



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA E ZOOLOGIA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**A IMPORTÂNCIA DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS NA CONSERVAÇÃO  
DA BIODIVERSIDADE: O CASO DOS BESOuros ESCARABEÍNEOS EM UM  
FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA PRÓXIMO DE ÁREAS AGRÍCOLAS**

**ALINE BUGONI**

**PATO BRANCO  
MAIO DE 2012**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA E ZOOLOGIA**

**ALINE BUGONI**

**A IMPORTÂNCIA DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS NA CONSERVAÇÃO  
DA BIODIVERSIDADE: O CASO DOS BESOUROS ESCARABEÍNEOS EM UM  
FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA PRÓXIMO DE ÁREAS AGRÍCOLAS**

Trabalho referente à disciplina ECZ9111-0908072 – Trabalho de conclusão de curso II, apresentado como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciado e Bacharel em Ciências Biológicas.

**ORIENTADORA: PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>.  
MALVA ISABEL MEDINA  
HERNÁNDEZ**

**PATO BRANCO  
MAIO DE 2012**

**FOLHA DE APROVAÇÃO**



*Dedico este trabalho a todas as pessoas que fizeram e fazem*

*parte da minha caminhada.*

## **AGRADECIMENTOS**

É difícil agradecer todas as pessoas que de algum modo, nos momentos serenos e/ou apreensivos, fizeram ou fazem parte da minha vida, por isso primeiramente agradeço à todos de coração.

Agradeço Deus, pela vida, por estar sempre no meu caminho, iluminando as escolhas certas.

Aos meus pais: Daniel e Cristina, que foram à base de tudo pra mim, apoiando-me nos momentos difíceis com força, confiança, amor, ensinando-me a persistir nos meus objetivos e ajudando a alcançá-los. Em especial, ao meu pai que sempre me ajudou nas coletas a campo, fazendo as covas, abrindo caminhos na mata e a cada pouco me perguntando “Por que você escolheu algo tão difícil?” Vocês são os responsáveis por essa conquista, e eu os amo muito. Obrigada pela confiança e pelo amor em mim depositados.

A minha irmã Luci, por ter me apoiado em todos os momentos difíceis e me dado força para continuar quando eu pensava em desistir.

Agradeço em especial à minha querida e amável orientadora Malva, que com muita dedicação, corrigiu os meus textinhos em azul e por ser uma excelente professora e profissional, na qual me espelho. Agradeço a estadia e os empréstimos da casa para que eu fizesse o curso de inverno e fizesse as triagens de besouros no laboratório da UFSC, me proporcionando um lugar aconchegante e familiar para que eu permanecesse por dias em Floripa. Jantares maravilhosos entre amigos... Obrigada pela amizade e confiança.

Agradeço a todos os professores por me proporcionar o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional, por tanto que se dedicaram a mim, não somente por terem me ensinado, mas por terem me feito aprender. Obrigada pelo carinho, apoio e ensinamentos que levarei para toda a vida.

A mãe natureza, por ter me fornecido a matéria prima deste trabalho, sem o pouco que ainda nos resta, nada disso seria possível.

A UFSC, por ter patrocinado as minhas viagens para Floripa.

Enfim, a todas as pessoas que me ajudaram, não poderia deixar de expressar a minha imensa gratidão.

Muito obrigada!

## **RESUMO**

Na região sul do Brasil, o desmatamento da vegetação nativa e a transformação em cultivos agrícolas tem ocasionado mudanças na composição e na estrutura das comunidades, havendo uma clara perda de biodiversidade. Os besouros escarabeíneos, ao se alimentar de matéria orgânica em decomposição, desempenham um papel fundamental no funcionamento dos ecossistemas terrestres, pois estão envolvidos em importantes processos ecológicos tais como a decomposição, a ciclagem de nutrientes e a dispersão secundária de sementes, participando de importantes serviços ambientais. Assim, conhecer a sua distribuição em ambientes florestais e de lavouras gera informações que permitem um maior entendimento da biodiversidade nos ambientes estudados. O estudo foi realizado no município de São Domingos/SC em julho (inverno) e dezembro (verão) de 2011 em três áreas distintas: dentro de um fragmento florestal de mata conservada, dentro de uma lavoura e em uma área de capoeira, na qual o cultivo tinha sido abandonado fazia 15 anos. Em cinco pontos de amostragem dentro de cada área foram colocadas duas armadilhas: uma para captura de espécies necrófagas e outra para espécies coprófagas, totalizando 10 armadilhas em cada área. Foram coletados 729 espécimes da subfamília Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) distribuídos em 25 espécies, sendo as mais abundantes *Canthon chalybaeus* e *Ontherus sulcator*. As coletas do verão foram mais abundantes e ricas em espécies. O número de indivíduos foi maior na capoeira, mas o número de espécies e a diversidade foram maiores na área de mata, sendo que 10 espécies foram restritas a esta área. As mudanças ambientais produzidas pelo desmatamento e transformação de florestas em áreas agrícolas gera uma perturbação na comunidade original, com efeitos sobre a composição e riqueza das comunidades.

## ABSTRACT

In southern Brazil, deforestation and conversion of native vegetation in agricultural crops has caused changes in the composition and structure of communities and a clear loss of biodiversity. The dung beetles play a key role in the functioning of terrestrial ecosystems because they are involved in important ecological processes such as decomposition, nutrient cycling and secondary dispersal of seeds, participating in important environmental services . Thus, knowing their distribution in forest and crops generate information to enable a greater understanding of biodiversity in the studied area. The study was conducted at São Domingos/SC in July (winter) and December (summer) of 2011, into three distinct areas: within a forest fragment of conserved forest, within a crop and within an area in which cultivation had been abandoned was 15 years. In five sampling points within each area were placed two traps: one for capturing necrophagous and other for coprophagous species, totaling 10 traps in each area. We collected 729 specimens of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) distributed in 25 species, the most abundant were *Canthon chalybaeus* and *Ontherus sulcator*. The collections of the summer were more abundant and rich in species. The number of individuals was higher in the deforested area, but the number and diversity of species was greater in the forested area, where 10 species were restricted to this area. The environmental changes produced by deforestation and conversion of forests to agricultural areas creates a disturbance in the original community, with effects on the composition and richness of communities.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Localização do município de São Domingos no estado de Santa Catarina e no Brasil.....	6
<b>Figura 2</b> - Áreas de amostragem dos besouros escarabeíneos na Fazenda São Domingos durante o ano 2011: “mata”, “capoeira” e “lavoura” .....	7
<b>Figura 3</b> - Ambientes em que foram realizadas as coletas de besouros escarabeíneos por meio de armadilhas de queda: mata (ao fundo da figura); capoeira (à esquerda); lavoura (à direita).....	8
<b>Figura 4</b> - Armadilha de queda com isca de atração, montada em campo e utilizada para coleta de besouros escarabeíneos coprocófilos.....	9
<b>Figura 5</b> - Fotos das duas espécies mais abundantes ( <i>Canthon chalybaeus</i> e <i>Ontherus sulcator</i> ) e de espécie rara e menos abundante nesta pesquisa ( <i>Dichotomius bicuspis</i> ).....	13
<b>Figura 6</b> - Curva de acumulação de espécies calculada para os Scarabaeinae de mata, capoeira e lavoura em São Domingos-SC, coletados no período de inverno e verão (jul/2011 e dez/2011).....	17
<b>Figura 7</b> - Similaridade da comunidade de Scarabaeinae (medida pelo índice de Sorensen) entre pontos de coleta dentro das três áreas amostradas: mata capoeira e lavoura.....	18
<b>Figura 8</b> - Similaridade da comunidade de Scarabaeinae (medida pelo	

índice de similaridade de Bray Curtis) entre pontos de coleta dentro das três áreas amostradas: mata, capoeira e lavoura.....	19
---	----

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela I</b> - Lista de espécies de besouros copro-necrófagos da subfamília Scarabaeinae coletados em São Domingos/SC e abundância de indivíduos por estação do ano: Inverno (julho) e Verão (dezembro) de 2011.....	12
<b>Tabela II</b> - Lista das espécies de besouros copro-necrófagos da subfamília Scarabaeinae que apresentaram mais de 10 indivíduos coletados em São Domingos/SC em armadilhas de fezes (coprófagos) e de carne em decomposição (necrófagos) em coletas realizadas durante o inverno (julho) e o verão (dezembro) de 2011.....	14
<b>Tabela III</b> - Besouros copro-necrófagos da subfamília Scarabaeinae coletados em São Domingos/SC e abundância de indivíduos em três ambientes dentro da Fazenda São Domingos/SC: M = mata C = capoeira e L = lavoura, em coletas realizadas durante o inverno (julho) e o verão (dezembro) de 2011.....	15
<b>Tabela IV</b> - Medidas ecológicas da comunidade de Scarabaeinae nos ambientes de mata, capoeira e lavoura na Fazenda São Domingos/SC.....	16

## SUMÁRIO

<b>AGRADECIMENTOS.....</b>	<b>iv</b>
..	
<b>RESUMO.....</b>	<b>v</b>
.	
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>vi</b>
..	
<b>LISTA</b>	<b>DE vii</b>
<b>FIGURAS.....</b>	
<b>LISTA</b>	<b>DE viii</b>
<b>TABELAS.....</b>	
<b>SUMÁRIO.....</b>	<b>ix</b>
...	
<b>1.</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	
<b>2.</b>	<b>5</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	
<b>3.</b>	<b>E 6</b>
<b>MATERIAIS</b>	

<b>MÉTODOS.....</b>	
<b>3.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....</b>	<b>6</b>
<b>3.2. AMOSTRAGEM DE BESOUROS ESCARABEÍNEOS.....</b>	<b>8</b>
<b>3.2.1. TÉCNICAS DE CAPTURA.....</b>	<b>8</b>
<b>3.2.2. ÉPOCAS DE COLETA.....</b>	<b>9</b>
<b>3.3. TRIAGEM E IDENTIFICAÇÃO DE ESPÉCIES.....</b>	<b>9</b>
<b>4. ANÁLISES DE DADOS.....</b>	<b>10</b>
<b>4.1. MEDIDAS ECOLÓGICAS.....</b>	<b>10</b>
<b>4.2. ANÁLISES DE COMPARAÇÃO ENTRE ÁREAS DE COLETA.....</b>	<b>10</b>
<b>5. RESULTADOS.....</b>	<b>11</b>
<b>5.1. MEDIDAS ECOLÓGICAS.....</b>	<b>11</b>
<b>5.2. COMPARAÇÃO ENTRE ÁREAS DE COLETA.....</b>	<b>14</b>
<b>6. DISCUSSÃO.....</b>	<b>20</b>
<b>7. CONCLUSÃO.....</b>	<b>24</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>25</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, os estados da região sul do Brasil vêm sofrendo devastações em sua cobertura vegetal nativa e atualmente apresentam apenas alguns fragmentos remanescentes de florestas em diferentes graus de conservação, circundados por áreas de terras cultivadas ou pastagens. As condições ambientais em uma floresta são bastante diferentes daquelas de uma área aberta e a destruição dos ambientes naturais para a criação de pastagens ou monoculturas tem provocado alterações, ocasionando mudanças na estrutura e na composição das comunidades, que sofrem perda de espécies não adaptadas às novas condições ambientais (MEDRI & LOPES, 2001). Assim, a sobrevivência de uma espécie dentro de um fragmento fica restrita à sua capacidade de suportar grandes flutuações demográficas, genéticas, gerando várias alterações populacionais e no nível de relações com outras espécies (DAVIS et al., 2000).

A partir de meados do século XX a grande maioria dos sistemas agropecuários, tem se caracterizado pela monocultura e práticas intensivas com grande aporte de insumos externos. Como consequência imediata, ressalta-se a perda de biodiversidade, empobrecimento dos solos e contaminação das águas, bem como a intensa dependência dos agricultores com relação a outros setores da economia. Com a perda da biodiversidade, especialmente dos micro, meso e macroorganismos, os ecossistemas agrícolas perdem seu poder de autorregulação, ocasionando problemas ao sistema de funcionamento destes, causando consequências negativas à produtividade agrícola e à sustentabilidade dos agroecossistemas (MENEZES & AQUINO, 2005).

Áreas com vegetação nativa são constantemente interrompidas por ações antrópicas como pastagens, estradas, reflorestamentos, povoados e principalmente para formação de áreas de cultivo de cereais. Tais explorações propiciam a redução do fluxo de animais nativos, pólen e sementes, sendo as principais consequências da fragmentação de origem biótica a perda da biodiversidade microbiológica do solo, da flora e da fauna, da diversidade genética, redução da densidade ou abundância e alteração da estrutura da vegetação. Assim, um dos principais fatores responsáveis pela extinção de espécies é a fragmentação de ecossistemas, que devido à expansão das atividades agrícolas tem acarretado uma diminuição da biodiversidade da flora e fauna brasileira.

O uso indiscriminado das áreas naturais pelo homem pode colocar em risco de extinção muitas espécies de animais e plantas, algumas delas antes mesmo de serem

estudadas. Ainda que algumas espécies consigam viver em fragmentos pequenos e/ou isolados (DRISCOLL & WEIR, 2005), ocorrem alterações nas interações com outras espécies dentro dos ecossistemas (HALFFTER & ARELLANO, 2002, SPECTOR & AYZAMA, 2003).

O desaparecimento de espécies de vertebrados dos fragmentos florestais tem um efeito em cascata no ecossistema, consequentemente afetando outras guildas de animais e até mesmo processos ecológicos, como a polinização, a dispersão de sementes e a decomposição de excremento (KLEIN, 1989). Entre os animais, os insetos têm sido frequentemente utilizados como indicadores biológicos no monitoramento de alterações ambientais naturais ou antrópicas, devido à sua 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., 2008).

Entre os insetos utilizados como bioindicadores, destacam-se os lepidópteros, himenópteros e coleópteros (THOMAZINI & THOMAZINI, 2000). Besouros detritívoros já foram usados em vários estudos que investigaram os efeitos de perturbação ambiental na diversidade e estrutura florestal (p.ex.: HALFFTER et al., 1992, DAVIS & SUTTON, 1998, McGEOCH et al., 2002; GARDNER et al., 2008; HERNÁNDEZ & VAZ-DE-MELLO, 2009).

Os besouros (ordem Coleoptera), que constituem o maior grupo de animais, com aproximadamente quatrocentas mil espécies conhecidas, distribuídas em mais de cem famílias que ocupam praticamente todos os ambientes, a exceção do marinho, alimentando-se das mais variadas fontes de alimento (GULLAN & CRANSTON, 2005). A ordem Coleoptera (do grego, koleos = estojo; pteron = asa) distingue-se das demais ordens de insetos pela presença das asas anteriores endurecidas, os élitros. Estes, normalmente servem apenas como estojo de proteção (origem do nome da ordem). É a maior ordem da classe Insecta e agrupa os insetos comumente chamados de besouros, que representam 40% de toda a classe Insecta e 30% do reino Animalia ou Metazoa (BORROR & DELONG, 1969). Constitui, dessa forma, o maior grupo de insetos conhecidos, estimando-se que ainda faltam por descrever ainda mais de um milhão de espécies (ERWIN, 1982; BOOTH et al., 1990).

Entre os indivíduos mais conhecidos desta ordem estão os besouros escaravelhos (família Scarabaeidae), os serra-paus (família Cerambycidae), os vaga-lumes (família Lampyridae), os pirilampos (família Elateridae), os gorgulhos (família Curculionidae), as

joaninhas (família Coccinellidae), entre outros. Estes insetos variam em tamanho desde menos de um milímetro até cerca de vinte centímetros de comprimento.

A adaptação dos organismos ancestrais dos Coleoptera a habitats no subsolo favoreceu o aumento da resistência de sua cutícula e, em resposta, aos tipos de alimentos encontrados no subsolo ou superfícies de madeiras, com a retenção de suas peças bucais mastigadoras primitivas (TERRA, 1991). Como foram os primeiros holometábolos (metamorfose completa) a evoluírem, ocuparam grande quantidade de nichos ecológicos, alcançando uma grande adaptação ecológica aos mais diferentes ambientes (EVANS, 1975). Apenas 10% de todas as espécies de besouros conhecidas são aquáticas, desse modo, a maioria das espécies tem grande importância para o ambiente terrestre. Muitos são fitófagos, alimentando-se de partes variadas de vegetais, outros são predadores de outros insetos, alguns são necrófagos (alimentam-se de restos de animais mortos em decomposição), outros se alimentam de bolor ou fungos (micetófagos), outros se alimentam de excrementos de animais (coprófagos), e alguns poucos são parasitas, sendo muitas espécies de grande importância econômica (BORROR & DeLONG, 1969).

Os besouros sofrem metamorfose completa (holometabolía), compreendendo as fases de ovo, larva, pupa e adulto ou imago. A reprodução dos besouros 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). As larvas variam consideravelmente quanto à forma em diferentes famílias e podem sofrer até 15 ecdises (mudas que favorecem o crescimento), transformando-se em pupas, fase em que não se alimentam, e, finalmente, em adultos. A larva escarabeiforme é conhecida popularmente como capitão ou coró, sendo de cor clara, encontrada no solo ou em madeira podre (AZEVEDO & HENNIG, 1986). As larvas e os adultos de Coleoptera usualmente apresentam o mesmo tipo de hábito alimentar, isto é, ambos podem ser herbívoros ou ambos podem ser predadores (CROWSON, 1981). Borrór e DeLong (1969) salientam que o ciclo de vida nessa ordem varia de quatro gerações por ano até uma geração em vários anos; como seus ciclos são geralmente curtos, eles podem multiplicar-se rapidamente estando em condições favoráveis e o inverno pode ser atravessado em qualquer dos estágios do ciclo, dependendo da espécie.

Dentro da família Scarabaeidae, os besouros da subfamília Scarabaeinae se alimentam de matéria orgânica em decomposição e desempenham um papel fundamental no funcionamento dos ecossistemas terrestres, pois estão envolvidos em importantes processos

ecológicos tais como a decomposição, ciclagem de nutrientes e dispersão secundária de sementes, além da regulação de populações de plantas e animais, participando de importantes serviços ambientais (HALFFER & FAVILA, 1993; NICHOLS, 2009). Algumas espécies se alimentam de fezes, sendo chamados de coprófagos e outras de carcaças, chamados necrófagos. Quanto aos coprófagos, destaca-se sua atuação nos ambientes pecuários, uma vez ajudam a decompor e enterrar massas fecais de bovinos que ficariam acumuladas sobre a pastagem acarretando sérios problemas de perda de área para pastoreio do gado. Com este comportamento, ainda atuam como controladores naturais de parasitos bovinos (a mosca-dos-chifres *Haematobia irritans* L. e helmintos) que utilizam massas fecais para a reprodução.

Além disso, os besouros escarabeíneos apresentam sensibilidade a alterações no ambiente e têm sido sugeridos como indicadores ecológicos por responderem rapidamente aos efeitos da destruição, fragmentação e isolamento de florestas tropicais (HALFFTER & FAVILA, 1993; FAVILA & HALFFTER, 1997; DAVIS et al., 2001; NICHOLS et al., 2007; GARDNER et al., 2008; HERNÁNDEZ & VAZ-DE-MELLO, 2009).

Pelo hábito copro-necrófago das espécies, os escarabeíneos também podem indicar uma maior ou menor quantidade de mamíferos nestes ambientes (HALFFTER, 1991), pois a presença desses besouros também pode ser relacionada com a presença de grupos de vertebrados devido à oferta de alimentos, sendo que um decréscimo na densidade e/ou biomassa de vertebrados de grande porte, principalmente mamíferos, presumivelmente leva a um decréscimo no tamanho e biomassa de escarabeíneos (KLEIN, 1989; ESTRADA et al., 1999; VULLINEC, 2002; SILVA et al., 2007; GARDNER et al., 2008). Levando em consideração que os besouros Scarabaeinae refletem a diversidade de outros grupos animais, sendo bons indicadores de biodiversidade (BARLOW et al., 2007) o estudo destas espécies em gradientes ambientais traz importantes informações sobre a conservação da biodiversidade.

Desta forma, assim visando uma melhor compreensão do funcionamento dos ecossistemas, torna-se importante o estudo da fauna de áreas ainda conservadas e de áreas agrícolas próximas, para estudos comparativos.

## **2. OBJETIVOS**

### **Gerais**

O objetivo do trabalho foi realizar uma comparação das espécies de besouros escarabeíneos coletadas em ambientes florestais e de lavouras, gerando informações que levem a um maior entendimento da biodiversidade e situação atual dos ambientes estudados. A variação na abundância, na riqueza e diversidade de espécies são medidas ecológicas utilizadas para descrever e comparar comunidades, sendo que modificações do habitat podem ser refletidas em mudanças nessas medidas.

### **Específicos**

- Identificar as espécies de besouros copro-necrófagos da subfamília Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) encontradas na região de São Domingos, interior do estado de Santa Catarina.
- Fazer um estudo da diversidade e da estrutura das comunidades de escarabeíneos em um gradiente ambiental, desde o interior de um fragmento florestal até a lavoura.
- Contribuir com informações para programas de conservação da biodiversidade do município.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Descrição da área de estudo

O estudo foi realizado na fazenda São Domingos, localizada no município de São Domingos na região oeste do estado de Santa Catarina, entre as latitudes 26°33' e 26° 26' Sul e longitudes 52°31' e 52° 34' Oeste, estando a uma altitude de 635 metros (Figura 1).



Figura 1. Localização do município de São Domingos no estado de Santa Catarina e no Brasil. (Fonte: Wikipédia).

A fazenda São Domingos abrange uma área de aproximadamente 50 hectares de lavoura com alguns fragmentos florestais de Mata Atlântica em diferentes estados de conservação, incluindo áreas de floresta ainda conservada e áreas em regeneração (capoeiras). O clima de São Domingos é mesotérmico úmido com verões quentes e invernos frios, sendo a sua temperatura média anual de 18°C. A pluviosidade total anual é de 1700 a 2000 mm, com as seguintes distribuições: 26% no verão, 24% no outono, 24% no inverno e 26% na primavera. O relevo é constituído de um planalto de superfícies planas, onduladas e montanhosas, de formação basáltica. O solo possui alta fertilidade e alto teor de argila. O município é essencialmente agrícola e se destaca pelo cultivo em grande escala de milho e soja durante o cultivo de verão, já durante o inverno é plantado trigo e aveia. A distribuição do uso atual do solo no Município de São Domingos encontra-se dividida da seguinte

maneira: lavouras permanentes = 3,2%, lavouras temporárias = 66,9%, pastagens naturais = 12,7%, matas naturais = 13,3%, matas cultivadas = 1,9%, áreas inaproveitáveis = 2%. As pastagens cultivadas são feitas em locais onde o solo é utilizado para lavouras temporárias.

A área de coleta tem um tamanho aproximado de 10 hectares de área mista de mata nativa e de lavoura, a qual possui um histórico de uso agrícola de aproximadamente 30 anos. As coletas foram realizadas em três áreas distintas: dentro do fragmento florestal em uma área de mata conservada, dentro da lavoura e em uma área de capoeira, na qual o cultivo foi abandonado aproximadamente 15 anos atrás (Figura 2).



Figura 2- Áreas de amostragem dos besouros escarabeíneos na Fazenda São Domingos durante o ano 2011: “mata”, “capoeira” e “lavoura” (Fonte: Google maps).

Quanto à cobertura vegetal, a mata nativa inclui espécies como pinheiro araucária, cedro, canela, angico, louro, mamica de cadela e outros. A capoeira compreende uma parte intermediária entre a floresta e a lavoura e se caracteriza por apresentar espécies vegetais de pequeno porte, como fumeiro bravo, vassoura e muitas espécies exóticas e grande incidência luminosa. A lavoura é usada permanentemente para cultivo, sendo plantado preferencialmente milho e soja durante o verão e trigo durante o período de inverno.

### 3.2. Amostragem de besouros escarabeíneos

Para cada área de coleta (mata, capoeira e lavoura) foram demarcados cinco pontos de amostragem ao longo de trilhas, equidistantes em 10 m. Em cada ponto foram fixadas duas armadilhas com 10m de distância entre si, uma para captura de espécies necrófagas e outra para espécies coprófagas, totalizando 10 armadilhas em cada área. Os três ambientes nos quais foram realizadas as coletas podem ser observados na Figura 3.



Figura 3 - Ambientes em que foram realizadas as coletas de besouros escarabeíneos por meio de armadilhas de queda: mata (ao fundo da figura); capoeira (à esquerda); lavoura (à direita).

#### 3.2.1. Técnicas de captura

Os besouros foram amostrados através de armadilhas de queda (chamadas também de “pit-fall”), que foram confeccionadas de recipientes plásticos, de 30 cm de diâmetro, enterrados até o nível do solo, contendo água e 2% de detergente líquido neutro, enterrados no solo até a linha da borda e protegidas superficialmente com suas tampas. No meio da abertura do recipiente foram colocados aproximadamente 10 g de isca em uma trouxinha de tecido de voil dependurada por um barbante na tampa do mesmo. A tampa do recipiente plástico é

fixada ao solo por palitos de 25 cm para proteger a isca da chuva, tendo a identificação da armadilha na parte superior (Figura 4). A isca pendurada atrai diversas espécies de acordo com seu hábito alimentar: para as espécies necrófagas foram utilizados aproximadamente 10 g de pedaços de carne em decomposição (mantidas durante quatro dias em recipiente fechado) e para as espécies coprófagas, foram utilizadas aproximadamente 10 g de fezes humanas.

As armadilhas foram iscadas no período da manhã e retiradas após 48 horas.



Figura 4 - Armadilha de queda com isca de atração, montada em campo e utilizada para coleta de besouros escarabeíneos copro-necrófagos.

### **3.2.2. Épocas de coleta**

A coleta foi realizada duas vezes no ano de 2011, no período de inverno foi realizada na segunda quinzena do mês de julho e no período de verão, na segunda quinzena do mês de dezembro. Durante a coleta do inverno o cultivo da lavoura era de trigo e durante a coleta de verão o cultivo da lavoura era de soja (ver figura 3).

### **3.3. Triagem e identificação de espécies**

Os insetos capturados foram recolhidos de cada armadilha separadamente em embalagens plásticas apropriadas, marcadas com os dados da coleta (mês, área, ponto de coleta e isca) e conservados em álcool 70% para posterior triagem no laboratório.

As espécies foram levadas ao Laboratório de Ecologia Terrestre Animal (LECOTA) da Universidade Federal de Santa Catarina em duas visitas científicas à Coleção Entomológica, em setembro de 2011 e janeiro de 2012, onde foram identificadas até o nível de espécie. O material da armadilha de queda foi triado, separadas as espécies de besouros

escarabeíneos e montados os indivíduos em alfinetes entomológicos. Os besouros foram secos em estufa durante dois dias a 45°C e posteriormente foram depositados na Coleção Entomológica do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina. As identificações das espécies foram confirmadas pelo principal taxonomista do grupo no Brasil, Dr. Fernando Vaz-de-Mello da universidade de Mato Grosso, em visita científica à Coleção realizada em fevereiro de 2012.

Cada indivíduo foi devidamente identificado com duas etiquetas, uma com seus dados de captura (local, data e nome do coletor) e outra com uma numeração em sequência. As informações de cada indivíduo foram incorporadas a uma planilha do Microsoft Excel para montar o banco de dados com numeração, identificação, coletor, mês de coleta, área de coleta, número da armadilha e isca de atração.

## **4. ANÁLISES DE DADOS**

### **4.1. Medidas ecológicas**

A descrição da comunidade foi realizada inicialmente a partir da composição taxonômica das espécies. Características das espécies foram apresentadas, como abundância ao longo do ano e preferência alimentar das espécies mais abundantes. Posteriormente, a comunidade de cada ambiente amostrado foi descrita a partir de medidas ecológicas como: riqueza de espécies, abundância de indivíduos de cada espécie e índices de diversidade, que revelam o número de espécies em relação à abundância relativa de cada espécie. Esses índices aumentam à medida que o número de espécies é maior em relação ao número total de indivíduos em um hábitat determinado.

### **4.2. Análises de comparação entre áreas de coleta**

As coletas realizadas nos três ambientes foram comparadas a partir da composição e da abundância das espécies coletadas em cada uma das áreas através de índices de similaridade. Para esta comparação 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. Estas análises foram realizadas no programa Primer 6β.

## 5. RESULTADOS

### 5.1. Medidas ecológicas

Foram coletados 729 espécimes da subfamília Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) na Fazenda São Domingos, São Domingos-SC. Esses indivíduos se encontram distribuídos taxonomicamente em 25 espécies de 11 gêneros (Tabela I). Destas, somente seis espécies não puderam ser identificadas a nível específico.

Durante o inverno foram coletados 64 indivíduos de 11 espécies, no entanto na coleta de verão a abundância aumentou em mais de 10 vezes e a riqueza em mais do dobro, já que foram coletados 665 indivíduos de 24 espécies. Das 25 espécies coletadas no total, somente a espécie *Canthidium* sp. 1 não foi coletada durante o verão, sendo uma espécie rara, que apresentou um único indivíduo no inverno (Tabela I).

As espécies mais abundantes foram: *Canthon chalybaeus* com 251 indivíduos e *Ontherus sulcator* com 202 indivíduos, representando respectivamente 34,4% e 27,7% do total de indivíduos coletados (Figura 5). Pode-se observar que estas duas espécies possuem forte dominância, representando juntas mais de 60% do total de indivíduos capturados. A terceira e quarta espécies mais abundantes foram *Onthophagus* aff. *hirculus* com 65 indivíduos (8,9%) e *Canthon latipes* com 47 indivíduos (6,4%).

As espécies mais raras foram *Canthidium moestum*, *Canthidium* sp., *Canthon* sp., *Canthon angularis* e *Dichotomius nisus*, com apenas 1 exemplar de cada espécie e *Canthon* aff. *luctuosus*, *Eurysternus caribaeus*, *Dichotomius bicuspis* (Figura 5), *Ontherus azteca* e *Onthophagus tristis*, com dois ou três indivíduos.

Tabela I. Lista de espécies de besouros copro-necrófagos da subfamília Scarabaeinae coletados em São Domingos/SC e abundância de indivíduos por estação do ano: Inverno (julho) e Verão (dezembro) de 2011.

<b>Espécie</b>	<b>Inverno</b>	<b>Verão</b>	<b>Total</b>
<i>Canthidium aff. trinodosum</i> (Bohenann, 1858)	7	18	25
<i>Canthidium moestum</i> Harold, 1867	0	1	1
<i>Canthidium</i> sp.1	1	0	1
<i>Canthon aff. luctuosus</i> Harold, 1868	0	2	2
<i>Canthon amabilis</i> Balthasar, 1939	0	23	23
<i>Canthon angularis</i> Harold, 1868	0	1	1
<i>Canthon chalybaeus</i> Blanchard, 1845	0	251	251
<i>Canthon latipes</i> Blanchard, 1845	0	47	47
<i>Canthon</i> sp.	0	1	1
<i>Coprophanaeus saphirinus</i> (Sturm, 1826)	0	7	7
<i>Deltochilum brasiliense</i> (Castelnau, 1840)	7	3	10
<i>Deltochilum morbillosum</i> Burmeister, 1848	0	36	36
<i>Dichotomius assifer</i> (Eschscholtz, 1822)	6	3	9
<i>Dichotomius bicuspis</i> (Germar 1824)	0	3	3
<i>Dichotomius mórmon</i> (Ljungh, 1799)	0	2	2
<i>Dichotomius nisus</i> (Olivier, 1789)	0	1	1
<i>Eurysternus caribaeus</i> (Herbst, 1789)	1	1	2
<i>Eurysternus parallelus</i> Castelnau, 1840	0	4	4
<i>Ontherus azteca</i> Harold, 1869	1	2	3
<i>Ontherus sulcator</i> (Fabricius, 1775)	2	200	202
<i>Onthophagus aff. Hirculus</i> Mannerheim, 1829	22	43	65
<i>Onthophagus tristis</i> Harold, 1873	1	2	3
<i>Sulcophanaeus menelas</i> (Laporte 1840)	13	7	20
<i>Trichillum externepunctatum</i> Borre, 1886	0	4	4
<i>Uroxys</i> sp.1	3	3	6
<b>Total de indivíduos</b>	<b>64</b>	<b>665</b>	<b>729</b>

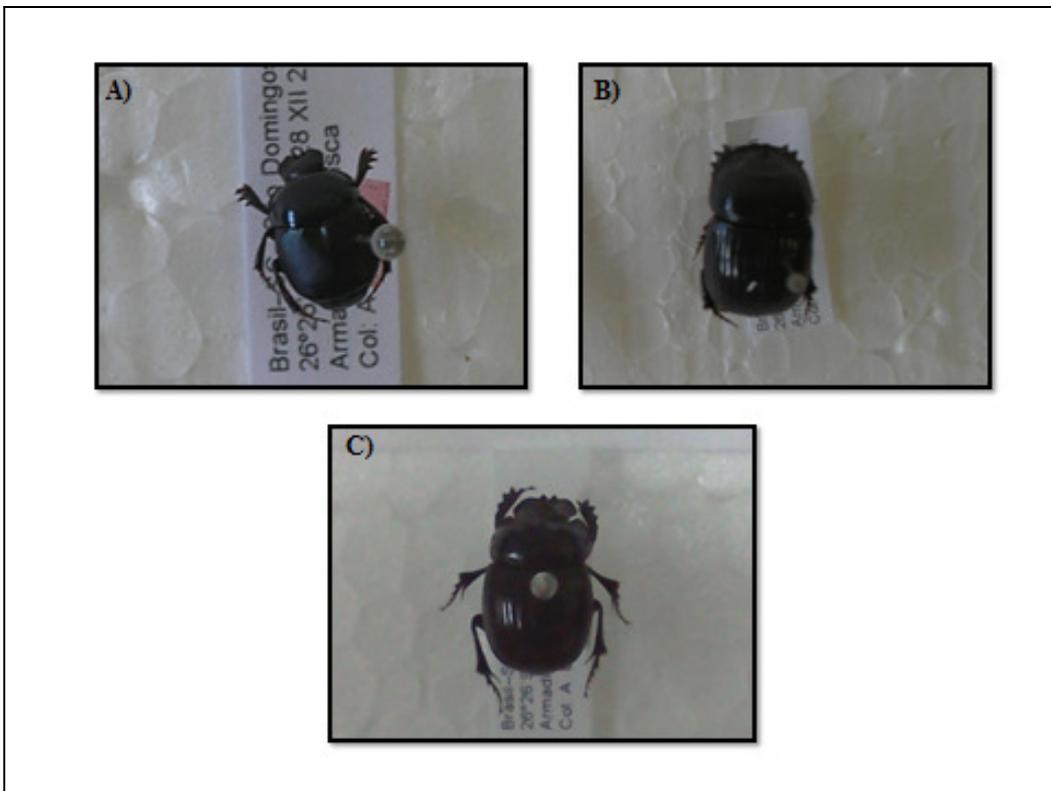


Figura 5 - Fotos das duas espécies mais abundantes (A) *Canthon chalybaeus* e (B) *Ontherus sulcator* e de uma espécie rara (C) *Dichotomius bicuspis*.

As armadilhas para insetos coprófagos atraíram 503 indivíduos, ou seja, 69% do total. Já os necrófagos totalizaram 226 indivíduos, representando 31% dos insetos coletados. As nove espécies que tiveram uma abundância mínima de 10 indivíduos puderam desta forma ser classificadas de acordo com seu hábito alimentar. Assim, as espécies preferencialmente coprófagas foram: *Canthon latipes*, *Ontherus sulcator*, *Onthophagus aff. hirculus* e *Sulcophanaeus menelas*. A única espécie necrófaga foi *Canthon amabilis*; já as espécies generalistas foram *Canthon chalybaeus*, *Deltochilum morbillosum*, *Deltochilum brasiliense* e *Canthidium aff. trinodosum*. Portanto, apenas cinco espécies, dentre as 25 encontradas ao longo das coletas, foram atraídas preferencialmente por um tipo de alimento, totalizando como especialistas um percentual de 20% das espécies (Tabela II).

Tabela II. Espécies de besouros da subfamília Scarabaeinae que apresentaram mais de 10 indivíduos coletados em São Domingos/SC durante o ano de 2011 em armadilhas de fezes e de carne em decomposição e sua classificação em relação à preferência alimentar.

<b>Espécie</b>	<b>Fezes</b>	<b>Carne</b>	<b>Preferência</b>
<i>Ontherus sulcator</i>	201	1	coprófago
<i>Onthophagus aff. hirculus</i>	65	0	coprófago
<i>Canthon latipes</i>	47	0	coprófago
<i>Sulcophanaeus menelas</i>	18	2	coprófago
<i>Canthon amabilis</i>	1	22	necrófago
<i>Canthon chalybaeus</i>	102	149	generalista
<i>Deltochilum morbillosum</i>	6	30	generalista
<i>Deltochilum brasiliense</i>	7	3	generalista
<i>Canthidium aff. trinodosum</i>	20	5	generalista

## 5.2. Comparação entre áreas de coleta

A distribuição das espécies nas áreas de coleta incluindo o fragmento de Mata Atlântica, a capoeira e a lavoura da Fazenda São Domingos, mostrou que *Canthidium aff. trinodosum*, *Canthon chalybaeus*, *Dichotomius bicuspis*, *Eurysternus parallelus*, *Ontherus azteca* e *O. sulcator* foram espécies generalistas em relação ao uso do hábitat, se encontrando tanto no ambiente da lavoura, da capoeira e da mata. Já as espécies *Canthidium moestum*, *Canthidium sp1*, *Canthon sp.* e *Dichotomius nisus* foram encontradas somente dentro da lavoura e a espécie *Canthon angularis* foi encontrada somente na capoeira. Outras três espécies se encontravam tanto na lavoura como na capoeira: *Onthophagus aff. hirculus*, *Sulcophanaeus menelas* e *Trichillum externepunctatum* (Tabela III).

As espécies exclusivas do fragmento de mata conservada somaram 10 espécies, as quais foram: *Canthon aff. luctuosus*, *C. amabilis*, *C. latipes*, *Coprophanaeus saphirinus*, *Deltochilum brasiliense*, *Dichotomius assifer*, *Dichotomius mormon*, *Eurysternus caribaeus*, *Onthophagus tristis* e *Uroxys sp1* (Tabela III).

Tabela III. Besouros copro-necrófagos da subfamília Scarabaeinae coletados em São Domingos/SC e abundância de indivíduos em três ambientes dentro da Fazenda São Domingos/SC: M = mata, C = capoeira e L = lavoura, em coletas realizadas durante o inverno (julho) e o verão (dezembro) de 2011.

<b>Espécie</b>	<b>M</b>	<b>C</b>	<b>L</b>	<b>TOTAL</b>
<i>Canthidium aff. trinodosum</i>	5	17	3	25
<i>Canthidium moestum</i>	0	0	1	1
<i>Canthidium sp.</i>	0	0	1	1
<i>Canthon aff. luctuosus</i>	2	0	0	2
<i>Canthon amabilis</i>	23	0	0	23
<i>Canthon angularis</i>	0	1	0	1
<i>Canthon chalybaeus</i>	11	165	75	251
<i>Canthon latipes</i>	47	0	0	47
<i>Canthon sp.</i>	0	0	1	1
<i>Coprophanaeus saphirinus</i>	7	0	0	7
<i>Deltochilum brasiliense</i>	10	0	0	10
<i>Deltochilum morbillosum</i>	35	1	0	36
<i>Dichotomius assifer</i>	9	0	0	9
<i>Dichotomius bicuspis</i>	1	1	1	3
<i>Dichotomius mormon</i>	2	0	0	2
<i>Dichotomius nisus</i>	0	0	1	1
<i>Eurysternus caribaeus</i>	2	0	0	2
<i>Eurysternus parallelus</i>	1	2	1	4
<i>Ontherus azteca</i>	1	1	1	3
<i>Ontherus sulcator</i>	12	115	75	202
<i>Onthophagus aff. hirculus</i>	0	31	34	65
<i>Onthophagus tristis</i>	3	0	0	3
<i>Sulcophanaeus menelas</i>	0	10	10	20
<i>Trichillum externepunctatum</i>	0	2	2	4
<i>Uroxys sp.</i>	6	0	0	6
<b>Total de indivíduos</b>	<b>177</b>	<b>346</b>	<b>206</b>	<b>729</b>

As medidas ecológicas das comunidades provenientes dos três ambientes estão apresentadas na Tabela IV, onde é possível observar que o número de indivíduos foi maior na capoeira, com 346 indivíduos distribuídos em 11 espécies. Embora o número de indivíduos na mata tenha sido o menor de todos (177 indivíduos coletados) o número de espécies foi maior, apresentando 17 espécies, das quais 10 foram restritas a esta área. Estes resultados levaram a obter índices de diversidade (Shannon e Simpson) e de equitabilidade (Pielou) muito maiores na área de mata (ver Tabela IV).

Tabela IV. Medidas ecológicas da comunidade de Scarabaeinae nos ambientes de mata, capoeira e lavoura na Fazenda São Domingos/SC.

	<b>Mata</b>	<b>Capoeira</b>	<b>Lavoura</b>
Número de Indivíduos	177	346	206
Número de Espécies	17	11	13
Índice de Diversidade Shannon	2,26	1,31	1,47
Índice de Diversidade Simpson	0,86	0,65	0,71
Índice de Equitabilidade de Pielou	0,80	0,55	0,57

A curva de acumulação de espécies, realizada a partir da riqueza de espécies por ponto amostral, indica uma certa suficiência amostral. A curva mostra que as coletas conseguiram abranger uma grande parte das espécies existentes na área e provavelmente coletas futuras deverão registrar um número pequeno de novas espécies (Figura 5). Nesta figura também é possível observar que a riqueza total de espécies na área de mata (S=17) foi maior do que a riqueza nas áreas de capoeira (S=11) e de lavoura (S=13).

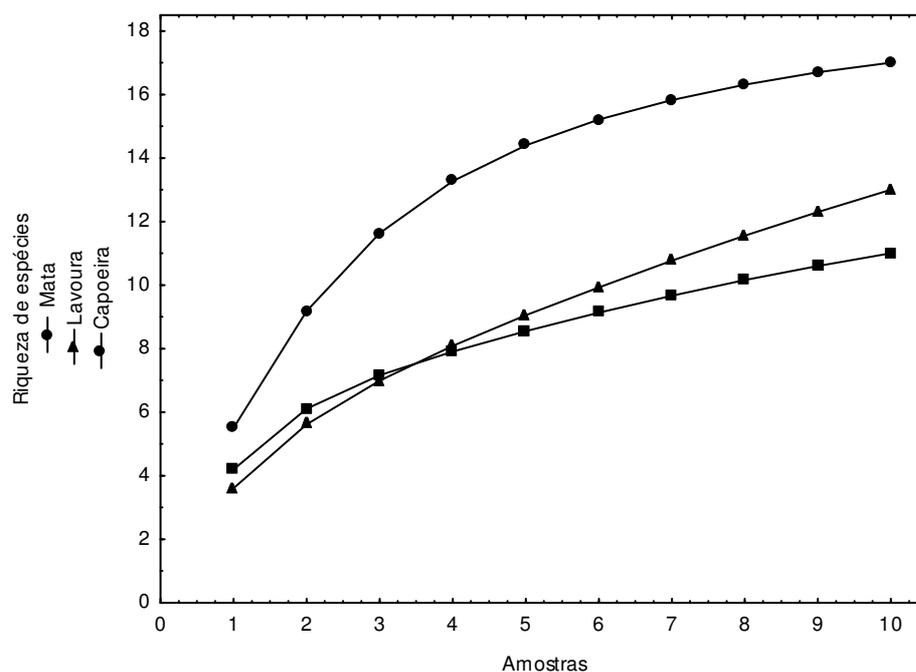


Figura 6 - Curva de acumulação de espécies calculada para os Scarabaeinae de mata, capoeira e lavoura em São Domingos-SC, coletados no período de inverno e verão (jul/2011 e dez/2011).

Obs: na legenda “capoeira” deve ser representada por quadrado

A análise de comparação das comunidades provenientes das três áreas de coleta, realizada através do índice de similaridade de Sorensen, mostrou que a lavoura e a capoeira têm uma semelhança de 75% nas suas espécies. Já a comunidade da mata se assemelha somente em 40% com a lavoura e 50% com a capoeira. Fazendo a análise de similaridade através do índice de Bray-Curtis, que leva em conta o número de indivíduos de cada espécie, foi observado um padrão similar, no qual a lavoura e a capoeira apresentaram uma semelhança de 81,6% nas suas comunidades e a mata se assemelhou somente em 27,8% com a lavoura e 32,4% com a capoeira.

Analisando a similaridade de Sorensen entre as comunidades provenientes dos diferentes pontos de coleta dentro de cada área, pode-se observar na figura 7, que a comunidade de Scarabaeinae da mata é muito diferente das demais existentes, tanto nas áreas de lavoura como de capoeira, as quais são mais parecidas entre si. No gráfico se observa a formação de dois grupos, um deles é composto exclusivamente pelos cinco pontos de coleta dentro da mata, ou seja, pelas espécies da mata; o outro grupo é composto pelos insetos provenientes das áreas de lavoura e capoeira, misturados. Isto mostra que os insetos da mata

em geral não vão para as áreas abertas e que os insetos de áreas abertas não vão em geral à área de mata, sendo bastante restritos daqueles ambientes.

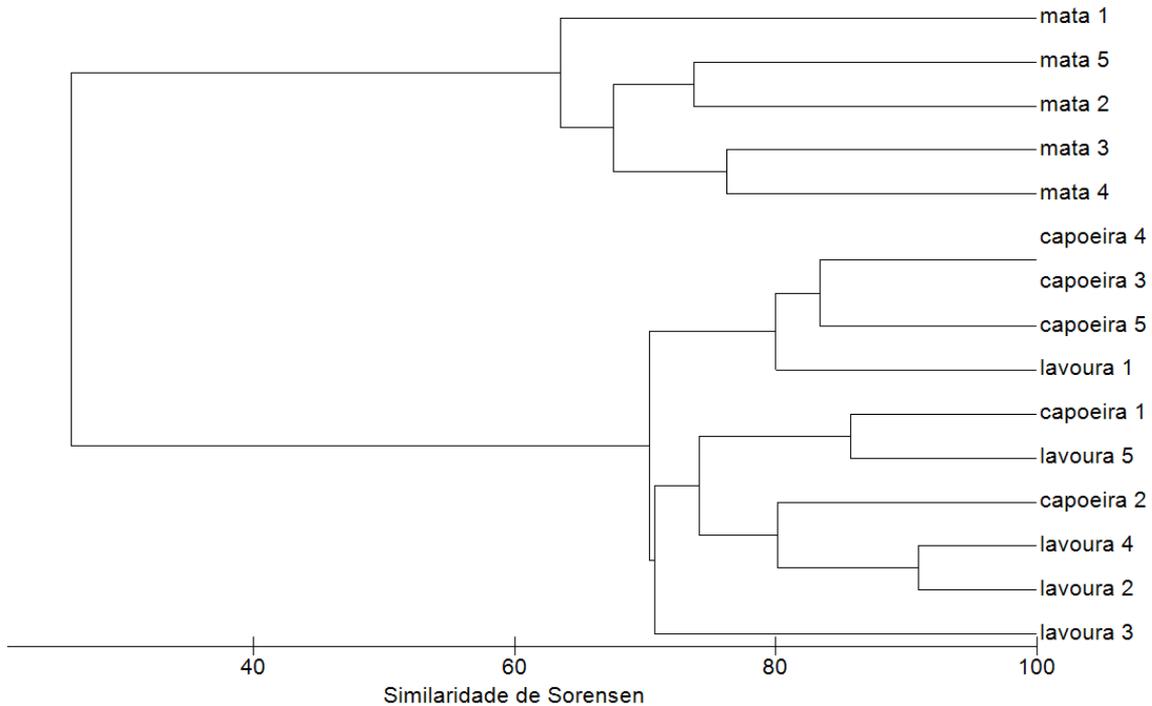


Figura 7 - Similaridade da comunidade de Scarabaeinae (medida pelo índice de Sorensen) entre pontos de coleta dentro das três áreas amostradas: mata capoeira e lavoura.

Para comparar a semelhança das amostras do número de indivíduos por espécie em cada área amostral foi realizada uma análise de agrupamento a partir da medida de Bray-Curtis, levando em conta a abundância relativa das espécies, ou seja, quantos indivíduos de cada espécie foram coletados em cada ponto. O dendrograma da figura 8 mostra também a formação de dois grandes grupos, novamente um deles formado pelas comunidades da mata e outro pelas comunidades da capoeira e lavoura.

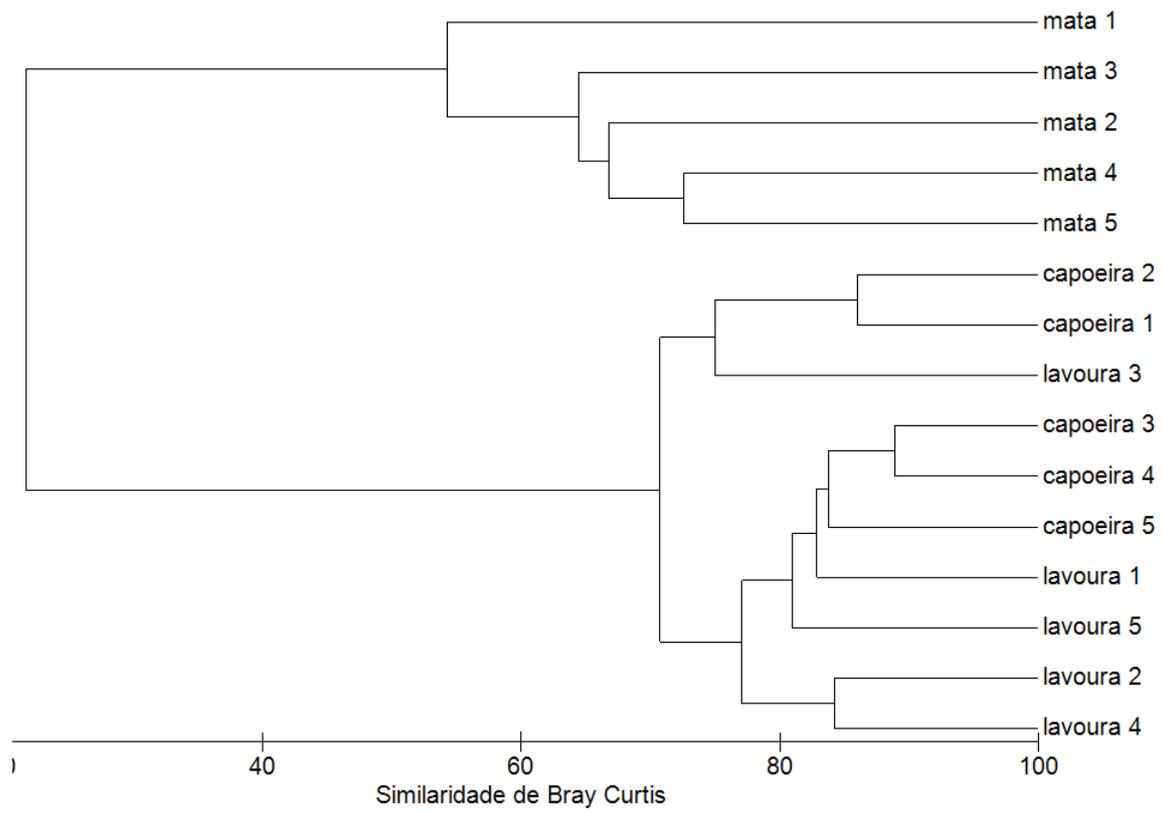


Figura 8 - Similaridade da comunidade de Scarabaeinae (medida pelo índice de similaridade de Bray Curtis) entre pontos de coleta dentro das três áreas amostradas: mata, capoeira e lavoura.

## 6. DISCUSSÃO

Os esforços para a conservação da Mata Atlântica enfrentam grandes desafios, já que ela é caracterizada pela grande diversidade de espécies e alto grau de endemismo. A retirada da cobertura vegetal para a utilização de áreas para agricultura, pastagens e ocupação humana ao longo dos anos causou a destruição da maior parte deste bioma, restando hoje, cerca de 8% de sua área original, o que provocou sua classificação como um dos 34 *hotspots* mundiais (Conservation International do Brasil, 2005), isto é, as regiões mais ricas e ameaçadas do planeta. Estas áreas abrigam mais de 60% de todas as espécies terrestres.

O Brasil possui uma das biodiversidades mais ricas do mundo, as maiores reservas de água doce do planeta e um terço das florestas tropicais que ainda restam, embora elas tenham sido degradadas de forma dramática. Com estimativas conservadoras, contem mais de 13% da biota mundial (LEWINSOHN & PRADO, 2005), o que inspira o conceito de um país megadiverso (MITTERMEIER et al., 1997), com suas 530 espécies identificadas de mamíferos, 60 mil espécies de plantas e 765 espécies de anfíbios.

No presente trabalho, do total de indivíduos coletados da subfamília Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) identificaram-se 25 espécies de 11 gêneros diferentes, demonstrando a grande diversidade ainda existente naquela área, tendo em vista a alta fragmentação e modificação dos habitats a partir de várias atividades humanas. Grandes áreas de habitats não perturbados são divididos em áreas menores, isoladas umas das outras por cidades, estradas e áreas agrícolas. A perturbação gerada pela fragmentação pode modificar a comunidade original de várias formas, usualmente com efeitos sobre a riqueza e a composição de espécies. Essas mudanças têm efeitos sobre as taxas de decomposição das fezes (KLEIN, 1989).

Nas últimas décadas, a perda e a fragmentação de habitats alteraram seriamente a maior parte da Mata Atlântica, levando à extinção local de muitas espécies. Os impactos ambientais diretos como, destruição, exaustão de recursos, alteração de regimes de incêndio, contaminação das águas, ações humanas não sustentáveis, poluição, urbanização, turismo, resultam na perda da biodiversidade ao longo de toda a região tropical. A conversão agrícola para soja e a criação de gado em larga escala ainda são sua maior ameaça (KLINK & MACHADO, 2005), vale lembrar que o desmatamento é uma das principais causas da desertificação que vem afetando seriamente várias regiões do país, incluindo o sul. A

perturbação gerada pela fragmentação pode modificar a comunidade original de varias formas, usualmente com efeitos sobre a riqueza e a composição de espécies. O processo de ocupação do espaço geográfico do estado de Santa Catarina condicionou uma intensa pressão sobre os seus recursos florestais, restando atualmente fragmentos, reduzidos e isolados. O uso pelo ser humano das áreas naturais tem colocado em risco de extinção muitas espécies de animais e plantas.

Dentre os insetos, pode-se notar que a composição da comunidade de besouros copro-necrófagos encontrados no fragmento de Mata Atlântica amostrado da Fazenda São Domingos, difere bastante das espécies encontradas nos fragmentos de capoeira e lavoura, comparadas nesta pesquisa. Podem-se observar espécies que são exclusivas das áreas internas dos fragmentos e que estão, portanto, bastante ameaçadas devido o aumento do tamanho das lavouras e a mecanização das áreas, o que faz com que as extensões de Mata Atlântica se tornem cada vez menores e mais sujeitas a modificações.

O número de espécies de besouros encontradas nas áreas de lavoura e capoeira foi relativamente alto quando comparado com o número de indivíduos encontrados no fragmento de Mata Atlântica. Foram 552 indivíduos de lavoura e capoeira (L=206/C=346), contra 177 encontrados no fragmento de mata, porém, o que se pode notar mais claramente é que o número de espécies coletadas é em geral diferente. Foram identificadas 13 espécies de besouros na lavoura, 11 na capoeira e 17 espécies na mata. Destas 17 espécies, 10 delas foram exclusivas da área de Mata Atlântica. Isto comprova a importância que os fragmentos conservados representam para as comunidades de besouros escarabeíneos, assim como para outras espécies que possam estar relacionadas a estes. O estudo de Andresen (2003) mostra que a dispersão secundária e o enterro de sementes também são influenciados pelos rola-bostas, com potenciais efeitos de longo alcance sobre a manutenção ou regeneração da mata.

Se compararmos as espécies exclusivas dos outros ambientes, como as espécies exclusivas de lavoura que foram quatro espécies: *Canthidium moestum*, *Canthidium* sp.1, *Canthon* sp. e *Dichotomius nisus*, e de capoeira que foi apenas *Canthon angularis*, fica ainda mais evidente a importância destes fragmentos conservados. Tanto o índice de Diversidade Shannon quanto o índice de Diversidade Simpson foram maiores na área de mata, confirmando este padrão.

De modo geral, qualquer espécie “indica” a existência de um conjunto particular de condições ambientais às quais se adaptou ao longo do processo evolutivo e que, a principio, seriam as ideais em seu habitat original. As perturbações antrópicas que são impostas aos

sistemas naturais levam à destruição do conjunto das condições ideais para muitos organismos, que podem responder de diversas maneiras, desde com indiferença até eliminação total (BROWN, 1991; MEFFE & CARROLL, 1997). Sendo assim, algumas espécies são usadas como bioindicadores. McGeoch (1998) define indicador biológico como uma espécie, ou grupo de espécies, que apresenta alguma das seguintes características: a) indica o estado biótico ou abiótico de um ambiente (indicador ambiental); b) representa o impacto da mudança ambiental em um habitat, comunidade ou ecossistema (indicador biológico); e c) indica a diversidade de um subconjunto taxonômico, ou de toda a diversidade, dentro de uma área (indicador de biodiversidade).

Diversos invertebrados, particularmente insetos, vêm sendo usados com sucesso em estudos de bioindicação em ambientes terrestres e dentre estes se destacam algumas famílias de besouros (BROWN, 1991; BROWN & FREITAS, 2000 a, b, 2003; PEARSON & CASSOLA, 1992; CLARKE & SAMWAYS, 1996; AGOSTI et al., 2000; FREITAS et al., 2003). Os Coleópteros possuem características que os qualificam como grupo apropriado para estudos ecológicos: grande riqueza de espécies, ampla distribuição geográfica, alta abundância durante todo ano e a representação em quase todos os grupos tróficos (MORRIS, 1980; GASTON et al., 1992; MARINONI & DUTRA, 1997; DIDHAM et al., 1998; CARLTON & ROBINSON, 1998). Além disso, em muitas espécies as larvas usam ambientes e alimentos diferentes dos adultos (BROWN & FREITAS 2002), fazendo dos Coleoptera um bom grupo indicador de diferentes compartimentos do sistema e importante para os estudos que tratam da diversidade ambiental através de comunidades (MARINONI, 2001).

A especificidade pelo habitat torna as espécies dessa família vulneráveis à fragmentação, fazendo com que a comunidade de cada fragmento apresente estrutura distinta em função das características ambientais bióticas e abióticas (HALFFTER et al., 1992). Klein (1989) observou um gradiente decrescente de diversidade de espécies desde floresta continua até áreas de 1 hectare, associando este padrão aos efeitos de fragmentação florestal. Dentre os fatores influenciando este padrão estão a extinção local de aves e mamíferos (provedores de recursos alimentares para muitas espécies), que é maior em fragmentos pequenos, e alterações no microclima dos fragmentos, que estariam afetando diretamente a sobrevivência de adultos e imaturos. Tal efeito pode ser observado nos dados apresentados nesta pesquisa, onde a área de mata obteve um número de espécies e uma diversidade maior que em qualquer outro ambiente.

O comportamento sazonal dos insetos coletados mostra variações na abundância relacionadas ao clima e estações do ano, mostrando que a temperatura influencia nas variações da comunidade, sendo a maioria das espécies mais abundantes no verão, como é o caso de *Canthon amabilis*, que apresentou 23 exemplares no verão e nenhuma no inverno, *Canthon chalybaeus* com 251 indivíduos no verão e nenhum no inverno, *Ontherus sulcator* com 200 indivíduos coletados no verão contra 2 indivíduos da coleta de inverno, entre outras espécies.

A paisagem criada pela fragmentação raramente é planejada para considerar o isolamento, o tamanho da área e o formato dos remanescentes, bem como efeitos de borda e outros processos que possam alterar a riqueza de espécies. Conseqüentemente, a paisagem resultante é formada por várias manchas de vegetação, com diferentes áreas imersas em uma matriz de áreas modificadas e com diferentes graus de isolamento entre elas (ver Figura 2, mostrando as pequenas frações de Mata Atlântica ainda existente no meio das áreas agrícolas).

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 JUNIOR, 2002). A borda cria novas condições, tais como o aumento da luminosidade, a redução da umidade e a maior exposição ao vento e a radiação solar, com efeitos diretos e indiretos sobre a comunidade biológica, o que explicam as mudanças observadas na estrutura e na comunidade da floresta, bem como na mortalidade das árvores (KINDEL, 2001).

Luigi (2004) afirma que quando maiores quantidades de luz atingem o interior do fragmento florestal, a umidade decresce rapidamente e a temperatura interna se eleva. A insolação passa a atingir estratos vegetais outrora protegidos. Uma maior insolação no interior do novo fragmento propicia uma rápida colonização de suas bordas por espécies mais adaptadas às novas condições microclimáticas impostas. Invariavelmente, um processo de sucessão ecológica é desencadeado no interior do fragmento florestal. No presente trabalho este padrão foi observado quando comparadas as comunidades provenientes das três áreas, já que as comunidades da capoeira e da lavoura foram muito mais semelhantes entre si do que com a comunidade do interior da mata. Tais conceitos podem explicar o aparecimento de

várias espécies em grande número na área de capoeira e na lavoura e em quantidades bem menores na mata.

## 7. CONCLUSÕES

Constatou-se que as comunidades de Scarabaeinae das áreas de mata foram diferentes das áreas de lavoura e capoeira, apresentando espécies próprias. Assim também verificou-se que existe uma alta diversidade de besouros copronecrófagos nas regiões de mata, sendo muitos deles de importância ecológica para a manutenção destes ecossistemas, já que atuam em diversos benefícios para a manutenção dos ciclos de regeneração, como aeração do solo e dispersão secundária de sementes. A grande ocorrência de determinadas espécies, como *Canthon chalybeus* e *Ontherus sulcator*, auxiliam na ciclagem de nutrientes e podem vir a proporcionar alimento para níveis tróficos superiores.

A realização deste estudo contribuiu para o conhecimento da fauna dos Coleoptera de solo de regiões onde era anteriormente desconhecida, deixando subsídios para futuros trabalhos sobre possíveis indicadores ambientais, por apresentarem sensibilidade a alterações no ambiente e serem excelentes indicadores ecológicos ao responderem rapidamente aos efeitos da destruição, fragmentação e isolamento de florestas tropicais. Assim, visando uma melhor compreensão do funcionamento dos ecossistemas, torna-se importante o estudo comparativo da fauna de áreas ainda conservadas e de áreas agrícolas próximas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTI, D., J.D. MAJER, L. E. ALONSO & T.R. SCHULTZ. EDS. 2000. *Ants. Standard methods for measuring biodiversity*. Smithsonian Institution Press, Washington & London, 280 p.
- ANDRESEN, E. 2003. Effect of forest fragmentation on dung beetle communities and functional consequences for plant regeneration. *Ecography* 26: 87-97.
- BOOTH, R.G.; COX, M.L.; MADGE, R.B. **III Guides to insects of importance to man: 3. Coleoptera**. London: International Institute of Entomology / The Natural History Museum, 1990. 384 p.
- BORROR, D.J.; DELONG, D.M. **Introdução ao estudo dos insetos**. São Paulo: E. Blücher, 1969. 653 p.
- BOSCHILIA, C. **Minimanual compacto de biologia: teoria e prática**. São Paulo: Rideel, 2001. 440 p.
- BOTES JV, A. 2002. The verification and application of bioindicators: a case study of dung beetles in a savanna ecosystem. **Journal of Applied Ecology** 39: 661-672.
- BROWN JR., K.S. 1991. **Conservation of neotropical environments: Insects as indicators**. pp. 349-404. In Collins, N. M. & J. A. Thomas (eds). *The conservation of insects and their habitats*. Academic Press London.
- BROWN JR., K.S. & A.V.L. FREITAS. 2000a. Diversidade de Lepidoptera em Santa Tereza, Espírito Santo. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, Nova Série., 11/12: 71-116.
- BROWN JR., K.S. & A.V.L. FREITAS. 2000b. Atlantic forest butterflies: indicators for landscape conservation. **Biotropica** 32 (4b): 934-956.
- BROWN JR., K.S. & A.V.L. FREITAS. 2002. **Diversidade biológica no alto jurua: avaliação, causas e manutenção**. pp. 33-42, pranchas 13-16. In Carneiro da Cunha, M. M & M. B. Almeida (orgs.). *Enciclopédia da floresta. O Alto Juruá: praticas e conhecimentos das populações*. Companhia das letras, São Paulo.
- BROWN JR. K.S. & A.V.L. FREITAS. 2003. Butterfly communities of urban forest fragments in Campinas, São Paulo, Brazil: Structure, instability, environmental correllats in Campinas, São Paulo, Brazil: **Journal of insect Conservation** 6: 217-231.
- CARLTON, C.E. & H.W. ROBINSON. 1998. Diversity of litter-dwelling beetles in the Ouachita higlands of Arkansas, USA (Insecta: Coleoptera). **Biodiversity and Conservation** 7: 1589-1605.

- CASTRO JR, E. (2002) “Valor indicador da fauna de Macro artrópodes Edáficos em fragmentos primários e secundários do Ecossistema de Floresta de Tabuleiros, ES. Rio de Janeiro:UFRJ.2002.
- CÂMARA, I. DE G. 1991. **Plano de ação para a mata atlântica**. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 152p.
- CLARK, T. E. & M. J. SAMWAYS. 1996. Dragonflies (Odonata) as indicators of biotope quality in the Krüger National Park, South Africa. **Journal of Applied Ecology** 33: 1001-1012.
- DALE, V. H.; BEYELER, S. C. 2001. Challenges in the development and use of ecological indicators. **Ecological Indicators** 1(1): 3-10.
- DAVIS, A.J.; J. D. HOLLOWAY; H. HUIJBREGTS; J. KRIKKEN; A.H. KIRK– SPRIGGS; S. L. SUTTON. 2001. Dung beetles as indicators of change in the forests of northern Borneo. **Journal of Applied Ecology** 38: 593–616.
- DAVIS, A.J.; HUIJBREGTS, H.; KRIKKEN, J. 2000. The role of local and regional processes in shaping dung beetle communities in tropical forest plantations in Borneo. **Global Ecology and Biogeography** 9:281-292.
- DAVIS, A. J.; SUTTON, S. L. 1998. The effects of rainforest canopy loss on arboreal dung beetles in Borneo: implications for the measurement of biodiversity in derived tropical eco-systems. **Diversity and Distribution** 4: 167–173.
- DIDHAM, R., P.M. HAMMOND, J.H. LAWTON, P. EGGLETON & N.E. STORK. 1998. Beetle species responses to tropical forest fragmentation. **Ecological Monographs** 68 (3): 295-323.
- ESTRADA, A., ANZURES, A.D.; COATES-ESTRADA, R. 1999. Tropical Rain Forest Fragmentation, Howler Monkeys (*Alouatta palliata*) and Dung Beetles at Los Tuxtlas, Mexico. **American Journal of Primatology** 48: 253-262.
- EVANS, G. **The Life of Beetles**. London: George Allen & Unwin. 1975.105 p.
- FAVILA, M. E.; G. HALFFTER. 1997. The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function. **Acta Zoológica Mexicana** 72: 1–25.
- FREITAS, A. V. L., R. B. FRANCINI & K. S. BROWN JR. 2003. Insetos como indicadores ambientais. Capítulo 5. pp. 125-151. In Cullen jr., R. Rudran & c. Valladares- Pádua (orgs.). Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida Silvestre. Editora da UFRP, Fundação O Boticário de Proteção à Natureza.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; NETO, S. S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C. de.; 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., HERNÁNDEZ, M.I.M., BARLOW, J. & PERES, C.A. 2008. 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.
- GASTON, K. J., P.H WARREN & P. M. HAMMOND. 1992. Predator: non-predator ratios in Beetle assemblages. *Oecologia* 90: 417-421.
- GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **The insects – An outline of entomology**. 3 ed. Carlton: Blackwell Publishing, 2005. 505 p.
- TURNER, I.M. (1996) **Species loss im fragments of tropical rain forest: a review of the evidence**. *Journal of Applied Ecology*, 33: 200-209.
- HALFFTER, G. 1991. Historical and ecological factors determining the geographical distribution of beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). **Folia Entomologica Mexicana** 82: 195-238.
- HALFFTER, G.; ARELLANO, L. 2002. Response of dung beetle diversity to human-induced changes in a tropical landscape. **Biotropica** 34: 144-154.
- HALFFTER, G.; M.E. FAVILA. 1993. The Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera) an animal group for analyzing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes. **Biology International** 27: 15–21.
- HALFFTER, G.; FAVILA, M.E.; HALFFTER, V. 1992. A comparative study of the structure of the scarab guild in Mexican tropical rain forest and derived ecosystems. **Folia Entomologica Mexicana** 84: 131-156.
- HALFFTER, G., M. E. FAVILA & V. HALFFTER. 1992. A comparative study of the structure of the scarab guild in Mexican tropical rain forest and derived ecosystems. *Folia Entomológica Mexicana* 84:45-54.
- HERNÁNDEZ, M.I.M., VAZ-DE-MELLO, F. 2009. 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.
- KINDEL 2001. A fragmentação Real: heterogeneidade de remanescentes florestais e valor indicador das formas de húmus. Rio de Janeiro: UFRJ (Tese).
- KLEIN, B.C. 1989. Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetle communities in Central Amazonia. **Ecology** 70: 1715-1725.
- KLINK, C.A. & MACHADO, R.B.A. 2005. Conservação do Cerrado brasileiro. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade no Brasil. **Megadiversidade** 1: 147-155.

- LEWINSOHN, T.M. & PRADO, P.I. 2005. Quantas espécies há no Brasil? **Megadiversidade** 1: 36-42.
- LUIGI, G.S. 2004. A formação de consórcios intermunicipais para a conservação de remanescentes florestais da Mata Atlântica na Região das Baixadas Litorâneas/RJ- a aplicação de técnicas de geoprocessamento como ferramenta de análise e interpretação. Dissertação, IGEO. UFRJ.
- MARINONI, R.C.; DUTRA, R.R.C. 1997. 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.
- MARINONI, R.C. & DUTRA, R.R.C. 1997. 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.
- MARINONI, R.C. 2001. Os grupos tróficos em Coleoptera. *Revista Brasileira de Zoologia* 18 (1): 205-224.
- MEDRI, I.M. & J. LOPES. 2001. 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.
- MEFFE, G.K. & C.R. CARROL (EDS.). 1997. **Principles of conservation biology**. Sianuer, Massachussets.
- MENEZES, E.L.A.& AQUINO, A.M. **Coleoptera terrestre e sua importância nos sistemas agropecuários**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. 55p. (Embrapa Agrobiologia, Documentos, 206).
- MORRIS, M.G. 1980. Insects and the environment in the Unit Kingdom. ATTI XII Congresso Nazionale Italiano Di Entomologia, Roma, pp. 203-235.
- NICHOLS, C.I.; ALTIERI, M. A.; SANDEZ, E. J. **Manual práctico de control biológico para una agricultura sustentable**. Berkeley: University of California, 1999. 69 p.
- NICHOLS, E., LARSEN, T., SPECTOR, S., DAVIS, A. L., ESCOBAR, F., FAVILA, M. & VULINEC, K. 2007. Global dung beetle response to tropical forest modification and fragmentation: A quantitative literature review and meta-analysis. **Biological Conservation** 137: 1-19.
- NICHOLS, E., GARDNER, T.A., PERES C.A. & SPECTOR, S. 2009. Co-declining mammals and dung beetles: an impending ecological cascade. **Oikos** 118: 481-487.
- PEARSON, D. L. & F. CASSOLA. 1992. World-wide species richness patterns for tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae): indicator taxon for biodiversity and conservation studies. **Conservation Biology** 6: 376-391.
- ROSENBERG, D. M.; DANKS, H. V.; LEHMKUHL, D.M. 1986. Importance of insects in environmental impact assessment. **Environmental Management** 10(6): 773-783.

- SAÚDE & AMBIENTE EM REVISTA. Duque de Caxias: p.35-45, jul. - Dez 2007.  
Disponível em:  
<[http://www.unigranrio.br/unidades\\_acad/ibc/sare/v02n02/galleries/downloads/artigos/A02N02P04.pdf](http://www.unigranrio.br/unidades_acad/ibc/sare/v02n02/galleries/downloads/artigos/A02N02P04.pdf)>. Acesso em: 15 abril 2012.
- SILVA, F.A.B.; HERNÁNDEZ, M.I.M.; IDE, S.; MOURA, R.C. 2007. Comunidade de escarabeíneos (Coleoptera, Scarabaeidae) copro-necrófagos da região de Brejo Novo, Caruaru, Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia** 51(2): 228-233.
- SPECTOR, S.; AYZAMA, S. 2003. Rapid turnover and edge effects in dung beetles assemblages (Scarabaeidae) at a Bolivian Neotropical forest-savanna ecotone. **Biotropica** 35: 394-404.
- TERRA, W. R. Digestão do alimento e suas implicações na biologia dos insetos. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Ed.). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, 1991. p. 67-99.
- THOMAZINI, M.J.; THOMAZINI, A.P.B.W. 2000. **A fragmentação e a diversidade de insetos nas florestas tropicais úmidas**. Rio Branco: EMBRAPA-Acre. 21 p. (Documentos, 57).
- VULINEC, K. 2002. Dung beetle communities and seed dispersal in primary forest and disturbed land in Amazonia. **Biotropica** 34: 297-309.