



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

Alexandre Teixeira Xavier

**Variações morfométricas de *Coprophanaeus saphirinus*  
(Coleoptera: Scarabaeinae) em áreas da Mata Atlântica  
em diferentes estágios sucessionais**

**Florianópolis  
Julho de 2012**

Alexandre Teixeira Xavier

**Variações morfométricas de *Coprophanaeus saphirinus*  
(Coleoptera: Scarabaeinae) em áreas da Mata Atlântica  
em diferentes estágios sucessionais**

Trabalho submetido à disciplina BIO7016 - Trabalho de Conclusão de Curso II da Universidade Federal de Santa Catarina, requisito parcial para a obtenção do Grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientadora: Dra. Malva Isabel Medina Hernández

**Florianópolis  
Julho de 2012**

Alexandre Teixeira Xavier

**Variações morfométricas de *Coprophanaeus saphirinus*  
(Coleoptera: Scarabaeinae) em áreas de Mata Atlântica  
em diferentes estágios sucessionais**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado e adequado para obtenção de Título de Bacharel em Ciências Biológicas, aprovado em sua forma final pelo Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis (SC), 06 de Julho de 2012.

---

Professora Maria Risoleta Freire Marques  
Coordenador do Curso

---

Professor Alcir Luiz Dafre  
Subcoordenador

Banca Examinadora:

---

Professora Dra. Malva Isabel Medina Hernández  
Universidade Federal Santa Catarina

---

Professor Dr. Benedito Cortês Lopes  
Universidade Federal Santa Catarina

---

Professora M.Sc. Patrícia Menegaz de Farias  
Universidade do Sul de Santa Catarina

---

M.Sc. Pedro Giovâni da Silva  
Pós Graduando em Ecologia/UFSC

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram com o desenvolvimento deste trabalho, além do TCC, a integração do conhecimento ecológico destes organismos “splendidulus” diluído e emanado entre nós foi o momento mais importante do estágio sucessional de poder aprender e ensinar.

Agradeço especialmente à mãe natureza pela oportunidade de poder oxidar com O<sub>2</sub> remanescente ainda existente e com vestígios de qualidade; aos meus pais (painho e mainha) responsáveis pelo genótipo que sou e às minhas irmãs Tatiana e Karine. Agradeço especialmente à mana Karine pela nossa convivência maravilhosa durante esses dois anos e obrigado por compartilhar o que tens de melhor, sua competência e seu carinho pela natureza, estamos juntos (d’norte I).

Aos amigos e amigas da vida, infância, escola e do trabalho, muito obrigado pela presteza, amizade, carinho e pelo amor compartilhado, aos companheiros “tuneleiros e roladores” do LECOTA/UFSC pelos momentos de estudos e pelas confraternizações, especialmente à Prof<sup>a</sup>. Malva Medina pela oportunidade, paciência, amizade e pela sabedoria compartilhada durante este período espacial, ao Cássio Marcon pelas discussões abordadas nos referentes estudos e pela parceria amigável que temos, ao Prof. Benê e Prof. Nivaldo pelas orientações majoritárias para a elaboração do estudo.

Não poderia deixar de fora a turma da PósEco, *Erika japacera*, *Carol cururu*, *Natália tainha* e *as Amigas sp.*, pelas discussões biológicas da vida e pelas sugestões de melhoria e principalmente pelas noites culturais compartilhadas com as senhoritas. A *N. tainha* pelos dias e noites de carinho, amizade e pela parceria total e por compreender o tempo disponível que tenho no meu dia a dia.

Aos amigos da ritmia, musicalidade, somzeira, cozinheiros do cardápio musical, sustentidos e bemóis, obrigado pela celebração musical do movimento, a energia rítmica que emanamos aos ouvidos das pessoas através de frequências dançantes, transforma-se em harmonia e equilíbrio, enfeita o sorriso, estimula o movimento teatral da dança e faz com que as pessoas exalem suas energias astrais em seu entorno, dispersando o que há de melhor dentro delas. Vamos desligar a TV e procurar auscultar boas músicas.

Meus irmãos cósmicos apreciem o sol, a lua, a água, a terra e a você mesmo, que entenderá que para compreender as coisas mais complexas, é preciso compreender as coisas mais simples.

“Preservar, sem conhecer sua origem e destino, sem esperar ser recompensado”  
Projeto Dedo Verde, (2012).

## RESUMO

Os besouros Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) têm sido sugeridos como indicadores da qualidade ambiental por apresentarem sensibilidade à degradação no hábitat e participarem de importantes serviços ambientais, ao enterrar dentro de túneis porções de fezes e carniças com as quais se alimentam. A maioria das espécies apresenta dimorfismo sexual. A biomassa incorporada nos indivíduos adultos está diretamente relacionada com a quantidade e qualidade do recurso alimentar disponível durante seu período larval. Evidências da diminuição da biomassa e do tamanho corporal se relacionam com tamanhos menores de estruturas secundárias (chifres) em machos. Neste trabalho, foram realizadas análises morfométricas de *Coprophanaeus saphirinus* (Sturm, 1826), para compreender a resposta da população frente à modificação ambiental de diferentes estágios sucessionais em três áreas da Mata Atlântica. Para tanto, foram comparados os parâmetros de abundância, razão sexual, variações fenotípicas dos machos, além da variação biométrica do comprimento do corpo e do peso seco e biomassa total dos indivíduos. Adultos de *C. saphirinus* provinham de quatro coletas realizadas com metodologia padronizada durante os anos de 2009 e 2010 em Unidades de Conservação do Estado de Santa Catarina. Foram analisados 159 espécimes e os resultados mostraram que tanto a abundância, a razão sexual e as variações fenotípicas dos machos nas três áreas não tiveram associação com o estágio sucessional. As variações biométricas do comprimento do corpo e do peso seco dos indivíduos mostraram que as fêmeas foram maiores somente em uma das áreas. Não houve diferença significativa no tamanho do corpo dos espécimes oriundos dos diferentes estágios sucessionais, bem como associação entre biomassa total de machos e de fêmeas. Os resultados mostram que os indivíduos que compõem a população de *C. saphirinus* (machos e fêmeas ou variações fenotípicas de machos) não apresentam comportamentos distintos em relação às áreas de Mata Atlântica em diferentes estágios sucessionais.

Palavras-chave: Besouros, Biomassa, Ecologia, Razão Sexual, Tamanho do Corpo

## ABSTRACT

Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) have been suggested as biological indicators of environmental quality by presenting sensitivity to changes in environment and participate in important environmental services, burying in tunnels portions of feces and carcasses in which they feed. Most of the species shows sexual dimorphism and the biomass incorporated in adults is directly related to the quantity and quality of food resources available during their larval period. Evidence of reduced biomass and smaller body sizes are related with smaller secondary structures (horns) in males. In this study, we performed morphometric analyzes of the species *Coprophanaeus saphirinus* (Sturm, 1826) to understand the response of the population to environmental changes in different successional stages in three areas of the Atlantic Forest. For this, we compared the parameters of abundance, sex ratio of male phenotypic variations, and biometric variation in body length, dry weight and total biomass of individuals. The specimens measured were from four samples collected with standardized methodology in 2009 and 2010 in Protected Areas of Santa Catarina state. We analyzed 159 specimens and the results showed that abundance, sex ratio and phenotypic variation in males in the three areas were not associated with the successional stage. The biometrical variations in body length and dry weight of the individuals showed that females were larger only in one area, but no significant difference were found in body size of specimens from different successional stages, just as there was no association between total biomass of males and females. These results show that individuals in the population of *C. saphirinus* (males and females or phenotypic variation for males) do not exhibit different behaviors in relation to the areas of Atlantic Forest in different successional stages.

Keywords: Dung beetles, Biomass, Ecology, Reason Sexual, Body size

## LISTA DE FIGURAS

	Página
<b>Figura 1</b> - Variações morfométricas de besouros da espécie <i>C. saphirinus</i> , A – fêmea e B - machos (B.1 - morfotipo I - ocorrente de hipertrofia; B.2 - morfotipo II - não apresenta hipertrofia)	19
<b>Figura 2</b> – Razão sexual de besouros da espécie <i>C. saphirinus</i> em três áreas da Mata Atlântica - SC em diferentes estágios sucessionais	21
<b>Figura 3</b> - Diagrama de dispersão mostrando a relação entre o comprimento do corpo (mm) e o peso seco (g) de besouros machos da espécie <i>C. saphirinus</i> , destacando o chifres dos machos com hipertrofia	22
<b>Figura 4</b> – Número total de besouros machos da espécie <i>C. saphirinus</i> que apresentaram “morfotipo I” e “morfotipo II” em três áreas da Mata Atlântica - SC em diferentes estágios sucessionais	23
<b>Figura 5</b> – Variação do comprimento do corpo (mm) apresentada em besouros (machos e fêmeas) da espécie <i>C. saphirinus</i> em três áreas da Mata Atlântica - SC em diferentes estágios sucessionais	25
<b>Figura 6</b> – Variação do peso seco (g) apresentada em besouros (machos e fêmeas) da espécie <i>C. saphirinus</i> em três áreas da Mata Atlântica - SC em diferentes estágios sucessionais	26
<b>Figura 7</b> - Biomassa total incorporada como massa corpórea em besouros (fêmeas e machos) da espécie <i>C. saphirinus</i> em três áreas da Mata Atlântica - SC em diferentes estágios sucessionais	28



## **SUMÁRIO**

	Página
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	9
<b>2. OBJETIVO</b>	15
2.1. Geral	15
2.2. Específicos	15
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b>	16
3.1. Área de Estudo	16
3.2. Definição dos Estágios Sucessionais nas Áreas de Coleta	17
3.3. Coleta e Triagem	17
3.4. Biometria e Análise Morfológica	18
3.5. Análises de Dados	19
<b>4. RESULTADOS</b>	20
4.1. Abundância	20
4.2. Razão Sexual	20
4.3. Variação Fenotípica de Machos	22
4.4. Variação Biométrica do Comprimento do Corpo	24
4.5. Variação Biométrica do Peso Seco do Corpo	25
4.6. Biomassa Total	27
<b>5. DISCUSSÃO</b>	29
<b>REFERÊNCIAS</b>	

## 1. INTRODUÇÃO

Os organismos da classe Insecta são importantes representantes da biodiversidade do Planeta Terra, representam 70% de todas as espécies de animais conhecidas (ALMEIDA et al., 1998). Estes desempenham um papel fundamental no funcionamento dos ecossistemas onde frequentam, pois estão envolvidos em importantes processos ecológicos tais como a decomposição, ciclagem de nutrientes, polinização, dispersão e predação de sementes, além da regulação de populações de plantas e animais (DIDHAM et al., 1996; SPEIGHT et al., 1999).

A ordem Coleoptera (besouros) constitui o maior agrupamento de animais conhecidos, possuindo aproximadamente 350.000 espécies descritas, representam 40% do total de insetos (TRIPLEHORN; JOHNSON, 2005). Variam em tamanho desde frações de milímetro até espécies com mais de 20 centímetros de comprimento, apresentam regimes alimentares dos mais variados, tanto na forma larval como nos adultos (COSTA LIMA, 1953).

Dentro de Coleoptera, a família Scarabaeidae compreende cerca de 28.000 espécies e existem mais de 6.000 espécies descritas dentro de Scarabaeinae (HANSKI, 1991; SCARABNET, 2012). Esta subfamília possui uma ampla distribuição geográfica mundial e sua maior diversidade está localizada em florestas e savanas tropicais (HALFFTER; MATTHEWS, 1996; HANSKI; CAMBEFORT, 1991). Um padrão observado neste grupo, bem como para outros grupos animais, é a sazonalidade, a qual afeta a abundância e riqueza de espécies devido a influência da temperatura e principalmente da pluviosidade (JANZEN, 1983; HERNÁNDEZ, 2007; HERNÁNDEZ; VAZ-DE-MELLO, 2009; LOPES et al., 2011). Em regiões de clima seco, como no bioma Caatinga, essa sazonalidade se mostra extrema, com a não ocorrência de indivíduos adultos no período de estiagem (HERNÁNDEZ, 2007). Esse padrão, contudo, pode inverter-se em algumas comunidades que não estão sujeitas a fortes pressões climáticas, com a abundância dos indivíduos aumentando no período da seca (FILGUEIRAS et al., 2009).

Além de sua importância ecológica, os escarabeíneos podem ser utilizados como indicadores no monitoramento ambiental devido à sua estreita relação e dependência dos recursos disponíveis em seus habitats. Favorece seu uso como indicadores a grande riqueza de espécies, diversidade em várias

épocas do ano, serem consideravelmente bem dispersos e apresentarem fácil captura com baixo custo e taxonomia relativamente conhecida (HALFFTER; FAVILA, 1993; GARDNER et al., 2008a).

Os escarabeíneos são besouros com forma geralmente ovalada e robusta, apresentam apenas um esporão no ápice da tíbia anterior e a placa pigidial normalmente não está coberta pelos élitros (MORÓN, 2004). Um grande número de espécies do grupo apresenta dimorfismo sexual, que vai desde as larvas (MARTÍNEZ; LUMARET, 2003) até os indivíduos adultos (MOCZEK; EMLEN, 2000). O grupo apresenta espécies com grande variedade de cores e tamanhos (HALFFTER; MATTHEWS, 1966) e algumas espécies podem, inclusive, apresentar diferenças entre a coloração do pró-tórax e dos élitros. Hernández (2002) demonstrou haver relação entre a coloração da espécie e seu horário de atividade, com espécies noturnas frequentemente de cor preta e espécies diurnas coloridas.

Estes besouros são conhecidos popularmente como “rola-bosta” 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 et al., 1995). A utilização de matéria orgânica em decomposição para alimentação de larvas e adultos é uma das características mais importantes do grupo (HALFFTER; MATTHEWS, 1966; HANSKI; CAMBEFORT, 1991). As principais fontes de alimento das espécies de escarabeíneos são os excrementos de grandes animais, principalmente mamíferos, comportamento chamado de coprofagia (HALFFTER; MATTHEWS, 1966; HALFFTER, 1991), sendo que a grande maioria é atraída por fezes humanas (HALFFTER; MATTHEWS, 1966). Além disso, carcaças ou cadáveres em decomposição também são incluídos na dieta destes insetos, comportamento chamado de necrofagia (GILL, 1991; HALFFTER; MATTHEWS, 1966; HANSKI; CAMBEFORT, 1991). Algumas espécies ainda se alimentam de matéria vegetal, principalmente frutos em decomposição, chamados de saprófagos (HALFFTER; MATTHEWS, 1966; GILL, 1991). Como

alimento alternativo, além destes, existem outros recursos alimentares explorados, tais como a utilização de fungos (micetofagia) e de material orgânico depositado no interior dos ninhos de formigas, predação de formigas e de diplópodes (HALFFTER; MATTHEWS, 1966; GILL, 1991).

A utilização e atuação sobre o recurso alimentar disponível no habitat coloca esse grupo de insetos como componente fundamental na manutenção dos ecossistemas onde estão inseridos (HANSKI; CAMBEFORT, 1991). Nichols e colaboradores (2008) fizeram uma revisão na qual apresentam que, devido ao seu comportamento, besouros escarabeíneos apresentam importantes funções ecológicas nas quais estão envolvidos, incluindo vários serviços ambientais, tais como: (a) aumento da taxa de ciclagem de nutrientes no ambiente, aumentando a contribuição de biomassa para todos os níveis tróficos; (b) bioturbação, o que aumentaria a aeração, fertilização do solo e permeabilidade à água; (c) aumento no desenvolvimento das plantas; (d) dispersão secundária de sementes, por acabar realocando sementes para túneis ou galerias; (e) supressão parasitária, por ocasionar a desestruturação da massa fecal; (f) dispersão parasitária, por seus corpos servirem como transporte (hospedeiros intermediários ou acidentais de ácaros); (g) regulação trófica, estes besouros podem servir de alimento para vertebrados insetívoros como muitos mamíferos, aves, répteis e peixes; (h) dispersão de fungos.

Um comportamento chave que ocorre nos escarabeíneos, que está intimamente relacionado ao uso do recurso alimentar, é o comportamento de nidificação (HALFFTER; MATTHEWS, 1966; CAMBEFORT; HANSKI, 1991). Os ninhos são geralmente construídos pela fêmea, ou com auxílio do macho, e as larvas vivem no interior de galerias, protegidas contra predadores, competidores e condições climáticas desfavoráveis (HALFFTER; MATTHEWS, 1966; HALFFTER; EDMONDS, 1982; SIMMONS; RIDSDILL-SMITH, 2011).

A maioria das espécies de Scarabaeinae mostra alguma forma de alocação de recurso e de acordo com a forma como o recurso é empregado na reprodução, os besouros escarabeíneos podem ser divididos em grupos funcionais ou guildas: tuneleiros ou escavadores (paracoprídeos), rodadores ou roladores (telecoprídeos) e residentes (endocoprídeos) (HALFFTER; MATTHEWS, 1966; HALFFTER; EDMONDS, 1982; CAMBEFORT; HANSKI, 1991; HALFFTER, 1991). Um quarto grupo, embora pequeno e pouco

frequente, são os cleptoparasitas, que são aqueles que se aproveitem do recurso transportado por outros (SCHEFFLER, 2002). A presença de várias guildas permite reduzir a competição (entre escarabeíneos e também entre outros grupos de insetos) por comida e espaço (HALFFTER; MATHEWS, 1966; HALFFTER; EDMONDS, 1982; HANSKI; CAMBEFORT, 1991). A alocação do recurso serve como proteção do alimento contra condições adversas do meio, como excessivo calor e seca (SCHEFFLER, 2002). Características da utilização do recurso alimentar e comportamento de nidificação, principalmente nas espécies copro/necrófagas, envolvem a proteção do recurso destinado às larvas no interior do solo, o que promove uma gama de funções ecológicas e serviços ecossistêmicos (NICHOLS et al., 2008).

Os tuneleiros ou escavadores constroem um túnel vertical abaixo ou próximo ao recurso e transportam as fezes para o interior deste. O túnel, na maioria das vezes, é totalmente construído antes do recurso ser levado para baixo (HALFFTER; MATTHEWS, 1966). Estas espécies apresentam tíbias anteriores muito desenvolvidas, o que facilita a abertura de túneis no solo (CAMBEFORT; HANSKI, 1991). Nos escavadores, o papel do macho é quase sempre secundário em relação ao da fêmea, pois a construção do ninho é conduzida pela fêmea sozinha, podendo ser feita para atrair o macho (CAMBEFORT; HANSKI, 1991).

O grupo dos rolares ou rodadores constrói algumas “esferas ou bolas” de recurso alimentar, formadas por um indivíduo ou um casal, sendo transportadas a uma distância ideal para ser então enterrada. O desenvolvimento evolutivo da habilidade de rolagem do recurso alimentar foi possível graças à adaptação das tíbias posteriores para um formato curvo e alongado (HALFFTER; EDMONDS 1982).

No grupo dos residentes são os indivíduos adultos que alimentam-se no local do recurso alimentar e depositam seus ovos diretamente nele, sem construção de ninho ou câmara, assim, são mais expostos às condições ambientais (DOUBE, 1991).

A biomassa incorporada nos indivíduos adultos está diretamente relacionada com a quantidade e qualidade do recurso alimentar disponível durante seu período larval (GULLAN; CRANSTON, 2007). Mediante as informações supracitadas supõe-se que, durante o processo de nidificação,

quando ocorrer uma menor disponibilização de quantidade e de qualidade do recurso alimentar, após a metamorfose, o indivíduo poderá ser um adulto com biomassa inferior. Evidências da diminuição da biomassa e do tamanho corporal se relacionam com tamanhos menores de estruturas secundárias, como por exemplo, os chifres, pois representam um gasto energético grande para o desenvolvimento (GULLAN; CRANSTON, 2007). Neste caso, os chifres dos machos, que posteriormente participarão do processo de seleção sexual com as fêmeas, poderá vir a ser um fator decisivo para escolha do parceiro. Assim, os indivíduos que tiveram recurso alimentar em grande quantidade e qualidade apresentarão uma biomassa superior e uma hipertrofia acentuada (ou crescimento acentuado do chifre) em relação aos que tiveram menor quantidade e qualidade de recurso alimentar durante seu desenvolvimento, tendo uma vantagem durante o processo de seleção sexual (GULLAN; CRANSTON, 2007).

Polimorfismos são diferenças morfológicas, fisiológicas, comportamentais e/ou ecológicas entre indivíduos da mesma espécie. O “polimorfismo genético” se apresenta no dimorfismo sexual, por exemplo, onde os machos apresentam certas características que em fêmeas são ausentes, no caso dos escarabeíneos a hipertrofia (crescimento exagerado) dos chifres está sob determinação genética. O “polimorfismo ambiental” ou “polifenismo” descreve as diferenças fenotípicas entre as gerações que não possuem uma base genética e são determinadas inteiramente pelo ambiente, como: mudança sazonal, fotoperíodo, temperatura, umidade, efeitos bióticos (qualidade e quantidade do recurso alimentar), agentes mutagênicos e toxinas (GULLAN; CRANSTON, 2007).

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). Respondem prontamente de maneira negativa à destruição, fragmentação e isolamento de florestas tropicais (HALFFTER et al., 1992; KLEIN, 1989), processos que representam uma barreira para o movimento e dispersão de

espécies (KLEIN, 1989). A comunidade 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).

Assim, as gradativas variações na complexidade ambiental que ocorrem durante o processo de sucessão influenciam a diversidade e o funcionamento das comunidades animais associadas a esses ambientes, em especial a comunidade de besouros Scarabaeinae. 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. Diante da importância dos escarabeíneos, principalmente devido aos serviços ecossistêmicos promovidos por este grupo, aliado ao fato de serem organismos indicadores, este estudo propôs fazer uma análise morfométrica de indivíduos oriundos de áreas de mata Atlântica em diferentes estágios sucessionais, tomando como objeto de estudo a espécie *Coprophanæus saphirinus* (Sturm, 1826). As bases utilizadas para a escolha da espécie na realização deste estudo foram: (1) é uma espécie comum em áreas de Mata Atlântica no Sul e Sudeste do Brasil (HERNÁNDEZ; VAZ-DE-MELLO; 2009; SILVA et al., 2011); (2) apresenta dimorfismo sexual evidente (EDMONDS & ZÍDEK, 2010); (3) apresenta visualmente uma variação em tamanho nos indivíduos machos, que se reflete em caracteres sexuais secundários (corno cefálico ou chifres); (4) coletas realizadas em áreas de mata Atlântica do Estado de Santa Catarina apresentam grande número de indivíduos em praticamente todas as áreas em sucessão (MARCON, 2011).

## **2. OBJETIVO**

### **2.1. Geral**

Analisar morfometricamente besouros da espécie *Coprophanaeus saphirinus* (Sturm, 1826), oriundos de coletas em Unidades de Conservação da Mata Atlântica do Estado de Santa Catarina.

### **2.2. Específicos**

- Quantificar a abundância em um gradiente ambiental, incluindo três estágios sucessionais: avançado, médio e inicial de regeneração;
- Comparar a razão sexual em cada estágio sucessional, para averiguar padrões de comportamento no gradiente ambiental;
- Analisar diferenças fenotípicas apresentadas nos indivíduos machos “morfotipo I” que apresentam hipertrofia com os machos “morfotipo II” que não apresentam hipertrofia que habitam as áreas com diferentes estágios sucessionais;
- Comparar o tamanho dos indivíduos nos diferentes estágios sucessionais a partir do comprimento do corpo e da biomassa;
- Medir e comparar a biomassa total que é incorporada como massa corpórea dos indivíduos no gradiente ambiental de cada área amostrada.



### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Área de Estudo**

Os besouros da espécie *C. saphirinus* foram coletados por participantes do Laboratório de Ecologia Terrestre Animal (LECOTA/ECZ/UFSC), dando origem ao Trabalho de Conclusão de Curso de Ciências Biológicas (UFSC) de Cássio Batista Marcon, apresentado em agosto de 2011, sob orientação de M.I.M. Hernández: *Diversidade de besouros Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) em áreas de Floresta Ombrófila Densa em diferentes estágios sucessionais*. O estudo foi realizado em áreas de Mata Atlântica, coberta pela Floresta Ombrófila Densa, conforme classificação de Veloso *et al.* (1991), pertencentes a duas Unidades de Conservação (UC's), Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PEST) e Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Chácara Edith do Estado de Santa Catarina, com distâncias entre essas de aproximadamente 70 km. Não existe conectividade entre as duas Unidades de Conservação, embora apresentem similaridade histórica de preservação.

#### **Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PEST)**

Parque fundado em 1975, é a maior área de proteção ambiental do Estado de Santa Catarina, possui 85.500 hectares (ha), equivalente a 1% do território do estado, sua topografia é acidentada com altitudes variando de 220 a 490 metros. Dentro do PEST, as coletas foram realizadas em duas áreas com um km entre si, área do PEST- "Pousada" e PEST – "Cascata", ambas localizadas no município de Santo Amaro da Imperatriz (27°40'S e 48°49'O), em áreas próximas do Hotel Plaza Caldas da Imperatriz.

#### **Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Chácara Edith**

A RPPN foi criada em 2001, localizada próximo ao município de Brusque (SC) (27°5'S e 48°53'O) com 520 ha de área total, sendo 93% coberta por vegetação nativa. Sua topografia é acidentada com altitudes variando de 30 a 243 metros.

### **3.2. Definição dos Estágios Sucessionais nas Áreas de Coleta**

As duas Unidades de Conservação (PEST e RPPN) apresentam um gradiente ambiental com características semelhantes em vários estágios sucessionais, incluindo estágios iniciais, médios e avançados de regeneração, assim como áreas com vegetação primária. Para a classificação do tipo de vegetação onde os besouros foram coletados foi realizado um levantamento histórico das áreas, as quais posteriormente foram avaliadas em relação a complexidade da vegetação através do método do ponto-quadrante adaptado (BROWER et al., 1998). Desta forma, foram definidos três estágios sucessionais: estágio avançado de regeneração da floresta, estágio médio e estágio inicial.

De acordo com a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 1993, 1994), a qual caracteriza o processo de sucessão ecológica da vegetação da Mata Atlântica de Santa Catarina em função das variações da composição vegetal e dos parâmetros físicos e do ecossistema, esses três estágios seriam correspondentes a: Vegetação Primária (vegetação de máxima expressão local, com grande diversidade biológica, efeitos das ações antrópicas mínimos); Vegetação Secundária em Estágio Avançado (fisionomia arbórea, dominante sobre as demais, formando um dossel fechado e relativamente uniforme no porte) e Vegetação Secundária em Estágio Médio (fisionomia arbórea e/ou arbustiva, predominando sobre a herbácea, podendo constituir estratos diferenciados).

### **3.3. Coleta e Triagem**

Os besouros escarabeíneos da espécie *C. saphirinus* foram coletados em três áreas da Mata Atlântica em gradiente ambiental através de uma metodologia padronizada (MARCON, 2011). Após a triagem dos indivíduos, os mesmos foram montados em alfinetes entomológicos, aos quais receberam um número de identificação e foram secos em estufa com temperatura de 45°C durante três dias. Posteriormente foram depositados na Coleção Entomológica do Centro de Ciências Biológicas da UFSC.

### 3.4. Biometria e Análise Morfológica

Indivíduos de *C. saphirinus* depositados na coleção foram levados à estufa novamente, onde permaneceram por mais três dias em temperatura de 45°C, posteriormente foi realizada a medição e pesagem e suas informações biométricas observadas e digitadas em um banco de dados com base na numeração de cada indivíduo.

Para cada indivíduo foi observado: o sexo (macho ou fêmea); o morfotipo entre os machos (morfotipo I apresentam hipertrofia; morfotipo II não apresentam hipertrofia) (Figura 1); o tamanho do corpo, medido a partir do comprimento do corpo (em milímetros) da borda anterior do clipeo até a borda posterior do pigídeo; biomassa, avaliada a partir do peso seco do corpo em gramas; a área de procedência, com seu respectivo estágio sucessional.

Para obtenção da biometria do tamanho do corpo (mm) dos indivíduos foi utilizado paquímetro da marca Starret N° 125B, com precisão de 0,05 mm e para medida do peso seco (g) uma balança analítica da marca Quimis – modelo Q500L210C, com precisão de 0,0001 g.

Após a biometria e análise morfológica dos besouros, estes foram devolvidos a Coleção Entomológica do Centro de Ciências Biológicas da UFSC.

Figura 1 - Variações morfométricas de besouros da espécie *C. saphirinus*, A – fêmea e B - machos (B.1 - morfotipo I - ocorrente de hipertrofia; B.2 - morfotipo II - não apresenta hipertrofia).

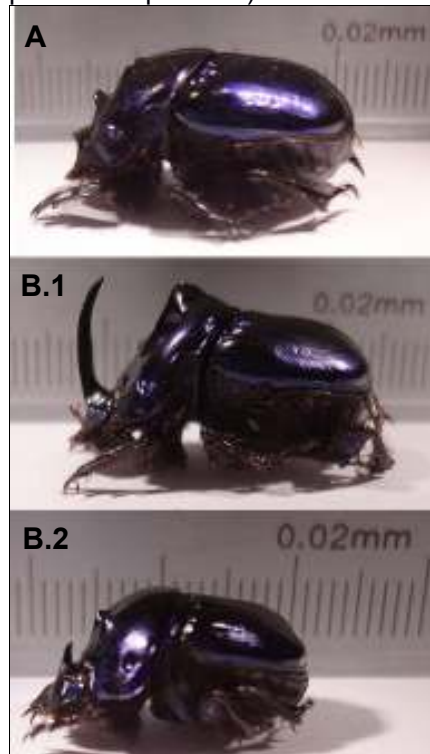


Foto: Alexandre Xavier (2012).

### 3.5. Análise de Dados

Foram analisados os dados de abundância, razão sexual, razão fenotípica de machos e medidas de tamanho do corpo (comprimento e peso seco) dos indivíduos de *C. saphirinus*.

Foi observado para cada área amostral a variação dos indivíduos provenientes dos diferentes estágios sucessionais. Para variações morfológicas dos indivíduos no gradiente ambiental foram realizados testes de qui-quadrado e para verificação de diferença entre variações das médias dos dados de comprimento e peso dos indivíduos nos diferentes estágios sucessionais foram realizadas análises de variância. Os testes foram realizados com nível de significância de 5% no programa Statistica 7.

## 4. RESULTADOS

Foram analisados 159 indivíduos de *C. saphirinus* coletados em três áreas da Mata Atlântica em diferentes estágios sucessionais. Da área do PEST – “Pousada” foram analisados 68 indivíduos, da área do PEST - “Cascata” foram 65 e da área da RPPN – “Chácara Edith” foram 26 indivíduos.

Os resultados obtidos para cada área de estudo no gradiente ambiental são apresentados a seguir na seguinte ordem: abundância, razão sexual, variação fenotípicas dos machos, variações biométricas do comprimento do corpo, variações do peso seco do corpo e biomassa total dos indivíduos.

### 4.1. Abundância

Na área do PEST – “Pousada” a abundância foi de 68 espécimes, destes 32 foram no estágio sucessional avançado (47%), 18 no médio (27%) e 18 no inicial (26%). Na área do PEST – “Cascata” foram 65 besouros, destes 20 foram no avançado (31%), 34 no médio (52%) e 11 no inicial (17%). Na área da RPPN – “Ch. Edith” foram 26 espécimes, destes 18 foram no avançado (69%), 8 no médio (31%) e nenhum espécime amostrado no estágio inicial.

### 4.2. Razão Sexual

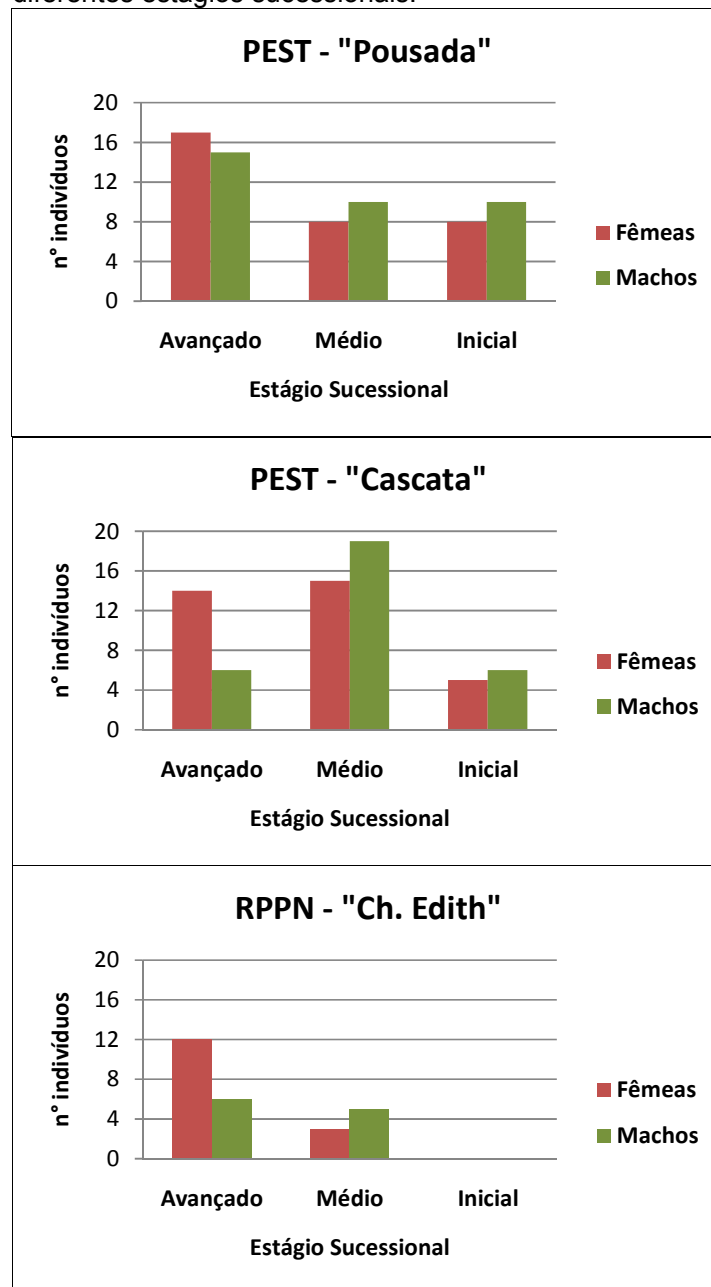
Dos 159 indivíduos analisados, 82 (51,5%) foram fêmeas e 77 (48,5%) foram machos. O besouros fêmeas na área do PEST – “Pousada” foram 33 indivíduos, destes, 17 foram coletados no estágio sucessional avançado, 8 no médio e 8 no inicial (Figura 2). Na área do PEST – “Cascata” foram 34 indivíduos, destes, 14 no estágio avançado, 15 no médio e 5 no inicial. Na área da RPPN - “Ch. Edith” foram 15 indivíduos, destes, 12 foram coletados no avançado, 3 no médio e nenhum no estágio inicial.

Os besouros machos da área do PEST – “Pousada” foram 35 indivíduos, destes, 15 foram do estágio sucessional avançado, 10 no médio e 10 inicial (Figura 3). Na área do PEST – “Cascata” foram de 31 indivíduos, destes, 6 foram no avançado, 19 no médio e 6 no inicial. Na área da RPPN – “Ch. Edith” foram 11 indivíduos, destes, 6 foram no avançado, 5 no médio e nenhum no estágio inicial.

Não houve associação entre o estágio sucessional e o sexo dos indivíduos demonstrando que tanto machos como fêmeas estão presentes de

forma igual, tanto dentro da área do PEST - "Pousada" [ $\chi^2=0,51$ ; g.l=2;  $p=0,77$ ], como na área do PEST - "Cascata" [ $\chi^2=3,63$ ; g.l=2;  $p=0,16$ ] e na área da RPPN - "Chácara Edith" [ $\chi^2=1,93$ ; g.l=1;  $p=0,16$ ].

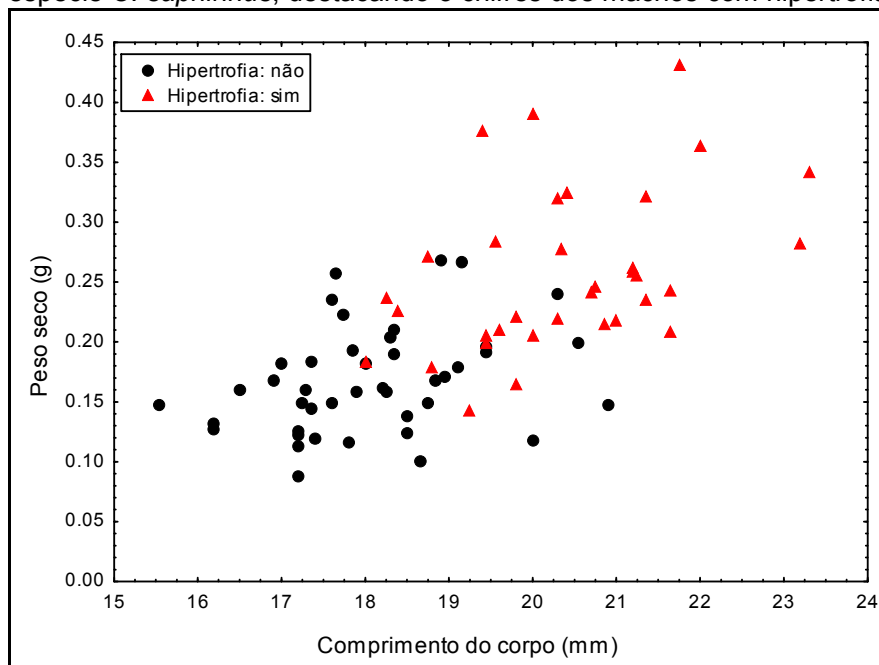
Figura 2 - Razão sexual de besouros da espécie *C. saphirinus* em três áreas da Mata Atlântica - SC em diferentes estágios sucessionais.



### 4.3. Variação Fenotípica de Machos

Foram analisadas as variações fenotípicas dos 77 indivíduos machos. Destes, 34 (44,2%) foram besouros do morfotipo I (com hipertrofia) e 43 (55,8%) foram machos do morfotipo II (não apresentam hipertrofia) (Figura 3). A figura mostra a relação do comprimento do corpo e o peso seco dos besouros em associação a estruturas secundárias (chifres).

Figura 3 - Diagrama de dispersão mostrando a relação entre o comprimento do corpo (mm) e o peso seco (g) de besouros machos da espécie *C. saphirinus*, destacando o chifres dos machos com hipertrofia.



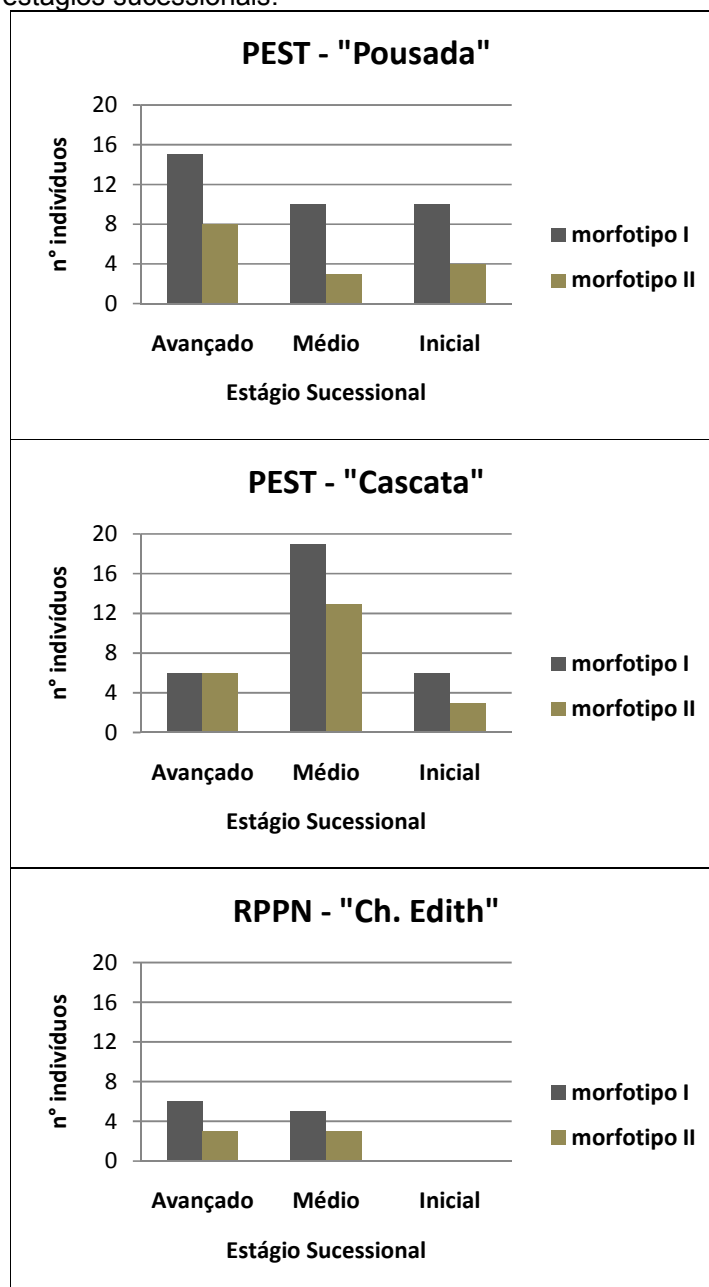
Os machos “morfotipo I” na área do PEST – “Pousada” foram 35 indivíduos, destes, 15 foram do estágio sucessional avançado, 10 no médio e 10 inicial. Na área do PEST – “Cascata” foram 31 indivíduos, dos quais 6 foram no avançado, 19 no médio e 6 no inicial. Na área da RPPN - “Ch. Edith” foram coletados 11 indivíduos, 6 no avançado, 5 no médio e nenhum no estágio inicial (Figura 4).

Os machos “morfotipo II” na área do PEST – “Pousada” foram 15 indivíduos, destes, 8 foram do estágio sucessional avançado, 3 do médio e 4 inicial. Na área do PEST – “Cascata” foram 22 indivíduos, destes, 6 foram no avançado, 13 no médio e 3 no inicial. Na área da RPPN - “Ch. Edith” foram 6

indivíduos, destes, 3 foram no avançado, 3 no médio e nenhum no estágio inicial (Figura 4).

Não há associação entre os machos que apresentam ou não hipertrofia e o estágio sucessional da floresta que estes organismos frequentam [ $\chi^2=1,5$ ; g.l.=2,  $p=0,47$ ].

Figura 4 - Número total de besouros machos da espécie *C. saphirinus* que apresentaram "morfotipo I" e "morfotipo II" em três áreas da Mata Atlântica - SC em diferentes estágios sucessionais.





#### 4.4. Variação Biométrica do Comprimento do Corpo

Na área do PEST – “Pousada” no estágio avançado os indivíduos machos apresentaram comprimento do corpo médio de 19,69 mm, no estágio médio de 20,10 mm e no estágio inicial de 19,63 mm. As fêmeas, no estágio avançado o comprimento médio foi de 19,95 mm, no estágio médio de 20,41 mm e no inicial de 19,44 mm (Figura 5).

Não houve diferença significativa entre o comprimento do corpo de machos e fêmeas [ $F_{(1;62)}=0,26$ ;  $p=0,72$ ], assim como não há diferenças entre o comprimento dos besouros provenientes dos três estágios sucessionais [ $F_{(2;62)}=1,14$ ;  $p=0,33$ ].

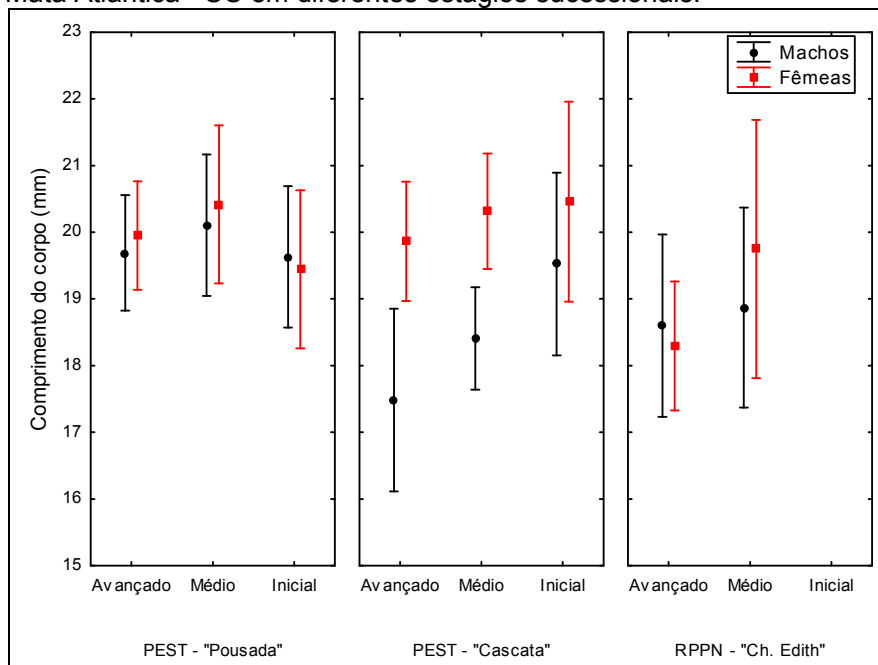
Para a área do PEST – “Cascata” no estágio avançado os indivíduos machos apresentaram um comprimento do corpo médio de 17,48 mm, no estágio médio de 18,40 mm e no estágio inicial de 19,52 mm. Para as fêmeas no estágio avançado a média foi de 19,86 mm, no estágio médio de 20,31 mm e inicial de 20,46 mm (Figura 5).

Há diferença significativa entre o comprimento do corpo de machos e de fêmeas [ $F_{(1;59)}=12,45$ ;  $p<0,01$ ], sendo as fêmeas maiores. Não há diferenças entre o comprimento do corpo dos indivíduos provenientes dos três estágios sucessionais [ $F_{(2;59)}=1,97$ ;  $p=0,15$ ].

Na área da RPPN - “Chácara Edith” no estágio avançado os indivíduos machos tiveram uma média de 18,60 mm e no estágio médio de 18,87 mm. Para as fêmeas no estágio avançado a média foi de 18,29 mm e no estágio médio de 19,75 mm (Figura 5).

Também não houve diferença significativa entre o comprimento do corpo de machos e fêmeas nesta área [ $F_{(1;22)}=0,09$ ;  $p=0,77$ ], bem como não houve diferenças entre o comprimento dos indivíduos provenientes dos dois estágios sucessionais em que foram coletados [ $F_{(1;22)}=0,80$ ;  $p=0,38$ ].

Figura 5 - Variação do comprimento do corpo (mm) apresentada em besouros (machos e fêmeas) da espécie *C. saphirinus* em três áreas da Mata Atlântica - SC em diferentes estágios sucessionais.



#### 4.5. Variação Biométrica do Peso Seco do Corpo

Na área do PEST –“Pousada” no estágio avançado os indivíduos machos tiveram um peso médio de 0,245 g, no estágio médio de 0,211 g e para o estágio inicial de 0,258 g. Para as fêmeas o peso no estágio avançado foi de 0,235 g, no estágio médio de 0,195 g e no estágio inicial de 0,279 g (Figura 6).

Não houve diferença significativa entre o peso seco do corpo de machos e fêmeas nesta área [ $F_{(1;62)}=0,02$ ;  $p=0,89$ ], mas houve diferença entre o peso seco dos indivíduos provenientes dos três estágios sucessionais [ $F_{(2;62)}=5,09$ ;  $p<0,01$ ], sendo mais robustos os espécimes provenientes da vegetação em estágio inicial de sucessão.

Para a área do PEST –“Cascata” no estágio avançado os indivíduos machos tiveram uma média de peso de 0,143 g, no estágio médio de 0,182 g e no inicial de 0,217 g. Fêmeas provenientes do estágio avançado a variação média foi de 0,258 g, no estágio médio de 0,299 g e no inicial de 0,279 g (Figura 6).

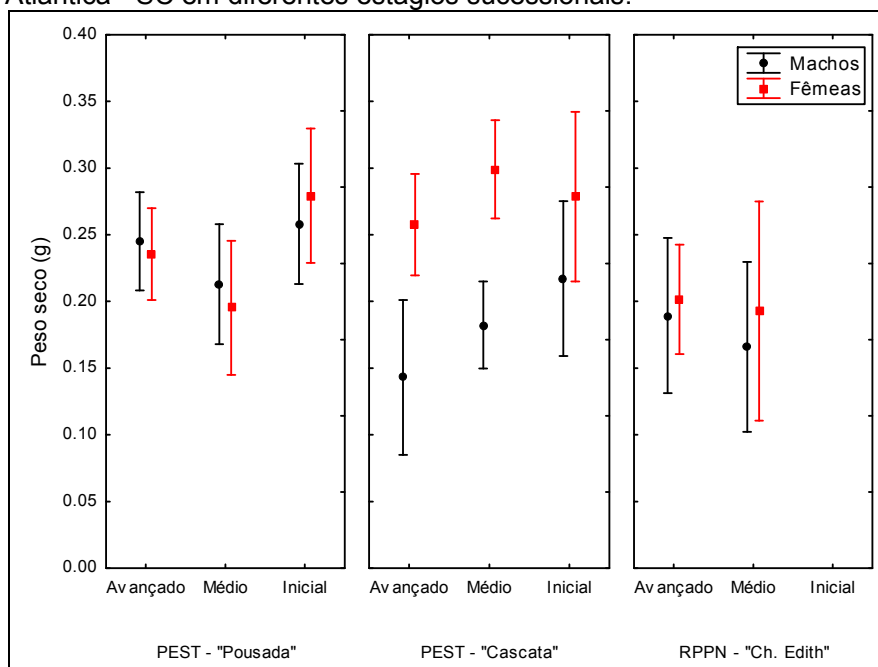
Há diferença significativa entre o peso de machos e de fêmeas nesta área deferiu [ $F_{(1;59)}=17,12$ ;  $p<0,01$ ], sendo as fêmeas mais pesadas. Não há

diferenças entre o peso dos besouros oriundos dos três estágios sucessionais [ $F_{(2;59)}=1,60$ ;  $p=0,21$ ].

Na área da RPPN - “Chácara Edith” no estágio avançado os machos tiveram uma média de peso seco de 0,189 g e no estágio médio de 0,166 g. As fêmeas no estágio avançado o peso médio foi de 0,202 g e no estágio médio de 0,193 g (Figura 6).

Não houve diferença significativa entre o peso seco do corpo de machos e fêmeas [ $F_{(1;22)}=0,40$ ;  $p=0,53$ ], assim como não há diferenças entre o peso dos indivíduos provenientes dos dois estágios sucessionais em que foram amostrados os indivíduos [ $F_{(1;22)}=0,27$ ;  $p=0,60$ ].

Figura 6 - Variação do peso seco (g) apresentada em besouros (machos e fêmeas) da espécie *C. saphirinus* em três áreas da Mata Atlântica - SC em diferentes estágios sucessionais.



#### 4.6. Biomassa Total

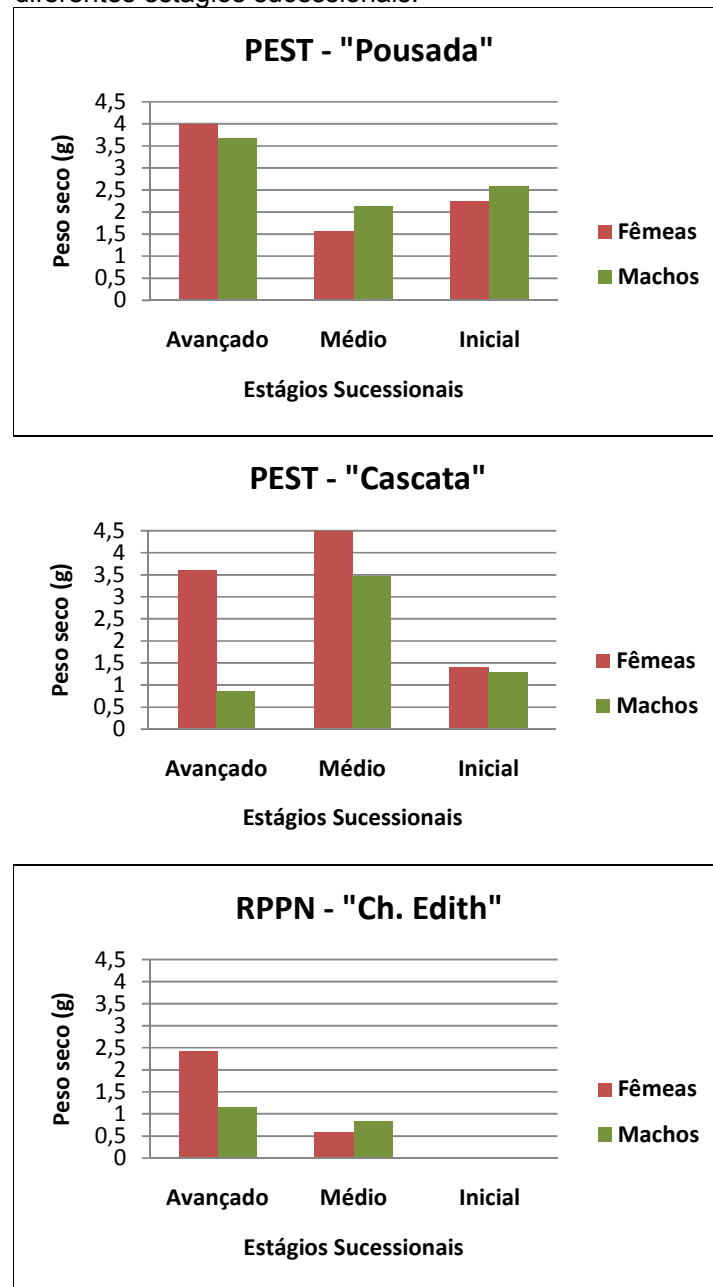
Na área do PEST – “Pousada”, no estágio avançado, os besouros machos presentes apresentaram uma biomassa total de 3,677 g, no médio de 2,130 g e no inicial de 2,582 g. As fêmeas do estágio avançado somaram uma biomassa total de 4,004 g, no estágio médio de 1,562 g e no estágio inicial de 2,234 g (Figura 7).

Para a área do PEST –“Cascata”, a biomassa total dos machos no estágio avançado foi de 0,858 g, no médio de 3,464 g e no inicial de 1,303 g. As fêmeas tiveram uma biomassa total de 3,607 g no estágio avançado, no médio de 4,487 g e no inicial de 1,393g (Figura 7).

Para a área da RPPN - “Chácara Edith” no estágio avançado, a biomassa dos machos foi de 1,137 g e no médio de 0,830 g. As fêmeas no estágio avançado tiveram biomassa total de 2,419 g e no médio de 0,579 g (Figura 7).

Não houve associação entre a biomassa incorporada por machos e por fêmeas nos diferentes estágios sucessionais, tanto dentro da área do PEST - “Pousada” [ $\chi^2=0,10$ ; g.l.=2; p=0,95], como na área do PEST – “Cascata” [ $\chi^2=0,90$ ; g.l.=2; p=0,60] e na área da RPPN - “Chácara Edith” [ $\chi^2=0,31$ ; g.l.=1; p=0,60].

Figura 7 - Biomassa total incorporada como massa corpórea em besouros (fêmeas e machos) da espécie *C. saphirinus* em três áreas da Mata Atlântica - SC em diferentes estágios sucessionais.



## 5. DISCUSSÃO

Conforme os resultados apresentados, observou-se que a abundância dos indivíduos nas duas áreas do PEST foi praticamente a mesma (Pousada – n=68 e Cascata – n=65), possivelmente devido ao tamanho do PEST (85.500 ha) e a existência de uma vegetação contínua. Já na área da RPPN - “Ch. Edith” a abundância foi menor, apresentando 26 espécimes (menos da metade das áreas do PEST), possivelmente por ser uma área menor (520 ha) e apresentar uma distância de 70 km do PEST, sem conexão florestal entre elas. A ideia de que fragmentos menores abrigam menores quantidades de besouros Scarabaeinae é consistente e encontra grande suporte na literatura (NICHOLS et al., 2007; GARDNER et al., 2008b; FILGUEIRAS et al., 2011). Soma-se a este fato a diminuição de mamíferos de grande porte, o que pode alterar o padrão de disponibilidade de recursos para besouros copro-necrófagos (KLEIN, 1989; ESTRADA et al., 1999; NICHOLS et al., 2009).

Quando comparados os resultados de abundância por estágios sucessionais de cada área, observou-se que não há associação significativa, sendo que tanto os indivíduos machos como as fêmeas estão presentes nas três áreas com seus respectivos estágios sucessionais. Os resultados mostram que há uma tendência a haver maior quantidade de fêmeas nos estágios sucessionais avançados, sendo que os machos encontram-se nos demais estágios (médio e inicial), mesmo não havendo diferença estatística. Assim, por serem eficientes na remoção dos materiais de que se alimentam, eles são componentes fundamentais na manutenção do ecossistema (HALFFTER & MATTHEWS, 1966).

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 comunidade 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 ou monoculturas (KLEIN, 1989; HALFFTER & FAVILA, 1993; ESTRADA et al., 1998; HALFFTER & ARELLANO, 2002; SCHEFFLER, 2005; NICHOLS et al., 2007; GARDNER et al., 2008b).

Não foi encontrada uma associação entre os machos que apresentam ou não hipertrofia e o estágio sucessional da vegetação que estes organismos

frequentam. Este resultado é interessante, pois mostra que ambos os tipos de machos (morfortipo I e morfortipo II) frequentam os diferentes estágios sucessionais, seja para se alimentar ou procurar parceiras. Sugere-se que os machos que apresentam hipertrofia são escolhidos pelas fêmeas durante a seleção sexual. Além disso, os resultados mostram claramente a relação entre o comprimento corpo (mm) e o peso seco (g) dos machos, destacando a hipertrofia dos chifres dos indivíduos de grande tamanho corporal. Porém, pode ser observado que existem indivíduos de tamanho intermediário tanto entre os que apresentam como nos que não apresentam hipertrofia. Estes dados são importantes para o conhecimento da ecologia da espécie, pois geralmente a hipertrofia é o processo principal da seleção sexual na escolha das fêmeas de seus parceiros para geração de suas futuras proles (GULLAN & CRANSTON, 2007).

A variação biométrica do comprimento do corpo dos indivíduos nas áreas de mata Atlântica mostrou que na maioria dos casos não há diferença significativa entre o comprimento do corpo de machos e fêmeas, assim como não há diferenças entre o comprimento do corpo dos indivíduos oriundos dos diferentes estágios sucessionais. Houve somente uma área (PEST - "Cascata") em que as fêmeas foram maiores, provavelmente estas fêmeas tiveram maior quantidade de recurso alimentar quando larvas, contribuindo para um maior tamanho do corpo, fator interessante a ser pesquisado, testando se realmente é um fator genético ou a variação da dieta tem influência direta na variação morfológica.

Da mesma forma, quando analisado o tamanho dos indivíduos a partir do peso dos indivíduos, os resultados mostraram que não há diferença significativa na variação biométrica do peso seco do corpo dos machos e das fêmeas em duas das áreas amostrais (PEST - "Pousada" e RPPN - "Ch. Edith"), mas os resultados apresentados na área do PEST - "Cascata" mostraram que há diferença significativa entre o peso seco do corpo de machos e fêmeas, sendo as fêmeas mais pesadas que os machos.

Dados obtidos por Feer e Hingrat (2005), em fragmentos florestais, mostraram que fragmentos com menor tamanho tendem a manter uma comunidade com menor número de espécies e com indivíduos de menor tamanho, fatores esses que interferem diretamente nos serviços ambientais

(ecológicos) prestados pelos escarabeíneos (ANDRESEN, 2001; 2002). Isso leva a supor que ambientes com variados níveis de antropização, como áreas de floresta secundária, agricultura, pastagens, entre outras, venham a sofrer impactos semelhantes na comunidade dos besouros, diminuindo a redução dos serviços prestados por eles.

Quando analisado se houve diferença do peso dos indivíduos provenientes dos três estágios sucessionais amostrados, destaca-se outro resultado para área do PEST – “Pousada”, que mostrou diferença significativa entre o peso seco dos indivíduos nos diferentes estágios sucessionais, sendo mais robustos os espécimes provenientes da vegetação em estágio inicial de sucessão.

Tanto o número de indivíduos, como de espécies e a biomassa são importantes na realização dos serviços ecológicos prestados por estes organismos (ANDRESEN, 2002). Desta forma, a maior quantidade de biomassa incorporada como massa corpórea dos besouros ocorreu em duas áreas, PEST – “Pousada” com 16,19 g, seguido do PEST - “Casata” com 15,11g e menor recurso disponível na área da RPPN - “Ch. Edith” com 4,96 g. Uma das possibilidades da menor quantidade de recurso na RPPN - “Ch. Edith” poder ser o fato de ser uma área menor, mais antropizada e não ter sucesso de captura no estágio sucessional inicial, diminuindo assim a abundância de indivíduos. Considerando que a biomassa possa ser indicativa dos recursos disponíveis no ambiente, sendo considerados importantes para avaliar a conservação e realizar monitoramentos, já que sua diminuição revela distúrbios no habitat (NICHOLS et al. 2007).

Estudar e acompanhar comunidades de escarabeíneos, assim como compreender suas relações funcionais e seu papel na manutenção da biodiversidade pode auxiliar em estratégias de conservação e subsidiar trabalhos de biomonitoramento ambiental.

De acordo com Davis e colaboradores (2001), a distribuição de espécies ao longo de gradientes de diferentes características ambientais pode representar discretas associações típicas a biótipos particulares dentro da paisagem. 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). Conhecer as



espécies que existem e estudar as características ecológicas e comportamentais de cada espécie são os primeiros passos na busca de espécies indicadoras que permitam avaliar o estado de conservação de um determinado ecossistema (BROWN, 1997). De acordo com os resultados apresentados sugere-se que os besouros da espécie *C. saphirinus* não apresentam variações morfométricas claras frente ao gradiente ambiental nas áreas amostradas como para ser considerada como uma espécie bioindicadora.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L.M.; RIBEIRO-COSTA, C.S; MARINONI, L. **Manual de Coleta, Conservação, Montagem e Identificação de Insetos**. Ribeirão Preto, Ed. Holos, 1998. 78p.
- ANDRESEN, E. Effects on dung presence, dung amount, and secondary dispersal by dung Beetles on the fate of *Micropholis guyanensis* (Sapotaceae) seeds in central Amazonia. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 17, n. 1, p. 61-78, 2001.
- ANDRESEN, E. Dung Beetles in a central Amazonia rainforest and their ecological role as secondary seed dispersers. **Ecological Entomology**, Sheffield, v. 27, n. 3, p. 257-270, 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., MALCON, 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-JUNIOR, 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**, USA, v. 104, n. 47, p. 18555-18560, 2007.
- BARLOW, J.; LOUZADA, J.; PARRY, L.; HERNÁNDEZ, M. I. M.; HAWES, J.; PERES, C. A.; VAZ-DE-MELLO, F. Z. E 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**, v. 47, p. 779–788, 2010.
- BROWN, K. S. JR. Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forests: insects as indicators for conservation monitoring. **Journal of Insect Conservation**, v. 1, p. 25-42, 1997.
- BROWER, J.E.; ZAR, J.H.; ENDE, C.N. von. **Field and laboratory methods for general ecology**. 4th ed. Boston: McGraw-Hill, p. 273. 1998.
- CAMBEFORT, Y. & HANSKI, I. **Dung beetle population biology**. In: Hanski, I.; Cambefort, Y. (eds.). *Dung beetle ecology*. Princeton: Princeton University Press. p. 36-50. 1991.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE/BRASIL. **Resolução nº 10**, de 01 de outubro de 1993.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE/BRASIL. **Resolução nº 4**, de 04 de maio de 1994.
- COSTA LIMA, A. M. **Insetos do Brasil: Coleoptera**. Rio de Janeiro, Escola de Agronomia, tomo 8°, 2° parte, p. 66-88 (série didática nº10). 1953.
- DAVIS, A. J.; HOLLOWAY, J. D.; HUIJBREGTS, H.; KRIKKEN, J.; KIRK-SPRIGGS, A. & SUTTON, S.L. Dung beetles as indicators of change in the forests of northern Borneo. **Journal of Applied Ecology**, v. 38, p. 593-616, 2001.
- DIDHAM, R. K.; GHAZOUL, J.; STORK, N. E. & DAVIS, A. J. Insects in fragmented forests: a functional approach. **TREE**, v. 11, n. 6, p. 255-260, 1996.
- DOUBE, B. M. **Dung beetles of Southern Africa**. In: Hanski, I.; Cambefort, Y. (eds.). *Dung beetle ecology*. Princeton: Princeton University Press. 133-55. 1991.

- ENDRES, A. A.; CREÃO-DUARTE, A. J. & HERNÁNDEZ, M. I. M. Diversidade de Scarabaeidae s. str. (Coleoptera) da Reserva Biológica Guaribas, Mamanguape, Paraíba, Brasil: uma comparação entre Mata Atlântica e Tabuleiro Nordeste. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 51 (1), p. 67-71, 2007.
- ESTRADA, A.; COASTES-ESTRADA, R.; DADDA, A. & CAMMARANO, P. Dung and carrion beetles in tropical rain forest fragments and agricultural habitats at Los Tuxtlas, Mexico. **Journal of Tropical Ecology**, v. 14, p. 577-593, 1998.
- ESTRADA, A.; ANZURES, A. D. E COATES-ESTRADA, R. Tropical Rain Forest Fragmentation, Howler Monkeys (*Alouatta palliata*), and Dung Beetles at Los Tuxtlas, Mexico. **American Journal of Primatology**, v. 48, p. 253-262, 1999.
- FEER F.; HINGRA, Y. Effects of forests fragmentation on a dung beetle community in French Guiana. **Conservation Biology**, Boston, v.19, n.4, p. 1103-1112, 2005.
- FILGUEIRAS, B. K. C.; LIBERAL, C. N.; AGUIAR, C. D. M.; HERNÁNDEZ, M. I. M. & IANUZZI, L. Attractivity of omnivore, carnivore and herbivore mammalian dung to Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) in a Tropical Atlantic Rainforest remnant. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, p. 422-427, 2009.
- FILGUEIRAS, B. K. C.; IANUZZI, L.; LEAL, I. R.. Habitat fragmentation alters the structure of dung beetle communities in the Atlantic Forest. **Biological Conservation**, v.144, p. 362-369, 2011.
- 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**, v. 39, n. 2, p. 303-309, 1995.
- 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 cost-effectiveness of biodiversity surveys in tropical forests. **Ecology Letters**, v. 11, p. 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**, v. 45, p. 883-893, 2008b.
- GILL, B. D. **Dung beetles in American Tropical Forest**. In: Hanski, I. & Cambefort, Y. (Eds.) *Dung Beetle Ecology*. Princeton: Princeton University Press. p. 211-229, 1991.
- GULLAN, P.J.; CRASTON. **Os insetos: um resumo de entomologia**. 3.ed. São Paulo: Roca, 2007. 440p.
- HALFFTER, G. & MATTHEWS, E. G. The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae). **Folia Entomologica Mexicana**, v. 12, n.14, p. 1-312, 1966.
- HALFFTER, G. & EDMONDS, W. D. **The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae): An ecological and evolutive approach**. México D.F.: Man and the Biosphere Program UNESCO. p. 177, 1982.

HALFFTER, G. Historical and ecological factors determining the geo-graphical distribution of beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). **Folia Entomologica Mexicana**, v. 82, p. 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**, v. 84, p. 131–156, 1992.

HALFFTER, G. E 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**, v. 27, p. 15-21, 1993.

HALFFTER, G. & ARELLANO, L. Response of dung beetle diversity to human-induced changes in a tropical landscape. **Biotropica**, v. 34, n. 1, p. 144-15, 2002.

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

HANSKI, I. **The dung insect community.** In: *Dung Beetle Ecology.* (Eds.) Princeton University Press, p. 5-21, 1991.

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

HERNÁNDEZ, M. I. M. The night and day of dung beetles (Coleoptera, Scarabaeidae) in the Serra do Japi, Brazil: elytra colour related to daily activity. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 46, p. 597-600, 2002.

HERNÁNDEZ, M. I. M. **Artrópodes: Besouros Scarabaeidae (Coleoptera) da área do Curimataú, Paraíba.** p. 369-380. In: F.S. de Araújo, M.J.N. Rodal & M.R.V. Barbosa (org.), *Análise das Variações da Biodiversidade do Bioma Caatinga: Suporte a Estratégias Regionais de Conservação.* Ministério do Meio Ambiente. ISBN 85-87166-76-X. 2005.

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

HERNÁNDEZ, M. I. M. & VAZ-DE-MELLO, F. Z. Seasonal and spatial species richness variation of dung beetle (Coleoptera, Scarabaeidae s.str.) in the Atlantic Forest of southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, n. 4, p. 607-613, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORESTAS. Bioma Mata Atlântica. Disponível em: <http://www.ibflorestas.org.br/pt/bioma-mata-atlantica.html>. Acesso 30 de maio de 2012.

JANZEN, D. H. Seasonal change in abundance of large nocturnal dung beetles (Scarabaeidae) in a Costa Rican deciduous forest and adjacent horse pasture. **Oikos**, v. 41, p. 274-283, 1983.

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

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**, v. 28, p.72-79, 2011.

MARCON, B. C. **Diversidade de besouros Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) em áreas de Floresta Ombrófila Densa em diferentes estágios sucessionais**. Florianópolis/SC, Br. Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC. (Trabalho de Conclusão de Curso de Ciências Biológicas) 2011.

MARTÍNEZ, I. M. & LUMARET, J. Dimorfismo sexual en larvas de Scarabaeoidea (Coleoptera). In: **Escarabeideos de Latinoamérica: Estado del conocimiento**. Onore, G., Reyes-Castillo, P. & Zunino, M. (comps.). m3m-Monografías Tercer Milenio, v. 3. Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.), Zaragoza. p. 15-18, 2003.

MOCZEK, A. P. & EMLLEN, D. J. Male horn dimorphism in the scarab beetle, *Onthophagus taurus*: do alternative reproductive tactics favour alternative phenotypes?, **Animal Behaviour**, v. 59, p. 459–466, 2000.

MORELLATO, L.P.C. & HADDAD, C.F.B. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**, v.32, p. 786-792, 2000.

MORÓN, M. A. **Escarabajos, 200 millones de años de evolución**. 2ª edição. Instituto de Ecología, A. C., y Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.) Zaragoza, España. 204p. 2004.

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**, v. 137, p. 1-19, 2007.

NICHOLS, E.; SPECTOR, S.; LOUZADA, J.; LARSEN, T.; AMEZQUITA, S.; FAVILA, M. E. The Scarabaeinae Research Network. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. **Biological Conservation**, v. 141, p. 1461-1474, 2008.

NICHOLS, E.; GARDNER, T. A.; PERES, C. A.; SPECTOR, S. The Scarabaeinae Research Network. Co-declining mammals and dung beetles: an impending ecological cascade. **Oikos**, v. 118, p. 481-487, 2009.

SCARABNET. **Global Taxon Database**. Disponível em: <<http://216.73.243.70/scarabnet/results.htm>>. Acesso 28 de maio de 2012.

SCHEFFLER, P. Y. **Dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) ecology in the intact and modified landscape of Eastern Amazonian**. Pennsylvania, USA: The Pennsylvania State University, (Tese – Doutorado em Ecologia). 2002.

SCHEFFLER P. Y. Dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) diversity and community structure across three disturbance regimes in eastern Amazonia. **J Trop Ecol**, v. 21, p. 9-19, 2005.

SILVA, F. A. B.; HERNÁNDEZ, M. I. M.; IDE, S. & MOURA, R. C. Comunidade de qescarabeíneos (Coleoptera, Scarabaeidae) copronecrófagos da região de Brejo Novo, Caruaru, Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 51, n. 2, p. 228-233. 2007.

SIMMONS, L. W. & RIDSDILL-SMITH, T. J. Reproductive competition and its impact on the evolution and ecology of dung beetles, p. 1-20. In: SIMMONS, L. W. & RIDSDILL-SMITH, T. J. (eds.). **Ecology and evolution of dung beetles**. Oxford: Blackwell Publishing. 347 p. 2011.

SPEIGHT, M. R.; HUNTER, M. D. & WATT, A. D. **Ecology of Insects: Concepts and Applications**. Blackwell Science, 1999. 350p.

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

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**, v. 45, p. 99-102, 2001.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 124 p. 1991.