

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

Estrutura da vegetação e sua relação com a diversidade, abundância e similaridade de coleópteros bioindicadores em diferentes sistemas vegetacionais, Piracicaba, SP

Carla Andrea Sandoval Rodríguez

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências, Programa: Recursos Florestais.
Opção em: Conservação de Ecossistemas Florestais

**Piracicaba
2016**

Carla Andrea Sandoval Rodríguez
Engenheira Florestal

Estrutura da vegetação e sua relação com a diversidade, abundância e similaridade de coleópteros bioindicadores em diferentes sistemas vegetacionais, Piracicaba, SP
versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr. **CIRO ABBUD RIGHI**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências, Programa: Recursos Florestais.
Opção em: Conservação de Ecossistemas Florestais

Piracicaba
2016

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP**

Sandoval Rodríguez, Carla Andrea

Estrutura da vegetação e sua relação com a diversidade, abundância e similaridade de coleópteros bioindicadores em diferentes sistemas vegetacionais, Piracicaba, SP / Carla Andrea Sandoval Rodríguez. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2016.
125 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. Fragmentação 2. Ecologia 3. Floresta estacional semidecidual 4. Microclima
5. Agroecossistema 6. Sistema agroflorestal 7. Scolytinae 8. Scarabaeidae I. Título

CDD 634.94
S218e

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

DEDICATÓRIA

À minha filha Taísa, meu esposo Alejandro, meus pais e minhas irmãs.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais por me ensinarem que os sonhos se realizam e a lutar pelo que se deseja.

Ao meu esposo Alejandro, por me amar e me apoiar em todas minhas decisões. Por ser meu estagiário, meu orientador e meu colega no desenvolvimento desta dissertação.

À minha filha Taísa por ser minha razão de viver e por me presentear um sorriso todos os dias.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Ciro Abbud Righi, por acreditar em mim, pela sua paciência, vontade, dedicação, apoio incondicional e amizade, e sobre tudo pelo aporte para a elaboração dessa dissertação.

Ao meu co-orientador, Prof. Dr. Wesley A. Conde Godoy, pela sua disposição em me ajudar cada vez que precisei.

Ao Prof. Dr. Anthony Cognato pela sua disposição em ajudar-me na identificação das espécies da subfamília Scolytinae.

À Prof. Dra. Luciana Duque, Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Florestal e Silvicultura (LEFS), por me facilitar toda a infraestrutura do laboratório, além dos equipamentos necessários para o desenvolvimento desta pesquisa.

Ao Prof. Dr. Fernando Vaz-de-Mello por me receber em seu laboratório e ajudar-me na identificação das espécies da família Scarabaeidae.

Ao Prof. Dr. Felipe Pilau pela ajuda na conversão dos dados de radiação solar.

Ao programa de pós-graduação em Recursos Florestais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ/USP, muito obrigada pela oportunidade.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa.

Agradeço de todo coração a Dra. Elisângela Lopes pela ajuda em todas as etapas desta dissertação, desde a instalação no campo até as análises dos dados.

Ao Walter Mesquita Filho pela identificação das espécies da família Scarabaeidae.

Finalmente agradeço a todos os que me acompanharam neste longo processo.

“Onde houver uma árvore para plantar, plante-a. Onde houver um erro que corrigir corrija-o. Onde houver um esforço do qual todos se esquivam, faça-o. Seja você aquele que afasta a pedra do caminho.”

Gabriela Mistral

“O pior erro é não fazer nada por pensar que é pouco o que se pode fazer.”

Violeta Parra

SUMÁRIO

RESUMO	11
ABSTRACT	13
1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1 Mata Atlântica	17
2.2 Os sistemas de uso-da-terra	19
2.2.1. Os principais usos	19
2.2.2. Os Sistemas Agroflorestais – SAF	19
2.3 Bioindicadores	20
2.3.1 Insetos bioindicadores	22
2.3.2 Família Scarabaeidae	22
2.3.3 Subfamília Scolytinae (Curculionidae)	25
2.4 Biodiversidade de insetos em agroecossistemas	27
2.5 Insetos e fatores microclimáticos	28
2.5.1 Temperatura	28
2.5.2 Umidade relativa	28
2.5.3 Radiação solar	29
3 MATERIAL E MÉTODOS	31
3.1 Área de estudo	31
3.2. Amostragem	35
3.3 Coleta e identificação de insetos	35
3.4. Caracterização dos sistemas vegetacionais	37
3.4.1. Estrutura vertical e horizontal	37
3.4.2 Índice de cobertura relativa	37
3.5 Análises microclimáticas	38
3.6 Análise de dados	39

3.6.1 Diversidade Alfa	39
3.6.2 Diversidade Beta	40
3.6.3 Correlação com fatores microclimáticos.....	41
3.6.4 Correlação com a cobertura arbórea	41
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
4.1 Caracterização dos sistemas vegetacionais	43
4.1.1 Estrutura vertical e horizontal	43
4.1.2 Índice de cobertura relativa.....	44
4.2 Análises microclimática.....	46
4.2.1 Temperatura e umidade relativa do ar.....	46
4.2.2 Temperatura e umidade do solo	49
4.2.3 Radiação solar	51
4.3 Diversidade de insetos	53
4.3.1 Família Scarabaeidae	53
4.3.2 Subfamília Scolytinae (Curculionidae).....	78
5 CONCLUSÕES	105
REFERÊNCIAS.....	109

RESUMO

Estrutura da vegetação e sua relação com a diversidade, abundância e similaridade de coleópteros bioindicadores em diferentes sistemas vegetacionais, Piracicaba, SP.

A Mata Atlântica é considerada um dos biomas mais importantes do mundo devido à sua alta biodiversidade e funções ecossistêmicas. Entretanto, encontra-se fragmentada em porções de pequenas dimensões esparsas em uma matriz predominantemente agrícola, composta principalmente por extensas pastagens e monoculturas. Desse modo, os sistemas agrofloretais por apresentarem uma estrutura diferenciada dos monocultivos e similar às condições naturais, podem ser utilizados como uma alternativa para o manejo e a conservação da biodiversidade nos remanescentes florestais. A fragmentação provoca modificações no ambiente que irão refletir na perda e no deslocamento da biodiversidade, estando os insetos entre os grupos mais afetados. Uma das formas de se avaliar o estado de conservação dos fragmentos e o impacto antrópico nos sistemas vegetacionais, é estudar a presença e distribuição de organismos bioindicadores. Dentre esses, os insetos ocupam posição de destaque. Os insetos da família Scarabaeidae e da subfamília Scolytinae são bons indicadores de distúrbios, pois são muito sensíveis às mudanças ambientais. Neste trabalho hipotetizou-se que a presença desses insetos está relacionada com a estrutura da vegetação e as condições de vida proporcionadas pelas diferentes formas de uso-da-terra. O objetivo desta pesquisa foi avaliar a diversidade de espécies, o padrão de abundância e a similaridade entre as populações de coleópteros (Scarabaeidae e Scolytinae) em diferentes sistemas vegetacionais de diferentes estruturas: *i*) Fragmento de floresta estacional semidecidual dividido em três áreas: beira do rio, centro e borda; *ii*) Sistema Agroflorestral (SAF) (interface entre o fragmento e o pasto); *iii*) Pasto composto de *Brachiaria decumbens* (L.); *iv*) Monocultivo de café (*Coffea arabica* L.); *v*) Monocultivo de seringueira (*Hevea brasiliensis* Müell. Arg.); *vi*) SAF de café e seringueira - todos situados numa região de domínio anterior de floresta estacional semidecidual em Piracicaba-SP. Os sistemas foram caracterizados quanto à sua estrutura e condições micrometeorológicas. Os insetos foram coletados mensalmente entre agosto/2013 e julho/2014 utilizando-se dois tipos de armadilhas: Pitfall e etanol modelo ESALQ-84. Foram coletados 1.047 espécimes distribuídos em 21 espécies da família Scarabaeidae e 1.833 indivíduos de 38 espécies da subfamília Scolytinae. A maior quantidade de espécies de Scarabaeidae foi encontrada na borda do fragmento florestal, enquanto que a maior abundância ocorreu no fragmento florestal perto do rio. A subfamília Scolytinae apresentou a maior riqueza de espécies no sistema agroflorestral misto (borda) e a maior abundância no sistema agroflorestral café-seringueira. A abundância e riqueza de espécies da família Scarabaeidae foram correlacionadas positivamente com a temperatura do ar, temperatura e umidade do solo e a precipitação. Por outro lado, a abundância e a riqueza de espécies da subfamília Scolytinae apresentaram correlação negativa com a temperatura do ar e a temperatura e umidade do solo. Ambos os grupos de insetos apresentaram a maior abundância e riqueza de espécies nas áreas com estrutura vegetacional mais complexa, sendo influenciadas pelas condições microclimáticas dentro de cada local.

Palavras-chave: Fragmentação; Ecologia; Floresta estacional semidecídua; Microclima; Agroecossistema; Sistema agroflorestral; Scolytinae; Scarabaeidae

ABSTRACT

Structure of vegetation and your relationship whit diversity, abundance and similarity of coleopteros bioindicators in different systems vegetation, Piracicaba, SP.

The Atlantic Forest is considered one of the most important biomes of the world due to its high biodiversity and ecosystem functions. However, it is fragmented into small portions sparse dimensions in a predominantly agricultural matrix, mainly composed of extensive pastures and monocultures. Fragmentation causes changes in the environment that will reflect the loss and displacement of biodiversity, with the insects among the most affected groups. One way to assess the conservation status of the fragments and the human impact on vegetation systems, is to study the presence and distribution of bioindicators. Among them, the insects occupy a prominent position. The insects of the family Scarabaeidae and Scolytinae subfamily are good indicators of disorders, as they are very sensitive to environmental changes. This work hypothesized the presence of these insects is related to the structure of the vegetation and the living conditions offered by different forms of use-of-land. The objective of this research is to evaluate the diversity of species, the abundance pattern and the similarity between the populations of Coleoptera (Scarabaeidae and Scolytinae) in different vegetation systems of different structures: *i*) Fragment of seasonal forest, divided into three areas: near to river, center and edge; *ii*) Agroforestry System (AFS) (interface between the fragment and pasture); *iii*) Pasture consists of *Brachiaria decumbens* (L.); *iv*) monocropping coffee (*Coffea arabica* L.); *v*) monocropping of rubber tree (*Hevea brasiliensis* Müell Arg); *vi*) AFS rubber with coffee - all situated in a former domain region of semi-deciduous forest in Piracicaba-SP. The systems were characterized for its structure and micrometeorological conditions. The insects were collected monthly between August / 2013 and July / 2014 using two types of traps: Pitfall and ethanol. Were collected 1.047 specimens distributed in 21 species of the Scarabaeidae family and 1.833 individuals of 38 species of the subfamily Scolytinae. The largest number of species of Scarabaeidae was found on the edge of the forest fragment, while the highest abundance occurred in the forest fragment near the river. The subfamily Scolytinae showed the greatest richness in the edge agroforestry system and the greatest abundance in agroforestry coffee-rubber system. The abundance and richness of species Scarabaeidae family were positively correlated with the air temperature, temperature and soil moisture and precipitation. On the other hand, the abundance and species richness of Scolytinae subfamily showed a negative correlation with the air temperature and the temperature and soil moisture. Both groups of insects had the highest abundance and species richness in areas with more complex vegetation structure, being influenced by the microclimate conditions in each location.

Keywords: Fragmentation; Ecology; Semideciduous forest; Microclimate; Agroecosystems; Agroforestry; Scolytinae; Scarabaeidae

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o país com a maior biodiversidade de flora e fauna do planeta, abrigando uma grande quantidade de espécies animais e vegetais. Essa abrangência corresponde a 20% do número total de espécies conhecida na Terra, a qual se deve principalmente a sua extensão territorial e às diversas condições climáticas que se encontram em todo o país (LEWINSOHN; PRADO, 2002). No entanto, essa grande diversidade tem diminuído nos últimos anos devido, principalmente, ao desmatamento e substituição das vegetações naturais pelos cultivos agrícolas extensivos. Por essa razão, o território encontra-se dividido em grandes áreas de cultivos misturadas com pequenos fragmentos florestais. Essa alteração na paisagem tem como principal consequência a modificação das populações de animais e vegetais, o que gera um desequilíbrio entre as espécies e o ambiente.

A fragmentação florestal provoca modificações no ambiente, que podem refletir na perda e no deslocamento da biodiversidade destacando-se em primeira instância os insetos entre os grupos mais afetados (METZGER, 1999; MASS; CORREA, 2000). Os insetos estão entre os organismos mais numerosos dos ecossistemas terrestres em número de espécies e de indivíduos, os quais estão distribuídos em todos os habitats ao redor do mundo (TRIPLEHORN; JOHNSON, 2011). Desse modo, esse grupo torna-se essencial para os estudos em ecologia, uma vez que podem refletir as alterações ambientais, possibilitando assim, a utilização deles como bioindicadores (WINK et al., 2005; ROCHA et al., 2011). Os insetos da ordem Coleoptera têm sido considerados importantes para pesquisas referentes às modificações ambientais provocadas pelo homem (RESH; CARDÉ, 2009; TRIPLEHORN; JOHNSON, 2011), sendo os besouros da família Scarabaeidae e da subfamília Scolytinae os mais utilizados como bioindicadores, por serem altamente sensíveis às mudanças ambientais (FAVILA; HALFFTER, 1997; MCGEOCH, 1998; PELTONEN et al., 1998; FAVILA, 2004; JUNIOR, 2007).

Por outro lado, é de grande importância analisar o papel que cumprem os agroecossistemas vizinhos aos remanescentes florestais, seja como elementos de ligação ou de ruptura nos componentes da paisagem. Por isso, verificar as condições de vida que cada agroecossistema propicia é de extrema importância para se verificar os insetos aí presentes na construção de sistemas produtivos menos impactantes. Desta maneira, seria possível evoluir no planejamento de sistemas produtivos capazes de promover melhores relações ecológicas dadas sua estrutura e capacidade de manutenção da biodiversidade. Portanto, é necessário realizar pesquisas cujos resultados possam ser utilizados como uma ferramenta capaz de

descrever e caracterizar diversas áreas na paisagem e suas relações. Considerando que as áreas agrícolas ocupam em muitos locais, áreas maiores que as dos remanescentes vegetacionais naturais, o desenvolvimento de sistemas produtivos menos impactantes constituem-se em uma alternativa para o manejo e a conservação da biodiversidade. Assim, seria possível ampliar a conservação das espécies para as áreas antrópicas considerando o local em sua totalidade. Deste modo, é muito importante avaliar as relações existentes entre diferentes agroecossistemas e destes com os remanescentes florestais.

Neste trabalho, foi analisado um conjunto de agroecossistemas (com 2 a 4 ha), próximos a um fragmento florestal (14 ha) com o objetivo de avaliar a diversidade de espécies, o padrão de abundância e a similaridade entre populações de insetos da família Scarabaeidae e subfamília Scolytinae. Especificamente objetivo-se: *i*) conhecer a diversidade e padrões de abundância de insetos da família Scarabaeidae e a subfamília Scolytinae presentes em cada um dos sistemas vegetacionais ao longo de um ano, *ii*) avaliar a estrutura dos diferentes sistemas vegetacionais e correlacioná-la com a diversidade e abundância dos insetos, e *iii*) analisar a relação entre as variáveis microclimáticas e presença dos insetos. No trabalho hipotetizou-se que: *i*) há uma maior abundância e diversidade de insetos em sistemas vegetacionais que apresentam uma maior complexidade estrutural e vegetacional, e *ii*) a abundância e diversidade de insetos muda de acordo com as condições proporcionadas em cada sistema vegetacional.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Mata Atlântica

As florestas tropicais úmidas representam 7% da superfície terrestre correspondendo a aproximadamente 25% da superfície total de florestas no mundo. Esses ambientes são considerados os mais ricos em biodiversidade, abrigando mais de 50% das espécies na Terra (MYERS et al., 2000). A Mata Atlântica é uma das maiores áreas de floresta tropical do mundo, que se estende por quase toda a região litorânea brasileira - do Rio Grande do Norte até o Rio Grande do Sul, abrangendo trechos do norte da Argentina e leste do Paraguai (RODRIGUES; BRANCALION; ISERNHAGEN, 2010). No passado o bioma apresentava uma extensão de aproximadamente 1,3 milhões de km², correspondendo a 13% do território nacional. Na atualidade ocupa apenas 100 mil km², o que corresponde a 7,91% da área original (MYERS et al., 2000).

A Mata Atlântica, por sua elevada biodiversidade, foi declarada Reserva da Biosfera pela Unesco e Patrimônio Nacional pela Constituição Federal de 1988. Além disso, dado seu alto grau de endemismos e ameaças de extinções iminentes, tem recebido o *status* de *hotspot* para conservação (MYERS et al., 2000). A Mata Atlântica apresenta um conjunto de formações florestais: Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Decidual e Floresta Estacional Semidecidual (IBGE, 2004), sendo esta última uma das mais importantes e ameaçadas. A Floresta Estacional Semidecidual é caracterizada pela dupla estacionalidade climática, sendo a primeira tropical com períodos de intensas chuvas de verão seguidas por estiagens acentuadas; e a outra subtropical, sem período seco, mas com seca fisiológica provocada pelo intenso frio de inverno e temperaturas médias inferiores a 15°C. Essa vegetação apresenta repouso fisiológico, o que resulta na perda de 20 a 50% das folhas das árvores (VELOSO; RANGEL FILHO; LIMA, 1991).

A Floresta Estacional Semidecidual é um dos ecossistemas mais ameaçados devido à devastação que sofreu em função da ocupação desordenada e a exploração de seus recursos naturais - principalmente, os madeireiros (DEAN, 1996). Por causa da expansão agrícola, principalmente da cultura cafeeira e canavieira e a pressão pelo crescimento populacional, milhões de hectares foram desflorestados e convertidos em pastagens, lavouras e centros urbanos (SILVA; SOARES, 2003; DONADIO; DE PAULA; GALBIATTI, 2009). Atualmente, essa floresta está dividida em pequenos fragmentos, remanescentes com diferentes formas, tamanhos, estruturas e graus de perturbação e isolamento (ZAU, 1998; ALMEIDA; BATISTA; DAMASCENA, 2010). Muitos desses fragmentos encontram-se

altamente perturbados e isolados, sendo pouco conhecidos e protegidos (VIANA, 1995; RODRIGUES; GANDOLFI, 2000).

A fragmentação é um processo antrópico pelo qual uma grande e contínua área de habitat é reduzida e dividida em dois ou mais fragmentos (METZGER, 1999; MAS; CORREA, 2000; FAHRIG, 2003). Essa ação modifica as condições ambientais e o funcionamento dos ecossistemas, alterando o regime hidrológico, o ciclo de nutrientes, o microclima e as propriedades do solo (BUREL; BAUDRY, 2002). Todas essas modificações no ambiente provocam isolamento dos habitats e redução das populações sensíveis às mudanças ambientais, traduzindo-se na perda e deslocamento da biodiversidade (METZGER, 1999; MAS; CORREA, 2000). Segundo Fahrig (2003) a fragmentação provoca mudanças na forma da paisagem, originando os seguintes efeitos: *i*) perda regional da quantidade de habitats; *ii*) redução do tamanho e aumento do número de fragmentos de habitats resultantes; *iii*) aumento da distância entre fragmentos e; *iv*) incremento da relação perímetro/superfície dos fragmentos que levam à sua crescente degradação dada a exacerbação do “efeito de borda”.

O efeito de borda pode ser entendido como o conjunto de alterações bióticas e abióticas decorrentes da criação de uma transição abrupta entre áreas contíguas. As condições microclimáticas e biológicas da borda de um fragmento florestal são completamente distintas das encontradas em seu interior. As margens do fragmento ficam expostas a maiores oscilações de fatores climáticos como radiação solar, ventos, temperatura e umidade relativa, entre outros. Essas modificações influenciam os componentes biológicos dos sistemas naturais, afetando a dinâmica das interações das espécies nas proximidades da borda (MURCIA, 1995). Desta maneira, a biodiversidade dos remanescentes das florestas nativas é altamente afetada pelos processos de fragmentação. Além de suas reduzidas dimensões, grande parte dessas áreas encontra-se inserida em uma matriz agrícola e as zonas de amortecimento não são suficientes para aliviar os efeitos, sendo o tipo de vizinhança ao fragmento e o histórico de perturbações que ocorreu na área, fatores que podem afetar as interações ecológicas das espécies que o compõe (VIANA; PINHEIRO, 1998; MANSON, 2008).

2.2 Os sistemas de uso-da-terra

2.2.1. Os principais usos

O estado de São Paulo apresenta uma superfície de 20 milhões de hectares. A ocupação do solo divide-se principalmente em áreas de culturas (7,9 milhões ha) e pastagem (8 milhões ha). A matriz agrícola do estado, onde os remanescentes florestais estão inseridos, é composta predominantemente de extensas plantações de cana-de-açúcar, laranja, milho, soja, café e outras culturas (Tabela 1) (TORRES et al., 2009).

Tabela 1- Área cultivada e produção das principais culturas agrícolas no Estado de São Paulo

Culturas agrícolas	Superfície (ha)	Porcentagem da área cultivada (%)	Produção (Ton)
Cana de açúcar	5.497.139	69	424.718.979
Laranja	741.316	9	14.495.865
Milho	667.685	8	4.755.039
Soja	396.427	5	105.901
Café	214.790	3	321.398
Outras culturas	445.378	6	- *

Fonte: Instituto de Economia Agrícola do estado do São Paulo, 2013. Torres et al., 2009.

*: produção não calculada pela diferença de unidades de quantificação das culturas.

Todas as plantações apresentadas na tabela acima correspondem a extensas monoculturas, onde os solos são dedicados ano após ano a uma mesma espécie (ALTIERI, 1987). Esses modelos de culturas são muito mais simplificados que os sistemas naturais e mais facilmente manejáveis, além disso, requerem constante intervenção humana para sua manutenção com grande aporte de energia e materiais. Geralmente, a intervenção traduz-se pela aplicação de grandes quantidades de agroquímicos (fertilizantes e pesticidas) que se por um lado podem aumentar os rendimentos, por outro lado causam impactos ambientais e sociais (ALTIERI, 1987; WRM, 2013). A simplificação dos sistemas naturais pode resultar nos seguintes impactos ecológicos: *i*) alteração do ciclo dos nutrientes e do ciclo hidrológico; *ii*) degradação dos solos; *iii*) maior suscetibilidade à pragas e doenças, e *iv*) redução dos inimigos naturais (ALTIERI; NICHOLLS, 2000).

2.2.2. Os Sistemas Agroflorestais – SAF

Os Sistemas Agroflorestais (SAFs) são formas de uso ou manejo da terra, nos quais plantas lenhosas perenes são cultivadas em associação com plantas herbáceas (culturas agrícolas e/ou pastagens) e/ou animais, em uma mesma unidade de manejo com diversas disposições espaciais e temporais (YOUNG, 1991). Geralmente esse tipo de sistema utiliza práticas de manejo compatíveis com a população local. Nos SAFs existem interações

ecológicas e econômicas entre as árvores e as outras culturas que resultam em vantagens comparativas aos outros sistemas de agricultura (NAIR, 1989). A adoção dos SAFs pelos agricultores pode representar melhoria no sistema de uso-da-terra do ponto de vista social e econômico, ao mesmo tempo em que presta um serviço ambiental. Dessa maneira, concilia-se a produção florestal com a produção de alimentos, conservando o solo e diminuindo a pressão pelo uso da terra para a produção agrícola. Dada sua estrutura diferenciada dos monocultivos, os SAFs cumprem uma série de serviços ecossistêmicos como: sequestro de carbono, conservação da biodiversidade, enriquecimento do solo e melhoria da qualidade da água e do ar (BEER et al., 2003; JOSE, 2009).

Por apresentarem uma estrutura similar às condições naturais, podem contribuir tanto para a preservação como para a manutenção da dinâmica de ecossistemas em paisagens muito complexas. Os SAFs proporcionam habitat e recursos para espécies de plantas e animais, podendo ser utilizados como ferramenta para manter a conectividade da paisagem, facilitando a movimentação de animais e restabelecendo os fluxos de sementes e pólen e, conseqüentemente, reduzindo os efeitos de borda nos fragmentos florestais (MENDIETA; ROCHA, 2007; SCHROTH, 2004).

Os sistemas agroflorestais têm sido estudados para avaliar seu efeito na biodiversidade. Harvey et al., (2006) avaliaram a abundância, riqueza e diversidade de besouros coprófagos em três diferentes sistemas de uso-da-terra: floresta nativa, sistema agroflorestal (cacau-banana) e monocultivo de banana na Costa Rica. Seus resultados indicaram que o SAF apresentou biodiversidade menor que a floresta, mas significativamente maior que o monocultivo. No Brasil, Almeida et al., (2009) avaliaram a biodiversidade da fauna do solo em seis sistemas agroflorestais e compararam com áreas próximas de vegetação nativa como referência. Os resultados obtidos nesse estudo indicaram que a fauna do solo foi maior nos SAFs que nas áreas de vegetação natural. Esses resultados concordam com os obtidos por Monrolin et al., (2013) que avaliaram a distribuição de insetos em uma interface do fragmento florestal – sistema agroflorestal – pastagem no estado de São Paulo, obtendo como resultado maior abundância no SAF, em comparação com as outras estruturas vegetacionais.

2.3 Bioindicadores

Uma das formas de avaliar o grau de alteração ou fragmentação de um habitat é utilizar um grupo de organismos considerados como bioindicadores (BROWN, 1997; THOMAZINI; THOMAZINI, 2000). Segundo Landres et al. (1988), os bioindicadores são

organismos que com sua presença, abundância ou densidade podem ser utilizados como critério para avaliar atributos que são difíceis, custosos ou inconvenientes de medir para outras espécies ou condições ambientais de interesse. Por outro lado, Allaby (1992) define os bioindicadores como espécies que podem ter amplitude estreita a respeito de um ou mais fatores ecológicos, os quais, quando presentes, podem indicar condição ambiental particular ou estabelecida. Conforme Mcgeoch, (1998) os bioindicadores podem ser classificados em três categorias: indicadores ambientais, indicadores ecológicos e indicadores de biodiversidade.

Um indicador ambiental é uma espécie ou grupo de espécies facilmente observados e quantificados, que refletem e respondem previsivelmente à perturbação ambiental ou às mudanças no ambiente. Um indicador ecológico é aquele que reflete os efeitos das mudanças no ambiente (alteração do habitat, fragmentação ambiental e mudanças climáticas) sobre a biota ao invés de funcionar apenas como medidores de mudanças no estado ambiental (HELAWELL, 1986). Um indicador de biodiversidade, diferente dos anteriores, é um grupo funcional ou táxon (gênero, tribo, família ou ordem), cuja diversidade reflete a riqueza de espécies ou nível de endemismo de outros táxons em um habitat ou grupo de habitats (GASTON; BLACKBURN, 1995).

Diversos autores indicam que para a escolha de um organismo bioindicador deve-se conhecer alguns aspectos primordiais das espécies, tais como: taxonomia, ciclo de vida e biologia. No entanto, a facilidade de observação e coleta, a distribuição geográfica em diferentes tipos de habitats e a sensibilidade às mudanças no ambiente também são importantes (BROWN, 1997; THOMAZINI; THOMAZINI, 2000). Segundo Souza et al. (2008) um bom bioindicador deve ser capaz de refletir o funcionamento do ecossistema, ter distribuição universal e seu monitoramento deve ser economicamente viável. Halffter et al. (2001) estabeleceram seis critérios que definem um bom bioindicador: *i*) taxonomia bem definida e estável, com espécies identificáveis sem grandes problemas; *ii*) história natural bem conhecida; *iii*) populações de fácil observação e manipulação; *iv*) táxons superiores (ordem, família, tribo e gênero) com distribuição geográfica ampla e em diversos tipos de habitats; *v*) táxons inferiores (espécies e subespécies) sensíveis e especializadas no habitat, e *vi*) padrões de biodiversidade refletidos em outros taxa relacionados e não relacionados.

2.3.1 Insetos bioindicadores

Diversas pesquisas demonstram que a presença de determinados insetos pode ser utilizada como ferramenta útil para o estudo sobre alterações ambientais (WINK et al., 2005; ROCHA et al., 2010). Os insetos são considerados bioindicadores adequados para a avaliação dos impactos ambientais e dos efeitos da fragmentação florestal, devido principalmente a: *i*) serem o grupo de animais mais numeroso da terra; *ii*) apresentarem elevadas densidades populacionais e alta diversidade em termos de espécies e de habitat; *iii*) exibirem diferentes formas de dispersão, seleção de hospedeiros e de respostas à qualidade e quantidade de recursos disponíveis, e *iv*) mostrarem dinâmica populacional altamente influenciada pela heterogeneidade dentro de um mesmo habitat. Além dos aspectos acima mencionados, o atributo de bioindicador também está associado ao fato dos insetos cumprirem papel importante no funcionamento dos ecossistemas naturais atuando como predadores, parasitas, fitófagos, saprófagos e polinizadores, entre outros (DIDHAM et al., 1996; TORO; CHIAPPA; TOBAR, 2003; TRIPLEHORN; JOHNSON, 2011).

Dentre os insetos-chaves como indicadores de fragmentação em sistemas florestais, os mais importantes são aqueles capazes de provocar mudanças físicas em seu ambiente e regular a disponibilidade de recursos para outras espécies (DIDHAM et al., 1996). Deste modo, os grupos de insetos mais estudados são os: lepidópteros, coleópteros e himenópteros (LOYOLA, 2005; SILVA et al., 2010; SILVA; SILVA, 2011; ROCHA et al., 2011; ROSA et al., 2011). Dentre esses, os coleópteros são considerados importantes bioindicadores de qualidade do meio ambiente, pois constituem o maior número de insetos na terra (40% do total de insetos e 30% do total de animais), além da grande diversidade de espécies e quantidade de habitats que ocupam, incluindo a água doce (RESH e CARDÉ, 2009; TRIPLEHORN e JOHNSON, 2011). Dos coleópteros, dentre os grupos mais estudados como bioindicadores estão as espécies pertencentes à família Scarabaeidae e subfamília Scolytinae (HALFFTER; FAVILA, 1993; MULLER, 2001; RONQUE, 2009; SILVA; SILVA, 2011; CAMPOS, 2012).

2.3.2 Família Scarabaeidae

A família Scarabaeidae, ou escarabéídeos, é uma das maiores da ordem Coleoptera, composta por cerca de 27.800 espécies (8% dos coleópteros e 91% das espécies descritas da série Scarabaeiformia) (BOUCHARD et al., 2009; RESH; CARDÉ, 2009). A subfamília Scarabaeinae é uma das mais abundantes dentro da família Scarabaeidae, com

aproximadamente 7.000 espécies descritas (RESH; CARDÉ, 2009). Destas, 618 espécies já foram registradas no Brasil. No entanto, esse número pode superar 1.200 espécies, uma vez que há carência de dados sobre a subfamília Scarabaeinae em várias regiões do país (VAZ-DE-MELLO, 2000). Na região de Piracicaba, Rodrigues e Marchini (1998), identificaram um total de 11 espécies distribuídas em 6 gêneros.

Esse grupo apresenta grande abundância de indivíduos distribuídos preferencialmente nas regiões tropicais e subtropicais do planeta (UEHARA-PRADO et al., 2009; CHANDRA; KHAN; GUPTA, 2012). A maioria das espécies ocorre em áreas onde a precipitação ultrapassa 250 mm por ano e apresenta temperaturas acima de 15 °C, sendo marcada a flutuação estacional de muitas populações em florestas tropicais úmidas, onde a abundância de indivíduos se eleva nos períodos de maior precipitação (JANZEN, 1983; GILL, 1991; HERNÁNDEZ; VAZ-DE-MELLO, 2009).

Os besouros coprófagos pertencentes à subfamília Scarabaeinae são comumente conhecidos como besouros do esterco, devido a que tanto os adultos como as larvas se alimentam de excrementos de vertebrados, principalmente de grandes mamíferos (HANSKI; CAMBEFORT, 1991; THOMAZINI; THOMAZINI, 2000; TRIPLEHORN; JOHNSON, 2011). No entanto, algumas espécies também são conhecidas por se alimentarem de restos de animais mortos e frutos apodrecidos (HALFFTER; MATTHEWS, 1966). Esses besouros são chamados popularmente de “rola-bosta”, pelo comportamento que têm de formar bolas com o recurso alimentar (HALFFTER; EDMONDS, 1982).

Uma das características mais importantes dos coleópteros coprófagos é o comportamento de como utilizam o recurso, seja na alimentação como na nidificação. As espécies de Scarabaeinae podem ser separadas em três grupos: 1. telecoprídeos ou roladores; 2. paracoprídeos ou escavadores e; 3. endocoprídeos ou residentes. Os telecoprídeos fazem uma bola com o excremento e o transladam rodando com suas pernas traseiras antes de enterrá-lo. Os paracoprídeos fazem túneis com diferentes profundidades por baixo da massa fecal e os endocoprídeos separam uma porção do excremento e constroem seu ninho dentro ou por baixo das fezes (HALFFTER; MATTHEWS, 1966; HALFFTER; EDMONDS, 1982; HANSKI; CAMBEFORT, 1991).

O ciclo de vida desses besouros é do tipo holometábolo, ou seja, passa por quatro estágios de desenvolvimento: ovo, larva, pupa e adulto. O macho e a fêmea fazem as bolinhas ou massa de esterco para a construção do ninho ou das galerias. Ambos cuidam para que a fêmea deposite o ovo, que dá origem à larva, que irá se alimentar do excremento que foi

enterrado. Posteriormente a larva se transforma em pupa para que ao final complete a metamorfose tornando-se adulto (SCHOLTZ; DAVIS; KRYGER, 2009; CULTID et al., 2012).

A fecundidade desses besouros é a mais baixa que se conhece entre os insetos, havendo espécies que produzem de 80 a 90 ovos na vida e outras que só produzem um único ovo. Em geral a vida da fêmea e do macho está limitada a um período anual de reprodução que normalmente ocorre durante o verão quente e úmido. No restante do ano os estágios imaturos e os adultos jovens permanecem enterrados em diapausa até a temporada seguinte de chuvas. Quando começam as primeiras chuvas emergem do solo, maturam, se reproduzem e morrem deixando a descendência para o próximo ano (HALFFTER; MATTHEWS, 1966; HALFFTER; EDMONDS, 1982; MARTÍNEZ et al., 2011; CULTID et al., 2012). O ciclo completo pode durar entre 30 e 50 dias. No entanto, algumas espécies podem demorar até dois anos para emergir como adultos (HALFFTER; EDMONDS, 1982).

Os escarabeídeos têm papel importante nas florestas tropicais, pois utilizam matéria orgânica em decomposição para a alimentação de larvas e adultos. Esses besouros cumprem uma função fundamental nos ecossistemas onde estão inseridos, pois promovem a remoção e reingresso da matéria orgânica no ciclo de nutrientes, aumentando a aeração do solo e prolongando sua capacidade produtiva. Participam ainda da dispersão secundária de sementes, ao mesmo tempo em que realizam o controle biológico dos parasitas presentes nas fezes dos mamíferos (HANSKI; CAMBEFORT, 1991; MILHOMEM, 2003; NICHOLS et al., 2008).

Os besouros coprófagos têm sido amplamente indicados como grupo ideal para o monitoramento da biodiversidade, por cumprirem, principalmente, todos os critérios de um táxon focal ideal. Segundo Spector (2006), os escarabeídeos são considerados ótimos bioindicadores por apresentarem as seguintes características: *i*) facilidade de amostragem, método de captura com protocolos padronizados; *ii*) taxonomia conhecida; *iii*) ampla distribuição geográfica; *iv*) rápida resposta às mudanças ambientais ou perturbações antrópicas, como poluição, modificação e fragmentação do habitat; *v*) importância ecológica e econômica, e *vi*) correlação com outros táxons. Por essas razões, esse grupo de insetos tem sido utilizado com sucesso como bioindicador ambiental em florestas tropicais e savanas (HALFFTER; FAVILA, 1993; FAVILA; HALFFTER, 1997; MCGEOCH; VAN RENSBURG; BOTES, 2002; SPECTOR, 2006).

Os escarabeídeos são muito sensíveis às mudanças ambientais e à perturbação antrópica, respondendo de forma negativa a essas alterações. Neste contexto, a estrutura das

comunidades de coprófagos está modulada por três fatores: *i*) presença de cobertura vegetal, *ii*) disponibilidade do recurso e *iii*) condições do solo. Por tanto, as mudanças na estrutura vegetal e a perda da cobertura nativa causam diminuição das comunidades (HALFFTER; ARELLANO, 2002).

2.3.3 Subfamília Scolytinae (Curculionidae)

A família Curculionidae é uma grande família de besouros com mais de 62.000 espécies descritas no mundo. A principal característica desse grupo é o rostro cumprido, sendo conhecidos popularmente como besouros bicudos ou gorgulhos. Os curculionídeos são coleopteros fitófagos, que se alimentam de tecidos vegetais, sendo considerados importantes pragas agrícolas e florestais (RESH; CARDÉ, 2009; TRIPLEHORN; JOHNSON, 2011).

A subfamília Scolytinae, popularmente conhecida como escolitíneos, é uma das mais homogêneas e interessantes da ordem Coleoptera (COSTA LIMA, 1956). Ela é constituída por mais de 6.000 espécies descritas e distribuídas em oito subfamílias e trinta tribos (WOOD, 1982; BRIGHT, 2014; WOOD; BRIGTH, 1992).

Os escolitíneos são besouros pequenos e cilíndricos, raramente com mais de 6 ou 8 mm de comprimento, com cores entre acastanhados ou pretos. Suas antenas são curtas e geniculadas e apresentam uma clava grande, em geral anelada (ATKINSON et al., 1986; TRIPLEHORN; JOHNSON, 2011).

Segundo o hábito alimentar, esta subfamília de insetos pode ser dividida em dois grupos: besouros-da-casca (floeófagos) e besouros-da-ambrósia (xilomicetófagos) (ATKINSON et al., 1986; RODRIGUES, 2008; TRIPLEHORN; JONHSON, 2011). Os besouros-da-casca diferem-se dos besouros-da-ambrosia por possuírem um espinho grande ou projeção no ápice das tíbias anteriores (TRIPLEHORN; JONHSON, 2011).

Os besouros-da-casca vivem nas cascas das árvores, logo na superfície da madeira, e alimentam-se do tecido suculento do floema, construindo galerias entre a casca e o lenho das árvores. Embora todos os besouros-da-casca alimentem-se de árvores mortas, algumas espécies podem infestar árvores vivas, especialmente coníferas, e ocasionar sua morte (TRIPLEHORN; JONHSON, 2011). A árvore infestada é morta pelos fungos (chamados de “Blue stain”, manchadores azuis, ou “rown stain”, manchadores marrons) introduzidos pelos besouros adultos e disseminados pelas larvas. Uma vez que os adultos e as larvas interrompem o fluxo de nutrientes quanto se alimentam do floema, os fungos se disseminam para o interior e obstruem os vasos de transporte de água do alburno.

O ciclo biológico do besouro inicia-se com a construção das galerias para os ovos por parte da fêmea com a cooperação do macho para a remoção dos restos da escavação, que são empurrados para fora do orifício de entrada. A fêmea deposita seus ovos em pequenos orifícios localizados em intervalos ao longo das laterais das galerias de ovos. Quando os ovos eclodem, as pequenas larvas ápodas em forma de “c” começam a se alimentar do floema, abrindo caminho em ângulos retos em relação às galerias de ovos. Conforme as larvas crescem e sofrem mudas, movem-se para longe das galerias dos adultos, tornando-se maiores, enquanto que os espaços esvaziados são preenchidos com fezes, transformando-se em galerias padrões. Quando as larvas completam seu crescimento, empupam na extremidade distal de suas galerias. Os adultos emergem por orifícios redondos que perfuram na casca da árvore, dando início a um novo ciclo (PAINE; RAFFA; HARRINGTON, 1997; TRIPLEHORN; JOHNSON, 2011).

Os besouros-da-ambrósia perfuram a madeira das árvores e se alimentam de um tipo de fungo “ambrósia” que cultivam. Esses insetos escavam a madeira das árvores formando galerias nas quais vivem tanto adultos quanto larvas. Embora esses besouros não se alimentem de madeira, os fungos que cultivam produzem manchas nos troncos das árvores reduzindo seu valor comercial. As larvas se desenvolvem em pequenas células adjacentes às galerias principais sendo alimentadas pelos adultos na maioria das espécies. Quando as fêmeas emergem e voam para outra árvore, carregam conídios dos fungos das árvores de onde vieram para o novo hospedeiro e introduzem os fungos na galeria que escavaram. Após a eclosão dos ovos, as fêmeas cuidam das larvas até que estejam completamente desenvolvidas e empupem, mantendo os nichos larvais supridos com fungos frescos ou “ambrósia” (TRIPLEHORN; JOHNSON, 2011).

No Brasil, o besouro-da-ambrósia é o grupo mais abundante, com a maioria pertencendo à tribo Xyleborini. Destes, *Xyleborus* é o gênero mais diverso (FLECHTMANN, 1995).

Os escolitíneos são considerados uma praga secundária, pois atacam preferencialmente árvores com problemas, doenças ou déficits nutricionais (WOOD, 1982; FREDERICKS; JENKINS, 1988). Esses insetos são importantes, uma vez que fazem parte da sucessão natural dos ecossistemas florestais, levando mais material à decomposição e encurtando o ciclo de vida das árvores, devido à sua capacidade de atacar, e algumas vezes, causar sua morte (WOOD, 1982). Desse modo, sua ação incrementa a ciclagem de nutrientes contribuindo com a manutenção da dinâmica florestal (RONQUE; FLECHTMANN; LOPES, 2012). Assim, os

besouros da subfamília Scolytinae têm sido utilizados como bioindicadores do equilíbrio ambiental (PELTONEN et al., 1998; JUNIOR, 2007).

2.4 Biodiversidade de insetos em agroecossistemas

Para se manter a biodiversidade, tanto nas áreas naturais como nos agroecossistemas, é preciso conhecer a estrutura e o funcionamento das comunidades de organismos que neles habitam (BOSSART; CARLTON, 2002). Os artrópodes estão sendo cada vez mais utilizados para avaliar a diversidade e a composição de espécies de habitats ou fisionomias distintas e para avaliar respostas a diferentes regimes de perturbação ou manejo (SCHIFFLER et al., 2005; DELOYA; PARRA-TABLA; DELFÍN-GONZÁLEZ, 2007). Diversos autores têm encontrado que sistemas variados (monocultivos, pastagem ou sistemas agroflorestais) podem servir de refúgio, fonte de alimento, corredores biológicos e fonte de recolonização para insetos (BRIONES; JEREZ, 2007; ALMEIDA; MANSON, 2008 LOUZADA, 2009). Tais aspectos fazem com que os agroecossistemas sejam cada vez mais considerados como uma alternativa para a proteção da biodiversidade (SANS, 2007; MANSON et al., 2008). Assim, a riqueza de espécies animais que neles habitam pode ser comparada à de alguns ecossistemas naturais (ALTIERI; NICHOLLS, 2009). Desta maneira, Halffter (2002) e Halffter et al. (2001) estudaram os efeitos e consequências da plantação de florestas artificiais sobre as comunidades faunísticas e a conservação da biodiversidade. Da comparação quantitativa e qualitativa da diversidade dos besouros coprófagos presentes, os autores determinaram que existia maior similaridade do que diferenças entre um agroecossistema e uma floresta tropical nativa.

Jerez (2003) realizou um inventário dos coleópteros epígeos em cinco plantações de *Pinus radiata* de diferentes idades na Região do Bío Bío, Chile, obtendo como resultado uma alta abundância de insetos nesses agroecossistemas, associados à presença de floresta nativa (sub-bosque) dentro dos sistemas produtivos. Esses resultados dão sustentação aos obtidos por Briones e Jerez (2007) que analisaram a abundância do coleóptero (*Ceroglossus chilensis*) em plantações de *Pinus radiata* D.Don de diferentes idades e distintos manejos na Cordilheira da Costa e pré-cordilheira andina do Chile. Nesse estudo, a maior abundância foi encontrada nas plantações que tinham sub-bosque de floresta nativa no seu interior.

Schiffler et al., (2005) avaliaram a distribuição de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) em quatro fisionomias do cerrado, formação florestal perenifólia, campo de gramíneas com estrato herbáceo-arbustivo, cerrado com estrato arbustivo e campo rupestre com estrato herbáceo-arbustivo, em Minas Gerais, Brasil. Das quatro fisionomias estudadas, o

campo de gramíneas foi o habitat com maior riqueza e abundância de espécies. Deloya et al. (2007) avaliaram a fauna de coleópteros Scarabaeidae e Trigididae, associados a floresta mesófila de montanha, cafezais e uma pastagem no Centro de Veracruz, México, obtendo como resultado a maior riqueza e abundância no cafezal, seguido da floresta e da pastagem.

2.5 Insetos e fatores microclimáticos

2.5.1 Temperatura

A temperatura influencia o comportamento dos insetos tanto diretamente, ao afetar seu desenvolvimento, como indiretamente por interferir nos hábitos alimentícios. A temperatura do corpo da maioria dos insetos é determinada principalmente pela temperatura ambiente (SILVEIRA et al., 1976), o que os classifica como poiquilotérmicos, posto que mantêm a temperatura do corpo próxima a do meio ambiente, em contraste com as aves e mamíferos que são homeotérmicos (SILVEIRA et al., 1976; RESH; CARDÉ, 2009). Os insetos, ao ajustar a temperatura do corpo em relação à do ambiente, podem ser classificados em ciclotérmicos, heliotérmicos e quimiotérmicos. Os ciclotérmicos são aqueles cuja temperatura do corpo acompanha a do ambiente dentro da faixa de 10-30°C. Os heliotérmicos, que aproveitam os raios solares para elevar a temperatura do corpo, e os quimiotérmicos, que aumentam a temperatura do corpo através da atividade muscular (SILVEIRA et al., 1976; SCHOWALTER, 2006).

A temperatura ótima para o desenvolvimento dos insetos situa-se ao redor de 25°C, tendo-se como temperatura mínima 15°C e como temperatura máxima 38°C. A faixa entre os 15 e 38°C é a faixa de tolerância associada ao desenvolvimento e atividade, fora dessa faixa os insetos podem sofrer alterações, como estivações, quando submetidos a altas temperaturas, e hibernações, quando submetidos a baixas temperaturas (SILVEIRA et al., 1976; RESH; CARDÉ, 2009).

2.5.2 Umidade relativa

Assim como a temperatura influencia o desenvolvimento dos insetos, o mesmo ocorre com a umidade. A umidade do ar é expressa em termos de umidade relativa e seu valor varia entre 0 e 100%. Quando os insetos são submetidos a essa gradiente, tendem a se adaptar, com sobrevida dentro de faixas favoráveis e tolerância limitada às desfavoráveis. Andrewartha e Birch (1954) classificaram a umidade relativa em três faixas: zona seca (0-40%), zona de umidade favorável (>40-80%) e zona úmida (>80-100%). Em função da influência ecológica da umidade, os insetos podem ser divididos em dois grupos: insetos que podem tolerar alta

umidade e insetos que são prejudicados pela umidade excessiva. Na faixa favorável os insetos tem maior longevidade, fecundidade e velocidade de desenvolvimento e baixa mortalidade, enquanto que fora dela ocorre o oposto (SILVEIRA et al., 1976; RESH; CARDÉ, 2009).

A precipitação afeta diretamente o comportamento dos insetos. As populações de algumas espécies de insetos, como por exemplo, os pulgões que diminuem a população após as chuvas. Outro exemplo são os insetos sociais como os cupins que só realizam a enxameação e o vôo nupcial, após elevadas precipitações (SILVEIRA et al., 1976; SCHOWALTER, 2006; RESH; CARDÉ, 2009).

2.5.3 Radiação solar

A radiação solar é a fonte universal de energia para todos os seres vivos e contribui para o desenvolvimento, comportamento e distribuição de muitos insetos. A radiação solar atua como regulador de atividades, além de ser um fator limitante, quando ausente ou em excesso, posto que pode causar a mortalidade desses animais (SILVEIRA et al., 1976; SCHOWALTER, 2006; RESH; CARDÉ, 2009). Assim, o excesso de luz pode afetar negativamente os insetos que se reproduzem na ausência dela, como é o caso da broca do café (*Hypothenemus hampei* Ferrari, 1867) e por outro lado sua deficiência pode ser limitante para insetos como o curuquerê da couve (*Ascia monuste orseis* Latreille, 1819) (SILVEIRA et al., 1976).

A intensidade luminosa é particularmente importante na fotossíntese das plantas, influenciando em sua velocidade e atuando indiretamente sobre os insetos na disponibilidade de alimentos (produção primária). Os insetos reagem aos diferentes comprimentos de onda da radiação solar, numa faixa de 250 a 700 m μ , portanto, uma faixa diferente da visível pelos humanos, que se estende de 400 a 800 m μ . No comprimento de onda ao redor de 365 m μ , os insetos apresentam 100% de resposta, e um segundo pico menor entre 492 a 515 m μ . A radiação ultravioleta é a mais importante para os insetos de atividades diurnas e a infravermelha para os que têm atividades noturnas (SILVEIRA et al., 1976; SCHOWALTER, 2006).

Pelo exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a presença, diversidade, abundância e similaridade de espécies de insetos da família Scarabaeidae e subfamília Scolytinae em seis sistemas vegetacionais diferentes e relacioná-los quanto à estrutura da vegetação – espacial e temporal e condições micrometeorológicas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O município de Piracicaba está situado na região oeste do estado de São Paulo, nas coordenadas 22°42' de latitude Sul e 47°38' longitude Oeste, com altitude média aproximada de 546 m. Segundo a classificação de Köpen, Piracicaba apresenta clima caracterizado como do tipo Cfa, com verão quente e estiagem no inverno. A temperatura média anual é de 21,6°C, sendo a temperatura máxima no verão 23,6°C e a temperatura mínima no inverno 16,8°C. A pluviosidade média anual é de aproximadamente 1328 mm, com cerca de 70% do volume de precipitação anual ocorrendo no verão, entre os meses de dezembro e março, e uma época de secas nos meses de outono-inverno (ALVARES *et al*, 2013). No entanto, durante o período experimental as condições climáticas foram atípicas para a região com a maior parte do ano sem precipitação (ver item 4.2.1).

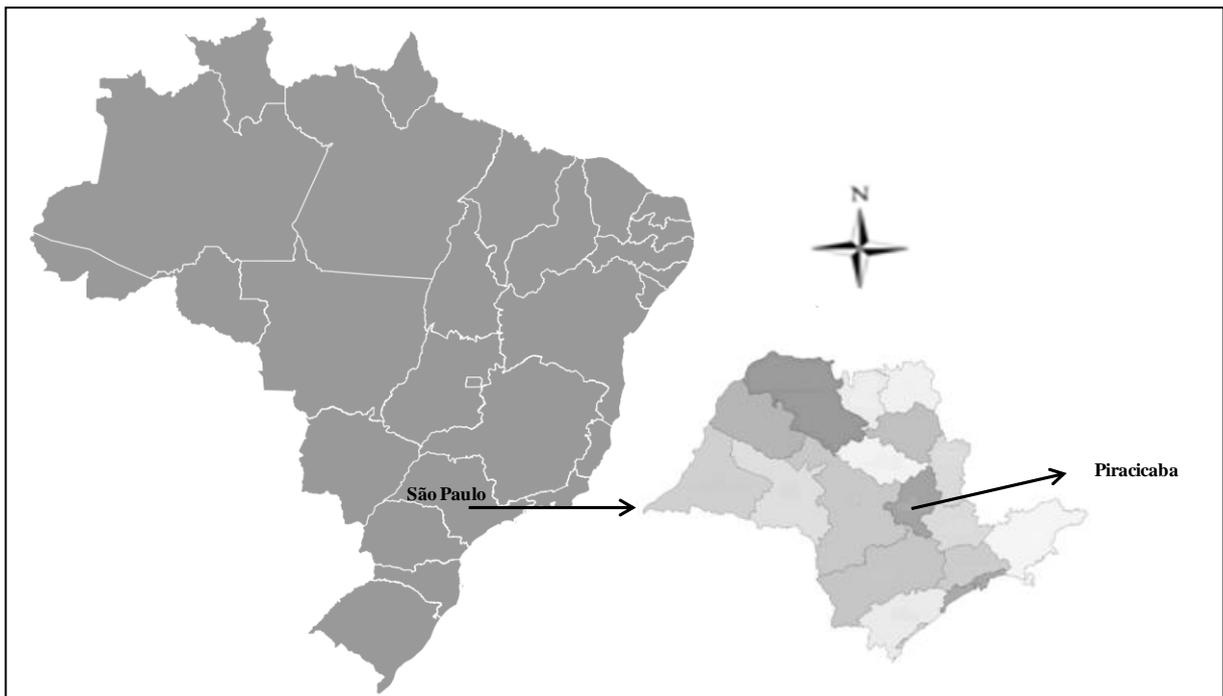


Figura 1 - Localização do Município de Piracicaba, São Paulo, Brasil

Na realização desse estudo foram avaliados seis sistemas vegetacionais situados na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ – USP): *i*) um fragmento de floresta estacional semidecidual subdividido em três zonas (perto do rio, meio e borda); *ii*) um pasto; *iii*) uma plantação de seringueira (*Hevea brasiliensis* L. Müell. Arg.); *iv*) uma plantação de café (*Coffea arabica* L.) em monocultivo; *v*) um sistema agroflorestal misto situado ao redor do fragmento florestal e composto de diversas espécies frutíferas, e *vi*) um sistema agroflorestal de seringueira e cafeeiro.

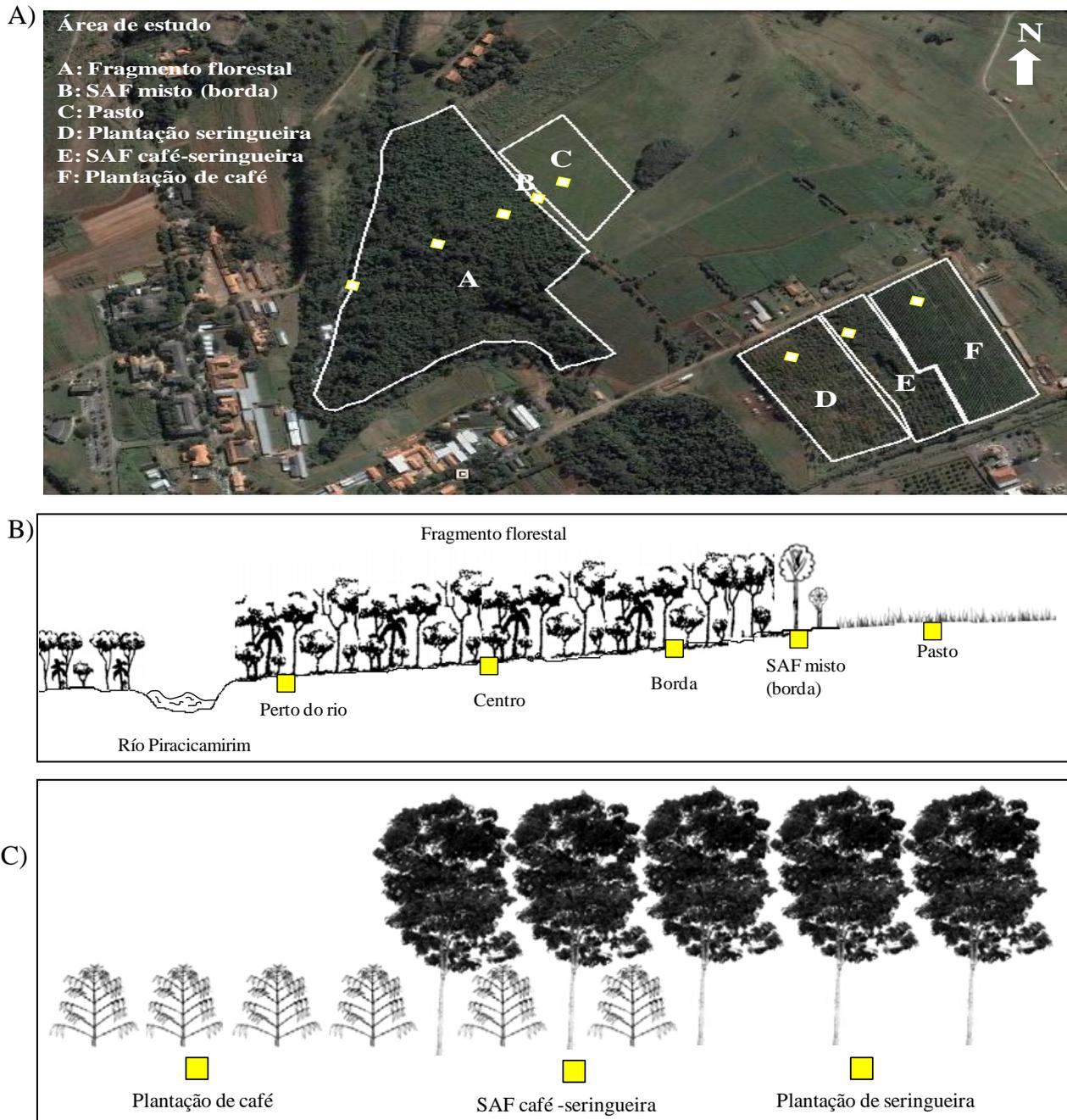


Figura 2 – A) Vista aérea com a indicação dos pontos de amostragem dos insetos nos seis diferentes sistemas vegetacionais situados na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ – USP) em Piracicaba/SP. B) e C) Desenho esquemático ao longo do perfil topográfico dos sistemas vegetacionais

Fragmento florestal: denominado Mata da Pedreira, é um dos maiores fragmentos de floresta estacional semidecidual do município de Piracicaba, localizado próximo ao departamento de Ciências Florestais ao longo do rio Piracicamirim (22°42'9,98" Latitude Sul e 47°37'45,46" Longitude Oeste). Este fragmento possui uma área de 14 ha e encontra-se muito degradado devido a sua condição de isolamento, uso intensivo antrópico de seu entorno

com a presença de áreas urbanas e agrícolas e um incêndio ocorrido em 1981. Em virtude dessas perturbações a cobertura do dossel é descontínua, sendo dominada por espécies de plantas da sucessão inicial e apresentando uma grande proliferação de lianas. A vegetação caracteriza-se pela presença de um estrato arbóreo composto principalmente por *Aloysia virgata* (Verbenaceae), *Urera baccifera* (Urticaceae), *Guazuma ulmifolia* (Malvaceae), *Bauhinia forficata* (Fabaceae), *Trema micrantha* (Ulmaceae) e um estrato arbustivo onde se destacam *Hybanthus atropurpureos* (Violaceae) e *Piper amelago* (Piperaceae) (CATHARINO, 1988) (Figura 3A).

Pasto: pastagem localizada ao lado superior do fragmento florestal tem uma superfície de 2,7 ha sendo composta principalmente por *Brachiaria decumbens* (capim braquiaria), mantida com cerca de 30 cm de altura (Figura 3B).

Plantação de seringueira: plantação de seringueira (*Hevea brasiliensis* L. Müell. Arg.) localizada no setor alto do campus. O seringal composta por árvores do clone – PB-235, possui 25 anos de idade, abrangendo uma área de 3 ha em um espaçamento de 8,0 x 2,5 m (Figura 3C).

Plantação de café: plantação de cafeeiros (*Coffea arabica*) localizada no setor alto do campus. A plantação possui 10 anos de idade e foi plantada em uma área 3 ha em um espaçamento de 3,4 x 0,9 m (Figura 3D).

Sistema agroflorestal misto (borda): SAF localizado na interface entre a borda do fragmento florestal e o Pasto. O SAF possui aproximadamente 3,6 ha de área, composto por um plantio misto de espécies nativas e exóticas de 3 anos de idade (Figura 3E).

Sistema agroflorestal café-seringueira: SAF situado entre o cafezal e a plantação de seringueira. Possui uma área aproximada de 2,1 ha, composta por seringueiras, clone PB-235 de 25 anos de idade plantadas no espaçamento de 8,0 x 2,5 m com duas linhas de cafeeiros, variedade Obatã – IAC 1669-20, plantados nas entre-linhas das seringueiras sob um dossel já fechado e com uma altura aproximada de 14 m. (Figura 3F).

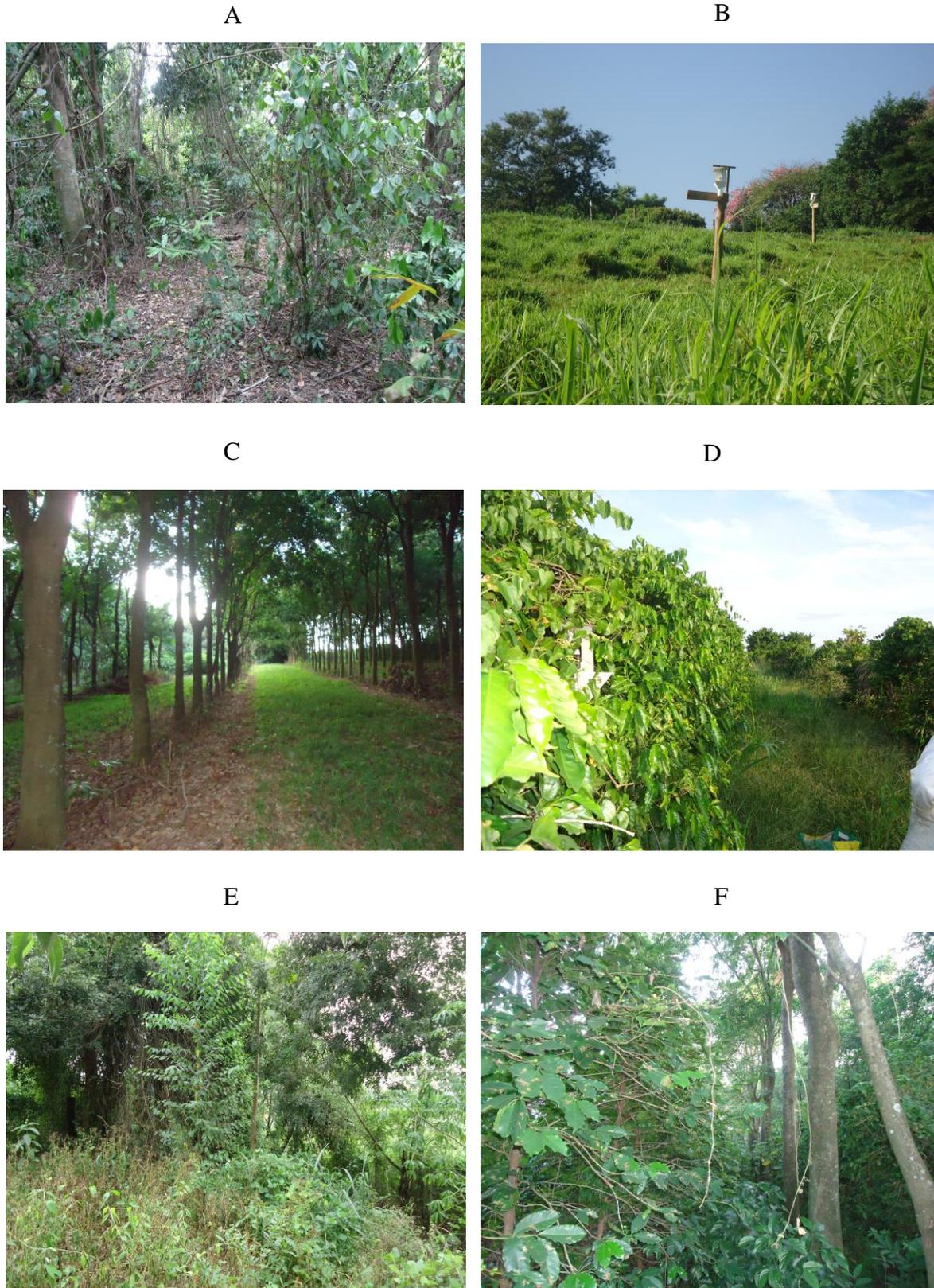


Figura 3 - Sistemas vegetacionais amostrados. A) Floresta nativa. B) Pasto. C) plantação de seringueira. D) Plantação de café. E) Sistema agroflorestal misto (borda). F) Sistema agroflorestal de café e seringueira

3.2. Amostragem

Foram instalados, em cada área, três conjuntos de armadilhas (unidades amostrais) dispostos a cada 50 metros ou mais de distância um do outro, em um transecto. Cada conjunto de armadilhas era composto por uma armadilha de queda (*pitfall*) instalada no solo para escarabeídeos e uma do tipo etanólica modelo ESALQ-84 (BERTI FILHO; FLECHTMANN, 1986) para os escolitíneos (Figura 4A). No caso do fragmento florestal, foram selecionadas três áreas em diferentes estruturas vegetacionais: perto do rio, centro do fragmento florestal e sua borda (Figura 2B). Assim, foram realizadas as coletas dos insetos em oito diferentes sistemas vegetacionais (três no fragmento e cinco nas outras vegetações) totalizando 24 unidades amostrais (Figura 2A).

3.3 Coleta e identificação de insetos

As armadilhas *pitfall* correspondem ao método de amostragem mais eficiente para a captura da maior parte de escarabeídeos (HALFFTER; FAVILA, 1993; SPECTOR, 2006). As armadilhas foram compostas por um recipiente plástico de 500 ml, contendo em seu interior aproximadamente 50 gramas de fezes bovinas. As armadilhas foram parcialmente cheias com uma mistura de água, sal (para reduzir a atividade da água e assim reduzir a velocidade de apodrecimento dos animais mortos) e detergente (para quebrar a tensão superficial). Os recipientes foram enterrados de modo que suas bordas ficassem no nível da superfície do solo, para que os insetos caíssem e ficassem presos em seu interior (Figura 4B).

As armadilhas de etanol (modelo ESALQ 84) eram constituídas de uma estrutura plástica (55 cm de altura e 25 cm largura) composta por cinco partes: suporte de proteção, placas plásticas, recipiente de etanol, cone e recipiente de captura. Os insetos eram atraídos pelo etanol 96° gl e posteriormente caíam e ficavam armazenados no recipiente coletor, o qual tinha no seu interior álcool 70% v/v. (Figura 4C). As armadilhas foram penduradas nas árvores a 1,5 m de altura, a uma distância de aproximadamente 50 m uma da outra no interior de cada área (Figura 4D). Para manter esse padrão somente na pastagem as armadilhas foram instaladas em suportes de madeira (Figura 4E).

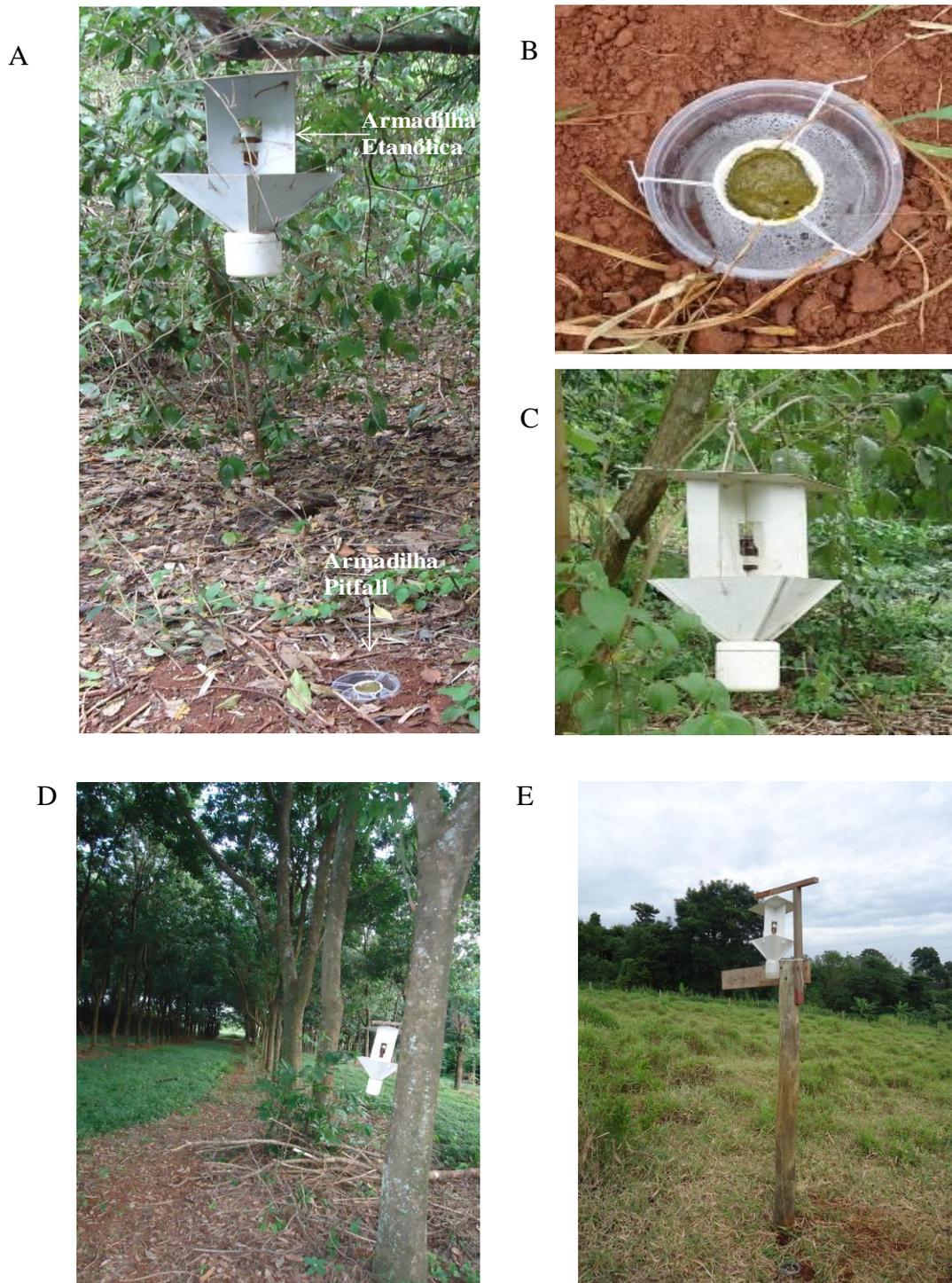


Figura 4 - A) Conjunto de armadilhas. B) Armadilha Pitfall. C) Armadilha de etanol. D) Armadilhas de etanol colocadas nas árvores. E) Armadilhas de etanol colocadas em suportes

As coletas foram realizadas mensalmente entre os meses de agosto 2013 e julho 2014. As armadilhas permaneceram 15 dias por mês no campo, no entanto as armadilhas “*pitfall*” foram revisadas cada três dias para evitar-se assim o apodrecimento dos animais mortos e maiores dificuldade na sua identificação, e também troca das iscas.

Os insetos foram coletados e armazenados em frascos plásticos etiquetados contendo álcool 70% v/v. Cada frasco foi identificado com o lugar de coleta, número da repetição, data e tipo de armadilha. Posteriormente foram transportados até o Laboratório de Ecofisiologia Florestal e Silvicultura (LEFS) do Departamento de Ciências Florestais (ESALQ-USP), e ao Laboratório de Ecologia de Insetos do Departamento de Entomologia e Acarologia (ESALQ-USP), para a triagem, contagem e identificação.

As espécies da família Scarabaeidae foram identificadas com o auxílio da coleção de insetos do Museu de Entomologia do Departamento de Entomologia da ESALQ e com as chaves dicotômicas para os gêneros de Scarabaeinae (SILVA; VAZ-DE-MELLO; DI MARE, 2011; VAZ-DE-MELLO et al., 2011a). Também foram identificados pelo especialista Dr. Fernando Vaz-de-Mello do Instituto de Biociências da Universidade Federal de Mato Grosso.

As espécies de Scolytinae foram identificadas no Laboratório *Holistic Insect Systematics Laboratory* pelo Prof. Dr. Anthony Cognato, diretor do *Albert J. Cook Arthropod Research Collection* da Michigan State University – Michigan, E.U.A..

3.4. Caracterização dos sistemas vegetacionais

3.4.1. Estrutura vertical e horizontal

Foi realizada uma análise da estrutura vertical e horizontal da vegetação de cada sistema, os quais foram representados em perfis vegetacionais horizontal e vertical. No fragmento florestal, todas as espécies florestais maiores do que 5 cm de diâmetro à altura do peito (DAP) foram marcadas, registrando-se a posição de cada árvore utilizando-se as coordenadas X e Y. As variáveis medidas foram: *i*) altura total da árvore; *ii*) altura do tronco e; *iii*) dimensões da copa, segundo os quatro pontos cardeais. No caso da estrutura horizontal, foi localizada a posição exata de cada árvore de acordo com as coordenadas, representando os diâmetros de copa e diâmetros dos troncos. O perfil vertical e horizontal foi representado em papel milimetrado e vegetal na escala 1:100.

3.4.2 Índice de cobertura relativa

Para fins de caracterização, o índice de cobertura relativa foi avaliado em diversos pontos por caminhamento. Em cada ponto foi medida a cobertura do dossel com o uso de um quadro reticulado de 50 x 50 cm. A área interior da moldura é coberta por uma película plástica transparente que é dividida em 100 retículos iguais de 5 x 5 cm, formando um gabarito com 100 sub-divisões. A contagem foi feita olhando através do gabarito e registrando o número de retículos em que as folhas e os ramos obstruem a visão do observador. São

considerados como fechados os retículos com mais de 50% de obstrução. Em cada ponto foram feitas cinco leituras, posicionando o quadro em diferentes direções. A primeira leitura foi realizada mantendo os braços esticados e o quadro acima da cabeça na posição horizontal, e as outras quatro em direções ortogonais com inclinação de 45°. Com os dados das cinco repetições, foi calculada a média, obtendo-se o valor do índice de cobertura expressa em porcentagem. Esse mesmo procedimento foi realizado nos plantios mais altos (Floresta nativa, sistemas agroflorestais e seringal).

3.5 Análises microclimáticas

Os dados microclimáticos de temperatura, umidade relativa do ar e radiação solar (medida em watts/m^2) foram coletados utilizando-se sensores e dataloggers programados computacionalmente (Instrutherm - mod HT-500 e HOBO Pendant®Temp/Light, 64K, respectivamente) (Figura 5). Os aparelhos foram instalados em cada um dos pontos de amostragem, permanecendo instalados no campo durante todo o período experimental. A temperatura do solo foi medida manualmente utilizando-se o termômetro digital de solo (mod. TH-300) e a umidade do solo com o emprego do medidor digital (mod. PMS-714). Os valores mensais médios de cada variável correspondem aos 15 dias de coleta de cada mês.

Os dados micrometeorológicos de referência (precipitação, temperatura e umidade relativa do ar, radiação solar, etc.) foram obtidos da estação micrometeorológica pertencente à ESALQ-USP.



Figura 5 - Instrumentos para medição das variáveis microclimáticas. A) Sensor e datalogger de temperatura e umidade relativa do ar. B) Sensor e datalogger de radiação solar

A coleta dos dados micrometeorológicos iniciou-se em agosto/2013, porém, os sensores e dataloggers de temperatura e umidade relativa do ar e radiação solar só foram

adquiridos no mês de dezembro/2013 e abril/2014, respectivamente. Portanto, para os meses onde não se contou com os sensores, os dados foram estimados a partir de uma regressão linear entre os dados da estação meteorológica da ESALQ-USP e os medidos pelos sensores. Para ambos os casos, utilizou-se uma regressão linear múltipla entre os dados dos sensores e aqueles obtidos pela estação meteorológica da ESALQ - a seleção de modelos foi realizada através do método “stepwise”, maximizando o R^2 ajustado.

3.6 Análise de dados

3.6.1 Diversidade Alfa

Abundância

Os padrões de abundância das espécies da família Scarabaeidae e subfamília Scolytinae das áreas amostradas foram comparados graficamente com um gráfico de abundância absoluta.

Dominância, abundância, frequência e constância das espécies foram analisadas utilizando o Software ANAFAU (MORAES et al., 2003).

Estimativa do número de espécies

A riqueza estimada foi calculada através dos estimadores não paramétricos Chao 1 e 2, Jakknife 1 e 2, e Bootstrap (intervalos de confiança 95%). A análise foi feita utilizando o programa EstimatesS 9.1.0 (COLWELL, 2015).

Para avaliar o esforço amostral de cada área amostrada, no programa PAST 2.17 (HAMMER et al., 2001) foram feitas as curvas de acumulação de espécies, através do método de rarefação.

Diversidade de espécies

Para comparar a diversidade Alfa entre as áreas, foi calculado para cada uma delas o índice de diversidade de Shannon (H') (SPELLERBERG; FEDOR, 2003) dado pela equação:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

em que: S é o número de espécies; p_i , a proporção da espécie, estimada como n_i/N ; n_i , a medida de importância da espécie i (número de indivíduos), e N , o número total de indivíduos.

A riqueza de espécies foi estimada através do índice de diversidade de Margalef (D_{Mg}) dado por:

$$D_{mg} = \frac{S-1}{\ln N}$$

sendo: S o número de espécies coletados e N o número total de indivíduos coletados. Esses índices foram calculados com o programa PAST 2.17 (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001). Em razão dos dados não apresentarem uma distribuição normal, a diferença estatística entre a diversidade Alfa das áreas amostradas foi comparada através da sobreposição de seus intervalos de confiança obtidos no software ANAFAU.

Dominância de espécies

O grau de dominância das espécies de Scarabaeidae e Scolytinae, ou seja, a importância da espécie dominante no conjunto das espécies presentes foi calculado utilizando-se o índice de Berger-Parker (d):

$$d = \frac{N \max}{N}$$

sendo: N_{\max} o número de indivíduos da espécie mais abundante, e N o número total de indivíduos.

Esses índices foram calculados com o programa PAST 2.17 (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001). A diferença estatística entre os índices de dominância foi comparada pela sobreposição de seus intervalos de confiança obtidos no software ANAFAU.

Equitabilidade

A equitabilidade foi estimada utilizando-se o índice de Pielou (J') (MARRUGAN, 1988), que pode ser calculado como a razão entre a diversidade obtida e a diversidade máxima (H_{\max}). Esse índice foi calculado com o programa PAST 2.17 (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001).

3.6.2 Diversidade Beta

Similaridade entre as áreas

Para medir a diversidade β entre as áreas, foi calculado o coeficiente de similaridade de Jaccard (S_j) (LUDWIG; REYNOLDS, 1988), dado pela equação:

$$S_j = \frac{a}{a+b+c}$$

em que: a é o número de espécies encontrados em ambos locais; A e B , b , o número de espécies no local B , mas não em A ; c , o número de espécies no local A , mas não em B . A similaridade entre as áreas foi analisada por meio do Software PAST 2.17 (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001)

3.6.3 Correlação com fatores microclimáticos

Para verificar a relação entre os fatores ambientais (temperatura e umidade relativa do ar, temperatura e umidade do solo, radiação solar e precipitação) a abundância e a riqueza de insetos, foi realizada uma análise de correlação de Spearman, utilizando um nível de significância de 95%. As análises foram executadas no Software estatístico INFOSTAT versão 2012.

3.6.4 Correlação com a cobertura arbórea

A relação entre a cobertura arbórea e a abundância e riqueza de espécies foi avaliada realizando-se a análise de correlação de Spearman, utilizando um nível de significância de 95%. As análises foram executadas no Software estatístico INFOSTAT versão 2012.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização dos sistemas vegetacionais

4.1.1 Estrutura vertical e horizontal

Os perfis horizontal e vertical das três situações avaliadas no fragmento florestal (perto do rio, meio e borda) mostram a diferença de sua estrutura florestal, tanto em cobertura arbórea como na altura da floresta.

No perfil vertical da vegetação do fragmento florestal perto do rio observa-se, praticamente, um dossel contínuo (Figura 6), com ocorrência de um estrato lenhoso, constituído por árvores de pequeno a médio porte (4 a 10 m de altura) e em menor proporção por árvores de altura entre 10 e 15m. No perfil horizontal pode-se observar entre os 20 e 40 m árvores de grandes copas que cobrem completamente o solo, enquanto que no começo e final do transecto observam-se copas de menor tamanho, deixando alguns setores sem cobertura. Observa-se uma clareira entre os 10 e 20 m.

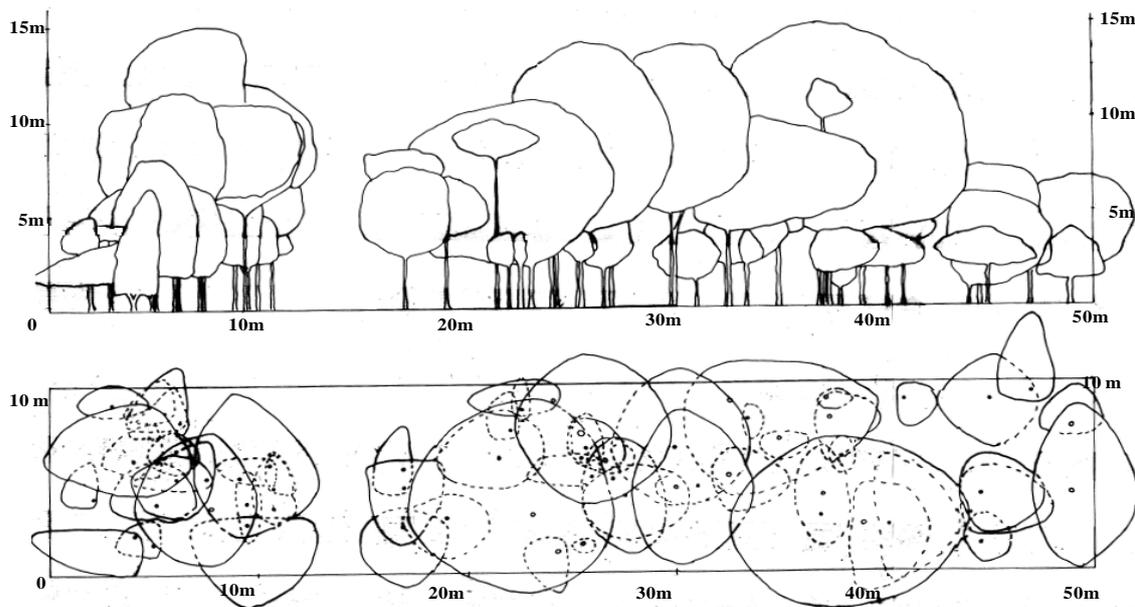


Figura 6 - Perfis vertical e horizontal do fragmento florestal perto do rio

No perfil vertical da vegetação do centro do fragmento florestal observa-se um dossel contínuo (Figura 7), com um estrato lenhoso, composto por árvores entre 5 a 10 m de altura. No perfil horizontal observa-se que a maioria das árvores apresenta copa pequena que deixa grande parte do solo descoberto.

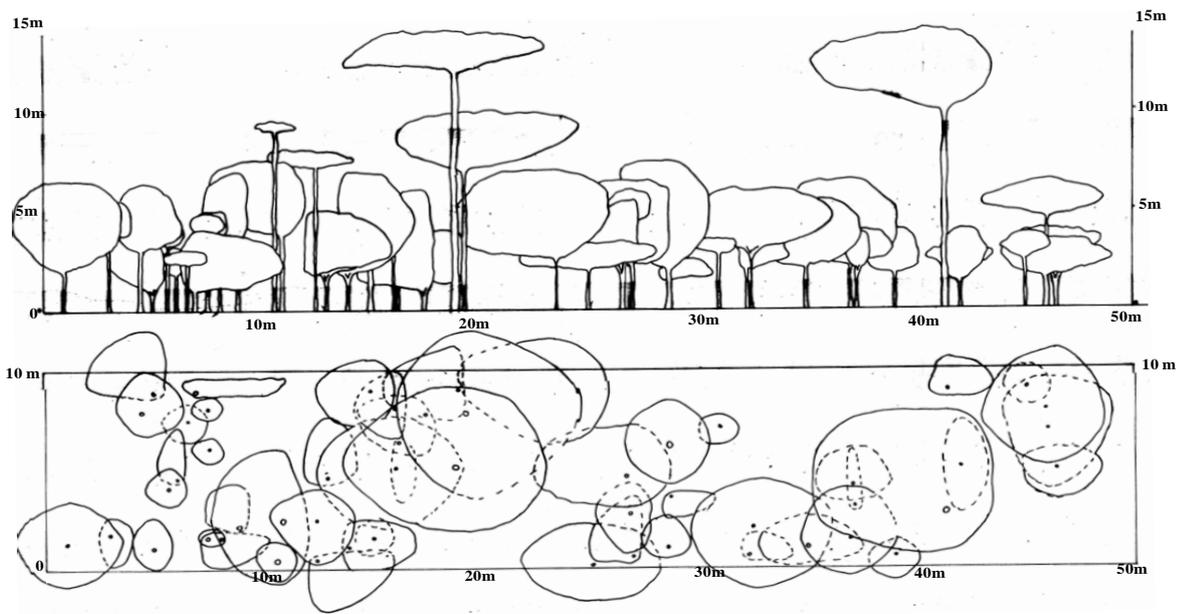


Figura 7 - Perfis vertical e horizontal do centro do fragmento florestal

No perfil vertical da vegetação da borda do fragmento florestal observa-se um dossel contínuo (Figura 8), com um estrato lenhoso, composto principalmente por árvores pequenas, menores a 10 m de altura. No perfil horizontal se observam árvores de copas pequenas, deixando partes do solo descoberto.

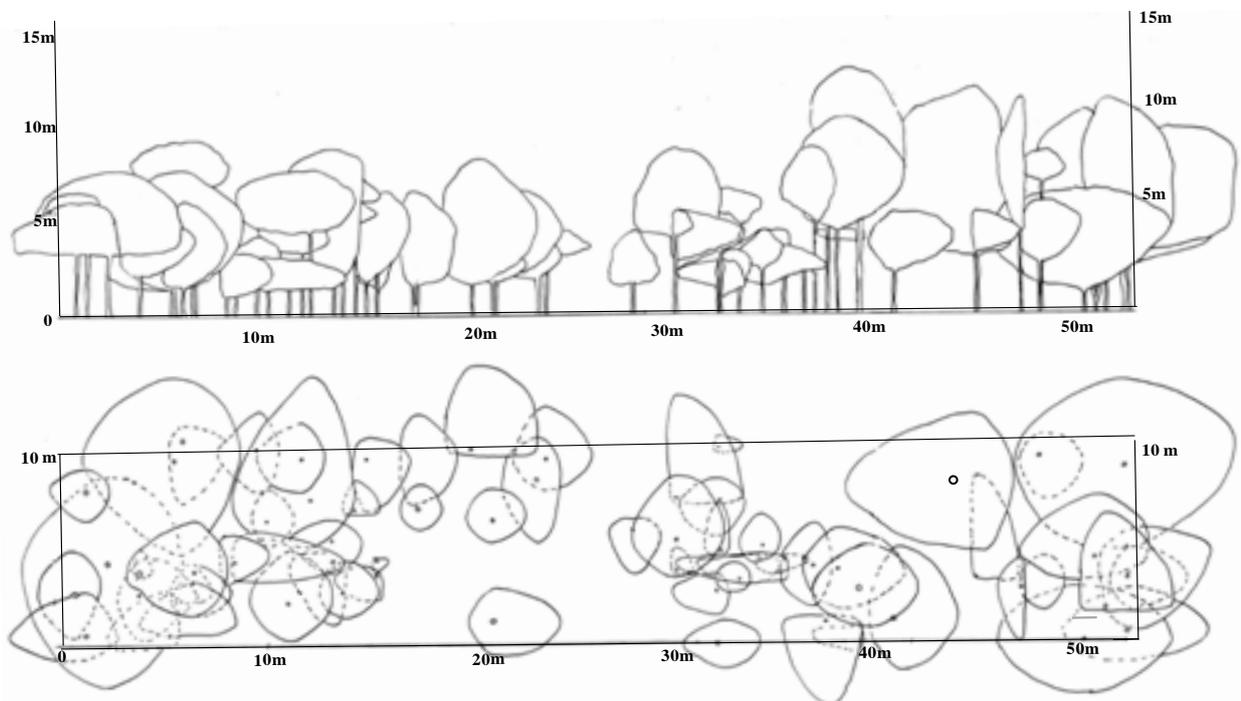


Figura 8 - Perfis vertical e horizontal da borda do fragmento florestal

4.1.2 Índice de cobertura relativa

Na figura 9 observa-se a cobertura do dossel durante o período experimental. Em todos os sistemas vegetacionais (exceto o pasto e cafezal) houve uma cobertura do dossel

maior que 75%. Em geral, observa-se queda de folhas nos meses mais frios e secos (junho até outubro), enquanto que nos meses mais quentes e chuvosos constata-se praticamente 100% de folhagem.

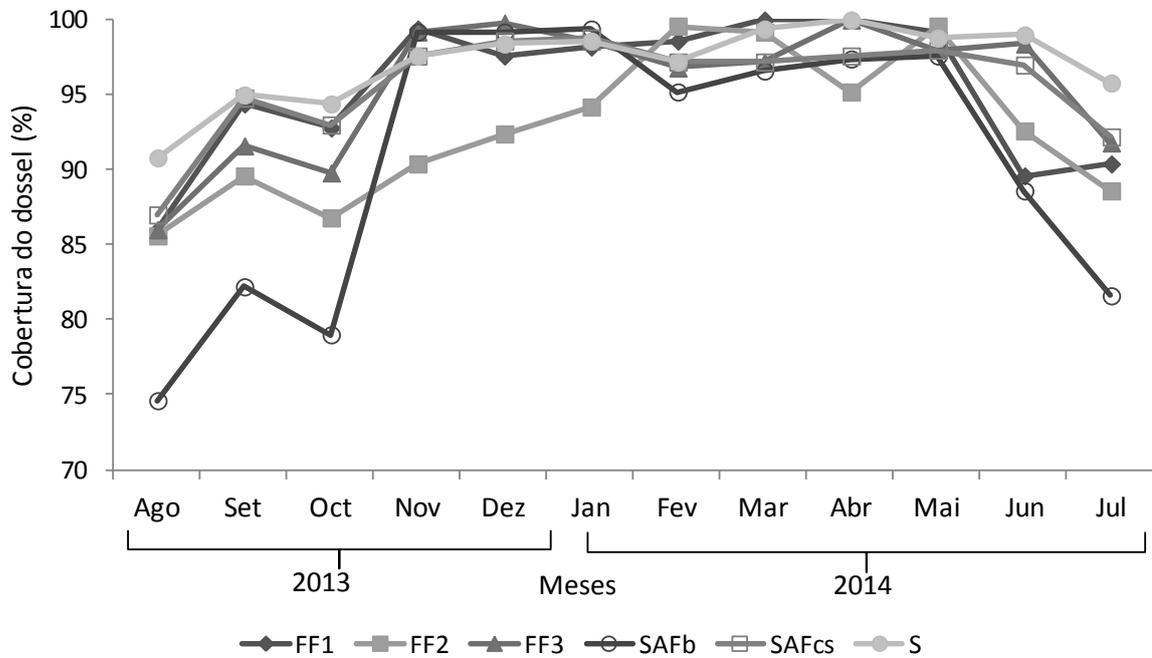


Figura 9 - Índice de cobertura relativa dos sistemas vegetacionais, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ – USP) Piracicaba, SP. FF1: fragmento florestal perto do rio, FF2: centro do fragmento florestal, FF3: borda do fragmento florestal, SAFb: sistema agroflorestal misto (borda), SAFcs: sistema agroflorestal café-seringueira e S: plantação de seringueira

4.2 Análises microclimática

4.2.1 Temperatura e umidade relativa do ar

Durante o período de coleta de agosto/2013 até julho/2014 as temperaturas foram mais baixas no outono/inverno, e mais altas na primavera/verão. A temperatura média anual foi de 22,5°C, sendo a época mais quente em janeiro, com 26,2°C e do mês mais frio em julho, com 18,5°C. A umidade relativa média anual foi de 71,1%, sendo o mês mais úmido abril (81,3%), e setembro o mês com menor umidade (61,6%) (Figura 10).

A pluviosidade anual foi de 797,8 mm, sendo outubro o mês mais chuvoso com 153,3 mm e os meses mais secos agosto (2,5 mm) e junho (1,4 mm) (Figura 11).

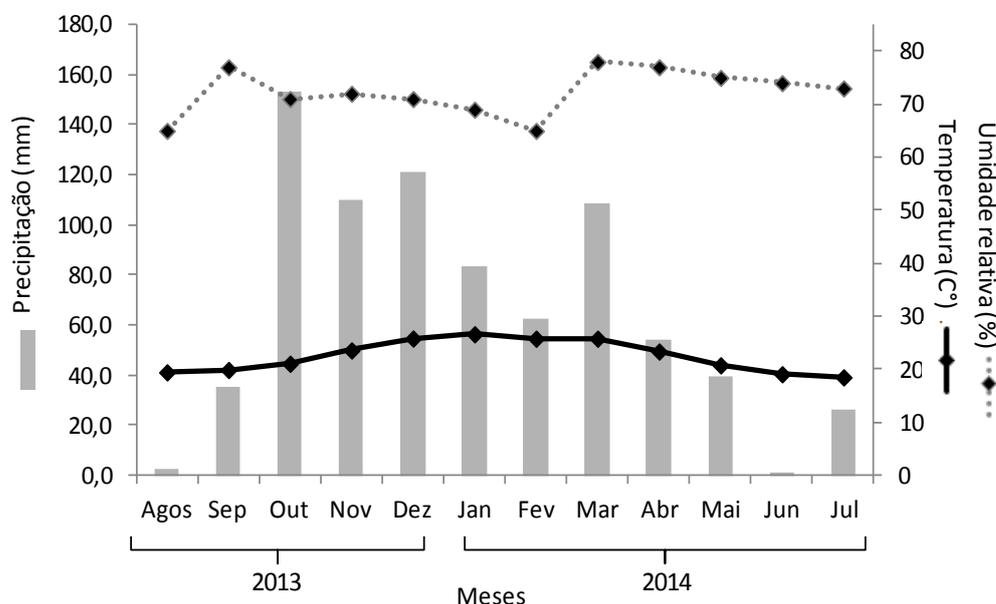


Figura 10 - Temperatura do ar, umidade relativa e precipitação de Piracicaba-SP, durante o período de coleta (agosto 2013 e julho 2014)

Na figura 11A, apresenta-se o balanço hídrico de Piracicaba durante o período de amostragem, observando-se uma deficiência hídrica durante todos os meses de coleta. Cabe mencionar que os meses finais do ano 2013 e do início do ano 2014 (período chuvoso) foram extremamente secos e anormais para o clima característico da região¹. Na figura 11B é apresentado o balanço hídrico histórico da área de estudo.

¹ <http://g1.globo.com/sp/piracicaba-regiao/noticia/2014/01/2014-tem-janeiro-mais-quente-em-97-anos-em-piracicaba-segundo-usp.html>

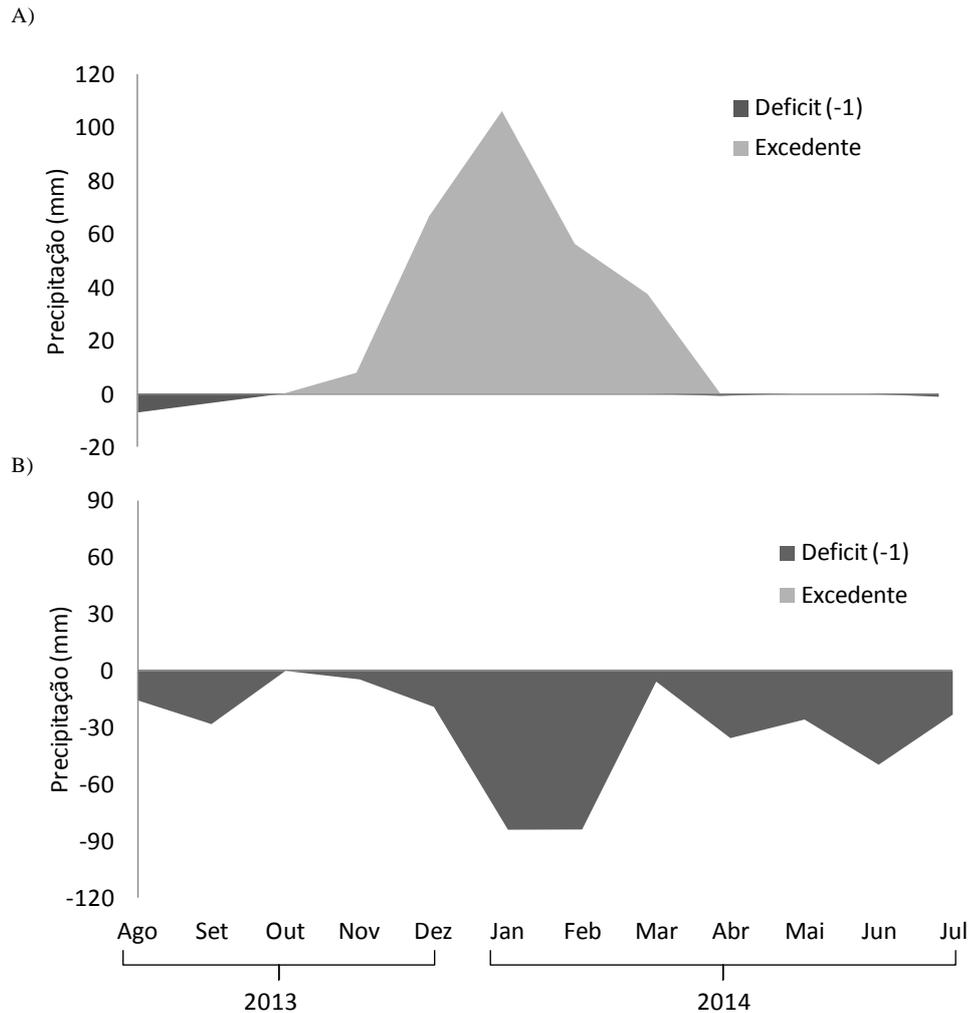


Figura 11 - A) Balanço hídrico histórico de Piracicaba-SP. B) Balanço hídrico de Piracicaba-SP durante o período de coleta (agosto 2013 e julho 2014). Dados obtidos da estação meteorológica da ESALQ-USP

Na figura 12 observa-se a comparação da temperatura e umidade relativa do ar medida com os sensores dataloggers dentro das áreas amostradas e a da estação Meteorológica da (ESALQ-USP) no período de coleta. Nas áreas com uma cobertura vegetal mais complexa (com um o mais estratos arbóreos) a temperatura e a umidade relativa mostram diferenças entre as variáveis da estação e as medida com os sensores. Assim, nas três situações do fragmento florestal (FF1, FF2 e FF3) observa-se que a temperatura dentro da floresta nativa é mais baixa que no exterior, enquanto que com a umidade relativa sucede o contrário. Situação similar pode-se observar nos SAFs, mas a diferença é menos acentuada; O pasto e as monoculturas mostram valores similares com a estação meteorológica.

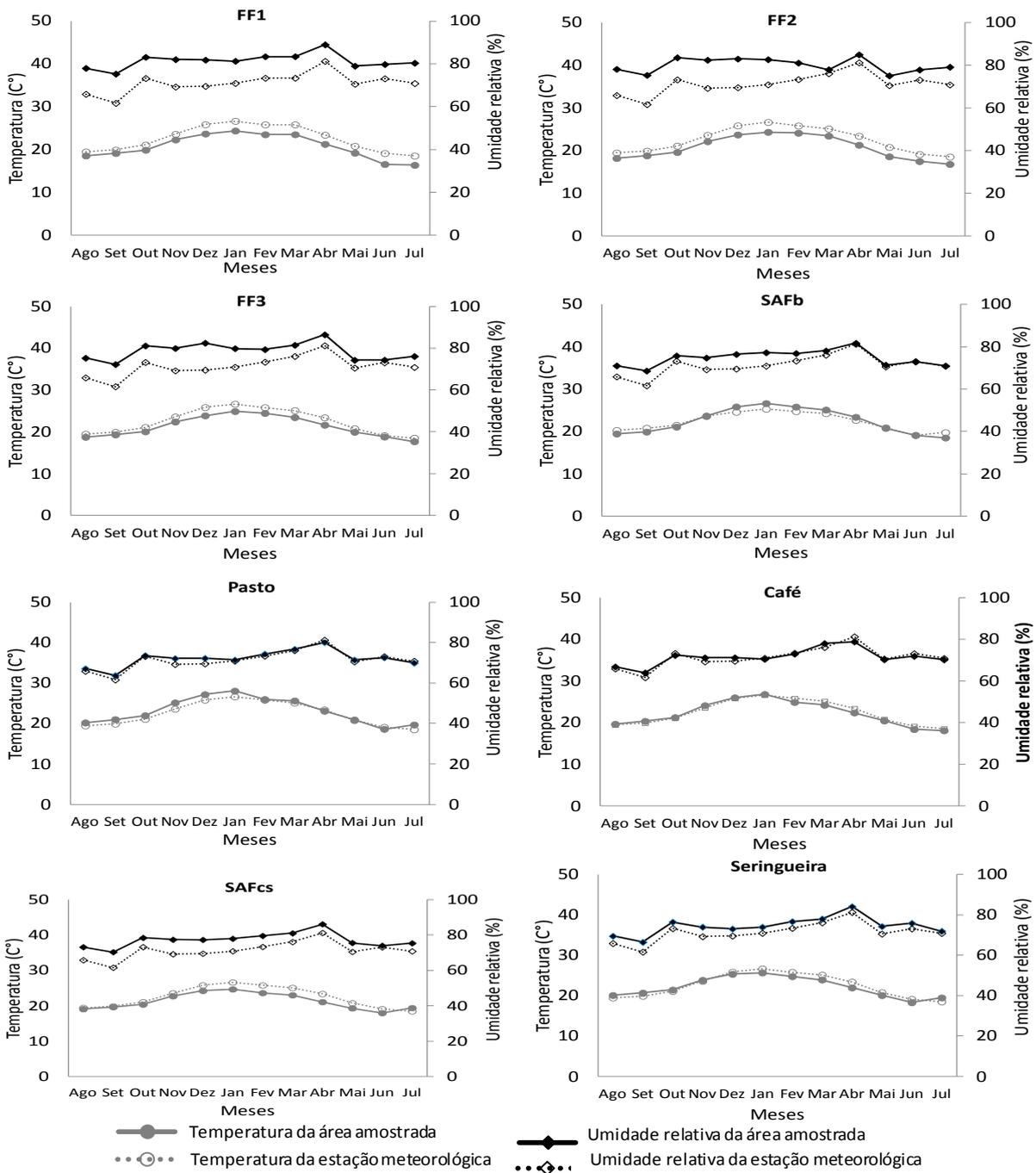


Figura 12 - Temperatura e umidade relativa do ar durante o período de coleta (agosto 2013-julho 2014) das áreas amostradas, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ – USP) Piracicaba, SP. FF1: fragmento florestal perto do rio, FF2: centro do fragmento florestal, FF3: borda do fragmento florestal, SAFb: sistema agroflorestal misto (borda), SAFcs: sistema agroflorestal café-seringueira

4.2.2 Temperatura e umidade do solo

A temperatura do solo durante os meses de coleta variou entre 17 e 25°C. Nas áreas de floresta nativa (FF1, FF2 e FF3) e nos sistemas agroflorestais (SAFb e SAFcs) a temperatura do solo foi constante durante o período de coleta. No pasto e na plantação de café a situação foi diferente, observando-se temperaturas mais elevadas nos meses mais frios, além de apresentar maior variação durante o tempo de estudo.

Referente à umidade do solo, pode-se observar que variou entre 5 e 19%. Em geral, o comportamento dessa variável foi similar à temperatura. Nas três áreas de floresta e no sistema agroflorestal misto (borda) (SAFb), a umidade do solo foi mais constante durante o período analisado, em comparação com as outras áreas. A borda do fragmento florestal (FF3) apresentou o solo mais úmido em comparação com as outras áreas, enquanto que a plantação de café teve o solo mais seco (Figura 13).

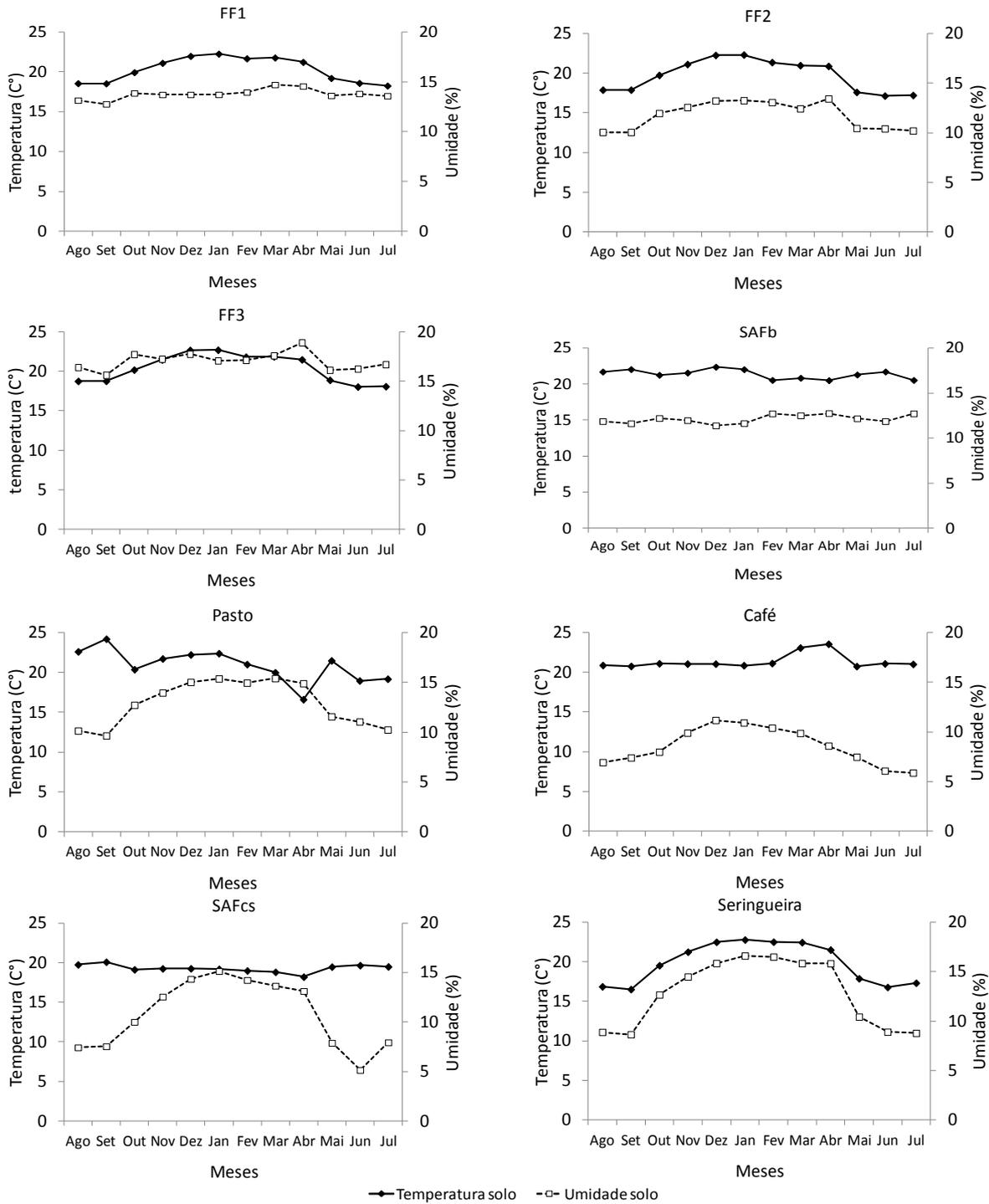


Figura 13 - Temperatura e umidade do solo durante o período de coleta (agosto 2013-julho 2014) das áreas amostradas, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ – USP) Piracicaba, SP. FF1: fragmento florestal perto do rio, FF2: centro do fragmento florestal, FF3: borda do fragmento florestal, SAFb: sistema agroflorestal misto (borda), SAFcs: sistema agroflorestal café-seringueira

4.2.3 Radiação solar

A radiação solar durante os meses de coleta oscilou entre 80 e 600 Watts/m², sendo o pasto (área aberta) o sistema que apresentou os maiores valores, entre 408 e 530 Watts/m². Por outro lado, os ambientes mais fechados como o fragmento florestal (FF1, FF2 e FF3) e o sistemas agroflorestal borda (SAFb) tiveram os menores valores de radiação solar (menores que 100 Watts/m²) disponível no sub-bosque. As monoculturas de café e da seringueira e o sistema agroflorestal café-seringueira (SAFcs) apresentaram valores de radiação solar disponível entre 100 e 135 Watts/m² (Figura 14).

O pasto, o sistema agroflorestal misto (borda) (SAFb) e a plantação de seringueira apresentaram valores de radiação solar mais baixos no período do inverno e mais elevados durante o verão. Na plantação de café a radiação solar foi menor no outono. Nos ambientes mais fechados (FF1, FF2, FF3 e SAFcs) os valores de radiação foram mais constantes durante todo o ano (Figura 14).

Ao comparar a quantidade de radiação solar que chega a cada uma das áreas amostradas, observa-se que existe diferença entre a radiação da estação e dos sistemas vegetacionais. Nas áreas de floresta nativa (FF1, FF2 e FF3), no sistema agroflorestal café-seringueira (SAFcs) e na plantação de seringueira (S), a radiação solar que atingiu o solo foi menor que 30% da radiação incidente na área aberta (estação meteorológica ESALQ-USP), sendo grande parte da energia atenuada pelas plantas. Nas áreas mais abertas, o sistema agroflorestal misto (borda) (SAFb) e a plantação de café (C) a radiação dentro dessas áreas foi menor que 40% da radiação total fora delas. O pasto (P) recebeu quase 100% de radiação.

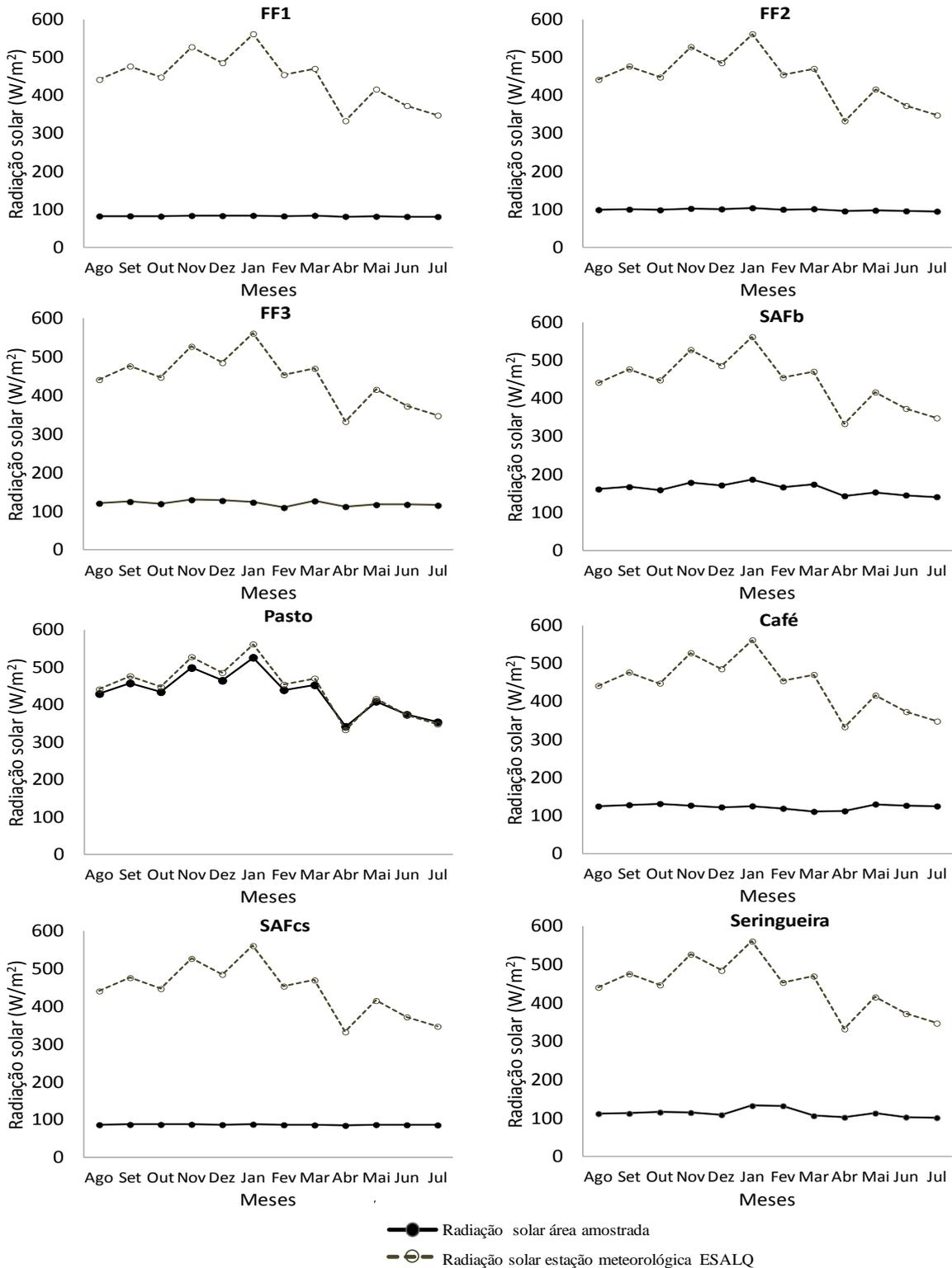


Figura 14 - Radiação solar durante o período de coleta (agosto 2013-julho 2014) das áreas amostradas, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ – USP) Piracicaba, SP. FF1: fragmento florestal perto do rio, FF2: centro do fragmento florestal, FF3: borda do fragmento florestal, SAFb: sistema agroflorestal misto (borda), SAFcs: sistema agroflorestal café-seringueira

4.3 Diversidade de insetos

4.3.1 Família Scarabaeidae

Abundância e riqueza de espécie

Durante o período do experimento (agosto 2013 a julho 2014) foram coletados 1.047 insetos da família Scarabaeidae, distribuídos em 6 tribos, 12 gêneros e 17 espécies. A distribuição das espécies nos sistemas vegetacionais estudados pode ser observada na Tabela 2.

Tabela 2 – Número de indivíduos e espécies da família Scarabaeidae coletadas nas oito áreas de coleta, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ – USP) Piracicaba, SP. FF1: fragmento florestal perto do rio, FF2: centro do fragmento florestal, FF3: borda do fragmento florestal, SAFb: sistema agroflorestal misto (borda), P: pasto, C: plantação de café, SAFcs: sistema agroflorestal café-seringueira e S: plantação de seringueira

Tribo/Espécie	Áreas								Total	%
	FF1	FF2	FF3	SAFb	P	C	SAFcs	S		
Eupariini										
1. <i>Ataenius aff. platensis</i> Harold,	-	1	1	4	6	30	2	4	48	4,6
Ateuchini										
2. <i>Canthidium dispar</i> Harold, 1867	-	-	1	1	-	-	-	-	2	0,2
3. <i>Canthidium lucidum</i> Harold, 1867	-	-	1	-	-	-	-	-	1	0,1
4. <i>Uroxys aff. corporaali</i>	-	-	1	-	-	-	8	2	11	1,1
5. <i>Ateuchus striatulus</i> (Preudhomme de Borre, 1886)	-	-	1	1	-	1	-	-	3	0,3
Canthonini										
6. <i>Scybalocanthon nigriceps</i> (Harold)	226	178	117	1	-	-	1	-	523	50,0
7. <i>Canthon cyanescens</i> Harold, 1868	29	32	21	6	-	5	1	-	94	9,0
8. <i>Canthon aff. luctuosus</i> Harold, 1868	11	7	2	28	13	17	7	24	109	10,4
9. <i>Canthon conformis</i> Harold, 1868	1	-	-	33	4	22	7	44	111	10,6
10. <i>Deltochilum morbillosum</i> Burmeister, 1848	6	6	-	-	-	-	-	-	12	1,1
Coprini										
11. <i>Dichotomius aff. carbonarius</i> (Mannerheim, 1829)	2	2	4	4	-	-	1	3	16	1,5
12. <i>Dichotomius bos</i> (Blanch., 1843)	-	-	-	-	-	2	-	-	2	0,2
13. <i>Ontherus azteca</i> Harold, 1869	7	4	-	-	-	-	-	-	11	1,1
Oniticellini										
14. <i>Eurysternus caribaeus</i> (Herbst, 1789)	15	32	22	4	-	-	-	-	73	7,0
15. <i>Eurysternus nigrovirens</i> Génier, 2009	-	-	-	-	-	1	-	-	1	0,1
Phanaeini										
16. <i>Coprophanaeus cyanescens</i> , Olsufieff, 1924	-	-	-	-	1	1	3	1	6	0,5
17. <i>Phanaeus splendidus</i> Fabricius, 1781	9	14	1	-	-	-	-	-	24	2,3
Número de indivíduos	306	276	172	82	24	79	30	78	1.047	100,0
Número de espécies	9	9	11	9	4	8	8	6		17

A tribo mais abundante foi Canthonini (81,17% - 5 espécies), seguida por Oniticellini (7,07% - 2 espécies), Eupariini (4,59% - 1 espécie), Phanaeini (2,77% - 2 espécies), Coprini

(2,77% - 3 espécies) e Ateuchini (1,63% - 4 espécies). Resultados semelhantes foram encontrados em trabalhos que analisaram a diversidade de Scarabaeidae. Medri e Lopes (2001) estudando uma área de floresta nativa e área de pastagem no Estado do Paraná constataram a presença das tribos Canthonini, Onthophagini, Phanaeini, Ateuchini e Oniticellini sendo que a tribo Canthonini apresentou a maior abundância e riqueza. Hernandez e Vaz-de-Mello (2009) em um estudo avaliando a riqueza de escarabeíneos em seis fisionomias vegetais diferentes (vale conservado e degradado, nas faces sul e norte duma encosta, num topo de morro e numa área de mata secundária sob eucaliptos) em Mata Atlântica do sudeste do Brasil relataram a presença das tribos Canthonini, Onthophagini, Phanaeini, Ateuchini, Coprini e Eurystertini, sendo a tribo Ateuchini a mais abundante. Silva e Mare (2012) estudando fragmentos de Mata Atlântica em Rio Grande do Sul verificaram a presença das tribos Canthonini, Phanaeini, Ateuchini, Coprini e Oniticellini, ressaltando a tribo Canthonini pela maior abundância e riqueza.

Dentre os doze gêneros encontrados neste estudo, o gênero *Scybalocanthon* foi o mais abundante (523 ind. – 50%) representado por apenas uma espécie: *Scybalocanthon nigriceps* (Harold, 1868). O segundo gênero com mais indivíduos foi *Canthon* (314 ind. – 30%), representado por três espécies, *Canthon cyanescens* (Harold, 1868), *Canthon aff. luctuosus* (Harold, 1868) e *Canthon conformis* (Harold, 1868). O gênero *Eurysternus* representou a terceira maior abundância (74 ind. – 7,1%) foi representado pelas espécies, *Eurysternus caribaeus* (Herbst, 1789) e *Eurysternus nigrovirens* Génier, 2009.

A riqueza de Scarabaeidae obtida neste estudo (17 espécies) foi menor quando comparada com a encontrada em outros trabalhos realizados em remanescentes florestais de Mata Atlântica, principalmente na região sul e sudeste do Brasil. Lopes et al. (1994) coletaram 36 espécies em uma Floresta Estacional Semidecidual no Paraná (Parque Estadual Mata dos Godoy – 680 ha) e Louzada e Lopes (1997) 21 espécies em uma Floresta Semidecidual em Mina Gerais. Medri e Lopes (2001) e Lopes et al. (2011) coletaram 32 e 27 espécies, respectivamente, em Floresta Estacional Semidecidual no mesmo local onde anteriormente Lopes et al. (1994) tinham encontrado 36 espécies. Hernandez e Vaz-de-Mello (2009) coletaram 39 espécies em uma Floresta Mesófila Semidecidual na Serra do Japí em São Paulo (35.400 ha). Condé (2008) coletou 18 espécies em uma Floresta Estacional Semidecidual no Parque Municipal da Lagoa do Peri, Santa Catarina (2000 ha). Silva (2011) coletou 33 espécies em fragmentos (35 – 729 ha) de Floresta Estacional Decídua no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul. Campos (2012) coletou 33 espécies em

fragmentos (0,1 – 35 ha) de Floresta Ombrófila Mista no Município de Campos Novos, Santa Catarina. Entretanto, considerando o tamanho das áreas amostradas nesta pesquisa (14 ha fragmento florestal; 2,1 – 3,6 ha demais áreas), a riqueza de Scarabaeidae (17) foi alta comparada com os trabalhos mencionados anteriormente, cujas áreas estudadas foram muito maiores. A riqueza encontrada no fragmento florestal, deste modo, permite inferir que apesar de ser um fragmento pequeno ainda conserva alta diversidade de escarabeídeos.

Comparando a riqueza de Scarabaeidae obtida neste estudo (17 espécies) com a de outras regiões e biomas brasileiros, em um trabalho realizado no bioma cerrado no estado de Pará, Teixeira (2006) coletou 26 espécies. Almeida e Louzada (2009) coletaram 52 espécies em diferentes fisionomias do Cerrado em Mina Gerais. Hernández (2007), em um estudo realizado na Caatinga Paraibana, identificou 20 espécies. Nesse mesmo bioma, no estado de Pernambuco, Liberal et al. (2011) coletaram 13 espécies de besouros escarabeídeos. Na Caatinga baiana, Lopes et al. (2006) identificaram 23 espécies, mas na Amazônia, Silva et al. (2014), em áreas de floresta e pastagem, coletaram 84 espécies. Gardner et al. (2008) avaliaram a diversidade de besouros escarabeíneos e a consequência dos desmatamentos no Pará, registrando 85 espécies.

Embora se tenha registrado diferenças na abundância entre áreas amostradas, a riqueza de espécies entre os locais foi semelhante, com uma marcada diminuição na área de pasto (Figura 16).

Quando comparada a abundância e a riqueza entre as diferentes áreas de amostragem, as três situações avaliadas dentro do fragmento florestal (FF1, FF2 e FF3) foram as que apresentaram a maior abundância e riqueza de espécies (Figura 16). A maior abundância foi obtida no fragmento florestal perto do rio (FF1) onde foram coletados 306 indivíduos, que representaram 29,2% dos indivíduos coletados das 9 espécies (53% das espécies coletadas). Seguindo do centro do fragmento florestal (FF2), com 276 indivíduos (26,3%) de 9 espécies (53%) e a borda do fragmento florestal (FF3) onde foram capturados 172 indivíduos (16,4%) distribuídos em 11 espécies (65%). FF1, FF2 e FF3 representaram juntas 71,7% da abundância total. As demais áreas tiveram menor abundância em comparação ao fragmento florestal, porém a riqueza das outras áreas se manteve similar. No sistema agroflorestal misto (borda) (SAFb) foram coletados 82 indivíduos (7,8%) de 9 espécies (53%). A plantação de café (C) apresentou 79 indivíduos (7,5%) distribuídos em 8 espécies (47%) e na plantação de seringueira (S) foram coletados 78 indivíduos (7,4%) de 6 espécies (35%). Já a plantação de café (C) apresentou 30 indivíduos (2,9%) com 8 espécies (47%) e o pasto (P) apresentou a

menor abundância e riqueza de todas as áreas onde foram registrados 24 indivíduos (2,2%) e apenas 4 espécies (24%) (Tabela 2).

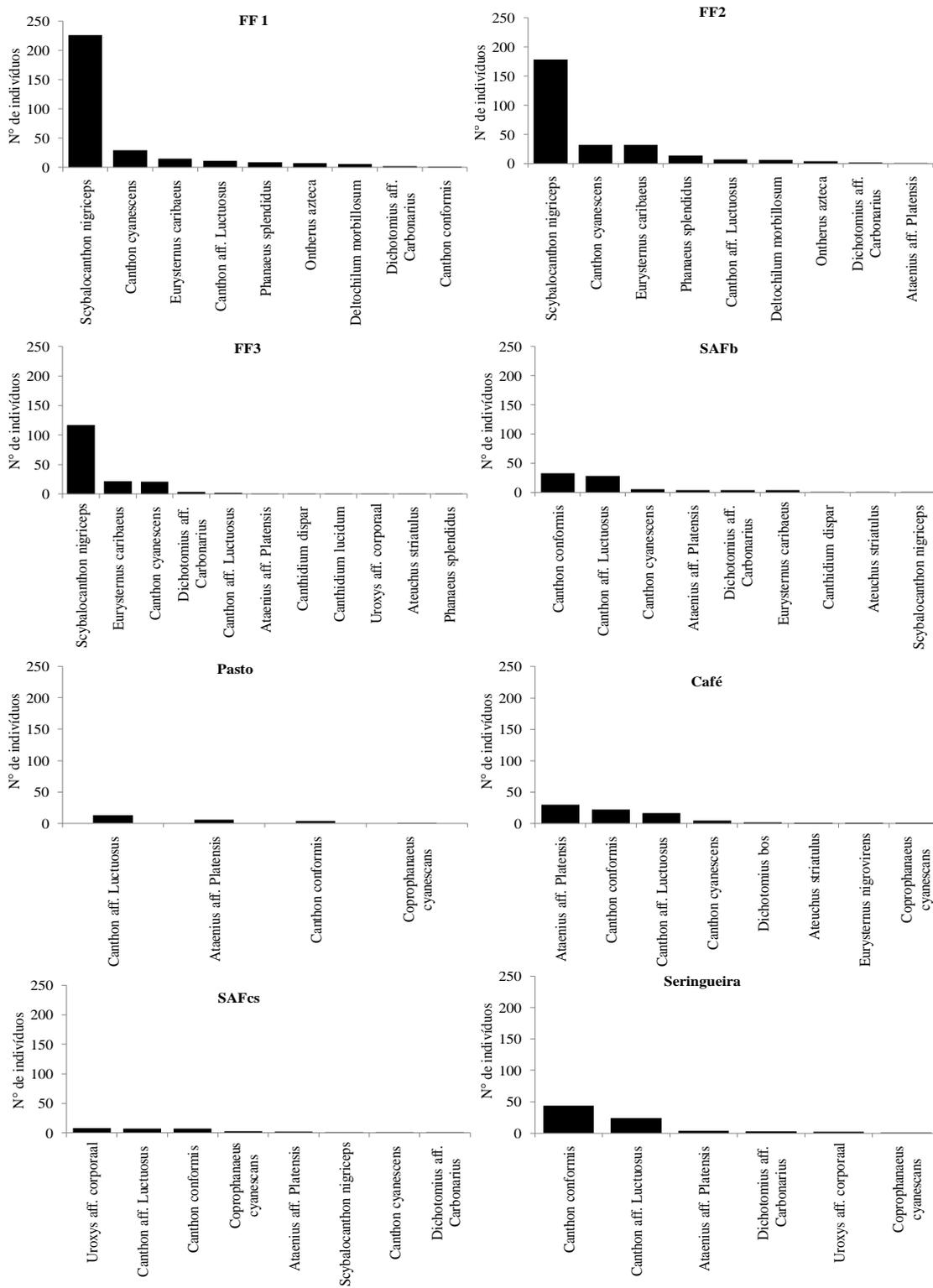


Figura 16 – Abundância absoluta das espécies da família Scarabaeidae coletadas nas oito áreas de coleta, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ – USP) Piracicaba, SP. FF1: fragmento florestal perto do rio, FF2: centro do fragmento florestal, FF3: borda do fragmento florestal, SAFb: sistema agroflorestal misto (borda), SAFcs: sistema agroflorestal café-seringueira

Estimativa da riqueza e curvas de suficiência amostral

O número de espécies observadas em cada área amostrada foi semelhante ao número obtido pelos estimadores de riqueza (Tabela 3). No entanto, para a borda do fragmento florestal (FF3) e a plantação de café (C) os estimadores superestimaram a riqueza observada. Isso pode ser explicado pelo fato dos estimadores se apoiarem na heterogeneidade dos dados para realizar as estimativas. A cada ocorrência de uma espécie considerada rara (espécies com um ou dois indivíduos), aumenta-se a heterogeneidade, fazendo que os estimadores considerem uma maior probabilidade de encontrar novas espécies (COLWELL, 2013). No caso do FF3 e da plantação de café mais de 50% das espécies encontradas foram representadas por só um indivíduo. Os estimadores Chao 1, Chao 2 e Bootstrap foram os que amostraram valores mais aproximados aos observados (Tabela 3).

Tabela 3 - Riqueza observada e estimada utilizando os estimadores não paramétricos Chao 1, Chao 2, Jackknife 1, Jackknife 2 e Bootstrap para as oito áreas de coleta, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ – USP), Piracicaba - SP. FF1: fragmento florestal perto do rio, FF2: centro do fragmento florestal, FF3: borda do fragmento florestal, SAFb: sistema agroflorestal misto (borda), P: pasto, C: plantação de café, SAFcs: sistema agroflorestal café-seringueira e S: plantação de seringueira

Estimadores	Áreas							
	FF1	FF2	FF3	SAFb	P	C	SAFcs	S
Riqueza observada	9	9	11	9	4	8	8	6
Chao 1	9,0 ± 0,3	9,0 ± 0,3	18,5 ± 8,1	12,0 ± 4,4	4,0 ± 0,5	12,4 ± 7,1	12,3 ± 7,0	6,0 ± 0,3
Chao 2	9,3 ± 0,9	9,2 ± 0,6	30,3 ± 15,9	12,0 ± 4,0	4,0 ± 0,2	19,5 ± 15,7	11,9 ± 4,5	6,5 ± 1,2
Jackknife 1	10,8 ± 1,2	10,8 ± 1,2	17,4 ± 4,0	13,0 ± 1,6	5,0 ± 0,9	12,6 ± 2,1	12,6 ± 4,6	7,8 ± 1,2
Jackknife 2	11,0 ± 0,0	10,2 ± 0,0	23,3 ± 0,0	15,2 ± 0,0	4,2 ± 0,0	16,0 ± 0,0	14,5 ± 0,0	8,7 ± 0,0
Bootstrap	10,0 ± 0,0	10,1 ± 0,0	13,5 ± 0,0	10,6 ± 0,0	4,6 ± 0,0	9,9 ± 0,0	10,1 ± 0,0	6,9 ± 0,0

A maioria das curvas de suficiência amostral (curvas de rarefação) atingiu uma assíntota, ou pelo menos mostraram que tendem a atingi-la a partir de densidades um pouco mais altas, o que indica eficiência na amostragem das espécies de Scarabaeidae neste estudo (Figura 17).

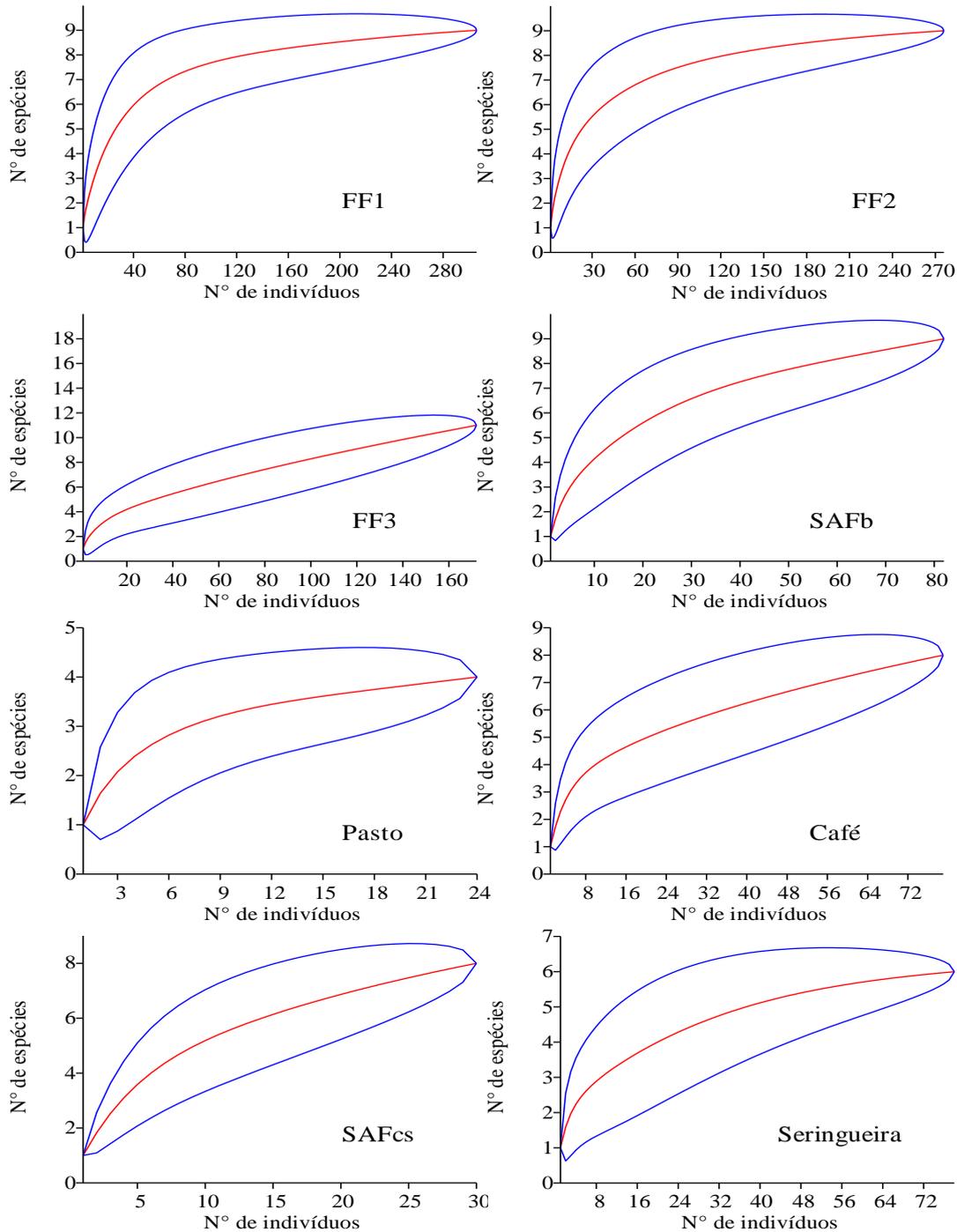


Figura 17 - Curva de rarefação das espécies da família Scarabaeidae para as oito áreas de coleta, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ – USP), Piracicaba - SP. FF1: fragmento florestal perto do rio, FF2: centro do fragmento florestal, FF3: borda do fragmento florestal, SAFb: : sistema agroflorestal misto (borda), SAFCs: sistema agroflorestal café-seringueira

Dominância, abundância, frequência e constância de espécies

Do total das espécies coletadas, só uma espécie foi classificada como superdominante (*Scybalocanthon nigriceps*), 11 espécies (*Ataenius aff. platensis*, *Uroxys aff. corporaali*, *Canthon cyanescens*, *Canthon aff. luctuosus*, *Canthon conformis*, *Deltochilum morbillosum*, *Dichotomius aff. carbonarius*, *Ontherus azteca*, *Eurysternus caribaeus*, *Coprophanaeus cyanescens* e *Phanaeus splendidus*) foram dominantes e 5 espécies foram agrupadas como não dominantes (*Canthidium dispar*, *Canthidium lucidum*, *Ateuchus striatulus*, *Dichotomius bos* e *Eurysternus nigrovirens*) (Tabela 4).

A respeito da constância, das 17 espécies coletadas, 5 espécies (29,4%) foram classificadas como constantes, com uma delas exibindo constância superior a 80%, uma superior a 66% e duas superior a 58%. Cinco espécies (29,4%) foram classificadas como acessórias, enquanto sete (41,2%) foram agrupadas como acidentais, sendo quatro delas *singletons* (somente um indivíduo) e três *doubletons* (somente dois indivíduos) (Tabela 4).

Tabela 4 - Dominância, abundância, frequência e constância das espécies de Scarabaeidae, coletadas nas oito áreas de coleta, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ – USP), Piracicaba – SP

Espécie	Todas as Áreas			
	Dominância	Abundância	Frequência	Constância
1. <i>Ataenius aff. platensis</i>	D	c	F	W
2. <i>Canthidium dispar</i> Harold, 1867	ND	r	PF	Z
3. <i>Canthidium lucidum</i> Harold, 1867	ND	r	PF	Z
4. <i>Uroxys aff. corporaali</i>	D	d	PF	Y
5. <i>Ateuchus striatulus</i> (Preudhomme de Borre, 1886)	ND	r	PF	Y
6. <i>Scybalocanthon nigriceps</i> (Harold)	*SD	sa	SF	W
7. <i>Canthon cyanescens</i> Harold, 1868	*D	ma	MF	W
8. <i>Canthon aff. luctuosus</i> Harold, 1868	D	ma	MF	Y
9. <i>Canthon conformis</i> Harold, 1868	*D	ma	MF	W
10. <i>Deltochilum morbillosum</i> Burmeister, 1848	D	d	PF	Y
11. <i>Dichotomius aff. carbonarius</i> (Mannerheim, 1829)	D	c	F	Y
12. <i>Dichotomius bos</i> (Blanch., 1843)	ND	r	PF	Z
13. <i>Ontherus azteca</i> Harold, 1869	D	d	PF	Z
14. <i>Eurysternus caribaeus</i> (Herbst, 1789)	*D	ma	MF	W
15. <i>Eurysternus nigrovirens</i>	ND	r	PF	Z
16. <i>Coprophanaeus cyanescens</i> (Olsufieff, 1924)	D	r	PF	Z
17. <i>Phanaeus splendidus</i> Fabricius, 1781	D	c	F	Z

SD= super dominante, D= dominante, ND= não dominante. sa= super abundante, ma= muito abundante, c= comum, d= disperso, r= raro, SF= super frequente, MF= muito frequente, F= frequente, PF= pouco frequente, W= constante, Y= acessória, Z= acidental.* espécies predominantes (indicadores).

No fragmento florestal perto do rio (FF1), no centro do fragmento (FF2) e na borda dele (FF3) a espécie *Scybalocanthon nigriceps* (Harold) foi superdominante, superabundante, super frequente e constante, representando, 73,9%, 64,5% e 68% dos indivíduos coletados,

respectivamente (Tabela 5). No sistema agroflorestal misto (borda) (SAFb) e no pasto (P) a espécie que se destacou foi a *C. luctuosus* (34,1% e 54,2%, respectivamente) por ser dominante, muito abundante e muito frequente (Tabela 6). Na plantação de café (C) as espécies *Ataenius aff. platensis* (38%) e *Canthon conformis* (27,8%) foram dominantes, muito abundantes e muito frequentes, representando juntas 65,8% dos indivíduos coletados (Tabela 7). No sistema agroflorestal café-seringueira (SAFcs) as espécies *Uroxys aff. Corporaal* (26,7%), *Canthon aff. luctuosus* (23,3%) e *Canthon conformis* (23,3%), que juntas representaram 73,3% dos indivíduos capturados, foram dominantes, muito abundante e muito frequentes (Tabela 7). Na plantação de seringueira (S) a espécie *Canthon conformis* (56,4%) foi dominante, muito abundante e muito frequente (Tabela 7).

O elevado número de indivíduos de poucas espécies dominantes apresentado neste estudo é semelhante ao observado em outros ecossistemas tropicais. Neste contexto, Halffter (1991) e Morelli et al. (2002) afirmam que a dominância de poucas espécies de Scarabaeidae é bastante comum, posto que fatores ambientais podem influenciar na biologia de um grande número de espécies dessa família, apresentando baixo número de indivíduos durante a maior parte do ano e elevando suas abundâncias quando as condições ambientais são mais favoráveis. Esse padrão tem sido encontrado em outros estudos realizados tanto em ecossistemas florestais (CONDÉ, 2008; HERNÁNDEZ; VAZ-DE-MELLO, 2009; COPPO, 2010; SILVA; VAZ-DE-MELLO; DI MARE, 2013) (SILVA et al., 2008; COSTA et al., 2009; LOUZADA; CARVALHO E SILVA, 2009) e monoculturas (SILVA, 2005; AUDINO et al., 2011).

De modo geral, *Scybalocanthon nigriceps* foi a espécie mais abundante. O gênero *Scybalocanthon* Martínez (1948) é um gênero de pequenos besouros que habitam principalmente florestas secas e úmidas do Centro e Sul da América (PEREIRA; MARTÍNEZ, 1956; MARTINEZ; HALFFTER, 1972; MOLANO; MEDINA, 2010). Existem poucas informações sobre a distribuição das espécies desse gênero no Brasil, apesar dos avanços nos estudos sobre a família Scarabaeidae, são poucos os locais onde tem sido coletadas espécies deste gênero. Hernández e Vaz-de-Mello (2009) coletaram *Scybalocanthon nigricep* em Floresta Mesófila Semidecidual na Serra do Japi, São Paulo, enquanto que Coppo (2010) relatou a presença da espécie em reflorestamento de mata ciliar e fragmentos de floresta estacional semidecídua submontana em Mina Gerais. Já outros autores verificaram a presença no Brasil da morfoespécie *Scybalocanthon sp.* (LOPES, 2001; TEIXEIRA, 2006; VAZ-DE-MELLO et al., 2011b).

A espécie *Scybalocanthon nigricep* foi encontrada majoritariamente nas três áreas do fragmento florestal (FF1, FF2 e FF3) tendo sido coletado apenas um indivíduo no sistema agroflorestal misto (borda) (SAFb) e no sistema agroflorestal café-seringueira (SAFcs). Tal fato comprova a preferência de habitat das espécies do gênero *Scybalocanthon*, como o apontado por Martinez e Halffter (1972) e Molano e Medina (2010). A ausência dessa espécie nos sistemas antrópicos indica sua sensibilidade e a possibilidade de seu emprego como bioindicadora.

As espécies menos abundantes, consideradas raras, com apenas um indivíduo (*singletons*) foram *Canthidium lucidum* (0,1%), presente somente no FF3, e a espécie *Eurysternus negrovirens* (0,1%) registrada somente na plantação de café (C). *Canthidium dispar* (0,2%) presente no FF3 e no SAFb e *Dichotomius bos* (0,2%), registrada na plantação de café (C) apresentaram dois indivíduos (*doubletons*). Segundo Begon e Townsend (2005), o número de espécies consideradas raras em um ambiente pode ser originado pela extinção de seu hábitat, ou devido às mudanças sazonais, e até pela redução de recursos disponíveis.

Foram registradas quatro espécies exclusivas da área de floresta nativa: *Canthidium dispar*, *Deltochilum morbillosum*, *Ontherus azteca* e *Phanaeus splendidus*. O mesmo resultado foi encontrado por Medri e Lopes (2001), Silva et al. (2007a, 2007b), Rodrigues (2008), Costa et al. (2009) e Coppo (2010), revelando que essas espécies têm preferência por ambientes florestais.

Canthidium. dispar, foi coletado na FF3, apenas com um indivíduo. Essa espécie habita principalmente savanas e florestas tropicais (Vaz-de-Mello, 1999). A presença de *C. dispar* foi relatada em florestas nativas por Medri e Lopes (2001) e Korasaki (2007) em Paraná, e Rodrigues (2008) em Mato Grosso do Sul.

A espécie *O. azteca* foi coletada no FF2 e no FF3 com sete e quatro indivíduos, respectivamente. Essa espécie distribui-se principalmente em áreas de floresta da costa atlântica brasileira e da costa pacífica da América do Sul e Central (GÉNIER, 1996). Resultado similar ao encontrado neste estudo foi observado por Medri e Lopes, (2001) e Lopes et al. (2011). Medri e Lopes (2001), estudando a diversidade de Scarabaeidae no parque estadual da Mata dos Godoy e em uma área de pastagem no Paraná, relataram a presença de *O. azteca* somente dentro do parque. Também, Lopes et al. (2011), avaliando a comunidade de escarabeídeos em um fragmento de Mata Atlântica e em uma pastagem abandonada, coletaram *O. azteca* somente no interior do fragmento florestal. Entretanto, Silva

et al., (2008) afirmam que as espécies do gênero *Ontherus* ocorrem tanto em pastagens quanto em florestas tropicais.

A espécie *Deltochilum morbillosum* foi coletada em duas áreas, no FF1 e FF2, apresentando baixo número de indivíduos - seis espécimes em cada área. A presença dessa espécie foi relatada por Hernández e Vaz-de-Mello (2009) em uma área de Mata Atlântica na Serra do Japi, São Paulo. Silva e Mare (2011) também coletaram *D. morbillosum* em fragmentos de Mata Atlântica no Rio Grande do Sul. Aparentemente essa espécie tem preferência por ambientes florestais, no entanto, segundo Audino (2007) também é comum encontrar esses indivíduos em áreas de campo e pastagens.

Phanaeus splendidus foi coletado nas três áreas do fragmento florestal (FF1, FF2 e FF3). *Phanaeus* é um gênero amplamente distribuído, ocorrendo desde a Argentina até os Estados Unidos (Arnaud, 2002; Edmonds, 2006). A presença desta espécie foi relatada por Condé (2008) e Begoni (2014) em áreas de Mata Atlântica em Santa Catarina. Hernández e Vaz-de-Mello (2009) coletaram *P. splendidus* no sudeste de São Paulo, Coppo (2010) no estado de Paraná e Silva et al. (2012) relataram sua presença em Rio Grande do Sul.

A espécie *Coprophanaeus cyanescens* (Olsufieff, 1924) foi uma espécie exclusiva das áreas mais antropizadas e menos conservadas, sendo coletada no pasto, no SAFcs, na plantação de café e na plantação de seringueira. Esse resultado difere do encontrado por Coppo (2010), que relatou a presença dessa espécie em áreas de floresta. O mesmo resultado foi encontrado por Campo (2012) que coletou *C. cyanescens* em diferentes fisionomias da Caatinga baiana e Salomão e Lannuzzi (2015) que relatou a presença da espécie em fragmento de Mata Atlântica no estado de Pernambuco.

Foi registrada apenas uma espécie comum para todas as áreas amostradas, *Canthon aff. luctuosus*, podendo ser considerada como uma espécie sem preferência por um habitat específico. Segundo Silva et al. (2011), *C. aff. luctuosus* é uma espécie generalista, que tem sido capturada em fezes humanas, carne e fruta apodrecida. No entanto, Vaz-de-Mello (2011) afirma que essa espécie parece estar associada a fungos ou a artrópodes mortos, por ser coletada em armadilhas com essas iscas e em armadilhas de interceptação de vôo, mas estando ausentes em armadilhas com iscas de excremento humano. Esse resultado difere do encontrado no presente estudo onde *C. aff. luctuosus* foi coletada com armadilhas iscadas com fezes bovinas.

Tabela 5 - Dominância, abundância, frequência e constância das espécies de Scarabaeidae, coletadas no fragmento florestal perto do rio (FF1), centro do fragmento (FF2) e a borda do fragmento florestal (FF3), na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ – USP), Piracicaba – SP

Espécie	Áreas											
	FF1				FF2				FF3			
	Dominância	Abundância	Frequência	Constância	Dominância	Abundância	Frequência	Constância	Dominância	Abundância	Frequência	Constância
1. <i>Ataenius aff. platensis</i>	-	-	-	-	ND	d	PF	Z	ND	c	F	Z
2. <i>Canthidium dispar</i> Harold, 1867	-	-	-	-	-	-	-	-	ND	c	F	Z
3. <i>Canthidium lucidum</i> Harold, 1867	-	-	-	-	-	-	-	-	ND	c	F	Z
4. <i>Uroxys aff. corporaali</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	ND	c	F	Z
5. <i>Ateuchus striatulus</i> (Preudhomme de Borre, 1886)	-	-	-	-	-	-	-	-	ND	c	F	Z
6. <i>Scybalocanthon nigriceps</i> (Harold)	*SD	sa	SF	W	*SD	sa	SF	W	*SD	sa	SF	W
7. <i>Canthon cyanescens</i> Harold, 1868	D	ma	MF	Y	D	ma	MF	Y	D	ma	MF	W
8. <i>Canthon aff. luctuosus</i> Harold, 1868	D	c	F	Y	D	c	F	Z	ND	c	F	Z
9. <i>Canthon conformis</i> Harold, 1868	ND	r	PF	Z	-	-	-	-	-	-	-	-
10. <i>Deltochilum morbillosum</i> Burmeister, 1848	D	c	F	Y	D	c	F	Z	-	-	-	-
11. <i>Dichotomius aff. carbonarius</i> (Mannerheim, 1829)	ND	d	PF	Y	ND	d	PF	Z	ND	c	F	Y
12. <i>Dichotomius bos</i> (Blanch., 1843)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13. <i>Ontherus azteca</i> Harold, 1869	D	c	F	Z	ND	c	F	Z	-	-	-	-
14. <i>Eurysternus caribaeus</i> (Herbst, 1789)	D	c	F	Y	D	ma	MF	W	D	ma	MF	W
15. <i>Eurysternus nigrovirens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16. <i>enaeus cyanescans</i> (Olsufieff, 1924)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17. <i>Phanaeus splendidus</i> Fabricius, 1781	D	c	F	Z	D	c	F	Y	ND	c	F	Z

SD= super dominante, D= dominante, ND= não dominante. sa= super abundante, ma= muito abundante, c= comum, d= disperso, r= raro, SF= super frequente, MF= muito frequente, F= frequente, PF= pouco frequente, W= constante, Y= acessória, Z= acidental.* espécies predominantes (indicadores).

Tabela 6 - Dominância, abundância, frequência e constância das espécies de Scarabaeidae coletadas no sistema agroflorestal misto (borda) (SAFb) e pasto (P), na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ – USP), Piracicaba – SP

(continua)

Espécie	Áreas							
	SAFb				P			
	Dominância	Abundância	Frequência	Constância	Dominância	Abundância	Frequência	Constância
1. <i>Ataenius aff. platensis</i>	ND	c	F	Y	D	c	F	Y
2. <i>Canthidium dispar</i> Harold, 1867	ND	d	PF	Z	-	-	-	-
3. <i>Canthidium lucidum</i> Harold, 1867	-	-	-	-	-	-	-	-
4. <i>Uroxys aff. corporaali</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
5. <i>Ateuchus striatulus</i> (Preudhomme de Borre, 1886)	ND	d	PF	Z	-	-	-	-
6. <i>Scybalocanthon nigriceps</i> (Harold)	ND	d	PF	Z	-	-	-	-
7. <i>Canthon cyanescens</i> Harold, 1868	D	c	F	Z	-	-	-	-
8. <i>Canthon aff. luctuosus</i> Harold, 1868	D	ma	MF	Y	D	ma	MF	Z
9. <i>Canthon conformis</i> Harold, 1868	D	ma	MF	Y	ND	c	F	Z

Tabela 6 - Dominância, abundância, frequência e constância das espécies de Scarabaeidae coletadas no sistema agroflorestal misto (borda) (SAFb) e pasto (P), na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ – USP), Piracicaba – SP

(conclusão)

Espécie	Áreas							
	SAFb				P			
	Dominância	Abundância	Frequência	Constância	Dominância	Abundância	Frequência	Constância
10. <i>Deltochilum morbillosum</i> Burmeister, 1848	-	-	-	-	-	-	-	-
11. <i>Dichotomius aff. carbonarius</i> (Mannerheim, 1829)	ND	c	F	Y	-	-	-	-
12. <i>Dichotomius bos</i> (Blanch., 1843)	-	-	-	-	-	-	-	-
13. <i>Ontherus azteca</i> Harold, 1869	-	-	-	-	-	-	-	-
14. <i>Eurystemus caribaeus</i> (Herbst, 1789)	ND	c	F	Z	-	-	-	-
15. <i>Eurystemus nigrovirens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
16. <i>Coprohanaeus cyanescens</i> (Olsufieff, 1924)	-	-	-	-	ND	d	PF	Z
17. <i>Phanaeus splendidus</i> Fabricius, 1781	-	-	-	-	-	-	-	-

D= dominante, ND= não dominante. sa= super abundante, ma= muito abundante, c= comum, d=disperso, MF= muito frequente, F= frequente, PF= pouco frequente, Y= acessória, Z= acidental.* espécies predominantes (indicadores).

Tabela 7 - Dominância, abundância, frequência e constância das espécies de Scarabaeidae coletadas na plantação de café (C), sistema agroflorestal café-seringueira e plantação de seringueira (S) na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ – USP), Piracicaba – SP

Espécie	Áreas											
	C				SAFCs				S			
	Dominância	Abundância	Frequência	Constância	Dominância	Abundância	Frequência	Constância	Dominância	Abundância	Frequência	Constância
1. <i>Ataenius aff. platensis</i>	D	ma	MF	W	ND	c	F	Z	ND	ma	F	Y
2. <i>Canthidium dispar</i> Harold, 1867	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3. <i>Canthidium lucidum</i> Harold, 1867	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4. <i>Uroxys aff. corporaali</i>	-	-	-	-	D	ma	MF	Z	ND	ma	F	Z
5. <i>Ateuchus striatulus</i> (Preudhomme de Borre, 1886)	ND	d	PF	Z	-	-	-	-	-	-	-	-
6. <i>Scybalocanthon nigriceps</i> (Harold)	-	-	-	-	ND	d	PF	Z	-	-	-	-
7. <i>Canthon cyanescens</i> Harold, 1868	ND	c	F	Z	ND	d	PF	Z	-	-	-	-
8. <i>Canthon aff. luctuosus</i> Harold, 1868	D	c	F	Z	D	ma	MF	Z	D	ma	F	Y
9. <i>Canthon conformis</i> Harold, 1868	D	ma	MF	W	D	ma	MF	Z	D	ma	MF	W
10. <i>Deltochilum morbillosum</i> Burmeister, 1848	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11. <i>Dichotomius aff. carbonarius</i> (Mannerheim, 1829)	-	-	-	-	ND	d	PF	Z	ND	ma	F	Z
12. <i>Dichotomius bos</i> (Blanch., 1843)	ND	c	F	Z	-	-	-	-	-	-	-	-
13. <i>Ontherus azteca</i> Harold, 1869	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14. <i>Eurystemus caribaeus</i> (Herbst, 1789)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15. <i>Eurystemus nigrovirens</i>	ND	d	PF	Z	-	-	-	-	-	-	-	-
16. <i>Coprohanaeus cyanescens</i> (Olsufieff, 1924)	ND	d	PF	Z	ND	c	F	Z	-	-	-	-
17. <i>Phanaeus splendidus</i> Fabricius, 1781	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

D= dominante, ND= não dominante. ma= muito abundante, c= comum, d=disperso. MF= muito frequente, F= frequente, PF= pouco frequente, W= constante, Y= acessória, Z= acidental.* espécies predominantes (indicadores).

Diversidade de espécies

O índice de diversidade de Shannon apresentou os maiores valores para o sistema agroflorestal café-seringueira (SAFcs) ($H' = 1,78$) e o fragmento florestal perto do rio (FF1) ($H' = 1,75$), apresentando diferença significativa com as demais áreas (Figura 18). Ambos valores de diversidade foram influenciados pela equitabilidade (Tabela 8). O pasto (P) e a plantação de seringueira (S) foram as áreas que apresentaram os menores valores do índice Shannon ($H' = 1,11$) (Tabela 8).

De outro modo, o índice de Margalef apresentou maior valor para a borda do fragmento florestal (FF3) ($D_{mg} = 2,24$), uma vez que o mesmo apresentou o maior número de espécies. O menor valor encontrado utilizando-se esse índice também foi para o pasto (P) ($D_{mg} = 0,94$) (Tabela 8).

O maior valor do índice de dominância de Berger-Parker ocorreu no fragmento florestal perto do rio (FF1) ($d = 0,739$) e o menor valor no sistema agroflorestal café-seringueira (SAFcs) ($d = 0,267$) (Tabela 8). O SAFcs mostrou o maior valor de equitabilidade ($J' = 0,857$) (Tabela 8).

Tabela 8 - Índices de diversidade e dominância das espécies da família Scarabaeidae para as oito áreas de coleta, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ – USP), Piracicaba - SP. FF1: fragmento florestal perto do rio, FF2: centro do fragmento florestal, FF3: borda do fragmento florestal, SAFb: sistema agroflorestal misto (borda), P: pasto, C: plantação de café, SAFcs: sistema agroflorestal café-seringueira e S: plantação de seringueira

Índices	Áreas							
	FF1	FF2	FF3	SAFb	P	C	SAFcs	S
Diversidade de Shannon	1,754	1,625	1,482	1,528	1,110	1,488	1,783	1,113
Diversidade Margalef	1,597	1,526	2,245	1,815	0,944	1,602	2,058	1,148
Dominância Berger-Parker	0,739	0,645	0,680	0,402	0,542	0,380	0,267	0,564
Equitabilidade Pielou	0,843	0,781	0,643	0,695	0,801	0,716	0,857	0,621

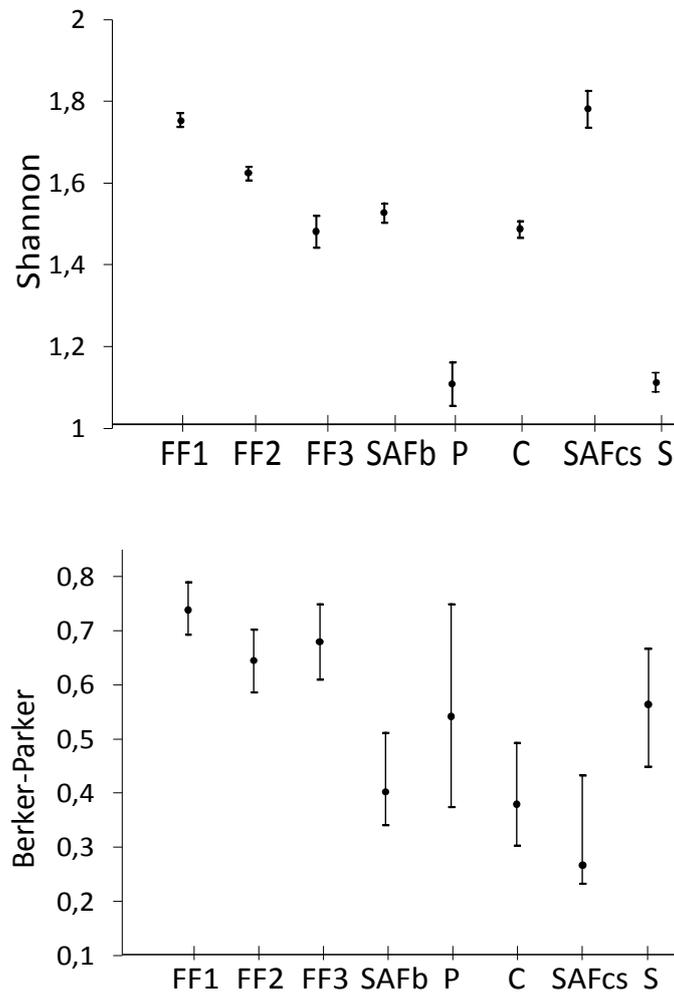


Figura 18 - Índice de diversidade de Shannon e índice de dominância de Berker-Parker (intervalos de confiança de 95%), para as espécies da família Scarabaeidae para as oito áreas de coleta, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ – USP), Piracicaba - SP. FF1: fragmento florestal perto do rio, FF2: centro do fragmento florestal, FF3: borda do fragmento florestal, SAFb: : sistema agroflorestal misto (borda), P: pasto, C: plantação de café, SAFcs: sistema agroflorestal café-seringueira e S: plantação de seringueira. A superposição dos intervalos de confiança nos indica diferença significativa com um $p < 0.05$

Em geral, as áreas que apresentaram maior diversidade foram áreas de floresta (FF1, FF2 e FF3) e o sistema agroflorestal misto (borda) (SAFb). A alta diversidade de Scarabaeidae nas áreas de floresta já era esperada, uma vez que os sistemas naturais que apresentam alta complexidade estrutural da vegetação podem manter maior número de espécies. Um fator importante é o recurso alimentar, já que áreas de florestas podem sustentar mamíferos maiores, portanto, nesses locais a disponibilidade de alimento é maior, sobretudo para insetos como os escarabeídeos, que tem espécies altamente coprófagas (HALFFTER; MATTHEWS, 1966; HALFFTER; EDMONS, 1982; HANSKI; CAMBEFORT, 1991). Segundo Halffter e Favila (1993), nas florestas tropicais a grande diversidade ecológica e

morfológica pode ser explicada pela existência de um número elevado de nichos, o que pode justificar o maior número de espécies se comparados com as outras fisionomias.

Halfpter e Arellano (2002) estudaram a diversidade de Scarabaeidae em remanescentes de floresta tropical com diferentes graus de alteração em Veracruz- México, verificando que a cobertura vegetal e a falta de alimento é o principal fator formador da estrutura das comunidades dos escarabeíneos. No entanto, os escarabeídeos respondem não apenas ao tipo de alimento disponível, mas também a condições ambientais como temperatura e umidade do ar (HALFFTER; ARELLANO, 2001). A avaliação das variáveis climáticas neste estudo permite estabelecer que dentro das áreas de floresta nativa e nos SAFs as condições ambientais são menos adversas em comparação com as áreas mais abertas.

A grande diversidade de espécies presentes no SAFb, por outro lado, é explicada pela proximidade dessas áreas ao fragmento florestal e situar-se na interface com outra estrutura vegetacional. Ambas as áreas compartilharam um elevado número de espécies. Resultado similar foi encontrado por Harvey et al. (2006) que avaliaram a abundância, riqueza e diversidade de besouros coprófagos em três diferentes sistemas de uso-da-terra: floresta nativa, sistema agroflorestal (cacau-banana) e monocultivo de banana na Costa Rica. Seus resultados indicaram que o SAF apresentou uma diversidade menor que a floresta, mas significativamente maior que o monocultivo. O mesmo resultado foi encontrado por Shahabuddin et al. (2005) que avaliou as alterações das comunidades de escarabeíneos em florestas nativas, sistemas agroflorestais e culturas anuais na Indonésia.

No que diz respeito aos resultados obtidos neste estudo, a maior diversidade encontrada nas áreas florestais, são semelhantes aos obtidos em outros trabalhos que comparam diferentes fisionomias vegetais (MADRI; LOPES, 2001; SCHIFFLER, 2003; SILVA, 2005; LOPES et al., 2011). Madri e Lopes (2001) avaliaram a riqueza de Scarabaeidae em Floresta Estacional Semidecidual e em área de pastagem, obtendo na área de floresta o maior índice de Shannon, e no pasto o menor valor. Lopes et al. (2011) compararam a riqueza de escarabeídeos em área de Floresta Estacional Semidecidual, na borda do dessa área e em pastagem, sendo a floresta mais diversa que o pasto. Silva (2008) comparando a diversidade de besouros escarabeídeos em um ecótono natural de campo e mata em Bagé, Rio grande do Sul, obteve como resultado a área de mata com maior número de espécies e indivíduos do que a área de campo e a área de borda. Entretanto, a área de borda apresentou índices de diversidade mais elevados do que os demais ecossistemas. Silva (2005) avaliou a estrutura de comunidades de Scarabaeidae em diferentes sistemas de uso da terra (floresta,

capoeira, agrofloresta, consórcios de cultivos, monoculturas e pastagens) na Amazônia, sendo às áreas de floresta e capoeiras as que apresentaram o maior número de indivíduos e espécies. O mesmo resultado foi encontrado por Almeida et al. (2009) que avaliou a estrutura da comunidade de Scarabaeinae em diferentes fisionomias de Cerrado (mata nativa e campo aberto) em Mato Grosso.

Em nosso estudo, O pasto foi a área que apresentou a menor riqueza e abundância. Segundo Halffter (1991), as áreas de pastagens da América tropical, possuem menor diversidade de espécies de Scarabaeidae que as florestas, devido principalmente à baixa disponibilidade de alimento. Além disso, em áreas abertas ocorre rápida dessecação das fezes (KLEIN, 1989), fato que foi comprovado a través das medições das variáveis microclimáticas feita neste trabalho, onde observo-se que a área de pastagem foi mais quente e seca quando comparada com as outras áreas. Locais com menor qualidade, apesar de maior quantidade de recursos, como as pastagens, tendem a apresentar menor riqueza de espécies (ASSIS JÚNIOR, 2000).

Similaridade entre as áreas

Pode-se observar que as áreas com estrutura vegetacional mais complexa (mais de um estrato arbóreo) têm maior similaridade entre si (Figura 19). A maior similaridade calculada com o coeficiente de Jaccard foi observada na área de floresta nativa, entre o fragmento florestal perto do rio (FF1) e o centro do fragmento florestal (FF2), apresentando uma similaridade de 80% (Tabela 9). Isso se deve principalmente ao fato de ambas as áreas compartilharem quase todas as espécies, exceto *Ataenius aff. platensis* que somente foi encontrado na FF2 e o *Canthon conformis*, presente apenas no FF1. Por outro lado, a maior diferença em relação à riqueza foi encontrada entre a borda do fragmento florestal (FF3) e o pasto (Tabela 9).

Analisando o dendrograma se observa que se formaram dois grandes grupos, um composto pelos ambientes mais conservados, FF1, FF2, FF3 e o sistema agroflorestal misto (borda) (SAFb), e outro pelas áreas mais antropizadas ou menos conservadas, pasto (P), sistema agroflorestal café-seringueira (SAFcs), plantação de café (C) e a plantação de seringueira (S) (Figura 19).

Tabela 9 - Índice de similaridade e distância de Jaccard para oito áreas de coleta, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ – USP), Piracicaba - SP. FF1: fragmento florestal perto do rio, FF2: centro do fragmento florestal, FF3: borda do fragmento florestal, SAFb: sistema agroflorestal misto (borda), P: pasto, C: plantação de café, SAFcs: sistema agroflorestal café-seringueira e S: plantação de seringueira

Áreas	Áreas							
	FF1	FF2	FF3	SAFb	P	C	SAFcs	S
FF1	*	0,800	0,429	0,500	0,182	0,214	0,417	0,250
FF2	*	*	0,538	0,500	0,182	0,214	0,417	0,250
FF3	*	*	*	0,667	0,154	0,267	0,462	0,308
SAFb	*	*	*	*	0,300	0,417	0,545	0,364
P	*	*	*	*	*	0,500	0,500	0,667
C	*	*	*	*	*	*	0,455	0,400
SAFcs	*	*	*	*	*	*	*	0,750
S	*	*	*	*	*	*	*	*

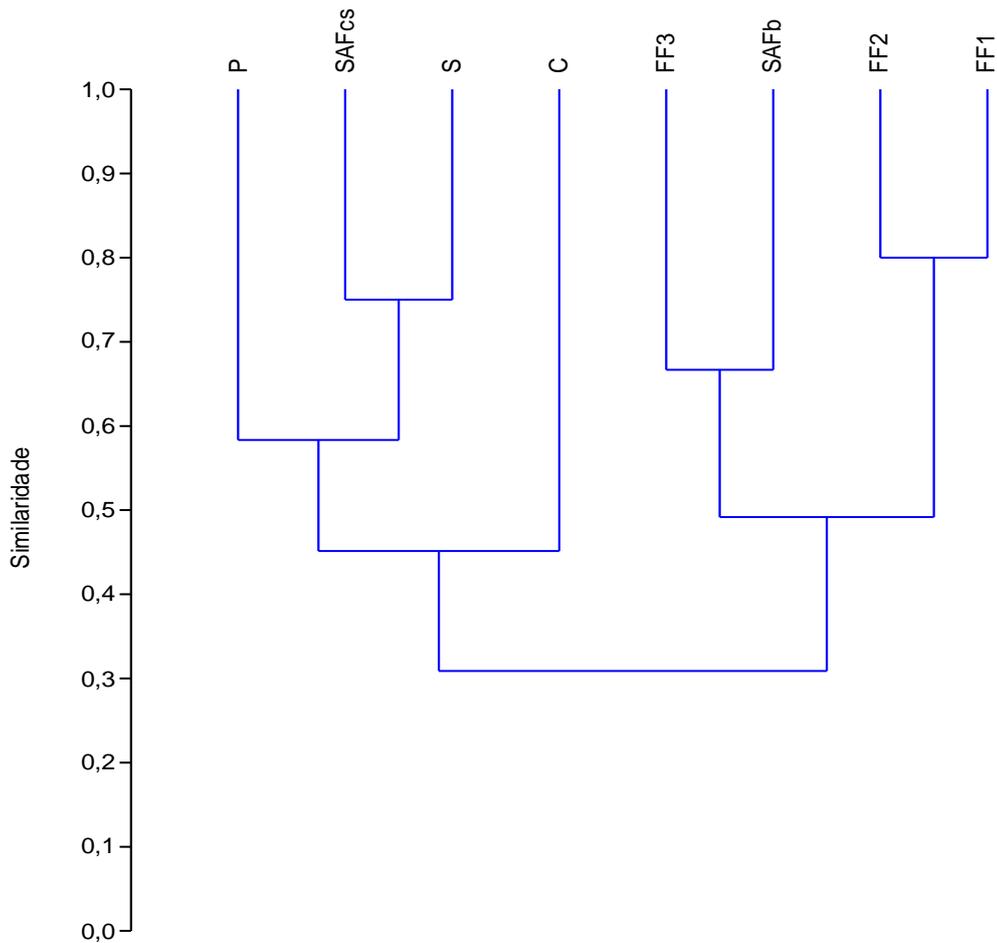


Figura 19 - Dendrograma de similaridade de Jaccard (Coef. Correl. 0,8503) para oito áreas de coleta, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ – USP), Piracicaba - SP. FF1: fragmento florestal perto do rio, FF2: centro do fragmento florestal, FF3: borda do fragmento florestal, SAFb: : sistema agroflorestal misto (borda), P: pasto, C: plantação de café, SAFcs: sistema agroflorestal café-seringueira e S: plantação de seringueira

Sazonalidade e correlação com fatores microclimáticos

A maior abundância (431 indivíduos – 41,2%) de escarabeídeos foi encontrada em dezembro, enquanto que a maior riqueza (12 espécies – 70,5%) foi encontrada em novembro. A menor abundância e riqueza foram encontradas em junho/2014 com apenas um indivíduo e uma espécie (Figura 20).

Analisando as áreas separadamente, a porção do fragmento florestal localizado próximo ao rio (FF1) (164 indivíduos), junto com a porção central do fragmento florestal (FF2) (154 indivíduos), a borda do fragmento (FF3) (76 indivíduos) e o sistema agroflorestal misto (borda) (SAFb) (32 indivíduos) apresentaram a maior abundância em dezembro. No sistema agroflorestal café-seringueira (SAFcs) (17 indivíduos) e na plantação de seringueira (S) (28 indivíduos) o maior número de indivíduos foi coletado em novembro. No pasto (P) a maior abundância foi encontrada em fevereiro (8 indivíduos) enquanto que na plantação de café (C), em setembro (16 indivíduos) (Figura 21).

A maior abundância e riqueza de escarabeídeos (946 indivíduos – 12 espécies) foi coletada na época de chuvas (setembro até fevereiro), como comparação o menor número de indivíduos foi coletado na época seca (março até agosto) distribuídos em 9 espécies (Figura 20).

Ao analisar cada área, pode-se observar o mesmo padrão de distribuição com o maior número de indivíduos e espécies na época de chuvas (Figura 21). A expressiva abundância e riqueza de Scarabaeidae encontrada neste estudo obedecem ao padrão descrito por Halffter e Mathews (1966), que afirmam que os adultos de Scarabaeidae normalmente nidificam ao final da primavera e no começo do verão. Dessa forma, os novos adultos eclodem no meio ou final do verão, passando por um período de hibernação que termina no início da próxima primavera, atravessando o inverno em seus nichos no solo.

A abundância e riqueza de Scarabaeidae são influenciadas pela temperatura, apresentando uma diminuição das atividades em baixas temperaturas e uma intensificação em períodos de temperaturas mais elevadas (SILVEIRA et al., 1976; RESH; CARDÉ, 2009). Essa característica estacional de Scarabaeidae tem sido encontrada por vários autores. Condé (2008) encontrou relação entre a abundância e riqueza de Scarabaeidae com o período mais quente e chuvoso em uma área de Mata Atlântica em Santa Catarina. Hernandez e Vaz-de-Mello (2009) também observaram maior número de espécies de Scarabaeidae durante o verão em Floresta Mesófila Semidecidual, São Paulo. Coppo (2010) encontrou relação entre o maior número de indivíduos e espécies na primavera e verão, em fragmentos florestais e

reflorestamentos de mata ciliar no estado do Paraná. O mesmo resultado foi encontrado por Silva (2011) ao estudar a diversidade de Scarabaeidae em fragmentos de Mata Atlântica no Rio Grande do Sul.

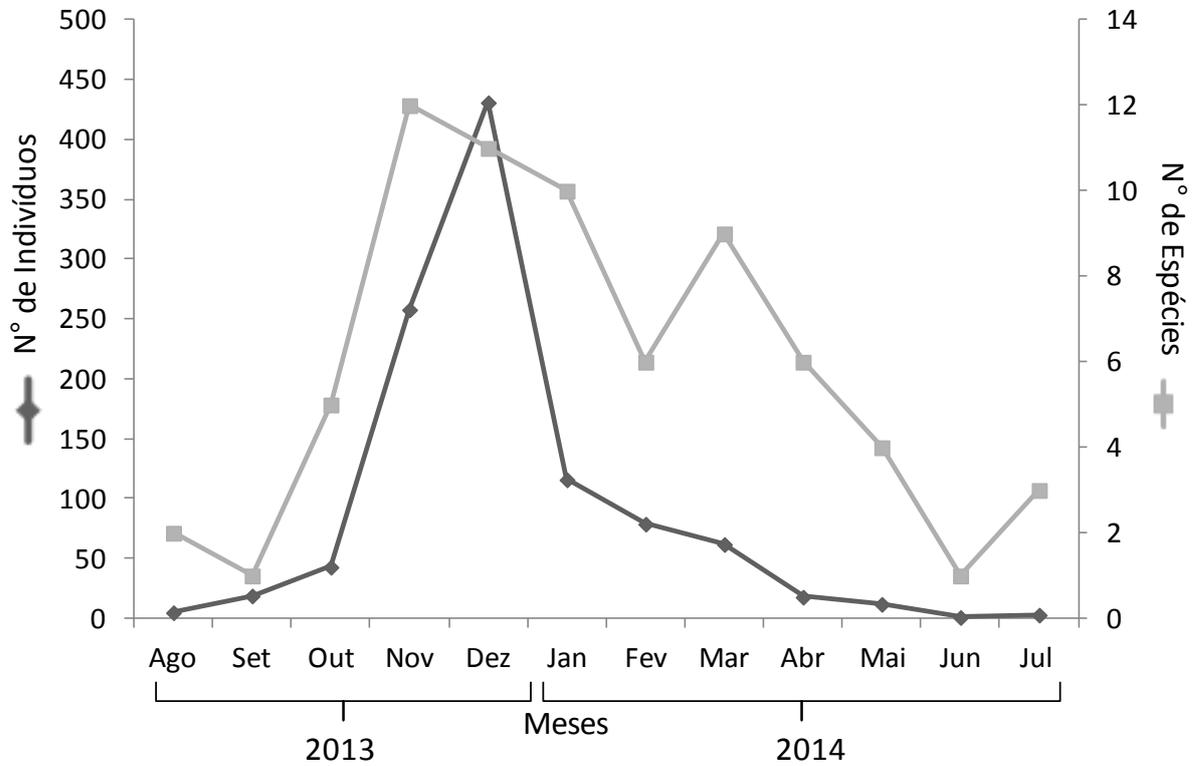


Figura 20 - Número de indivíduos e espécies da família Scarabaeidae coletados por mês nas oito áreas de coleta durante os meses de coleta (agosto 2013-julho 2014), na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ - USP) Piracicaba-SP

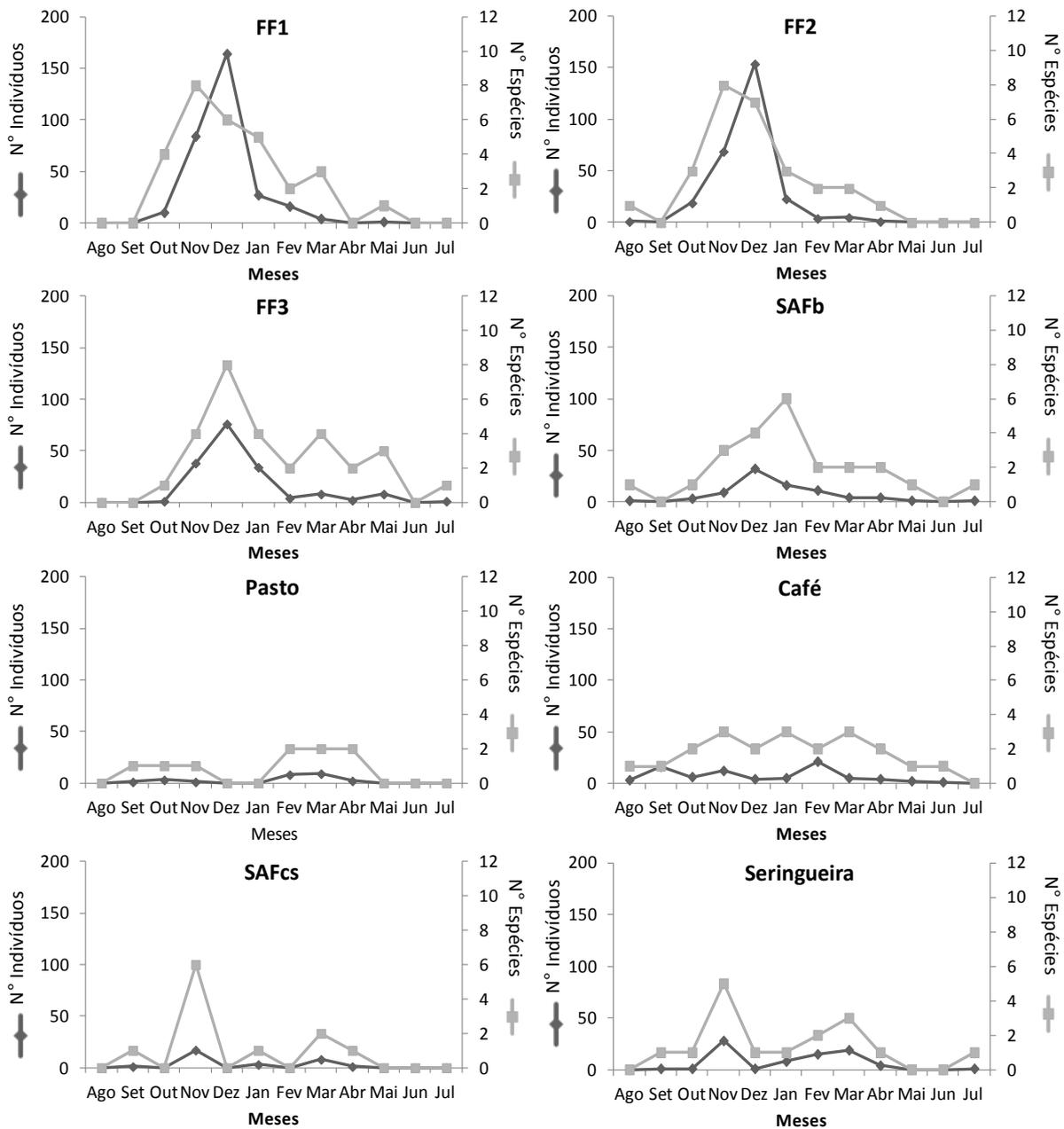


Figura 21 - Distribuição mensal das espécies e indivíduos da família Scarabaeidae em cada uma das áreas de coleta, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ – USP) Piracicaba-SP, durante o período de coleta (agosto 2013 e julho 2014). FF1: fragmento florestal perto do rio, FF2: centro do fragmento florestal, FF3: borda do fragmento florestal, SAFb: sistema agroflorestal misto (borda), SAFcs: sistema agroflorestal café-seringueira

Dentre o total de 17 espécies coletadas, só duas foram constantes na maioria das coletas, *Ataenius aff. platensis* e *Eurysternus caribaeus*. A maioria das espécies apresentaram-se mais abundantes entre os meses de outubro e março. Três espécies estiveram presentes em somente uma coleta, *C. lucidum* presente em novembro, *D. bos* presente em março e *E. nigrovirens* presente só em abril.

A espécie mais abundante *S. nigriceps* ocorreu entre os meses de outubro e maio e seu pico de abundância foi no mês de dezembro nas três áreas onde foi coletada (FF1, FF2 e FF3). A segunda espécie mais abundante *C. conformis* ocorreu entre novembro e abril, com pico populacional em novembro.

Da análise de correlação de Spearman pode-se afirmar que das seis variáveis climáticas analisadas, temperatura do ar, umidade relativa do ar, temperatura do solo, umidade do solo, radiação solar e precipitação, quase todas apresentaram correlação significativa positiva com a riqueza total de Scarabaeidae, exceto a radiação solar. Entre o microclima e a abundância, a correlação foi positiva considerando todas as variáveis, com exceção da umidade relativa do ar que não apresentou correlação significativa.

A riqueza e abundância foram influenciadas principalmente pela temperatura do ar ($r=0,85$ e $r=0,92$, $p<0,001$) e a precipitação ($r=0,81$ e $r=0,84$, $p<0,01$) (Tabela 10, Figura 22). O mesmo resultado foi encontrado por Hernández (2007) que analisou a diversidade de besouros escarabeíneos no bioma Caatinga na Paraíba e sua relação com a precipitação, encontrando uma elevada correlação entre essa variável e a riqueza e abundância desses besouros. No entanto, o resultado do presente estudo difere do resultado encontrado por Condé (2008), Hernandez e Vaz-de-Mello (2009) e Silva (2011) que obtiveram correlação positiva entre a abundância e riqueza de escarabeídeos com a temperatura do ar, porém não encontraram relação com a precipitação.

Ao analisar cada área separadamente, pode-se observar que a abundância e riqueza das áreas de florestas maior associação com a temperatura e umidade do ar e temperatura do solo. Deste modo, infere-se que a abundância e a diversidade desses insetos estão diretamente relacionadas a essas variáveis uma vez que esses sistemas tendem a apresentar maior umidade e por mais tempo (Tabela 10).

A abundância e riqueza de Scarabaeidae apresentam correlação significativa positiva com a temperatura do solo ($r=0,50$ e $r=0,48$, $p<0,01$) e umidade do solo ($r=0,27$ e $r=0,29$, $p<0,05$). Resultado similar foi encontrado por Gomez e Toro (2003) que relacionaram a diversidade de Scarabaeidae em um remanescente de floresta tropical na Colômbia com os fatores ambientais: dureza, temperatura e umidade do solo e precipitação, encontrando correlação com positiva com a umidade do solo. No entanto, o resultado deste estudo difere daquele encontrado por Ibarra - Polesel (2015) que estudou a diversidade de escarabeídeos em uma reserva natural na Argentina, avaliando a relação com as variáveis ambientais de temperatura máxima e mínima do ar e a temperatura do solo, encontrando somente correlação

positiva com a temperatura máxima. A relação entre a diversidade e abundância de Scarabaeidae com a temperatura e umidade do solo pode ser explicada pelo fato de que a fase jovem dos insetos desta família desenvolve-se no solo, pelo que a temperatura do mesmo, influencia diretamente no desenvolvimento destes insetos (CHAND, 1986; VILLANI; WRIGHT, 1990; LACEY et al., 1994).

Considerando que a temperatura do solo está fortemente relacionada com a abundância e riqueza das áreas de florestas, podemos inferir que nesse ambiente existe menor perda de calor em comparação com as outras áreas, uma vez que se refere ao ecossistema de floresta natural (Figura 14). Em geral, a umidade relativa do ar e do solo apresentaram correlação positiva ($p < 0.05$) com as estruturas de vegetação mais complexas (Tabela 10).

Os sistemas de vegetação menos complexos igualmente tiveram relação com a variabilidade microclimática local, onde a riqueza de escarabeídeos da plantação de café (C) foi relacionada estreitamente com a temperatura do ar e a umidade do solo ($p < 0.001$). A plantação de café, apesar de ser uma monocultura, mantém certo sombreamento no sistema, evitando a perda excessiva de calor. Enquanto no pasto, observou-se uma correlação positiva com a umidade do ar ($p < 0.05$), mas é difícil a inferência mais acurada devido a pouca quantidade de indivíduos e espécies encontrados (Tabela 10).

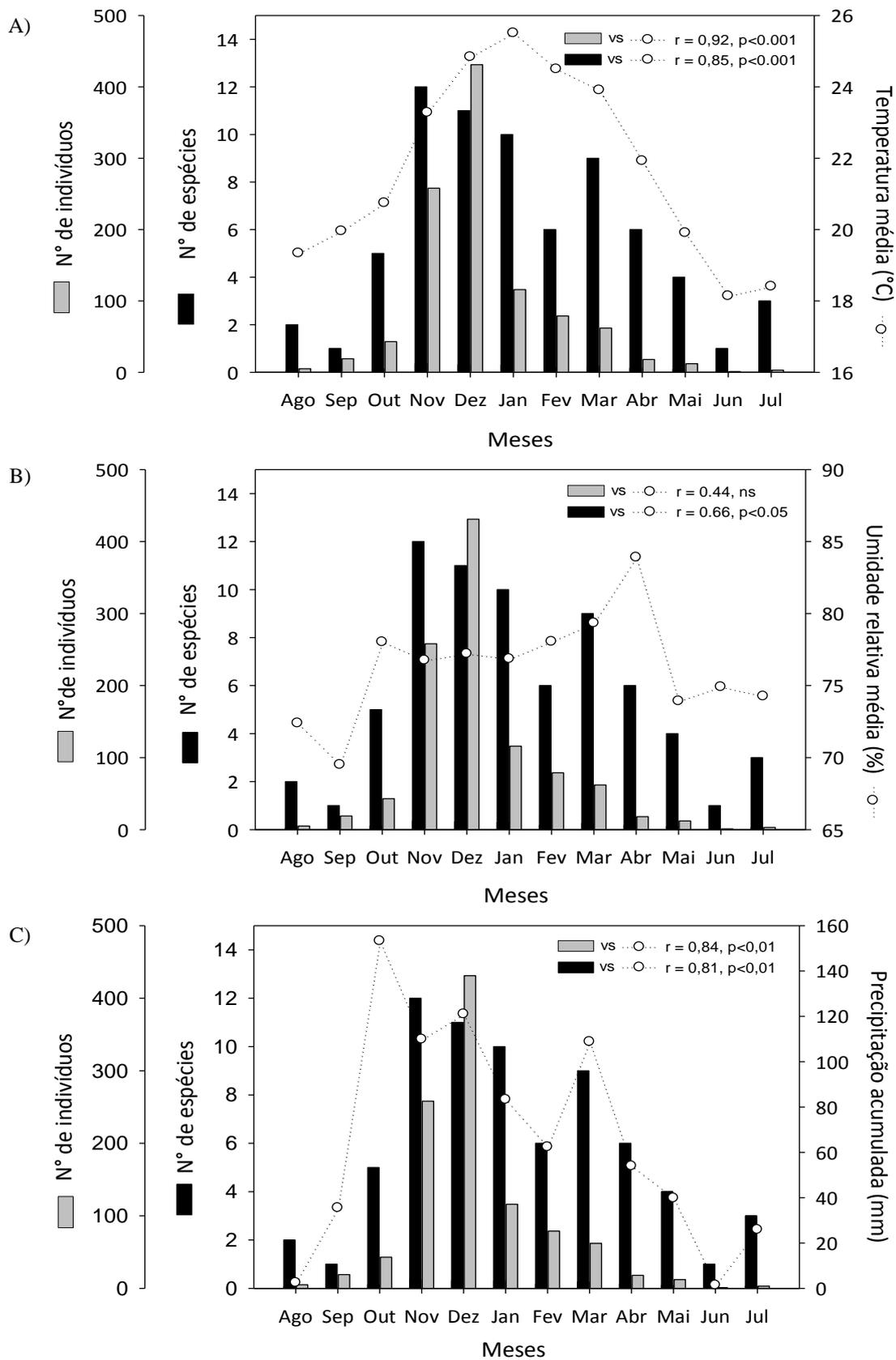


Figura 22 - Número de indivíduos e espécies da família Scarabaeidae coletados por mês e as variáveis climáticas nas oito áreas de coleta, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ - USP) Piracicaba-SP, durante o período de coleta (agosto 2013-julho 2014). A) Temperatura média do ar. B) Umidade relativa média do ar. C) Precipitação acumulada

Tabela 10 - Correlação linear de Spearman entre as variáveis microclimáticas e a abundância e a riqueza de Scarabaeidae, nas oito áreas de coleta, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ – USP), Piracicaba – SP. FF1: fragmento florestal perto do rio, FF2: centro do fragmento florestal, FF3: borda do fragmento florestal, SAFb: sistema agroflorestal misto (borda), SAFcs: sistema agroflorestal café-seringueira. Significância estatística 0,05 (*), 0,01(**) e 0,001 (***). As áreas foram calculadas segundo n = 12 (meses), enquanto que a correlação geral foi calculada com n = 96 (áreas x meses)

Áreas	Temperatura do ar (C°)	Umidade do ar (%)	Temperatura do solo (°C)	Umidade do solo (%)	Radiação solar (Watts/m ²)	Precipitação (mm)
FF1						
Abundância	0,83***	0,4	0,76***	0,25	0,68*	-
Riqueza	0,78***	0,4	0,72**	0,27	0,70**	-
FF2						
Abundância	0,78***	0,67*	0,88***	0,66*	0,71**	-
Riqueza	0,75***	0,68**	0,85***	0,64*	0,69**	-
FF3						
Abundância	0,77***	0,57*	0,82***	0,49	0,41	-
Riqueza	0,78***	0,64*	0,86***	0,54	0,42	-
SAFb						
Abundância	0,92***	0,72**	0,04	-0,04	0,58	-
Riqueza	0,88***	0,7**	0,7	-0,07	0,62*	-
Pasto						
Abundância	0,35	0,65*	-0,28	0,34	0,08	-
Riqueza	0,35	0,65*	-0,3	0,33	0,02	-
Café						
Abundância	0,56	0,22	0,14	0,55	0,04	-
Riqueza	0,85***	0,57	0,5	0,83***	-0,27	-
SAFcs						
Abundância	0,45	0,35	-0,32	0,36	0,21	-
Riqueza	0,41	0,34	-0,31	0,31	0,15	-
Seringueira						
Abundância	0,77*	0,57***	0,82*	0,49	0,41	-
Riqueza	0,78*	0,64***	0,86*	0,54	0,42	-
Geral						
Abundância	0,92***	0,44	0,50***	0,27**	0,08	0,84**
Riqueza	0,85***	0,66*	0,48***	0,29***	0,05	0,81**

Correlação com a cobertura arbórea

Houve correlação positiva significativa entre a cobertura arbórea e a abundância ($r=0,33$, $p<0,001$) e a riqueza de espécies de Scarabaeidae ($r=0,32$, $p<0,01$) (Tabela 11). Analisando as áreas separadamente, observa-se que a borda do fragmento florestal (FF3) e o sistema agroflorestal misto (borda) (SAFb), tiveram uma alta correlação com a abundância e riqueza de espécies de escarabeídeos. O FF3 foi a área que apresentou a maior quantidade de espécies coletas. Esses resultados indicam a elevada relação entre essas variáveis e a cobertura vegetal. Nesse contexto, Halffter e Arellano (2002), afirmam que a cobertura vegetal é mais importante para esse grupo de insetos do que a disponibilidade alimentar em campo aberto com gado.

Tabela 11 - Correlação linear de Spearman entre a cobertura arbórea e a abundância e a riqueza de Scarabaeidae, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ – USP), Piracicaba – SP. FF1: fragmento florestal perto do rio, FF2: centro do fragmento florestal, FF3: borda do fragmento florestal, SAFb: sistema agroflorestal misto (borda), SAFcs: sistema agroflorestal café-seringueira. Significância estatística 0,05 (*), 0,01(**) e 0,001 (***). As áreas foram calculadas segundo $n = 12$ (meses), enquanto que a correlação geral foi calculada com $n = 96$ (áreas x meses)

	Áreas								Geral
	FF1	FF2	FF3	SAFb	Pasto	Café	SAFcs	Seringueira	
Cobertura (%)									
Abundância	0,37	-0,05	0,69***	0,69**	-	-	0,37	0,24	0,33***
Riqueza	0,37	-0,08	0,68***	0,77***	-	-	0,33	0,05	0,32**

4.3.2 Subfamília Scolytinae (Curculionidae)

Dominância e abundância de espécies

Durante o período de estudo - agosto 2013 a julho 2014 - foram obtidos 1.833 insetos da subfamília Scolytinae distribuídos em 9 tribos, 20 gêneros e 38 espécies (Tabela 12).

Tabela 12 - Espécies da subfamília Scolytinae coletadas nas oito áreas de coleta, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ – USP), Piracicaba - SP. FF1: fragmento florestal perto do rio, FF2: centro do fragmento florestal, FF3: borda do fragmento florestal, SAFb: sistema agroflorestal misto (borda), P: pasto, SAFcs: sistema agroflorestal café-seringueira, C: plantação de café e S: plantação de seringueira

(continua)

Tribo/Espécie	Áreas								Total	%
	FF1	FF2	FF3	SAFb	P	C	SAFcs	S		
Bothrosternini										
1. <i>Cnesinus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	4	4	0,2
Corthylini										
2. <i>Araptus</i> sp1.	1	7	3	22	-	-	2	1	36	2,0
3. <i>Araptus</i> sp2.	-	-	-	1	-	-	1	-	2	0,1
4. <i>Corthylocurus</i> sp.	-	1	3	1	-	-	3	1	9	0,5
5. <i>Corthylus</i> sp.	1	-	-	-	-	-	-	-	1	0,1
6. <i>Monarthrum</i> sp.	-	2	-	-	-	-	1	-	3	0,2
Cryphalini										
7. <i>Cryptocarenus heveae</i> (Hagedorn, 1912)	-	-	-	5	1	2	3	1	12	0,7
8. <i>Cryptocarenus seriatus</i> Eggers, 1933	-	-	-	-	-	-	1	2	3	0,2
9. <i>Hypothenemus hampei</i> Ferrari, 1867	26	5	5	7	65	90	338	2	538	29,4
10. <i>Hypothenemus</i> sp1.	24	11	13	50	19	33	44	35	229	12,5
11. <i>Hypothenemus</i> sp2.	28	19	22	38	5	5	26	20	163	8,9
12. <i>Hypothenemus</i> sp3.	2	-	1	5	-	1	6	3	18	1,0
13. <i>Hypothenemus</i> sp4.	-	-	-	-	1	-	-	-	1	0,1
Dryocoetini										
14. <i>Coccotrypes</i> sp1.	-	-	-	1	-	-	2	-	3	0,2
15. <i>Coccotrypes</i> sp2.	-	-	-	-	-	2	-	-	2	0,1
Ipini										
16. <i>Premnobius ambitiosus</i> Wood and Bright, 1992	1	-	-	6	1	2	1	23	34	1,9
17. <i>Premnobius cavipennis</i> Eichhoff, 1878	12	24	12	78	-	7	76	105	314	17,1
Micracidini										
18. <i>Hylocurus</i> sp1.	-	-	-	6	-	-	-	-	6	0,3
19. <i>Hylocurus</i> sp2.	1	-	-	-	-	-	1	-	2	0,1
Phloeosinini										
20. <i>Chramesus</i> sp.	-	-	-	1	-	-	-	-	1	0,1
Scolytini										
21. <i>Scolytus thoracicus</i> Chapuis, 1869	-	-	1	-	-	-	-	-	1	0,1

Tabela 12 - Espécies da subfamília Scolytinae coletadas nas oito áreas de coleta, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ – USP), Piracicaba - SP. FF1: fragmento florestal perto do rio, FF2: centro do fragmento florestal, FF3: borda do fragmento florestal, SAFb: sistema agroflorestal misto (borda), P: pasto, SAFcs: sistema agroflorestal café-seringueira, C: plantação de café e S: plantação de seringueira

(conclusão)

Tribo/Espécie	Áreas								Total	%
	FF1	FF 2	FF 3	SAFb	P	C	SAFcs	S		
Xyleborini										
22. <i>Ambrosiodmus obliquus</i> (LeConte, 1878)	1	-	-	3	-	1	3	14	22	1,2
23. <i>Ambrosiodmus opimus</i> (Wood, 1974)	21	1	4	33	9	14	4	5	91	5,0
24. <i>Ambrosiodmus</i> sp.	1	-	-	1	-	-	-	-	2	0,1
25. <i>Cnestus</i> sp.	-	-	1	-	-	-	-	-	1	0,1
26. <i>Coptoborus vesportorius</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0,1
27. <i>Dryocoetoides cristatus</i> (Fabricius, 1801)	1	-	-	-	-	-	-	1	2	0,1
28. <i>Theoborus villosulus</i> (Blandford, 1898)	-	-	-	1	-	-	-	-	1	0,1
29. <i>Xyleborinus saxeseni</i> (Ratzeburg, 1837)	1	-	-	1	2	-	-	2	6	0,3
30. <i>Xyleborinus sentosus</i> (Eichhoff, 1868)	-	-	1	-	-	-	-	-	1	0,1
31. <i>Xyleborinus</i> sp1.	1	-	-	-	-	-	1	-	2	0,1
32. <i>Xyleborinus</i> sp2.	1	-	-	-	-	-	1	-	2	0,1
33. <i>Xyleborus biconicus</i> Eggers, 1928	-	2	-	7	2	3	2	2	18	1,0
34. <i>Xyleborus bispinatus</i> (Eichhoff, 1868)	-	-	-	9	-	1	3	11	24	1,3
35. <i>Xyleborus spinulosus</i> (Blandford, 1898)	2	4	4	5	-	3	5	3	26	1,4
36. <i>Xyleborus volvulus</i> (Fabricius, 1775)	7	8	15	62	-	26	31	79	228	12,4
37. <i>Xyleborus</i> sp.	-	-	-	1	-	-	-	1	2	0,1
38. <i>Xylosandrus morigerus</i> (Blandford)	7	2	-	1	-	6	5	1	22	1,2
Número de indivíduos	139	86	85	345	105	196	560	317	1.833	100
Número de espécies	19	12	13	24	9	15	23	22		

A tribo mais abundante foi Cryphalini (52,9% - 7 espécies), seguido por Xyleborini (24,6% - 17 espécies), Ipinini (19% - 2 espécies), Corthylini (2,5% - 5 espécies), Micracidini (0,4% - 2 espécies), Dryocoetini (0,3% - 2 espécies), Bothrosternini (0,2% - 1 espécie), Phloeosinini (0,1% - 1 espécie) e Scolytini (0,1% - 1 espécie), conforme a Tabela 12. Embora a tribo Cryphalini tenha sido a que apresentou a maior abundância, a tribo de maior riqueza foi Xyleborini. Resultados semelhantes foram encontrados em outros trabalhos, ao analisar a diversidade de Scolytinae em florestas nativas e outras culturas. Müller e Andreiv (2004) estudando a diversidade de escolitíneos em fragmentos de Floresta Ombrófila Densa e em uma plantação de *Eucalyptus grandis*, em Santa Catarina, constataram a presença das tribos Corthylini, Cryphalini, Dryocoetini e Xyleborini, sendo esta última, a tribo com maior número de espécies. Silva et al. (2009) avaliando a entomofauna de escolitíneos associada a remanescentes de Mata Atlântica secundária e um corredor ecológico agroflorestal em

Seropédica, Rio de Janeiro, relataram a presença das tribos Xyleborini, Bothrosternini, Dryocoetini, Cryphalini e Ipinini, sendo Cryphalini a que apresentou a maior abundância. Em outros biomas se observa que há presença das mesmas tribos. Meurer et al. (2013) estudando a comunidade de Scolytinae em áreas florestadas e em campo aberto no Mato Grosso, verificaram a presença das tribos Xyleborini (a mais abundante), Ipinini, Dryocoetini e Cryphalini. Dorval et al., (2005) e Flechtmann e Ottati (1996) também constataram que as tribos Xyleborini e Cryphalini foram as mais expressivas em espécies e número de indivíduos, coletados em plantações de *Eucalyptus spp* e no cerrado, respectivamente. O resultado do presente estudo também corrobora o estudo de Pereira (2006), que em levantamento de Scolytinae em *Pinus spp.* verificou maior predominância das tribos Cryphalini, Corthylini e Xyleborini.

Dos vinte gêneros encontrados neste estudo, o gênero *Hypothenemus* foi o mais abundante (51,9% dos indivíduos), representado por uma espécie e quatro morfotipos, *Hypothenemus hampei* Ferrari, 1867, *Hypothenemus* sp1., *Hypothenemus* sp2., *Hypothenemus* sp3. e *Hypothenemus* sp4, sendo *H. hampei* a espécie mais abundante neste estudo (538 ind. – 29,4%). O segundo gênero com mais indivíduos foi *Premnobius* (348 ind. – 19%), representado por duas espécies *Premnobius ambitiosus* (Wood and Bright, 1992) e *Premnobius cavipennis* (Eichhoff, 1878). O gênero *Xyleborus* com a terceira maior abundância (298 ind. – 15,8%) foi representado pelas espécies, *Xyleborus biconicus* (Eggers, 1928), *Xyleborus bispinatus* (Eichhoff, 1868), *Xyleborus spinulosus* (Blandford, 1898), *Xyleborus volvulus* (Fabricius, 1775) e *Xyleborus* sp.

A riqueza de Scolytinae obtida neste estudo (38 espécies) foi similar à encontrada por Müller e Andreiv (2004) que coletaram 35 espécies e por Pelentir (2007), o qual coletou 31 espécies em área de mata ciliar de Floresta Estacional Decidua no município de Itaara no Rio Grande do Sul. Entretanto, esse resultado é maior quando comparado aos encontrados por Ronque et al. (2009), que coletaram apenas 10 espécies em um fragmento de Floresta Semidecídica no Paraná; e por Silva et al. (2009), que coletaram 21 espécies em dois remanescentes de Mata Atlântica secundária e em um corredor ecológico agroflorestal no Rio de Janeiro. Por outro lado, a quantidade de espécies de escolitíneos encontradas neste trabalho foi menor ao encontrado numa plantação de *Pinus taeda* (44 espécies) e em um fragmento de Floresta Estacional Decidua (66 espécies) em Santa Maria-RS (Machado, 2013). Em outra região, Meurer et al. (2013) estudaram a comunidade de Scolytinae em áreas florestadas e em campo aberto em Mato Grosso, coletando apenas 8 espécies.

A riqueza de Scolytinae desse estudo foi maior quando comparada com trabalhos realizados em outras regiões e biomas brasileiros. Abreu et al. (1997) em um trabalho realizado em uma floresta primária na Amazônia, coletaram 168 espécies. No mesmo bioma Abreu et al., (2012) coletaram 26 espécies. No cerrado, Dorval e Filho (2001) coletaram 22 espécies de escolitíneos no Mato Grosso.

Quando comparada a abundância e riqueza entre as diferentes áreas de amostragem, os dois sistemas agroflorestais (SAFcs e SAFb) e a plantação de seringueira (S) foram os que apresentaram a maior abundância e riqueza de espécies (Figura 23). A maior abundância foi obtida no SAFcs onde foram coletados 560 indivíduos (30,6% dos indivíduos coletados) de 23 espécies (61% da riqueza total), seguido do SAFb, com 345 indivíduos (18,8%) de 24 espécies (63,2%), e a plantação de seringueira com 313 indivíduos (17,2%) distribuídos em 22 espécies (58%). O SAFcs, SAFb e S representaram juntas 67,1% da abundância total. Na plantação de café (C) foram coletados 196 indivíduos (10,7%) de 15 espécies (40%); no fragmento florestal perto do rio (FF1), 139 indivíduos (7,6%) distribuídos em 19 espécies (50%), e no pasto (P), 105 indivíduos (5,7%) de 9 espécies (24%). As áreas com a menor abundância foram o centro do fragmento florestal (FF2), com 86 indivíduos (4,7%) de 12 espécies (32%), e a borda dele (FF3), com 85 indivíduos (4,6%) distribuídos em 13 espécies (34,2%) (Tabela 12).

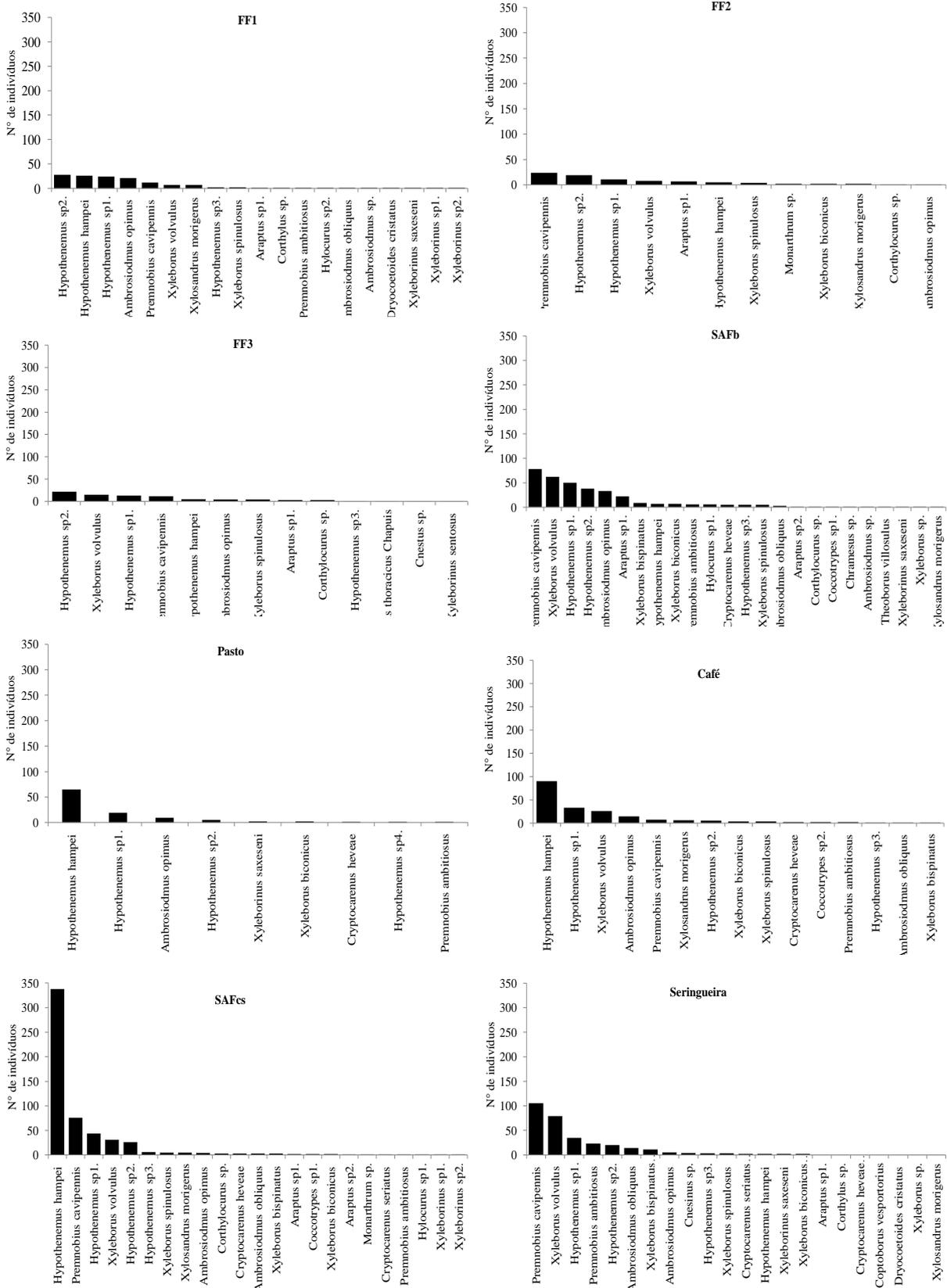


Figura 23 - Abundância absoluta das espécies da subfamília Scolytinae coletadas nas oito áreas de coleta em Piracicaba, SP. FF1: fragmento florestal perto do rio, FF2: centro do fragmento florestal, FF3: borda do fragmento florestal, SAFb: : sistema agroflorestal misto (borda), P: pasto, SAFcs: sistema agroflorestal café-seringueira, C: plantação de café e S: plantação de seringueira. O código numérico corresponde a cada espécie apresentada na tabela 11

Estimativa da riqueza e curvas de suficiência amostral

Os estimadores de riqueza, para a maioria das áreas amostradas, superestimaram a riqueza de espécies encontradas em cada área. Porém, para o centro do fragmento florestal (FF2), pasto (P) e plantação de café (C), os valores dos estimadores foram mais próximos à riqueza observada. Os estimadores Chao 1 e Bootstrap foram os que amostraram valores mais próximos dos observados (Tabela 13).

Tabela 13 - Riqueza observada e estimada (desvio padrão) para as espécies da subfamília Scolytinae para oito áreas de coleta, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ – USP), Piracicaba - SP. FF1: fragmento florestal perto do rio, FF2: centro do fragmento florestal, FF3: borda do fragmento florestal, SAFb: sistema agroflorestal misto (borda), P: pasto, SAFcs: sistema agroflorestal café-seringueira, C: plantação de café e S: plantação de seringueira

Estimadores	Áreas							
	FF1	FF2	FF3	SAFb	P	C	SAFcs	S
Riqueza observada	19	12	13	24	9	15	23	22
Chao 1	33,9 ± 12,7	12,2 ± 0,7	18,9 ± 7,1	59,9 ± 25,6	9,9 ± 1,8	15,2 ± 0,73	26,9 ± 5,5	27,2 ± 5,3
Chao 2	29,3 ± 8,8	12,5 ± 1,1	14,8 ± 2,4	40,5 ± 14,8	9,9 ± 1,6	15,3 ± 0,8	25,6 ± 3,6	25,6 ± 3,6
Jackknife 1	28,1 ± 3,7	14,7 ± 1,4	17,5 ± 1,6	32,2 ± 3,0	11,7 ± 1,4	17,7 ± 1,4	29,3 ± 3,4	29,3 ± 2,8
Jackknife 2	34,2 ± 0,0	14,2 ± 0,0	18,72 ± 0	38,9 ± 0,0	12,7 ± 0,0	15,7 ± 0,0	31,4 ± 0,0	31,4 ± 0,0
Bootstrap	22,8 ± 0,0	13,5 ± 0,0	15,2 ± 0,0	27,4 ± 0,0	10,2 ± 0,0	16,7 ± 0,0	25,6 ± 0,0	25,4 ± 0,0

A maioria das curvas de suficiência amostral (curvas de rarefação) praticamente atingiu uma assíntota, o que indica eficiência na amostragem das espécies de Scolytinae neste estudo (Figura 24).

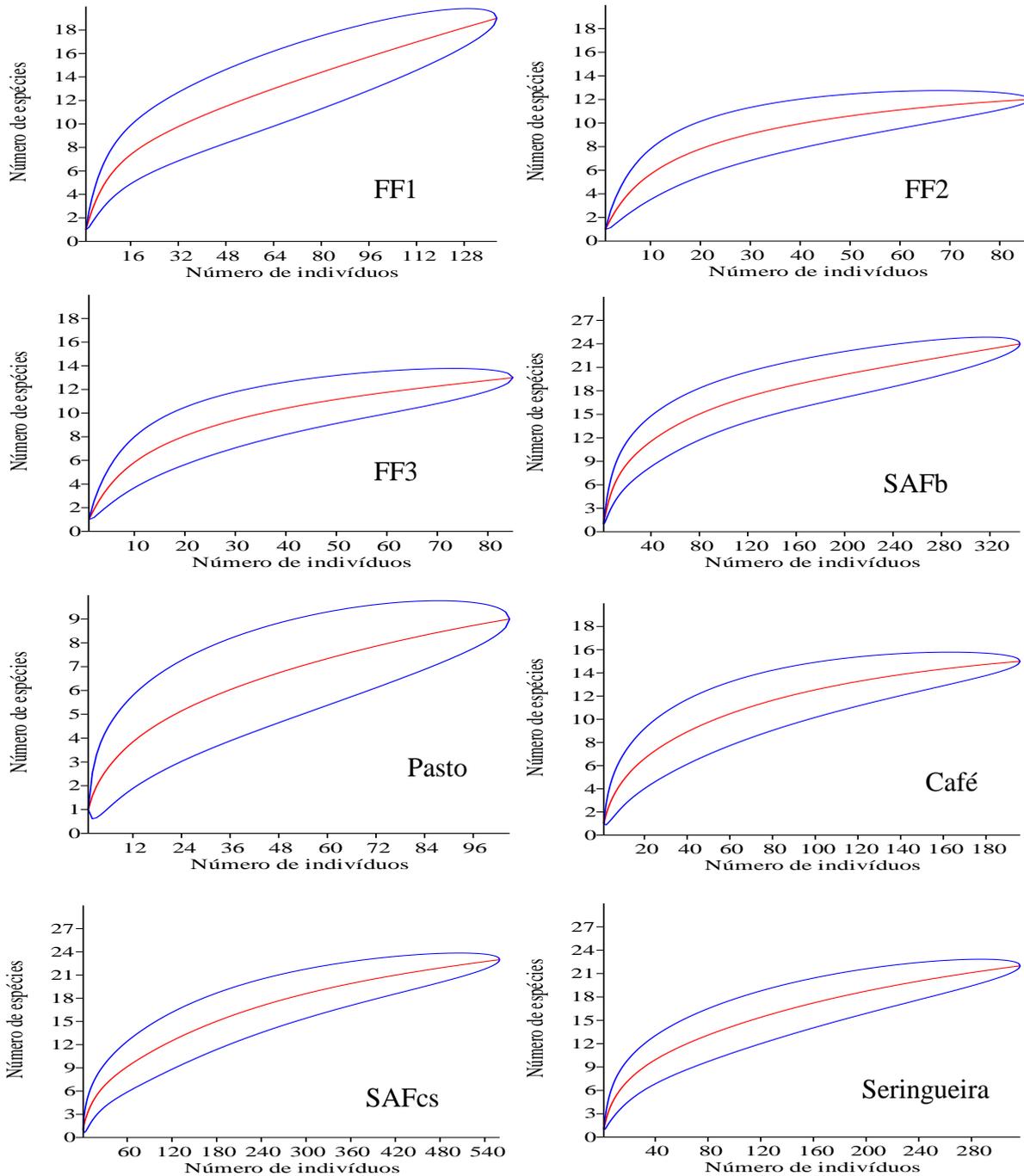


Figura 24 - Curva de rarefação das espécies da subfamília Scolytinae para oito áreas de coleta, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ – USP), Piracicaba - SP. FF1: fragmento florestal perto do rio, FF2: centro do fragmento florestal, FF3: borda do fragmento florestal, SAFb: : sistema agroflorestal misto (borda), SAFcs: sistema agroflorestal café-seringueira

Dominância, abundância, frequência e constância de espécies

Do total das espécies coletadas, 18 foram classificadas como dominantes, *Araptus* sp1., *Corthylocurus* sp., *Cryptocarenum heveae*, *Hypothenemus hampei*, *Hypothenemus* sp1, *Hypothenemus* sp2. *Hypothenemus* sp3., *Premnobius ambitiosus*, *Premnobius cavipennis*, *Hylocurus* sp1., *Ambrosiodmus obliquus*, *Ambrosiodmus opimus*, *Xyleborinus saxeseni*, *Xyleborus biconicus*, *Xyleborus bispinatus*, *Xyleborus spinulosus*, *Xyleborus volvulus* e *Xylosandrus morigerus*. As demais 20 espécies foram agrupadas como não dominantes (Tabela 14).

A respeito da constância, das 38 espécies coletadas, 14 espécies (36,8%) foram classificadas como constantes, sendo cinco com constância superior a 90%, duas superior a 75% e seis superior a 55%. Quatro espécies (10,5%) foram classificadas como acessórias, enquanto vinte (52,6%) foram agrupadas como acidentais, sendo oito delas *singletons* (somente um indivíduo) e oito *doubletons* (apenas dois indivíduo) (Tabela 14).

Tabela 14 - Dominância, abundância, frequência e constância das espécies de Scarabaeidae, coletadas nas oito áreas de coleta, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ – USP), Piracicaba – SP

Espécies	Todas as Áreas			
	Dominância	Abundância	Frequência	Constância
1. <i>Cnesinus</i> sp.	ND	d	PF	Z
2. <i>Araptus</i> sp1.	D	c	F	W
3. <i>Araptus</i> sp2.	ND	r	PF	Z
4. <i>Corthylocurus</i> sp.	D	d	PF	Y
5. <i>Corthylyus</i> sp.	ND	r	PF	Z
6. <i>Monarthrum</i> sp.	ND	d	PF	Z
7. <i>Cryptocarenus heveae</i> (Hagedorn, 1912)	D	d	PF	W
8. <i>Cryptocarenus seriatus</i> Eggers, 1933	ND	d	PF	Z
9. <i>Hypothenemus hampei</i> Ferrari, 1867	*D	ma	MF	W
10. <i>Hypothenemus</i> sp1.	*D	ma	MF	W
11. <i>Hypothenemus</i> sp2.	*D	ma	MF	W
12. <i>Hypothenemus</i> sp3.	D	c	F	W
13. <i>Hypothenemus</i> sp4.	ND	r	PF	Z
14. <i>Coccotrypes</i> sp1.	ND	d	PF	Z
15. <i>Coccotrypes</i> sp2.	ND	r	PF	Z
16. <i>Premnobius ambitosus</i> Wood and Bright, 1992	D	c	F	W
17. <i>Premnobius cavipennis</i> Eichhoff, 1878	D	ma	MF	W
18. <i>Hylocurus</i> sp1.	D	d	PF	Y
19. <i>Hylocurus</i> sp2.	ND	r	PF	Z
20. <i>Chramesus</i> sp.	ND	r	PF	Z
21. <i>Scolytus thoracicus</i> Chapuis, 1869	ND	r	PF	Z
22. <i>Ambrosiodmus obliquus</i> (LeConte, 1878)	D	c	F	W
23. <i>Ambrosiodmus opimus</i> (Wood, 1974)	D	a	MF	W
24. <i>Ambrosiodmus</i> sp.	ND	r	PF	Z
25. <i>Cnestus</i> sp.	ND	r	PF	Z
26. <i>Coptoborus vesportorius</i>	ND	r	PF	Z
27. <i>Dryocoetoides cristatus</i> (Fabricius, 1801)	ND	r	PF	Z
28. <i>Theoborus villosulus</i> (Blandford, 1898)	ND	r	PF	Z
29. <i>Xyleborinus saxeseni</i> (Ratzeburg, 1837)	D	d	PF	Y
30. <i>Xyleborinus sentosus</i> (Eichhoff, 1868)	ND	r	PF	Z
31. <i>Xyleborinus</i> sp1.	ND	r	PF	Z
32. <i>Xyleborinus</i> sp2.	ND	r	PF	Z
33. <i>Xyleborus biconicus</i> Eggers, 1928	D	c	F	W
34. <i>Xyleborus bispinatus</i> (Eichhoff, 1868)	D	c	F	W
35. <i>Xyleborus spinulosus</i> (Blandford, 1898)	D	c	F	W
36. <i>Xyleborus volvulus</i> (Fabricius, 1775)	*D	ma	MF	W
37. <i>Xyleborus</i> sp.	ND	r	PF	Z
38. <i>Xylosandrus morigerus</i> (Blandford)	D	c	F	Y

D= dominante, ND= não dominante, ma= muito abundante, a= abundante, c= comum, d= disperso, r= raro, MF= muito frequente, F= frequente, PF= pouco frequente, W= constante, Y= acessória, Z= acidental.* espécies predominantes (indicadores).

A composição de espécies predominantes foi diferente entre as áreas amostradas. No entanto observa-se um agrupamento das áreas que compartilham as mesmas espécies dominantes. No fragmento florestal perto do rio (FF1) e na borda do fragmento, a espécie dominante foi *Hypothenemus* sp2. No centro do fragmento florestal (FF2), no sistema agroflorestal misto (borda) (SAFb) e na plantação de seringueira (S), a espécie dominante foi *Premnobius cavipennis*. No pasto (P), na plantação de café (C) e no sistema agroflorestal café-seringueira a espécie dominante foi *Hypothenemus hampei* (Figura 23).

Em FF1 as espécies *Hypothenemus* sp2 (20,14%), *H. hampei* (18,71%), *Hypothenemus* sp1. (17,27%), e *Ambrosiodmus opimus* (15,11%) foram dominantes, muito abundantes e muito frequentes e juntas representaram 71,22% dos indivíduos coletados, sendo

que as duas primeiras espécies foram constantes, enquanto que *A. opimus* foi acessória (Tabela 15).

Em FF2 as três espécies *Premnobius cavipennis* (27,91%), *Hypothenemus* sp2 (22,09%) foram dominantes, muito abundantes e muito frequentes, somando 62,79% do total de insetos coletados. A espécie *Hypothenemus* sp1 (12,79%) foi dominante, porém somente comum e frequente (Tabela 15).

Em FF3, quatro espécies: *Hypothenemus* sp2 (25,88%), *Xyleborus volvulus* (17,65%), *Hypothenemus* sp1 (15,29%) e *Premnobius cavipennis* (14,12%), foram dominantes, muito abundantes e muito frequentes e juntas representaram 72,94% dos indivíduos coletados (Tabela 15).

Em SAFb, as espécies *Premnobius cavipennis* (22,61%), *Xyleborus volvulus* (17,65%), *Hypothenemus* sp1 (14,49%), *Hypothenemus* sp2 (11,01%), e *Ambrosiodmus opimus* (9,57%) foram dominantes, muito abundantes e muito frequentes e juntas representaram 75,65% dos insetos coletados (Tabela 16).

Em P, as espécies *H. hampei* (61,9%) e *Hypothenemus* sp1 (18,01%) foram super dominantes, super abundantes e super frequentes. A espécie *Ambrosiodmus opimus* (8,57%), nessa mesma área, foi dominante, muito abundante e muito frequente. As quatro espécies representaram 88,57% dos insetos capturados (Tabela 16).

Em C, a espécie *H. hampei* (45,92%) foi super dominante, super abundante e super frequente. As espécies *Hypothenemus* sp1 (16,84%) e *Xyleborus volvulus* (13,27%) foram dominantes, muito abundantes e muito frequentes. As quatro espécies somaram juntas 76,02% dos indivíduos coletados (Tabela 17).

E por fim, na área S, as espécies *P. cavipennis* (33,12%) e *Xyleborus volvulus* (24,92%) foram super-dominantes, super-abundantes e super-frequentes. As espécies *Hypothenemus* sp1 (11,04%), *Hypothenemus* sp2 (6,31%) e *Ambrosiodmus obliquus* (4,42%) foram dominantes, muito abundantes e muito frequentes. As cinco espécies representaram 79,81% dos indivíduos capturados (Tabela 17).

De modo geral, as espécies mais abundantes foram *H. hampei* (29,4%), *P. cavipennis* (17,1%), *Hypothenemus* sp. (12,5%) e *X. volvulus* (Fabricius, 1775) (12,4%). Esses resultados são diferentes aos encontrados no trabalho realizado por Silva et al., (2009) em remanescentes de Mata Atlântica no Rio de Janeiro e daquele realizado por Machado (2013) em áreas de floresta nativa e povoamento de *Pinus taeda* no Rio Grande do Sul. Estes relataram que a

espécie *Hypothenemus eruditus* foi a espécie mais abundante. Abreu et al., (1997) avaliando a diversidade de escolitíneos em uma floresta primária na Amazônia coletaram *Xyleborus affinis* como a espécie com maior número de indivíduos. O mesmo resultado foi encontrado por Muerer et al., (2013) em diferentes fisionomias do pantanal em Mato Grosso.

As espécies menos abundantes, consideradas raras, com apenas um indivíduo (*singletons*) foram: *Corthylus* sp., (0,1%), *Hypothenemus* sp4. (0,1%), *Chramesus* sp. (0,1%), *Scolytus thoracicus* (0,1%), *Cnestus* sp. (0,1%), *Coptoborus vesportorius* (0,1%), *Theoborus villosulus* (0,1%), *Xyleborinus sentosus* (0,1%). As espécies que apresentaram dois indivíduos (*doubletons*) foram: *Araptus* sp2. (0,1%), *Coccotrypes* sp2. (0,1%), *Hylocurus* sp2. (0,1%), *Ambrosiodmus* sp. (0,1%), *Dryocoetoides cristatus* (0,1%), *Xyleborinus* sp1. (0,1%), *Xyleborinus* sp2. (0,1%) e *Xyleborinus* sp2 (0,1%).

As espécies *Cryptocarenum heveae* e *Xyleborus bispinatus* foram exclusivas das áreas mais antropizadas (SAFb, P, C, SAFcs e S), sendo mais abundantes na plantação de seringueira (S).

Cryptocarenum é um gênero tipicamente americano, com a maioria das espécies presentes na América do Sul. As fêmeas atacam árvores estressadas, broqueando ramos quebrados e danificados de pequeno porte, pelo que as espécies deste gênero são associadas a distúrbios ecológicos (Wood, 1982). Como mencionado anteriormente, *C. heveae* foi coletada nas áreas mais antropizadas, podendo ser considerada uma espécie indicadora da qualidade ambiental. A presença da espécie *Cryptocarenum heveae* têm sido relatada por vários autores em diferentes fisionomias no Brasil, diferindo dos dados obtidos neste estudo. Dorval e Filho (2001) coletaram *C. heveae* em vegetação do cerrado no Mato Grosso. Silva et al., (2009) registraram essa espécie em uma área de floresta nativa e num corredor agroflorestal em Seropédica, Rio de Janeiro. Enquanto que Silva (2012) a coletaram em uma área de mangue no Rio de Janeiro. Já Machado (2013) relatou a presença da espécie em floresta nativa e povoamento de *Pinus taeda* em Santa Maria, Rio Grande do Sul.

Foram registradas duas espécies e duas morfoespécies comuns para todas as áreas, *Hypothenemus hampei*, *Hypothenemus* sp1., *Hypothenemus* sp2. e *Ambrosiodmus opimus*. Wood (1982) afirma que algumas espécies do gênero *Hypothenemus* possuem grande polifagia, sendo capazes de viver em milhares de hospedeiros. Essas espécies não tem importância econômica e usualmente são associadas a distúrbios ecológicos, com exceção do *H. hampei*, conhecida como a broca-do-café, que é considerada uma das principais pragas da cafeicultura no Brasil (SOUZA; REIS, 1997). Como foi mencionado anteriormente, *H.*

hampei neste estudo foi coletada em todas as áreas amostradas, no entanto, em outros trabalhos realizados no Brasil avaliando a diversidade de escolitíneos em diferentes fisionomias, não foi possível encontrar a presença dessa espécie.

Ambrosiodmus opimus aparentemente é uma espécie sem preferência por um habitat específico. Esse resultado corrobora o encontrado outros autores avaliando a diversidade de Scolytinae, relatando a presença da espécie em floresta nativa, manguezal, áreas de reflorestamento e povoamento de acácia-negra (SILVA, 2012; MACHADO, 2013; PENA, 2013; MACHADO et al., 2014).

Três espécies estiveram presentes em todas as áreas exceto no pasto, *Premnobius cavipennis*, *Xyleborus spinulosus* e *Xyleborus volvulus*. *Premnobius cavipennis* tem sido coletada por outros autores em áreas de floresta (ABREU; FONSECA; MARQUES, 1997; ABREU et al., 2012; ROCHA 2011; MÜLLER; ANDREIV, 2004), povoamento de eucalipto (ROCHA, 1993; DORVAL; PERES FILHO; MARQUES, 2005), povoamento de pinus (Flechtmann, 1995), plantíos de seringueira (DALL`OGLIO; PERES FILHO, 1997) e em manguezal (SILVA, 2012).

As espécies do gênero *Xyleborus* são predominantes em regiões tropicais. Esses insetos apresentam hábito xilomicetófago, posto que alimentam-se de fungos cultivados por eles dentro de seu hospedeiro (Wood, 1982). Pesquisas realizadas no Brasil analisando a diversidade de Scolytinae demonstram uma grande abundância do gênero que *Xyleborus* (DORVAL; PERES FILHO, 2001; MÜLLER; ANDREIV, 2004; MEURER, 2013). *Xyleborus volvulus* tem sido coletada por outros autores em áreas de floresta na Amazônia (ABREU; FONSECA; MARQUES, 1997; ABREU et al., 2012). Como foi corroborado neste estudo, *Xyleborus spinulosus* é uma espécie com preferência por uma grande variedade de hospedeiros. *X. spinulosus* tem sido registrada por outros pesquisadores em áreas de floresta nativa (DORVAL; PERES FILHO, 2001; ABREU et al., 2012; ROCHA, 2011), em plantações de eucalipto (ROCHA, 1993; DORVAL; PERES FILHO; MARQUES, 2005) e plantios de seringueira (DALL`OGLIO; PERES FILHO, 1997; FLECHTMANN; GASPARETO, 1997).

Tabela 15 - Dominância, abundância, frequência e constância das espécies de Scolytinae, coletadas no fragmento florestal perto do rio (FF1), centro do fragmento (FF2) e a borda (FF3), na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ – USP), Piracicaba – SP

Espécie	FF1				FF2				FF3			
	Dominância	Abundância	Frequência	Constância	Dominância	Abundância	Frequência	Constância	Dominância	Abundância	Frequência	Constância
1. <i>Cnesinus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. <i>Araptus</i> sp1.	ND	r	PF	Z	D	c	F	Z	ND	c	F	Z
3. <i>Araptus</i> sp2.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4. <i>Corthylocurus</i> sp.	-	-	-	-	ND	r	PF	Z	ND	c	F	Z
5. <i>Corthylus</i> sp.	ND	r	PF	Z	-	-	-	-	-	-	-	-
6. <i>Monarthrum</i> sp.	-	-	-	-	ND	d	PF	Z	-	-	-	-
7. <i>Cryptocarenum heveae</i> (Hagedorn, 1912)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8. <i>Cryptocarenum seriatus</i> Eggers, 1933	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9. <i>Hypothenemus hampei</i> Ferrari, 1867	*D	ma	MF	W	ND	c	F	Y	ND	c	F	Z
10. <i>Hypothenemus</i> sp1.	*D	ma	MF	W	D	c	F	W	D	ma	MF	Y
11. <i>Hypothenemus</i> sp2.	D	ma	MF	Y	D	ma	MF	Y	D	ma	MF	Y
12. <i>Hypothenemus</i> sp3.	ND	d	PF	Z	-	-	-	-	ND	r	PF	Z
13. <i>Hypothenemus</i> sp4.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14. <i>Coccotrypes</i> sp1.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15. <i>Coccotrypes</i> sp2.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16. <i>Premnobius ambitiosus</i> Wood and Bright, 1992	ND	r	PF	Z	-	-	-	-	-	-	-	-
17. <i>Premnobius cavipennis</i> Eichhoff, 1878	D	a	MF	Y	*D	ma	MF	W	*D	ma	MF	W
18. <i>Hylocurus</i> sp1.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19. <i>Hylocurus</i> sp2.	ND	r	PF	Z	-	-	-	-	-	-	-	-
20. <i>Chramesus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21. <i>Scolytus thoracicus</i> Chapuis, 1869	-	-	-	-	-	-	-	-	ND	r	PF	Z
22. <i>Ambrosiodmus obliquus</i> (LeConte, 1878)	ND	r	PF	Z	-	-	-	-	-	-	-	-
23. <i>Ambrosiodmus opimus</i> (Wood, 1974)	D	ma	MF	Y	ND	r	PF	Z	ND	c	F	Z
24. <i>Ambrosiodmus</i> sp.	ND	r	PF	Z	-	-	-	-	-	-	-	-
25. <i>Cnestus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	ND	r	PF	Z
26. <i>Coptoborus vesportorius</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27. <i>Dryocoetoides cristatus</i> (Fabricius, 1801)	ND	r	PF	Z	-	-	-	-	-	-	-	-
28. <i>Theoborus villosulus</i> (Blandford, 1898)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29. <i>Xyleborinus saxeseni</i> (Ratzeburg, 1837)	ND	r	PF	Z	-	-	-	-	-	-	-	-
30. <i>Xyleborinus sentosus</i> (Eichhoff, 1868)	-	-	-	-	-	-	-	-	ND	r	PF	Z
31. <i>Xyleborinus</i> sp1.	ND	r	PF	Z	-	-	-	-	-	-	-	-
32. <i>Xyleborinus</i> sp2.	ND	r	PF	Z	-	-	-	-	-	-	-	-
33. <i>Xyleborus biconicus</i> Eggers, 1928	-	-	-	-	ND	d	PF	Z	-	-	-	-
34. <i>Xyleborus bispinatus</i> (Eichhoff, 1868)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35. <i>Xyleborus spinulosus</i> (Blandford, 1898)	ND	d	PF	Z	ND	c	F	Z	ND	c	F	Z
36. <i>Xyleborus volvulus</i> (Fabricius, 1775)	D	c	F	W	D	c	F	W	* D	ma	MF	W
37. <i>Xyleborus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38. <i>Xylosandrus morigerus</i> (Blandford)	D	c	F	Z	ND	d	PF	Z	-	-	-	-

D= dominante, ND= não dominante, ma= muito abundante, a= abundante, c= comum, d= disperso, r= raro, MF= muito frequente, F= frequente, PF= pouco frequente, W= constante, Y= acessória, Z= acidental.* espécies predominantes (indicadores).

Tabela 16 - Dominância, abundância, frequência e constância das espécies de Scolytinae coletadas no sistema agroflorestal misto (borda) (SAFb) e pasto (P), na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ – USP), Piracicaba - SP

Espécie	SAFb				P			
	Dominância	Abundância	Frequência	Constância	Dominância	Abundância	Frequência	Constância
1. <i>Cnesinus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-
2. <i>Araptus</i> sp1.	D	c	F	Y	-	-	-	-
3. <i>Araptus</i> sp2.	ND	r	PF	Z	-	-	-	-
4. <i>Corthylocurus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-
5. <i>Corthylus</i> sp.	ND	r	PF	Z	-	-	-	-
6. <i>Monarthrum</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-
7. <i>Cryptocarenum heveae</i> (Hagedorn, 1912)	ND	d	PF	Y	ND	c	F	Z
8. <i>Cryptocarenum seriatus</i> Eggers, 1933	-	-	-	-	-	-	-	-
9. <i>Hypothenemus hampei</i> Ferrari, 1867	D	c	F	Y	*SD	sa	SF	W
10. <i>Hypothenemus</i> sp1.	*D	ma	MF	W	*SD	sa	SF	W
11. <i>Hypothenemus</i> sp2.	*D	ma	MF	W	ND	c	F	Y
12. <i>Hypothenemus</i> sp3.	ND	d	PF	Y	-	-	-	-
13. <i>Hypothenemus</i> sp4.	-	-	-	-	ND	c	F	Z
14. <i>Coccotrypes</i> sp1.	ND	r	PF	Z	-	-	-	-
15. <i>Coccotrypes</i> sp2.	-	-	-	-	-	-	-	-
16. <i>Premnobius ambitiosus</i> Wood and Bright, 1992	D	c	F	Y	ND	c	F	Z
17. <i>Premnobius cavipennis</i> Eichhoff, 1878	*D	ma	MF	W	-	-	-	-
18. <i>Hylocurus</i> sp1.	D	c	F	Y	-	-	-	-
19. <i>Hylocurus</i> sp2.	-	-	-	-	-	-	-	-
20. <i>Chramesus</i> sp.	ND	r	PF	Z	-	-	-	-
21. <i>Scolytus thoracicus</i> Chapuis, 1869	-	-	-	-	-	-	-	-
22. <i>Ambrosiodmus obliquus</i> (LeConte, 1878)	ND	d	PF	Z	-	-	-	-
23. <i>Ambrosiodmus opimus</i> (Wood, 1974)	*D	ma	MF	W	*D	ma	MF	W
24. <i>Ambrosiodmus</i> sp.	ND	r	PF	Z	-	-	-	-
25. <i>Cnestus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-
26. <i>Coptoborus vesportorius</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
27. <i>Dryocoetoides cristatus</i> (Fabricius, 1801)	-	-	-	-	-	-	-	-
28. <i>Theoborus villosulus</i> (Blandford, 1898)	ND	r	PF	Z	-	-	-	-
29. <i>Xyleborinus saxeseni</i> (Ratzeburg, 1837)	ND	r	PF	Z	ND	c	F	Z
30. <i>Xyleborinus sentosus</i> (Eichhoff, 1868)	-	-	-	-	-	-	-	-
31. <i>Xyleborinus</i> sp1.	-	-	-	-	-	-	-	-
32. <i>Xyleborinus</i> sp2.	-	-	-	-	-	-	-	-
33. <i>Xyleborus biconicus</i> Eggers, 1928	D	c	F	Y	ND	c	F	Z
34. <i>Xyleborus bispinatus</i> (Eichhoff, 1868)	D	c	F	Y	-	-	-	-
35. <i>Xyleborus spinulosus</i> (Blandford, 1898)	ND	d	PF	Y	-	-	-	-
36. <i>Xyleborus volvulus</i> (Fabricius, 1775)	*D	ma	MF	W	-	-	-	-
37. <i>Xyleborus</i> sp.	ND	r	PF	Z	-	-	-	-
38. <i>Xylosandrus morigerus</i> (Blandford)	ND	r	PF	Z	-	-	-	-

SD= super dominante, D= dominante, ND= não dominante. sa= super abundante, ma= muito abundante, c= comum, d= disperso, r= raro, SF= super frequente, MF= muito frequente, F= frequente, PF= pouco frequente, W= constante, Y= acessória, Z= acidental.* espécies predominantes (indicadores).

Tabela 17 - Dominância, abundância, frequência e constância das espécies de Scolytinae coletadas na plantação de café (C), sistema agroflorestal café-seringueira e plantação de seringueira (S) na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ – USP), Piracicaba-SP

Espécie	C				SAFcS				S			
	Dominância	Abundância	Frequência	Constância	Dominância	Abundância	Frequência	Constância	Dominância	Abundância	Frequência	Constância
1. <i>Cnesinus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	ND	c	F	Z
2. <i>Araptus</i> sp1.	-	-	-	-	ND	c	F	Z	ND	r	PF	Z
3. <i>Araptus</i> sp2.	-	-	-	-	ND	d	PF	Z	-	-	-	-
4. <i>Corthylocurus</i> sp.	-	-	-	-	ND	c	F	Z	ND	r	PF	Z
5. <i>Corthylus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6. <i>Monarthrum</i> sp.	-	-	-	-	ND	d	PF	Z	-	-	-	-
7. <i>Cryptocarenum heveae</i> (Hagedorn, 1912)	ND	d	PF	Z	ND	c	F	Y	ND	r	PF	Z
8. <i>Cryptocarenum seriatus</i> Eggers, 1933	-	-	-	-	ND	d	PF	Z	ND	d	PF	Z
9. <i>Hypothenemus hampei</i> Ferrari, 1867	*SD	sa	SF	W	*SD	sa	SF	W	ND	d	PF	Z
10. <i>Hypothenemus</i> sp1.	*D	ma	MF	W	*D	ma	MF	W	*D	ma	MF	W
11. <i>Hypothenemus</i> sp2.	ND	c	F	Z	D	ma	MF	Y	*D	ma	MF	W
12. <i>Hypothenemus</i> sp3.	ND	d	PF	Z	D	c	F	Z	ND	c	F	Z
13. <i>Hypothenemus</i> sp4.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14. <i>Coccotrypes</i> sp1.	-	-	-	-	ND	c	F	Z	-	-	-	-
15. <i>Coccotrypes</i> sp2.	ND	d	PF	Z	-	-	-	-	-	-	-	-
16. <i>Premnobius ambitiosus</i> Wood and Bright, 1992	ND	d	PF	Z	ND	d	PF	Z	D	ma	MF	Y
17. <i>Premnobius cavipennis</i> Eichhoff, 1878	D	c	F	W	*SD	sa	SF	W	*SD	sa	SF	W
18. <i>Hylocurus</i> sp1.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19. <i>Hylocurus</i> sp2.	-	-	-	-	ND	d	PF	Z	-	-	-	-
20. <i>Chramesus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21. <i>Scolytus thoracicus</i> Chapuis, 1869	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22. <i>Ambrosiodmus obliquus</i> (LeConte, 1878)	ND	d	PF	Z	ND	c	F	Z	*D	ma	MF	W
23. <i>Ambrosiodmus opimus</i> (Wood, 1974)	D	a	MF	W	ND	c	F	Y	ND	c	F	Z
24. <i>Ambrosiodmus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25. <i>Cnestus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26. <i>Coptoborus vesportorius</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	ND	r	PF	Z
27. <i>Dryocoetoides cristatus</i> (Fabricius, 1801)	-	-	-	-	-	-	-	-	ND	r	PF	Z
28. <i>Theoborus villosulus</i> (Blandford, 1898)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29. <i>Xyleborinus saxeseni</i> (Ratzeburg, 1837)	-	-	-	-	-	-	-	-	ND	d	PF	Z
30. <i>Xyleborinus sentosus</i> (Eichhoff, 1868)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31. <i>Xyleborinus</i> sp1.	-	-	-	-	ND	d	PF	Z	-	-	-	-
32. <i>Xyleborinus</i> sp2.	-	-	-	-	ND	d	PF	Z	-	-	-	-
33. <i>Xyleborus biconicus</i> Eggers, 1928	ND	c	F	Y	ND	c	F	Z	ND	d	PF	Z
34. <i>Xyleborus bispinatus</i> (Eichhoff, 1868)	ND	d	PF	Z	ND	c	F	Z	D	a	MF	W
35. <i>Xyleborus spinulosus</i> (Blandford, 1898)	ND	c	F	Z	ND	c	F	Y	ND	c	F	Z
36. <i>Xyleborus volvulus</i> (Fabricius, 1775)	*D	ma	MF	W	*D	ma	MF	W	SD	sa	SF	W
37. <i>Xyleborus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	ND	r	PF	Z
38. <i>Xylosandrus morigerus</i> (Blandford)	D	c	F	Z	ND	c	F	Z	ND	r	PF	Z

SD= super dominante, D= dominante, ND= não dominante. sa= super abundante, ma= muito abundante, a= abundante, c= comum, d= disperso, r= raro, SF= super frequente, MF= muito frequente, F= frequente, PF= pouco frequente, W= constante, Y= acessória, Z= acidental.* espécies predominantes (indicadores).

Diversidade de espécies

A área que apresentou o maior valor do índice de diversidade de Shannon (H') foi o sistema agroflorestal misto (borda) (SAFb) ($H'=2,34$), apresentando diferença significativa quando comparada com as outras áreas (Tabela 18, figura 25). O pasto (P) e a plantação de café (C) foram as áreas que apresentaram os menores valores do índice Shannon ($H'=1,58$ e $H'=2,01$, respectivamente) (Tabela 18).

Os sistemas agroflorestais e a plantação de seringueira foram as áreas com maior abundância e riqueza. Isso devido principalmente por serem áreas com maior intervenção humana e possivelmente à condição de estresse das árvores. Nesses locais existe uma maior quantidade de restos vegetais, troncos e galhos quebrados. Esse tipo de material fornece condições ótimas para o desenvolvimento e crescimento das populações desses insetos. Esse resultado foi semelhante à abundância encontrada por Silva et al, (2009), que compararam a diversidade de Scolytinae entre remanescentes de Mata Atlântica e um corredor agroflorestal no Rio de Janeiro, sendo o corredor agroflorestal o que apresentou a maior abundância e as áreas de floresta a maior diversidade.

O pasto (P) foi a área que apresentou a menor diversidade. Resultado similar foi obtido por Muerer et al. (2013) que compararam a diversidade de escolitíneos em áreas florestadas (cerrado; cerradão; floresta estacional decidual) e áreas abertas (campo de murundus; campo limpo e campo cerrado/carandazal), onde as áreas de campo aberto foram as que apresentaram a menor diversidade. A plantação de café também apresentou uma baixa diversidade, resultado semelhante ao encontrado por Machado (2013) que comparou a diversidade de escolitíneos entre uma mata nativa e uma monocultura de *Pinus taeda*, sendo essa área a que apresentou a menor diversidade. O mesmo resultado foi descrito por Müller e Juarez (2004) comparando áreas de floresta e monocultura de *Eucaliptus grandis*, sendo a monocultura a que apresentou o menor número de espécies.

O sistema agroflorestal café-seringueira (SAFcs) foi a área que apresentou o maior valor do índice de Margalef ($D_{Mg}=4,013$). O menor valor desse índice foi para o pasto (P) ($Mg=1,97$) (Tabela 18).

O maior valor do índice de dominância de Berger-Parker ocorreu no pasto (P) ($d=0,619$) e no SAFcs ($d=0,604$) apresentando ambos diferença estatística com as demais áreas (Figura 32). Estas duas áreas foram as mais as que apresentaram maior dominância,

devido à maior proporção da espécie mais abundante (*H. hampei*) em relação ao total de indivíduos, situação diferentes às outras áreas.

O centro e a borda do fragmento florestal (FF2 e FF3, respectivamente) mostraram o mesmo e maior valor de equitabilidade ($J=0,826$), embora as áreas apresentassem menor abundância em comparação com o sistema agroflorestal café-seringueira, que exibiu a maior abundância. FF2 e FF3 mostraram esses valores de equitabilidade já que a maioria das espécies é igualmente abundante.

Tabela 18 - Índices de diversidade e dominância para as espécies da subfamília Scolytinae para oito áreas de coleta, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ – USP), Piracicaba - SP. FF1: fragmento florestal perto do rio, FF2: centro do fragmento florestal, FF3: borda do fragmento florestal, SAFb: sistema agroflorestal misto (borda), P: pasto, SAFcs: sistema agroflorestal café-seringueira, C: plantação de café e S: plantação de seringueira

Índices	Áreas							
	FF1	FF2	FF3	SAFb	P	C	SAFcs	S
Diversidade de Shannon	2,215	2,052	2,119	2,34	1,587	2,019	2,193	2,292
Diversidade Margalef	3,648	2,469	2,701	3,936	1,970	2,787	4,013	2,885
Dominância Berger-Parker	0,201	0,279	0,259	0,226	0,619	0,459	0,604	0,331
Equitabilidade Pielou	0,752	0,826	0,826	0,736	0,815	0,765	0,720	0,765

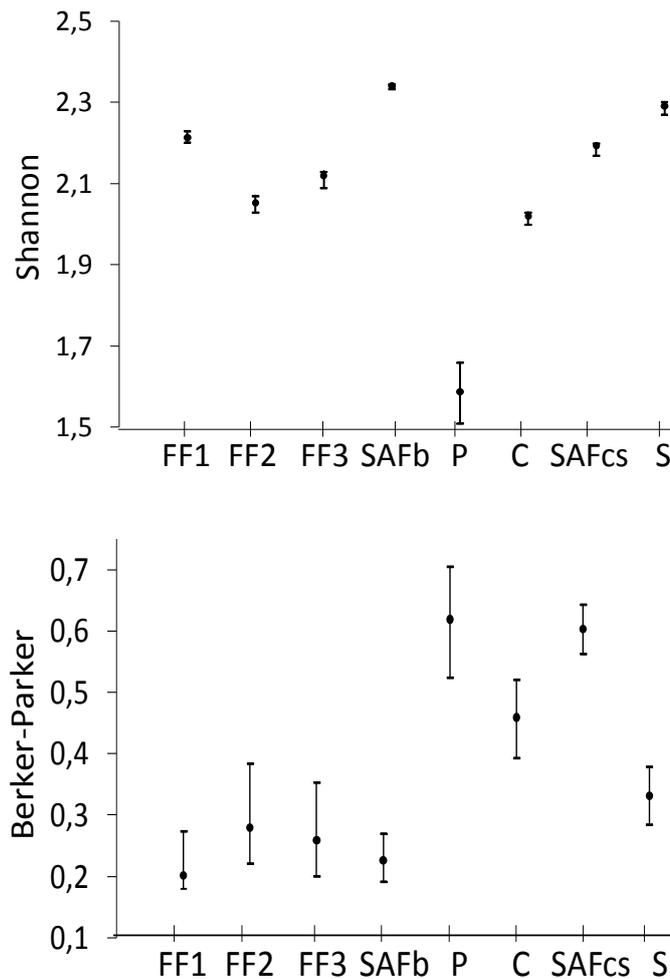


Figura 25 - Índice de diversidade de Shannon e índice de dominância de Berker-Parker (intervalo de confiança de 95%), para as espécies da subfamília Scolytinae nas oito áreas de coleta, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ – USP), Piracicaba - SP. FF1: fragmento florestal perto do rio, FF2: centro do fragmento florestal, FF3: borda do fragmento florestal, SAFb: : sistema agroflorestal misto (borda), P: pasto, SAFcs: sistema agroflorestal café-seringueira, C: plantação de café e S: plantação de seringueira

Similaridade entre as áreas

Em relação à presença e ausência de espécies nas oito áreas amostradas, a maior similaridade foi observada entre o sistema agroflorestal café-seringueira (SAFcs) e o sistema agroflorestal misto (borda) (SAFb), com uma similaridade de 62% (Tabela 20, figura 26). Isso pode ser explicado devido a ambas as áreas compartilharem um elevado número de espécies (19), exceto *Chramesus* sp., *Ambrosiodmus* sp., *Theoborus villosulus* (Blandford, 1898), *Xyleborinus saxeseni* (Ratzeburg, 1837) e *Xyleborus* sp. que somente estiveram presente no SAFb e as espécies *Monarthrum* sp., *Cryptocarenus seriatus* Eggers, 1933, *Hylocurus* sp2., *Xyleborinus* sp1. e *Xyleborinus* sp2. presentes apenas no SAFcs. Por outro lado, a maior diferença em relação à composição de espécies foi encontrada entre a borda do fragmento

florestal (FF3) e o pasto (P) adjacente, com apenas 22% de similaridade. (Tabela 20) (Figura 26).

Tabela 20 - Índice de similaridade e distância de Jaccard para as oito áreas de coleta, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ – USP), Piracicaba - SP. FF1: fragmento florestal perto do rio, FF2: centro do fragmento florestal, FF3: borda do fragmento florestal, SAFb: sistema agroflorestal misto (borda), P: pasto, SAFcs: sistema agroflorestal café-seringueira, C: plantação de café e S: plantação de seringueira

	FF1	FF2	FF3	SAFb	P	C	SAFcs	S
FF1	-	0,409	0,391	0,483	0,273	0,478	0,556	0,577
FF2	-	-	0,563	0,440	0,313	0,500	0,522	0,417
FF3	-	-	-	0,370	0,222	0,400	0,385	0,346
SAFb	-	-	-	-	0,320	0,560	0,621	0,586
P	-	-	-	-	-	0,412	0,280	0,348
C	-	-	-	-	-	-	0,583	0,609
SAFcs	-	-	-	-	-	-	-	0,552
S	-	-	-	-	-	-	-	-

Analisando o dendrograma, se observa a formação de dois grandes grupos associados. Um composto pelo o centro e a borda do fragmento florestal (FF1 e FF2) e o outro formado pelas demais áreas (FF1, SAFb, C, SAFcs e S). Observa-se também o isolamento do pasto (Figura 26).

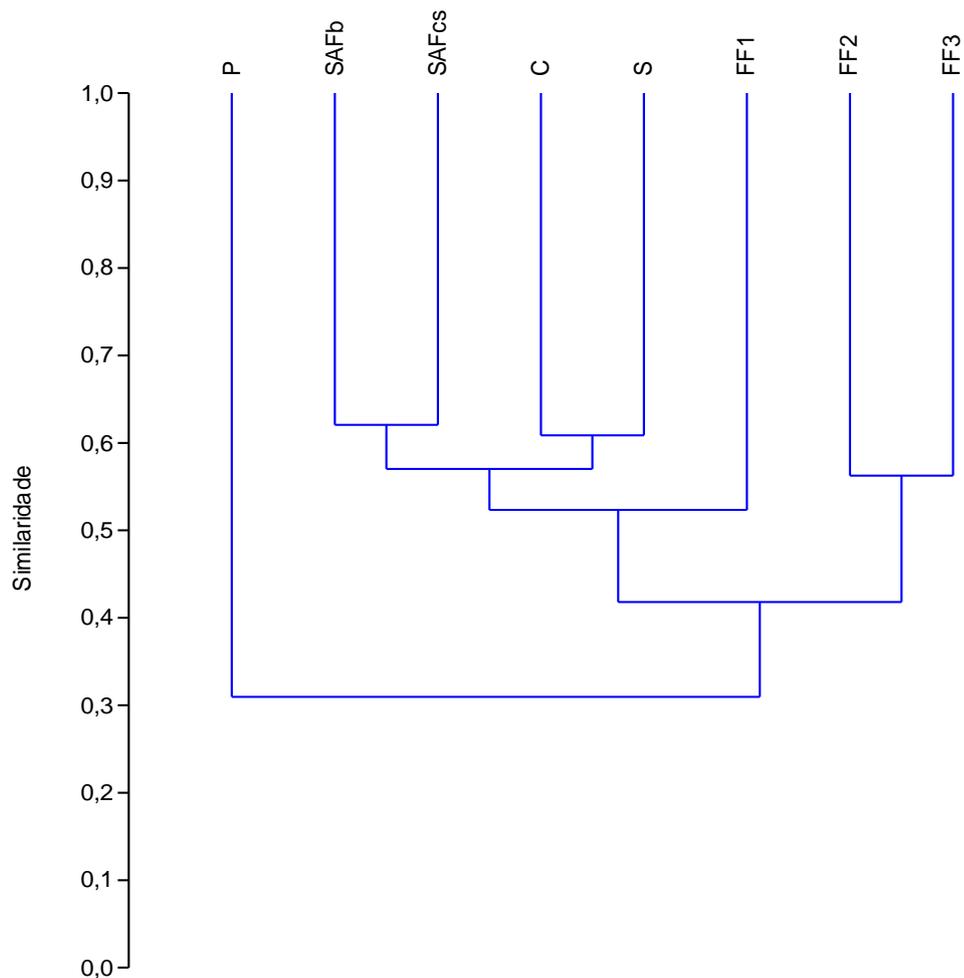


Figura 26 - Dendrograma de similaridade de Jaccard (Coef. Correl. 0,914) para as oito áreas de coleta, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ – USP), Piracicaba - SP. FF1: fragmento florestal perto do rio, FF2: centro do fragmento florestal, FF3: borda do fragmento florestal, SAFb: sistema agroflorestal misto (borda), P: pasto, SAFcs: sistema agroflorestal café-seringueira, C: plantação de café e S: plantação de seringueira

Sazonalidade e correlação com fatores microclimáticos

A maior abundância de escolitíneos foi encontrada nos meses: outubro (369 indivíduos - 20,1%), setembro (252 indivíduos - 13,7%), agosto (240 indivíduos - 13,1%), que representaram 46,9% do total de indivíduos capturados. Os meses restantes permaneceram com menos de 200 indivíduos, sendo janeiro o mês com a menor abundância (42 indivíduos - 2,3%). O maior número de espécies coincidiu com o período de maior abundância (outubro e setembro 18 espécies), assim também, o menor número de espécie encontrado coincidiu com o mês de menor abundância (janeiro com sete espécies) (Figura 27).

Analisando as áreas separadamente, o padrão de abundância apresentou pequenas diferenças temporais. O centro do fragmento florestal (FF2) (38 indivíduos) e o sistema

agroflorestal café-seringueira (SAFcs) (249 indivíduos) apresentaram a maior abundância em outubro. No sistema agroflorestal misto (borda) (SAFb) (28 indivíduos) e no pasto (P) (29 indivíduos) a maior abundância ocorreu em maio. No fragmento florestal perto do rio (FF1) (38 indivíduos) o maior número de indivíduos foi encontrado em setembro. A maior abundância na borda do fragmento (FF3) (17 indivíduos) foi capturada em julho. Na plantação de café (C) (30 indivíduos) e na plantação de seringueira (S) (83 indivíduos) a maior abundância foi em novembro e agosto, respectivamente.

A época seca (junho até novembro) foi a que apresentou a maior abundância e riqueza de escolitíneos (1279 indivíduos – 19 espécies), como comparação, na época chuvosa (dezembro até abril) foram coletados 554 indivíduos distribuídos em 12 espécies (Figura 27).

Ao analisar cada área, pode-se observar o mesmo padrão de distribuição com o maior número de indivíduos e espécies na época seca (Figura 28).

Os resultados do presente estudo foram similares ao encontrado por Machado (2013), que coletou o maior número de indivíduos na época de inverno-primavera. No entanto, outros estudos têm mostrado que os escolitíneos são mais abundantes durante as estações quentes e úmidas (FLECHTMANN, 1995; MÜLLER; ANDREIV, 2004; RONQUE; FLECHTMANN; LOPES, 2012). Segundo Wood (1982), a temperatura é um fator muito importante, especialmente quando se trata de alta ou baixa intensidade e pode ocasionar diminuição da atividade do inseto e em casos mais rigorosos, causar a morte dos mesmos. A temperatura pode modificar e influir também no tempo de duração do vôo, pois as condições podem não ser favoráveis e oferecem riscos à vida do inseto, influenciando diretamente seu ciclo de vida. Entretanto, a umidade desempenha importante destaque na preferência alimentar por algumas espécies florestais de escolitíneos e o critério da escolha é a principal diferença biológica entre as espécies dos besouros-da-casca e dos besouros-da-ambrosia, pois o segundo grupo tem a umidade como fator limitante para sua sobrevivência, uma vez que seu fungo simbiote necessita de umidade adequada para seu crescimento e manutenção (RUDINSKI, 1962).

A *H. hampei* ocorreu em todo o período de coleta, apresentando seu pico populacional no mês de outubro. A segunda espécie mais abundante *Premnobius cavipennis* também foi constante em todos os meses de coleta, com seu pico de abundância em maio. *Hypothenemus* sp1. e *Xyleborus volvulus* também estiveram presentes em todas as coletas. Por outro lado, *Ambrosiodmus opimus* e *Xyleborus bispinatus* foram constantes em quase todas as coletas. Onze espécies estiveram presentes em somente uma coleta, *Cnesinus* sp., *Corthylus* sp., *Hypothenemus* sp4., *Coccotrypes* sp1., *Chramesus* sp., *Scolytus thoracicus*, *Cnestus* sp.,

Coptoborus vesportorius, *Theoborus villosulus*, *Xyleborinus sentosus* e *Xyleborinus* sp2., sendo seis delas *singletons*.

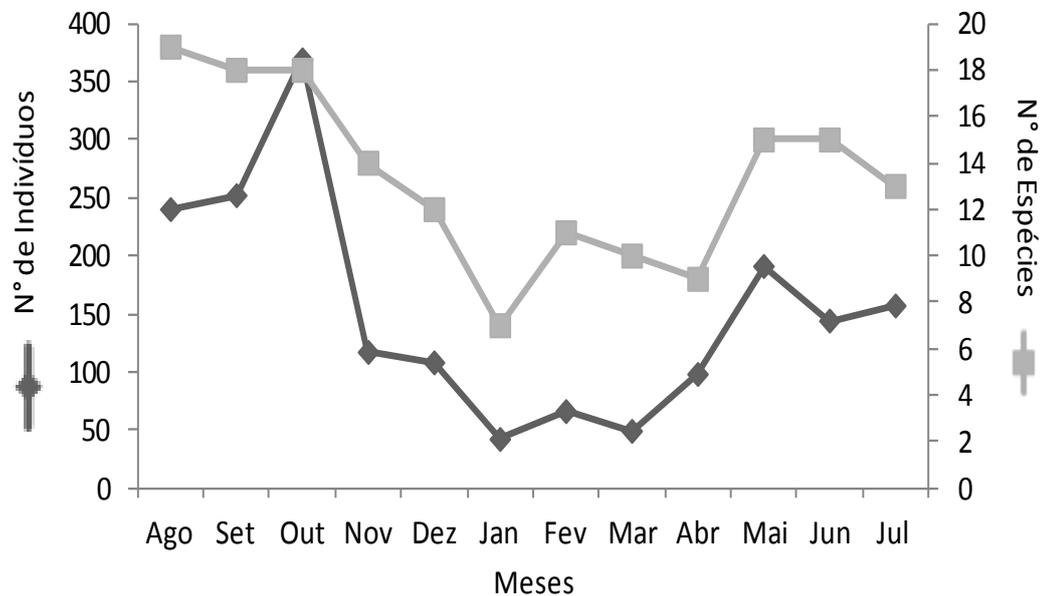


Figura 27 - Número de indivíduos e espécies da subfamília Scolytinae coletados por mês nas oito áreas de coleta durante o período de coleta (agosto 2013-julho 2014) na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ - USP) Piracicaba-SP

Da análise de correlação de Spearman pode-se afirmar que das variáveis climáticas analisadas (temperatura do ar, umidade relativa do ar, temperatura do solo, umidade do solo, radiação solar e precipitação) somente temperatura do ar ($r=-0,69$ e $r=-0,74$, $p<0,01$), umidade do solo ($r=-0,45$ e $r=-0,42$, $p<0,001$) e temperatura do solo ($r=-0,32$ e $r=-0,25$, $p<0,01$) apresentaram correlação significativa negativa com a abundância e riqueza total de Scolytinae (Tabela 20). Esses resultados diferem dos encontrados por Müller e Andreiv (2004) que analisaram a diversidade de escolitíneos com as variáveis climáticas (temperatura média, umidade relativa), encontrando correlação positiva significativa com ambas variáveis. Os resultados deste estudo também são diferentes daqueles encontrados por Ronque et al. (2009) e Machado (2013) que não encontraram correlação significativa com nenhuma dessas variáveis.

Alguns autores sugerem que a precipitação influencia a população e comportamento de Scolytinae, observando que altos valores de precipitação afetam negativamente a abundância desses insetos (MOSER; DELL, 1979; DORVAL; PERES FILHO; MARQUES, 2005). No entanto, outros pesquisadores afirmam o contrário. Flechtmann et al. (2001) analisando a diversidade de Scolytinae em uma plantação de *Eucalyptus grandis* e *Pinus taeda*

no Paraná, relataram que o pico de abundância ocorreu na época chuvosa. Abreu et al., (2012) com base em seus resultados, afirmam que a diversidade e abundância de Scolytinae não foi afetada pela precipitação nem a temperatura. Esses resultados concordam com Meurer et al., (2013) que comprovaram em seus estudos, que a distribuição da comunidade de Scolytinae não foi influenciada pela temperatura e umidade do ar. No entanto, segundo Wood (1982) a temperatura e umidade do ar são os dois fatores de maior importância para algumas espécies de escolitíneos, principalmente as do gênero *Xyleborus*, condição em que as variáveis climáticas limitam o crescimento do fungo que serve de alimento para essas espécies. Já Morales et al., (2000), avaliando a diversidade de escolitíneos em reflorestamentos com *E. grandis* no Mato Grosso, afirmaram que temperatura e precipitação foram variáveis que influenciaram diretamente a flutuação da população desses insetos.

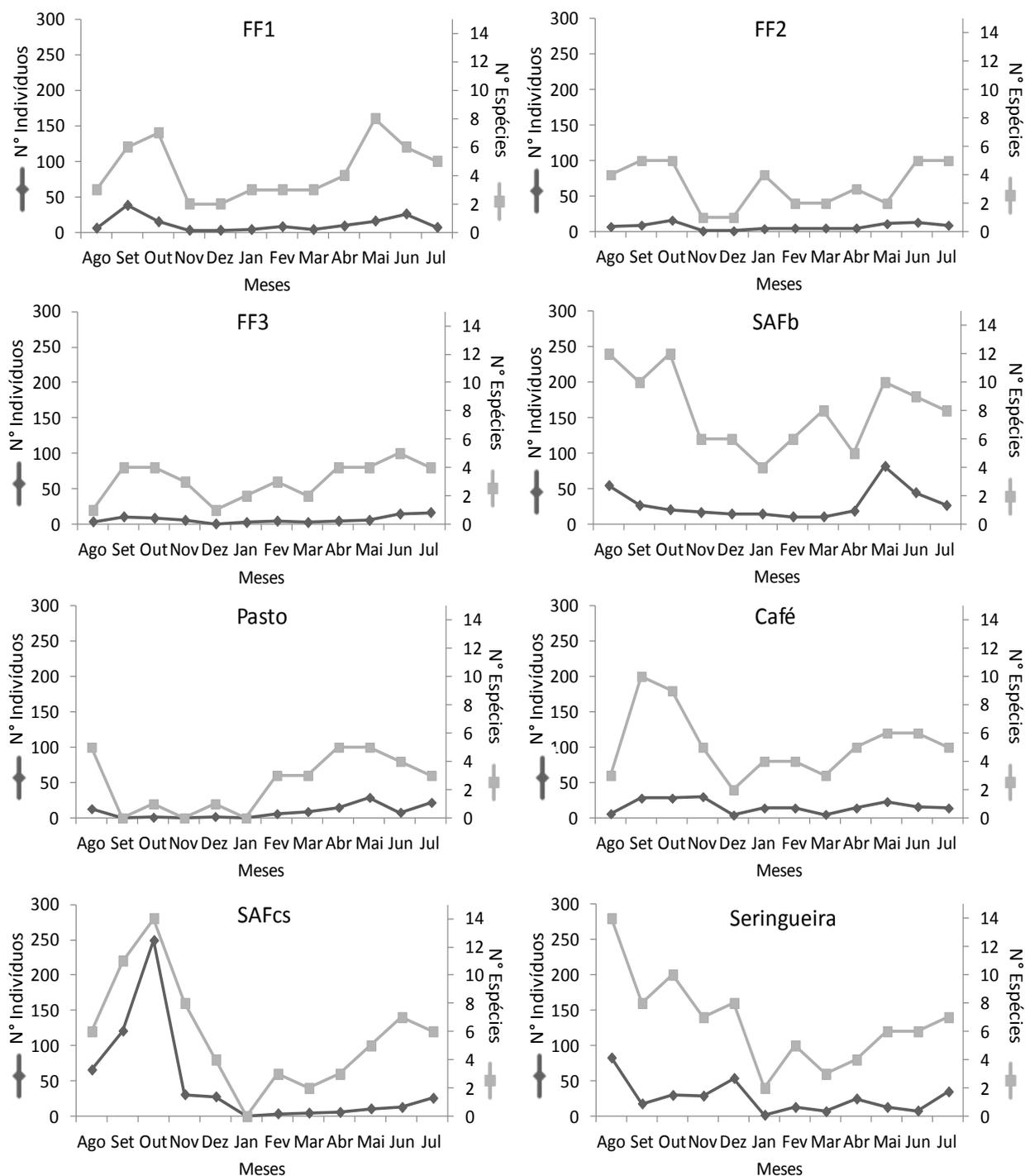


Figura 28 - Distribuição mensal das espécies e indivíduos da subfamília Scolytinae nas oito áreas de coleta, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ – USP), Piracicaba – SP, durante agosto 2013 e julho 2014. FF1: fragmento florestal perto do rio, FF2: centro do fragmento florestal, FF3: borda do fragmento florestal, SAFb: sistema agroflorestal misto (borda), SAFcs: sistema agroflorestal café-seringueira

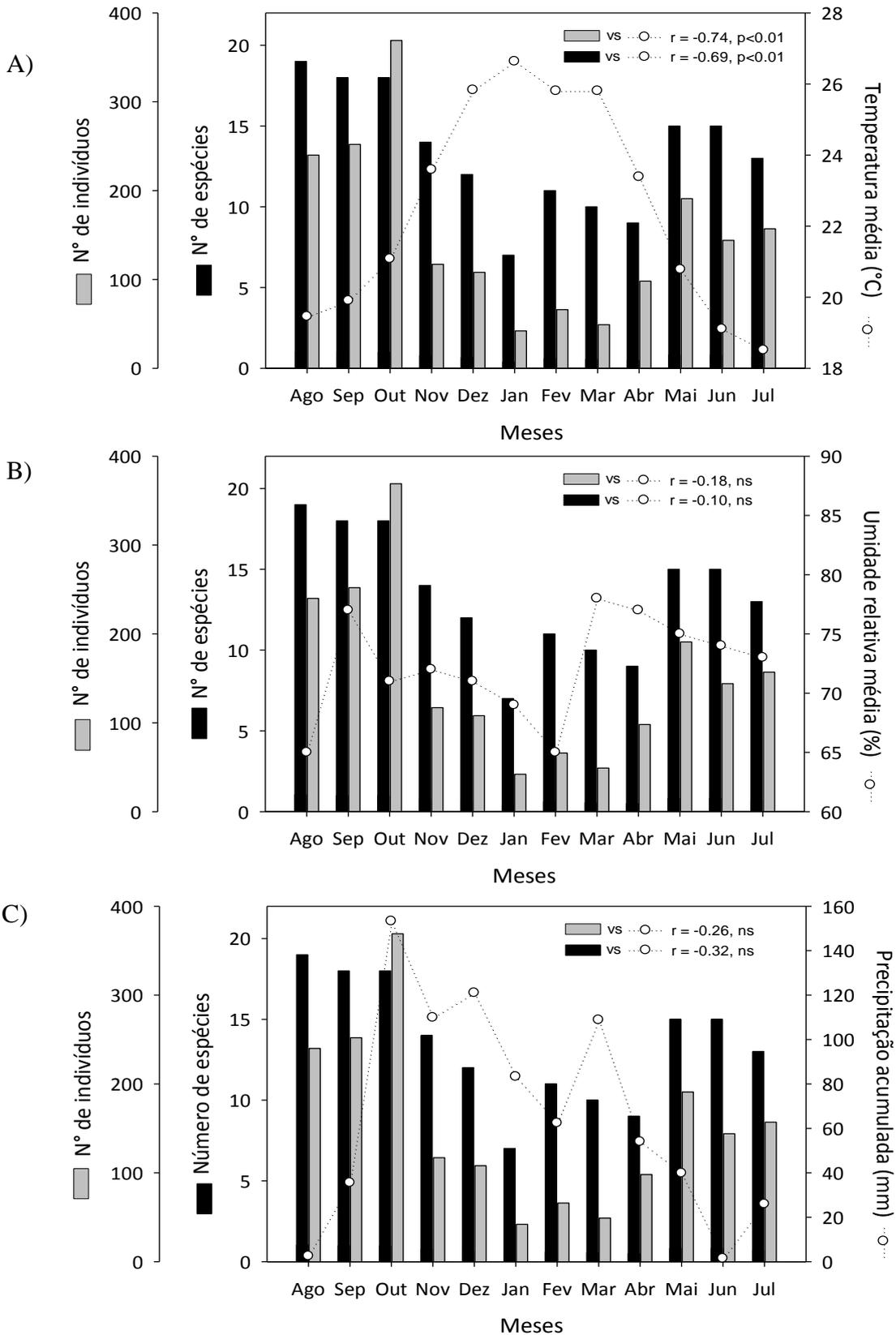


Figura 29 - Distribuição mensal da abundância e riqueza de espécies da subfamília Scolytinae coletadas por mês e variáveis climáticas nas oito áreas de coleta, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ - USP) Piracicaba-SP, durante o período de coleta (agosto 2013-julho 2014). A) Temperatura média do ar. B) Umidade relativa média do ar. C) Precipitação acumulada

Pode-se observar, ao analisar as áreas, que a abundância e riqueza de escolitíneos apresentam correlação negativa com a temperatura do ar e do solo nas áreas de florestas e nos sistemas agroflorestais, sendo significativo para FF1, FF2, FF3 e SAFb no caso da temperatura do ar, e para FF2 e FF3 no caso da temperatura do solo. (Tabela 20).

Tabela 20 - Correlação linear de Spearman entre as variáveis microclimáticas e a abundância e a riqueza de Scolytinae, nas oito áreas de coleta, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ – USP), Piracicaba – SP. FF1: fragmento florestal perto do rio, FF2: centro do fragmento florestal, FF3: borda do fragmento florestal, SAFb: sistema agroflorestal misto (borda), SAFcs: sistema agroflorestal café-seringueira. Significância estatística 0,05 (*), 0,01(**) e 0,001 (***). As áreas foram calculadas segundo n = 12 (meses), enquanto que a correlação geral foi calculada com n = 96 (áreas x meses)

Áreas	Temperatura do ar (C°)	Umidade do ar (%)	Temperatura do solo (C°)	Umidade do solo (%)	Radiação (Watts/m ²)	Precipitação (mm)
FF1						
Abundância	-0,60*	-0,35	-0,55	-0,14	-0,60*	-
Riqueza	-0,61*	-0,34	-0,55	-0,13	-0,64*	-
FF2						
Abundância	-0,73**	-0,42	-0,83***	-0,65*	-0,67*	-
Riqueza	-0,59*	-0,17	-0,64*	-0,54	-0,49	-
FF3						
Abundância	-0,71**	-0,59*	-0,84***	-0,48*	-0,36*	-
Riqueza	-0,50*	-0,39	-0,66*	-0,3	-0,51	-
SAFb						
Abundância	-0,86***	-0,75**	0,14	-0,12	-0,60*	-
Riqueza	-0,68**	-0,67*	0,08	-0,08	-0,3	-
Pasto						
Abundância	-0,51	0,11	-0,52	-0,19	-0,82***	-
Riqueza	-0,50	0,23	-0,47	-0,20	-0,82***	-
Café						
Abundância	-0,30	-0,18	-0,26	-0,30	0,82***	-
Riqueza	-0,53	-0,18	-0,28	-0,54	0,77***	-
SAFcs						
Abundância	-0,45	-0,54	0,54	-0,56	0,32	-
Riqueza	-0,59	-0,55	0,57	-0,70	0,31	-
Seringueira						
Abundância	-0,23	-0,44	-0,26	-0,39	-0,26	-
Riqueza	-0,40	-0,59	-0,55	-0,63*	-0,04	-
Geral						
Abundância	-0,74**	-0,18	-0,26**	-0,42***	-0,01	-0,26
Riqueza	-0,69**	-0,1	-0,26**	-0,45***	-0,02	-0,32

Correlação com a cobertura arbórea

Houve correlação negativa significativa entre a cobertura arbórea e a abundância ($r=0,30$, $p<0,01$) e a riqueza de espécies de Scolytinae ($r=0,37$, $p<0,001$) (Tabela 21).

Analisando as áreas separadamente, observa-se que o sistema agroflorestal misto (borda) (SAFb), teve alta correlação negativa significativa com a riqueza de espécies de escolitíneos, por outro lado, a plantação de seringueira mostrou correlação negativa significativa com a abundância e riqueza de espécies (Tabela 21).

Tabela 21 - Correlação linear de Spearman entre a cobertura arbórea e a abundância e a riqueza de Scolytinae, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ – USP), Piracicaba – SP. FF1: fragmento florestal perto do rio, FF2: centro do fragmento florestal, FF3: borda do fragmento florestal, SAFb: sistema agroflorestal misto (borda), SAFcs: sistema agroflorestal café-seringueira. Significância estatística 0,05 (*), 0,01(**) e 0,001 (***). As áreas foram calculadas segundo $n = 12$ (meses), enquanto que a correlação geral foi calculada com $n = 96$ (áreas x meses)

	Áreas								Geral
	FF1	FF2	FF3	SAFb	Pasto	Café	SAFcs	Seringueira	
Cobertura (%)									
Abundância	-0,23	-0,20	-0,39	-0,48	-	-	-0,51	-0,64**	-0,30**
Riqueza	-0,25	-0,47	-0,08	-0,75**	-	-	-0,52	-0,82***	-0,37***

5 CONCLUSÕES

A família Scarabaeidae apresentou maior abundância e riqueza de espécies nas áreas com estrutura vegetacional mais complexa – fragmento florestal e sistemas agroflorestais. Por outro lado, os insetos da subfamília Scolytinae apresentaram maior diversidade e abundância nas áreas antrópicas com estrutura arbórea, enquanto que as áreas nativas apresentaram a menor diversidade de espécies.

As espécies da família Scarabaeidae, *Canthidium dispar*, *Deltochilum morbillosum*, *Ontherus azteca* e *Phanaeus splendidus* foram exclusivas das áreas de floresta nativa, indicando sua sensibilidade e a possibilidade de seu emprego como bioindicadores.

A abundância e riqueza de espécies de escarabeídeos foram correlacionadas positivamente com a temperatura do ar, temperatura e umidade do solo e a precipitação. Por outro lado, a abundância e riqueza de espécies da subfamília Scolytinae apresentaram correlação negativa com a temperatura do ar e a temperatura e umidade do solo, estando presente em maior abundância na época seca.

As espécies da subfamília Scolytinae *Cryptocarenum heveae*, *Premnobius ambitiosus* e *Xyleborus bispinatus* foram coletadas somente nas áreas mais antropizadas.

A pastagem foi o agroecossistema que apresentou a menor diversidade e abundância de insetos de ambos os grupos estudados, devido principalmente às condições climáticas extremas que a área apresenta, além da pouca disponibilidade de alimento.

Ambos os grupos de insetos estudados apresentaram um comportamento diferente de acordo com cada sistema avaliado, sendo a família Scarabaeidae mais abundante e rica na área de floresta nativa, em quanto que, Scolytinae foi mais diverso e mais abundante nos sistemas agroflorestais e nas monoculturas. Esse comportamento permite considerar esses insetos como dos tipos de bioindicadores diferentes.

Os agroecossistemas que possuem alguma estrutura arbórea podem ser considerados uma alternativa para a conservação da diversidade em especial da subfamília Scolytinae. Nesses locais, os insetos da família Scarabaeidae apresentaram diversidade similar às áreas de floresta nativa, porém com um reduzido número de indivíduos. Deste modo, estes agroecossistemas podem ser utilizados como conectores biológicos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Recomenda-se a implementação de novos experimentos em outros fragmentos florestais e sistemas agroflorestais, tanto na Mata Atlântica como em outros biomas brasileiros.

Sugere-se a realização de uma nova amostragem da família Scarabaeidae utilizando outros tipos de isca, tais como fezes humanas, carne ou frutas em decomposição com a finalidade de capturar uma possível maior diversidade de espécies.

REFERÊNCIAS

ABREU, R.L.S.; RIBEIRO, G.A.; VIANEZ, B.F.; CAMPOS, C.S. Insects of the Subfamily Scolytinae (Insecta: Coleoptera, Curculionidae) Collected with Pitfall and Ethanol Traps in Primary Forests of Central Amazonia. **Psyche: A Journal of Entomology**, Cambridge, v. 2012, P. 1-9, 2012.

ABREU, R.L.S.; FONSECA, C.R.V; MARQUES, E.N. Análise das principais espécies de Scolytidae coletadas em floresta primária no estado do Amazonas. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 26, n. 3, p. 527–535, 1997.

ALAMEIDA, A; BATISTA, J.L; DAMASCENA, L. Análise da Fragmentação dos Remanescentes de Mata Atlântica na APA do Pratigi para a Identificação de áreas com maior potencial para a Construção de Corredores Ecológicos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, 3., 2010. Recife-PE. **Anais...** Recife-PE, 2010. p. 1-8.

ALLABY, M. **The concise Oxford dictionary of botany**. New York, NY: Oxford University Press. 1992. 442p.

ALMEIDA, S. DA 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**, Londrina, v. 38, n. 1, p. 32–43, 2009.

ALTIERI, M.; NICHOLLS, C.I. Teoría y práctica para una agricultura sustentable. Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental. **PNUMA. Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe**. México, v. 235, 2000. 250p.

ALTIERI, M.A. **Agroecology: The scientific basis of alternative agriculture**. Westview Press, Boulder. 1987. 227p.

ALVARES, C. A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, M.J.L.; SPAVOREK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Berlin, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

ANDREWARTHA, H. G.; BIRCH, L.C. The distribution and abundance of animals. University Chicago Press, Chicago. 1954. 782p.

ARNAUD, P. **Les coléoptères du monde vol. 28: Phanaeini**. 2002. 151p.

ASSIS JÚNIOR, S.L. **Sistemas agroflorestais versus monoculturas: coleoptera, scarabaeidae e microbiota do solo como bioindicadores de sustentabilidade**. 70p. Tese

(Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

ATKINSON, T.; CÉSPEDES, S.E.; FERNÁNDEZ, M.E.; SOLORIO, B.A. Coleópteros scolytidae y platypodidae asociados con las comunidades vegetales de clima templado y frío en el estado de Morelos, Mexico. **Acta zoológica Mexicana**, México DF, v. 17, p. 58, 1986.

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

AUDINO, L.D. **Resposta da comunidade de Scarabaeidae a degradação e substituição de área de campo nativo por pastagem cultivada na região da Campanha, município de Bagé, RS**. 67p. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade da Região da Campanha, Bagé, 2007.

BEER, J.; HARVEY, C.; IBRAHIM, M.; HARMAND, J.M.; SOMARRIBA, E.; JIMÉNEZ, F. Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. **Agroforestería en las Américas**, Turrialba, v. 10, n. 37-38, p. 80–87, 2003.

BERTI FILHO, E.; FLECHTMANN, C.A.H. A model of ethanol trap to collect Scolytidae and Platypodidae (Insecta, Coleoptera). **IPEF**, Piracicaba, n. 34, p. 53–56, 1986.

BOSSART, J.L.; CARLTON, C.E. Insect conservation in America. **American Entomologist**, Lanham, v. 48, n. 2, p. 83, 2002.

BOUCHARD, P.; GREBENNIKOV, V.; SMITH, A.B.T.; DOUGLAS, H. Biodiversity of Coleoptera. In: FOOTITT, R.G; ADLER P.H. **Insect biodiversity: science and society**. Oxford:Blackwell Publishing, 2009. p. 265-303.

BRIGHT, D.E. A Catalog of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera), Supplement 3 (2000-2010) with notes on subfamily and tribal reclassifications. **Insecta Mundi**, Gainesville, FL, n. 356, p. 1-336, 2014.

BRIONES, R.; JEREZ, V. Efecto de la edad de la plantación de *Pinus radiata* en la abundancia de *Ceroglossus chilensis* (Coleoptera: Carabidae) en la Región del Biobío, Chile. **Bosque**, Valdivia, v. 28, n. 3, p. 207–214, 2007.

BROWN, K.S. Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forests: insects as indicators for conservation monitoring. **Journal of Insect Conservation**, Dordrecht, v. 1, n. 1, p. 25–42, 1997.

BUREL, F.; BAUDRY, J. **Ecología del paisaje. Conceptos, métodos y aplicaciones.** Madrid: Mundi-Prensa, 2002. 353p.

CAMPOS, M.E. **Scarabaeidae (coleoptera) na caatinga baiana: distribuição e planejamento de pesquisas.** 2012. 50p. Dissertação (Mestrado em Modelagem em Ciências da Terra e o Ambiente) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana. 2012.

CAMPOS, R.C. **Besouros indicadores (Coleoptera, Scarabaeinae) na avaliação de alteração ambiental em fragmentos de mata atlântica contíguos a cultivos de milho convencional e transgênico.** 2012. 103p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

CHAND, R. A study on the effects of certain abiotic factors on the activity of *Adoretus epipleuralis* Arrow (Coleoptera: Scarabaeidae). **Proceedings: Animal Sciences**, v. 95, n. 1, p. 97–102, 1986.

CHANDRA, K.; KHAN, S.; GUPTA, D. New records to the species diversity of family Scarabaeidae and Hybosoridae (Coleoptera: Scarabaeoidea) of Jabalpur, Madhya Pradesh (India). **Academic Journal of Entomology**, Deira , v. 5, n. 1, p. 28–36, 2012.

CATHARINO, E.L.M. **Estudos fisionômico-florísticos e fitossociológicos em matas residuais secundárias no município de Piracicaba, SP.** 1988. 181p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Campinas. 1988.

COLWELL, R.K. **Estimates:** Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9.0.1. Department of Ecology and Evolutionary Biology, University of Connecticut, Storrs. 2013 . Disponível em: <<http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/>>. Acesso: 15 jul. 2015.

CONDÉ, P.A. **Comunidade de Besouros Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) em duas áreas de Mata Atlântica do Parque Municipal da Lagoa do Peri, Florianópolis-SC: Subsídios para o Biomonitoramento Ambiental.** 2008. 51p. TCC (Bacharelado e Licenciatura em Ciências Biológicas) - Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Maria, Florianópolis, 2008.

COPPO, L.T. **Estrutura de comunidade de scarabaeoidea copronecrófagos (cooleoptera) em áreas de fragmentos florestais e reflorestamentos de mata ciliar.** 2010. 109p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.

COSTA LIMA, A.M. **Insetos do Brasil**. 10.v.: Coleópteros. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Agronomia, 1956. 373p.

COSTA, C.M.Q. SILVA, F.A.B.; FARIAS, A.I.; MOURA, R.C. Diversidade de Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae) coletados com armadilha de interceptação de vôo no refúgio ecológico Charles Darwin, Igarassu-PE, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 53, n. 1, p. 88–94, 2009.

CULTID, C.A.; URIBE, M.C.A.; QUINTERO, M.B.G.; VILLA, E.A.F.; CONSTANTINO, L.M.; POSADA, B.N.J. **Escarabajos coprógafos (Scarabaeinae) del eje cafetero: guía para el estudio ecológico**. WCS-Colombia: CENICAFÉ y Federación Nacional de Cafeteros; Villa María, Caldas, Colombia, 2012. 197p.

DALL’OGLIO, O.T.; PERES FILHO, O. Levantamento e flutuação populacional de coleobrocas em plantios homogêneos de seringueira em Itiquira-MT. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 51, n. 2, p. 1-10, 1997.

DEAN, W. **A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira**. São Paulo: Companhia das Letras, 1996. 484p.

DELOYA, C.; PARRA-TABLA, V.; DELFÍN-GONZÁLEZ, H. Fauna de coleópteros Scarabaeidae Laparosticti y Trogidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) asociados al Bosque Mesofilo de Montaña, cafetales bajo sombra y comunidades derivadas en el Centro de Veracruz, México. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 36, n. 1, p. 5–21, 2007.

DIDHAM, R.K.; GHAZOUL, J.; STORK, N.E.; DAVIS, A.J. Insects in fragmented forests: a functional approach. **Trends in Ecology and Evolution**, Amsterdam, v. 11, n. 6, p. 255–260, 1996.

DONADIO, N.M.M.; DE PAULA, R.C.; GALBIATTI, J.A. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um remanescente florestal ripário no município de Guariba, Estado de São Paulo, Brasil. Floristic and structure of the arboreal community of riparian forest remain at Guariba municipality, São Paulo State, B. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 1-17, 2009.

DORVAL, A.; PERES FILHO, O. Levantamento e flutuações populacional de coleópteros em vegetação do cerrado da baixada cuiabana, MT. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 171–182, 2001.

DORVAL, A.; PERES FILHO, O.; MARQUES, E.N. Levantamento de Scolytidae (Coleoptera) em plantações de Eucalyptus spp. em Cuiabá, estado de Mato Grosso. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 47–58, 2005.

EDMONDS, W.D. A new species of *Phanaeus* Macleay (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae: Phanaeini) from Oaxaca, Mexico. **Zootaxa**, Ouckland, v. 1171, p. 31–37, 2006.

FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, Palo Alto, v. 34, p. 487-515, 2003.

FAVILA, M.E. Los escarabajos y la fragmentación. In: GUEVARA, S. ; LABORDE, J.; SÁNCHEZ RÍOS, Y G. (Ed.). **Los Tuxtlas: El paisaje de la sierra**. Unión Europea-Instituto de Ecología A.C., 2004. p. 135-157.

FAVILA, M.E.; HALFFTER, G. The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function. **Acta Zoológica Mexicana**, México DF, v. 72, p. 1–25, 1997.

FEINSINGER, P. **Designing field studies for biodiversity conservation**. Local:Island Press, 2001. 96p.

FLECHTMANN, C.A.H.; GASPARETO, C.L. Scolytidae em pátio de serraria da fábrica Paula Souza (Botucatu/SP) e fazenda Rio Claro (Lençóis Paulista/SP). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 51, p. 61-75, 1997.

FLECHTMANN, C.A.H.; OTTATI, A.L. Comunicação Científica Scolytidae em Área de Mata Nativa de Cerrado em Selvíria, MS, Brasil. **Anais Sociedade da Entomologica do Brasil**, Londrina, v. 25, n. 2, p. 1- 4, 1996.

FLECHTMANN, C.A.H.; OTTATI, A.L.T.; BERISFORD, C.W. Ambrosia and bark beetles (Scolytidae: Coleoptera) in pine and eucalypt stands in southern Brazil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 142, n. 1, p. 183–191, 2001.

FLECHTMANN, C.A. **Scolytidae em Reflorestamento com Pinheiros Tropicais**. Manual de pragas em florestas. Piracicaba: IPEF, 1995. 206p.

FREDERICKS, S.E.; JENKINS, M.J. Douglas-fir beetle (*Dendroctonus pseudotsugae* Hopkins, Coleoptera: Scolytidae) brood production on douglas-fir defoliated by western spruce budworm (*Choristoneura occidentalis* Freeman, Lepidoptera: Tortricidae) in Logan Canyon, Utah. **Great Basin Naturalist**, Provo, v. 48, n. 3, p. 348–351, 1988.

GARDNER, T.A. HERNÁNDEZ, M.I.M.; BARLOW, A. 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**, Oxford, v. 45, n. 3, p. 883–893, 2008.

GASTON, K.J.; BLACKBURN, T.M. Mapping biodiversity using surrogates for species richness: macro-scales and New World birds. **Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, London, v. 262, n. 1365, p. 335–341, 1995.

GÉNIER, F. A revision of the neotropical genus *Ontherus* Erichson (Coleoptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae). **Memoirs of the Entomological Society of Canada**, Ottawa, v. 128, n. S170, p. 3–170, 1996.

GILL, B.D. Dung beetles in Tropical American Forests. In: HANSKI, I.E ;CAMBEFORT, Y. **Dung Beetle Ecology**. New Jersey, USA:Princeton University Press, 1991. p. 211-229.

GÓMEZ, L.F.B.; TORO, A.L. Preferencia por cebo de los escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de un remanente de bosque seco tropical al norte del Tolima (Colombia). *Escarabeidos de Latinoamérica: estado del conocimiento*. **Anais...Sociedad Entomológica Aragonesa, SEA**. 2003. p. 59-65.

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

HALFFTER, G.; ARELLANO, L. Response of Dung Beetle Diversity to Human-induced Changes in a Tropical Landscape1. **Biotropica**, Washington, v. 34, n. 1, p. 144–154, 2002.

HALFFTER, G.; ARELLANO, L. Variación de la diversidad en especies de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) como respuesta a la antropización de un paisaje tropical. In: NAVARRETE-HEREDIA J.L.; FIERROS-LÓPEZ, H.E.; BURGOS-SOLORIO, A. (Ed.). **Tópicos sobre Coleóptera de México**. Guadalajara, México. Universidad de Guadalajara - Universidad Autónoma del Estado de Morelos, 2001. p. 35-56.

HALFFTER, G.; EDMONDS, W. **The nesting behaviour of dung beetles (Scarabaeinae): An ecological and evolutive approach**. Xalapa, México, D.F: Instituto de Ecología, 1982. 173p.

HALFFTER, G.; FAVILA, M.E. The Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera) an animal group for analysing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes. **Biology International**, Paris, v. 27, n. 27, p. 15–21, 1993.

HALFFTER, G.; MATTHEWS, E.G. **The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae**. **Folia Entomológica Mexicana**, Mexico D.F, v.. 12, n.14, 312p. 1966,

HALFFTER, G.; MORENO, C.E.; PINEDA, E.O. **Manual para la evaluación de la biodiversidad en Reservas de la Biosfera**. Zaragoza: Sociedad Entomológica Aragonesa, 2001. v.2. 80p.

HAMMER, Ø.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. PAST-PALaeontological STatistics, ver. 1.89. **Palaeontologia electronica**, Canberra, v. 4, n. 1, p. 1–9, 2001.

HANSKI, I.; CAMBEFORT, Y. **Dung beetle ecology**. Princeton, New Jersey:Princeton University Press, 1991. 520p.

HARVEY, C.A.; GONZALEZ, J.; SOMARRIBA, E. Dung beetle and terrestrial mammal diversity in forests, indigenous agroforestry systems and plantain monocultures in Talamanca, Costa Rica. **Biodiversity and Conservation**, London, v. 15, n. 2, p. 555–585, 2006.

HELLAWELL, J.M. **Biological Indicators of Freshwater Pollution and Environmental Management**. London: Elsevier Applied Science Publishers, 1986. 546p.

HERNÁNDEZ, M. I. M. Besouros escarabeinos (Coleóptera: Scarabaeidae) da caatinga paraibana, Brasil. **Oecologia brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 3, p. 356–364, 2007.

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

IBARRA-POLESEL, M.G.; DAMBORSKY, M.P.; PORCEL, E. Escarabajos copronecrófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) de la Reserva Natural Educativa Colonia Benítez, Chaco, Argentina. **Revista Mexicana de Biodiversidad**, México DF, v. 86, n. 3, p. 744–753, 2015.

IBG. Mapa de Vegetação do Brasil. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística–IBGE**, 2004.

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

JEREZ, V. Catastro de coleópteros epígeos en rodales de *Pinus radiata* D. Don en la Octava Región, Chile. In: CONGRESO NACIONAL DE ENTOMOLOGÍA, 25., 2003. Talca, Chile. **Libro de resúmenes...** Talca, Chile. Universidad de Talca. 2003. 65p.

- JUNIOR, F.J. **Coleópteros associados à degradação da madeira como indicador ambiental**. 2007. 20p. Monografia (Título de Engenheiro Florestal) - Instituto de Florestas. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.
- KLEIN, B.C. Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetle communities in central Amazonia. **Ecology**, Brooklyn, v. 70, n. 6, p. 1715–1725, 1989.
- LACEY, L.A. AMARAL, J.J.; COUPLAND, J.; KLEIN, M.G. The Influence of Climatic Factors on the Flight Activity of the Japanese-Beetle (Coleoptera: Scarabaeidae): Implications for Use of a Microbial Control Agent. **Biological Control**, Orlando, v. 4, n. 3, p. 298–303, 1994.
- LANDRES, P.B.; VERNER, J.; THOMAS, J.W. Ecological uses of vertebrate indicator species: a critique. **Conservation Biology**, Boston, v. 2, n. 4, p. 316–328, 1988.
- LEWINSOHN, T.; PRADO, P. **Biodiversidade brasileira: síntese do estado atual do conhecimento**. São Paulo: Editora Contexto, MMA Conservation International do Brasil, 2002. 176p.
- LIBERAL, C.N.; FARIAS, I. A.M.; MEIADO, M.V.; FILGUEIRAS, K.C.B.; LANNUZZI, L. How habitat change and rainfall affect dung beetle diversity in Caatinga, a Brazilian semi-arid ecosystem. **Journal of Insect Science**, Oxford, v. 11, n. 1, p. 114, 2011.
- LOPES, J.; KORASAKI, V.; CATELLI, L.L.; MARÇAL, M.V.V.; NUNES, M.P. A comparison of dung beetle assemblage structure (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) between an Atlantic forest fragment and adjacent abandoned pasture in Paraná, Brazil. **Zoologia**, Curitiba, v. 28, n. 1, p. 72–79, 2011.
- LOPES, J.; CORCHON, I.; YUZAWA, S.; KURNLEIN, R. Entomofauna do parque estadual Mata dos Godoy: II. Scarabaeidae (Coleoptera) coletados em armadilhas de solo. **Semina**, Londrina, v. 15, n. 2, p. 121-127. 1994.
- LOPES, P.P.; LOUZADA, J.N.C.; VAZ-DE-MELLO, F.Z. Organization of dung beetle communities (Coleoptera, Scarabaeidae) in areas of vegetation re-establishment in Feira de Santana, Bahia, Brazil. **Sitientibus Série Ciências Biológicas**, Santana, v. 6, n. 4, p. 261–266, 2006.
- LOUZADA, J.N.C.; CARVALHO E SILVA, P.R. Utilisation of introduced Brazilian pastures ecosystems by native dung beetles: diversity patterns and resource use. **Insect Conservation and Diversity**, Oxford, v. 2, n. 1, p. 45–52, 2009.
- LOUZADA, J.N.C.; LOPES, F.S.A comunidade de Scarabaeidae copro-necrofagos

(coleoptera) de um fragmento de Mata Atlântica. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 41, n. 1, p. 117–121, 1997.

LOYOLA, R.D. **Efeitos de área e estrutura de habitat sobre a riqueza e nidificação de vespas e abelhas solitárias (Hymenoptera: Aculeata)**.2005. 89p. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

LUDWIG, J.A.; REYNOLDS, J.F. **Statistical ecology: a primer in methods and computing**. Local: Wiley, 1988. 337p.

MACHADO, L.M. **Determinação da altura de voo de escolitídeos em mata nativa e em povoamento de Pinus taeda**. 2013. 57p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

MACHADO, L.M.; COSTA, C.E.; MAGISTRALLI, I.C.; BOSCARDIN, J.; MACHADO, N.D.; GARLET, J. Escolitíneos associados a uma população de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild). **Biotemas**, Florianópolis, v. 27, n. 3, p. 57–63, 2014.

MAGURRAN, A.E. **Ecological diversity and its measurement**. Princeton. Princeton University Press, 1988. 179p.

MANSON, R.H.; HERNÁNDEZ-ORTÍZ, V.; GALLINA, S.; MEHLTRETER. **Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación**. Instituto de Ecología A.C. (INECOL) e Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT), México. 2008. 348p.

MARTÍNEZ, I.; CRUZ, M.; MONTES DE OCA, E.; SUÁREZ, M.T. **La función de los escarabajos del estiércol en los pastizales ganaderos**. Xalapa, Veracruz, Mexico. 2011. 73p.

MARTÍNEZ, A.; HALFFTER, G. New taxa of American Canthonina. (Coleoptera, Scarabaeinae). **Entomologische Arbeiten aus dem Museum G. Frey**, Munchen, v. 23, p. 33-66, 1972.

MASS, J.; CORREA, J. Análisis de la fragmentación del paisaje en el área protegida Los Petenes”, Campeche, México”. **Investigaciones Geográficas**, México DF, n. 43, p. 42–59, 2000.

MCGEOCH, M.A. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. **Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society**, Cambridge, v. 73, n. 2, p. 181–201, 1998.

MCGEOCH, M. A.; VAN RENSBURG, B. J.; BOTES, A. The verification and application of bioindicators: a case study of dung beetles in a savanna ecosystem. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 39, n. 4, p. 661–672, 2002.

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**, São Paulo, v. 18, p. 135, 2001.

MENDIETA, M.; ROCHA, L. **Sistemas agroforestales**. Managua, Nicaragua:Universidad Nacional Agraria. 2007.117p.

METZGER, J.P. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 71, n. 3, p. 445–463, 1999.

MEURER, E.; BATTIROLA, L.D.; COLPANI, D.; DORVAL, A.; MARQUES, M.I. Scolytinae (Coleoptera, Curculionidae) associados a diferentes fitofisionomias no Pantanal de Cáceres, Mato Grosso. **Acta Biológica Paranaense**, Curitiba, v. 42, n. 1/4, 2013.

MILHOMEM, M.S. **A fauna de Scarabaeidae sensu stricto (Coleoptera. Scarabaeoidea) do Cerrado de Brasília, DF. Variação anual, efeito do fogo e da cobertura vegetal**. 2003. 92p. Tese (Doutorado em Biologia Animal) - Universidade Federal de Brasília, Brasília. 2003.

MOLANO RENDÓN, F.; MEDINA URIBE, C.A. Especie nueva de Scybalocanthon (Coleoptera: Scarabaeinae: Canthonini) y descripción de la variación del órgano genital masculino. **Revista Mexicana de Biodiversidad**, México DF, v. 81, n. 3, p. 689–699, 2010.

MONROLIN, M.; SANDOVAL, C.; GODOY, W.; RIGHI, C. Avaliação da distribuição de insetos em uma interface fragmento florestal – sistema agroflorestal – pastagem no Estado de São Paulo-Brasil. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE IUFRO,3., Costa Rica. 2013. Costa Rica. **Anais...** Costa Rica.2013. 1p.

MORAES, R.C.B.; HADDAD, M.L.; SILVEIRA, N.S.; REYES, A.E.L. Software para análise faunística - ANAFAU. **Simpósio de Controle Biológico**, São Pedro, v. 8, p. 195, 2003.

MORALES, N.E.; ZANUDIO, J.C.; PRATISSOLI, D.; FABRES, A.S. Fluctuación poblacional de Scolytidae (Coleoptera) en zonas reforestadas con *Eucalyptus grandis* (Myrtaceae) en Minas Gerais, Brasil. **Revista de Biología Tropical**, San José, v. 48, n. 1, p. 101–107, 2000.

MORELLI, E.; GONZALEZ-VAINER, P.; BAZ, A. Coprophagous beetles (Coleoptera:

Scarabaeoidea) in Uruguayan Prairies: abundance, diversity and seasonal occurrence. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, Lisse, v. 37, n. 1, p. 53–57, 2002.

MOSER, J.C.; DELL, T.R. Predictors of southern pine beetle flight activity. **Forest Science**, Bethesda, v. 25, n. 2, p. 217–222, 1979.

MULLER, J.A. **A avifauna e a entomofauna (Scolytidae) como indicadora da qualidade de ambientes florestais no vale do Itajai, SC**. 2001. 116p. Tese (Doutorado EM Ciência Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2001.

MÜLLER, J.A.; ANDREIV, J. Caracterização da família Scolytidae (Insecta: Coleoptera) em três ambientes florestais. **Cerne**, Lavras, v. 10, n. 1, p. 39–45, 2004.

MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Trends in Ecology and Evolution**, Amsterdam, v. 10, n. 2, p. 58–62, 1995.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, London, v. 403, n. 6772, p. 853–858, 2000.

NAIR, P.K.R. **Agroforestry systems in the tropics**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1989. 664p.

NICHOLS, E.; SPECTOR, S.; LOUZADA, J.; LARSEN, T.; AMESQUITA, S.; FAVILA, M.E. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. **Biological conservation**, Essex, v. 141, n. 6, p. 1461–1474, 2008.

PAINE, T.D.; RAFFA, K.F.; HARRINGTON, T.C. Interactions among scolytid bark beetles, their associated fungi, and live host conifers. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 42, n. 1, p. 179–206, 1997.

PELENTIR, S.C. dos S. **Eficiência de cinco modelos de armadilhas etanólicas na coleta de Coleoptera: Scolytidae, em floresta nativa no município de Itaara, RS.2007**. 81p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

PELTONEN, M.; HELIÖVAARA, K.; VÄISÄNEN, R.- KERONEN, J. Bark beetle diversity at different spatial scales. **Ecography**, Copenhagen, v. 21, n. 5, p. 510–517, 1998.

PENA, R.C. **Coleópteros das famílias Bostrichidae e Curculionidae (Scolytinae) associados a *Banisteriopsis caapi* (SPRUCE EX GRISEBACH)**. 2013. 165p. Dissertação

(Mestrado Agroecologia e Desenvolvimento rural), Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências Agrárias, Araras, 2013.

PEREIRA, F.S.; MARTÍNEZ, A. Os gêneros de Canthonini americanos (Col. Scarabaeidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 6, p. 91–192, 1956.

PEREIRA, R.A. **Scolytidae em povoamento de pinus spp. em telêmaco borba/pr.** 51p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

RESH, V.H. ;CARDÉ, R.T. **Encyclopedia of Insects**. 2nd ed., San Diego; Academic Press 2009. 1132p.

ROCHA, M.P. **Os escolítídeos e a qualidade de sítio em povoamentos de Eucalyptus grandis W. Hill ex Maiden. 1993.** 79p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)- Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1993.

ROCHA, J.R.M. ALMEIDA, R.J.; LINS, A.G.; DORVAL. A. Insects as indicators of environmental changing and pollution: a review of appropriate species and their monitoring. **Holos environment**, Rio Claro, v. 10, n. 2, p. 250–262, 2011.

RODRIGUES, B.R. **Flutuação populacional de coleópteros degradadores de madeira em plantio de Eucalyptus urophylla em Seropédica R.J.** 2008. 26p. Monografia (Título de Engenheiro Florestal) - Instituto de Florestas. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio do Janeiro, 2008.

RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. **Matas Ciliares Conservação e Recuperação**, São Paulo, v. 1, p. 235–247, 2000.

RODRIGUES, R.R.; BRANCALION, P.H.S.; ISERNHAGEN, I. **Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal.** São Paulo: Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal - LCB/ESALQ/USP, 2010. 259p.

RODRIGUES, S.R.; MARCHINI, L.C. Besouros coprófagos (Coleoptera; Scarabaeidae) coletados em Piracicaba, SP. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 55, n. 1, p. 53–58, 1998.

RONQUE, M.U.V.; LOPES, J.; COPPO, T.L.; QUINTEIRO, T.; NASCIMENTO, K.L.C.; UMBELINO, G.S.; TARLI, V.D.; JULIO, C.E.A. Análises da população de Scolytidae (Coleoptera) em área de fragmento florestal e reflorestamento. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 9., 2009. São Lourenço – MG, Brasil. **Anais...** São Lourenço – MG, 2009. 3p.

RONQUE, M.; FLECHTMANN, C.; LOPES, J. Scolytidae (Coleoptera) in forest fragment of semideciduous tropical forest and reforestation of riparian vegetation in southern of Brazil. In: ANNUAL MEETING OF THE ASSOCIATION FOR TROPICAL BIOLOGY AND CONSERVATION, 49., 2012. Bonito-MS. **Proceedings...** Bonito-MS. 2012. 1p.

ROSA, G.; SANTOS, M.S.V.; BARROS, D.M.; SILVEIRA, F.A.; PEREIRA, L.G. Levantamento da fauna de abelhas utilizando essências aromáticas na floresta nacional do Tapirapé-Aquirí, Pará. Trabalho apresentado no 9º Seminário Anual de Iniciação Científica da UFRA. 2011. 4p.

RUDINSKY, J. A. Ecology of scolytidae. **Annual review of entomology**, Stanford, v. 7, n. 1, p. 327–348, 1962.

SALOMÃO, R.P.; IANNUZZI, L. Dung beetle (Coleoptera, Scarabaeidae) assemblage of a highly fragmented landscape of Atlantic forest: from small to the largest fragments of northeastern Brazilian region. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 59, n. 2, p. 126–131, 2015.

SANS, F.X. La diversidad de los agroecosistemas. **Revista ecosistemas**, v. 16, n. 1, p. 44 -49, 2007.

SCHIFFLER, G.; ARAUJO, D.P.; VASCONCELOS, I. M.; LOUZADA, J.; LOBO, J.M.; FIGUEIRA, J.E. Distribuição de Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera) em quatro fisionomias do cerrado. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL., 7., 2005, Caxambu - MG. **Anais...**Caxambú, 2005. v.1.

SCHOWALTER, T.D. **Insect Ecology**: an ecosystem approach. 2nd ed. Burlintong, MA, USA, Academic Press, 2006. 574p.

SCHROTH, G.; FONSECA, C.A.B.; HARVEY, C.A.; GASCON, C.; VASCONCELOS, H. L.; IZAC, A.M. **Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes**. Washington, D.C.: Island Press, 2004. 575p.

SHIBU, J. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 76, n. 1, p. 1-10, 2009.

SHIFFLER, G. **Fatores determinantes da riqueza local de espécies de scarabaeidae (insecta: coleoptera) em fragmentos de floresta estacional semidecídua**. 2003. 79p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

SCHOLTZ, C.H.; DAVIS, A.L.V.; KRYGER, U. **Evolutionary biology and conservation of dung beetles**. Pensoft Sofia, 2009. 569p.

SILVA, C.O. **Ocorrência de Scolytinae no Ambiente e na Madeira de Cinco Espécies Florestais em Manguezal**. 2012. 43p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2012.

SILVA, D.G.; TREVISAN, H.; VIEIRA, A.L.M.; TEIXEIRA, L.G.O.; CARVALHO, A.G.; CAMPELLO, E.F.C.; RESENDE, A.S.; FRANCO, A.A. Entomofauna associada a remanescentes de mata atlântica conectados por um corredor ecológico agroflorestal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 7., 2009, Luziânia. **Diálogo e Integração de Saberes em Sistemas Agroflorestais para Sociedades Sustentáveis**, 2009. p. 2-4.

SILVA, L.Á.; SOARES, J.J. Composição florística de um fragmento de floresta estacional semidecídua no município de São Carlos-SP. **Revista árvore**, Viçosa, v. 27, n. 5, 2003.

SILVA, P.G. da; VAZ-DE-MELLO, F.Z.; DI MARE, R.A. Guia de identificação das espécies de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) do município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 11, n. 4, p. 329–345, 2011.

SILVA, P.G.; MARE, R.A. Escarabeíneos copro-necrófagos (Coleoptera, Scarabaeidae, Scarabaeinae) de fragmentos de Mata Atlântica em Silveira Martins, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, Porto Alegre, v. 102, n. 2, p. 197–205, 2012.

SILVA, P.G.; SILVA, C.; GARCIA, M.; COELHO, E.; MARTINS, L. Importância dos besouros rola-bosta (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) para o município de Bagé, Rio Grande do Sul. **Revista Congrega Urcamp**, Bagé, v. 4, n. 4, p. 1-11, 2010.

SILVA, P.G.; VAZ-DE-MELLO, F.Z.; DI MARE, 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**, Rio de Janeiro, v. 85, n. 2, p. 679–697, 2013.

SILVA, P.H. DA. **Estrutura de comunidades de Scarabaeidae (Insecta: Coleoptera) em diferentes sistemas de uso da terra na Amazônia**. 2005. 52p. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

SILVA, P.G.; SILVA, F.C. Besouros (Insecta: coleoptera) utilizados como bioindicadores. **Revista Congrega Urcamp**, Bagé, v.5, p. 1-17, 2011.

SILVA, P.G.; HERNÁNDEZ, M.M.I.; IDE, S.; MOURA, R.C. Comunidade de escarabeíneos (Coleoptera, Scarabaeidae) copro necrófagos da região de Brejo Novo, Caruaru, Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 51, n. 2, p. 228-233, 2007.

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

SILVA, P.G.; GARCIA, M. A.; VIDAL, M.B. Besouros copro-necrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae stricto sensu) coletados em ecótono natural de campo e mata em Bagé, RS. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 71-91, 2008.

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

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N.A. **Manual de ecologia de insetos**. São Paulo:Ed. Agronômica Ceres, 1976. 419p.

SOUZA, J. C. de; REIS, P. R. **Broca-do-café: histórico, reconhecimento, biologia, prejuízos, monitoramento e controle**. Belo Horizonte/MG:EPAMIG, 1997. 31p.

SOUZA, R.C. CORREIA, M.E.F.; PEREIRA, M.G.; SILVA, E.L.R.; PAULA, R.R.; MENEZES, L.F.T. Estrutura da comunidade da fauna edáfica em fragmentos florestais na Restinga da Marambaia, RJ. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Pernambuco, v. 3, n. 1, p. 49–57, 2008.

SPECTOR, S. Scarabaeinae dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae): an invertebrate focal taxon for biodiversity research and conservation. **The Coleopterists Bulletin**, cidade, v. 60, n. sp5, p. 71–83, 2006.

SPELLERBERG, I.F.; FEDOR, P.J. A tribute to Claude Shannon (1916–2001) and a plea for more rigorous use of species richness, species diversity and the “Shannon–Wiener” Index. **Global Ecology And Biogeography**, Oxford, v. 12, n. 3, p. 177–179, 2003.

TEIXEIRA, F.M. **A composição de Scarabaeidae (Coleoptera) coprófagos na região de Alter do Chão, Pará: a influência dos biomas Amazônia e cerrado e da sazonalidade e os efeitos de tamanho de área, isolamento e proximidade de estradas**. 2006. 99p. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Museu Paraense Emílio Goeldi, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, 2006.

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

TORO H.; CHIAPPA, E.; TOBAR, C. **Biología de Insectos**. Valparaíso: Ediciones Universitarias de Valparaíso, 2003.473p.

TORRES, A.J.; PINO, F.A.; FRANCISCO, L.F.; MACIEL, E.L.F.; DRUGOWICH, M.I.; INTERLICHE, P.H.; PIEDADE, J.A.; SOUSA, C.C.; NETO, L.B. CASER, D.V. **Projeto LUPA 2007/08: censo agropecuário do Estado de São Paulo**. Secretaria de Agricultura e Abastecimento: CATI, 2009. 381p.

TRIPLETON, C.; JONHSON, N. **Estudo dos insetos**. Tradução da 7ª edição de Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 809p.

UEHARA-PRADO, M.; FERNANDES, J.O.; BELLO, M.A.; MACHADO, G.; SANTOS, A.J.; VAZ-DE-MELLO, F.Z.; FREITAS, L.A.V. Selecting terrestrial arthropods as indicators of small-scale disturbance: A first approach in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, Essex, v. 142, n. 6, p. 1220–1228, 2009.

VAZ-DE-MELLO, F.Z. Estado atual de conhecimento dos Scarabaeidae *s. str.* (Coleoptera: Scarabaeoidea) do Brasil. **Monografias Tercer Milenio 1**, Zaragoza, p. 183–195, 2000.

VAZ-DE-MELLO, F.Z.; EDMONDS, W.D.; OCAMPO, F.C.; SCHOOLSMEESTERS. A multilingual key to the genera and subgenera of the subfamily Scarabaeinae of the New World (Coleoptera: Scarabaeidae). **Zootaxa**, Ouckland, v. 2854, p. 1–73, 2011a.

VAZ-DE-MELLO, F.Z.; SILVA, R.L.R.; NUNES, L.G.O.A.; CORRÊA, P.R.O.A. Os besouros rola-bosta (Insecta: Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) da Fazenda São Nicolau. **Descobrimo a Amazônia Meridional: Biodiversidade da Fazenda São Nicolau**. Cuiabá: Pau e Prosa Comunicação, 2011b. p. 72–105.

VAZ-DE-MELLO, F. Z., SILVA, R. L. R., NUNES, L. G. O. A., CORRÊA, P. R. O. A. VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L.R.; LIMA, J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Ministério da Economia, Fazenda e Planejamento, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Diretoria de Geociências, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991. 124p.

VIANA, V.M. Conservação da biodiversidade de fragmentos florestais em paisagens tropicais intensamente cultivadas. In: **Abordagens interdisciplinares para a conservação da biodiversidade e dinâmica do uso da terra**. Belo Horizonte, 1995. p. 135-154.

VIANA, V.M.; PINHEIRO, L. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série técnica IPEF**, Piracicaba, v. 12, n. 32, p. 25–42, 1998.

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

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

WOOD, S L.; BRIGHT, D.E. A Catalog of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera), Part 2: Taxonomic Index. **Great Basin Naturalist Memoirs**, Provo, v.13, p. 1-1553, 1992.

WOOD, S.L. The Bark and Ambrosia Beetles of North and Central America (Coleoptera: Scolytidae), a Taxonomic Monograph. In: **Great Basin Naturalist Memoirs**. Utah: Brigham Young University, 1982. 1359p.

WORLD RAINFOREST MOVEMENT (WRM). Tree plantations in the South to generate energy in the North: A new threat to communities and forests, 2013. 44p.

YOUNG, A. **Agroforestry for soil conservation**. Wallingford: CAB International (ICRAF Science and Practice of Agroforestry, 1991. 275p.

ZAU, A.S. Fragmentação da Mata Atlântica: aspectos teóricos. **Floresta e ambiente**, Seropédica, v. 5, n. 1, p. 160 – 170, 1998.