e 38°C (TERESINA, 2010).



Figura 1. a. Imagem da Área de Pomar de Goiaba (APG); b. Área de Pastagem (AP); c. Área de Mata Nativa (AMN). Propriedade Fazenda Buriti, no município de Nazária, Piauí, Brasil.



Figura 2. Detalhe da vista aérea da localização geográfica, obtidas através de imagem de satélite, da Área de Pomar de Goiaba (APG), Área de Pastagem (AP) e Área de Mata Nativa (AMN), Fazenda Buriti, no município de Nazária, Piauí, Brasil. Fonte: Google earth.

3.2. MÉTODO DE COLETA DOS INSETOS

Foram realizadas coletas com auxílio de armadilhas de queda ou alçapão (*pitfall*), bastante utilizadas na captura de animais de solo, semelhantes às utilizadas por Barbosa (2008), Paiva (2009), Andrade (2012) e Lima et al. (2013). As coletas foram realizadas em unidades amostrais independentes, chamadas de “estações”.

Cada estação constituiu-se de quatro recipientes plásticos, com capacidade de 500 mL, diâmetro de 10 cm e altura de 11 cm, cada. No recipiente central da estação eram alocados, com auxílio de arame galvanizado, recipientes menores, com capacidade de 50 mL, que recebiam iscas de carne apodrecida ou excremento humano, similar aos usados por Aquino et al. (2006), os quais receberam uma cobertura de um prato plástico com 20 cm de diâmetro, suspenso por peças de arame galvanizado com aproximadamente 15 cm, para impedir ou diminuir a entrada de água no período das chuvas e reduzir a evaporação do líquido contido internamente.

Os recipientes da estação foram enterrados com a borda ao nível do solo e receberam a adição de cerca de 150 mL de líquido conservante (solução salina saturada) e detergente líquido neutro, para quebrar a tensão superficial da água, assim como utilizado por Korasaki et al. (2012), Resende (2012) e Gonçalves (2013). Os frascos eram interligados por anteparos de lona plástica com 100 cm de comprimento por 20 cm de altura, com função de guiar os insetos até um dos potes que compõem a estação, dispostos no formato de um Y (Figura 3).

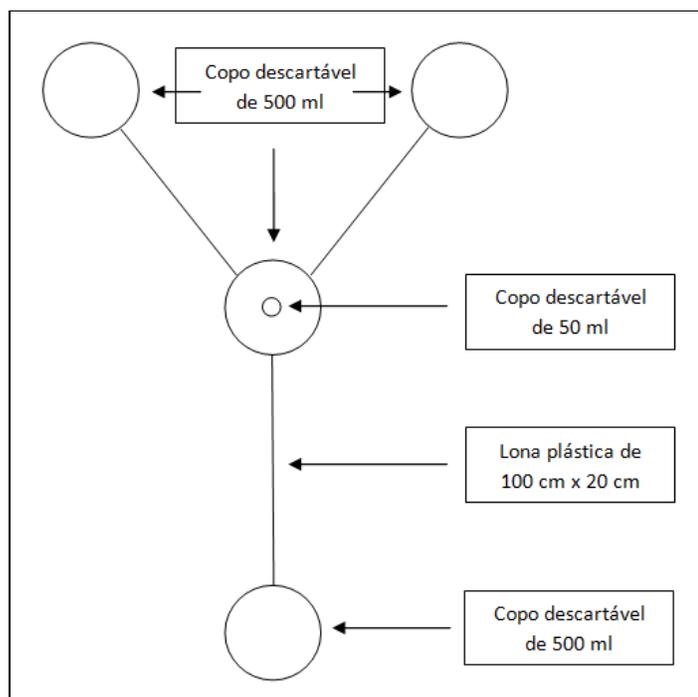


Figura 3. Desenho esquemático de uma estação para coleta de insetos de solo, *pitfall*, adaptada.

Cada área amostrada tinha três estações, contendo isca de excremento humano, carne apodrecida ou sem isca, com três repetições cada, dispostas de forma aleatória, e guardando entre si a distância de 10 m (Figura 4). Cada estação permanecia na área por 48 h. As coletas ocorreram a cada 14 dias, totalizando 27 coletas (Figura 5). O material coletado foi posto em frascos coletores menores contendo álcool a 70% e transferido para recipientes devidamente identificados. Posteriormente foi levado ao Laboratório de Fitossanidade do Departamento de Fitotecnia, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias (Socopo), da Universidade Federal do Piauí-UFPI.

<u>APG</u>			<u>AP</u>			<u>AMN</u>		
Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
C ^{1*}	T ^{2*}	T ^{3*}	T ^{1*}	C ^{2*}	F ^{3*}	F ^{1*}	F ^{2*}	T ^{3*}
Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
F ^{1*}	F ^{2*}	F ^{3*}	C ^{1*}	T ^{2*}	T ^{3*}	T ^{1*}	C ^{2*}	C ^{3*}
Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
T ^{1*}	C ^{2*}	C ^{3*}	F ^{1*}	F ^{2*}	C ^{3*}	C ^{1*}	T ^{2*}	F ^{3*}

Figura 4. Desenho esquemático da Área de Pomar de Goiaba (APG), Área de Pastagem (AP) e Área de Mata Nativa (AMN) com distribuição dos atrativos nas estações, com suas respectivas repetições, no município de Nazária, Piauí, Brasil.



Figura 5. Coleta de material na estação, Área de Pastagem, município de Nazária, Piauí.

3.3. IDENTIFICAÇÃO

Em laboratório, os espécimes foram triados, em até 24 h após a coleta, separados em morfoespécies, depois montados em alfinetes entomológicos, segundo técnicas convencionais (GALLO et al., 2002), devidamente etiquetados, numerados, quantificados em nível de gênero e secos em estufa a 60°C por um período de 48 h, para posterior identificação em taxas de gênero e espécie, quando houve possibilidade, e organizados em caixas entomológicas.

A identificação dos táxa foi realizada através de comparação direta com espécies anteriormente identificadas presentes na coleção do Laboratório de Fitossanidade, com auxílio de literatura especializada (VAZ-DE-MELLO, 2000), também teve como suporte a coleção entomológica do Museu de Entomologia da ESALQ/USP-SP e identificação de alguns táxons pelo taxônomo Professor Dr. Fernando Zagury Vaz de Mello, da Universidade Federal de Mato Grosso. O material coletado está depositado na Coleção de Entomologia do Laboratório de Fitossanidade, do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal do Piauí, de forma a preservar as informações, e assim, estarem disponíveis para estudos futuros.

3.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA – MEDIDAS DE FAUNA

Os dados foram tabulados em planilha do Excel 2007 e analisados com o uso do *software* ANAFU (MORAES et al., 2003), que calcula os índices faunísticos: dominância,

abundância, frequência e constância, de acordo com Silveira Neto et al. (1976), assim como índices de diversidade, variância H e intervalo de confiança. Esse programa foi utilizado, por exemplo, por Costa et al. (2004), Lofego e Moraes (2006), Barbosa (2008), Paiva (2009) e Andrade (2012). Os insetos predominantes foram aqueles que obtiveram os maiores valores em todos os índices faunísticos calculados (frequência, dominância, abundância e constância), conforme Silveira Neto et al. (1995), Barbosa (2008), Paiva (2009) e Andrade (2012).

A correlação linear simples (r) foi o método estatístico utilizado para analisar a influência de fatores climáticos (umidade relativa do ar, temperatura do ar e precipitação pluviométrica) referentes ao período desta pesquisa. De acordo com Martins e Donaire (1991), a correlação na Estatística pode mostrar a dependência entre duas variáveis aleatórias, como é o caso de fatores climáticos e o número de insetos, neste estudo foi calculada através do uso do *software* BioEstat, versão 5.0 (AYRES, 2007).

Em razão do município de Nazária não apresentar estações meteorológicas conhecidas na área, os dados climáticos (umidade relativa do ar, temperatura média mensal e precipitação pluviométrica) fornecidos pela Embrapa Meio-Norte e obtidos no *site* do INMET, são referentes ao município de Teresina, Piauí, Brasil, cuja estação é a mais próxima ao município onde ocorreu a pesquisa.

Foi realizado também o teste de Tukey através do *software* ASSISTAT, para comparação das médias entre as áreas estudadas e os atrativos estudados, com delineamento em parcelas subdivididas.

O teste de *Mann-Whitney*, conhecido também como *Teste U*, também foi realizado. Esse teste é uma prova não-paramétrica destinada a comparar duas amostras independentes do mesmo tamanho ou desiguais, para comparação do número de insetos coletados de cada área.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. DIVERSIDADE DE ESPÉCIES (SCARABAEIDAE) COLETADAS

Foram coletados 9.027 indivíduos, distribuídos em 39 espécies pertencentes a oito tribos e 15 gêneros, sendo eles: *Aphodius*, *Ataenius*, *Ateuchus*, *Canthidium*, *Canthon*, *Coprophanæus*, *Cyclocephala*, *Deltochilum*, *Dichotomius*, *Digitonthophagus*, *Dyscinetus*, *Genieridium*, *Ontherus*, *Onthophagus* e *Trichillum* (Tabela 1). As tribos identificadas foram: Aphodiini (*Aphodius*), Ateuchini (*Ateuchus*, *Cathidium*, *Genieridium*, *Trichillum*), Canthonini (*Canthon*, *Deutochilum*), Coprini (*Dichotomius*, *Ontherus*), Cyclocephalini (*Cyclocephala*,

Dyscinetus), Eupariini (*Ataenius*), Onthophagini (*Digitonthophagus*, *Onthophagus*), Phanaeini (*Coprophanæus*) (Quadro 1).

A espécie *Canthon* sp. 12 foi considerada *singleton* e as espécies *Canthon* sp. 11 e *Cyclocephala* sp. 1 foram consideradas *doubletons* (Tabela 1), segundo Silva et al. (2009), espécies *singletons* e *doubletons* são espécies representadas por apenas um ou dois indivíduos, com ocorrências possivelmente acidentais nas coletas.

A espécie coletada em maior número foi *Dichotomius* sp. com 4.792 indivíduos representando 53,09% do total de espécimes coletados, sendo a espécie com maior número de indivíduos observados nas três áreas estudadas (Tabela 1).

Na Área de Pomar de Goiaba (APG) foram coletados 2.546 indivíduos da espécie *Dichotomius* sp., aproximadamente 53%. Possivelmente, o número observado pode ser explicado pela alta incidência de moscas-das-frutas e de nematoides no pomar, além da matéria orgânica contida no solo (Tabela 1). Silva e Vidal (2007) relatam a presença de indivíduos do gênero *Dichotomius* em áreas infestadas por dípteros e nematoides, o que corrobora o resultado desta pesquisa. Uma vez que, de acordo com Flechtmann et al. (1995) e Rodrigues e Marchini (1998), os representantes do gênero *Dichotomius* apresentam um importante papel na dinâmica de nutrientes devido a sua alta eficiência na remoção de detritos, além de serem importantes no controle biológico de pragas agrícolas, algumas espécies são eficazes no controle de dípteros e nematoides.

Apesar de haver grande aporte de matéria orgânica, principalmente massa fecal, um menor número de indivíduos da espécie *Dichotomius* sp. foi observado na Área de Pastagem (AP), possivelmente por não haver problemas com moscas-das-frutas ou nematoides, comparando-se à APG. Um menor número de indivíduos da espécie citada também foi observado na Área de Mata Nativa (AMN), provavelmente devido a uma menor oferta de recursos alimentares (Tabela 1).

Tabela 1. Número de coleópteros (Scarabaeidae) coletados em Área de Pomar de Goiaba (APG), Área de Pastagem (AP) e Área de Mata Nativa (AMN) no município de Nazária, Piauí, Brasil, de janeiro/2012 a janeiro/2013.

Nº	Espécie	APG	AP	AMN	TOTAL	Part. Relativa
1	<i>Aphodius</i> sp.	4	1	-	5	0,06
2	<i>Aphodius</i> sp. 1	6	2	3	11	0,12
3	<i>Ataenius</i> sp.	6	59	13	78	0,86
4	<i>Ateuchus</i> sp.	1	-	5	6	0,07
5	<i>Ateuchus</i> sp. 1	8	2	99	109	1,21
6	<i>Ateuchus</i> sp. 2	3	-	-	3	0,03
7	<i>Canthidium barbaticum</i> (Borre, 1886)	295	129	325	749	8,30
8	<i>Canthidium manni</i> (Arrow, 1913)	8	15	7	30	0,33
9	<i>Canthidium megathopoides</i> (Boucomont, 1928)	60	102	325	487	5,39
10	<i>Canthidium</i> sp. 1	16	7	28	51	0,56
11	<i>Canthon septemmaculatus</i> (Latreille, 1811)	-	1	8	9	0,10
12	<i>Canthon</i> sp. 1	5	5	26	36	0,40
13	<i>Canthon</i> sp. 10	5	2	0	7	0,08
14	<i>Canthon</i> sp. 11	1	1	-	2	0,02
15	<i>Canthon</i> sp. 12	-	1	-	1	0,01
16	<i>Canthon</i> sp. 13	4	4	2	10	0,11
17	<i>Canthon</i> sp. 2	75	62	317	454	5,03
18	<i>Canthon</i> sp. 3	23	74	3	100	1,11
19	<i>Canthon</i> sp. 4	104	56	476	636	7,05
20	<i>Canthon</i> sp. 5	1	6	-	7	0,08
21	<i>Canthon</i> sp. 6	2	3	-	5	0,06
22	<i>Canthon</i> sp. 7	6	6	-	12	0,13
23	<i>Canthon</i> sp. 8	1	11	3	15	0,17
24	<i>Canthon</i> sp. 9	11	8	29	48	0,53
25	<i>Canthon viridis</i>	-	-	16	16	0,18
26	<i>Coprophanæus jasius</i> (Olivier, 1789)	4	2	9	15	0,17
27	<i>Cyclocephala</i> sp.	2	-	2	4	0,04
28	<i>Cyclocephala</i> sp. 1	-	2	-	2	0,02
29	<i>Cyclocephala</i> sp. 2	-	2	1	3	0,03
30	<i>Deltochilum verruciferum</i> (Felsche, 1911)	24	29	96	149	1,65
31	<i>Dichotomius</i> sp.	2546	1597	649	4792	53,09
32	<i>Digitontophagus gazella</i> (Fabricius, 1787)	1	2	5	8	0,09
33	<i>Dyscinetus dubius</i> (Olivier, 1789)	-	1	1	2	0,02
34	<i>Ontherus appendiculatus</i> (Mannirheim, 1829)	34	10	570	614	6,80
35	<i>Ontherus aphodioides</i> (Burmeister, 1874)	13	4	177	194	2,15
36	<i>Ontherus</i> sp. 1	4	3	16	23	0,25
37	<i>Onthophagus</i> sp.	-	1	15	16	0,18
38	<i>Genieridium margareteae</i> (Génier e Vaz-de-Melo, 2002)	-	2	39	41	0,45
39	<i>Trichillum externepunctatum</i> (Borre, 1880)	49	100	128	277	3,07
TOTAL		3322	2312	3393	9027	100,00

As 39 espécies observadas durante a pesquisa foram: *Aphodius* sp., *Aphodius* sp. 1, *Ataenius* sp., *Ateuchus* sp., *Ateuchus* sp. 1, *Ateuchus* sp. 2, *Canthidium barbaticum*, *Canthidium manni*, *Canthidium megathopoides*, *Canthidium* sp. 1, *Canthon septemmaculatus*, *Canthon* sp. 1, *Canthon* sp. 2, *Canthon* sp. 3, *Canthon* sp. 4, *Canthon* sp. 5, *Canthon* sp. 6, *Canthon* sp. 7, *Canthon* sp. 8, *Canthon* sp. 9, *Canthon* sp. 10, *Canthon* sp. 11, *Canthon* sp. 12, *Canthon* sp. 13, *Canthon viridis*, *Coprophanæus jasius*, *Cyclocephala* sp., *Cyclocephala* sp.

1, *Cyclocephala* sp. 2, *Deltochilum verruciferum*, *Dichotomius* sp., *Digitonthophagus gazella*, *Dyscinetus dubius*, *Genieridium margareteae*, *Ontherus aphodioides*, *Ontherus appendiculatus*, *Ontherus* sp. 1, *Onthophagus* sp., *Trichillum externepunctatum* (Quadro 1).

TRIBOS	ESPÉCIES
Aphodiini	<i>Aphodius</i> sp.
	<i>Aphodius</i> sp. 1
Ateuchini	<i>Ateuchus</i> sp.
	<i>Ateuchus</i> sp. 1
	<i>Ateuchus</i> sp. 2
	<i>Canthidium barbaticum</i>
	<i>Canthidium manni</i>
	<i>Canthidium megathopoides</i>
	<i>Canthidium</i> sp. 1
	<i>Genieridium margareteae</i>
	<i>Trichillum externepunctatum</i>
Canthonini	<i>Canthon septemmaculatus</i>
	<i>Canthon</i> sp. 1
	<i>Canthon</i> sp. 2
	<i>Canthon</i> sp. 3
	<i>Canthon</i> sp. 4
	<i>Canthon</i> sp. 5
	<i>Canthon</i> sp. 6
	<i>Canthon</i> sp. 7
	<i>Canthon</i> sp. 8
	<i>Canthon</i> sp. 9
	<i>Canthon</i> sp. 10
	<i>Canthon</i> sp. 11
	<i>Canthon</i> sp. 12
	<i>Canthon</i> sp. 13
	<i>Canthon viridis</i>
	<i>Deltochilum verruciferum</i>
	Coprini
<i>Ontherus appendiculatus</i>	
<i>Ontherus aphodioides</i>	
<i>Ontherus</i> sp. 1	
Cyclocephalini	<i>Cyclocephala</i> sp.
	<i>Cyclocephala</i> sp. 1
	<i>Cyclocephala</i> sp. 2
	<i>Dyscinetus dubius</i>
Eupariini	<i>Ataenius</i> sp.
Onthophagini	<i>Onthophagus</i> sp.
	<i>Digitonthophagus gazella</i>
Phanaeini	<i>Coproghanaeus jasius</i>

Quadro 1. Tribos das espécies de Coleópteros (Scarabaeidae) coletados em Área de Pomar de Goiaba (APG), Área de Pastagem (AP) e Área de Mata Nativa (AMN), no município de Nazária, Piauí, Brasil, de janeiro/2012 a janeiro/2013.

Segundo Vaz-De-Mello (2000), três espécies da família Scarabaeidae tinham registro de ocorrência no Estado do Piauí, sendo elas *Coprophanæus jasius*, *Digitonthophagus gazella*, *Trichillum externepunctatum*, tendo sido também observadas nas áreas avaliadas pelo presente trabalho.

Barbosa (2008), em trabalho sobre a composição da entomofauna de solo em áreas de vegetação nativa e cultivo de cana-de-açúcar no município de União, Piauí, identificou ocorrência da espécie *Canthon viridis* e dos gêneros *Aphodius*, *Ataenius* e *Cyclocephala*, o mesmo foi notado nesta pesquisa.

Os gêneros *Ateuchus*, *Canthidium* e *Onthophagus* já haviam sido observados no Estado do Piauí por Paiva (2009), em trabalho sobre a composição da fauna de escarabeíneos associados às áreas de pastagens e de mata nativa, no município de Teresina, Piauí.

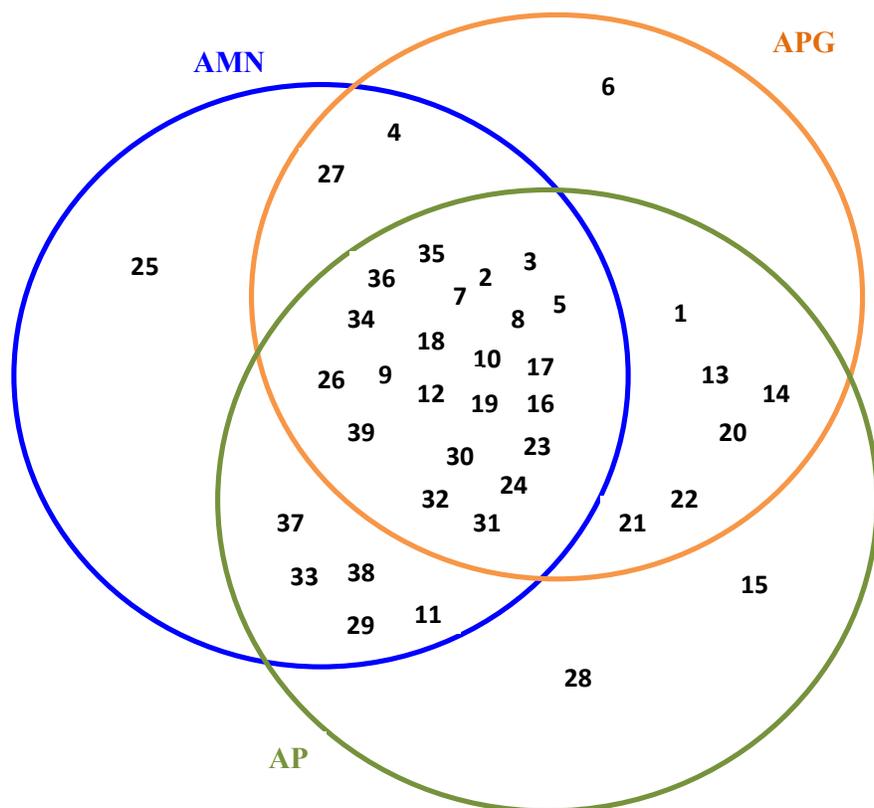
Andrade (2012) relata a presença das espécies *Dyscinetus dubius*, *Canthidium barbacenicum* e *Canthidium megathopoides* em áreas de mata nativa e agricultura no município de Teresina, Piauí. As espécies citadas também foram observadas no presente trabalho.

A distribuição das espécies *Canthon viridis*, que ocorreu exclusivamente na Área de Mata Nativa (AMN), *Canthon* sp. 12 e *Cyclocephala* sp. 1, que ocorreram exclusivamente na Área de Pastagem (AP) e *Ateuchus* sp. 2, que ocorreu exclusivamente na Área de Pomar de Goiaba (APG), podem ser indício de que suas coletas tenham sido acidentais (Figura 6).

As espécies *Ateuchus* sp. 1, *Deltochilum verruciferum*, *Genieridium margareteae*, *Ontherus aphodioides*, *Ontherus appendiculatus* e *Ontherus* sp. 1, foram observadas em maior número de indivíduos na AMN. Tais dados observados, podem indicar que essas espécies são típicas de mata nativa, ou que respondem negativamente a alterações na composição vegetal e ao uso intensivo de agrotóxicos, o que é constante nas áreas da pastagem e do pomar (Tabela 1).

Medri e Lopes (2001), em estudo comparativo com indivíduos da família Scarabaeidae entre área de floresta primária e pastagem adjacente, utilizando armadilha de solo iscada, constataram que os gêneros *Aphodius* e *Ontherus* ocorreram exclusivamente na floresta, sendo que neste trabalho estes mesmos gêneros foram coletados na APG e na AP, mas em menor número comparado aos indivíduos que foram coletados em AMN.

A figura 6, apresenta as 22 espécies que foram comuns às três áreas estudadas; uma espécie foi observada exclusivamente na AMN, o mesmo ocorreu na APG; duas espécies foram observadas exclusivamente na AP; foram observadas duas espécies que ocorreram na AMN e na APG, seis na APG e no AP e cinco na AMN e na AP. As 39 espécies estão distribuídas em oito tribos, sendo a tribo Canthonini, com 16 espécies coletadas, a de maior representação, e as tribos Eupariini e Phanaeini, com uma espécie cada, as de menor representação (Quadro 1).



Nº	Espécie
1	<i>Aphodius</i> sp.
2	<i>Aphodius</i> sp. 1
3	<i>Ataenius</i> sp.
4	<i>Ateuchus</i> sp.
5	<i>Ateuchus</i> sp. 1
6	<i>Ateuchus</i> sp. 2
7	<i>Canthidium barbaticum</i>
8	<i>Canthidium manni</i>
9	<i>Canthidium megathopoides</i>
10	<i>Canthidium</i> sp. 1
11	<i>Canthon septemmaculatus</i>
12	<i>Canthon</i> sp. 1
13	<i>Canthon</i> sp. 10
14	<i>Canthon</i> sp. 11
15	<i>Canthon</i> sp. 12
16	<i>Canthon</i> sp. 13
17	<i>Canthon</i> sp. 2
18	<i>Canthon</i> sp. 3
19	<i>Canthon</i> sp. 4
20	<i>Canthon</i> sp. 5
21	<i>Canthon</i> sp. 6
22	<i>Canthon</i> sp. 7
23	<i>Canthon</i> sp. 8
24	<i>Canthon</i> sp. 9
25	<i>Canthon viridis</i>
26	<i>Coprophanæus jasius</i>
27	<i>Cyclocephala</i> sp.
28	<i>Cyclocephala</i> sp. 1
29	<i>Cyclocephala</i> sp. 2
30	<i>Deltochilum verruciferum</i>
31	<i>Dichotomius</i> sp.
32	<i>Digitontophagus gazella</i>
33	<i>Dyscinetus dubius</i>
34	<i>Ontherus appendiculatus</i>
35	<i>Ontherus aphodioides</i>
36	<i>Ontherus</i> sp. 1
37	<i>Onthophagus</i> sp.
38	<i>Genieridium margareteae</i>
39	<i>Trichillum externepunctatum</i>

Figura 6. Distribuição das espécies de coleópteros (Scarabaeidae) em Área de Pomar de Goiaba (APG), Área de Pastagem (AP) e Área de Mata Nativa (AMN), no município de Nazária, Piauí, Brasil, de janeiro/2012 a janeiro/2013.

4.2. RIQUEZAS DE ESPÉCIES, DIVERSIDADE, EQUITABILIDADE E ANÁLISE FAUNÍSTICA

A tabela 2 mostra que o número de indivíduos observados (N) na AMN, que é 3.393, é semelhante ao número de indivíduos observados na APG, 3.322. Já o número de indivíduos coletados na AP (2.312) é inferior aos das demais áreas, possivelmente pela cobertura vegetal ser bastante esparsa, o que não ocorreu na AMN, que sempre apresentava cobertura vegetal, principalmente como serapilheira, ou na APG que continha ervas daninhas entre as fileiras de goiabeiras, facilitando a permanência de espécies de insetos que passam pelo menos parte de seu ciclo de desenvolvimento no solo, como no caso dos escarabeídeos. Esses dados corroboram com os de Broch et al. (2012), que em trabalho realizado em área de cultivo de milho e mata nativa, verificaram composição similar da fauna de escarabeídeos entre as áreas estudadas.

Tabela 2. Número total de indivíduos, riqueza de espécies, Índice de diversidade de Shannon-Weaner e Equitabilidade (J) para coleópteros (Scarabaeidae) coletados em Área de Pomar de Goiaba (APG), Área de Pastagem (AP) e Área de Mata Nativa (AMN), no município de Nazária, Piauí Brasil, de janeiro /2012 a janeiro/2013.

Itens	Pomar	Pastagem	Mata Nativa
Número total de indivíduos observados (N)	3.322	2.312	3.393
Riqueza de espécies (S)	31	35	30
Índice de Shannon-Weaner (H')	1,07	1,41	2,40
Equitabilidade (J)	0,31	0,40	0,71

O número total de indivíduos observados para a APG, AP e AMN (Tabela 2) difere dos encontrados por Otutumi et al. (2004), quando avaliaram a densidade e diversidade da macrofauna do solo sob cultivos agrícolas e de caatinga em Tauá, Ceará. Estes autores observaram que, de modo geral, os agroecossistemas sob manejo agrícola apresentaram um número maior de indivíduos em relação às áreas de caatinga.

O índice de riqueza dos agroecossistemas sob manejos agroecológicos no município de Tauá, Ceará, como observado por Sousa (2006), foi maior quando comparado com a vegetação natural corroborando com Hutton e Giller (2003) que observaram uma riqueza de espécies de besouros coprófagos significativamente maiores em sistemas de produção orgânica que as observadas em sistemas de produção convencional. O mesmo padrão foi observado no presente estudo. A riqueza de espécie observada na AP, que sempre apresentava cobertura de massa fecal bovina, foi maior que na APG e na AMN (Tabela 2).

A diferença entre a riqueza de espécies (S) observada na APG (31), AP (35) e AMN (30) (Tabela 2) pode estar relacionada às seis espécies que tiveram somente um indivíduo coletado na AP, dentre elas *Aphodius* sp., *Canthon septemmaculatus*, *Canthon* sp. 11, *Canthon* sp. 12, *Dyscinetus dubius*, *Onthophagus* sp. Portanto, se não levarmos em consideração, tais espécies que possivelmente foram coletadas acidentalmente na AP, o padrão de riqueza de espécies (S) entre a APG, AMN e AP será muito semelhante.

A Equitabilidade (J) calculada a partir do Índice de Diversidade de Shannon-Weaner (H') é maior na AMN ($J = 0,71$) e menor nos demais agroecossistemas estudados, APG ($J = 0,31$) e AP ($J = 0,40$) (Tabela 2). O índice de equitabilidade de Pielou pode variar entre 0 e 1, indicando o quanto a diversidade observada se aproxima da diversidade máxima, ocorrendo quando os indivíduos estão distribuídos de maneira igual entre as espécies; quanto mais próximo de 1 mais uniformemente estão distribuídos os indivíduos na comunidade estudada, portanto os índices calculados para a APG e a AP são baixos em comparação à AMN. Essa menor equitabilidade observada na APG e na AP foi devido ao número elevado de indivíduos da espécie *Dichotomius* sp. para esses agroecossistemas estudados, 2.546 e 1.597, respectivamente (Tabela 1).

A diversidade de espécies, de acordo com o índice de Shannon-Weaner, foi estatisticamente maior na AMN ($H' = 2,40$), seguido pela AP ($H' = 1,41$) e pela APG ($H' = 1,07$), como mostra a tabela 2. A diversidade apresenta dois componentes: as riquezas de espécies (S) observadas em cada área e a equitabilidade em que os indivíduos estão distribuídos entre essas espécies (J). O índice de diversidade de Shannon-Weaner calculado foi maior na AMN devido à diferença do valor da equitabilidade calculada para APG e AP. Apesar do número de indivíduos coletados nas AMN (3.393) e APG (3.322) ser similar, a diversidade na AMN foi maior que na APG devido principalmente à equitabilidade, pois a riqueza de espécies foi praticamente a mesma (Tabela 2). A diversidade na AP foi maior que na APG devido somente à maior riqueza de espécies na AP, já que a equitabilidade foi muito próxima nas duas áreas. Apesar de a riqueza de espécies ser maior na AP, a diversidade foi menor em comparação a AMN, principalmente devido à maior equitabilidade na AMN (Tabela 2).

Os dados observados relativos à riqueza, diversidade e abundância de espécie, além dos relativos ao número total de indivíduos por área estudada confirmam as declarações de Altieri et al. (2003), quando articulam que a simplificação da estrutura do ambiente, provocado pela implantação de áreas para agricultura, substituindo a diversidade natural por um pequeno

número de plantas cultivadas e de animais domesticados, afetam, como acrescentam Louzada et al. (2001), a riqueza, a composição de espécies, bem como a abundância de indivíduos.

Quanto à análise faunística, na Área de Mata Nativa (AMN) (Tabela 3), o índice faunístico Constância obteve, do total das 30 espécies, 16 (53,33%), que foram consideradas espécies acidentais (Z), ou seja, que ocorreram em menos de 25% das coletas. Outras quatro (13,33%) foram consideradas acessórias (Y) já que ocorreram entre 25 e 50% das coletas. As demais, dez (33,33%) foram espécies constantes (W), pois apareceram em mais de 50% das coletas (Tabela 6). Esses resultados autenticam os encontrados por Rodrigues (2008), em trabalho sobre a composição da fauna de besouros escarabeídeos em três diferentes usos de solos, pastagem, agricultura e mata nativa, no Mato Grosso do Sul, que obteve mais de 50% de espécies consideradas acidentais, na área de mata.

Quanto à Abundância, 17 das 30 espécies, ou seja, 56,67% foram consideradas raras (r) (Tabela 6). Esses resultados estão em concordância com aqueles obtidos por Andrade (2012), Paiva (2009) e Barbosa (2008), que confirma ser uma característica das comunidades possuírem um número grande de espécies com pequeno número de indivíduos por área.

Analisando os valores para cada indicador ecológico, observou-se que do total de espécies coletadas, no que se refere à Abundância: 13,33% comum (c), 56,67% rara (r), 10,00% dispersa (d), 20,00% muito abundante (ma), e quanto à Frequência, 20,00% muito frequente (MF), 13,33% frequente (F) e 66,67% pouco frequente (PF) (Tabela 6).

As espécies dominantes (D), que representaram 60,00% do total de espécies, segundo o método de Laroca e Mielke (1975) citado por Silveira Neto et al. (1976) foram: *Ateuchus* sp. 1, *Canthidium barbaticum*, *Canthidium manni*, *Canthidium megathopoides*, *Canthidium* sp. 1, *Canthon septemmaculatus*, *Canthon* sp. 1, *Canthon* sp. 2, *Canthon* sp. 4, *Canthon* sp. 9, *Ataenius* sp., *Canthon viridis*, *Coprophanaeus jasius*, *Deltochilum verruciferum*, *Dichotomius* sp., *Ontherus aphodioides*, *Ontherus appendiculatus*, *Trichillum externepunctatum*. Dentre estas *Canthidium barbaticum*, *Canthidium megathopoides*, *Canthon* sp. 2, *Canthon* sp. 4, *Dichotomius* sp., *Ontherus aphodioides*, foram muito abundantes (ma).

Dichotomius sp. foi a espécie mais abundante na mata nativa e, de acordo com Flechtmann et al. (1995), Rodrigues e Marchini (1998) e Silva e Vidal (2007), os representantes do gênero *Dichotomius* apresentam um papel relevante na dinâmica de nutrientes devido a sua elevada eficácia na remoção de detritos, principalmente em áreas de serapilheira, comumente encontrada na Área de Mata Nativa (AMN). Do total de espécies coletadas, somente 12, correspondendo a 40,00% (Tabela 6), foram consideradas não dominantes (ND), estas representadas por: *Canthon* sp. 13, *Aphodius* sp. 1, *Ateuchus* sp.,

Canthon sp. 3, *Canthon* sp. 8, *Cyclocephala* sp., *Cyclocephala* sp. 2, *Digitontophagus gazella*, *Dyscinetus dubius*, *Genieridium margareteae*, *Ontherus* sp. 1, *Onthophagus* sp.

Tabela 3. Espécies de coleópteros (Scarabaeidae) coletados, total, número de coletas em armadilha *pitfall* e análise faunística. Em Área de Mata Nativa (AMN), no município de Nazária-PI, de janeiro/2012 a janeiro/2013.

Espécie	Nº	Coletas	Dom.	Abun.	Freq.	Const.
<i>Aphodius</i> sp. 1	3	3	ND	r	PF	Z
<i>Ataenius</i> sp.	13	11	D	r	PF	W
<i>Ateuchus</i> sp.	5	2	ND	r	PF	Z
<i>Ateuchus</i> sp. 1	99	8	D	c	F	Y
<i>Canthidium barbacenicum</i>	325	19	D	ma	MF	W
<i>Canthidium manni</i>	7	3	D	r	PF	Z
<i>Canthidium megathopoides</i>	325	19	D	ma	MF	W
<i>Canthidium</i> sp. 1	28	7	D	d	PF	Y
<i>Canthon septemmaculatus</i>	8	5	D	r	PF	Y
<i>Canthon</i> sp. 1	26	2	D	r	PF	Z
<i>Canthon</i> sp. 13	2	2	ND	r	PF	Z
<i>Canthon</i> sp. 2	317	17	D	ma	MF	W
<i>Canthon</i> sp. 3	3	2	ND	r	PF	Z
<i>Canthon</i> sp. 4	476	14	D	ma	MF	W
<i>Canthon</i> sp. 8	3	1	ND	r	PF	Z
<i>Canthon</i> sp. 9	29	4	D	d	PF	Z
<i>Canthon viridis</i>	16	1	D	r	PF	Z
<i>Coprophanæus jasius</i>	9	6	D	r	PF	Y
<i>Cyclocephala</i> sp.	2	2	ND	r	PF	Z
<i>Cyclocephala</i> sp. 2	1	1	ND	r	PF	Z
<i>Deltochilum verruciferum</i>	96	13	D	c	F	W
<i>Dichotomius</i> sp.	649	23	D	ma	MF	W
<i>Digitontophagus gazella</i>	5	1	ND	r	PF	Z
<i>Dyscinetus dubius</i>	1	1	ND	r	PF	Z
<i>Genieridium margareteae</i>	39	4	ND	d	PF	Z
<i>Ontherus aphodioides</i>	570	20	D	ma	MF	W
<i>Ontherus appendiculatus</i>	177	13	D	c	F	W
<i>Ontherus</i> sp. 1	16	3	ND	r	PF	Z
<i>Onthophagus</i> sp.	15	2	ND	r	PF	Z
<i>Trichillum externepunctatum</i>	128	14	D	c	F	W

Número total de indivíduos coletados => 3393

Característica da comunidade

Número de espécies => 30

Índice de Diversidade (Shannon-Weaner) => H = 2,4031

Número total de coletas => 27

Variância H => V (H) = 0,0003

Intervalo de confiança (P=0,0005) H => [2,402492; 2,403623]

Índice de Diversidade (Margalef) => ALFA = 3,5673

Índice de Uniformidade ou Equitabilidade => E = 0,7065

*Dominância: (1) Método de Laroca e Mielke

Dom. = Dominância; Abun. = abundância; Freq. = frequência; Const. = Constância; D = dominante; ND = não dominante; MF = muito frequente; F = frequente; PF = pouco frequente; W = constante; Y = acessória; Z = acidental; r = rara; c = comum; ma = muito abundante; d = dispersa.

Quanto à análise faunística, na Área de Pomar de Goiaba (APG) (Tabela 4), o índice faunístico Constância obteve, do total das 31 espécies, 17 (54,84%), que foram consideradas espécies acidentais (Z), ou seja, que ocorreram em menos de 25% das coletas. Outras seis (19,35%) foram consideradas acessórias (Y) já que ocorreram entre 25 e 50% das coletas. As demais, oito (25,81%) foram espécies constantes (W), pois apareceram em mais de 50% das coletas (Tabela 6). Esses resultados se aproximam dos encontrados por Barbosa (2008) em estudo faunístico em área de cultivo de cana-de-açúcar, no município de União-PI, e legitimam os resultados encontrados por Rodrigues e Marchini (1998), em trabalho sobre a composição da fauna de besouros escarabeídeos coletados em Piracicaba, São Paulo, que encontraram em áreas voltadas para agricultura mais de 50% de espécies raras.

Quanto à Abundância, 12 das 31 espécies, ou seja, 38,71% foram consideradas raras (r) (Tabela 6). Esses resultados legitimam os obtidos por Matos et al. (2006), que confirmam ser uma característica das comunidades, em áreas de monocultura, apresentarem um número superior de espécies raras, com pequeno número de indivíduos.

Analisando os valores para cada indicador ecológico, observou-se que do total de espécies coletadas, no que se refere à Abundância: 22,58% comum (c), 16,13% dispersa (d), 16,13% muito abundante (ma), 6,45% super abundante (sa), e quanto à Frequência, 6,45% super frequente (SF), 16,13% muito frequente (MF), 22,58% frequente (F) e 54,84% pouco frequente (PF) (Tabela 6).

As espécies super dominantes (SD) representaram 6,45%, foram: *Canthidium barbaticum* e *Dichotomius* sp. As dominantes (D), 48,39%, foram: *Aphodius* sp.1, *Ataenius* sp., *Ateuchus* sp. 1, *Canthidium manni*, *Canthidium megathopoides*, *Canthidium* sp. 1, *Canthon* sp. 2, *Canthon* sp. 3, *Canthon* sp. 4, *Canthon* sp. 7, *Canthon* sp. 9, *Deltochilum verruciferum*, *Ontherus aphodioides*, *Ontherus appendiculatus*, *Trichillum externepunctatum*. Dentre estas *Canthidium megathopoides*, *Canthon* sp. 2, *Canthon* sp. 4, *Ontherus aphodioides*, *Trichillum externepunctatum* foram muito abundantes (ma). Do total de espécies coletadas, somente 14 foram consideradas não dominantes (ND), estas representadas por: *Aphodius* sp., *Ateuchus* sp., *Ateuchus* sp. 2, *Canthon* sp. 1, *Canthon* sp. 10, *Canthon* sp. 11, *Canthon* sp. 13, *Canthon* sp. 5, *Canthon* sp. 6, *Canthon* sp. 8, *Cyclocephala* sp., *Coprophanæus jasius*, *Digitontophagus gazella*, *Ontherus* sp. 1 (Tabela 6).

Dichotomius sp. foi a espécie mais abundante no pomar de goiaba e, segundo Matos et al. (2006) e Flechtmann et al. (1995), alguns representantes desse gênero *Dichotomius* apresentam um importante papel no controle de dípteros e nematoides, tipicamente encontrados na área do pomar (APG).

Tabela 4. Espécies de coleópteros (Scarabaeidae) coletados, total, número de coletas em armadilha *pitfall* e análise faunística. Em Área de Pomar de Goiaba (APG), no município de Nazária-PI, de janeiro/2012 a janeiro/2013.

Espécie	Nº	Coletas	Dom.	Abun.	Freq.	Const.
<i>Aphodius</i> sp.	4	3	ND	r	PF	Z
<i>Aphodius</i> sp. 1	6	3	D	d	PF	Z
<i>Ataenius</i> sp.	6	5	D	d	PF	Y
<i>Ateuchus</i> sp.	1	1	ND	r	PF	Z
<i>Ateuchus</i> sp. 1	8	3	D	c	F	Z
<i>Ateuchus</i> sp. 2	3	1	ND	r	PF	Z
<i>Canthidium barbaticum</i>	316	16	SD	sa	SF	W
<i>Canthidium manni</i>	8	4	D	c	F	Y
<i>Canthidium megathopoides</i>	60	11	D	ma	MF	W
<i>Canthidium</i> sp. 1	16	3	D	c	F	Z
<i>Canthon</i> sp. 1	5	2	ND	d	PF	Z
<i>Canthon</i> sp. 10	5	4	ND	d	PF	Y
<i>Canthon</i> sp. 11	1	1	ND	r	PF	Z
<i>Canthon</i> sp. 13	4	1	ND	r	PF	Z
<i>Canthon</i> sp. 2	75	16	D	ma	MF	W
<i>Canthon</i> sp. 3	23	7	D	c	F	Y
<i>Canthon</i> sp. 4	104	15	D	ma	MF	W
<i>Canthon</i> sp. 5	1	1	ND	r	PF	Z
<i>Canthon</i> sp. 6	2	2	ND	r	PF	Z
<i>Canthon</i> sp. 7	6	4	D	d	PF	Y
<i>Canthon</i> sp. 8	1	1	ND	r	PF	Z
<i>Canthon</i> sp. 9	11	2	D	c	F	Z
<i>Coprophanæus jasius</i>	4	2	ND	r	PF	Z
<i>Cyclocephala</i> sp.	2	2	ND	r	PF	Z
<i>Deltochilum verruciferum</i>	24	10	D	c	F	W
<i>Dichotomius</i> sp.	2546	25	SD	sa	SF	W
<i>Digitontophagus gazella</i>	1	1	ND	r	PF	Z
<i>Ontherus aphodioides</i>	34	8	D	ma	MF	W
<i>Ontherus appendiculatus</i>	614	20	D	c	F	Y
<i>Ontherus</i> sp. 1	4	1	ND	r	PF	Z
<i>Trichillum externepunctatum</i>	49	11	D	ma	MF	W

Número total de indivíduos coletados => 3322

Característica da comunidade

Número de espécies => 31

Índice de Diversidade (Shannon-Weaner) => H = 1,0735

Número total de coletas => 27

Variância H => V (H) = 0,0008

Intervalo de confiança (P=0,0005) H => [1,072586; 1,074508]

Índice de Diversidade (Margalef) => ALFA = 3,6999

Índice de Uniformidade ou Equitabilidade => E = 0,3126

*Dominância: (1) Método de Laroca e Mielke

Dom. = Dominância; Abun. = abundância; Freq. = frequência; Const. = Constância; SD = super dominante; D = dominante; ND = não dominante; SF = super frequente; MF = muito frequente; F = frequente; PF = pouco frequente; W = constante; Y = acessória; Z = acidental; r = rara; c = comum; sa = super abundante; ma = muito abundante; d = dispersa.

Quanto à análise faunística, na Área de Pastagem (AP) (Tabela 5), o índice faunístico Constância obteve, do total das 35 espécies, 17 (48,57%), que foram consideradas espécies

acidentais (Z), ou seja, que ocorreram em menos de 25% das coletas. Dez (28,57%) foram consideradas acessórias (Y) já que ocorreram entre 25 e 50% das coletas. Oito (22,86%) foram espécies constantes (W), pois apareceram em mais de 50% das coletas (Tabela 6). Resultados semelhantes foram encontrados por Paiva (2009), em estudo sobre comunidades de besouros escarabeídeos em áreas de pastagens e mata nativa, em Teresina, Piauí, onde encontrou em torno de 50% de espécies consideradas acidentais.

Quanto à Abundância, 19 das 35 espécies, ou seja, 54,29% foram consideradas raras (r) (Tabela 6). Esses resultados confirmam os obtidos por Mendes e Linhares (2006), em pesquisa sobre coleópteros associados à pastagens, no município de São Carlos, São Paulo, que observaram cerca de 52% das espécies coletadas sendo classificadas como raras. Ainda quanto à Abundância as espécies foram: 11,43% comuns (c), 11,43% dispersas (d), 20,00% muito abundantes (ma), 2,86% super abundante (sa), e quanto à Frequência, 2,86% super frequente (SF), 20,00% muito frequentes (MF), 11,43% frequentes (F) e 65,71% pouco frequentes (PF) (Tabela 6).

A espécie super dominante (SD) foi *Dichotomius* sp. e representou 2,86%. As dominantes (D), representadas por 42,86%, foram: *Canthidium barbaticum*, *Ataenius* sp., *Canthidium manni*, *Canthidium megathopoides*, *Canthidium* sp. 1, *Canthon* sp. 2, *Canthon* sp. 3, *Canthon* sp. 4, *Canthon* sp. 5, *Canthon* sp. 7, *Canthon* sp. 8, *Canthon* sp. 9, *Deltotium verruciferum*, *Ontherus aphodioides*, *Trichillum externepunctatum*. Dentre estas *Canthidium barbaticum*, *Ataenius* sp., *Canthidium megathopoides*, *Canthon* sp. 2, *Canthon* sp. 3, *Canthon* sp. 4, *Trichillum externepunctatum* foram muito abundantes. Do total de espécies coletadas, 19, correspondendo a 54,29% (Tabela 6), foram consideradas não dominantes (ND), estas representadas por: *Aphodius* sp., *Aphodius* sp.1, *Ateuchus* sp. 1, *Canthon septemmaculatus*, *Canthon* sp. 1, *Canthon* sp. 10, *Canthon* sp. 11, *Canthon* sp. 12, *Canthon* sp. 13, *Canthon* sp. 6, *Coprophanæus jasius*, *Cyclocephala* sp. 1, *Cyclocephala* sp. 2, *Digitontophagus gazella*, *Dyscinetus dubius*, *Genieridium margareteae*, *Ontherus appendiculatus*, *Ontherus* sp. 1, *Onthophagus* sp.

Dichotomius sp. foi a espécie mais abundante, frequente e constante na pastagem, coincidindo com os resultados de Mendes e Linhares (2006). Segundo Aidar et al. (2000), essa espécie é considerada paracoprídea, pois se alimenta e nidifica na massa fecal. Havia bastante excremento sobre o pasto, sendo a possível justificativa para os elevados índices faunísticos dessa espécie na AP.

Tabela 5. Espécies de coleópteros (Scarabaeidae) coletados, total, número de coletas em armadilha *pitfall* e análise faunística. Em Área de Pastagem (AP), no município de Nazária-PI, de janeiro/2012 a janeiro/2013.

Espécie	Nº	Coletas	Dom.	Abun.	Freq.	Const.
<i>Aphodius</i> sp.	1	1	ND	r	PF	Z
<i>Aphodius</i> sp. 1	2	2	ND	r	PF	Z
<i>Ataenius</i> sp.	59	11	D	ma	MF	W
<i>Ateuchus</i> sp. 1	2	1	ND	r	PF	Z
<i>Canthidium barbaticum</i>	129	15	D	ma	MF	W
<i>Canthidium manni</i>	15	5	D	c	F	Y
<i>Canthidium megathopoides</i>	102	12	D	ma	MF	W
<i>Canthidium</i> sp. 1	7	4	D	d	PF	Y
<i>Canthon septemmaculatus</i>	1	1	ND	r	PF	Z
<i>Canthon</i> sp. 1	5	3	ND	r	PF	Y
<i>Canthon</i> sp. 10	2	1	ND	r	PF	Z
<i>Canthon</i> sp. 11	1	1	ND	r	PF	Z
<i>Canthon</i> sp. 12	1	1	ND	r	PF	Z
<i>Canthon</i> sp. 13	4	2	ND	r	PF	Z
<i>Canthon</i> sp. 2	62	14	D	ma	MF	W
<i>Canthon</i> sp. 3	74	7	D	ma	MF	W
<i>Canthon</i> sp. 4	56	10	D	ma	MF	W
<i>Canthon</i> sp. 5	6	3	D	d	PF	Y
<i>Canthon</i> sp. 6	3	1	ND	r	PF	Z
<i>Canthon</i> sp. 7	6	3	D	d	PF	Y
<i>Canthon</i> sp. 8	11	3	D	c	F	Y
<i>Canthon</i> sp. 9	8	5	D	d	PF	Y
<i>Coprophanæus jasius</i>	2	2	ND	r	PF	Z
<i>Cyclocephala</i> sp. 1	2	2	ND	r	PF	Z
<i>Cyclocephala</i> sp. 2	2	1	ND	r	PF	Z
<i>Deltochilum verruciferum</i>	29	6	D	c	F	Y
<i>Dichotomius</i> sp.	1597	27	SD	sa	SF	W
<i>Digitontophagus gazella</i>	2	2	ND	r	PF	Z
<i>Dyscinetus dubius</i>	1	1	ND	r	PF	Z
<i>Genieridium margareteae</i>	2	1	ND	r	PF	Z
<i>Ontherus aphodioides</i>	10	3	D	c	F	Y
<i>Ontherus appendiculatus</i>	4	4	ND	r	PF	Y
<i>Ontherus</i> sp. 1	3	1	ND	r	PF	Z
<i>Onthophagus</i> sp.	1	1	ND	r	PF	Z
<i>Trichillum externepunctatum</i>	100	13	D	ma	MF	W

Número total de indivíduos coletados => 2312

Característica da comunidade

Número de espécies => 35

Índice de Diversidade (Shannon-Weaner) => H = 1,4072

Número total de coletas => 27

Variância H => V (H) = 0,0012

Intervalo de confiança (P=0,0005) H => [1,405726; 1,408593]

Índice de Diversidade (Margalef) => ALFA = 4,3894

Índice de Uniformidade ou Equitabilidade => E = 0,3958

*Dominância: (1) Método de Laroca e Mielke

Dom. = Dominância; Abun. = abundância; Freq. = frequência; Const. = Constância; SD = super dominante; D = dominante; ND = não dominante; SF = super frequente; MF = muito frequente; F = frequente; PF = pouco frequente; W = constante; Y = acessória; Z = acidental; r = rara; c = comum; sa = super abundante; ma = muito abundante; d = dispersa.

Tabela 6. Distribuição percentual e número de espécies coletadas em Área de Pomar de Goiaba (APG), Área de Pastagem (AP) e Área de Mata Nativa (AMN), no município de Nazária, Piauí, Brasil, de janeiro/2012 a janeiro/2013, em relação aos índices faunísticos.

ÍNDICES FAUNÍSTICOS	ÁREA	CLASSIFICAÇÃO	TOTAL	
			Nº ESPÉCIES	%
Dominância	APG	Super Dominante (SD)	2	6,45
		Dominante (D)	15	48,39
		Não Dominante (ND)	14	45,16
	AP	Super Dominante (SD)	1	2,86
		Dominante (D)	15	42,86
		Não Dominante (ND)	19	54,29
	AMN	Dominante (D)	18	60,00
		Não Dominante (ND)	12	40,00
	Abundância	APG	Super Abundante (sa)	2
Muito Abundante (ma)			5	16,13
Comum (c)			7	22,58
Dispersa (d)			5	16,13
Rara (r)			12	38,71
AP		Super Abundante (sa)	1	2,86
		Muito Abundante (ma)	7	20,00
		Comum (c)	4	11,43
		Dispersa (d)	4	11,43
		Rara (r)	19	54,29
AMN		Muito Abundante (ma)	6	20,00
		Comum (c)	4	13,33
		Dispersa (d)	3	10,00
		Rara (r)	17	56,67
		Frequência	APG	Super Frequente (SF)
Muito Frequente (MF)	5			16,13
Frequente (F)	7			22,58
Pouco Frequente (PF)	17			54,84
AP	Super Frequente (SF)		1	2,86
	Muito Frequente (MF)		7	20,00
	Frequente (F)		4	11,43
	Pouco Frequente (PF)		23	65,71
AMN	Muito Frequente (MF)		6	20,00
	Frequente (F)		4	13,33
	Pouco Frequente (PF)		20	66,67
	Constância		APG	Constante (W)
Acessória (Y)		6		19,35
Acidental (Z)		17		54,84
AP		Constante (W)	8	22,86
		Acessória (Y)	10	28,57
		Acidental (Z)	17	48,57
AMN		Constante (W)	10	33,33
		Acessória (Y)	4	13,33
		Acidental (Z)	16	53,33

Os valores obtidos pelo teste não paramétrico *U* de *Mann-Whitney* demonstraram a presença média de espécies de escarabeídeos 255.54, 177.85, 261.00, na Área de Pomar de Goiaba (APG), Área de Pastagem (AP) e Área de Mata Nativa (AMN), respectivamente (Tabela 7). Não houve diferenças significativas entre as três áreas estudadas, sendo consideradas estatisticamente iguais, assim como encontrado por Rodrigues (2008), em trabalho comparativo sobre besouros escarabeídeos em áreas de agricultura, pastagem e mata nativa, que não constatou diferenças significativas entre as três áreas estudadas, esse mesmo padrão foi observado nessa pesquisa, a maioria das espécies ocorreram em comum às três áreas (APG, AP, AMN). Entretanto, o mesmo padrão não foi observado por Andrade (2012), que, em pesquisa comparativa sobre a composição da coleopterofauna em área de agricultura e de mata nativa, verificou diferença significativa entre as duas áreas avaliadas (Figura 6).

Tabela 7. Teste não paramétrico *U* de Mann-Whitney¹ para detectar diferença ou não entre as populações da Área de Pomar de Goiaba (APG), Área de Pastagem (AP) e Área de Mata Nativa (AMN) comparando a abundância dos três ambientes estudados.

Comp.	Méd.	p ^{-valor}	Sig. ^(0,05)
APG x AP	255,54	0,2777	ns
APG x AMN	177,85	0,4793	ns
AMN x AP	261,00	0,2951	ns

Comp. = comparação realizada aos pares entre as áreas; Méd. = média de indivíduos coletados; p = probabilidade a 0,05; Sig. = significância a 5% de probabilidade (p = 0,05). ns = Valores superiores a 0,05 não apresentaram diferenças significativas. 1. Teste *U* de *Mann-Whitney* cauculado através do *software* Bioestat 5.0.

Foi realizado também um teste de Tukey para comparação entre médias através do *software* ASSISTAT, onde não se verificou diferenças significativas entre as áreas estudadas, sendo consideradas estatisticamente iguais, mas constatou-se diferenças significativas entre os atrativos, e a interação entre as áreas e atrativos também foi notada (Tabela 8).

Tabela 8. Teste de Tukey de comparação entre médias para detectar diferença ou não entre as populações da Área de Pomar de Goiaba (APG), Área de Pastagem (AP) e Área de Mata Nativa (AMN) comparando a abundância entre os três ambientes estudados.

FV	GL	SQ	QM	F
Áreas (a)	2	83614.29630	41807.14815	4.7935 ^{ns}
Resíduo (a)	6	52329.55556	8721.59259	
Parcelas	8	135943.85185		
Atrativos (b)	2	3223768.96296	1611884.48148	326.1176 ^{**}
Int. a x b	4	104343.25926	26085.81481	5.2777 [*]
Resíduo (b)	12	59311.77778	4942.64815	
Total	26	3523367.85185		

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < 0,01); * = significativo ao nível de 5% de probabilidade (0,01 ≤ p < 0,05); ns = não significativo (p ≥ 0,05). FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = quadrados médios; F = teste F a 5%.

Os valores das médias das áreas (APG, AP e AMN) não diferiram significativamente entre si ($p > 0,05$). No entanto, em relação aos valores das médias dos atrativos, houve diferença significativa entre o atrativo de excremento e os demais (carne e testemunha) (Tabela 9), confirmando os resultados encontrados por Silva (2011), que em pesquisa comparando a eficiência de atrativos de excremento humano, carne apodrecida e banana fermentada para coleta de besouros escarabeídeos em fragmentos florestais no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, verificou diferença significativa somente quanto à isca de excremento humano comparada às demais. A maioria dos besouros escarabeídeos tem hábito copronecrófago, sendo considerados generalistas, mas dependendo das condições ambientais e da disponibilidade de oferta dos recursos alimentares, eles podem optar mais por um tipo específico de nutriente, no caso desta pesquisa o atrativo de excremento humano foi o mais consumido.

Tabela 9. Médias do número de indivíduos coletas nas áreas (APG, AP e AMN) e nos atrativos (testemunha, carne e excremento), no município de Nazária, Piauí, Brasil.

Áreas (A)	Médias	Atrativos (B)	Médias
APG	368.66670 ^a	Testemunha	70.00000 ^b
AP	254.33330 ^a	Carne	107.66670 ^b
AMN	375.77780 ^a	Excremento	821.11110 ^a

APG: Área de Pomar de Goiaba; AP: Área de Pastagem; AMN: Área de Mata Nativa. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV%-A = 28,05. CV%-B = 21,12.

O padrão encontrado para a fauna de escarabeídeos sugere uma similaridade entre as três áreas estudadas (APG, AP, AMN), visto que poucas espécies foram exclusivas a cada uma das áreas (Figura 6), podendo indicar que a comunidade existente antes da substituição das áreas de vegetação natural em pomar de goiaba e pastagem pode ser a mesma, porém com algumas características distintas. Essa similaridade foi verificada através do teste *U* de *Mann-Whitney* e do Teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

4.3. CLASSIFICAÇÃO DE ACORDO COM O HÁBITO ALIMENTAR

Os indivíduos coletados foram agrupados em categorias de acordo com a especificidade de hábito alimentar em: coprófagos (excremento), necrófagos (carne apodrecida), e copronecrófagos (generalistas), que se alimentam dos dois tipos de materiais citados anteriormente (Tabela 10). Segundo Silva et al. (2008) para tal inferência, deve-se considerar

o critério de que no mínimo dois terços dos indivíduos da espécie (66,66%) tenha ocorrido em maioria em um tipo de armadilha, sendo desconsideradas as espécies com até cinco indivíduos coletados, por não haver número suficiente de espécimes para tal dedução.

Tabela 10. Hábitos alimentares de espécies (Scarabaeidae) com mais de cinco¹ indivíduos observados em Área de Pomar de Goiaba (APG), Área de Pastagem (AP) e Área de Mata Nativa (AMN), município de Nazária-PI, de janeiro/2012 a janeiro/2013.

Hábito Alimentar	Espécie	APG	AP	AMN	Atrativo de excremento	Atrativo de carne
Coprófagos	<i>Canthon viridis</i>	0	0	16	16	0
	<i>Canthon septemmaculatus</i>	0	1	8	9	0
	<i>Digitontophagus gazella</i>	1	2	5	8	0
	<i>Onthophagus</i> sp.	0	1	15	16	0
Necrófagos	<i>Canthon</i> sp. 5	1	6	0	0	7
	<i>Genieridium margareteae</i>	0	2	39	0	41
Generalistas²	<i>Aphodius</i> sp. 1	6	2	3	6	5
	<i>Ataenius</i> sp.	6	59	13	44	34
	<i>Ateuchus</i> sp.	1	0	5	4	2
	<i>Ateuchus</i> sp. 1	8	2	99	77	32
	<i>Canthidium barbacenicum</i>	295	129	325	495	254
	<i>Canthidium manni</i>	8	15	7	20	10
	<i>Canthidium megathopoides</i>	60	102	325	397	90
	<i>Canthidium</i> sp. 1	16	7	28	30	21
	<i>Canthon</i> sp. 1	5	5	26	13	23
	<i>Canthon</i> sp. 2	75	62	317	359	95
	<i>Canthon</i> sp. 3	23	74	3	37	63
	<i>Canthon</i> sp. 4	104	56	476	357	279
	<i>Canthon</i> sp. 6	2	3	0	1	4
	<i>Canthon</i> sp. 7	6	6	0	10	2
	<i>Canthon</i> sp. 8	1	11	3	11	4
	<i>Canthon</i> sp. 9	11	8	29	44	4
	<i>Canthon</i> sp. 10	5	2	0	2	5
	<i>Canthon</i> sp. 13	4	4	2	6	4
	<i>Coprophanæus jasius</i>	4	2	9	8	7
	<i>Deltochilum verruciferum</i>	24	29	96	66	83
	<i>Dichotomius</i> sp.	2546	1597	649	4433	359
	<i>Ontherus appendiculatus</i>	34	10	570	556	58
	<i>Ontherus aphodioides</i>	13	4	177	124	70
<i>Ontherus</i> sp. 1	4	3	16	22	1	
<i>Trichillum externepunctatum</i>	49	100	128	245	32	

1. Espécies capturadas em número menor que cinco não foram computadas por não ser possível definir o hábito alimentar; 2. Copronecrófagos.

Dentre as 31 espécies qualificadas para classificação, quatro foram consideradas coprófagas (*Canthon viridis*, *Canthon septemmaculatus*, *Digitontophagus gazella* e *Onthophagus* sp.), duas foram consideradas necrófagas (*Canthon* sp. 5 e *Genieridium margareteae*) e 25 foram consideradas copronecrófagos, sendo elas: *Aphodius* sp. 1, *Ataenius* sp., *Ateuchus* sp., *Ateuchus* sp. 1, *Canthidium barbacenicum*, *Canthidium manni*, *Canthidium*

megathopoides, *Cathidium* sp. 1, *Canthon* sp. 1, *Canthon* sp. 2, *Canthon* sp. 3, *Canthon* sp. 4, *Canthon* sp. 6, *Canthon* sp. 7, *Canthon* sp. 8, *Canthon* sp. 9, *Canthon* sp. 10, *Canthon* sp. 13, *Coprophanaeus jasius*, *Deltochilum verruciferum*, *Dichotomius* sp., *Ontherus appendiculatus*, *Ontherus aphodioides*, *Ontherus* sp. 1, *Trichillum externepunctatum* (Tabela 10).

A espécie *Trichillum externepunctatum*, definida como generalista, ocorreu nas três áreas estudadas, e um maior número de indivíduos utilizou com aporte alimentar o excremento, provavelmente devido à grande oferta dessa fonte nutricional na AP e na AMN, possivelmente devido à presença de caprinos nesta área (Tabela 10).

O hábito alimentar da espécie *Coprophanaeus jasius* foi definido como generalista, pois foram observados oito indivíduos em armadilhas com isca de excremento e sete em armadilhas com carne (Tabela 10). Porém, de acordo com Hernández (2007) a espécie é necrófaga, pois faz uso de carne apodrecida como aporte nutricional.

A espécie *Deltochilum verruciferum*, classificada como generalista, apresentou hábito alimentar preferencialmente necrófaga, pois 83 indivíduos observados alimentaram-se de carne apodrecida, confirmando o que foi constatado por Silva (2010).

Como ressalta Almeida e Louzada (2009), muitas espécies são consideradas coprófagas ou necrófagas, mas a maioria das espécies ainda não tem seus hábitos alimentares descritos.

4.4. INFLUÊNCIA DOS FATORES CLIMÁTICOS

O estudo dos fatores climáticos na flutuação populacional de escarabeídeos é de fundamental importância para a compreensão da variação que ocorreu em sua população durante o ano da pesquisa. Visando estudar os efeitos dos fatores na flutuação populacional desses insetos, calculou-se a correlação da população com os fatores climáticos nas áreas estudadas (Tabela 11).

Tabela 11. Correlação de Pearson entre espécies (Scarabaeidae) e os fatores climáticos em Área de Pomar de Goiaba (APG), Área de Pastagem (AP) e Área de Mata Nativa (AMN), no município de Nazária-PI, de janeiro/2012 a janeiro/2013.

	APG		AP		AMN	
	r	p-valor	r	p-valor	r	p-valor
T.M.	0,1085	0,7243 ^{ns}	-0,3492	0,2421 ^{ns}	0,1696	0,5795 ^{ns}
P.P.	0,1843	0,5468 ^{ns}	0,6426	0,0178*	0,2008	0,5106 ^{ns}
U.R.	0,3031	0,3141 ^{ns}	0,6614	0,0138*	0,2933	0,3307 ^{ns}

T.M. = temperatura média (°C); P.P. = precipitação pluviométrica (mm); U.R. = umidade relativa do ar (%); r = índice de correlação de Pearson; p = probabilidade (0,05). * = significativo (p < 0,05); ns = não significativo (p > 0,05).

Observa-se no trabalho, ausência de correlação da temperatura sobre a flutuação populacional das espécies nas três áreas estudadas APG, AP e AMN, e conforme tabela desenvolvida por Santos (2007), probabilidade de 0,7243, 0,2421 e 0,5795, respectivamente, consideradas não significativas.

A variação da temperatura, durante o ano da pesquisa não influenciou a flutuação dos indivíduos no pomar (APG), na pastagem (AP) e na mata nativa (AMN), ou seja, à medida que a temperatura aumentou o número de espécies diminuiu, não alterando significativamente a variação no número de escarabeídeos observados nas áreas estudadas (Figura 7).

A ausência de correlações entre a temperatura e a flutuação das espécies de escarabeídeos segue o padrão explicado por Endres et al. (2005), já que a temperatura no Nordeste brasileiro, além de não apresentar fortes variações, diminui durante o período chuvoso, de forma que os insetos aparecem nos períodos de alta precipitação e umidade, o que coincide com a época de temperaturas mais amenas na região.

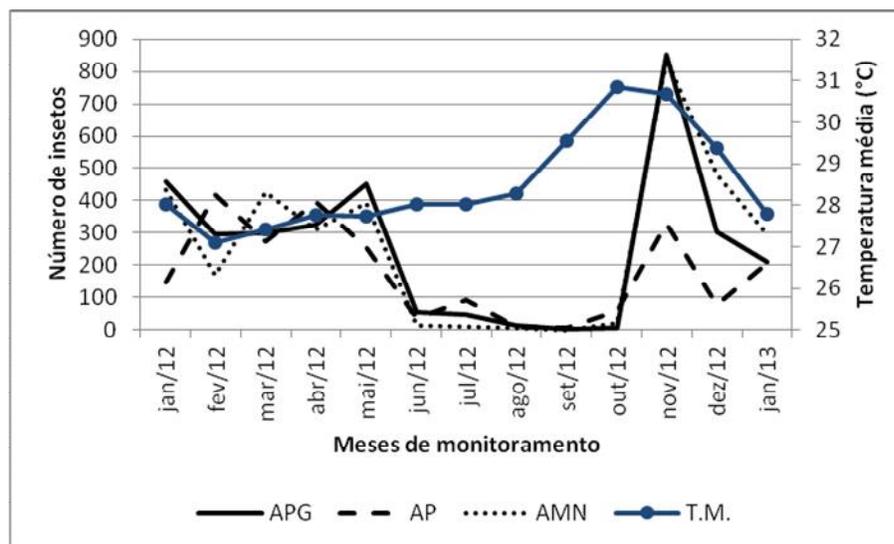


Figura 7. Relação entre o número de escarabeídeos coletados e a temperatura média (TM) em Área de Pomar de Goiaba (APG), Área de Pastagem (AP) e Área de Mata Nativa (AMN), no município de Nazária, Piauí, Brasil, de janeiro/2012 a janeiro/2013.

Relacionado à precipitação pluviométrica, não houve correlação na flutuação populacional no pomar (APG) e na mata nativa (AMN), mas notou-se uma correlação na pastagem (AP), e conforme Santos (2007), probabilidade de 0,5468, 0,0178 e 0,5106, respectivamente, tendo sido consideradas não significativas as correlações nas áreas do pomar e da mata nativa. A correlação na pastagem foi avaliada como sendo significativa ($p < 0,05$),

confirmando o pico no número de insetos coletados no período de maior precipitação pluviométrica (Figura 8).

A precipitação pluviométrica influencia de forma direta a disponibilidade de recursos alimentares para os escarabeídeos, podendo afetar seu desenvolvimento. Quando há aumento da precipitação pluviométrica a abundância desses insetos aumenta. Um padrão similar foi observado por Silva et al. (2007), que verificou também uma resposta positiva no número de espécies quando houve aumento da precipitação. Coincidindo inclusive com o maior número de riqueza de espécies.

O mesmo resultado corrobora com o encontrado por Endres et al. (2005), ao observarem que os meses com níveis mais baixos de precipitação são limitantes para o estabelecimento dos escarabeídeos.

De acordo com Endres et al. (2005), a emergência de alguns adultos pode coincidir inclusive com o aumento da precipitação pluviométrica.

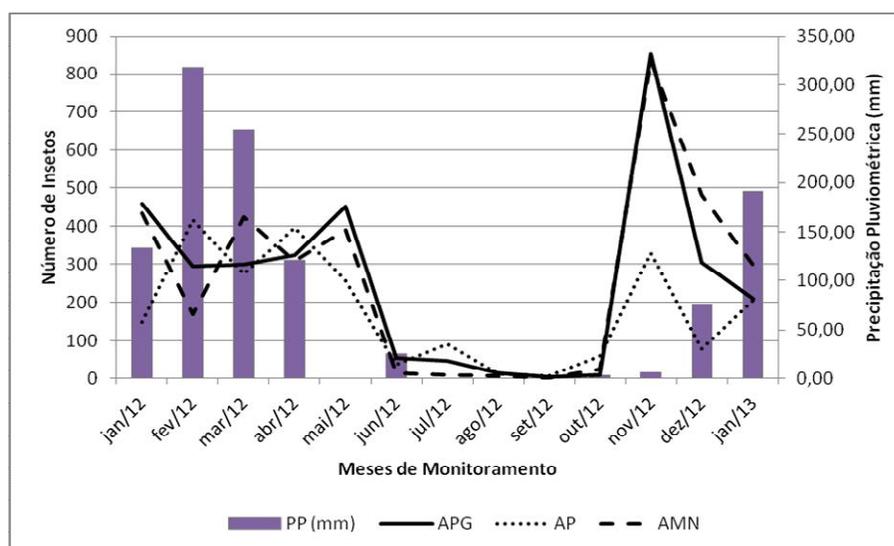


Figura 8. Relação entre o número de escarabeídeos coletados e a precipitação pluviométrica (PP) em Área de Pomar de Goiaba (APG), Área de Pastagem (AP) e Área de Mata Nativa (AMN), no município de Nazária, Piauí, Brasil, de janeiro/2012 a janeiro/2013.

Com relação à umidade relativa do ar, não se verificou correlação na flutuação populacional no pomar (APG) e na mata nativa (AMN), entretanto, observou-se uma correlação positiva na pastagem (AP), segundo tabela de Santos (2007), com probabilidades 0,3141, 0,0138 e 0,3307, respectivamente, sendo consideradas não significativas as correlações nas áreas do pomar e da mata nativa. A correlação na AP foi considerada significativa ($p <$

0,05), confirmando também o maior número de insetos coletados no período de maior umidade relativa, assim como no período de maior precipitação pluviométrica (Figura 9).

A elevação nas porcentagens de umidade relativa do ar tem reflexo direto no número de insetos coletados, principalmente nas espécies coletadas na pastagem, pois como a cobertura vegetal é bastante esparsa, o solo fica mais exposto à radiação e à força dos ventos reduzindo a umidade do solo e afetando a fauna edáfica. Com o aumento da umidade relativa não há necessidade de os escavadores, como os escarabeídeos, se aprofundarem muito no solo, permanecendo na parte mais superficial da pastagem.

O número máximo de indivíduos observados nas áreas de pomar e de mata nativa foi observado com o aumento gradual da umidade relativa do ar (Figura 9), autenticando o que foi constatado por Silva et al. (2007), pois a atividade das espécies (Scarabaeidae) é maior nos meses mais úmidos, aumentando de acordo com a elevação da umidade relativa do ar.

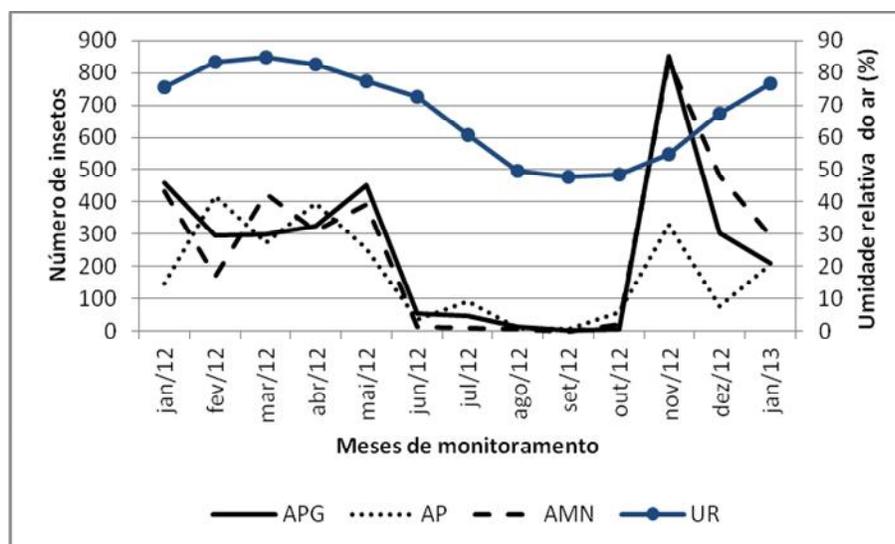


Figura 9. Relação entre o número de escarabeídeos coletados e a umidade relativa (UR) em Área de Pomar de Goiaba (APG), Área de Pastagem (AP) e Área de Mata Nativa (AMN), no município de Nazária, Piauí, Brasil, de janeiro/2012 a janeiro/2013.

De acordo com Rodrigues et al. (2011), a umidade é um importante componente, que pode interferir diretamente na densidade populacional de larvas e adultos de espécies da família Scarabaeidae.

Como se pode observar na tabela 12, o maior número de espécies diferentes da família Scarabaeidae foi notado no mês de fevereiro/2012, concomitantemente com os picos de precipitação pluviométrica e de umidade relativa do ar, reforçando ainda mais a correlação positiva desses fatores climáticos com as variações populacionais dos escarabeídeos.

A atuação dos fatores climáticos, temperatura, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar, oferecem suporte para reprodução, nidificação e desenvolvimento de espécies de escarabeídeos. Durante os meses em que as temperaturas foram amenas (em torno de 28°C), a precipitação e a umidade relativa foram mais elevadas, observou-se um padrão mais ou menos similar quanto ao número de insetos nesse período, apresentando oscilações nas flutuações populacionais (APG, AP e AMN) muito próximas, ratificando a similaridade verificada pelo teste *U* de *Mann-Whitney* e Teste de Tukey, comentados anteriormente.

Os dados climáticos de temperatura média mensal, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar são referentes ao município de Teresina, Piauí, visto que não havia estações meteorológicas no município de Nazária, esses dados tiveram que ser coletados na estação meteorológica mais próxima ao local de estudo. Como não existem dados precisos referente às áreas avaliadas não se pode inferir com exatidão quais foram os reais efeitos dos fatores climáticos sobre a flutuação das espécies de escarabeídeos durante o ano de pesquisa.

São necessárias mais pesquisas sobre as funções das espécies da família Scarabaeidae nos diversos agroecossistemas, visando a conservação da flora natural e da fauna edáfica, para manutenção de um ambiente equilibrado, mais próximo possível do ambiente natural.

Tabela 12. Número de indivíduos e espécies de besouros (Scarabaeidae) coletados nas Áreas de Pomar de Goiaba (APG), Área de Pastagem (AP) e Área de Mata Nativa (AMN), no município de Nazária, Piauí, Brasil, entre os meses de janeiro/2012 e janeiro/2013.

Espécie	2012											2013		TOTAL
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	
<i>Aphodius</i> sp.	2	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	-	5
<i>Aphodius</i> sp. 1	-	-	-	3	5	-	-	-	-	-	-	2	1	11
<i>Ataenius</i> sp.	3	3	14	20	2	1	4	-	-	-	22	7	2	78
<i>Ateuchus</i> sp.	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	1	-	-	6
<i>Ateuchus</i> sp. 1	48	-	33	15	13	-	-	-	-	-	-	-	-	109
<i>Ateuchus</i> sp. 2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Canthidium barbaticum</i>	74	9	47	100	146	2	-	-	-	5	153	121	92	749
<i>Canthidium manni</i>	-	-	-	-	11	-	-	-	-	-	13	2	4	30
<i>Canthidium megathopoides</i>	69	10	83	78	100	2	-	-	-	1	87	31	26	487
<i>Canthidium</i> sp. 1	8	35	-	-	-	1	-	-	-	1	-	5	1	51
<i>Canthon septemmaculatus</i>	2	-	1	4	-	-	-	-	-	-	1	-	1	9
<i>Canthon</i> sp. 1	26	3	-	2	4	-	1	-	-	-	-	-	-	36
<i>Canthon</i> sp. 10	-	1	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	3	7
<i>Canthon</i> sp. 11	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Canthon</i> sp. 12	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Canthon</i> sp. 13	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	8	10
<i>Canthon</i> sp. 2	29	9	84	60	70	1	1	-	-	1	82	65	52	454
<i>Canthon</i> sp. 3	3	1	2	76	13	-	-	-	-	-	1	4	-	100
<i>Canthon</i> sp. 4	53	2	101	140	127	-	-	-	-	1	77	61	74	636
<i>Canthon</i> sp. 5	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	7
<i>Canthon</i> sp. 6	4	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
<i>Canthon</i> sp. 7	2	-	7	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	12
<i>Canthon</i> sp. 8	-	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5	15
<i>Canthon</i> sp. 9	-	13	1	-	-	-	-	-	-	-	10	20	4	48
<i>Canthon viridis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-	16
<i>Coprophanæus jasius</i>	4	1	2	2	2	-	-	-	-	-	1	-	3	15
<i>Cyclocephala</i> sp.	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	4
<i>Cyclocephala</i> sp. 1	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	2
<i>Cyclocephala</i> sp. 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	3
<i>Deltochilum verruciferum</i>	5	13	28	33	47	-	-	-	-	-	5	4	14	149
<i>Dichotomius</i> sp.	526	580	418	423	441	84	136	31	9	77	1344	378	345	4792
<i>Digitontophagus gazella</i>	-	-	5	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	8
<i>Dyscinetus dubius</i>	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Ontherus appendiculatus</i>	57	84	106	33	68	9	1	-	-	2	133	86	35	614
<i>Ontherus aphodioides</i>	85	3	11	17	5	-	-	-	-	-	14	34	25	194
<i>Ontherus</i> sp. 1	3	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23
<i>Onthophagus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	9	16
<i>Genieridium margareteae</i>	-	32	-	1	8	-	-	-	-	-	-	-	-	41
<i>Trichillum externepunctatum</i>	32	58	48	20	27	3	-	-	-	-	69	12	8	277
TOTAL	1043	882	998	1032	1098	103	146	31	10	89	2019	864	712	9027
Nº DE ESPÉCIES (S)	24	22	20	21	21	8	8	1	2	8	19	21	20	

5. CONCLUSÕES

A Área de Mata Nativa é a área ambientalmente mais equilibrada dentre as áreas estudadas.

A Área de Pastagem e a Área de Pomar de Goiaba apresentam padrão semelhante relacionado ao equilíbrio ambiental.

As três áreas pesquisadas são consideradas estatisticamente iguais em relação às espécies que nelas ocorrem, com maior diversidade de insetos na área de mata nativa.

A flutuação dos insetos da família Scarabaeidae é influenciada por fatores climáticos, principalmente precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar.

A maioria das espécies catalogadas apresenta hábito alimentar copronecrófico (generalista), fazendo uso de excremento e de carne apodrecida como fonte de nutrientes.

O gênero *Canthon* apresenta a maior diversidade de espécies nas áreas estudadas.

A espécie *Dichotomius* sp. é a mais populosa e mais frequente nas três áreas estudadas.

Todas as espécies identificadas são primeiro registro no município de Nazária, Piauí, Brasil.

As espécies de besouros da família Scarabaeidae *Canthidium manni*, *Deltochilum verruciferum*, *Genieridium margaretae* e *Ontherus appendiculatus*, não têm registros de ocorrências anteriores no Estado do Piauí.

As modificações na composição vegetal provocadas pela implantação de sistemas agrícolas afetam a diversidade da fauna de espécies da família Scarabaeidae.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR-MENEZES, E de L.; AQUINO, A.M de. **Coleoptera Terrestre e sua importância terrestre e sua importância nos sistemas agropecuários**. Seropédica: Embrapa agrobiologia, 2005.
- AIDAR, T.; KOLLER. W.W.; RODRIGUES. S.R.; CORRÊA. M.A.; SILVA. J.C.C.; BALTA. O.S.; OLIVEIRA. J.M.; OLIVEIRA. V.L. Besouros coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) coletados em Aquidauana, MS, Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. Londrina, v. 29, n. 4, p. 817-820, 2000.
- ALFORD, D.V. **A Textbook of Agricultural Entomology**. Cambridge: Blackwell Science, 1999.
- ALLABY, M. **The Concise Oxford Dictionary of Zoology**. Oxford: Oxford University Press, 1992.
- ALMEIDA, L.M.; COSTA, C.S.R.; MARINONI, L. **Manual de coleta, conservação, montagem e identificação de insetos**. Ribeirão Preto: Editora Holos, 1998. 96 p.
- ALMEIDA, S.S.P.; LOUZADA, J.N.C. Estrutura da Comunidade de Scarabaeinae (Scarabaeidae: Coleoptera) em fisionomias do cerrado e sua importância para a conservação. **Neotropical Entomology**. **38**. 2009.
- ALTIERI, M.A.; SILVA, E.N.; NICHOLLS, C.I. A biodiversidade e seu papel ecológico na agricultura. In: ALTIERE, M.A.; SILVA, E.N.; NICHOLLS, C.I (Ed.). **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. Ribeirão Preto: Holos, 2003. p.17-23.
- AMARAL, E.; ALVES, S.B. Coleópteros coprófagos. In: AMARAL E.; ALVES, S.B. **Insetos úteis**. Piracicaba: Livroceres, 1979. p.153-170.
- ANDERSEN, A. **Plant Protection in Spring Cereal Production With Reduced Tillage**. II Pests and beneficial insects. *Crop Protec.*, 18:651-657. 1999.
- ANDRADE, G.C.B. **Entomofauna de solo como indicador para avaliar impactos ambientais da agricultura na região de Teresina, Piauí**. 2012. 48 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Teresina. 2012.
- ANDRADE, L.B. **O uso da fauna edáfica como bio-indicadora de modificações ambientais em áreas degradadas**. 2000. 51 f. Monografia (Graduação) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2000.

ANTONIOLLI, Z.I.; CONCEIÇÃO, P.C.; BÖCK, V.; PORT, O.; SILVA, D.M.; SILVA, R.F. Método alternativo para estudar a fauna do solo. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 4, p. 407-417. 2006.

AQUINO, A.M.; AGUIAR-MENEZES, E.L.; QUEIROZ, J.M.; Recomendação para coleta de artrópodes terrestre por armadilhas de queda (pitfall-traps) **Embrapa agrobiologia: Seropédica**, 2006, 8p. (Circular técnica 18).

ARAÚJO FILHO, J.A.; BARBOSA, T.M.L. **Sistemas agrícolas sustentáveis para regiões semi-áridas**. Sobral: Embrapa-Caprinos, 18p. (Circular Técnica, 20). 2000.

ARAÚJO, E.A.; RIBEIRO, G.A. Impactos do fogo sobre a entomofauna do solo em ecossistemas florestais. **Revista Natureza & Desenvolvimento**, v.1, p.75-85. 2005.

ASSAD, M.L.L. Fauna do Solo. In; VARGAS, M.A.T.; HUNGRIA, M. Eds: **Biologia dos solos dos cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC. 524 p. 1997.

AYRES, M.; AYRES JUNIOR, M.; AYRES, D.L.; SANTOS, A.A.S. **BioEstat 5.0.: aplicações estatísticas nas áreas das Ciências Biomédicas**. Sociedade Civil Mamirauá: Belém, Pará-Brasil. 2007. 324p. Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas. Ong Mamiraua, Belém, PA.

BAPTISTA, A.P.M. **Entomofauna associada a pomares de goiaba, *Psidium guajava* L., nas regiões de Jaboticabal e Pindorama no estado de São Paulo**. 2010. 99 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2010.

BARBOSA, O.A.A. **Entomofauna de solo em áreas de vegetação nativa e de cultivo de cana-de-açúcar no município de União Piauí**. 2008. 96 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Teresina. 2008.

BARBOSA, F.R.; LIMA, M.F. **A cultura da goiaba**. 2ª edição. Brasília, DF: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2010.

BARETTA, D.; BROWN, G.G.; JAMES, S.W.; CARDOSO, E.J.B.N. Earthworm populations sampled using collection methods in Atlantic Forests with *Araucaria angustifolia*. **Scientia Agricola**, 64:384-392. 2007.

BATISTA. L.A.R.; GODOY, R. Baeti-Embrapa 23, uma nova cultivar do capim *Andropogon (Andropogon gayanus, K)*. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 24, n. 2, p. 205-213, 1995.

BOARETTO, M.A.C.; BRANDÃO, A.L.S. **Amostragem de Insetos**. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – Departamento de Fitotecnia e Zootecnia – Área de Entomologia. Vitória da Conquista-BA. 2000.

BORGES, A.L., TRINDADE, A.V., SOUZA, L. da S., SILVA, M.N.B. da. **Cultivo orgânico de fruteiras tropicais – manejo de solo e da cultura**. Circular técnica 64. EMBRAPA. Cruz das Almas. 2003.

BORROR, D.J.; DELONG, D.M. **Estudo dos Insetos**. 7ª ed. São Paulo: Cenagage Learning, 2011. 809 p.

BRAGA, R.; LOUZADA, J.N.C. Serviços ambientais realizados pelos Scarabaeidae em diferentes sistemas de uso do solo no alto Solimões, Benjamin Constant, AM, Brasil. **Anais...** XXII Congresso Brasileiro de Entomologia. Uberlândia-MG. 2008.

BRÂNCIO, P.A.; EUCLIDES, V. P.B.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; FONSECA, D.M.; ALMEIDA, R.G.; MACEDO, M.C.M; BARBOSA, R.A. Avaliação de Três Cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob Pastejo: Disponibilidade de Forragem, Altura do Resíduo Pós-Pastejo e Participação de Folhas, Colmos e Material Morto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 1, p. 55-63, 2003.

BROCH, D.T.; CERATTI, S.; LÚCIO, A.D.C.; NETO, N.; RIBEIRO, A.L.P. Entomofauna edáfica em híbridos convencional e transgênico de milho (*Zea mays*). **Anais** do XV Mostra de iniciação científica. Unicruz. 2012.

BROWN, G.G. Diversidade e função da macrofauna no sistema edáfico agrícola. In: XXVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, Londrina. **Anais...**, Londrina, SBCS, 2001, p. 56.

BRUSCA, R.C.; BRUSCA, G.J. **Invertebrados**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan. 2007. 1098 p.

BUCHS, W. Biodiversity and agri-environmental indicators-general scopes and skills with special reference to the habitat level. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 98, p.35-78, 2003.

BUZZI, Z.J. **Entomologia didática**. 5ª ed. Curitiba: Editora UFPR. 2010. 236 p.

CAMARGO, A.J.A. de. Importância das Matas de Galeria para a conservação de lepidópteros do Cerrado. In: RIBEIRO, J.F.; FONSECA, C.E.L. da; SOUSA-SILVA, J.C. (ed.). **Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria**. Planaltina: Embrapa Cerrados; Brasília: MMA, 2001. p. 607-634.

CAMBEFORT, Y. 1991. Biogeography and Evolution, p. 51-67. In: HANSKI, I.; CAMBEFORT, Y. (eds.), **Dung Beetle Ecology**. Princeton, Princeton University Press. 481 p.

CAMPIGLIA, M. **A influência de sistemas silvipastoris sobre a dinâmica populacional de besouros coprófagos**. 2002. 127 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2002.

- CAMPOS, R.C.; HERNÁNDEZ, M.I.M. Dung beetle assemblages (Coleoptera, Scarabaeinae) in Atlantic forest fragments in southern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**. 57(1): 47–54. 2013.
- CASARI, S.A.; IDE, S. 2012. Coleoptera. In.: RAFAEL, J.A.; MELO, G.A.R.; CARVALHO, C.J.B. de; CASARI, S.A.; CONSTANTINO, R. **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia**. Ribeirão Preto: Holos Editora. 2012, 810 p. 454-526.
- COLETTI, F.; PAULA, R.C.; ANDRADE, L.L.; COSSOLIN, J.F.; SILVA, R.J. Ocorrência de besouros rola-bosta (Scarabaeidae:Scarabaeinae) em áreas de mata e de pastagem em Tangará da Serra, MT, Brasil. **Resumo expandido**. I BIOTA – Ciclo de Estudos de Biologia de Tangará da Serra. Universidade do Estado de Mato Grosso. 2009.
- CORREIA, M.E.F. **Relações entre a diversidade da fauna de solo e o processo de decomposição e seus reflexos sobre a estabilidade dos ecossistemas**. Seropédica: Embrapa-agrobiologia, 33p. (Embrapa Agrobiologia. Documento, 156). 2002.
- CORREIA, M.E.F.; OLIVEIRA, L.C.M. Importância da fauna para a ciclagem de nutrientes. In: AQUINO, A.M.; ASSIS, R.L. (Ed.). **Processos biológicos no sistema solo-planta: ferramentas para a agricultura sustentável**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 18-29. 2005.
- CORSON, W.H. **Manual Global de Ecologia: o que você pode fazer a respeito da crise do meio ambiente**. 4ª ed. São Paulo: Editora Augustus. 2002. 413 p.
- COSTA, V.A.; BERTI FILHO, E.; SILVEIRA NETO, S. Parasitóides (Hymenoptera: Chalcidoidea) de moscas sinantrópicas (Diptera: Muscidae) em aviários de Echaporã, SP. São Paulo, SP. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 71, p. 203-209, 2004.
- CREÃO-DUARTE, A.J.; SOUZA, O.E.; ROTHÉA, R.R.A.D. 2005. Membracidae (Hemiptera, Auchenorrhyncha) e suas plantas hospedeiras na região do Curimataú, Paraíba. Pp 394-404. In: F.S. de Araújo; M.J.N. Rodal; M.R.V. Barbosa, (orgs.), **Análise das Variações da Biodiversidade do Bioma Caatinga: Suporte a Estratégias Regionais de Conservação**. Ministério do Meio Ambiente. 445 p.
- DALE, V.H.; BEYLER, S.C. Challenges in the development an use of ecological indicators. **Ecological Indicators**, v.1, n.1, p.3-10, 2001.
- DAVIS, A.J.; HOLLOWAY, J.D.; HUIJBREGTS, H.; KRIKKEN, J.; KIRK-SPRIGGS, A.H.; SUTTON, S.L., Dung beetles as indicators of change in the forests of northern Borneo. **Journal of Applied Ecology**, n.38, p.593-616. 2001.

- DEPONTI, C.M. **Indicadores para avaliação da sustentabilidade em contextos de desenvolvimento rural local**. 2002. 77 f. Monografia (Especialização) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2002.
- DORAN, J.W.; PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A. (Ed.). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: Soil Science Society of American, p. 3-21. 1994.
- DOUBE, B.M. 1990. A functional classification for analysis of structure of dung assemblages. **Ecological Entomology**.15: 371-383.
- DUELLI, P.; OBRIST, M.K.; SCHMATZ, D.R. Biodiversity evaluation in agricultural landscapes above-ground insects. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.74, n.33-64, 1999.
- DURÃES, R.; MARTINS, W.P.; VAZ-DE-MELLO, F.Z. (2005). Dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) assemblages across a natural forest-Cerrado ecotone in Minas Gerais, Brazil. **Neotropical Entomology**. 34 (5): 721-731.
- DUTRA, C.C. **Impacto de algodão geneticamente modificado resistentes a insetos sobre a entomofauna do solo**. 2009. 54 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados. 2009.
- ELZINGA, R. J. **Fundamentals of entomology**. 5. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2000. 495p.
- ENDRES, A.A.; CREÃO-DUARTE, A.J.; HERNÁNDEZ, M.I.M. Diversidade de Scarabaeidae *s. str.* (Coleoptera) da Reserva Biológica Guaribas, Mamanguape, Paraíba, Brasil: uma comparação entre Mata Atlântica e Tabuleiro Nordeste. **Revista Brasileira de Entomologia** 51(1): 67-71. 2007.
- ENDRES, A.A.; HERNÁNDEZ, M.I.M.; CREÃO-DUARTE, A. J. 2005. Considerações sobre *Coprophanæus ensifer*(Germar) (Coleoptera: Scarabaeidae) em um remanescente de Mata Atlântica no Estado da Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**. v. 49: 427–429.
- ESTRADA, A.; COATES-ESTRADA, R. Howling monkeys (*Alouatta palliata*), dung beetles (Scarabaeidae) and seed dispersal: ecological interactions in the tropical rein forest of Los Tuxtlas, Veracruz, Mexico. **Journal of Tropical Ecology**, v.7, p.459-474, 1991.
- FAVERO, S.; SOUZA, H.A.; OLIVEIRA, A.K.M. Coleoptera (Insecta) as Forest fragmentation indicators in the Rio Negro Sub-region of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**. 71: 291-295. 2011.

FAVILA, M.E.; HALFFTER, G. The user indicator groups for measuring biodiversitys related to community structure and function. **Acta Zoológica Mexicana**. v. 72: 1-25. 1997.

FLECHTMANN, C.A.H.; RODRIGUES, S.R.; COUTO, H.T.Z. 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**. v.39, n. 2, p. 249-258, 1995.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.

GANHO, N.G.; MARINONI, R.C. A diversidade de Coleoptera (Insecta) em uma paisagem antropizada do Bioma Araucária. **Revista brasileira de Entomologia**. 49: 535-543. 2005.

GASSEN, D.N. Classificação de pragas de solo de acordo com o habitat e com os hábitos alimentares. In: REUNIÃO SOBRE PRAGAS SUBTERRÂNEAS DOS PAÍSES DO CONE SUL, 2., 1992, Sete Lagoas. **Anais...** Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS. p. 179. 1992.

GILL, B.D. 1991. Dung beetles in tropical American forests, p. 211-229. In: HANSKI, I.; CAMBEFORT, Y. (eds.), **Dung Beetle Ecology**. Princeton, Princeton University Press. 481 p.

GIRACCA, E. M.N.; ANTONIOLLI, Z.I.; ELTZ, F.L.F.; BENEDETTI, E.; LASTA, E.; VENTURINI, S.F.; VENTURINI, E.F.; BENEDETTI, T. Levantamento da meso e macrofauna do solo na microbacia do Arroio Lino, Agudo/RS. **Revista Brasileira de Agrociência**.v. 9, n. 3, p. 257-261, 2003.

GODINHO JUNIOR, C.L. **Besouros e seu mundo**. Rio Janeiro: Technical Books, 2011. 478p.

GONÇALVES, M.S. **Efeitos do cultivo para a produção de biocombustível sobre a estrutura da comunidade de artrópodes em fragmentos florestais no Sudoeste de Mato Grosso**. 2013. 64 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Tangará da Serra. 2013.

GULLAN, P.J.; CRANSTON, P.S. **Os insetos: um resumo de entomologia**. São Paulo: Roca, 2007. 440 p.

HALFFTER, G. Historical and ecological factors determining the geographical distribution of beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). **Folia Entomologica Mexicana**. 82: 195-238. 1991.

HALFFTER, G.; EDMONDS, W.D. **The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae) An ecological and evolutive approach.** Mexico: Instituto de Ecología. 1982. 177 p. (Publication, 10).

HALFFTER, G.; FAVILA, M.E. The Scarabaeidae (Insecta: Coleoptera) an animal group for analyzing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rain forest and modified landscapes. **Biology International**, Orsay, v. 27, p. 15-21. 1993.

HALFFTER, G.; FAVILA, M.E.; HALFFTER, V. A comparative study of the structure of the scarab guild in mexican tropical rain forest and derived ecosystems. **Folia Entomológica Mexicana**, 84: 131-156. 1992.

HALFFTER, G.; MATTHEWS, E.G. The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae). **Folia Entomológica Mexicana**, v. 12, n. 14, 312 p, 1966.

HANSKI, I.; CAMBEFORT, Y. **Dung Beetle Ecology.** New Jersey, Princeton University Press, 481 p. 1991.

HANSKI, I.; KRIKKEN, J. Dung beetles in tropical forest in Southeast Asia. In: HANSKI, I.; CAMBEFORT, Y. (eds). **Dung beetle ecology.** Priceton, Princeton University Press, 1991. p. 179-97.

HENDRIX, P.F.; CROSSLEY JR., D.A.; BLAIR, J.M.; COLEMAN, D.C. Soil biota as components of sustainable agroecosystems. In: EDWARDS, C.A.; LAL, R.; MADDEN, P.; MILLER, R.H.; HOUSE, G. **Sustainable agricultural systems.** Ankey, Soil and Water Conservation Society, p.637-654. 1990.

HERNÁNDEZ, M.I.M. Besouros escarabeineos (Coleoptera: Scarabaeidae) da caatinga paraibana, Brasil. **Oecologia Brasiliensis** 11, p.356–364, 2007.

HUTTON, S.A.; GILLER, P.S. The effects of the intensification of agriculture on northern temperate dung beetles communities. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 40, p. 994-1007, 2003.

KIM, K.C. Biodiversity, conservation and inventory: Why insects matter. **Biodiversity and Conservation**, v.2, p.191-214, 1993.

KIMBERLING, D.N.; KARR, J.R.; FORE, L.S. Measuring human disturbance using terrestrial invertebrates in the shrub-steppe of eastern Washington (USA). **Ecological Indicators**, v. 1, n. 2, 2001.

KLEIN, B.C. Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetle communities in Central Amazônia. **Ecology**, New York, v.70, n.6, p.1715-1725, 1989.

KOLLER, W.W.; GOMES, A.; RODRIGUES, S.R.; GOIOZO, P.F.I. Scarabaeidae e Aphodiidae coprófagos em pastagens cultivadas em área do cerrado sul-mato-grossense. **Revista Brasileira de Zoociências**, Juiz de Fora, v. 9, n. 1, p. 81-93, 2007.

KORASAKI, V.; VAZ-DE-MELLO, F.Z.; BRAGA, R.F.; ZANETTI, R.; LOUZADA, J. Taxocenose de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) em Benjamin Constant, AM. **Acta Amazônica**, v. 42(3): 423 – 432. 2012.

LARANJEIRO, A.J. **Estabilidade da entomofauna num mosaico de plantação de eucalipto e áreas naturais de conservação**. 2003. 142 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. 2003.

LAVELLE, P.; DANGERFIELD, M.; FRAGOSO, C.; ESCHENBRENNER, V.; LOPEZ-HERNANDEZ, D.; PASHANASI, B.; BRUSAARD, L. The relationship of between soil macrofauna and tropical soil fertility. In: WOOMER, P. L.; SWIFT, M. J. (Eds.). **The biological management of tropical soil fertility**. New York: J. Wiley & Sons, 1994. p. 137-169.

LAWRENCE, J.F.; E.B. BRITTON. Coleoptera. p.543 G683. In: **The Insects of Australia**. vol. 2. Melbourne University Press., Australia, 1991, 1137p.

LEWINSOHN, T.M. **Conservação de invertebrados terrestres e seus habitats no Brasil. Megadiversidade**. Conservação Internacional, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 62-69. 2005.

LIMA, H.V.; OLIVEIRA, T.S.; OLIVEIRA, M.M.; MENDONÇA, E.S.; LIMA, P.J.B.F. Indicadores de qualidade do solo em sistemas de cultivo orgânico e convencional no semi-árido cearense. **Revista Brasileira Ciências do Solo**. 31: 1085-1098. 2007.

LIMA, M.G.A.; SILVA, R.P.A.; SOUSA, M.D.F.; COSTA, E.M. Diversidade de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) no Parque Botânico do Ceará, Caucaia - CE, Brasil. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 7, n. 1, p. 89-94, janeiro-abril, 2013.

LOFEGO, A.C.; MORAES, G.J. Ácaros (Acari) Associados a Mirtáceas (Myrtaceae) em Áreas de Cerrado o Estado de São Paulo com Análise Faunística das Famílias Phytoseiidae e Tarsonemidae. Piracicaba, SP. **Neotropical Entomology**. v. 35(6):731-746. 2006.

LOPES, P.P. Besouros no Semi-árido Brasileiro: Ilustres, mas Quase Desconhecidos. In: QUEIROZ, L. P.; RAPINI, L.; GIULIETTI, A. M. **Rumo ao Amplo Conhecimento da Biodiversidade do Semi-Árido Brasileiro**. UEFS: Feira de Santana – BA, 2006.

LOUZADA, J.N.C.; LOPES, F.S.; VAZ-DE-MELLO, F.Z. Structure and composition of a dung beetle community (Coleoptera, Scarabaeinae) in a small forest patch from Brazilian Pantanal. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 9, p. 199-203, 2007.

LOUZADA, J.N.C.; BONETTI, R.Z.; SCHILINDWEIN, M.N. **Bioindicadores de qualidade e de impactos ambientais**. 2001. 39 p. Monografia (Especialização) - Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2001.

MACEDO, J.D.B. Besouros coprófagos: os insetos benéficos das pastagens. **Revista Bahia Agrícola** 3:1-3. 1999.

MANFROI, A.F.; SANTOS, J.C.P.; MENDONÇA, D. Diversidade da fauna edáfica como bioindicador da recuperação de solo reconstruído após mineração de carvão a céu aberto. In: FERTBIO, Rio de Janeiro, **Resumos expandidos...** Rio de Janeiro: EMBRAPA e UFRRJ. 2002.

MARINONI, R.C.; GANHO, N.G.; MONNÉ, M.L.; MERMUDES, J.R.M.. **Hábitos alimentares em Coleoptera (Insecta): compilação, organização de dados e novas informações sobre alimentação nas famílias de coleópteros**. Ribeirão Preto: Editora Holos. 2001. 64 p.

MARTINS, G. de A.; DONAIRE, B. 1991. **Princípios de Estatística**. 4. Ed. São Paulo. Atlas. 255 p.

MATOS, M.S.; FRAGOSO, D.B.; VALADARES, L.L. Levantamento de comunidades fímicas na região de Palmas-TO. In: JORNADA CIENTÍFICA DE UNITINS, 2006, Palmas. **Anais...** XIII Jornada científica de UNITINS. 2006.

MEDRI, I.M.; LOPES, J. Scarabaeidae (Coleoptera) do Parque Estadual Mata dos Godoy e de área de pastagem, no norte do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**. 18 (Supl. 1): 135-141. 2001.

MENDES, J.; LINHARES, A.X. Coleoptera associated with undisturbed cow pats in pastures in Southeastern Brazil. **Neotropical Entomology**. vol.35 n° 6 Londrina nov./dec. 2006.

MERLIM, A.O. **Macrofauna edáfica em ecossistemas preservados e degradados de araucária no Parque Estadual de Campos do Jordão**. 2005. 89 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. 2005.

MILHOMEM, M.S.; VAZ-DE-MELLO, F.Z.; DINIZ, I.R. 2003. Técnicas de coleta de besouros copronecrófagos no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 38, n. 11, p. 1249-56.

MIRANDA, C.H.B.; SANTOS, J.C.C.; BIANCHIN, I. Contribuição de *Onthophagus gazella* à melhoria da fertilidade do solo pelo enterrio de massa fecal bovina fresca. 1. Estudo em casa de vegetação. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v.27, n.4, p. 681-685, 1998.

- MOLDENKE, A.R. Arthropods. In: WEAVER, R.W.; ANGLE, S.; BOTTOMLEY, P.; BEZDICEK, D.; SMITH, S.; TABATABAI, A.; WOLLUM, A. **Methods of soil analysis: microbiological and biochemical properties**. Madison: SSSA, Part 2. p. 517-542. 1994.
- MORAES, R.C.B.; HADDAD, M.L.; SILVEIRA NETO, S.; REYES, A.E.L. Software para análise faunística. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, São Pedro, SP. **Anais: Sincobiol**, v.1, p. 195, 2003.
- MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2002. 626 p.
- MORÓN, M.A. The nectrophagous Scarabaeinae beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) from a coffee plantation in Chiapas, Mexico: Habits and phenology. **Coleopterists Bulletin**, Chicago, v. 41, n. 3, p. 225-232, 1987.
- MORÓN, M.A.; LOPEZ-MENDEZ, J.A. Analisis de la entomofauna necrófila de un cafetal en el Soconusco, Chiapas, México. **Folia Entomologica Mexicana**, Veracruz, v. 63, p. 47-59, 1985.
- NAKANO, O. **Entomologia econômica**. Piracicaba: Independente. 2011. 464 p.
- NAKANO, O.; LEITE, C.A. **Armadilhas para Insetos: pragas agrícolas e domésticas**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz – FEALQ, Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, v.7, 2000.
- NESTEL, D.; DICKSCHEN, F.; ALTIERI, M. A. Diversity patterns of soil macro-Coleoptera in Mexican shaded and unshaded coffee agroecosystems: na indication of habitat perturbation. **Biodiversity and Conservation**, Dordrecht, v. 2, p. 70-78, 1993.
- NICHOLS, E.; LARSEN, T.; SPECTOR, S.; DAVIS, A.L.; ESCOBAR, F.; FAVILA, M.; VULINEC, K. Global dung beetle response to tropical forest modification and fragmentation: A quantitative literature review and meta-analysis. **Biological Conservation**. 137: 1-19. 2007.
- NICHOLS, E.; SPECTOR, S.; LOUZADA, J.; LARSEN, T.; AMEZQUITA, S.; FAVILA, M.E. 2008. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. **Biological Conservation** 141:1461–1474.
- NUMMELIN, M.; HANSKI, I. Dung beetles of the Kibale forest, Uganda: comparison between virgin and managed forest. **Journal of Tropical Ecology**, New York, v. 5, p. 349-352, 1989.
- NUNES, J.S. **Atributos biológicos do solo de áreas em diferentes níveis de degradação no sul do Piauí**. 2010. 40 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus. 2010.

ODUM, E.P. **Ecologia**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan. 1988. 595 p.

OIKAWA, F.; FLECHTMANN, C.A.H.; OLIVEIRA, E.M. Riqueza e abundância de besouros coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) associados a massas fecais de *Alouatta guariba* em fragmento florestal e área contínua. **Anais do XXII Congresso Brasileiro de Entomologia**. Uberlândia-MG. 2008.

OLIVEIRA, M.C. **Pragas das Pastagens: uma Análise Crítica**. Viçosa – Minas Gerais. 1997.

OTUTUMI, A.T.; OLIVEIRA, T.S.; MENDONÇA, E.S.; LIMA, P.J.B.F., Qualidade do solo em sistemas de cultivo agroecológicos no município de Tauá- CE. In: OLIVEIRA, T. S. (Coord.), **Solo e Água: aspecto de uso e manejo com ênfase no semi-árido nordestino**. Fortaleza: Editora da Universidade – UFC, p. 1-30, 2004.

PAIVA, D.R. **Escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeidae) associados a diferentes sistemas de manejo de pastagens no município de Teresina-PI**. 2009. 56 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Piauí, Teresina. 2009.

PEARSON, D.L. Tiger beetles as indicators for biodiversity patterns in Amazonia. **National Geographic Society of Research & Exploration**, Tampa, v.8, p. 116-117. 1992.

PEREIRA, A.G. **Uso de armadilhas Malaise como estratégia de avaliação de bioindicadores em agroecossistemas: diversidade e guildas de Braconidae em diferentes mosaicos vegetacionais da Fazenda Canchim (EMBRAPA), São Carlos, SP, Brasil**. 2009. 77 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2009.

PRIMACK, R.B.; RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Londrina: Editora Efraim Rodrigues. 2001, 328 p.

QUADROS, D.G.; RODRIGUES, L.R.A.; FAVORETTO, V.; MALHEIROS, E.B.; HERLING, V.R.; RAMOS, A.K.B. Componentes da Produção de Forragem em Pastagens dos Capins Tanzânia e Mumbaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 3, p.1333-1342, 2002 (suplemento).

QUINTERO, I.; ROSLIN, T. Rapid recovery of dung beetle communities following habitat fragmentation in Central Amazonia. **Ecology**. 86: 3303-3311. 2005.

QUINTINO, H.Y.S.; OLIVEIRA-COSTA, J.; MONNÉ, M.L.; BITTAR, R.C.; DIAS, G.S.; NAPOLEÃO, K.S.; GAZETA, A.L.S. Eficiência das armadilhas dos tipos *pitfall*, Shannon e bandeja na captura de coleópteros necrófilos. **Anais do XXII Congresso Brasileiro de Entomologia**. Uberlândia-MG. 2008.

RESENDE, N.F. Mudanças do uso da terra no cerrado sobre comunidade de besouros escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). **Revista Brasileira de Gestão e**

Engenharia – ISSN 2237-1664. Centro de Ensino Superior de São Gotardo. Número V. 2012. 87-102.

RESTELLO, M.R. **Diversidade de Braconidae (Hymenoptera) e seu uso como bioindicadores na unidade de conservação Teixeira Soares, Marcelino Ramos, RS.** 2003. 125 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2003.

RIBEIRO JUNIOR, G.O.; GONÇALVES, L.C.; MAURÍCIO, R.M.; BORGES, I.; RAMIREZ, M.A.; RIBAS, M.N.; SALIBA, E.O.S.; FARIA JUNIOR, W.G.; CAVALCANTI, A.C.; FERREIRA, P.D.S.; VELASCO, F.O.; MÉRITH YVES HIGASHI RIBEIRO, Y.H. Características agrônômicas do Capim *Andropogon (Andropogon gayanus)* colhido em quatro idades de corte. **Anais do Congresso Brasileiro de Zootecnia.** Águas de Lindóia-SP, 2009.

RICKLEFS, R.E. **A Economia da Natureza.** 5ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2001.

RODRIGUES, M.M. **Besouros coprófagos (Coleoptera: Scarabaeida) em três diferentes usos de solo no Sudoeste de Mata Grosso do Sul.** 2008. 55 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados. 2008.

RODRIGUES, S.R.; CARMO, J.I.; OLIVEIRA, V.S.; TIAGO, E.F.; TAIRA, T.L. Ocorrência de larvas de Scarabaeidae fitófagos (Insecta: Coleoptera) em diferentes sistemas de sucessão de culturas. **Pesquisa Agropecuária Tropical,** Goiânia, v. 41, n. 1, p. 87-93. 2011.

RODRIGUES, S.R.; MARCHINI, L.C. Besouros coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) coletados em Piracicaba, SP. **Scientia Agricola.** v. 55 n. 1 Piracicaba. 1998.

RONQUI, D.C.; LOPES, J. 2006. Composição e diversidade de Scarabaeoidea (Coleoptera) atraídas por armadilhas de luz em área rural no norte do Paraná, Brasil. **Iheringia.** 96: 103-108.

ROSENBERG, D.M.; DANKS, H.V.; LEHMKEHL, D.M.; Importance of insects in environmental impact assessment. **Environmental Management,** v.10, n.6, p.773- 83, 1986.

SANGINGA, N.; MULONGOY, K.; SWIFT, M.J. Contribution of soil organisms to the sustainability and productivity cropping systems in the tropics. **Agriculture Ecosystems and Environment,** v. 41, p.135-152, 1992.

SANTOS, C. **Estatística Descritiva: Manual de Auto-aprendizagem,** Lisboa, Edições Sílabo. 2007.

SCHIFFLER, G. **Fatores determinantes da riqueza local de espécies de Scarabaeidae (Insecta: Coleoptera) em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual.** 2003. 68 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2003.

- SENÔ, K.C.A. **Influência de fenthion em duas formas de aplicação sobre insetos associados à goiabeira nas regiões de Vista Alegre do Alto-SP e Monte Alto-SP.** 2001. 102 p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2001.
- SILVA, D.N. **A cultura da goiabeira.** Vitória: EMATER, 1998. 15 p.
- SILVA, F.A.B; HERNÁNDEZ, M.I.M.; IDE, S; MOURA, R.C. Comunidade de escarabeíneos (Coleoptera, Scarabaeidae) copro-necrófagos da região de Brejo Novo, Caruaru, Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia.** v. 51, n. 2: p. 228-233, 2007.
- SILVA, P.G. da. Nota sobre a biologia de *Deltochilum (Calhyboma) elevatum* (Castelnau) (Coleoptera: Scarabaeidae). **Biodiversidade Pampeana.** v. 8, n. 1, 2010.
- SILVA, P.G. da. **Espécies de escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeidae) de fragmentos florestais com diferentes níveis de alteração em Santa Maria, Rio Grande do Sul.** 2011. 168 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2011.
- SILVA, P.G. da; DI MARE, R.A. Escarabeíneos copro-necrófagos (Coleoptera, Scarabaeidae, Scarabaeinae) de fragmentos de Mata Atlântica em Silveira Martins, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia.** Porto Alegre, 102(2):197-205. 2012.
- SILVA, P.G. da; GARCIA, M.A.R.; VIDAL, M.B. Besouros copro-necrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae *sensu stricto*) coletados em ecótono natural de campo e mata em Bagé, RS. **Ciência e Natura**, UFSM, Santa Maria, 30 (2): 71 – 91, 2008.
- SILVA, P.G. da; GARCIA, M.A.R.; VIDAL, M.B. Besouros copro-necrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae *sensu stricto*) do município de Bagé, RS (bioma campos sulinos). **Biociências**, Porto Alegre, v. 17, n. 1, p. 33-43. 2009.
- SILVA, P.G. da; VIDAL, M.B. Atuação dos escarabeídeos fimícolas (Coleoptera: Scarabaeidae *sensu stricto*) em áreas de pecuária: potencial benéfico para o município de Bagé, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista de Ciências Agroveterinárias.** 6 (162) 2: 162-169. 2007.
- SILVA, P.H. da. **Estrutura de comunidades de Scarabaeidae (Insecta: coleoptera) em diferentes sistemas de uso da terra na Amazônia.** 2005. 42 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2005.
- SILVEIRA NETO, S.; MONTEIRO, R.C.; ZUCCHI, R.A.; MORAES, R.C.B. Uso da análise faunística de insetos na avaliação do impacto ambiental. **Scientia Agricola.**; v.52, n.1, p. 9-15, 1995.
- SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N.A. **Manual de ecologia dos insetos.** São Paulo: Agrônômica Ceres, 1976. p. 110-132.

SILVEIRA NETO, S.; PARRA, J.R.P. **Amostragem de Insetos e Nível de Dano de Pragas.** In: GRAZIANO NETO, F. (ed.), *Uso de Agrotóxicos e Receituário Agrônomo*. São Paulo: Agroedições. 1982.

SLADE, E.M.; MANN, D.J.; VILLANUEVA, J.F.; LEWIS, O.T. 2007. Experimental evidence for the effects of dung beetle functional group richness and composition on ecosystem function in a tropical forest. **Journal of Animal Ecology** 76: 1094-1104.

SOUSA, A.F. **Indicadores de sustentabilidade em sistemas agroecológicos por agricultores familiares do semi-árido Cearense.** 2006. 93 f. Dissertação (Mestrado) -, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2006.

SOUTHWOOD, T.R.E. **Ecological methods: with particular reference to the study of insect populations.** London: Chapman & Hall. 575 p. 1994.

SWIFT, M.J.; HEAL, O.W.; ANDERSON, J.M. **Decomposition in terrestrial ecosystems.** Berkeley: University of California Press. 1979. 372 p.

TEIXEIRA, J.C.; ANDRADE, G.A. **Carboidrato na alimentação de Ruminantes. In: II Simposio de Forragicultura e pastagens,** 2001, Lavras. Temas em Evidencia. Lavras : Editora UFLA, v.1. p.165-210. 2001.

TERESINA. **Perfil de Teresina: econômico, social, físico e demográfico.** Teresina: Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico e Turismo. SEMDEC, Teresina, 2010.

THOMAZINI, M.J.; THOMAZINI, A.P.B.W. **A fragmentação florestal e a diversidade de insetos nas florestas tropicais úmidas.** Sudeste Acreano. Rio Branco: EMBRAPA Acre, 2000. 21p. Circular Técnica, 57.

TOMAZINI, M.D.O. **Caracterização das comunidades de nematoides em mata nativa e áreas contíguas submetidas a diferentes tipos de uso agrícola em Piracicaba (SP).** 2008. 67 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. 2008.

VANIN, S.A.; IDE, S. **Classificação comentada de Coleoptera.** p.193G205. In: Proyecto de Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática PrIBES. 2002.

VAZ DA SILVA, P.P. **Sistemas agrofloretais para recuperação de matas ciliares em Piracicaba-SP.** 2002. 98 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. 2002.

VAZ-DE-MELLO, F.Z. Estado atual de conhecimento dos Scarabaeidae *s. str.* (Coleoptera: Scarabaeoidea) do Brasil. In: Martin-Piera; J. J. Morrone, J. J.; Melic, A. (eds.) **Hacia un Proyecto CYTED para el inventario y estimación de la diversidad Entomológica en**

Iberoamérica: PrIBES–2000, Zaragoza, Sociedad Entomológica Aragonesa & CYTED, m3m: Monografías Tercer Milenio, v.1, p. 326, 2000.

VAZ-DE-MELLO, F.Z.; LOUZADA, J.N.C. Considerações sobre forrageio arbóreo por Scarabaeidae (Coleoptera, Scarabaeidae), e dados sobre sua ocorrência em floresta tropical do Brasil. **Acta Zoológica Mexicana**. 72:55-61, 1997.

VILLANI, M.G.; WRIGHT, R.J. Environmental influences on soil macroarthropod behavior in agricultural systems. **Annual Review Entomology**, v.35, p.249-269, 1990.

WILSON, E.O. The things that run the world: the importance and conservation of invertebrates. **Conservation Biology**, v.1, p.344-346. 1987.

WINK, C.; GUEDES, J.V.C.; FAGUNDES, C.K.; ROVEDDER, A.P. Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 4, n. 1, p. 60-71. 2005.

WRIGHT, C. J.; COLEMAN, D. C. Cross-site comparison of soil microbial biomass, soil nutrient status, and nematode trophic groups. **Pedobiologia**, n.44, p.2-23. 2000.