

Mariana Mrotskoski Niero

**INFLUÊNCIA DE DIFERENTES ELEMENTOS DA PAISAGEM  
SOBRE A ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE  
SCARABAEINAE (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE) EM UM  
AMBIENTE AGRÍCOLA NO SUL DE SANTA CATARINA**

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

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Malva Isabel Medina Hernández

Florianópolis  
2015

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

Niero, Mariana Mrotskoski

Influência de diferentes elementos da paisagem sobre a estrutura da comunidade de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) em um ambiente agrícola no sul de Santa Catarina / Mariana Mrotskoski Niero ; orientadora, Malva Isabel Medina Hernández - Florianópolis, SC, 2015.  
60 p.

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

Inclui referências

1. Ciências Biológicas. 2. Ecologia de Paisagens. 3. Conservação Biológica. 4. Scarabaeinae. 5. Fragmentação. I. Hernández, Malva Isabel Medina. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Ciências Biológicas. III. Título.

Mariana Mrotskoski Niero

**INFLUÊNCIA DE DIFERENTES ELEMENTOS DA PAISAGEM  
SOBRE A ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE  
SCARABAEINAE (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE) EM UM  
AMBIENTE AGRÍCOLA NO SUL DE SANTA CATARINA**

Trabalho julgado e aprovado em sua forma final pelos membros da Banca Examinadora.

Florianópolis, 23 de junho de 2015.

---

Dr.<sup>a</sup> Maria Risoleta Freire Marques  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Dr.<sup>a</sup> Malva Isabel Medina Hernández  
Orientadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Dr. Benedito Cortês Lopes  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Dr. Jose Salatiel Rodrigues Pires  
Universidade Federal de Santa Catarina



À minha mãe, sem a qual eu jamais  
teria chegado até aqui, dedico.



## AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que, de alguma forma, fizeram parte da minha caminhada rumo à profissão que eu escolhi e, especialmente, à realização deste trabalho.

Aos proprietários que contribuíram com as coletas: Paulo Mrotskoski, Nélcia Vociacoski, Agenor Puviski, Silvino Milak e Susana Lima Machieski Dagostin.

Aos colegas de Graduação de tantas fases que encontrei ao longo dos semestres, em especial a Aline Possamai Della, Carla de Souza Rosa, Jordana Turcatto e Renata Vasques.

Às amigas de Moradia Estudantil, que foram e vieram, levaram um pouco e deixaram outro tanto: Andréia Pereira da Silva, Laís Santos, Jéssica Podeleski, Francine Pacheco, Patrícia Link Runtzel, Cristina Link Runtzel e Sarita Wisbeck.

Ao pessoal da Academia SCAM, por serem uma fonte de descontração, amizade, diversão e concentração, tudo ao mesmo tempo. Vocês são demais.

Aos professores que encontrei durante a Graduação e que, diversas vezes, me fizeram enxergar caminhos diferentes, em outras formas de se pensar e aumentar os horizontes que esta profissão incrível pode proporcionar.

Aos integrantes do Laboratório de Ecologia Terrestre Animal, por toda colaboração e ajuda nestes mais de quatro anos de convivência. Eu vi muitos de vocês entrarem e concluírem seus trabalhos, agora é minha vez. Renata Calixto Campos, Pedro Giovâni da Silva, Moacyr Batilani Filho, Patricia Menegaz de Farias, Karina Farina, Maristela Carpintero, Victor Michelin Alves, Artur Palau e tantos outros que já passaram pelo LECOTA e me ensinaram um pouco a ser quem sou hoje. Lembro também da técnica Karla Scherer, por fazer o ECZ funcionar e ajudar tanto a tantos.

Em especial à professora Malva Isabel Medina Hernández, por todo apoio durante toda a minha graduação, sendo professora, coordenadora, orientadora e, por vezes, uma espécie de mãe para quem está longe de toda a família.

Aos que, de longe me apoiaram e fizeram o possível para que eu não desistisse quando as coisas pareciam difíceis, Nélcia Vociacoski, Najla Suleiman, Adriana Zanoni, Suelen Mandelli Mota.

Também à Moema Nolasco, por todo auxílio em me manter eu mesma nesse período.

À minha família, por toda força e amor sempre, Eunice Mrotskoski Niero e Martina Mrotskoski Niero. Também a Silvio Campos da Cunha, pelo companheirismo, ajuda e por aturar a fase de nervosismo que permeia todo grande trabalho. A essas três pessoas, juntamente com Edviga Mrotskoski Novak, pela ajuda nas coletas.

Ao meu Pai, por não permitir que eu desistisse e ficasse comigo sempre. O meu muito obrigada a todos vocês!



“The greater our knowledge increases, the greater  
our ignorance unfolds.”  
(Kennedy, 1962)



## RESUMO

A Ecologia de Paisagens auxilia estudos sobre fragmentação do habitat e conservação da biodiversidade, lidando com ambientes naturais e modificados pelo ser humano, ajudando na resolução de problemas ambientais e contribuindo no planejamento da expansão das fronteiras agrícolas e uso da terra. A destruição e fragmentação ocorridas na Mata Atlântica vêm causando sérios problemas na manutenção da biodiversidade e, desta forma, com a finalidade de conservar florestas nativas e processos ecológicos, são criadas Reservas Legais, as quais, frequentemente, formam mosaicos heterogêneos na paisagem. Auxiliando questões de conservação, os besouros Scarabaeinae são animais que vêm sendo utilizados com sucesso como bioindicadores de mudanças de qualidade dos habitats, pois suas comunidades respondem rapidamente aos efeitos da degradação ambiental e fragmentação. Além disso, participam de processos ecológicos importantes, como ciclagem de nutrientes e decomposição da matéria orgânica. Assim, este estudo teve como objetivo descrever e comparar a comunidade de escarabeíneos em paisagens agrícolas com Reservas Legais, para poder contribuir com melhores técnicas de manejo e conservação da paisagem. A amostragem foi realizada no município de Içara, Santa Catarina, em dezembro de 2014, em ambientes de matas nativas (maior e menor), corredor, plantações de eucalipto (contínuo ou isolado da mata), pastagem e plantação de milho. Foram posicionadas dez armadilhas *pitfall* para animais vivos em cada local, que consistiram em potes enterrados, com tampas furadas, contendo solo e fezes humanas, recolhidas nas primeiras 24 horas e nas 24 horas seguintes, sendo a maioria dos animais liberados em seguida, após a identificação. Análises de riqueza, abundância, diversidade, equitabilidade, similaridade e Valor Indicador Individual foram feitas. Foi coletado um total de 704 indivíduos de 16 espécies, com suficiente esforço amostral, sem diferença significativa nos dois dias de coletas. As espécies mais abundantes foram *Onthophagus catharinensis*, *Canthon smaragdulus*, *Canthidium* aff. *trinodosum* e *Dichotomius mormon*. Matas nativas obtiveram maiores riqueza e abundância (seguidas por áreas de eucalipto e locais abertos), sendo que as comunidades agruparam-se de acordo com os elementos da paisagem em três grandes grupos: matas, eucaliptos e áreas abertas. Seis espécies tiveram alto Valor Indicador Individual para ambientes de mata e três para áreas abertas. O método de amostragem com insetos vivos se mostrou eficiente em estudos rápidos de monitoramento. Os resultados corroboram o fato de que

ambientes mais preservados conservam uma maior biodiversidade, mas também destacam a importância de outros elementos da paisagem, como áreas abertas, para o aumento da diversidade regional, com a presença de espécies que são especialistas destes habitats. A importância dos corredores ecológicos também fica clara e remete a técnicas que visem à conexão dos fragmentos de Reservas Legais, e destes com fragmentos maiores, como técnicas que auxiliem a conservação da biodiversidade e da paisagem como um todo.

**Palavras-chave:** Ecologia de Paisagens. Conservação. Fragmentação. Bioindicadores. Mata Atlântica.

## ABSTRACT

The Landscape Ecology contributes toward studies about habitat fragmentation and biodiversity conservation, it deals with natural and human-modified environments and helps to resolve environmental problems and to design and plan the expansion of agricultural frontiers and the usage of the land. The destruction and fragmentation that occurred in the Atlantic Forest has caused serious problems to the maintenance of the biodiversity, therefore, with the goal of conservation of the native forests and ecological process, Legal Reserves are created, which frequently create heterogenic mosaics in the landscape. The Scarabaeinae beetles are animals that have been successfully used as bioindicators of habitat quality change, because their communities respond rapidly to the effects of environmental degradation and fragmentation, what helps to answer questions about conservation. Besides, they are part of important ecological processes, such as the nutrient cycling and the decomposition of organic matter. Therefore, the objective of this study was to describe and compare the dung beetle community in agricultural landscapes with Legal Reserve, to contribute with better landscape management and conservation. The sampling was performed in Içara, Santa Catarina, in December 2014, in native forest (large and small), corridor, eucalyptus plantation (continuous or isolated from the forest), pasture and corn plantation. There were placed ten *pitfall* traps to catch alive animals in each area, which consisted of pots with pierced covers, buried with soil and baited with human feces, retrieved in first 24 hours and 24 hours afterwards, and the majority of the animals were released after the identification. Analysis of richness, abundance, diversity, evenness, similarity and Individual Indicator Value were performed. A total of 704 individuals from 16 species were collected, with enough sampling effort, without significant differences between the two sampling days. The most abundant species were *Onthophagus catharinensis*, *Canthon smaragdulus*, *Canthidium* aff. *trinodosum* and *Dichotomius mormon*. The native forest showed the largest richness and abundance (followed by eucalyptus areas and open areas), considering that the communities were grouped according to the landscape unities in three big groups: forest, eucalyptus plantation and open spaces. Six species had big Indicator Value for forest environments and three for open areas. The sampling method with alive insects showed being efficient in quick monitoring studies. The results support the fact that more preserved environments retain a larger biodiversity, but also highlight the importance of other landscape elements, such as

open areas, to increase the regional biodiversity, with the presence of species that are specialist of these habitats. The importance of ecological corridors is also evident and refer to techniques that aim to connect Legal Reserves fragments, and these with larger fragments, like techniques that aid the conservation of the biodiversity and the landscape as a whole.

**Keywords:** Landscape Ecology. Conservation. Fragmentation. Bioindicators. Atlantic Forest.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	17
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	23
2.1	Objetivo geral.....	23
2.2	Objetivos específicos.....	23
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	23
3.1	Área de estudo.....	23
3.2	Coleta de dados.....	26
3.3	Análises dos dados.....	27
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	29
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	39
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	47
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	49
	<b>APÊNDICE A - CARTILHA “VOCÊ SABE QUAL A IMPORTÂNCIA DA RESERVA LEGAL DA SUA PROPRIEDADE NA CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE?”</b> .....	59



## 1 INTRODUÇÃO

As diversas visões de “paisagem” convergem para uma ideia de heterogeneidade do espaço, existindo duas abordagens dentro desta temática: uma geográfica e outra ecológica (METZGER, 2001). A primeira tem um enfoque antropocêntrico na utilização econômica e no planejamento ocupacional do território nas chamadas “unidades de paisagem” (espaço de terreno com características comuns), em macro escalas temporais e espaciais. A segunda abordagem nasce na década de 1980 e, deixando a visão antropocêntrica de lado, preocupa-se com os elementos naturais de paisagem, com a escala espaço-temporal variando conforme a espécie em estudo, e visando à conservação da biodiversidade e ao manejo de recursos naturais. Metzger (2001), em uma tentativa de conciliar estas duas abordagens, define a paisagem como “um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas, sendo esta heterogeneidade existente para pelo menos um fator, segundo um observador e numa determinada escala de observação”, combinando a análise espacial da geografia e o estudo funcional da ecologia.

O termo Ecologia de Paisagens foi cunhado em 1939 pelo geógrafo alemão Carl Troll, e, dali em diante, foram propostas várias definições, dependendo da abordagem (se geográfica ou ecológica). A ecologia de paisagens pode ser entendida como o estudo da estrutura, função e dinâmica de áreas heterogêneas formadas por ecossistemas interativos (FORMAN & GODRON, 1986), e parte da observação das inter-relações entre a biota e o ambiente, tentando entender a dependência espacial entre os elementos de paisagem e como estas serão percebidas pelas espécies presentes nos elementos; ou seja, busca entender a estrutura da comunidade pela dinâmica dos elementos da paisagem (METZGER, 2001). Dependendo das características das espécies estudadas (exigências de habitats específicos, área de vida, alimentação, reprodução, abrigo, capacidade de deslocamento e interações com outras espécies), os elementos de paisagem serão percebidas de forma diferenciada pelas mesmas, com cada elemento da paisagem podendo ser considerado um habitat diferente (METZGER, 2001; RICKLEFS, 2011).

Um problema que surge ao se abordar a ecologia de paisagens é o desafio de transpor os resultados para escalas globais, e não apenas locais, já que não existem réplicas verdadeiras, pois cada elemento é único, e podem surgir efeitos de transmutação na mudança de escala (METZGER, 2001). A complexidade dos fatores nas relações entre processos ecológicos e padrões espaciais, histórico de perturbação e

heterogeneidade do micro-habitat não permitem generalizações (METZGER et al., 2007). Apesar disso, há tentativas de transposição com utilização de modelos advindos de outras áreas do conhecimento, sendo estas modelagens complementares à experimentação e observação em campo. Tais modelos podem ser usados para: descrever e analisar a estrutura e dinâmica da paisagem ou de metapopulações, com ênfase na distribuição espacial, ou de processos ecológicos em (meta)comunidades, como riqueza de espécies ou abundância de indivíduos por espécie (SILVA & HERNÁNDEZ, 2014). Estes modelos ainda podem apontar que padrões ou configurações espaciais de possíveis desmatamentos seriam menos prejudiciais para as espécies residentes dentro da paisagem (METZGER et al., 2007).

A ecologia de paisagens, por integrar a heterogeneidade espacial e a escala na análise ecológica, lidando com mosaicos antropizados na escala que o homem modifica seu ambiente, torna os estudos sobre fragmentação do habitat e conservação de espécies e ecossistemas mais aplicados para a resolução de problemas ambientais, importantes no planejamento da expansão das fronteiras agrícolas, uso da terra, conservação da biodiversidade e sustentabilidade (METZGER, 2001; METZGER et al., 2007). Além disso, vem sendo utilizada em estudos de licenciamento ambiental, em planejamentos de empreendimentos, valorizando os processos ecológicos (KOBLOITZ et al., 2011; HONRADO et al., 2012), já que a paisagem é passível da entrada de espécies, matéria e energia.

Paisagens rurais, segundo Soares Filho (1998), são consideradas como paisagens culturais, onde houve ação do homem na modificação e formação de vários elementos da paisagem diferentes. Qualquer atividade humana causa impacto sobre o meio e a destruição de ambientes naturais para áreas de pastagens ou monoculturas provoca alterações nos fatores abióticos, podendo ocasionar, com isso, uma mudança na composição e estrutura das comunidades ou acarretar perda de espécies não adaptadas às novas condições ambientais (BARLOW et al., 2007; BUGONI, 2012; RESENDE, 2012).

O Brasil possui até 43% de área agricultável (IPAM, 2009) e, atualmente, entre as ameaças mais severas à biodiversidade, estão a destruição de habitats e a fragmentação da paisagem, a intensificação dos usos do solo (ou o seu abandono) e as invasões biológicas (SALA et al., 2000). Uma área é dita fragmentada quando atividades humanas ou eventos naturais dividem um habitat de grande extensão em diversos habitats menores. Quando uma paisagem é fragmentada, surgem cinco efeitos: a quantidade total de habitat diminui; o número de fragmentos

de habitat aumenta; a quantidade de borda aumenta; o tamanho do fragmento médio diminui e o isolamento do fragmento aumenta (RICKLEFS, 2011). Assim, a percolação (capacidade das espécies de atravessar a paisagem) e os efeitos de borda são fatores de possíveis extinções locais (METZGER et al., 2007; RIBEIRO et al., 2009).

Uma redução na área total de habitat causa, normalmente, uma redução na riqueza de espécies, mas, por outro lado, alguns autores defendem que este fato pode promover a coexistência de outras várias espécies, como as especialistas de borda e as que vivem em ecótonos (RICKLEFS, 2011; HADDAD et al., 2015). Assim, o tamanho dos fragmentos, suas formas e a conectividade entre eles são fatores muito importantes na manutenção da diversidade (RIBEIRO et al., 2009; METZGER, 2010; RICKLEFS, 2011). Os efeitos negativos da fragmentação do habitat podem ser minimizados por corredores e trampolins ecológicos que facilitem a movimentação dos organismos entre os fragmentos adjacentes, também dependendo da qualidade da matriz para que o deslocamento dos organismos ocorra (RIBEIRO et al., 2009; RICKLEFS, 2011). Desta forma, os padrões dos diversos elementos da paisagem, como manchas, corredores e matrizes, são muito utilizados em estudos de conservação.

No Brasil, as propriedades agrícolas estão sujeitas a leis, como a do Código Florestal que, desde a sua criação em 1934, dentre outras disposições, já faz referência às Reservas Legais, que entraram em vigor a partir da revisão da lei no ano de 1965. No decreto no 12.651, de 25 de maio de 2012, última atualização do Código Florestal, define-se a Reserva Legal (RL) como: “Área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, (...) com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa” (BRASIL, 2012). Toda propriedade deve garantir 20% de seu território para conservação da cobertura de vegetação nativa na forma de reserva (exceto na região amazônica, que pode chegar a 80% da propriedade). Em Santa Catarina, a Mata Atlântica apresenta um território que cobre 16.620 km<sup>2</sup> (PLANO DE MANEJO RESERVA BIOLÓGICA MARINHA DO ARVOREDO, 2004), e, assim, muito se tem discutido sobre quais seriam as melhores opções para os tamanhos de Reservas Legais de modo a preservar de maneira consistente os remanescentes de Mata Atlântica (METZGER, 2010). No Artigo 14 da mesma lei já citada, a localização sugerida para as Reservas Legais diz que se deve levar em consideração a formação

de corredores ecológicos com outras RL, Áreas de Preservação Permanente ou outras Unidades de Conservação, e ainda áreas de maior fragilidade ambiental ou de importância na conservação da biodiversidade. Esta diversidade biológica, segundo o MMA (2015), está pautada em três níveis: genética, específica e de ecossistemas.

Paisagens de relevo plano e divididas entre vários proprietários tendem a apresentar mosaicos muito heterogêneos, com vegetação restrita a muitos fragmentos pequenos, rodeadas por pastagens e áreas agrícolas. Isto, somado à peculiaridade legal nas regiões onde há pequenas propriedades, leva à formação de uma paisagem composta por diferentes habitats para os organismos, podendo ser analisada sob a perspectiva da ecologia de paisagens. Porém, para os agricultores, principalmente os pequenos, as Reservas Legais podem ser apenas um pedaço de terra, que quase não pode ser usado por lei, sem importância explícita. Entretanto, as Reservas Legais propiciam importantes serviços ambientais, como controle de pragas, aumento da polinização e da produtividade de algumas culturas (DE MARCO & COELHO, 2004). Assim, fragmentos menores podem ter grande importância na conservação, pois conectam grandes regiões (RIBEIRO et al., 2009). Porém, restando cerca de 12% da área da Mata Atlântica original no Brasil, com a maioria dos fragmentos cobrindo menos de 50 hectares, as implicações para a conservação das espécies é imperativa, pois, por mais que fragmentos pequenos sustentem certa diversidade, muitas espécies precisam de áreas maiores e mais conservadas para sobreviver (RIBEIRO et al., 2009). Além disso, ambientes heterogêneos suportam uma maior biodiversidade de organismos, pois evitam competitividade quando as espécies utilizam diferentes recursos. Desta forma, políticas que visem à conservação são extremamente importantes para a manutenção da biodiversidade.

Alguns organismos podem auxiliar questões de conservação e manejo, por serem considerados bioindicadores. Para ser considerado um bom indicador, o organismo deve preencher os seguintes requisitos: ter taxonomia e ecologia bem conhecidas; possuir distribuição ampla; ter certo grau de especialização; responder rapidamente às alterações; possuir facilidade e baixo custo para ser pesquisado; independência relativa do tamanho da amostra; sua resposta deve refletir a resposta de outras espécies; deve ser de potencial importância econômica (PEARSON & CASSOLA, 1992). Os insetos, por sua relativa plasticidade no uso de diversos ambientes, por responderem rapidamente às alterações ambientais, serem especialistas em recursos e por estarem presentes em áreas pequenas e fragmentadas, têm sido

utilizados como indicadores ambientais terrestres (BARLOW et al., 2007; GARDNER et al., 2008b; CAMPOS & HERNÁNDEZ, 2014). Os insetos bioindicadores podem ser: a) indicadores ambientais, os quais respondem às perturbações ou mudanças ambientais; b) indicadores ecológicos, que demonstram efeitos das mudanças ambientais como alterações de habitat, fragmentação, mudanças climáticas, poluição e outros fatores que geram impacto na biota; ou c) indicadores de biodiversidade, que refletem índices de diversidade de diferentes taxa (McGEOCH, 1998).

Besouros escarabeíneos são frequentemente utilizados como indicadores ecológicos, pois as mudanças ambientais alteram também a estrutura e a composição das espécies dentro das comunidades, com diminuição de riqueza, abundância e diversidade (KLEIN, 1989; HALFFTER & FAVILA, 1993; DAVIS et al., 2001; GARDNER et al., 2008a). Estes animais possuem alta sensibilidade às mudanças ambientais por conta da íntima relação com o meio e os recursos disponíveis (HALFFTER & FAVILA, 1993; BARLOW et al., 2007; GARDNER et al., 2008b; HERNÁNDEZ & VAZ-DE-MELLO, 2009), respondendo negativamente à destruição, fragmentação e isolamento de florestas tropicais (KLEIN, 1989; HALFFTER et al., 1992). Muitas espécies de Scarabaeinae são altamente específicas quando se trata do habitat e não estendem suas populações para áreas abertas (KLEIN, 1989; ALMEIDA & LOUZADA, 2009), podendo diminuir ou desaparecer localmente (HERNÁNDEZ & VAZ-DE-MELLO, 2009), diminuindo, assim, o pool de espécies para outras áreas da paisagem (KORASAKI et al., 2013).

Os coleópteros da subfamília Scarabaeinae apresentam mais de 7000 espécies descritas (HANSKI & CAMBEFORT, 1991) e são conhecidos popularmente como besouros “rola-bosta” pelo comportamento que algumas espécies apresentam de rolar o recurso alimentar ou enterrá-lo em túneis construídos por eles (HALFFTER & MATTHEWS, 1966). Participam na ciclagem de nutrientes e no ciclo de decomposição da matéria orgânica ao se alimentarem de fezes (coprofagia) - principalmente de mamíferos, com os quais mantém estreitas relações (HANSKI & CAMBEFORT, 1991) - e animais em decomposição (necrofagia), enquanto larvas e adultos, cumprindo uma relevante função ecossistêmica (HALFFTER & MATTHEWS, 1966; HALFFTER & EDMONDS, 1982). Nichols e colaboradores (2008) fizeram uma revisão sobre as principais funções ecológicas nas quais os Scarabaeinae estão envolvidos, e entre elas se destacam a ciclagem de nutrientes, bioturbação (aumentando a aeração do solo e o

desenvolvimento de plantas), dispersão secundária de sementes, supressão ou dispersão parasitária, entre outras.

Entender as respostas das comunidades frente à modificação dos habitats pode ser uma ferramenta importante em estratégias para minimizar a perda da biodiversidade. Assim, conhecer a diversidade dos animais silvestres sujeitos a restrições ambientais em paisagens agrícolas fragmentadas é imprescindível para gerar estratégias de conservação biológica. Ainda, é de igual importância observar, sob o ponto de vista dos animais influenciados pelas modificações ambientais, como ocorrem as interações entre os elementos da paisagem em mosaicos heterogêneos formados em pequenas propriedades agrícolas. Além disso, os pequenos proprietários rurais podem e devem conhecer a fauna e flora, e toda a importância que elas representam, e que se encontra em suas propriedades, percebendo as funções, diretas e indiretas, das mesmas. Apenas assim poderemos aplicar reais esforços no manejo sustentável do ambiente, principalmente quando a manutenção desses ambientes é garantida pelos componentes que a formam.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Descrever e comparar a comunidade de Scarabaeinae em elementos da paisagem de uma região predominantemente agrícola no município de Içara, Santa Catarina, como uma forma de dar subsídio para estratégias de conservação da biodiversidade.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Descrever e analisar a diversidade de besouros escarabeíneos em ambientes heterogêneos e verificar como as espécies se distribuem pelos elementos da paisagem em ambiente agrícola: mancha de mata maior, mancha de mata menor, corredor, área de eucalipto ligada à mancha maior de mata, área de eucalipto isolada, área de pastagem e área com plantação de milho;
- Verificar se alguma espécie de Scarabaeinae é associada a algum tipo de ambiente em uma paisagem predominantemente agrícola;
- Observar vantagens e desvantagens do método de captura de insetos vivos;
- Contribuir para programas de educação ambiental e conservação da biodiversidade no município de Içara e entorno com a elaboração de um folder de divulgação que apresente as espécies de escarabeíneos da área junto com sua importância ecológica.

## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 Área de estudo**

O estudo realizou-se no município de Içara (28°68' S e 49°28' O, altitude média de 31 metros) próximo à divisa com o município de Criciúma, na região do extremo sul de Santa Catarina, em fragmentos de paisagem localizados em propriedades particulares. Içara faz parte da Associação dos Municípios da Região Carbonífera (AMREC). O clima da região da AMREC, segundo a classificação climática de Köppen é do tipo Cfa (mesotérmico, úmido e com verão quente) com temperaturas médias variando entre 9°C e 30°C, e a pluviosidade do litoral sul de Santa Catarina variando de 1220 a 1660 mm de precipitação total anual,

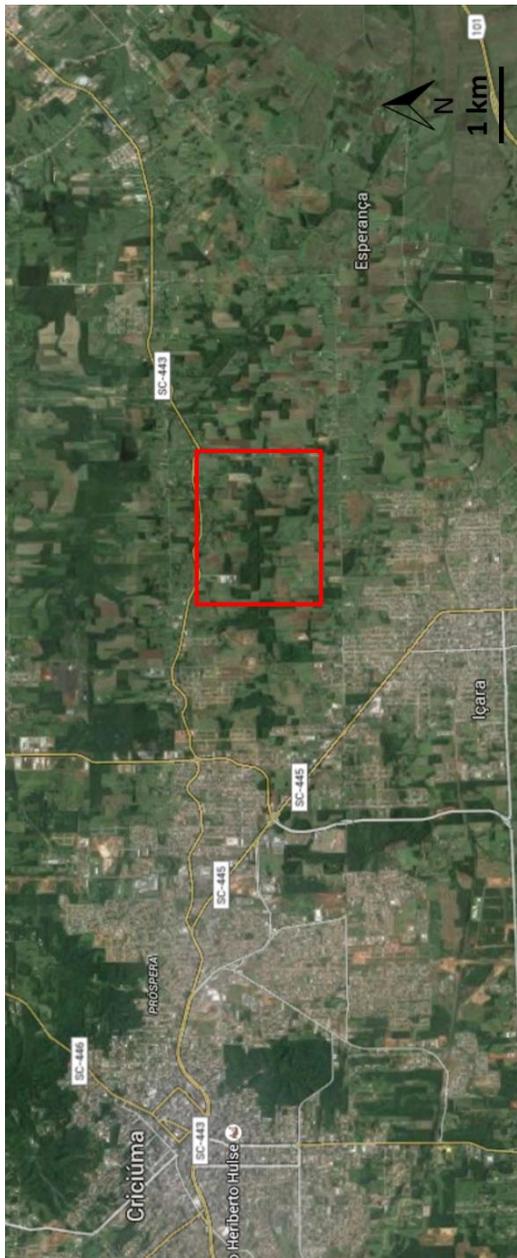
com 98 a 150 dias de chuva e umidade relativa em torno de 80% (BACK, 2009a). O solo é constituído por formações geológicas sobre camadas de carvão, sendo os argissolos, cambissolos, gleissolos, neossolos, nitossolos e organossolos presentes em Içara (BACK, 2009b).

Pertencente ao bioma Mata Atlântica (IBGE, 2014), com Floresta Ombrófila Densa (quase extinta na região atualmente), a morfologia do município pode ser caracterizada por planícies litorâneas, sequências de morros, planície central e colinas. Apresenta três bacias hidrográficas: bacia do Rio Urussanga Velha, bacia do Rio dos Porcos e bacia do Arroio Rincão (CÂMARA MUNICIPAL DE IÇARA, 2014). Em Içara, assim como em toda a AMREC, o carvão teve importante papel na economia da região, e tem, até hoje, causado sérios problemas ambientais (POSSAMAI et al., 2007). A agricultura segue em importância econômica a extração de carvão, com destaque para as culturas de fumo, feijão e milho; na indústria, merecem importância a cerâmica e descartáveis plásticos (IBGE, 2014). A apicultura também tem grande relevância, elevando a cidade ao título de “Capital do Mel”.

A região possui a característica de ser um grande mosaico de agropecuária e fragmentos de mata, tanto nativa, primária ou secundária, como de plantações de eucalipto; isso porque, com a obrigatoriedade de se conservar Reservas Legais nas propriedades, muitos proprietários fazem sua RL nos fundos do terreno, que sendo, em geral, de pequeno porte, unem-se, formando manchas contínuas de mata. Ainda por conta do tamanho das propriedades, muitos outros fragmentos são mantidos por diversas razões, como extração de madeira. Todos estes fragmentos, em uma escala mais ampla, formam uma heterogeneidade de habitats possíveis (Figura 1).

Os elementos da paisagem que foram amostrados variaram em tamanho, sendo: manchas de mata maior (46,5 hectares) e menor (4,24 ha), corredor (0,02 ha), área de plantação de eucalipto contínua à mata (7,3 ha) e mancha de eucalipto isolada (2,13 ha), área de pastagem (2,6 ha) e plantação agrícola de milho (1,3 ha) (Figura 2). A distância total abrangida pelo estudo foi de 1,9 km x 1,5 km.

Figura 1 - Área onde foram realizadas as coletas de besouros escarabeíneos em Içara, Santa Catarina. Em destaque, a micro área onde foram instaladas as armadilhas para coleta de besouros escarabeíneos.



Fonte: Google Maps (2015) modificado.

Figura 2 – Áreas de coleta em diferentes elementos da paisagem heterogênea no município de Içara, Santa Catarina: MMA: Mata Maior; MMe: Mata Menor; Cor: Corredor; ECo: Eucalipto Contínuo à mata maior; EIs: Eucalipto Isolado; Pas: Pastagem; Pla: Plantação de milho.



Fonte: Google Maps (2015) modificado.

### 3.2 Coleta de dados

A coleta dos insetos foi realizada durante o mês de dezembro de 2014 por meio de armadilhas com iscas de atração. Foram montadas 10 armadilhas em cada área de coleta (unidade de paisagem pré-determinada), distantes aproximadamente 10 metros entre si, iscadas com 20 gramas de fezes humanas cada. As armadilhas, 70 no total, consistiram em potes plásticos de 15 cm de diâmetro e 7,5 cm de altura, enterradas ao nível do solo. A tampa de plástico do pote possuía uma abertura para que os besouros conseguissem entrar, e o fundo do pote era preenchido com terra, serapilheira e a isca.

As armadilhas foram revistadas após 24 horas, com identificação e recolhimento dos indivíduos iscados para que não houvesse sobreposição de dados, e as mesmas eram iscadas novamente. A identificação dos animais foi auxiliada pelo uso de uma caixa entomológica contendo uma coleção de referência, com espécies amostradas anteriormente em uma coleta piloto na própria área e em outras regiões litorâneas do estado. Grande parte dos indivíduos amostrados foram devolvidos ao ambiente após mais 24 horas, depois de as armadilhas serem revistadas novamente e recolhidas após contabilização dos dados.

A intenção foi realizar um levantamento rápido das espécies nos locais, coletando indivíduos vivos que pudessem ser identificados rapidamente e soltos em seguida, com o auxílio da caixa de referência.

Por conta da coleta de indivíduos vivos puderam-se observar dados de comportamento das espécies, que foram registradas durante as capturas e analisados posteriormente, como alimentação, comunicação, e mesmo possíveis desvantagens metodológicas.

Alguns indivíduos de cada espécie, e os que não puderam ser identificados, foram mortos por congelamento em cerca de dez minutos. Logo após, os animais eram depositados em potes contendo álcool 70° GL e, posteriormente, levados para a confirmação da identificação no Laboratório de Ecologia Terrestre Animal, na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), em Florianópolis. Os insetos levados ao laboratório foram triados, alfinetados, secos em estufa, identificados e depositados na coleção de Scarabaeinae do Centro de Ciências Biológicas da UFSC contendo etiquetas com o número de registro do animal e informações sobre local de coleta, data e coletor.

### 3.3 Análises dos dados

Os elementos da paisagem foram medidas no programa AutoCAD v.G.55.0.0 (AUTODESK, 2013). Os dados coletados por elemento da paisagem foram planilhadas. Para a descrição da comunidade foi analisada a distribuição e a abundância dos indivíduos de cada espécie. Uma curva de acumulação de espécies para cada área mostrou se o esforço amostral foi suficiente e o estimador de riqueza Jackknife 1 estimou o possível número total de espécies das áreas. As análises foram feitas no programa EstimateS v.9.1.0 (COLWELL, 2013).

Uma paisagem fragmentada pode ser analisada sob a perspectiva da diversidade local, comparada entre elementos da paisagem, e da

diversidade regional. Segundo Whittaker (1972), a diversidade alfa ( $\alpha$ ) é a pontual em uma comunidade considerada homogênea (cada elemento da paisagem), a diversidade beta ( $\beta$ ) mede a diferença entre as espécies de habitats diferentes (mede-se a troca na composição de espécies entre as comunidades provenientes dos elementos dentro da paisagem) e a diversidade gama ( $\gamma$ ), ou regional, é o número total de espécies da paisagem, resultado das diversidades  $\alpha$  e  $\beta$ . Os índices de diversidade de Shannon ( $H'$ ) e de equitabilidade (Pielou) foram calculados para descrever a diversidade  $\alpha$  de cada área amostral no programa Primer 6 $\beta$  (CLARKE & GORLEY, 2006). O mesmo programa foi utilizado para calcular os índices de similaridade, a fim de comparar as comunidades dos elementos da paisagem (diversidade  $\beta$ ), gerando dendrogramas a partir dos quais se observou quais comunidades dos diferentes elementos da paisagem foram mais semelhantes entre si. A análise utilizou índices qualitativos (Sorensen - que, sendo um coeficiente binário, é baseado na presença/ausência de espécies nas áreas) e quantitativos (Bray-Curtis - considerando a abundância relativa das espécies em cada sítio de amostragem, formando grupos testados através de *simprof test*).

Para comparar a abundância das espécies de escarabeíneos coletadas nas primeiras 24 horas e nas 24 horas seguintes, foi utilizado o teste *t* pareado no programa Statistica (STATSOFT, 2001) com o objetivo de verificar o efeito do tempo de exposição das armadilhas sobre a eficiência de amostragem.

Analisar o valor de importância das espécies em diversos ambientes é importante na tomada de decisões para a conservação de áreas ameaçadas ou no monitoramento ambiental. No programa PC-ORD 5.10 (McCUNE & MEFFORD, 2006) foi calculado o Valor Indicador Individual (IndVal) para apontar possíveis espécies associadas aos diferentes habitats amostrados. Esta análise combina a especificidade da espécie à elemento da paisagem na qual ocorre (através de padrões de abundância relativa) e sua fidelidade em relação ao mesmo (DUFRENE & LEGENDRE, 1997).

## 4 RESULTADOS

Foram coletados 704 indivíduos de 16 espécies (Tabela 1, Figura 3), dos quais 187 foram mortos, 35 levados ao laboratório de criação do LECOTA, e os outros 482 indivíduos foram soltos após contagem e identificação.

As espécies que tiveram as maiores abundâncias na área foram *Onthophagus catharinensis* (30% dos espécimes coletados), *Canthon smaragdulus* (18%), *Canthidium* aff. *trinodosum* (16%) e *Dichotomius mormon* (12%). Na Tabela 1 pode-se perceber que *Canthidium* aff. *dispar*, *Canthon rutilans cyanescens*, *Coprophanaeus saphirinus*, *Deltochilum morbillosum*, *Deltochilum multicolor*, *Dichotomius assifer*, *Dichotomius nisus* e *Ontherus sulcator* tiveram baixa abundância, aparecendo em, no máximo, três áreas.

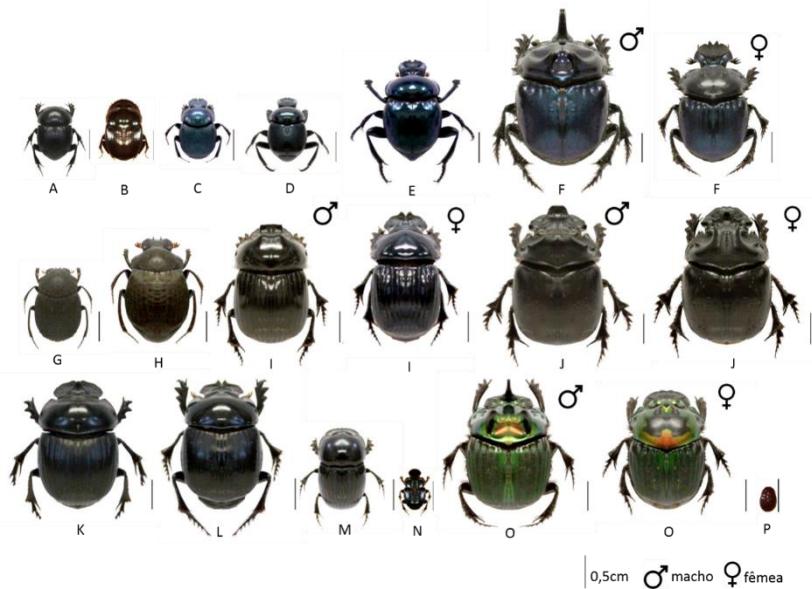
As matas nativas tiveram as maiores riquezas, com Mata Menor apresentando nove espécies, seguida pelo Corredor, com oito, e Mata Maior, com sete (Tabela 1). As áreas de mata se destacaram pela elevada abundância de escarabeíneos, tendo sido coletado na Mata Maior 57% (N=401) de todos os indivíduos, quase o dobro da Mata Menor (N=203), que ficou em segundo lugar, com 29% do total. O índice de diversidade de Shannon-Wiener demonstra que Mata Menor ( $H' = 1,69$ ), Mata Maior e Corredor (ambos com  $H' = 1,58$ ) foram as áreas com maiores valores de diversidade, e a área de Eucalipto Isolado diferiu das demais, obtendo o menor valor ( $H' = 0,687$ ). Já o índice de equitabilidade de Pielou mostra valores semelhantes entre as comunidades das diversas áreas, embora apresente um valor um pouco mais alto para Mata Maior e mais baixo para Eucalipto Isolado.

A curva de acumulação de espécies, representada na Figura 4, mostra que as áreas de Corredor e Eucalipto Contínuo tiveram menor suficiência amostral, já que a curva tende a subir, diferente das demais áreas, que parecem estabilizar sua riqueza de espécies. Segundo o estimador Jackknife 1, a área de Corredor realmente tenderia a ter uma riqueza maior do que a observada, pois o número estimado de espécies é de 12,5, ou seja, 64% das espécies possíveis de estarem presentes no local foram coletadas. O mesmo acontece para Eucalipto Contínuo, cuja riqueza estimada é de oito espécies, com 65% da riqueza provável amostrada. Mata Maior teve 89% de suas espécies registradas (7,9 estimadas), Mata Menor, 78% (11,7 estimadas), Eucalipto Isolado, 77% (3,9 estimadas) e Pastagem, 82% (4,9 estimadas).

Tabela 1 - Riqueza, abundância, equitabilidade e diversidade das espécies de Scarabaeinae coletadas em diferentes elementos da paisagem em dezembro de 2014 em Içara, Santa Catarina. MMA: Mata Maior; MMe: Mata Menor; Cor: Corredor; ECo: Eucalipto Contínuo à mata maior; Els: Eucalipto Isolado; Pas: Pastagem; Pla: Plantação de milho.

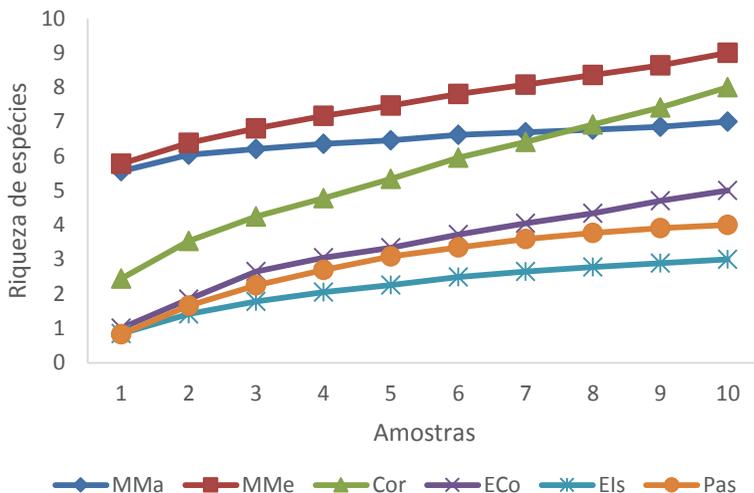
Espécie	MMA	MMe	Cor	ECo	Els	Pas	Pla	Total
<i>Canthidium aff. dispersum</i> Harold, 1867	-	1	-	1	-	-	-	2
<i>Canthidium aff. trinodolum</i> (Boheman, 1858)	42	68	2	-	-	-	-	112
<i>Canthon lividus seminitens</i> Harold, 1867	-	-	22	-	-	1	8	31
<i>Canthon rutilans cyaneiceps</i> Harold, 1868	-	-	1	2	2	-	-	5
<i>Canthon smaragdulus</i> (Fabricius, 1781)	76	38	3	1	10	-	-	128
<i>Coprophanaeus saphirinus</i> (Sturm, 1826)	-	1	-	-	-	-	-	1
<i>Deltochilum morbillicolum</i> Burmeister, 1848	-	1	-	-	-	-	-	1
<i>Deltochilum multicolor</i> Balthasar, 1939	-	-	3	-	-	-	-	3
<i>Dichotomius assifer</i> (Eschscholtz, 1822)	2	-	-	-	-	-	-	2
<i>Dichotomius mormon</i> (Ljung, 1799)	58	23	1	-	-	-	-	82
<i>Dichotomius nirus</i> (Olivier, 1789)	-	-	-	-	-	9	-	9
<i>Dichotomius sericeus</i> (Harold, 1867)	13	23	-	7	-	-	-	43
<i>Ontherus sulcator</i> (Fabricius, 1775)	-	-	-	1	-	2	-	3
<i>Onthophagus catarinensis</i> Paulian, 1936	165	41	6	-	1	-	-	213
<i>Phanaeus splendidulus</i> (Fabricius, 1781)	45	7	-	-	-	-	-	52
<i>Trichilium externepunctatum</i> Borre, 1880	-	-	9	-	-	8	-	17
<b>Riqueza</b>	7	9	8	5	3	4	1	16
<b>Abundância</b>	401	203	47	12	13	20	8	704
<b>Shannon-Wiener (log<sub>2</sub>x)</b>	1,580	1,691	1,584	1,234	0,687	1,106	0	-
<b>Pielou</b>	0,812	0,770	0,762	0,767	0,625	0,798	0	-

Figura 3 – Espécies de escarabeíneos coletadas em diferentes elementos da paisagem em dezembro de 2014 em Içara, Santa Catarina. A: *Canthidium* aff. *dispar*, B: *Canthidium* aff. *trinodosum*, C: *Canthon lividus seminitens*, D: *Canthon rutilans cyanescens*, E: *Canthon smaragdulus*, F: *Coprophanaeus saphirinus*, G: *Deltochilum morbillosum*, H: *Deltochilum multicolor*, I: *Dichotomius assifer*, J: *Dichotomius mormon*, K: *Dichotomius nisus*, L: *Dichotomius sericeus*, M: *Ontherus sulcator*, N: *Onthophagus catharinensis*, O: *Phanaeus splendidulus*, P: *Trichillum externepunctatum*.



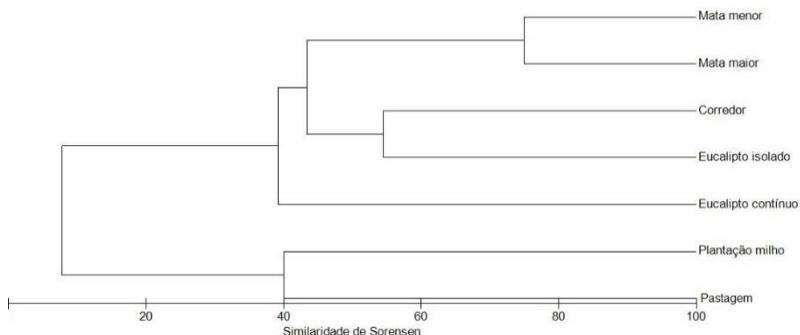
Fonte: Acervo do Laboratório de Ecologia Terrestre Animal (fotos de Mariana Mrotskoski Niero).

Figura 4 – Curva de acumulação de espécies para coletas de Scarabaeinae realizadas em dezembro de 2014 em Içara, Santa Catarina. MMA: Mata Maior; MMe: Mata Menor; Cor: Corredor; ECo: Eucalipto Contínuo à mata maior; EIs: Eucalipto Isolado; Pas: Pastagem.



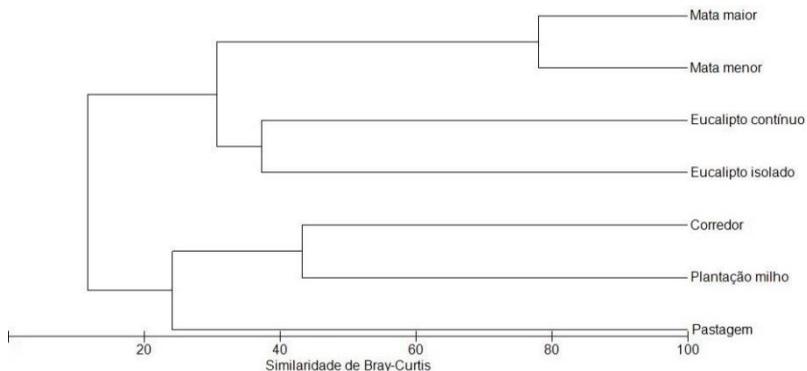
Com relação à similaridade das comunidades de escarabeíneos, o dendrograma da Figura 5 foi gerado a partir do índice de Sorensen. Pode-se observar na figura que as espécies de besouros formam um grupo separado para Plantação e Pastagem, com 40% de similaridade entre si e menos de 10% com a demais áreas. Eucalipto Contínuo ficou separado dos outros locais (40% de similaridade) e Corredor e Eucalipto Isolado formaram um outro grupo, com 55% de espécies similares nestas duas áreas. Por último, as duas matas tiveram espécies de besouros muito parecidas, com um valor do Índice de Sorensen de 75%.

Figura 5 – Dendrograma do Índice de Similaridade de Sorensen para comunidades de Scarabaeinae coletadas em dezembro de 2014 em elementos da paisagem em Içara, Santa Catarina.



Porém, quando observamos o dendrograma de similaridade gerado pelo índice de Bray-Curtis (Figura 6), pode-se observar que a estrutura das comunidades de besouros escarabeíneos provenientes das diversas áreas ficaram divididos em três grupos distintos: Corredor e Plantação, com similaridade de 43%, formaram outro grupo, juntamente com a área de Pastagem, e o grupo apresenta 10% de similaridade com os demais (a presença e/ou abundância de *C. lividus seminitens* provavelmente teve influência no resultado deste grupo). As áreas de eucalipto agruparam-se com um valor de 37%, e as duas matas continuaram próximas, com suas comunidades similares em 78%.

Figura 6 – Dendrograma do Índice de Similaridade de Bray-Curtis para comunidades de Scarabaeinae coletadas em dezembro de 2014 em elementos da paisagem em Içara, Santa Catarina.



Os resultados do teste do Valor Indicador Individual - IndVal (Tabela 2) mostram nove espécies associadas a algum dos elementos da paisagem analisados (significativamente com  $p < 0,05$ ). As espécies *P. splendidulus*, *O. catharinensis*, *D. mormon* e *C. smaragdulus* foram representantes de Mata Maior, sendo que as três primeiras obtiveram valores de IndVal, superiores a 70%; *C. aff. trinodosum* e *D. sericeus* representaram Mata Menor; *C. lividus seminitens* e *T. externepunctatum*, Corredor e *D. nisus* foi associado à área de Pastagem.

Tabela 2 - Valores do teste de IndVal para as espécies de escarabeíneos coletadas em Içara, Santa Catarina, em dezembro de 2014. As espécies com  $p < 0,05$  podem ser consideradas representantes de determinados ambientes. MMA: Mata Maior; MMe: Mata Menor; Cor: Corredor; ECo: Eucalipto Contínuo à mata maior; Pas: Pastagem.

<b>Espécie</b>	<b>Local</b>	<b>Valor IndVal</b>	<b>p</b>
<i>Phanaeus splendidulus</i>	MMa	77,9	0,0002
<i>Onthophagus catharinensis</i>	MMa	77,5	0,0002
<i>Dichotomius mormon</i>	MMa	70,7	0,0002
<i>Canthidium aff. trinodosum</i>	MMe	60,7	0,0002
<i>Canthon smaragdulus</i>	MMa	59,4	0,0002
<i>Canthon lividus seminitens</i>	Cor	56,8	0,0002
<i>Dichotomius nisus</i>	Pas	50,0	0,0002
<i>Dichotomius sericeus</i>	MMe	48,1	0,0002
<i>Trichillum externepunctatum</i>	Cor	37,1	0,0012

Quando unimos as áreas em grupos com fitofisionomias similares, temos três formações ambientais, que podem ser analisadas em uma escala maior: Mata (englobando a Mata Maior e a Menor), Eucalipto (tanto Contínuo como Isolado) e Área agrícola (com os locais mais abertos, compreendendo Corredor, Pastagem e Plantação). Os valores de IndVal nesta circunstância estão listados na Tabela 3. Quando analisamos os valores de IndVal nesses três grupos, *D. mormon*, *C. aff. trinodosum*, *O. catharinensis*, *C. smaragdulus*, *P. splendidulus* e *D. sericeus* são boas representantes de Mata, com altos valores indicadores, sendo espécies praticamente restritas a este ambiente; *C. lividus seminitens*, *T. externepunctatum* e *Dichotomius nisus* estão associadas à Áreas agrícolas, mais abertas. *Canthon rutilans cyanescens* tem um

baixo valor (apenas 17%) como representante de plantações de Eucaliptos.

Tabela 3 - Valores do teste de IndVal para as espécies de escarabeíneos coletadas em Içara, Santa Catarina, em dezembro de 2014. As espécies com  $p < 0,05$  podem ser consideradas indicadoras de determinados ambientes. M: Mata; E: Eucalipto; A: Área agrícola.

<b>Espécie</b>	<b>Local</b>	<b>Valor IndVal</b>	<b>p</b>
<i>Dichotomius mormon</i>	M	99,2	0,0002
<i>Canthidium aff. trinodosum</i>	M	98,8	0,0002
<i>Onthophagus catharinensis</i>	M	97,6	0,0002
<i>Canthon smaragdulus</i>	M	89,8	0,0002
<i>Phanaeus splendidulus</i>	M	75,0	0,0002
<i>Dichotomius sericeus</i>	M	62,8	0,0002
<i>Canthon lividus seminitens</i>	A	46,7	0,0002
<i>Trichillum externepunctatum</i>	A	33,3	0,0002
<i>Canthon rutilans cyanescens</i>	E	17,1	0,0268
<i>Dichotomius nisus</i>	A	16,7	0,0414

A composição e abundância das espécies nos dois dias de coleta pode ser vista na Tabela 4. No primeiro dia apareceram 13 espécies e no segundo, 14, aumentando em três espécies a riqueza total. A abundância geral nos dois dias foi muito similar, com 343 indivíduos no primeiro dia e 361 no segundo. O valor do teste  $t$  par a par por espécie foi de  $t=0,4$ , com grau de liberdade  $gl=15$  e  $p=0,69$ , ou seja, a abundância das espécies coletadas nos dois dias pode ser considerada igual, sem diferenças significativas.

Tabela 4 - Composição e abundância das espécies de escarabeíneos amostradas em dois dias de coleta em Içara, Santa Catarina, em dezembro de 2014.

<b>Espécie</b>	<b>Dia 1</b>	<b>Dia 2</b>
<i>Canthidium aff. dispar</i>	0	2
<i>Canthidium aff. trinodosum</i>	39	73
<i>Canthon lividus seminitens</i>	12	19
<i>Canthon rutilans cyanescens</i>	4	1
<i>Canthon smaragdulus</i>	70	58
<i>Coprophanaeus saphirinus</i>	0	1
<i>Deltochilum morbillosum</i>	0	1
<i>Deltochilum multicolor</i>	3	0
<i>Dichotomius assifer</i>	2	0
<i>Dichotomius mormon</i>	41	41
<i>Dichotomius nisus</i>	2	7
<i>Dichotomius sericeus</i>	16	27
<i>Ontherus sulcator</i>	1	2
<i>Onthophagus catharinensis</i>	112	101
<i>Phanaeus splendidulus</i>	34	18
<i>Trichillum externepunctatum</i>	7	10
<b>Riqueza</b>	<b>13</b>	<b>14</b>
<b>Abundância</b>	<b>343</b>	<b>361</b>

Devido à novidade da metodologia proposta neste trabalho, com captura de insetos vivos, puderam ser observadas algumas características das espécies que não seriam obtidas com a metodologia tradicional de captura de animais mortos. Foi observado o cleptoparasitismo de *O. catharinensis* em bolas alimento de *C. smaragdulus*: em 24 horas de exposição das armadilhas, em qualquer dos dois dias de coleta na área de Mata Maior, indivíduos de *C. smaragdulus*, em considerável número em relação à quantidade de isca oferecida, já haviam feito muitas bolas alimento, de tamanho relativamente grande (cerca de 2 cm de diâmetro); no recolhimento e contagem dos indivíduos foi observado que algumas bolas feitas por esta espécie (identificadas pela presença de indivíduos da espécie sobre a mesma ou rodando-a) apresentavam um pequeno orifício, fora do padrão. Quando abertas tais bolas em campo, saíam rapidamente de dois

a quatro indivíduos de *O. catharinensis* de dentro da bola alimento e esta apresentava-se oca, com todo o recurso já consumido, restando apenas a camada de solo que normalmente fica ao redor das fezes.

*Canthon smaragdulus* foi frequentemente a primeira espécie a chegar às armadilhas, principalmente nas áreas de matas, voando em direção ao recurso ainda durante a colocação das iscas e já confeccionando bolas alimento em poucos minutos. Porém, aconteceu que nos dias seguintes à montagem das armadilhas, quando seriam identificados e contabilizados, muitas vezes não estavam mais presentes nas armadilhas em que tinham sido vistos, restando apenas as bolas alimento ou nem mesmo estas.

Buracos de vários tamanhos puderam ser vistos no solo a curta distância (5 cm) em volta das armadilhas depois de 24 e 48 horas, principalmente na área de Mata Maior, indicando que os animais enterraram-se em volta da armadilha, mas, mesmo o solo sendo escavado à procura dos mesmos, não puderam ser encontrados.

Uma característica comportamental observada foi que alguns indivíduos de *D. mormon* emitiram sons de estridulação, parecido com o som que fazem os Passalidae (outra família de coleópteros dentro da superfamília Scarabaeoidea). O som foi emitido durante o processo de contagem e identificação em cada armadilha, já que os animais precisaram ser manipulados, sendo o solo retirado de seus corpos para o reconhecimento das espécies e por conta desta manipulação, talvez, sentiram-se ameaçados.

O folder confeccionado com a finalidade de auxiliar estratégias de educação ambiental com os proprietários rurais da região (Apêndice A) intitula-se “Você sabe qual a importância da Reserva Legal da sua propriedade na conservação da biodiversidade?”. As três colunas externas contêm informações sobre a Mata Atlântica, as Reservas Legais e sobre a conservação da biodiversidade. Já as colunas internas são dedicadas a apresentar quem são os escarabeíneos, como são conhecidos, além de informações sobre seu papel ecológico, ciclo de vida e dados sobre o estudo realizado em Içara, contendo imagens das espécies que vivem na área.



## 5 DISCUSSÃO

A Mata Atlântica abriga uma grande diversidade de organismos, sendo uma área considerada como *hotspot*, já que está entre os biomas mais ameaçados do mundo (TABARELLI et al., 2010; SOS MATA ATLÂNTICA, 2015). Desde o século XVI, a partir da exploração do pau-brasil, a Mata Atlântica vem sendo modificada e degradada continuamente. Os principais fatores de desmatamento são o aumento da urbanização e industrialização, de áreas de pastagem, plantio de eucalipto e desenvolvimento de monoculturas (TABARELLI et al., 2010; AMBIENTE BRASIL, 2015; SOS MATA ATLÂNTICA, 2015). Além de ter sido cenário das primeiras ocupações europeias no Brasil, é hoje a área onde vive aproximadamente 72% da população brasileira (TABARELLI et al., 2010; SOS MATA ATLÂNTICA, 2015) e onde também se concentram polos metropolitanos e econômicos do país. Em Santa Catarina, foi a partir do século XIX, com o incentivo e a vinda de imigrantes europeus, que muitos subsídios foram dados ao desbravamento, colonização e povoamento do estado e, conseqüentemente, ao desmatamento e início de atividades econômicas, principalmente agropecuárias.

O histórico de ocupação da região onde foi realizado o presente trabalho (Criciúma e municípios vizinhos) no sul de Santa Catarina, não foi diferente (ENCONTRA SC, 2015). A particularidade foi que, em 1913, tem-se o início do ciclo do carvão na região, o que gerou impactos profundos em todo o entorno dos locais da atividade extrativista, como o aumento populacional e a conseqüente construção de estradas de ferro que favoreceram, posteriormente, a urbanização. Para suprir a demanda alimentar e econômica, as áreas de lavra de carvão e de cultivos agricultáveis aumentaram tanto desde o início da colonização que, nestas últimas, os remanescentes de Mata Atlântica se reduziram, basicamente, às Reservas Legais nas cidades mais litorâneas, como em Içara, tornando o macro ambiente muito modificado e degradado, como visto na Figura 1.

Soulé (1991) lista uma série de efeitos da interferência humana, como fragmentação, superexploração, aumento de espécies exóticas e doenças, poluição de solo, água e ar, e mudanças climáticas. A fragmentação do ambiente causa, de forma geral, a perda de espécies por destruição e mudança de habitat, redução da população, perda de migração (com efeitos demográficos e genéticos), aumento do efeito de borda, alteração do microclima, imigração de espécies exóticas para as áreas desmatadas circundantes e para os fragmentos (THOMAZINI &

THOMAZINI, 2000). No presente estudo, focado na análise espacial e não temporal, as áreas onde foram coletados os besouros estavam próximas entre si (máximo de 1,9 km), sendo possível a passagem dos espécimes de um local para o outro se a única limitação fosse a distância, já que há espécies que podem voar quase um quilômetro em períodos curtos de tempo (SILVA & HERNÁNDEZ, 2015). No entanto, como o estudo foi realizado dentro de uma paisagem extremamente modificada, com vários tipos de ambientes formando um grande mosaico, mesmo que os ambientes estivessem muito próximos, os insetos não foram encontrados de forma homogênea dentro da paisagem e houve preferências de algumas espécies por determinado habitat que não houve para outras, e isso se traduziu na heterogeneidade da comunidade em relação à composição, riqueza e abundância de escarabeíneos. Embora o esforço amostral tenha sido suficiente para a maioria das áreas, é possível que ainda outras espécies consigam utilizar os ambientes de Corredor e Eucalipto Contínuo, já que foram coletadas cerca de 65% das espécies estimadas em ambos os locais.

A paisagem em mosaico da região é parte da heterogeneidade horizontal do ambiente, sendo um fator que contribuiu para a diversidade regional dos escarabeíneos. Esta heterogeneidade da paisagem favorece a sobrevivência das espécies que ocorrem tanto em áreas florestais como em áreas abertas (HALFFTER & ARELLANO, 2002). A riqueza de espécies de besouros foi relativamente alta (16 espécies), comparada com trabalhos em áreas semelhantes (BUGONI, 2011; SIMÕES, 2013), em se tratando de uma região tão degradada e modificada, com fragmentos pequenos de floresta e distantes de uma área maior que pudesse servir como fonte de espécies, o que confirma que, desde que sejam conservados fragmentos de mata nativa, os escarabeíneos conseguem sobreviver nas áreas. Este fato é aliado à presença de primatas e outros mamíferos que são possíveis de observar nas pequenas manchas de mata. Os resultados corroboram a ideia de que os remanescentes de Mata Atlântica, por menores que sejam, abrigam uma parte da biodiversidade de organismos e precisam ser preservados (HERNÁNDEZ & VAZ-DE-MELLO, 2009; CAMPOS & HERNÁNDEZ, 2013). Um dos possíveis motivos de haver maior diversidade de espécies nas áreas de mata e corredor (com nove, sete e oito espécies, respectivamente) é a maior disponibilidade e diversidade de recursos alimentares para os besouros em áreas mais diversas.

As maiores riquezas de besouros escarabeíneos observadas em áreas de mata em relação a áreas com plantações de eucalipto vão ao encontro de resultados de outros trabalhos (GARDNER et al., 2008b;

HERNÁNDEZ & VAZ-DE-MELLO, 2009; SILVA et al., 2013; SIMÕES, 2013), e a mesma relação pode ser encontrada para outros taxa (INDICATTI et al., 2005, MELLO et al., 2006; RIEFF et al., 2010), embora alguns trabalhos possam contradizer os mesmos resultados (MARINHO et al., 2002). Os argumentos mais utilizados para a menor diversidade em plantações de eucalipto são a menor complexidade vegetal, impedindo o próprio ambiente de abrigar maior complexidade animal; homogeneidade do habitat; maior parte dos animais pode ser visitante; menor diversidade de compostos orgânicos na serapilheira; condições microclimáticas desfavoráveis para algumas espécies, como altas temperaturas, radiação solar e menor cobertura do solo para as larvas. Gardner e colaboradores (2008b), em seu trabalho na Amazônia, defendem que, embora não possam ser considerados “desertos verdes”, pois as espécies podem sobreviver em locais próximos à mata, áreas de eucalipto abrigam recursos limitados para as espécies destes locais. Campos & Hernández (2013), em estudo na Mata Atlântica, também argumentam que uma maior complexidade ambiental suporta uma maior diversidade de besouros e outros animais.

O mesmo ocorre com trabalhos sobre a diversidade em pastagens (MEDRI & LOPES, 2001; SILVA et al., 2014), sugerindo a dificuldade das espécies de escarabeíneos em colonizar estas áreas e, por isso, as menores riquezas se comparadas com as matas. Resende (2012) encontrou maior diversidade desse grupo em área de pecuária que em agricultura no Cerrado. Hutton & Giller (2003), obtiveram, na Irlanda, que insumos agrícolas e medicamentos veterinários são prejudiciais para estes besouros, diminuindo a riqueza, abundância, biomassa e diversidade destes animais em áreas de agropecuária intensiva. Desta forma, as áreas agrícolas também sofrem perda na riqueza e abundância de espécies (MENDEZ, 2007; BUGONI, 2012; RESENDE, 2012; KORASAKI et al., 2013). Os recursos nesses ambientes de agricultura também dessecam mais rapidamente (KLEIN, 1989) e, assim, apenas espécies adaptadas a estas condições conseguem obter o recurso (HANSKI & CAMBEFORT, 1991). Porém, vale ressaltar que algumas espécies são altamente especializadas a áreas abertas, desde que as mesmas disponham dos recursos necessários a sua sobrevivência (como as espécies coletadas *Dichotomius nisus* e *Trichillum externepunctatum*).

Seis espécies, todas de mata nativa, foram responsáveis por 86% da abundância dos indivíduos amostrados, reforçando a importância dos fragmentos de mata, mesmo que pequenos, sustentando uma alta abundância de besouros. Estes proporcionam um grande número de

serviços ecossistêmicos ao ambiente, como ciclagem de nutrientes, remoção de matéria orgânica, dispersão secundária de sementes, entre outras, que contribuem significativamente em processos de aeração e fertilidade do solo (BATILANI-FILHO, 2015). Tais características podem ser importantes como argumentos na estratégia de educação ambiental proposta neste trabalho, como apresentado no Apêndice A, levando tais informações aos agricultores da área onde o estudo foi realizado, para que os mesmos conheçam a fauna de escarabeíneos presentes em suas propriedades e as funções que eles desempenham no ambiente, garantindo processos ecológicos importantes, e que beneficiam imensamente eles mesmos.

A alta diversidade encontrada no Corredor pode ter fundamento quando atentamos para a importância dos corredores ecológicos em ligar fragmentos de mata, permitindo a passagem de organismos entre diferentes habitats ou áreas, reduzindo o isolamento das comunidades biológicas, aumentando a conectividade estrutural e funcional e a permeabilidade da paisagem (TABARELLI et al., 2010). O corredor em questão ficava muito próximo de todas as áreas de coleta e, por isso, pode ter sido um ambiente intermediário, onde várias espécies coexistem e se encontram. O referido corredor possui vegetação praticamente arbustiva e herbácea, não podendo sustentar, por si só, uma comunidade tão diversa e, assim, os espécimes provêm, provavelmente, das matas circundantes e dos habitats de pastagem, eucalipto e plantações. Esse argumento é sustentado ainda pela similaridade de Bray-Curtis, que agrupou a área de Corredor com Pastagem e Plantação de milho. O índice de Sorensen apresenta outras relações entre as comunidades das áreas, por levar em conta somente a presença das espécies, mas, ainda assim, Corredor fica mais próximo de Eucalipto Isolado do que das Matas Maior e Menor. A importância dos corredores ecológicos foi corroborada por Mendez (2007), que encontrou espécies exclusivas de floresta em corredor próximo a plantações de café, realçando a importância desses sistemas na conservação das paisagens. Barlow e colaboradores (2010), em estudo na Amazônia, também encontraram grande importância nos corredores, sejam contínuos a outras matas ou não, para a passagem de mamíferos e, conseqüentemente, de escarabeíneos. O fato de as áreas não serem isoladas ou distantes umas das outras pode favorecer o fluxo de indivíduos sem a necessidade de corredores, mas a alta diversidade registrada nesse local eleva sua importância como fator de dinâmica da comunidade de escarabeíneos.

As espécies que puderam ser associadas a algum tipo de ambiente – possuindo alto Valor Indicador Individual (IndVal) - foram as de ambientes de mata ou de áreas mais abertas, sem espécies representantes de áreas de eucalipto, devido ao fato de que as espécies presentes neste habitat costumam ser generalistas em relação ao mesmo ou são espécies “turistas” (AUDINO et al., 2011). Isto reflete o fato de haver espécies de áreas abertas ou pastagens diferentes das de áreas de mata, sendo independentes umas das outras (HALFFTER & ARELLANO, 2002). As espécies altamente associadas a determinados ambientes se especializam em determinados ambientes e possuem um nicho mais estreito (KLEIN, 1989; ALMEIDA & LOUZADA, 2009), atentando novamente para a importância de estratégias de conservação que visem a preservação de remanescentes de mata para a sobrevivência de espécies que possuem restrições de habitats. *Dichotomius nisus* é descrito como uma espécie de áreas abertas (AUDINO et al., 2011, FILGUEIRAS et al., 2015), assim como *T. externepunctatum* (SCHIFFLER et al., 2003; SILVA et al., 2014; FILGUEIRAS et al., 2015) e *C. lividus seminitens*, esta última sendo uma espécie necrófaga, mesmo tendo aparecido em iscas de fezes. Simões (2013), em coletas na cidade de Anitápolis, SC, obteve *C. lividus seminitens* como espécie associada à mata de eucalipto.

A espécie *Canthon smaragdulus*, associada a fezes de primatas, principalmente bugios (*Alouatta* sp.) (VAZ-DE-MELLO, com. pes.), pode estar excluindo competitivamente outra espécie do mesmo gênero, *C. rutilans cyanescens*, que, na maioria dos trabalhos, é recorrente em áreas de mata (SILVA & HERNÁNDEZ, 2014), mas sendo encontrada também em pastagens (SILVA et al., 2007). Porém, neste estudo, *C. rutilans cyanescens* teve uma baixa abundância e quase foi representante de áreas eucaliptais. As duas espécies possuem padrão e comportamento de nidificação muito semelhante (HALFFTER & EDMONDS, 1982), ocupando nichos muito parecidos e, portanto, podemos supor que na competição pelos recursos *C. smaragdulus* é melhor competidor na área, deslocando *C. rutilans cyanescens*.

*Dichotomius mormon*, foi associado a áreas de matas neste estudo, assim como no trabalho de Filgueiras e colaboradores (2015), porém, Simões (2013) teve a espécie como indicadora de áreas de pinus. O comportamento de cleptoparasitismo do gênero *Onthophagus* é descrito por Halffter & Edmonds (1982). *Canthidium* aff. *trinodosum* é uma espécie muito encontrada em matas (MEDRI & LOPES, 2001; HERNÁNDEZ & VAZ DE MELLO, 2009; SILVA et al., 2013; SIMÕES, 2013), quase não sendo amostrada fora deste habitat. Silva e colaboradores (2013) tiveram como resultado que a espécie *O. sulcator*

esteve presente em ecossistemas mais degradados e com plantação de espécies exóticas (assim como em Audino e colaboradores (2011)), embora tenha sido bem representada em áreas de pastagem no presente estudo. Esta é uma espécie coprófaga, preferindo fezes de herbívoros e é comum na América do Sul, habitando pastagens e florestas (LOUZADA et al., 2007).

*Canthon rutilans cyanescens*, *D. multicolor*, *D. sericeus* e *O. sulcator* foram algumas das espécies registradas por Bett e colaboradores (2014) em áreas de regeneração de antigas minas de carvão, com diferentes idades de reflorestamento, em Lauro Müller, SC. Claramente, estas espécies conseguem habitar áreas de menor complexidade ambiental e aclimatar-se às condições ambientais que não são favoráveis a outras espécies. *Deltochilum multicolor*, por exemplo, está presente em áreas com um ano de reflorestamento, demonstrando que consegue suportar condições muito adversas na dinâmica de sucessão ecológica. A riqueza de espécies depende, portanto, também do tipo de distúrbio no ambiente (DAVIS et al., 2001).

As análises indicam que as comunidades coletadas nos dois dias são muito parecidas, sugerindo que a metodologia empregada não necessita de um esforço amostral maior que 24 horas de armadilhas em campo para ter uma amostra representativa da comunidade de escarabeíneos. Obviamente, o fato de o segundo dia ter aumentado em três espécies a diversidade regional, ou  $\gamma$ , e o estimador de riqueza indicar um possível aumento do número de espécies para alguns ambientes, deixa claro que quanto maior o esforço amostral, mais bem representada é a comunidade. Porém, em estudos rápidos de diagnóstico e monitoramento, a amostragem, de 24 horas para animais vivos pode ser uma estratégia quando utilizados insetos cujas comunidades são indicadoras, como os escarabeíneos. A metodologia empregada sacrifica menos indivíduos do que comumente e, mesmo assim, representou bem a diversidade presente nos locais. Fica claro que o método de amostragem também possui desvantagens, como foi possível de observar em campo, já que, claramente, animais deixam as armadilhas, relocando o recurso ou são expulsos por competição devido à grande densidade de indivíduos em algumas armadilhas (principalmente em Mata Maior, chegando a mais de 80 em algumas delas), não sendo possível registrar todos os indivíduos que visitam as armadilhas. No entanto, armadilhas nas quais os indivíduos consigam entrar, mas não sair, ainda podem ser desenvolvidas para amenizar essa desvantagem metodológica. Além disso, o método requer que o pesquisador que faz a identificação em campo tenha grande experiência taxonômica na

identificação das espécies do grupo. Ainda, a presente metodologia, por ser de amostragem rápida e de resultados concretos, sem alterar demais as comunidades já fragilizadas pela fragmentação do habitat, também pode contribuir para técnicas de preservação dos organismos.

Agro-mosaicos compostos por poucas e grandes manchas de floresta, pequenos fragmentos florestais diferentemente afetados pela ação humana e sob efeitos de borda, florestas secundárias e monoculturas de espécies exóticas ou pastagens são a realidade dos remanescentes de Mata Atlântica na maioria das paisagens atuais, havendo um gradiente de biodiversidade entre esses ambientes, assim como diferentes grupos de espécies adaptadas aos mesmos (TABARELLI et al., 2010). Os resultados obtidos neste trabalho, assim como em tantos outros, apontam para a necessidade de técnicas e planejamento em relação à conservação da paisagem de modo a melhor preservar as comunidades de áreas já degradadas e evitar a perda de espécies e de áreas não degradadas. Os escarabeíneos, por serem indicadores ecológicos e terem tido alta diversidade nos locais amostrados, indicam uma alta diversidade também de outros animais, principalmente mamíferos, já que estes são os maiores provedores de recursos destes besouros. Os resultados atentam também para a prática, na região, de plantarem-se espécies exóticas, como eucalipto, para recuperação de áreas degradadas por mineração de carvão (ZANETTE et al., 2009). Como já mencionado, este tipo de ambiente não suporta grandes e nem variadas comunidades de animais.

A dinâmica de toda a região, em seu mosaico altamente heterogêneo, tendo sofrido perturbações violentas e não naturais, convida a técnicas de manejo e conservação. Estas protegem a comunidade biótica em níveis de espécie, habitat, populações e genes, além das interações ecológicas, processos e algumas práticas culturais historicamente associadas aos ecossistemas (SOULÉ, 1991). No macroambiente da paisagem estudada, encontram-se dezenas de outros fragmentos permeados por uma matriz agrícola que, numa escala ainda maior, conectam-se com grandes fragmentos, tanto de mata nativa, como plantações de eucalipto, pastagens e, ainda, centros urbanos. A conexão das RL com Unidades de Conservação e outras áreas de preservação já é prevista por lei e a união entre elas pode ser um recurso a ser utilizado em técnicas de manejo e conservação ambiental. Ribeiro e colaboradores (2009) propõem diretrizes para melhor preservar as espécies de Mata Atlântica, que também são factíveis e possíveis de serem realizadas na área estudada, como a união das RL, aumentando a percolação na paisagem e que, ainda, poderiam ser geridas de forma a

minimizar os efeitos de borda e passíveis de ações de restauração e, acima de tudo, priorizam a conservação de grandes fragmentos, quase extintos na região (TABARELLI et al., 2010). Também não pode deixar de ser observada a importância das espécies de escarabeíneos de áreas abertas (no caso, sistemas agropecuários), as quais aumentam a diversidade regional e na influência que estes organismos desempenham nos sistemas pecuários, aumentando a velocidade de decomposição das fezes do gado, fazendo parte da dinâmica da paisagem na área estudada.

A peculiaridade das RL unidas proporcionou a singularidade da região, e se forem feitas ações que incentivem esta prática e possam, ainda, formar fragmentos maiores, estes servirão, sim, como corredores e trampolins ecológicos para as espécies, facilitando a permeabilidade e a movimentação dos indivíduos e proporcionando um maior fluxo genético, juntamente com um aumento na variabilidade das espécies (LINHARES, 2003), não apenas dos escarabeíneos, mas de todos os organismos, a eles relacionados ou não. Soulé (1991) apresenta oito estratégias de conservação da biodiversidade, das menos até mais artificiais ou intrusivas: *in situ* (grandes áreas sem muita intervenção humana, podendo ter subsídios financeiros), *inter situ* (áreas íngremes, mata ciliar, nascentes), reserva extrativista (uso sustentável das áreas dependendo do tamanho da população que usará a região), projetos de restauração ecológica (para aumento de riqueza de espécies ou produtividade em habitats degradados), zoológicos (santuários para espécies sensíveis, locais ou não), agroecossistemas e sistemas agroflorestais (agricultura em ambiente florestal, com espécies do próprio local), habitação *ex situ* (jardins botânicos, zoológicos, aquários para fins não comerciais), *ex situ* (artificial como banco de sementes, criopreservação de gametas e embriões, por exemplo). Cada estratégia possui suas limitações e podem ser combinadas para melhores e mais completos resultados. As estratégias *in situ*, *inter situ* e de restauração ecológica poderiam ser implementadas em Içara e municípios vizinhos, a fim de melhor preservar os poucos e pequenos remanescentes de Mata Atlântica que, por lei, ainda estão mantidos na região, e que abrigam uma alta diversidade de organismos que precisam estritamente destes ambientes para sobreviver.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi possível observar que paisagens antropizadas, com pequenas áreas de mata incluídas, mantêm uma alta diversidade de espécies de escarabeíneos, o que valoriza a manutenção de áreas preservadas de Mata Atlântica próximas de plantações de espécies exóticas ou áreas com atividades agropecuárias. As comunidades de escarabeíneos existentes nos diferentes habitats são nitidamente diferentes, configurando uma paisagem heterogênea em relação à diversidade, riqueza e abundância destes animais. Áreas de mata e áreas abertas tiveram espécies consideradas boas indicadores destes ambientes, sendo algumas destas espécies estritamente adaptadas a determinados tipos de habitat. Desta forma, os diferentes elementos da paisagem interferem na dinâmica das espécies, podendo facilitar ou dificultar a percolação dos organismos na paisagem e separando as comunidades.

A conformação da paisagem, em seus diferentes elementos, e de forma especial a junção espacial de Reservas Legais proporciona a manutenção da diversidade que pode contribuir com planos de manejo e estratégias de conservação das espécies. Estudos utilizando bioindicadores, como os escarabeíneos, podem auxiliar no planejamento das áreas a serem protegidas, além das RL, conservando as espécies e assegurando a permanência de todas as comunidades da paisagem. Nosso entendimento sobre a biodiversidade em florestas tropicais modificadas pelo homem ainda é incipiente, por isso, vale ressaltar que, por mais que tenha sido observada uma alta diversidade em áreas relativamente pequenas, ainda há risco de extinções locais de espécies pela perda de habitat e fragmentação. Desta forma, a conscientização, por meio de educação ambiental, dos proprietários rurais da região é de extrema importância na manutenção e posterior manejo destes remanescentes de mata nativa, levando-os a compreender o valor da preservação destes remanescentes de floresta, entendendo que o ser humano também é prejudicado com a perda de biodiversidade.



## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S.S.P.; LOUZADA, J.N.C. Estrutura da comunidade de Scarabaeinae (Scarabaeidae: Coleoptera) em fitofisionomias do Cerrado e sua importância para a conservação. **Neotropical Entomology** 38(1): 32-43. 2009.

AMBIENTE BRASIL. **Ambiente Natural**: Mata Atlântica. Disponível em:

<[http://ambientes.ambientebrasil.com.br/natural/biomas/mata\\_atlantica.html](http://ambientes.ambientebrasil.com.br/natural/biomas/mata_atlantica.html)>. Acesso em: 14 de abril 2015.

AUDINO, L.D.; SILVA, P.G.; NOGUEIRA, J.M.; MORAES, L.P. de; VAZ-DE-MELLO, F.Z. Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae) de um bosque de eucalipto introduzido em uma região originalmente campestre. **Iheringia, Série Zoologia**, 101(1-2): 121-126. 2011.

AUTODESK. **AutoCAD**, v. G.55.0.0. São Rafael, California. 2013.

BACK, A.J. Caracterização climática. In: Milioli, G., Santos, R., Zanette, V.C. **Mineração de carvão, meio ambiente e desenvolvimento sustentável no sul de Santa Catarina**: uma abordagem interdisciplinar. Curitiba: Juruá. p. 17-33. 2009a.

BACK, A.J. Solos. In: Milioli, G., Santos, R., Zanette, V.C. **Mineração de carvão, meio ambiente e desenvolvimento sustentável no sul de Santa Catarina**: uma abordagem interdisciplinar. Curitiba: Juruá. p. 37-40. 2009b.

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.; MALCOLM, J.R.; MARTINS, M.B.; MESTRE, L.A.M.; MIRANDA-SANTOS, R.; NUNES-GUTJAHR, W.L.; OVERAL, A.L.; PARRY, L.; PETERS, S.L.; RIBEIRO JR., MA.; DA SILVA, M.N.F.; DA SILVA MOTTA, C.; PERES, C.A. Quantifying the biodiversity value of tropical primary, secondary, and plantation forests. **Proceedings of National Academy of Sciences of the United States of America** 104(47): 18555-18560. 2007.

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

BATILANI-FILHO, M. **Funções ecossistêmicas realizadas por besouros Scarabaeinae na decomposição da matéria orgânica:** aspectos quantitativos em áreas de Mata Atlântica. Dissertação de Mestrado em Ecologia. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 91p. 2015.

BETT, J.Z.; FARIAS, P.M.; SILVA, P.G.; HERNÁNDEZ, M.I.M. Dung beetle communities in coal mining areas in the process of recovery. **Biotemas** 27(3): 197-200. 2014.

BRASIL. LEI Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 25 mai. 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm)> Acesso em: 4 de mar. 2015.

BUGONI, A. **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 de Conclusão de Curso em Ciências Biológicas. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 41p. 2012.

CÂMARA MUNICIPAL DE IÇARA. **Município de Içara**. Disponível em: <<http://www.camaraicara.sc.gov.br/cidade.php>>. Acesso em: 01 de nov. 2014.

CAMPOS, R.C.; HERNÁNDEZ, M.I.M. Dung beetle assemblages (Coleoptera, Scarabaeinae) in Atlantic forest fragments in southern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia** 57(1): 47-54. 2013.

CAMPOS, R.C.; HERNÁNDEZ, M.I.M. Changes in the dynamics of functional groups in communities of dung beetles in Atlantic forest fragments adjacent to transgenic maize crops. **Ecological Indicators** 49: 216-227. 2014.

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

COLWELL, R.K. **EstimateS**: statistical estimation of species richness and shared species from samples v. 9.1.0. Disponível em: <[purl.oclc.org/estimates](http://purl.oclc.org/estimates)>. Acesso em: 31 de out. 2014. 2013.

DAVIS, A.J.; HOLLOWAY, J.D.; HUIJBREGTS, H.; KRIKKEN, J.; KIRK-SPRIGGS, A.H.; SUTTON, S.L. Dung beetles as indicators of change in the forests of northern Borneo. **Journal of Applied Ecology** 38: 593-616. 2001.

DE MARCO, Jr.P.; COELHO, F.M. Services performed by the ecosystem: forest remnants influence agricultural cultures' pollination and production. **Biodiversity and Conservation** 13: 1245-1255. 2004.

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

ENCONTRA SC. **Sobre Criciúma**. Disponível em: <<http://www.encontracriciuma.com.br/criciuma/>>. Acesso em: 14 de abril 2015.

FILGUEIRAS, B.K.C.; TABARELLI, M.; LEAL, I.R.; VAZ-DE-MELLO, F.Z.; IANNUZZI, L. Dung beetle persistence in human-modified landscapes: combining indicator species with anthropogenic land use and fragmentation-related effects. **Ecological Indicators** 55: 65-73. 2015.

FORMAN, R.T.T.; GODRON, M. **Landscape ecology**. New York: Wiley & Sons Ed. 640 p. 1986.

GARDNER, T.A.; BARLOW, J.; ARAUJO, I.S.; PIRES, T.C.A.; 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.; 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** 11: 139-150. 2008a.

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

HADDAD, N.M.; BRUDVIG, L.A.; CLOBERT, J.; DAVIES, K.F.; GONZALEZ, A.; HOLT, R.D.; LOVEJOY, T.E.; SEXTON, J.O.; AUSTIN, M.P.; COLLINS, C.D.; COOK, W.M.; DAMSCHEN, E.I.; EWERS, R.M.; FOSTER, B.L.; JENKINS, C.N.; KING, A.J.; LAURANCE, W.F.; LEVEY, D.D.; MARGULES, C.R.; MELBOURNE, B.A.; NICHOLLS, A.O.; ORROCK, J.L.; SONG, D.; TOWNSHEND, J.R. Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. **Science of Advanced Materials** e1500052: 1-9. 2015.

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. 177p. 1982.

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

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

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

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

HANSKI, I.; CAMBEFORT, Y. **Dung beetle ecology.** Princeton: Princeton University Press. 482p. 1991.

HERNÁNDEZ, M.I.M.; VAZ-DE-MELLO, F. Seasonal and spatial variation of coprophagous Scarabaeidae s. str. (Coleoptera) species richness in areas of Atlantic Forest of the state of São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia** 53(4): 498-505. 2009.

HONRADO, J.; GONÇALVES, J.; LOMBA, A.; VICENTE, J. Ecologia da paisagem e biodiversidade: da investigação à gestão e à conservação. **Ecologi@** 5: 36-51. 2012.

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

INDICATTI, R.P.; CANDIANI, D.F.; BRESCOVIT, A.D.; JAPYASSÚ, H.F. Diversidade de aranhas (Arachnida, Araneae) de solo na bacia do reservatório do Guarapiranga, São Paulo, São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica** 5 (1a): BN011051a2005. 2005.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Cidades**: Içara. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?lang=&codmun=420700&search=||infogr%E1ficos:-dados-gerais-do-munic%EDpio>> Acesso em: 20 de nov. 2014.

IPAM (INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA). **Notícias**: 29 de abril de 2009. Disponível em: <<http://www.ipam.org.br/noticias/Brasil-tem-ate-43-de-area-agricultavel/299>>. Acesso em: 15 de nov. 2014. 2009.

KENNEDY, J.F. **Text of president John Kennedy's Rice Stadium moon speech**. Disponível em: <<http://er.jsc.nasa.gov/seh/ricetalk.htm>>. Acesso em: 12 de abril 2015. 1962.

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

KOBLITZ, R.V.; PEREIRA JÚNIOR, S.J.; AJUZ, R.C.A.; GRELLE, C.E.V. Ecologia de paisagens e licenciamento ambiental. **Natureza & Conservação** 9(2): 244-248. 2011.

- KORASAKI, V.; BRAGA, R.F.; ZANETTI, R.; MOREIRA, F.M.S.; VAZ-DE-MELLO, F.V.; LOUZADA, J. Conservation value of alternative land-use systems for dung beetles in Amazon: valuing traditional farming practices. **Biodiversity Conservation** 22: 1485-1499. 2013.
- LINHARES, C.A. As unidades de conservação são adequadas à preservação das espécies animais? **Anais V SBSR**: 1339-1346. 2003.
- LOUZADA, J.N.C.; LOPES, F.S.; VAZ-DE-MELLO, F.Z. Structure and composition of a dung beetle community (Coleoptera, Scarabaeinae) in a small forest patch from Brazilian Pantanal. **Revista Brasileira de Zoociências** 9(2): 199-203. 2007.
- MARINHO, C.G.S.; ZANETTI, R.; DELABIE, J.H.C.; SCHLINDWEIN, M.N.; RAMOS, L.S. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da serapilheira em Eucaliptais (Myrtaceae) e área de Cerrado de Minas Gerais. **Neotropical Entomology** 31(2): 187-195. 2002.
- McCUNE, B.; MEFFORD, M.J. **PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data** v. 5.10 MjM Software, Oregon: Gleneden Beach. 2006.
- McGEOCH, M.A. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. **Biological Reviews** 73: 181-201. 1998.
- MEDRI, I.M.; LOPES, J. Scarabaeidae (Coleoptera) do Parque Estadual Mata dos Godoy e de área de pastagem, no norte do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 18(1): 135-141. 2001.
- MELLO, A.H.; ANTONIOLLI, Z.I.; KAMINSKI, J.; SOUZA, E.L.; OLIVEIRA, V.L. Fungos arbusculares e ectomicorrízicos em áreas de eucalipto e de campo nativo em solo arenoso. **Ciência Florestal** 3: 293-301. 2006.
- MENDEZ, H.A.G. **Influência de corredor de vegetação na riqueza e abundância de Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera) e de parasitóides (Insecta: Hymenoptera) em um agrossistema de cafeeiro**. Dissertação de Mestrado em Entomologia Agrícola. Universidade de Lavras, Minas Gerais. 49p. 2007.

METZGER, J.P. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica** 1: 1-9. 2001.

METZGER, J.P.; FONSECA, M.A. da; OLIVEIRA FILHO, F.J.B. de; MARTENSEN, A.C. O uso de modelos em ecologia de paisagens. **Megadiversidade** 3(1): 64-73. 2007.

METZGER, J.P. O Código Florestal tem base científica? **Natureza e Conservação** 8(1): 92-99. 2010.

MMA (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE). **Convenção da diversidade biológica**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biodiversidade/convencao-da-diversidade-biologica>>. Acesso em: 12 de abril 2015.

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

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

PLANO DE MANEJO RESERVA BIOLÓGICA MARINHA DO ARVOREDO. **Ministério do Meio Ambiente, IBAMA**. Brasília, DF. 2004.

POSSAMAI, F.P.; VIANA, E.; SCHULZ, H.E.; COSTA, M.M. de; CASAGRANDE, E. Lixões inativos na região carbonífera de Santa Catarina: análise dos riscos à saúde pública e ao meio ambiente. **Ciência & Saúde Coletiva** 12(1): 171-179. 2007.

RESENDE, N.F. Mudanças do uso da terra no Cerrado sobre comunidade de besouros escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). **Revista Brasileira de Gestão e Engenharia** 5: 87-102. 2012.

RIBEIRO, M.C.; METZGER, J.P.; MARTENSEN, A.C.; PONZONI, F.J.; HIROTA, M.M. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation** 142: 1141-1153. 2009.

RICKLEFS, R.E. **A economia da natureza**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 546p. 2011.

RIEFF, G.G.; MACHADO, R.G.; STROSCHEIN, M.R.D.; DE SÁ, E.L.S. Diversidade de famílias de ácaros e colêmbolos edáficos em cultivo de eucalipto e áreas nativas. **Revista Brasileira de Agrociência** 1(4):57-61. 2010.

SALA, O.E.; CHAPIN III, S.F.; ARMESTO, J.J.; BERLOW, E.; BLOOMFIELD, J.; DIRZO, R.; HUBER-SANWALD, E.; HUENNEKE, L.F.; JACKSON, R.B.; KINZING, A.; LEEMANS, R.; LODGE, D.M., MOONEY, H.A.; OESTERHELD, M.; POFF, L.R.N.; SYKES, M.T.; WALKER, B.H.; WALKER, M.; WALL, D.H. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 287: 1770-1774. 2000.

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

SILVA, P.G.; VAZ-DE-MELLO, F.Z.; DIMARE, R.A. Diversity and seasonality of Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) in forest fragments in Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 85(2): 679-697. 2013.

SILVA, P.G.; HERNÁNDEZ, M.I.M. Local and regional effects on community structure of dung beetles in a mainland-island scenario. **Plos One** 9(10): e111883. 2014.

SILVA, P.G.; HERNÁNDEZ, M.I.M. Spatial patterns of movement of dung beetle species in a tropical forest suggest a new trap spacing for dung beetle biodiversity studies. **Plos One** 10(5): e0126112. 2015.

SILVA, R.J.; COLLETTI, F.; COSTA, D.A.; VAZ-DE-MELLO, F.Z. Rola-bostas Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de florestas e pastagens no sudoeste da Amazônia brasileira: levantamento de espécies e guildas alimentares. **Acta Amazonica** 44(3): 345-352. 2014.

SIMÕES, T.R.O. **Diversidade de besouros indicadores em fragmentos florestais nativos e exóticos na região de Anitápolis – Santa Catarina, Brasil.** Trabalho de Conclusão de Curso em Ciências Biológicas. Universidade Federal Santa Catarina, Florianópolis. 63p. 2013.

SOARES FILHO, B.S. **Análise de paisagem:** fragmentação e mudanças. Belo Horizonte: Instituto de Geociências - UFMG. 88 p. 1998.

SOS MATA ATLÂNTICA. **Florestas – A Mata Atlântica.** Disponível em: <<http://www.sosma.org.br/nossa-causa/a-mata-atlantica/>>. Acesso em: 26 de abril 2015.

SOULÉ, M.E. Conservation: tactics for a constant crisis. **Science** 5021: 744-750. 1991.

STATSOFT. **Statistica for Windows (Data Analysis Software System)** v. 6.0. Tulsa, Oklahoma. 2001.

TABARELLI, M.; AGUIAR, A.V.; RIBEIRO, M.C.; METZGER, J.P.; PERES, C.A. Prospects for biodiversity conservation in the Atlantic Forest: lessons from aging human-modified landscapes. **Biological Conservation** 143: 2328-2340. 2010.

THOMAZINI, M.J.; THOMAZINI, A.P.B.W. **A fragmentação florestal e a diversidade de insetos nas Florestas Tropicais Úmidas.** Rio Branco: EMBRAPA, Acre. 21p. (Documentos 57). 2000.

WHITTAKER, R.H. Evolution and measurement of species diversity. **Taxon** 21: 213-251. 1972.

ZANETTE, V.C., SANTOS, ROBSON dos, KLEIN, A.S., MARTINS, R.; FIGUEIRÓ, A.C.B. Vegetação arbustivo-arbórea em fragmentos florestais do Sul de Santa Catarina, Brasil. In: Milioli, G., Santos, R., Zanette, V.C. **Mineração de carvão, meio ambiente e desenvolvimento sustentável no sul de Santa Catarina:** uma abordagem interdisciplinar. Curitiba: Juruá. p. 108-142. 2009.



# APÊNDICE A – CARTILHA “VOCÊ SABE QUAL A IMPORTÂNCIA DA RESERVA LEGAL DA SUA PROPRIEDADE NA CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE?”

## A MATA ATLÂNTICA

A Mata Atlântica compreende as serras, campos, manguezais e florestas de Santa Catarina, e se estende por toda a costa do Brasil. Abriga uma grande quantidade de espécies de animais e de plantas, importantes na alimentação, medicamentos, água e ar de qualidade. Porém, são ambientes frágeis que vêm sendo destruídos e tomados por cidades, indústrias, pastagens e plantações agrícolas, produzindo efeitos graves na manutenção destes ambientes.



## A RESERVA LEGAL

É uma parte dos terrenos rurais destinada a conservar e manter remanescentes de mata nativa, servindo como abrigo para as espécies animais e vegetais, podendo ser usada de forma sustentável pelo ser humano. Quando a Reserva Legal protege os animais e plantas, estes organismos proporcionam ao ser humano água, ar e solos de melhor qualidade, entre outros benefícios.



## A CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

ajuda a manter organismos ou áreas de proteção para que as diversas formas de vida do planeta possam sobreviver, assim como as relações que existem entre os organismos da mesma espécie ou espécies diferentes.



Material produzido a partir do Trabalho de Conclusão de Curso da aluna de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina, **Mariana Mrotkowi Niero**, sob orientação da Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> **Melva Isabel Medina Hernández**.

## VOCÊ SABE QUAL A IMPORTÂNCIA DA RESERVA LEGAL DA SUA PROPRIEDADE NA CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE?



A diversidade de besouros rola-bosta ajuda a entender a influência da paisagem na dinâmica de regiões agrícolas



Foto de fundo de capa: modified de James Hager, Robert Harding World Imagery/Corbis

Florianópolis, Santa Catarina



### QUEM LÁO OI ROLA-BOITA?

Os rola-boita são **besouros** e recebem este nome porque a maioria deles faz uma **bola com excremento**, a qual enterram para a alimentação de suas crías. Mas eles podem se alimentar de **fezes (coprófagos)**, de **carniça (necrófagos)**, e até de fruta podre. Desta forma, eles atuam como **"lixeiros" naturais**, limpando o ambiente de material orgânico em decomposição.

Por este hábito alimentar e pelo costume de se enterrarem em **túneis** que cavam no solo, estes animais contribuem na **decomposição** da matéria orgânica e fazem um **atrito natural** para o solo quando enterram as bolas de fezes.



Muitos deles **não saem das matas** para as áreas abertas, vivendo apenas em locais com mata fechada, onde possuem haver mamíferos que produzam o alimento que eles consomem. Porém, outros conseguem viver em locais de **pastagem**, alimentando-se, principalmente, de fezes bovinas e eliminando, inclusive, larvas de moscas que podem transmitir **parasitas**.

O **ciclo de vida** desses animais se dá dentro de bolas de alimento **modificadas** para receber um ovo, que se transforma em larva, passa por três estados e vira uma pupa (como na borboleta), emergindo, em seguida, um adulto.



A permanência dos **Reservos Legais** dentro da paisagem é importante para a manutenção dos besouros rola-boita, mas, **agrotóxicos e pesticidas**, utilizados no gado e nas plantações podem matar esses animais, eliminando-os destes áreas, **prejudicando** assim a função de limpeza do ambiente e de digagem de nutrientes dentro da região.

Quanto **maior** for o fragmento de mata, maior é a diversidade de organismos que o ambiente sustenta e maiores são os benefícios que podem proporcionar ao ser humano, direta ou indiretamente, seja **economicamente** ou na sua **qualidade de vida**.

### OI ROLA-BOITA DE IÇARA

As espécies encontradas nas propriedades do interior do município de Içara foram coletadas por meio de **armadilhas** de queda, que consistem em um pote plástico enterrado na altura do solo com terra e fezes, e uma tampa com um buraco para os animais entrarem. Depois de **24 horas**, os animais podem ser encontrados nas armadilhas, identificados e **soltos** em seguida. **Dezoito** espécies de rola-boita foram encontradas no verão de 2015 em Içara. Dentre elas, 10 espécies foram encontradas em matas nativas de reservas legais, 4 em pastagem, 6 em plantação de eucalipto e 1 em plantação de milho.

### Espécies encontradas em Içara



A. *Carrhidium* aff. *affilar*; B. *Carrhidium* aff. *trinoobium*; C. *Carrhidium* *affilar*; D. *Carrhidium* *trinoobium*; E. *Carrhidium* *trinoobium*; F. *Carrhidium* *trinoobium*; G. *Defecobium* *meadobium*; H. *Defecobium* *maficobium*; I. *Defecobium* *maficobium*; J. *Defecobium* *maficobium*; K. *Defecobium* *maficobium*; L. *Defecobium* *maficobium*; M. *Chelonus* *subulatus*; N. *Chelonus* *subulatus*; O. *Phanaeus* *atrolabus*; P. *Trichillum* *extremopuncturatum*.