

TALITA ROSA OTILIA SIMÕES

**DIVERSIDADE DE BESOUROS INDICADORES
EM FRAGMENTOS FLORESTAIS NATIVOS E EXÓTICOS
NA REGIÃO DE ANITÁPOLIS – SANTA CATARINA, BRASIL**

Trabalho apresentado ao Curso de Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para a obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Malva Isabel Medina Hernández

Florianópolis
2013

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Simões, Talita Rosa Otilia

Diversidade de besouros indicadores em fragmentos florestais nativos e exóticos na região de Anitápolis - Santa Catarina, Brasil / Talita Rosa Otilia Simões ; orientadora, Malva Isabel Medina Hernández - Florianópolis, SC, 2013.

57 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Graduação em Ciências Biológicas.

Inclui referências

1. Ciências Biológicas. 2. Ecologia. 3. Diversidade Biológica. 4. Besouro. I. Hernández, Malva Isabel Medina. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Ciências Biológicas. III. Título.

Dedico este trabalho aos meus pais e também ao meu irmão que esteve sempre ao meu lado, mesmo agora, morando longe.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter me dado a vida e todas as maravilhas que recebi juntamente com ela.

Meus pais maravilhosos que sempre me apoiaram e me criaram com muito carinho, me ensinando a amar a natureza, respeitá-la, e assim contribuindo com a minha decisão de seguir carreira na área de biologia.

Ao meu irmãozinho que está longe por um tempo e que deixa muitas saudades, pela sua companhia, nossas conversas e discussões.

Aos meus muitos primos, tios, avós, amigos, que colaboraram de alguma forma pela criação deste trabalho, seja me fazendo rir, me inspirando, me distraíndo ou me fazendo enxergar uma luz no fim do túnel.

Agradeço também a minha orientadora Malva Hernández pela paciência e tempo despendido nas correções, auxílios e explicações, aos colegas do Laboratório de Ecologia Terrestre Animal (LECOTA – UFSC), Renata e Pedro, os quais auxiliaram na identificação dos besouros, e a minha amiga Sônia pelo empurrão de início e apoio.

Ao professor Rafael Trevisan, orientador de iniciação científica em botânica, pela contribuição científica e compreensão nas horas de sufoco.

RESUMO

A ação antrópica vem transformando as paisagens florestais e intensificando as alterações físicas e biológicas. A modificação gerada pela exploração predatória é a principal causa da perda de biodiversidade global. A implantação de monoculturas, como de *Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp., resultam em efeitos relacionados à baixa diversidade. Por isso, o monitoramento da composição e da diversidade de espécies associadas às florestas ajuda a avaliar a riqueza de uma região e averiguar possíveis alterações ambientais. A avaliação da conservação ou do grau de distúrbio é revelada por organismos sensíveis chamados bioindicadores, entre eles, os besouros. O presente estudo visa analisar as comunidades de besouros escarabeíneos e examinar suas características ecológicas em diferentes sítios florestais na região de Anitápolis, SC. As coletas foram realizadas no inverno de 2012 e no verão de 2013 em quatro sítios distintos incluindo áreas de *Pinus elliotii*, *Eucalyptus* sp., Mata Atlântica em estágio inicial de sucessão e Mata Atlântica em estágio avançado de sucessão. No total foram coletados 478 indivíduos, sendo *Canthidium* aff. *trinodosum* e *Dichotomius sericeus* as espécies mais abundantes. A maioria dos indivíduos foi coletada em área de mata em estágio avançado de sucessão. Durante o inverno foram coletados 84 indivíduos e no verão 394 indivíduos. As comunidades de besouros escarabeíneos de Mata em estágio inicial de sucessão e de *Pinus* sofreram perda de abundância. As áreas de *Pinus* e as de Mata tiveram o mesmo número de espécies. O fragmento de *Eucalyptus* apresentou riqueza e abundância muito menores em relação à área de Mata em estágio avançado de sucessão.

Palavras-chaves: Bioindicadores. Escarabeíneos. *Pinus*. *Eucalyptus*. Mata Atlântica.

ABSTRACT

The human activity is transforming forest landscapes and enhancing physical and biological changes. The alteration generated by the predatory exploration is the main cause of global biodiversity loss. The implementation of monocultures such as *Pinus* sp. and *Eucalyptus* sp. results in effects related to low diversity. Therefore, monitoring the composition and diversity of species associated to forests helps to assess the wealth of a region and investigate possible environmental changes. The evaluation of the conservation or of the level of disorder is revealed by sensitive organisms called bioindicators, among them, the beetles. This study aimed to analyze dung beetles assemblies and its ecological features in different forest sites in the region of Anitápolis, SC. The samplings were conducted during winter of 2012 and summer of 2013 in four distinct sites including areas of *Pinus elliottii*, *Eucalyptus* sp., Atlantic Forest in early successional state and Atlantic forest in advanced successional state. Were collected a total of 478 individuals, being *Canthidium* aff. *trinodosum* and *Dichotomius sericeus* the most abundant species. The majority of individuals were collected in the Atlantic forest in advanced successional state. During winter were collected 84 dung beetles and in the summer 394. The dung beetles assemblies in the Atlantic Forest in early successional state and in Pinus area suffered loss of abundance. The areas of Pinus and Atlantic Forest had the same number of species. The Eucalyptus fragment presented much lower richness and abundance compared to the area of Atlantic forest in advanced successional state.

Keywords: Bioindicators. Dung beetles. Pinus. Eucalyptus. Atlantic Forest.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Localização do município de Anitápolis no estado de Santa Catarina, Brasil..... 24
- Figura 2 - Localização do município de Anitápolis entre o Parque Estadual da Serra do Tabuleiro e a Serra Geral de Santa Catarina... 25
- Figura 3 - Armadilha de queda tipo *pitfall* com isca de atração, montada e utilizada para a coleta de besouros escarabeíneos copronecrófagos. 27
- Figura 4 - Caixa entomológica depositada na Coleção Entomológica do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina, com indivíduos coletados durante o inverno (junho de 2012) e verão (janeiro de 2013) na região de Anitápolis – SC..... 28
- Figura 5 - Fotos da segunda espécie mais abundante coletada no município de Anitápolis - SC, *Dichotomius sericeus*..... 35
- Figura 6 - Curva de acumulação de espécies calculada para os Scarabaeinae de Mata em estágio avançado de sucessão (MA), Mata em estágio inicial de sucessão (MI), Pinus (P) e Eucaliptus (E) coletados em Anitápolis - SC no inverno (junho de 2012) e no verão (janeiro de 2013). 37
- Figura 7 - Espécies de escarabeíneos indicadores (A) *Paracanthon* aff. *rosinae*, (B) *Canthidium* aff. *trinodosum*, (C1 e C2) *Coprophanæus saphirinus*, (D) *Deltochilum morbillosum*, (E) *Canthon lividus seminitens* e (F) *Dichotomius mormon*, e suas respectivas áreas de preferência significativa: Mata em estágio avançado de sucessão, Eucaliptus e Pinus..... 39

Figura 8 - Similaridade das assembleias de Scarabaeinae (medida pelo índice de Sorensen) entre os pontos de coleta dentro das quatro áreas estudadas: Mata em estágio avançado de sucessão (MA), Mata em estágio inicial de sucessão (MI), Pinus e Eucaliptus.40

Figura 9 - Similaridade das assembleias de Scarabaeinae (medida pelo índice de similaridade de Bray-Curtis) entre os pontos de coleta dentro das quatro áreas estudadas: Mata em estágio avançado de sucessão (MA), Mata em estágio inicial de sucessão (MI), Pinus e Eucaliptus.41

Figura 10 - Representação esquemática da localização e distância aproximadas entre fragmentos de Mata em estágio avançado de sucessão (MA), Pinus (P) e Mata em estágio inicial de sucessão (MI) da região do município de Anitápolis - SC, onde foram realizadas as coletas nos períodos de inverno (junho de 2012) e verão (janeiro de 2013). A figura se encontra fora de escala.47

LISTA DE TABELAS

Tabela I - Lista de espécies de besouros copro-necrófagos da subfamília Scarabaeinae coletados em Anitápolis - SC e a abundância dos indivíduos por estação do ano: Inverno (junho de 2012) e Verão (janeiro de 2013). As espécies foram ordenadas pelo valor decrescente do total. 32

Tabela II - Espécies de besouros da subfamília Scarabaeinae que apresentaram mais de 10 indivíduos coletados nas diferentes áreas em Anitápolis - SC durante o ano de 2012 e 2013 com armadilhas de fezes e de carne em decomposição e sua classificação em relação à preferência alimentar definida pelo índice padronizado de Levins. .33

Tabela III - Lista de besouros copro-necrófagos da subfamília Scarabaeinae coletados em Anitápolis - SC em ordem decrescente do total de abundância dos indivíduos nos quatro habitats: Mata em estágio avançado de sucessão (MA), Mata em estágio inicial de sucessão (MI), Pinus (P) e Eucaliptus (E). 34

Tabela IV - Resultado do teste de Valor Indicador Individual (IndVal) das seis espécies de escarabeíneos com preferência significativa (p^*) por algum tipo de habitat, nas áreas de Mata em estágio avançado de sucessão (MA), Eucaliptus (E) e Pinus (P). As espécies foram ordenadas de acordo com o valor de IndVal. 38

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
2. OBJETIVOS.....	23
2.1. Objetivo geral.....	23
2.2. Objetivos específicos.....	23
3. METODOLOGIA.....	23
3.1. Área de estudo.....	23
3.2. Método de coleta e identificação de espécies	26
3.3. Análise de dados	28
4. RESULTADOS	31
5. DISCUSSÃO.....	43
6. CONCLUSÃO	49
REFERÊNCIAS	51

1. INTRODUÇÃO

O termo desenvolvimento, apesar de inumeráveis significados, deixou de ser um conceito convincente e inovador. Associada, cada vez mais, à noção de crescimento, a ideia de desenvolvimento vem sendo reduzida ao princípio da troca: troca de bens para a sua acumulação ou troca de serviços para satisfazer interesses privados (SABOURIN, 2011). O momento em que o conceito de desenvolvimento vem sendo questionado está se afirmando uma renovação do princípio de reciprocidade e da sua teorização frente aos impactos ambientais. De acordo com Sabourin (2011), a definição mais eficaz de reciprocidade é mais do que uma ideia especulativa, é uma prática que passa a existir quando se estabelece relação de compartilhamento de uma diversidade de recursos existente em um ecossistema complexo.

O ser humano está inserido em uma biocenose na qual existem elementos inseparáveis que reagem uns sobre os outros e acompanham o desenvolvimento “descuidado”, sofrendo graves alterações oriundas de ações humanas. Estas alterações são denominadas de impacto ambiental. A resposta ao impacto ambiental pode ser positiva ou negativa. No primeiro caso, a alteração representa um benefício ou um ganho para todo o ecossistema, por exemplo, reflorestamento de áreas suscetíveis à erosão (GOMES, 2002). No segundo caso, de modo geral, pode ser entendida como uma condição de deterioração ambiental. Segundo Hammes (2002), o impacto ambiental ocasionado pelas intervenções antrópicas é o conjunto de efeitos sobre diversos componentes ambientais, que correspondem aos aspectos do meio físico, social, econômico, político e cultural, relacionados à presença do homem.

A ação antrópica vem transformando as paisagens florestais em manchas isoladas de remanescentes, intensificando as alterações físicas e biológicas (BEIROZ *et al.*, 2010). O progresso das práticas agrícolas e os avanços tecnológicos refletidos na industrialização moderna não garantiram a permanência dos mais diferentes e ricos ecossistemas do planeta. As alterações das paisagens naturais pelo homem é a principal causa da perda de biodiversidade global em todos os grandes grupos taxonômicos (REID *et al.*, 2005) sendo esperado um aumento significativo desta perda ao longo das próximas décadas (SALA *et al.*, 2000). A diversidade destes ambientes está ameaçada, bem como toda a cadeia que deles dependem (OLIVEIRA *et al.*, 2004). Sendo assim, como resultado da transformação antrópica da paisagem em larga

escala, a fragmentação dos habitat tornou-se uma das principais ameaças à biodiversidade (LAURANCE *et al.*, 2007).

A Mata Atlântica é considerada um dos *hotspots* mundiais, ou seja, é uma área que concentra alta biodiversidade e sofre intensa devastação, restando menos de 7% de sua cobertura original (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2009). Os remanescentes florestais estão distribuídos em fragmentos de diferentes estágios sucessionais, sendo a maioria deles em estágio médio ou inicial de sucessão, que formam um mosaico de vegetação em diferentes estágios de sucessão (MEDEIROS, 2002). No mosaico vegetacional catarinense o processo de sucessão ecológica está ocorrendo e modificando a estrutura e complexidade ambiental através de variações na composição vegetal e nos parâmetros físicos do ecossistema.

As florestas fornecem um microclima favorável em termos de umidade, temperatura e incidência solar para o desenvolvimento de uma grande diversidade de organismos (FERREIRA & MARQUES, 1998). Conforme Kobiyama e colaboradores (2001), uma área degradada é aquela que teve seus solos empobrecidos e erodidos, teve redução da produção e diminuição da atividade biológica, envolvendo nesta dinâmica, o solo, a água, o ar, juntamente com os organismos ali presentes. Dessa forma, a transição de uma floresta para uma pastagem ou após a derrubada florestal, comparada a um ambiente de pastagem, apresenta redução na diversidade de espécies (VASCONCELOS, 2001). Sendo assim, a perda da identidade do ambiente proporciona um declínio da diversidade biológica.

A implantação de monoculturas, como de *Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp., apesar de serem importantes economicamente, também resultam em efeitos negativos relacionados à baixa diversidade (VALLEJO *et al.*, 1987). Segundo Viana (1995), quanto mais fragmentadas, isoladas e perturbadas as paisagens, maiores são os desafios para a conservação da biodiversidade, pois essas modificações profundas na estrutura da vegetação influenciam diretamente na composição da fauna. Uma das conseqüências dessas alterações é o processo de extinção local de espécies que, por sua vez, promove o desaparecimento de várias outras com as quais elas interagem (MYERS, 1987; LEWINSOHN *et al.*, 2005). Devido à relação organismo-ambiente, Ferreira & Marques (1998) afirmaram, após levantamento de campo, que grande parte das espécies de artrópodes ocorre em áreas de mata quando comparadas com áreas plantadas com eucalipto. Isto possivelmente ocorre devido ao eucalipto apresentar dossel descontínuo, intensa radiação solar, maior temperatura e uma serapilheira pobre. Além disso, as explorações dos

ecossistemas resultam na diminuição da densidade e diversidade de uma vasta quantidade de organismos que habitam o solo e que são fundamentais na decomposição de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes (LIMA *et al.*, 2003).

Assim, um monitoramento da composição de espécies associadas às florestas, como também da diversidade e a biomassa certamente ajudam para avaliar a riqueza de uma região, bem como verificar possíveis desequilíbrios ambientais. Normalmente, utilizam-se organismos sensíveis conhecidos como bioindicadores, na avaliação de uma área em relação a seu valor de conservação ou seu grau de distúrbio. Para um organismo ser considerado um bom indicador, ele deve apresentar algumas características pertinentes como: (i) taxonomia e ecologia bem conhecidas, (ii) distribuição ampla, (iii) certo grau de especialização, (iv) resposta rápida às alterações, (v) facilidade e baixo custo para ser pesquisado, (vi) independência relativa do tamanho da amostra, (vii) sua resposta deve refletir a resposta de outras espécies, e (viii) deve ser de potencial importância econômica (PEARSON & CASSOLA, 1992; BROWN, 1997; MCGEOCH, 1998).

Os insetos têm recebido cada vez mais atenção como indicadores de ambientes terrestres, tanto por estarem presentes mesmo em áreas pequenas e fragmentadas, onde os vertebrados maiores já não existem, quanto por serem especialistas em recursos específicos e responderem rapidamente às alterações ambientais (BROWN, 1997; MCGEOCH, 1998; FREITAS *et al.*, 2004; LEWINSOHN *et al.*, 2005; BARLOW *et al.*, 2007; GARDNER *et al.*, 2008b). Os organismos da classe Insecta são importantes representantes da biodiversidade do planeta Terra e representam 70% de todas as espécies de animais conhecidas (ALMEIDA *et al.*, 1998). Além disso, eles possuem elevada abundância, riqueza, ciclo de vida normalmente curto e facilidade de amostragem por métodos padronizados e comparáveis (ROSENBERG, 1986; MARINONI & DUTRA, 1997; THOMAZINI & THOMAZINI, 2000; DALE & BEYELER, 2001; GARDNER *et al.*, 2008b).

Segundo Wink e colaboradores (2005) os insetos são considerados bons indicadores dos níveis de impacto ambiental, devido a sua grande diversidade de espécies e habitat, além da sua importância nos processos biológicos dos ecossistemas naturais. Também são excelentes organismos para avaliar o impacto da formação de fragmentos florestais, pois são altamente influenciados pela heterogeneidade do habitat (THOMAZINI & THOMAZINI, 2000). Os insetos bioindicadores podem ser: (a) indicadores ambientais, os quais respondem às perturbações ou mudanças ambientais; (b) indicadores

ecológicos, que demonstram efeitos das mudanças ambientais como alterações de habitat, fragmentação, mudanças climáticas, poluição e outros fatores que geram impacto na biota; e por último; (c) indicadores de biodiversidade, que refletem índices de diversidade de diferentes táxons (MCGEOCH, 1998).

A ordem Coleoptera (do grego, *koleos* = estojo; *pteron* = asa) é a maior ordem da classe Insecta e agrupa os popularmente chamados besouros, os quais possuem aproximadamente 350.000 espécies descritas, representando 40% do total de insetos (TRIPLEHORN & JOHNSON, 2005). Os besouros se distinguem das demais ordens pela presença das asas anteriores endurecidas, os élitros, os quais servem como estojo de proteção. Variam em tamanho desde frações de milímetro até espécies com mais de 20 centímetros de comprimento, e apresentam regimes alimentares dos mais variados, tanto na forma larval como nos adultos (COSTA LIMA, 1953). Os coleópteros sofrem metamorfose completa (holometabolia), compreendendo as fases de ovo, larva, pupa e adulto ou imago. Sua reprodução em geral é sexuada, ou seja, existem indivíduos machos e fêmeas. A postura é feita geralmente no substrato de que se alimentam ou vivem, sendo os ovos alongados e lisos, colocados isoladamente ou em massas (GALLO *et al.*, 2002).

Dentre os besouros, um dos grupos usados como bioindicadores são os da subfamília Scarabaeinae (KLEIN, 1989; HALFFTER & FAVILA, 1993; DAVIS, 1994; HALFFTER & ARELLANO, 2002; NICHOLS *et al.*, 2007; GARDNER *et al.*, 2008b; VIEIRA *et al.*, 2008). Esta subfamília, com mais de 7.000 espécies descritas, pertence à família Scarabaeidae, que compreende cerca de 28.000 espécies (HANSKI & CAMBEFORT, 1991; SCARABNET, 2013). Estes besouros são conhecidos popularmente como “rola-bostas” devido ao comportamento que muitas espécies têm de formar bolas com o recurso alimentar e de cavar túneis no solo para onde rodam as esferas de alimento (HALFFTER & MATTHEWS, 1966). A maioria das espécies deste grupo tem por hábito enterrar porções de fezes em túneis escavados próximos ao depósito de recursos, com as quais se alimentam e produzem suas progênes (VAZ-DE-MELLO *et al.*, 2001), ocasionando a desestruturação da massa fecal (FLECHTMANN & RODRIGUES, 1995). Seus principais recursos alimentares são excrementos de animais (coprofagia), carcaças em decomposição (necrofagia) e frutos apodrecidos (saprofagia), os quais eles

decompõem e incorporam ao solo (HALFFTER & MATTHEWS, 1966).

Nichols e colaboradores (2008) publicaram uma revisão sobre o tema na qual listam e descrevem as principais funções ecológicas nas quais os Scarabaeinae estão envolvidos, sendo elas: (a) ciclagem de nutrientes; (b) bioturbação (movimentação e mistura do solo por organismos vivos), o que aumentaria a aeração do solo e sua permeabilidade à água; (c) aumento no desenvolvimento das plantas (graças à bioturbação e mobilização de nutrientes para o solo); (d) dispersão secundária de sementes; (e) supressão parasitária; (f) dispersão parasitária, podendo seus corpos servirem como transportadores, hospedeiros intermediários ou acidentais; (g) controle de moscas coprófagas; (h) regulação trófica (a predação do besouro *Canthon virens* sobre as formigas cortadeiras do gênero *Atta* pode atuar no controle da população da presa); e (h) polinização, restrita a poucas espécies de plantas; nestes casos, a polinização por Scarabaeinae se torna importante, como descrito por Sakai & Inoue (1999).

Os escarabeíneos apresentam alta sensibilidade às perturbações naturais e/ou antrópicas no ambiente que estão presentes devido à estreita relação e dependência do meio e dos recursos disponíveis para a comunidade (HALFFTER & FAVILA, 1993; HALFFTER & ARELLANO, 2002; HERNÁNDEZ, 2005; SCHEFFLER, 2005; BARLOW *et al.*, 2007; ENDRES *et al.*, 2007; NICHOLS *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2007; GARDNER *et al.*, 2008b; HERNÁNDEZ & VAZ-DE-MELLO, 2009). Eles respondem prontamente de maneira negativa à destruição, fragmentação e isolamento de florestas tropicais (HALFFTER *et al.*, 1992; KLEIN, 1989). Dessa forma, são frequentemente utilizados como indicadores ecológicos, pois as mudanças ambientais provocam mudanças na estrutura e composição das assembleias; assim, em áreas fragmentadas ou degradadas é comum encontrar uma menor riqueza de espécies quando comparadas a áreas conservadas (KLEIN, 1989; HALFFTER & FAVILA, 1993; DAVIS *et al.*, 2001; GARDNER *et al.*, 2008a). Outra vantagem da utilização de escarabeíneos em estudos que avaliam as consequências ecológicas de distúrbios é que sua utilização apresenta um alto desempenho, combinando baixos custos de coleta e certa facilidade na identificação de espécies (GARDNER *et al.*, 2008a). Além de mudanças na comunidade como um todo, certas espécies são definidas por possuírem uma abundância muito reduzida ou muito elevada em áreas com características distintas, o que tem promovido a sugestão de algumas

espécies como indicadoras ambientais (HALFFTER & FAVILA, 1993). Certas espécies possuem alta especificidade de habitat (HALFFTER, 1991) e, desta forma, não conseguem estender suas populações para áreas abertas (KLEIN, 1989; SPECTOR & AYZAMA, 2003; ALMEIDA & LOUZADA, 2009). Estas acabam sendo fortemente influenciadas pela fragmentação e perda de habitat, podendo ter sua distribuição restrita ou mesmo desaparecer localmente (DAVIS & PHILIPS, 2005; HERNÁNDEZ & VAZ-DE-MELLO, 2009).

Na Floresta Amazônica, Gardner e colaboradores (2008b) mostraram que a riqueza, a abundância e a biomassa total de Scarabaeinae, são fortemente afetadas em ambientes de matas secundárias e em plantações de eucaliptos. Além disso, as alterações na complexidade do habitat modificam não somente as comunidades de insetos, mas toda a fauna associada às florestas, diminuindo a riqueza de alguns grupos taxonômicos e aumentando outros (BARLOW *et al.*, 2007). Neste aspecto, os estudos da variação na riqueza, abundância e diversidade de espécies são medidas ecológicas utilizadas para descrever e comparar comunidades, sendo que adversidades ou modificações do habitat podem ser refletidas em mudanças nos padrões destas medidas (MARGALEF, 1989; RICKLEFS & SCHLUTER, 1993). Compreender essas relações e as respostas das comunidades à modificação do habitat natural é essencial para propor medidas de mitigação contra a perda da biodiversidade de uma região.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

O objetivo deste trabalho consiste em descrever as características ecológicas de assembleias de coleópteros copro-necrófagos da subfamília Scarabaeinae presentes em diferentes sítios florestais na região de Anitápolis, SC, incluindo áreas de *Pinus elliottii*, *Eucalyptus* sp. e áreas de Mata Atlântica em sucessão inicial e em estágio avançado de sucessão.

2.2. Objetivos específicos

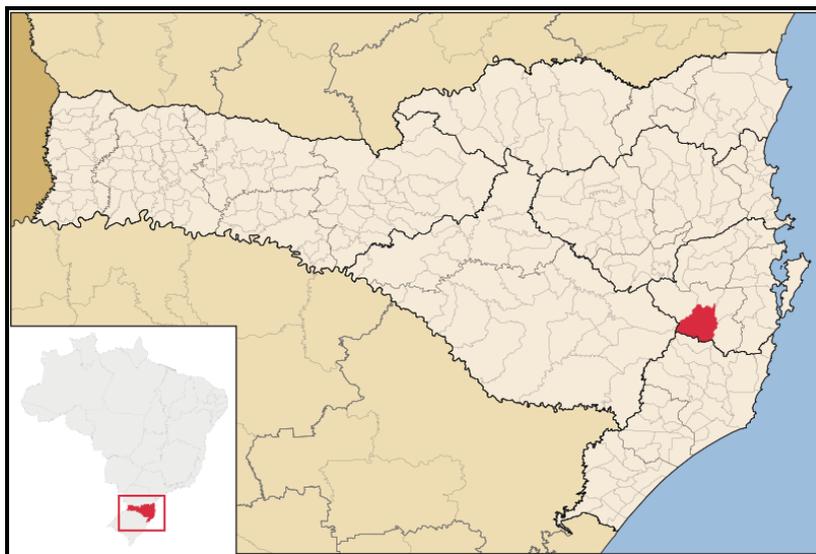
- Realizar o levantamento das espécies de besouros escarabeíneos que habitam a região e descrever as assembleias que habitam em áreas de vegetação florestal nativa e introduzida;
- Comparar a riqueza de espécies de besouros escarabeíneos nas distintas áreas e relacionar com o tipo de vegetação;
- Caracterizar o hábito alimentar das espécies de Scarabaeinae;
- Procurar espécies indicadoras de florestas com espécies nativas e exóticas;
- Contribuir com informações para programas de conservação da biodiversidade do município.

3. METODOLOGIA

3.1. Área de estudo

O trabalho foi realizado no município de Anitápolis – SC (27°54'9" S, 49°7'45" O) (Figura 1). A localidade encontra-se em uma altitude média de 460 m acima do nível do mar, e possui clima mesotérmico úmido, com ocorrência de geadas no inverno. Sua temperatura média está entre 15 e 25°C.

Figura 1 - Localização do município de Anitápolis no estado de Santa Catarina, Brasil.



Fonte: Wikipédia

O município está situado em uma região de topografia acidentada, formada por montanhas e florestas, sendo sua vegetação nativa composta de Floresta Ombrófila Mista (IBGE, 2004). A cidade é banhada pela bacia do Rio Braço do Norte. As águas que descem de Anitápolis, pelo Rio Braço do Norte, se juntam a outros rios da região que formam a Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão. Localizado entre o Parque Estadual da Serra do Tabuleiro e a Serra Geral, o município pode ser considerado parte de um Corredor ecológico, como mostra a Figura 2.

Durante a década de 1970, empresas madeireiras praticavam a exploração de espécies nativas com a derrubada das florestas da região, gerando grande impacto negativo ao bioma Mata Atlântica. Atualmente, a economia do município é baseada na produção de madeira pelo plantio de *Pinus*, avicultura, produção de carvão vegetal, apicultura, fruticultura e olericultura, e em atividades não agrícolas tais como comércio e agroturismo (PINHEIRO, 2000; SALES, 2001). O turismo ecológico vem recebendo grande destaque com os agricultores transformando suas propriedades em pousadas para o aumento da renda. Esta iniciativa tem apoio da organização não governamental Acolhida na Colônia. Existe também no município uma proposta de agricultura agroecológica desenvolvida pela Associação dos Agricultores Ecológicos das Encostas da Serra Geral (AGRECO), a qual defende a agricultura orgânica e a implantação do agroturismo.

Desde 1976, Anitápolis tem enfrentado fortes pressões por parte de empresas de fertilizantes as quais apresentam grande interesse em sua reserva de fosfato. A criação de uma fábrica de fertilizantes na região e a exploração de fosfato gera movimentação por parte de pessoas que são contra ou a favor, aumentando o debate sobre as questões ambientais e sociais envolvidas na ação.

As áreas de coleta de escarabeíneos situaram-se dentro de propriedades particulares, localizadas a sete quilômetros do centro da cidade. Foram selecionados quatro sítios de estudo: um fragmento com *Eucalyptus* sp. (10000 m²), um fragmento de Mata Atlântica (10000 m²) em estágio inicial de sucessão (MI), uma Área de Preservação Permanente (APP) com cobertura vegetal de Mata Atlântica (10000 m²) em estágio avançado de sucessão (MA) e um fragmento de *Pinus elliottii* (1000 m²) localizado entre as áreas de Mata Atlântica. Ao lado da área de Mata Atlântica em estágio avançado de sucessão havia a presença de pastoreio de ovelhas.

3.2. Método de coleta e identificação de espécies

As coletas foram realizadas durante o inverno no mês de junho de 2012 e o verão no mês de janeiro de 2013. Em cada uma das quatro áreas foram montadas dez armadilhas de queda, conhecidas como *pitfall*, totalizando 40 armadilhas por estação. As armadilhas foram confeccionadas utilizando-se potes plásticos com 30 cm de diâmetro e 20 cm de altura (Figura 3). Metade delas foi iscada com 10g de fezes humanas e a outra metade com 10 g de carne de porco apodrecida após

dois dias em temperatura ambiente. Foram montadas em dois transectos lineares de cinco armadilhas em cada área, de modo que um continha armadilhas iscadas com carne e o outro fezes. As armadilhas estavam distantes 10 m umas das outras a uma distância mínima de 20 m da borda de cada fragmento. As mesmas foram enterradas no solo até a borda superior e ficaram protegidas por uma tampa de plástico suportada por palitos de madeira de 20 cm. No interior das armadilhas foi acrescentada água (200 ml) e detergente, este último com função de quebrar a tensão superficial da água e facilitar a captura dos insetos. As iscas foram depositadas dentro de pequenas bolsas de tecido fino amarradas nas tampas, ficando penduradas. As armadilhas permaneceram no campo durante 48 h.

Figura 3 - Armadilha de queda tipo *pitfall* com isca de atração, montada e utilizada para a coleta de besouros escarabeíneos copro-necrófagos.



(Fonte: Acervo pessoal da autora)

Após o período de amostragem as armadilhas foram recolhidas e os indivíduos coletados foram acondicionados em frascos contendo álcool 70° GL até serem devidamente identificados. O material coletado foi transportado até ao Laboratório de Ecologia Terrestre Animal (LECOTA) da Universidade Federal de Santa Catarina – Campus

espécies, diversidade e equitabilidade de cada local de coleta. Com base nos dados do número de indivíduos coletados por tipo de isca, foi calculada a largura do nicho alimentar das espécies que apresentaram mais de dez indivíduos coletados através do Índice padronizado de Levins no programa *Ecological Methodology* (KREBS, 1999). A partir desse índice as espécies foram classificadas em coprófagas, necrófagas e generalistas. Este índice possui uma variação de zero a um, com espécies especialistas (que se alimentam de apenas um recurso) apresentando valores próximos a zero e espécies com um nicho alimentar mais amplo (generalistas) apresentando valores mais elevados próximos a 1. Dessa forma as espécies com Índice de Levins igual ou inferior a 0,03, foram classificadas como coprófagas, as espécies classificadas como preferencialmente necrófagas apresentaram Índice igual ou menor que 0,04, e as que apresentaram valores do Índice de Levins iguais ou maiores que 0,42, foram classificadas como generalistas.

Para verificar a suficiência amostral foram construídas curvas de acumulação de espécies para cada local a partir dos dados de coleta e calculado o estimador de riqueza de Jackknife 1 para estimar a possibilidade de encontro de outras espécies nos fragmentos amostrados. Ambas as análises foram realizadas utilizando-se o programa *EstimateS* v.7.5.2 (COLWELL, 2006).

Na comparação das assembleias provenientes dos quatro fragmentos florestais foram calculadas as medidas de similaridade através do programa Primer 6 β (CLARKE & GORLEY, 2006). Desta forma, foi possível observar através dos dendrogramas quais assembleias de besouros escarabeíneos foram mais semelhantes entre si. Para esta análise foram utilizados índices qualitativos (índice de Sorensen) e quantitativos (índice de Bray-Curtis), sendo que este último leva em conta a abundância relativa das espécies em cada sítio de amostragem.

Foi utilizado o programa *PC-ORD* 5.10 (MCCUNE & MEFFORD, 2006) para a análise do Valor Indicador Individual (IndVal) que permite identificar as espécies que são indicadores significantes das diferentes áreas coletadas. Esta análise é uma combinação do grau de especificidade (padrões de abundância relativa) de uma determinada espécie por um determinado ambiente e sua fidelidade dentro do mesmo (padrões de incidência), usando randomização para testar a significância de cada espécie (DUFRÊNE & LEGENDRE, 1997).

4. RESULTADOS

Foram coletados, em 80 *pitfalls*, o total de 478 indivíduos da subfamília Scarabaeinae distribuídos taxonomicamente em 20 espécies de nove gêneros (Tabela I). Durante o inverno foram coletados 84 indivíduos de seis espécies, enquanto que na coleta de verão a abundância e riqueza tiveram um grande aumento em relação ao inverno, sendo coletados 394 indivíduos de 18 espécies. Dentre as 20 espécies coletadas no total, somente as espécies *Dichotomius fissus* e *Dichotomius assifer* não foram coletadas durante o verão, sendo que a primeira espécie apresentou um único indivíduo no inverno e a segunda teve 11 indivíduos coletados (Tabela I).

Tabela I - Lista de espécies de besouros copro-necrófagos da subfamília Scarabaeinae coletados em Anitápolis - SC e a abundância dos indivíduos por estação do ano: Inverno (junho de 2012) e Verão (janeiro de 2013). As espécies foram ordenadas pelo valor decrescente do total.

Espécie	Inverno	Verão	Total
<i>Canthidium</i> aff. <i>trinodosum</i>	19	104	123
<i>Dichotomius sericeus</i> (Harold, 1867)	1	112	113
<i>Paracanthon</i> aff. <i>rosinae</i>	51	19	70
<i>Deltochilum morbillosum</i> (Burmeister, 1848)	0	53	53
<i>Canthon lividus seminitens</i> (Harold, 1867)	0	20	20
<i>Canthon rutilans cyanescens</i> (Harold, 1868)	0	19	19
<i>Eurysternus inflexus</i> (Germar, 1824)	1	15	16
<i>Coprophanaeus saphirinus</i> (Sturm, 1826)	0	16	16
<i>Dichotomius assifer</i> (Eschscholtz, 1822)	11	0	11
<i>Deltochilum multicolor</i> (Balthasar, 1939)	0	7	7
<i>Onthophagus</i> aff. <i>tristis</i>	0	7	7
<i>Phanaeus splendidulus</i> (Fabricius, 1781)	0	7	7
<i>Dichotomius mormon</i> (Ljungh, 1799)	0	4	4
<i>Deltochilum brasiliense</i> (Castelnau, 1840)	0	4	4
<i>Onthophagus catharinensis</i> (Paulian, 1936)	0	3	3
<i>Dichotomius fissus</i> (Harold, 1867)	1	0	1
<i>Canthon luctuosus</i> (Harold, 1868)	0	1	1
<i>Deltochilum dentipes</i> (Eschscholtz, 1822)	0	1	1
<i>Dichotomius</i> aff. <i>pygidialis</i>	0	1	1
<i>Eurysternus parallelus</i> (Castelanu, 1840)	0	1	1
Total de indivíduos	84	394	478
Total de espécies	6	18	20

As armadilhas que utilizaram fezes como isca atraíram um total de 295 indivíduos, 61,7% dos espécimes coletados. Nas armadilhas contendo carne em decomposição foram coletados 183 indivíduos, totalizando 38,3% dos insetos capturados. Percebeu-se assim uma preferência dos besouros à coprofagia. Na Tabela II observa-se a

preferência alimentar das nove espécies que apresentaram mais de 10 indivíduos coletados durante o verão e o inverno, esta preferência foi definida pelo Índice de Levins. As espécies *Canthidium* aff. *trinodosum* e *Canthon rutilans cyanescens* foram preferencialmente coprófagas, apresentando Índice de Levins igual ou inferior a 0,03. As espécies necrófagas foram *Coprophanaeus saphirinus* e *Deltochilum morbillosum*, com Índice de Levins igual ou menor que 0,04. *Canthon lividus seminitens*, *Dichotomius assifer*, *Dichotomius sericeus*, *Eurysternus inflexus* e *Paracanthon* aff. *rosinae* apresentaram valores do Índice de Levins iguais ou maiores que 0,42, sendo classificadas como generalistas (Tabela II).

Tabela II - Espécies de besouros da subfamília Scarabaeinae que apresentaram mais de 10 indivíduos coletados nas diferentes áreas em Anitápolis - SC durante o ano de 2012 e 2013 com armadilhas de fezes e de carne em decomposição e sua classificação em relação à preferência alimentar definida pelo índice padronizado de Levins.

Espécie	Fezes	Carne	Índice de Levins	Preferência
<i>Canthidium</i> aff. <i>trinodosum</i>	193	3	0,03	Coprófago
<i>Canthon lividus seminitens</i>	5	15	0,60	Generalista
<i>Canthon rutilans cyanescens</i>	32	0	0	Coprófago
<i>Coprophanaeus saphirinus</i>	0	16	0	Necrófago
<i>Deltochilum morbillosum</i>	1	52	0,04	Necrófago
<i>Dichotomius assifer</i>	9	2	0,42	Generalista
<i>Dichotomius sericeus</i>	69	44	0,91	Generalista
<i>Eurysternus inflexus</i>	13	3	0,44	Generalista
<i>Paracanthon</i> aff. <i>rosinae</i>	36	34	0,99	Generalista

A distribuição das espécies nas quatro áreas de coleta mostrou que a riqueza de espécies não variou entre as áreas de Mata em estágio avançado de sucessão, Secundária e de Pinus (13 espécies em cada área), mas foi menor na área com plantação de Eucaliptus (8 espécies). Entretanto, o número de indivíduos variou muito, sendo a área de Mata em estágio avançado de sucessão a de maior abundância, com 66,1% da abundância total (Tabela III).

Tabela III - Lista de besouros copro-necrófagos da subfamília Scarabaeinae coletados em Anitápolis - SC em ordem decrescente do total de abundância dos indivíduos nos quatro habitats: Mata em estágio avançado de sucessão (MA), Mata em estágio inicial de sucessão (MI), Pinus (P) e Eucalipto (E).

Espécie	MA	MI	P	E	Total
<i>Canthidium</i> aff. <i>trinodosum</i>	114	5	4	0	123
<i>Dichotomius sericeus</i>	63	40	4	6	113
<i>Paracanthon</i> aff. <i>rosinae</i>	69	1	0	0	70
<i>Deltochilum morbillosum</i>	40	12	1	0	53
<i>Canthon lividus seminitens</i>	0	1	0	19	20
<i>Canthon rutilans cyanescens</i>	0	6	3	10	19
<i>Eurysternus inflexus</i>	8	4	2	2	16
<i>Coprophanaeus saphirinus</i>	12	2	2	0	16
<i>Dichotomius assifer</i>	3	5	2	1	11
<i>Deltochilum multicolor</i>	0	1	4	2	7
<i>Onthophagus</i> aff. <i>tristis</i>	0	0	4	3	7
<i>Phanaeus splendidulus</i>	1	3	3	0	7
<i>Dichotomius mormon</i>	0	0	4	0	4
<i>Deltochilum brasiliense</i>	2	2	0	0	4
<i>Onthophagus catharinensis</i>	1	1	1	0	3
<i>Dichotomius fissus</i>	0	0	1	0	1
<i>Canthon luctuosus</i>	1	0	0	0	1
<i>Deltochilum dentipes</i>	0	0	0	1	1
<i>Dichotomius</i> aff. <i>pygidialis</i>	1	0	0	0	1
<i>Eurysternus parallelus</i>	1	0	0	0	1
Número indivíduos	316	83	35	44	478
Número de espécies	13	13	13	8	20

As espécies mais abundantes na região foram *Canthidium* aff. *trinodosum*, com 123 indivíduos e *Dichotomius sericeus* (Figura 5), com 113. Observa-se que ambas as espécies possuem forte dominância, acumulando 49,4% da abundância total de indivíduos capturados (Tabela III). A terceira e quarta espécies mais abundantes foram

Paracanthon aff. *rosinae*, com 70 indivíduos (14,6%), e *Deltochilum morbillosum* com 53 (11,1%).

Figura 5 - Fotos da segunda espécie mais abundante coletada no município de Anitápolis - SC, *Dichotomius sericeus*.



Fonte: Acervo pessoal da autora

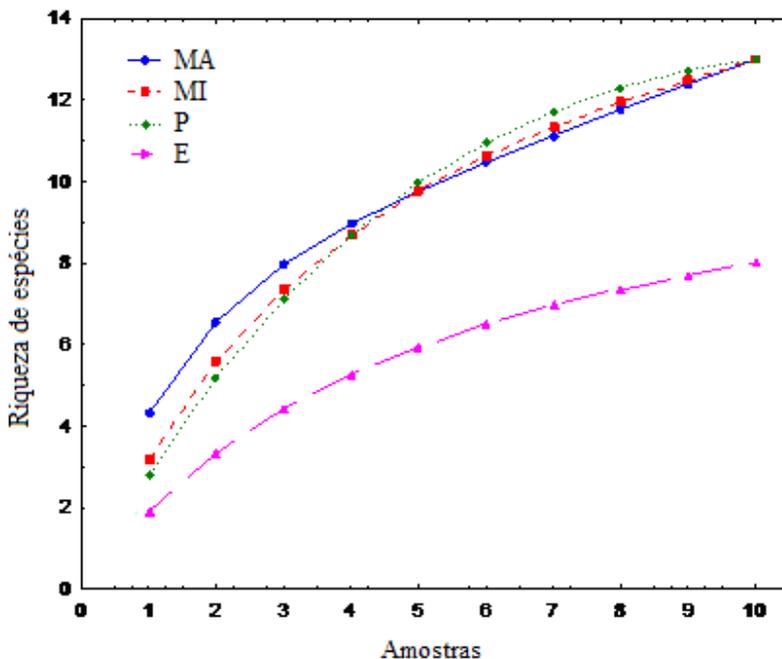
As espécies que apresentaram somente um indivíduo coletado (*singletons*) foram *Canthon luctuosus*, *Dichotomius fissus*, *Dichotomius* aff. *pygidialis*, *Deltochilum dentipes* e *Eurysternus parallelus* (Tabela III). *Dichotomius sericeus*, *Dichotomius assifer* e *Eurysternus inflexus* foram espécies generalistas em relação ao uso do habitat, sendo encontradas nos ambientes de Mata em estágio avançado de sucessão, Mata em estágio inicial de sucessão, Pinus e Eucaliptus (Tabela III). Já a espécie *Paracanthon* aff. *rosinae* foi uma espécie abundante encontrada principalmente na área de Mata em estágio avançado de sucessão. *Deltochilum morbillosum* também foi encontrado preferencialmente nas áreas de Mata, com 40 indivíduos na área de Mata em estágio avançado de sucessão, 12 em Mata em estágio inicial de sucessão e somente um em Pinus, assim como a espécie *Deltochilum brasiliense*, que teve dois indivíduos coletados em cada um dos fragmentos de Mata (Tabela III).

Outras quatro espécies foram encontradas tanto na Mata em estágio avançado de sucessão e Secundária, como no fragmento de Pinus: *Canthidium* aff. *trinodosum*, *Coprophanaeus saphirinus*, *Phanaeus splendidulus*, *Onthophagus catharinensis*.

Onthophagus aff. *tristis* foi coletado apenas nas áreas de Pinus e de Eucaliptus. A espécie *Canthon lividus seminitens* teve 19 indivíduos coletados no fragmento de Eucaliptus e apenas um na área de Mata em estágio inicial de sucessão. Já o fragmento de Pinus teve *Dichotomius mormon* como uma espécie exclusiva, sendo coletados 4 indivíduos no local (Tabela III).

As curvas de acumulação de espécies (Figura 6), realizadas a partir da riqueza de espécies por ponto amostral, apontaram certa suficiência amostral na área de Eucaliptus e Pinus. O estimador de riqueza Jackknife 1 complementou a análise realizada a partir das curvas de acumulação de espécies. Os cálculos realizados através do estimador mostraram que a riqueza esperada no estudo é um pouco maior do que a obtida nas coletas. Em todas as áreas de coleta foi observada uma riqueza de espécies de escarabeíneos maior no fragmento de Mata em estágio avançado de sucessão, sendo que o número de espécies observadas foi 70% do valor de riqueza de espécies estimadas (18,4). Para a Mata em estágio inicial de sucessão a coleta abrangeu 74% do valor estimado (17,5), no Pinus 82% da estimativa de espécies (15,7) e no Eucaliptus 75% (10,7).

Figura 6 - Curva de acumulação de espécies calculada para os Scarabaeinae de Mata em estágio avançado de sucessão (MA), Mata em estágio inicial de sucessão (MI), Pinus (P) e Eucaliptus (E) coletados em Anitápolis - SC no inverno (junho de 2012) e no verão (janeiro de 2013).



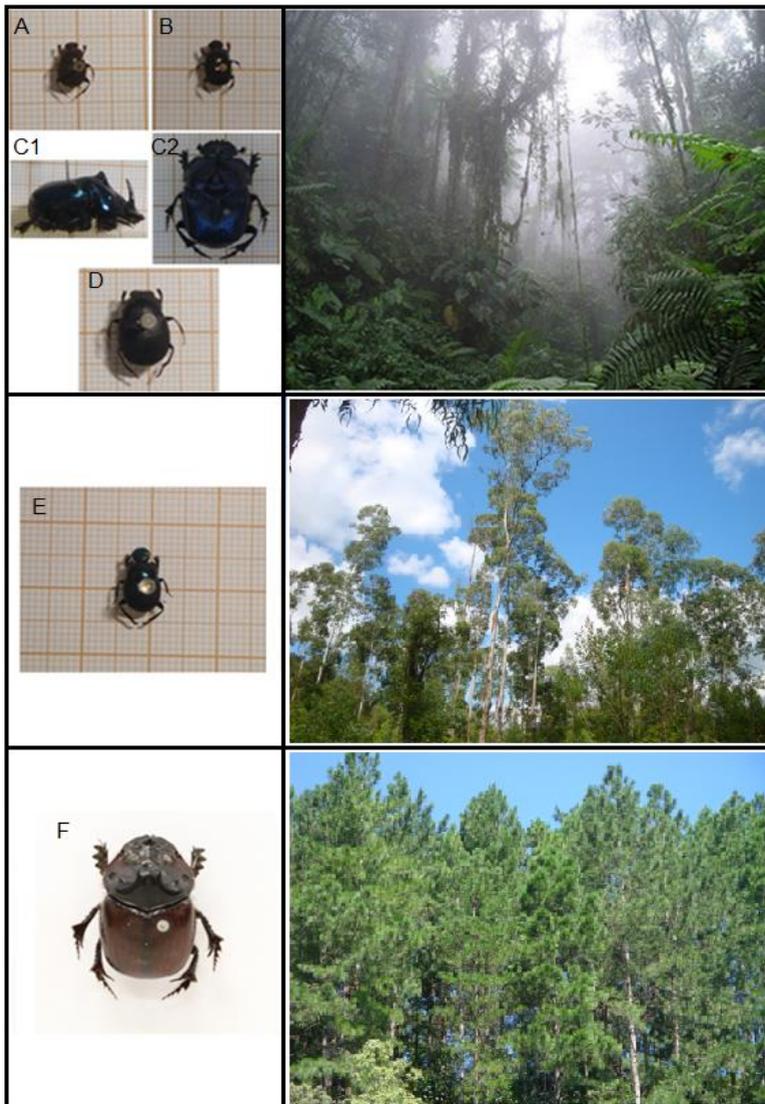
O resultado do teste de Valor Indicador Individual (IndVal) mostrou que seis espécies têm significativa preferência por algum tipo de habitat (Tabela IV).

Tabela IV - Resultado do teste de Valor Indicador Individual (IndVal) das seis espécies de escarabeíneos com preferência significativa (p^*) por algum tipo de habitat, nas áreas de Mata em estágio avançado de sucessão (MA), Eucaliptus (E) e Pinus (P). As espécies foram ordenadas de acordo com o valor de IndVal.

Espécie	Habitat	Valor IndVal	p^*
<i>Paracanthon</i> aff. <i>rosinae</i>	MA	88,7	0,0002
<i>Canthidium</i> aff. <i>trinodosum</i>	MA	55,6	0,0024
<i>Canthon lividus seminitens</i>	E	47,5	0,0042
<i>Deltochilum morbillosum</i>	MA	37,7	0,0204
<i>Coprophanæus saphirinus</i>	MA	37,5	0,0126
<i>Dichotomius mormon</i>	P	30,0	0,0478

As espécies *Paracanthon* aff. *rosinae* (Figura 7A), *Canthidium* aff. *trinodosum* (Figura 7B), *Deltochilum morbillosum* (Figura 7D) e *Coprophanæus saphirinus* (Figura 7C1 e 7C2) foram indicadoras de Mata em estágio avançado de sucessão. A espécie *Dichotomius mormon* (Figura 7F) foi indicadora de florestas de Pinus e *Canthon lividus seminitens* (Figura 7E) indicadora de florestas de Eucaliptus (Tabela IV).

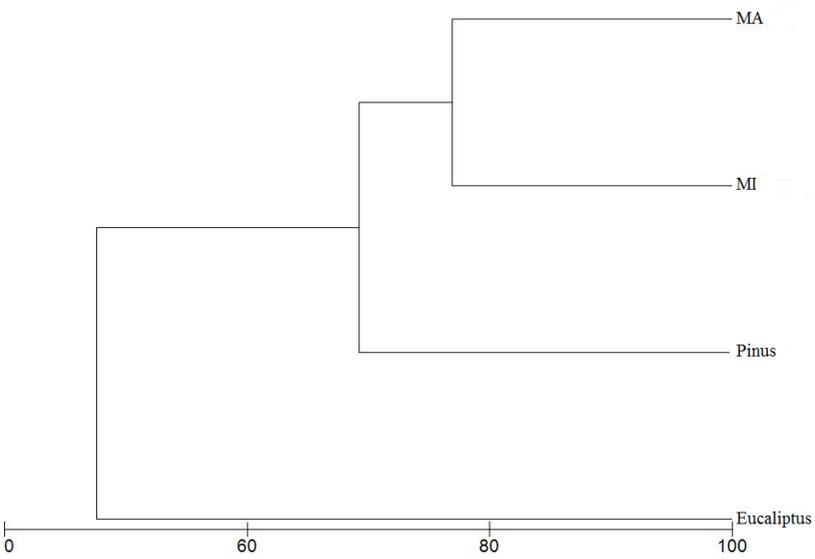
Figura 7 - Espécies de escarabeíneos indicadores (A) *Paracanthion* aff. *rosinae*, (B) *Canthidium* aff. *trinodosum*, (C1 e C2) *Coprophanaeus saphirinus*, (D) *Deltochilum morbillosum*, (E) *Canthon lividus seminitens* e (F) *Dichotomius mormon*, e suas respectivas áreas de preferência significativa: Mata em estágio avançado de sucessão, Eucalipto e Pinus.



Fonte: Acervo pessoal da autora

Analisando a similaridade entre as assembleias das quatro áreas, foi possível observar no dendrograma (Figura 8) que os escarabeíneos coletados na área de Eucaliptus foram diferentes daqueles encontrados nas outras áreas, com uma similaridade média de 47,6% em relação às outras áreas, quando calculado através do Índice de Sorensen, que leva em conta a presença e ausência das espécies em cada habitat. A assembleia da área de Pinus se assemelhou com as áreas de Mata em 69,2% (Figura 8).

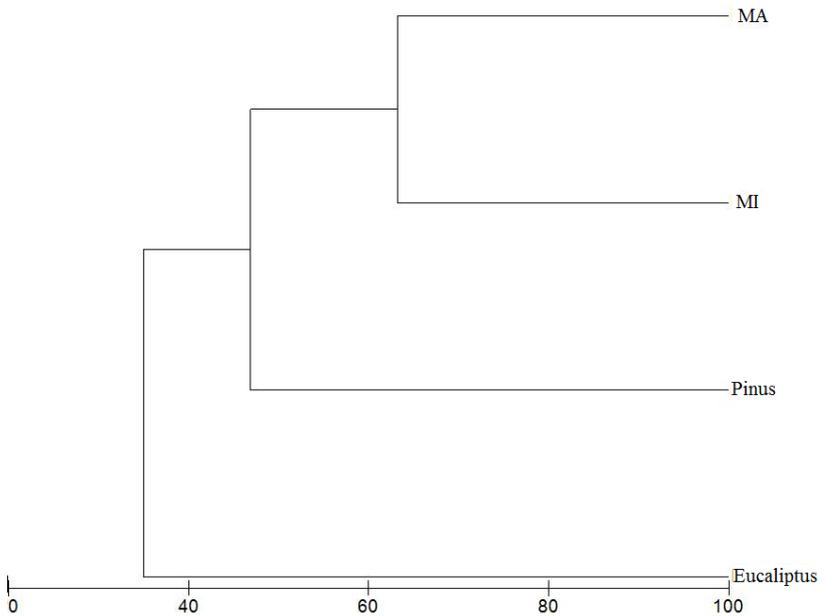
Figura 8 - Similaridade das assembleias de Scarabaeinae (medida pelo índice de Sorensen) entre os pontos de coleta dentro das quatro áreas estudadas: Mata em estágio avançado de sucessão (MA), Mata em estágio inicial de sucessão (MI), Pinus e Eucaliptus.



A Figura 9 representa a mesma análise, mas levando em conta a abundância relativa das espécies através do índice de Bray-Curtis. Os resultados mostraram um padrão semelhante, com a assembleia da área de Eucaliptus sendo a mais diferente, pois se verificou apenas 34,9% de similaridade em relação às demais áreas. O fragmento de Pinus se diferenciou de ambas as áreas de Mata tendo uma similaridade de 46,8% com elas (Figura 9). As assembleias das áreas de Mata em

estágio avançado de sucessão e Secundária apresentaram uma similaridade de 63,2% entre si.

Figura 9 - Similaridade das assembleias de Scarabaeinae (medida pelo índice de similaridade de Bray-Curtis) entre os pontos de coleta dentro das quatro áreas estudadas: Mata em estágio avançado de sucessão (MA), Mata em estágio inicial de sucessão (MI), Pinus e Eucaliptus.



5. DISCUSSÃO

Áreas desmatadas criadas para agricultura, desenvolvimento urbano e outros propósitos, nas florestas naturais, originam paisagens fragmentadas e condições microclimáticas distintas (maior intensidade luminosa, incidência de ventos e amplitude térmica) devido à retirada da cobertura florestal (DAJOZ, 1978; GIMENES & DOS ANJOS, 2003; RODRIGUES & MARCHINI, 2000). Essas alterações microclimáticas provocam um declínio na biodiversidade (PRIMACK & RODRIGUES, 2001). Estudos sobre a biodiversidade e abundância de insetos, podem prover uma rica base de informações sobre o grau de integridade em que se encontram os habitats (LUTINSKI & GARCIA, 2005), auxiliando na conservação da biodiversidade.

Neste trabalho foram coletadas 20 espécies. Campos & Hernández (2012) coletaram 33 espécies em 20 fragmentos florestais de Floresta Ombrófila Mista no município de Campos Novos, SC; Lopes & colaboradores (2011) coletaram 27 espécies em Floresta Estacional Semidecidual do Parque Estadual Mata dos Godoy no norte do Paraná, na mesma localidade onde anteriormente Medri & Lopes (2001) amostraram 29 espécies de Scarabaeinae em áreas de Mata Atlântica; Hernández & Vaz-de-Mello (2009) encontraram 39 espécies em cinco habitat de Floresta Mesófila Semidecidual da Serra do Japi no estado de São Paulo e Silva e colaboradores (2011) encontraram 33 espécies em Floresta Estacional Decidual da Serra Geral em Santa Maria, no Rio Grande do Sul.

A maioria dos indivíduos (399) foi coletada nas áreas de Mata em estágio avançado de sucessão e Secundária, enquanto que na área de Pinus foram registrados apenas 35 espécimes e na de Eucaliptus 44. Analisando as espécies com maior abundância nas áreas de Mata percebe-se certa semelhança nas espécies de escarabeíneos ali encontrados. No estado do Paraná, Medri & Lopes (2001) obtiveram 35 espécies de Scarabaeinae (29 encontradas em mata e 24 em pastos), sendo que as espécies: *Canthidium* aff. *trinodosum*, *Coprophanaeus saphirinus*, *Deltochilum brasiliense*, *Deltochilum morbillosum* e *Eurysternus parallelus*, foram associadas às áreas de Mata Atlântica, sendo comuns às encontradas em maior abundância nas áreas de Mata da região de Anitápolis.

Schiffler *et al.* (2003), trabalhando na Mata Atlântica do estado do Espírito Santo (Delta do Rio Doce), encontraram 23 espécies, entre

as quais *Dichotomius sericeus* foi apontada como espécie típica de Mata Atlântica em localidades de baixa altitude.

O padrão observado nas comunidades estudadas, com poucas espécies muito abundantes e muitas com um número reduzido de indivíduos, é comum em assembleias deste táxon (NICHOLS *et al.*, 2007; GARDNER *et al.*, 2008b). Porém, é conhecido que essas diferenças na abundância das espécies dominantes para as demais se elevam em áreas com maiores níveis de alteração (NICHOLS *et al.*, 2007).

A fragmentação florestal leva à criação de bordas que são caracterizadas por grande diferenciação entre os habitats adjacentes. A mudança nos padrões de penetração de luz, gerada pelo efeito de borda altera as condições microclimáticas, diminuindo seu efeito na direção da borda para o interior do fragmento, assim como também pela regeneração florestal (CASTRO JR., 2002).

Diversos estudos citam diferenças entre áreas de borda, ambientes com diferentes níveis de fragmentação ou cobertura vegetal (HARRIS & BURNS, 2000; BARBOSA & MARQUET, 2002; SPECTOR & AYZAMA, 2003; POHL *et al.*, 2007; GARDNER *et al.*, 2008b; CAGNOLO *et al.*, 2009; SOBEK *et al.*, 2009), nos quais a maior cobertura ou complexidade sustentam comunidades mais estáveis e/ou diversas (EISENHAUER *et al.*, 2008). De fato, esta observação foi consistente com as observações e valores característicos do fragmento de Mata em estágio avançado de sucessão aqui estudado.

A maior abundância de indivíduos encontrada nas áreas de Mata deve-se, possivelmente, à complexidade estrutural do habitat (ROMERO-ALCARAZ & ÁVILA, 2000), pois florestas de Eucaliptus são sistemas homogêneos que podem suportar baixa densidade e riqueza desses insetos. A mata apresenta uma maior disponibilidade de micro-habitat, microclima e alimento, o que pode explicar a maior abundância e riqueza de Scarabaeinae nestas áreas. A hipótese, portanto, que poderia diferenciar a estrutura das assembleias entre as áreas de Mata e a de Eucaliptus é a de que habitat menos complexos ambientalmente teriam menor riqueza e abundância de besouros escarabeíneos (HALFFTER *et al.*, 1992; HALFFTER & ARELLANO, 2002; GARDNER *et al.*, 2008b; HERNÁNDEZ & VAZ-DE MELLO, 2009). Os resultados observados corroboram com esta característica, sendo que a Mata em estágio avançado de sucessão teve riqueza e abundância consideravelmente altos quando relacionados ao fragmento de Eucaliptus.

Para a conservação da assembleia de escarabeíneos e de seus serviços ecossistêmicos existe, portanto, a necessidade do planejamento da conservação ao nível da paisagem, atentando para a estrutura do habitat (BARLOW *et al.*, 2010), a diminuição do isolamento e o aumento da conectividade entre fragmentos (NUMA *et al.*, 2009). Conforme Halffter e colaboradores (1992) e Klein (1989), estes organismos respondem de maneira negativa à destruição, fragmentação e isolamento de florestas tropicais, sendo que a assembleia de escarabeíneos se torna menos diversa, diminuindo tanto em abundância quanto em riqueza em ambientes alterados, como em locais onde houve corte seletivo e corte raso, implantação de pastagens e/ou monoculturas (KLEIN, 1989; HALFFTER & FAVILA, 1993; ESTRADA *et al.*, 1998; HALFFTER & ARELLANO, 2002; SCHEFFLER, 2005; NICHOLS *et al.*, 2007; GARDNER *et al.*, 2008b).

Klein (1989) observou um gradiente decrescente de diversidade de espécies desde floresta contínua até áreas de um hectare, associando este padrão aos efeitos de fragmentação florestal. Sendo assim, observou-se que a região de Anitápolis, apresenta espécies exclusivas das áreas de mata que se encontram nesta situação, ou seja, bastante ameaçadas devido ao aumento do desmatamento para a implantação de cultivos, o que faz com que as extensões de Mata Atlântica se tornem cada vez menores, mais fragmentadas e sujeitas à alteração da biota.

O comportamento sazonal dos escarabeíneos coletados mostra variações na abundância relacionadas ao clima e estações do ano, mostrando que a temperatura influencia, de forma direta, nas variações populacionais da assembléia (BUGONI & HERNÁNDEZ, 2012). Neste caso, a maioria das espécies mais abundantes no verão, como *Canthidium* aff. *trinodosum* que apresentou 104 indivíduos coletados no verão e 19 no inverno, *Dichotomius sericeus*, com 112 espécimes no verão e apenas uma no inverno, *Deltochilum morbillosum*, com 53 espécimes coletados no verão e nenhum no inverno. Por outro lado, a espécie *Paracanthon* aff. *rosinae* foi coletada em maior número durante o inverno, com 51 indivíduos nesta época e 19 durante o verão. *Dichotomius assifer* foi coletada apenas no inverno.

Para os insetos, a capacidade de dispersão, as densidades de população e a abundância das espécies devem ser mais importantes do que as necessidades de espaço, visto que espécies que apresentam pequenas populações são altamente vulneráveis à estocasticidade ambiental e são propensas à extinção local (CAGNOLO *et al.*, 2009). Entretanto, estas respostas podem ocorrer de forma variada, onde certas

espécies podem aumentar o número de indivíduos, enquanto outras apresentam diminuição da abundância (ABILDSONES & TØMMERÅS, 2000; DIDHAM, 2001; BARBOSA & MARQUET, 2002; WINK *et al.*, 2005; BAKER *et al.*, 2007; SOBEK *et al.*, 2009).

A preferência alimentar das espécies coletadas seguiu os resultados apresentados em diversos estudos com escarabeíneos neotropicais, onde a maioria das espécies é generalista e algumas poucas especialistas (HALFFTER & MATTHEWS, 1966; HALFFTER *et al.*, 1992; HERNÁNDEZ, 2007; SILVA *et al.*, 2007). Em outros estudos, como de Andresen (2008), as espécies coprófagas representaram mais do que o dobro das generalistas, e no de Almeida & Louzada (2009) o número de espécies coprófagas superou o de espécies generalistas.

O aumento do número de espécies também é favorecido pelo fator alimento, e assim, as fezes e carcaças, tanto dos mamíferos de pequeno porte como daqueles de médio e grande porte, podem prover a alimentação dos escarabeíneos e, possivelmente, explicar a alta riqueza dos besouros na região de Mata em estágio avançado de sucessão, uma vez que ela oferece melhores condições fitofisionômicas, porém, aqui, especificamente, com a contribuição antrópica do pastoreio de ovelhas. Também a presença nos outros três fragmentos de animais domésticos, bovinos e até humanos, poderia contribuir com recursos alimentares para as espécies de escarabeíneos. Entretanto, de acordo com Halffter & Arellano (2002), comparando diferentes ambientes alterados no México, propuseram que a estrutura do ambiente é mais importante na determinação da composição da assembleia de Scarabaeinae do que o aporte de recursos em áreas ocupadas por gado.

Não obstante, a adequação da definição sugerida acima por Halffter & Arellano (2002) não imputa exclusividade da estrutura da floresta como fator determinante na composição de uma assembleia de besouros. Em nosso caso, houve uma contribuição de distintos fatores, ou seja, aqueles provenientes do meio e aqueles que vieram por ação antrópica ou circulação de outros animais.

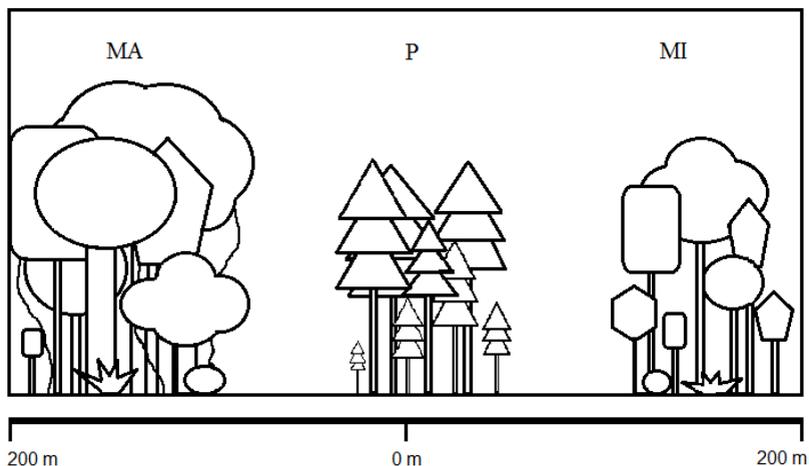
Assim, observamos que a Mata em estágio avançado de sucessão possuiu maior abundância de besouros escarabeíneos, independentemente da estação, e a Mata em estágio inicial de sucessão menor abundância em relação à primeira. Curiosamente, a área de Pinus apresentou uma abundância relativamente menor que as outras duas áreas, porém, a riqueza foi a mesma. O motivo da área de Pinus ter uma riqueza de espécies igual às áreas de Mata foi possivelmente devido ao seu pequeno tamanho e ao fato de estar localizada entre as áreas de

mata, permitindo a dispersão das espécies dentro do espaço da sua abrangência. De fato, Centeleghe *et al.* (2007) observaram que o menor número de exemplares de insetos bioindicadores no município de Erechim (SC) foi na área de Pinus. A menor riqueza que ele observou foi na área de capoeira. Os resultados obtidos aqui, neste trabalho, apontaram para o fato controverso de uma área de Pinus apresentar uma resposta consideravelmente positiva na medida riqueza.

Neste caso específico, ponderamos acerca da qualidade da área estudada que confere um notório reflexo das áreas circunvizinhas. Estas áreas influenciam de forma direta no resultado obtido. O valor da riqueza teve um significado consistente com a localidade geográfica já que a área de Pinus está em uma região que apresenta localização intermediária entre a área de Mata em estágio avançado de sucessão e de Mata em estágio inicial de sucessão (Figura 10). O valor de oito espécies em comum dentre o total de treze espécies coletadas, tornou-se significativo.

A ilustração da Figura 10 foi criada para caracterizar a disposição das áreas citadas. A distância aproximada de 200 m entre um habitat e outro foi considerada próxima, levando em conta a dispersão dos insetos, que supomos ser suficiente para colonizar tais áreas.

Figura 10 - Representação esquemática da localização e distância aproximadas entre fragmentos de Mata em estágio avançado de sucessão (MA), Pinus (P) e Mata em estágio inicial de sucessão (MI) da região do município de Anitápolis - SC, onde foram realizadas as coletas nos períodos de inverno (junho de 2012) e verão (janeiro de 2013). A figura se encontra fora de escala.



Davis e colaboradores (2001), trabalhando com os Scarabaeinae em Bornéu, observaram que a distribuição de espécies ao longo de diferentes características ambientais pode mostrar discretas associações típicas a biótipos particulares dentro da paisagem. Percebe-se que devido à proximidade dos fragmentos de Mata e de Pinus pode gerar interferência nos resultados. Visto que a área de Eucaliptus estava mais afastada e teve um menor número de indivíduos e espécies coletados. Isto demonstra a importância dos fragmentos florestais dentro das paisagens agrícolas na manutenção da diversidade, possibilitando a conservação de espécies que, de outra forma, possivelmente seriam extintas localmente (CAMPOS & HERNÁNDEZ, 2013). Além disso, a presença de espécies raras mostra que fragmentos de Mata Atlântica em áreas de monocultura podem favorecer o deslocamento e proteção da entomofauna.

A análise das assembleias de Scarabaeinae ao longo do gradiente ambiental de Mata em estágio avançado de sucessão e de Mata em estágio inicial de sucessão, também vai ao encontro de outros resultados da literatura. Eles descrevem uma forte tendência à diminuição da riqueza, diversidade e equitabilidade, com aumento da dominância, em áreas em estágio sucessional inicial quando comparadas com áreas de mata intermediária e conservada. Assim, considerou-se grande a semelhança entre as comunidades de estágios sucessionais intermediários com comunidades de matas conservadas (HALFFTER & FAVILA, 1993; SCHEFFLER, 2005; NICHOLS *et al.*, 2007; GARDNER *et al.*, 2008b; LEE *et al.*, 2009).

Observou-se que algumas espécies tais como *Canthon lividus seminitens* e *Dichotomius mormon* mostraram maior preferência por ambientes mais antropizados como aquela formada por Eucaliptus e Pinus, respectivamente, podendo ser consideradas indicadores de ambientes alterados. Os valores indicadores individuais obtidos para estas espécies nas áreas de Pinus e Eucaliptus foram respectivamente, 30,0 e 47,5. Essas associações são úteis na busca de espécies bioindicadoras focais que possam identificar níveis de respostas para distúrbios antropogênicos em florestas tropicais (DAVIS *et al.*, 2001).

O conhecimento das espécies que existem e o estudo de suas características ecológicas e comportamentais são os primeiros passos na busca de espécies indicadoras que permitam avaliar o estado de conservação de um determinado ecossistema (BROWN, 1997). Desta forma, consideramos o valor indicador individual como atributo caracterizador dos ecossistemas aqui estudados. Para a área de Mata em

estágio avançado de sucessão foram sinalizadas quatro espécies como indicadoras, tendo preferência significativa pelo fragmento, sendo elas: *Paracanthon* aff. *rosinae* (88,7), *Canthidium* aff. *trinodosum* (55,6), *Deltochilum morbillosum* (37,7) e *Coprophanaeus saphirinus* (37,5). O valor entre parênteses corresponde a variável randômica do IndVal. O resultado desta análise, com a sinalização de seis espécies indicadoras, quatro de estágios conservados de floresta e duas de ambientes antropizados, pode auxiliar com o manejo, monitoramento e planejamento ambiental, uma vez que essas espécies poderão ser amostradas em outras áreas e utilizadas como indicadoras. Este método foi empregado com sucesso em outros trabalhos de estudo das assembleias da subfamília Scarabaeinae (MCGEOCH *et al.*, 2002; BARLOW *et al.*, 2010).

6. CONCLUSÃO

A análise da diversidade de besouros bioindicadores nos ambientes florestais estudados mostrou a biodiversidade da região de Anitápolis, como reflexo da dinâmica florestal em que ocorrem. A maior abundância foi encontrada na Mata em estágio avançado de sucessão em função da variedade de alimento e condições climáticas, em relação às outras áreas, as quais apresentam um notório desequilíbrio, e por consequência, o número de besouros e sua riqueza diminuem marcadamente. Este fato foi registrado nas assembleias de besouros escarabeíneos em áreas de plantação de Eucaliptus, onde a riqueza e abundância foram consideravelmente empobrecidas quando comparadas à Mata em estágio avançado de sucessão. As assembleias de Mata em estágio inicial de sucessão e de Pinus também sofreram perda de abundância devido ao empobrecimento da estrutura de sua vegetação, mas na análise deve ser levado em conta a conectividade e o tamanho das áreas, já que, na área de Pinus especificamente, a transitividade das espécies é intensa e direcionada para a localidade mais favorável. Contudo, este fenômeno também favorece a reciprocidade do ambiente operante, ou seja, ambiente respondendo às influências locais.

REFERÊNCIAS

- ABILDSNES, J. & TØMMERÅS, B.A. Impacts of experimental habitat fragmentation on ground beetles (Coleoptera, Carabidae) in a boreal spruce forest. **Annales Zoologici Fennici** **37**: 201-212, 2000.
- ALMEIDA, L.M.; COSTA, C.S.R. & MARINONI, L. **Manual de Coleta, Conservação, Montagem e Identificação de Insetos**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 1998. 78 p.
- ALMEIDA, S.S.P.A. & LOUZADA, J.N.C. Estrutura da comunidade de Scarabaeinae (Scarabaeidae: Coleoptera) em fitofisionomias do cerrado e sua importância para a conservação. **Neotropical Entomology** **38**(1): 32-43, 2009.
- ANDRESEN, E. Dung beetle assemblages in primary forest and disturbed habitats in a tropical dry forest landscape in western Mexico. **Journal of Insect Conservation** **12**: 639-650, 2008.
- BAKER, S.C; BARMUTA, L.A.; MCQUILLAN, P.B. & RICHARDSON, A.M.M. Estimating edge effects on ground-dwelling beetles at clearfelled non-riparian stand edges in Tasmanian wet eucalypt forest. **Forest Ecology and Management** **239**: 92-101, 2007.
- BARBOSA, O. & MARQUET, P.A. Effects of forest fragmentation on the beetle assemblage at the relict forest of Fray Jorge, Chile. **Oecologia** **32**: 296-306, 2002.
- BARLOW, J.; GARDNER, T.A.; ARAÚJO, I.S.; ÁVILA-PIRES, T.C.; BONALDO, A.B.; COSTA, J.E.; ESPOSITO, M.C.; FERREIRA, L.V.; HAWES, J.; HERNÁNDEZ, M.I.M.; HOOGMOED, M.S.; LEITE, R.N.; LO-MAN-HUNG, N.F.; MALCOM, J.R.; MARTINS, M.B.; MESTRE, L.A.M.; MIRANDA-SANTOS, R.; NUNES-GUTJAHR, W.L.; OVERAL, A.L.; PARRY, L.; PETERS, S.L.; RIBEIRO JR., M.A.; DA SILVA, M.N.F.; DA SILVA MOTTA, C. & PERES, C.A. Quantifying the biodiversity value of tropical primary, secondary, and plantation forests. **Proceedings of National Academy of Sciences of the United States of America** **104**(47): 18555-18560, 2007.

BARLOW, J.; LOUZADA, J.; PARRY, L.; HERNÁNDEZ, M.I.M.; HAWES, J.; PERES, C.A.; VAZ-DE-MELLO, F.Z. & GARDNER, T.A. Improving the design and management of forest strips in human-dominated tropical landscapes: A field test on Amazonian dung beetles. **Journal of Applied Ecology** **47**: 779-788, 2010.

BEIROZ, W.; ZAÚ, A.S. & CASTRO JR., E. Impacto das estradas na distribuição de besouros em um fragmento de mata atlântica de encosta no parque nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, RJ. **EntomoBrasilis** **3**(3): 64-68, 2010.

BROWN, K.S. JR. Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forests: Insects as indicators for conservation monitoring. **Journal of Insect Conservation** **1**: 25-42, 1997.

BUGONI, A & HERNÁNDEZ, M.I.M. **A importância dos fragmentos florestais na conservação da biodiversidade: o caso dos besouros escarabeíneos em um fragmento de mata atlântica próximo de áreas agrícolas.** Dissertação (Trabalho de Conclusão de Curso, Programa de Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Pato Branco, 2012. 31 p.

CAGNOLO, L.; VALLADARES, G.; SALVO, A.; CABIDO, M. & ZAK, M. Habitat Fragmentation and Species Loss across Three Interacting Trophic Levels: Effects of Life History and Food-Web Traits. **Conservation Biology** **23**(5): 1167-1175, 2009.

CAMPOS, R.C. & HERNÁNDEZ, M.I.M. **Besouros Indicadores (Coleoptera, Scarabaeinae) na avaliação de alteração ambiental em fragmentos de mata atlântica contíguos a cultivos de milho convencional e transgênico.** Dissertação (Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ecologia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012. 101 p.

CASTRO JR., E. **Valor indicador da fauna de Macroartrópodes Edáficos em fragmentos primários e secundários do Ecossistema de Floresta de Tabuleiros, ES.** Dissertação (Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geografia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002. 283 p.

CENTELEGHE, P.G.; CENZI, A.M.; RIGO, F. & PALHANO, J. Avaliação da entomofauna em diferentes fitofisionomias do município de Erechim – RS. In: Congresso de Ecologia do Brasil, VIII, Caxambu, 2007. **Anais...** Caxambu: SEB, 2007.

CLARKE, K.R. & GORLEY, R.N. **Primer**. Versão 6 β R3. Plymouth : Plymouth Marine Laboratory, 2006.

COLWELL, R.K. **EstimateS**: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples, Versão 7.5.2., 2006. Disponível em: <purl.oclc.org/estimates>. Acesso em: 26 fev. 2013.

COSTA LIMA, A.M. **Insetos do Brasil**: Coleoptera. Rio de Janeiro, Escola de Agronomia, tomo 8º, 2º parte, p. 66-88 (série didática nº10), 1953.

DAJOZ, R. **Ecologia Geral**; tradução de Francisco M. Guimarães. Petrópolis: Vozes, 1978. 474 p.

DALE, V.H. & BEYELER, S.C. Challenges in the development and use of ecological indicators. **Ecological Indicators** 1(1): 3-10, 2001.

DAVIS, A.L.V. Habitat fragmentation in southern Africa and distributional response patterns of five specialist or generalist dung beetle families (Coleoptera). **African Journal of Ecology** 32: 192-207, 1994.

DAVIS, A.L.V. & PHILIPS, T.K. Effect of deforestation on a southwest Ghana dung beetle assemblage (Coleoptera: Scarabaeidae) at the periphery of Ankasa Conservation Area. **Environmental Entomology** 34: 1081-1088, 2005.

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** 38: 593-616, 2001.

DIDHAM, R.K. The implications of changing invertebrate abundance patterns for insectivorous vertebrates in fragmented forest in Central Amazonia. In: Bierregaard, R.O., Gascon, C.; Lovejoy, T.E. & Santos A.A. (Eds.). **Lessons from Amazonia: The ecology and conservation of a fragmented forest**. New Haven: Yale University Press, 2001. 496 p.

DUFRÊNE, M. & LEGENDRE, P. Species assemblages and indicator species: the need for flexible asymmetrical approach. **Ecological Monographs by the Ecological Society of America** **67**(3): 345-366, 1997.

EISENHAUER, N.; MILCU, A.; SABAIS, C.W. & SCHEU, S. Animal Ecosystem Engineers Modulate the Diversity-Invasibility Relationship. **Public Library of Science ONE** **3**(10): e3489, 2008.

ENDRES, A.A.; CREÃO-DUARTE, A.J. & HERNÁNDEZ, M.I.M. Diversidade de Scarabaeinae *s. str.* (Coleoptera) da Reserva Biológica Guaribas, Mamanguape, Paraíba, Brasil: uma comparação entre Mata Atlântica e Tabuleiro Nordestino. **Revista Brasileira de Entomologia** **51**(1): 67-71, 2007.

ESTRADA, A.; COATES-ESTRADA, R.; DADDA, A.A. & CAMMARANO, P. Dung and carrion beetles in tropical rain forest fragments and agricultural habitats at Los Tuxtlas, Mexico. **Journal of Tropical Ecology** **14**: 577-593, 1998.

FERREIRA, R.L. & MARQUES, M.M.G.S.M. A fauna de artrópodes de serapilheira de áreas de monocultura com Eucalyptus sp. e Mata secundária heterogênea. **Anais Sociedade Entomológica Brasil** **27**(3), 395-403, 1998.

FLECHTMANN, C.A.H. & RODRIGUES, S.R. Insetos fimícolas associados a fezes bovinas em Jaraguá do Sul/SC - besouros coprófagos (Coleoptera, Scarabaeidae). **Revista Brasileira de Entomologia**(2), 303-309, 1995.

FREITAS, A.V.L.; FRANCINI, R.B. & BROWN JR., K.S. Insetos como indicadores ambientais, p. 125-151. In: Cullen Jr., L.; Rudran, R. & Valladares-Padua, C. (Eds.). **Métodos de estudos em Biologia da Conservação & Manejo da Vida Silvestre**. Curitiba: Editora UFPR & Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2004.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Pacto pela restauração da Mata Atlântica**. 2009. Disponível em: <<http://www.sosma.org.br/nossa-cao/a-mata-atlantica/>> Acesso em: 11 mar. 13.

GALLO, D.; NAKANO, O.; NETO, S.S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G.C.; FILHO, E.B.; 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. 919 p.

GARDNER, T.A.; BARLOW, J.; ARAUJO, I.S.; PIRES, T.C.A.; BONALDO, A.B.; COSTA, J.E.; EPOSITO, M.C.; FERREIRA, L.V.; HAWES, J.; HERNÁNDEZ, M.I.M.; HOOGMOED, M.S.; LEITE, R.N.; LO-MAN-HUNG, N.F.; MALCOLM, J.R.; MARTINS, M.B.; MESTRE, L.A.M.; SANTOS, R.M.; OVERAL, W.L.; PARRY, L.; PETERS, S.L.; RIBEIRO-JUNIOR, M.A.; SILVA, M.N.F.; MOTTA, C.S. & PERES, C.A. The costeffectiveness of biodiversity surveys in tropical forests. **Ecology Letters** **11**: 139-150, 2008a.

GARDNER, T.A.; HERNÁNDEZ, M.I.M.; BARLOW, J. & PERES, C.A. Understanding the biodiversity consequences of habitat change: The value of secondary and plantation forests for neotropical dung beetles. **Journal of Applied Ecology** **45**, 883-893, 2008b.

GIMENES, M.R. & DOS ANJOS, L. Efeitos da fragmentação florestal sobre as comunidades de aves. **Acta Scientiarum Biological Sciences** **25**: 391-402, 2003.

GOMES, M.A.F. Importância das águas superficiais e subterrâneas, p. 35-37. In: Hammes, V.S. (Org.). **Educação ambiental para o desenvolvimento sustentável**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, v. 4, 2002.

HALFFTER, G. & MATTHEWS, E.G. The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae). **Folia Entomologica Mexicana** **12/14**: 1-312, 1966.

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

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 Entomologica Mexicana** **84**: 131-156, 1992.

HALFFTER, G. & FAVILA, M.E. The Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera) an animal group for analysing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rain forest and modified landscapes. **Biology International** **27**: 15-21, 1993.

HALFFTER, G. & ARELLANO, L. Response of dung beetle diversity to human-induced changes in a tropical landscape. **Biotropica** **34**(1): 144-154, 2002.

HAMMES, V.S. Erosão, um indicador de impacto ambiental, p. 40-43. In: Hammes, V.S. (Org.). **Educação ambiental para o desenvolvimento sustentável**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, v. 4, 2002.

HANSKI, I. & CAMBEFORT, Y. Resource partitioning, p. 330-349. In: Hanski, I. & Cambefort, Y. (Eds.). **Dung Beetle Ecology**, Princeton: Princeton University Press, 1991.

HERNÁNDEZ, M.I.M. Artrópodes: Besouros Scarabaeidae (Coleoptera) da área do Curimataú, Paraíba. p. 369-380. In: Araújo, F.S.; Rodal, M.J.N. & Barbosa, M.R.V. (Orgs.). **Análise das Variações da Biodiversidade do Bioma Caatinga: Suporte a Estratégias Regionais de Conservação**. Ministério do Meio Ambiente, 2005.

HERNÁNDEZ, M.I.M. Besouros escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeidae) da Caatinga paraibana, Brasil. **Oecologia Brasiliensis** **11**(3): 356-364, 2007.

HERNÁNDEZ, M.I.M. & VAZ-DE-MELLO, F. Seasonal and spatial variation of coprophagous Scarabaeidae s. str. (Coleoptera) species richness in areas of Atlantic Forest of the state of São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia** **53**: 498-505, 2009.

HARRIS, R.J. & BURNS, B.R. Beetle assemblages of kahikatea forest fragments in a pasture-dominated landscape. **New Zealand Journal of Ecology** **24** (1): 56-67, 2000.

IBGE. **Mapa de Biomas e de Vegetação**. 2004. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>> Acesso em: 20 jun. 2013.

KLEIN, B.C. Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetle communities in central Amazonia. **Ecology** **70**: 1715-1725. 1989.

KOBIYAMA, M.; MINELLA, J.P.G. & FABRIS, R. Áreas degradadas e sua recuperação. **Informe Agropecuário** **22**(210): 10-17, 2001.

KREBS, C.J. **Ecological Methodology**. 2nd ed. New York: Addison-Wesley Longman, 1999. 620 p.

LAURANCE, W.F.; NASCIMENTO, H.E.; LAURANCE, S.G.; ANDRADE, A.; EWERS, R.M.; HARMS, K.E.; LUIZÃO, R.C.C.; RIBEIRO J. & BENNETT, P. Habitat Fragmentation, Variable Edge Effects, and the Landscape-Divergence Hypothesis. **Public Library of Science ONE** **2**: e1017, 2007.

LEE, J.S.H.; LEE, I.Q.W.; LIM, S.L.; HUIJBREGTS, J. & SODHI, N.S. Changes in dung beetle communities along a gradient of tropical forest disturbance in South-East Asia. **Journal of Tropical Ecology** **25**: 677-680, 2009.

LEWINSOHN, T.M.; FREITAS, A.V.L. & PRADO, P.I. Conservation of terrestrial invertebrates and their habitats in Brazil. **Conservation Biology** **19**(3): 640-645, 2005.

LIMA, A.A.; LIMA, W.L. & BERBARA, R.L.L. Diversidade da mesofauna de solo em sistemas de produção agroecológica. In: Congresso Brasileiro de Agroecologia, 1, 2003. Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2003.

LOPES, J.; KORASAKI, V.; CATELLI, L.L.; MARÇAL, V.V.M. & NUNES, M.P.B.P. A comparison of dung beetle assemblage structure (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) between an Atlantic forest fragment and adjacent abandoned pasture in Paraná, Brazil. **Zoologia** **28**(1): 72-79, 2011.

LUTINSKI, J.A. & GARCIA, F.R.M. Análise faunística de Formicidae (Hymenoptera: Apocrita) em ecossistema degradado no município de Chapecó, Santa Catarina. **Biotemas** **18**(2): 73-86, 2005.

MARGALEF, R. **Ecologia**. Barcelona: Omega, 1989. 951 p.

MARINONI, R.C. & DUTRA, R.R.C. Famílias de Coleoptera capturadas com armadilha Malaise em oito localidades do Estado do Paraná, Brasil. Diversidades alfa e beta. **Revista Brasileira de Zoologia** **14**(3): 751-770, 1997.

MCCUNE, B. & MEFFORD, M.J. **PC-ORD**. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 5.10 MjM Software, Oregon: Gleneden Beach, 2006.

MCGEOCH, M.A. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. **Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society** **73**: 181-201, 1998.

MCGEOCH, M.A.; RENSBURG, B.J.V. & BOTES, B. The verification and application of bioindicators: a case study of dung beetles in a savanna ecosystem. **Journal of Applied Ecology** **39**(4): 661-672, 2002.

MEDEIROS, J.D. Mata Atlântica em Santa Catarina, p. 103-109. In: Schäffer, W. B. & Prochnow, M. (Eds.). **A Mata Atlântica e você: como preservar, recuperar e se beneficiar da mais ameaçada floresta brasileira**. 1ª ed. Brasília: APREMAVI, 2002.

MEDRI, I.M. & LOPES, J. Scarabaeidae (Coleoptera) do parque estadual Mata dos Godoy e de áreas de pastagens, no norte do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** **18**: 135-141, 2001.

MYERS, N. The extinction spasm impending: synergisms at work. **Conservation Biology** **1**(1): 14-21, 1987.

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. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. **Biological conservation** **141**: 1461-1474, 2008.

NUMA, C.; VERDÚ, J. R.; SÁNCHEZ, A. & GALANTE, E. Effect of landscape structure on the spatial distribution of Mediterranean dung beetle diversity. **Diversity and Distributions** **15**: 489-501, 2009.

OLIVEIRA, F.N.S.; FREIRE, F.C.O. & AQUINO, A.R.L. **Bioindicadores de impacto ambiental em sistemas agrícolas orgânicos**. Fortaleza: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2004. (Documentos 93).

PEARSON, D.L. & CASSOLA, F. World-wide species richness patterns of tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae): indicator taxon for biodiversity and conservation studies. **Conservation Biology** **6**: 376-391. 1992.

PINHEIRO, S.L.G. (Coord.). **Diagnóstico rural participativo (DRP): uma experiência com agricultores familiares das comunidades rurais de Rio do Sul e Rio da Prata, Anitápolis, Santa Catarina**. Trabalho de conclusão da disciplina Teoria dos Sistemas (Mestrado em Ciências Agrárias) – Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000. 73 f.

PRIMACK, R.B. & RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Londrina: Vida, 2001. 328 p.

POHL, G.R.; LANGOR, D.W. & SPENCE, J.R. Rove beetles and ground beetles (Coleoptera: Staphylinidae, Carabidae) as indicators of harvest and regeneration practices in western Canadian foothills forests. **Biological Conservation** **137**(2): 294-307, 2007.

REID, W.V.; MOONEY, H.A.; CROPPER, A.; CAPISTRANO, D.; CARPENTER, S.R.; CHOPRA, K.; DASGUPTA, P.; DIETZ, T.; DURAIAPPAH, A.K.; HASSAN, R.; KASPERSON, R.; LEEMANS, R.; MAY, R.M.; MCMICHAEL, T.A.J.; PINGALI, P.; SAMPER, C.; SCHOLLES, R.; WATSON, R.T.; ZAKRI, A.H.; SHIDONG, Z.; ASH, N.J.; BENNETT, E.; KUMAR, P.; LEE, M.J.; RAUDSEPP-HEARNE, C.; SIMONS, H.; THONELL, J. & ZUREK, M.B. **Millenium Ecosystem Assessment Synthesis**. United Nations, 2005. 219 p.

RICKLEFS, R.E. & SCHLUTER, D. **Species Diversity in Ecological Communities: Historical and Geographical Perspectives**. Chicago: The University of Chicago Press, 1993. 416 p.

RODRIGUES, S.R. & MARCHINI, L.C. Ocorrência de besouros coprófagos em dois diferentes ambientes. **Revista Brasileira de Entomologia** **44**: 35-38, 2000.

ROMERO-ALCARAZ, E. & ÁVILA, J.M. Landscape heterogeneity in relation to variations in epigeic beetle diversity of a Mediterranean ecosystem. **Implications for conservation Biodiversity and Conservation** **9**: 985-1005, 2000.

ROSENBERG, D.M.; DANKS, H.V. & LEHMKUHL, D.M. Importance of insects in environmental impact assessment. **Environmental Management** **10**: 773-783, 1986.

SABOURIN, E. Teoria da reciprocidade e sócio-anthropologia do desenvolvimento. **Sociologias** **13**(27): 24-51, 2011.

SALA, O.E.; CHAPIN III, F.S.; ARMESTO, J.; BERLOW, E.; BLOOMFIELD, J.; DIRZON, R.; HUBER-SANWALD, E.; HUENNEKE, L.; JACKSON, R.; KINZIG, A.; LEEMANS, R.; LODGE, D.M.; MOONEY, H.A.; OESTERHELD, M.; POFF, N.; SYKES, M.T.; WALKER, B.; WALKER, M. & WALL, D. Global biodiversity scenarios for the year 2100. **Science** **287**, 1770-1775, 2000.

SALES, E.F. **As percepções dos agricultores em relação às adversidades ambientais: o caso da sub-bacia do Rio Braço do Norte - SC**. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001. 897f.

SAKAI, S. & INOUE, T. A new pollination system: Dung-beetle pollination discovered in *Orchidantha inouei* (Lowiaceae, Zingiberales) in Sarawak, Malaysia. **American Journal of Botany** **86**, 56-61, 1999.

SCARABNET. **Global Taxon Database**. Disponível em: <<http://216.73.243.70/scarabnet/results.htm>>. Acesso em: 13 fev. 2013.

SCHEFFLER P.Y. Dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) diversity and community structure across three disturbance regimes in eastern Amazonia. **Journal of Tropical Ecology** **21**, 9- 19, 2005.

SCHIFFLER, G.; VAZ-DE-MELLO, F.Z. & AZEVEDO, C.O. Scarabaeidae s. str. (Coleoptera) do Delta do Rio Doce e Vale do Suruaca no Município de Linhares, Estado do Espírito Santo, Brasil. **Revista Brasileira de Zootecias** **5**(2): 189-204, 2003.

SILVA, P.G.; GARCIA, M.A.R.; AUDINO, L. D.; NOGUEIRA, J. M.; MORAES, L. P.; RAMOS, A. H. B.; VIDAL, M. B. & BORBA, M. F. S. Besouros rola-bosta: insetos benéficos das pastagens. **Revista Brasileira de Agroecologia** **2**(2): 1428-1432, 2007.

SILVA, P.G.; VAZ-DE-MELLO, F.Z. & DI MARE, R.A. Guia de identificação das espécies de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) do município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. **Biota Neotropica** **14**: 329-345, 2011.

SPECTOR, S. & AYZAMA, S. Rapid turnover and edge effects in dung beetle assemblages (Scarabaeidae) at a Bolivian Neotropical forest-savanna ecotone. **Biotropica** **35**: 394-404, 2003.

SOBEK, S.; STEFFAN-DEWENTER, I.; SCHERBER, C. & TSCHARNTKE, T. Spatiotemporal changes of beetle communities across a tree diversity gradient. **Diversity and Distributions** **15**: 660-670, 2009.

THOMAZINI, M.J. & THOMAZINI, A.P.B.W. **A fragmentação florestal e a diversidade de insetos nas florestas tropicais úmidas**. Rio Branco: EMBRAPA, Acre, 2000. 21p. (Documentos 57).

TRIPLEHORN, C.A. & JOHNSON, N.F. **Borrer and DeLong's: Introduction to the Study of Insects**. Belmont: Thomson Brooks/Cole, 7ª ed., 2005. 864 p.

VALLEJO, L.R.; FONSECA, C.L. & GONÇALVES, D.R.P. Estudo comparativo da mesofauna do solo em áreas de Eucaliptos citriodora e Mata secundária heterogênea. **Revista Brasileira de Biologia** **47**, 363-370, 1987.

VASCONCELOS, H.L. Impactos antrópicos sobre diversidade de formigas na Amazônia, p. 53-54. In: Encontro de Mirmecologia, 15, 2001. Londrina. **Resumos...** Londrina: IAPAR, 2001.

VAZ-DE-MELLO, F.Z.; LOUZADA, J.N.C. & GAVINO, M. Nova espécie de *Dichotomius* Hope, 1838 (Coleoptera, Scarabaeidae) do Espírito Santo, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia** **45**, 99-102, 2001.

VIANA, V.M. Conservação da biodiversidade de fragmentos de florestas tropicais em paisagens intensivamente cultivadas, p. 135-154. In: Conferência Internacional: Abordagens Interdisciplinares para a Conservação da Biodiversidade e Dinâmica do Uso da Terra no Novo Mundo, Belo Horizonte, 1995. **Anais...** Belo Horizonte: Conservation International do Brasil, 1995. 334 p.

VIEIRA, L.; LOUZADA, J.N.C. & SPECTOR, S. Effects of degradation and replacement of southern Brazilian coastal sandy vegetation on the dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae). **Biotropica** 40(6): 719-727, 2008.

WINK, C.; GUEDES, J.V.C.; FAGUNDES, C.K. & ROVEDDER, A.P. Insetos Edáficos como indicadores da qualidade ambiental. **Revista de Ciências Agroveterinárias** 4(1), 60-71, 2005.