

Amanda Farias Leão

**DIVERSIDADE DE COLEÓPTEROS EM SISTEMAS FLORESTAIS NO
MUNICÍPIO DE CURITIBANOS, SC**

Curitibanos

2018



Amanda Farias Leão

**DIVERSIDADE DE COLEÓPTEROS EM SISTEMAS FLORESTAIS NO
MUNICÍPIO DE CURITIBANOS, SC**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Florestal do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientadora: Prof. Dra. Júlia Carina Niemeyer

Coorientador: Prof. Dr. Cesar Augusto Marchioro

Curitibanos

2018

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

Leão, Amanda Farias
DIVERSIDADE DE COLEÓPTEROS EM SISTEMAS FLORESTAIS NO
MUNICÍPIO DE CURITIBANOS, SC / Amanda Farias Leão ;
orientador, Júlia Carina Niemeyer, coorientador, Cesar
Augusto Marchioro, 2018.
72 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus
Curitibanos, Graduação em Engenharia Florestal,
Curitibanos, 2018.

Inclui referências.

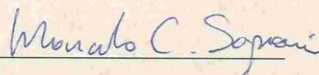
1. Engenharia Florestal. 2. Ordem Coleoptera. 3.
Bioindicadores. 4. Serviços ecossistêmicos. 5. Sistemas
Florestais. I. Niemeyer, Júlia Carina . II. Marchioro,
Cesar Augusto. III. Universidade Federal de Santa
Catarina. Graduação em Engenharia Florestal. IV. Título.

Amanda Farias Leão

**DIVERSIDADE DE COLEÓPTEROS EM SISTEMAS FLORESTAIS NO
MUNICÍPIO DE CURITIBANOS, SC**

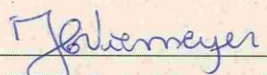
Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Florestal e aprovado em sua forma final pelo Programa ...

Curitibanos, 02 de julho de 2018.



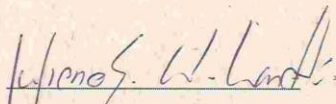
Prof. Marcelo Callegari Scipioni, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:



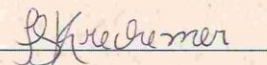
Prof.^a Júlia Carina Niemeyer, Dr.^a
Orientadora

Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Juliano Gil Nunes Wendt, Dr.

Universidade Federal de Santa Catarina



Flávia Krechemer, Dr.^a

Universidade Federal de Santa Catarina

DEDICATÓRIA

Ao meu pai Flávio e meu irmão Mateus pelo apoio, incentivo e por acreditarem em meus sonhos. Sou grata por compartilharem todos estes momentos e conquistas que possibilitaram trilhar este caminho.

Dedico.

“A gratidão não é só a maior das virtudes, mas também a origem de todas as outras”

(Cícero)

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a minha família que sempre esteve ao meu lado em todos os momentos. Em especial ao meu pai Flávio, que em todos estes anos com muito carinho e dedicação foi fonte de apoio e encorajamento nesta trajetória emocionante. Ao meu irmão Mateus, pela proteção, incentivos, e por percorrer ao meu lado compartilhando sonhos, alegrias e angustias nesta jornada.

A minha tia Vanir pelo afeto e preocupação ao longo destes anos, que com suas palavras esperançosas me incentivou. A minha vó Sebastiana pelas suas orações, palavras de conforto e confiança, sempre disposta a entender e aconselhar.

A minha orientadora prof^a. Dr.^a Júlia Niemeyer, pelo apoio e compreensão no decorrer dos últimos anos, pelos ensinamentos e dedicação neste trabalho e contribuições para minha formação acadêmica. Ao meu coorientador prof^o. Dr. Cesar Marchioro por toda a dedicação e inspiração nesta trajetória de identificação e repasse de conhecimentos.

Ao prof. Dr. Alexandre Siminski que com dedicação e disposição auxiliou em várias etapas práticas da realização deste trabalho.

Aos meus colegas e amigos de graduação Tatiani P., Guilherme F., Guilherme A., Fernando, Ana M., Mayrine S., Teruo S., que auxiliaram e apoiaram no período de coletas a campo a quem foi possível a realização deste trabalho. Ao Altair M. que auxiliou na triagem da primeira coleta.

A Agropastoril Gaboardi LTDA, que cedeu a área do plantio de pinus, no qual foi possível realizar a pesquisa.

A minha professora e “tutora” prof^a. Dr.^a Zilma Peixer pelo carinho e compartilhamento de saberes desde o início da graduação. E aos colegas do PET – Ciências Rurais, pelos anos de convívio.

A Banca Examinadora, prof. Dr. Juliano Gil Nunes Wendt e Dr.^a Flávia Krechemer, por estarem presentes compartilhando seus conhecimentos.

A todos os professores e colaboradores da Universidade Federal de Santa Catarina – Campus Curitibanos, que de alguma forma contribuíram para a realização desta conquista.

Agradeço a todos que fizeram ou de alguma forma participaram desta etapa importante e inesquecível da minha vida.

Muito obrigada!

RESUMO

Os coleópteros estão presentes em diferentes ecossistemas agindo em níveis tróficos distintos, são considerados potenciais bioindicadores no monitoramento ambiental devido aos importantes serviços e funções ambientais que desempenham no meio. O objetivo da pesquisa foi analisar a qualidade ambiental em sistemas florestais utilizando a Ordem Coleoptera do interior, superfície e folhiço do solo como bioindicadores, com intuito de compreender os efeitos da cobertura vegetal e manejo sobre a diversidade desta comunidade. Os sistemas florestais analisados foram: Sistema Agroflorestal (SAF), plantio de *Pinus taeda*, Mata Nativa e regeneração natural. As amostras foram coletadas sazonalmente, no outono (outubro/2016), e primavera (março/2017), através das metodologias de armadilhas de queda *pitfall*, TSBF com a escavação de monólitos e a coleta da serrapilheira com a posterior extração dos besouros pelo método Funil de Berlese-Tullgren alternativo (TSBF-Folhiço). Foram amostrados 1.421 coleópteros, distribuídos em 15 Famílias, das quais 10 foram de ampla ocorrência, enquanto 4 ocorreram apenas no outono e uma ocorrendo apenas na primavera. Destas Famílias, 6 foram amostradas por ambos os métodos, 4 ocorreram apenas em TSBF-Folhiço e Cucujidae em *pitfall*. A Família Staphylinidae foi a mais abundante em ambas as coletas. Estatisticamente na coleta *pitfall* do outono e TSBF apresentaram diferenças entre os tratamentos, evidenciando distinção entre os coleópteros coletados nos sistemas florestais. A maior abundância foi verificada em Mata Nativa, maior Riqueza e Índice de Diversidade Shannon-Wiener (H') em SAF, demonstrando a importância da disponibilidade e diversidade da cobertura do solo. Devido à baixa disponibilidade de recursos o plantio monoespecífico apresentou os menores valores para estes índices, o mesmo foi verificado em regeneração natural. Os resultados reforçam o potencial dos coleópteros como bioindicadores da qualidade ambiental em sistemas florestais.

Palavras-chave: Ordem Coleoptera. Bioindicadores. Serviços ecossistêmicos. Sistemas florestais.

ABSTRACT

Coleoptera are present in different ecosystems acting at different trophic levels and are considered potential bioindicators in environmental monitoring due to the important environmental services and functions they perform in the environment. The objective of the research was to analyze the environmental quality in forest systems using the Order Coleoptera from the interior, surface and foliage of the soil as bioindicators, in order to understand and determine the effects of vegetation cover and management on the diversity of this community. The forest systems analyzed were: Agroforestry System (Agricultural / Bracatingal), *Pinus taeda* planting, Native Forest and natural regeneration. Samples were collected seasonally, in the fall (October / 2016), and spring (March / 2017), using *pitfall* trapping methodologies, TSBF with monolith excavation and litter collection with the subsequent extraction of beetles by the method Alternative Berlese-Tullgren hopper (TSBF-Folhiço). 1,421 beetles were sampled, distributed in 15 families, of which 10 were of wide occurrence, whereas 4 occurred only in the autumn and Curculionidae only in the spring. The Staphylinidae family was the most abundant in both collections. Of these families, 6 were sampled by both methods, 4 occurred only in TSBF-Folhiço and Cucujidae in pitfall. Statistically in the collection of autumn pitfall and TSBF presented differences between treatments, evidencing the distinction between beetles collected in forest systems. The greatest abundance was verified in Mata Nativa, Greater Wealth and Shannon-Wiener Diversity Index (H') in SAF, demonstrating the importance of the availability and diversity of the soil cover. Due to the low availability of resources, the monospecific planting showed the lowest values for these indices, the same was verified in natural regeneration. The results reinforce the potential of beetles as bioindicators of environmental quality in forest systems.

Key words: Order Coleoptera. Bioindicators. Ecosystem services. Forestry systems.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 — Aspecto geral das áreas de estudo, sendo 1) SAF, 2) Mata Nativa, 3) Monocultivo de <i>P. taeda</i> e 4) Regeneração.....	33
Figura 2 — Desenho amostral das análises realizadas neste estudo, no município de Curitiba (SC).....	34
Figura 3 — Esboço esquemático das metodologias utilizadas.....	35
Figura 4 — Metodologia TSBF, com a escavação de monólitos, sendo 1) Coleta da Serrapilheira e demarcação no solo e 2) Escavação do monólito e coleta do solo.....	36
Figura 5 — Metodologia de amostragem por armadilha pitfall utilizada nos sistemas florestais.	37
Figura 6 — Metodologia TSBF-Folhíço, utilizada para extrair os coleópteros da serrapilheira coletada.....	38
Figura 7 — Abundância de coleópteros amostrados, em trabalho realizado no município de Curitiba - SC.....	42
Figura 8 — Análise comparativa entre os dados de Riqueza, Abundância, Índice H' e J' de ambas as coletas, nas diferentes metodologias utilizadas nos sistemas florestais, em trabalho realizado no município de Curitiba - SC.....	44
Figura 9 — Boxplot referente a abundância dos coleópteros pela metodologia pitfall, nos tratamentos (sistemas florestais) ¹	49
Figura 10 — Boxplot referente a abundância dos coleópteros pela metodologia TSBF, nos tratamentos (sistemas florestais).....	50
Figura 11 — Boxplot referente a abundância dos coleópteros pela metodologia TSBF-Folhíço, nos tratamentos (sistemas florestais).	51
Figura 12 — Análise de composição de comunidade de Famílias de coleópteros amostrados nos diferentes sistemas florestais em ambas as coletas.	52
Figura 13 — Frequência e distribuição das famílias de coleópteros nos sistemas florestais, em estudo realizado no município de Curitiba - SC.	54
Figura 14 — Porcentagem de contribuição das famílias de coleópteros.....	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 — Serviços ambientais de destaque e atuação da biota do solo.	24
Tabela 2 – Utilização da Bracatinga.	30
Tabela 3 — Levantamento de coleópteros amostrados, através das metodologias TSBF-Folhiço, TSBF e pitfall em trabalho realizado no município de Curitibanos - SC.	41
Tabela 4 — Levantamento da Ordem Coleoptera de ambas as coletas (Outono e Primavera), em áreas de SAF, Mata Nativa, P. taeda e Regeneração. Valores de Riqueza e Abundância total, seguidos dos Índice de Shannon-Wiener (H') e Índice de Equabilidade de Pielou (J').....	43
Tabela 5 — Levantamento da Ordem Coleoptera coletada no outono, em áreas de SAF, Mata Nativa, P. taeda e Regeneração. Valores de Riqueza e Abundância total, seguidos dos Índice H' e J'	46
Tabela 6 — Na coleta 2 (Primavera) foram coletados 689 coleópteros, sendo 63,43% amostrados pelo método <i>pitfall</i> , 24,38% pelo método TSBF-Folhiço e 12,19% através do método TSBF (monólito)..	47
Tabela 7 — Famílias e quantidade de coleópteros (N° indiv.) amostrados pelas metodologias pitfall, TSBF e TSBF-Folhiço em ambas as coletas.....	58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA – Análise de Variância
ESALQ – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”
FOM – Floresta Ombrófila Mista
H’ – Índice de Shannon-Wiener
IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
J’ – Índice de Equabilidade de Pielou
MMA – Ministério do Meio Ambiente
MEA – Millennium Ecosystem Assessment
RL – Reserva Legal
SAF – Sistema Agroflorestal
SC – Santa Catarina
SOSMA – Fundação SOS Mata Atlântica
SNIF – Sistema Nacional de Informações Florestais
TSBF – Biologia e Fertilidade de Solos Tropicais
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.2.1	Objetivo Geral	17
1.2.2	Objetivos Específicos	17
2	REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1	ECOSSISTEMA SOLO	18
2.2	INVERTEBRADOS DO SOLO	19
2.2.1	Macrofauna edáfica	19
2.2.2	Biondicadores da qualidade ambiental	20
2.3	ORDEM COLEOPTERA	21
2.4	SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS	23
2.5	SISTEMAS FLORESTAIS	25
2.5.1	Mata Atlântica e Floresta Ombrófila Mista	25
2.5.2	<i>Pinus taeda</i>	26
2.5.3	Sistemas Agroflorestais (SAFs)	28
2.5.4	Regeneração natural	30
3.1	ÁREA DE ESTUDO	32
3.2	DELINEAMENTO AMOSTRAL	33
3.3	CARACTERIZAÇÃO DAS METODOLOGIAS	34
3.3.1	Amostragem de coleópteros do interior e da superfície do solo por Monólitos	35
3.3.2	Avaliação da comunidade de coleópteros ativos na superfície do solo por armadilha <i>pitfall</i>	36
3.3.3	Avaliação da comunidade de coleópteros ativos na serrapilheira do solo por TSBF-Folhíço	37
3.4	TRIAGEM E IDENTIFICAÇÃO DOS COLEÓPTEROS	38
3.5	ANÁLISE DOS DADOS	39
3.5.1	Índice de Shannon-Wiener	39
3.5.2	Equabilidade de Pielou	39
3.5.3	Análise Estatística	40
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4.1	ANÁLISE QUANTITATIVA DOS COLEÓPTEROS	41
4.2	ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA E ESTATÍSTICA	42
4.2.1	Índices e influência da cobertura do solo e diferentes tipos de manejo nos sistemas	42

4.2.2 Levantamento de coleópteros da coleta de Outono	46
4.2.3 Levantamento de coleópteros da coleta da Primavera.....	47
4.2.4 Comparação entre as metodologias de amostragem de coleópteros.....	47
4.2.5 Análise Estatística.....	48
4.4 DIVERSIDADE DE MORFOTIPOS E FAMÍLIAS	52
4.4.1 Diversidade de morfotipos e Famílias nos sistemas florestais	52
4.4.2 Diversidade de Famílias evidenciadas através das metodologias de amostragem ..	56
5 CONCLUSÕES.....	59
REFERÊNCIAS	61
ANEXO A – Figura contendo um morfotipo representante das Famílias que apresentaram ampla ocorrência em ambas as coletas.....	72

1 INTRODUÇÃO

O Bioma Mata Atlântica, que ocorre em 17 estados brasileiros, apresentava extensão original de 1,3 milhão de km², porém, após os intensos ciclos de exploração atualmente resta apenas 12,5% de vegetação remanescente. A Mata Atlântica é considerada uma das florestas que mais apresenta diversidade de espécies (SOSMA; INPE, 2018), sendo classificada como um dos *hotspots* mundiais, por possuir a gigantesca riqueza natural e biodiversidade, que se encontram ameaçadas de extinção ou degradação (LEITE, 2017). Pertencente a este Bioma, a Floresta Ombrófila Mista (FOM) destaca-se como uma das principais tipologias vegetacionais da região sul do país (IBGE, 2012; GROSS, 2018).

O Brasil possui grande diversidade biológica, abrangendo cerca de 130.000 espécies de invertebrados e 9.000 de vertebrados (MMA, 2016). As populações de espécies no país enfrentam pressões e ameaças em seus ecossistemas naturais, devido a fragmentação ou conversão de áreas com vegetação nativa para sistemas de produção. Além disso, é de fundamental importância compreender a dinâmica destas comunidades em seus habitats (BARETTA et al., 2006; NASCIMENTO; LONGHI; BRENA, 2001; MMA, 2016).

O solo corresponde a um complexo e dinâmico sistema biológico em que organismos exercem atividades cruciais no meio (POMPEO, 2016). Sendo assim, a comunidade de organismos edáficos presentes é composta por vários grupos taxonômicos de invertebrados de grande mobilidade (DUCATTI, 2002) que participam de inúmeras funções e processos ecossistêmicos essenciais. Alguns destes grupos são considerados indicadores de qualidade ambiental por apresentarem sensibilidade às perturbações no meio (BARETTA, 2007; SYLVAIN, 2013).

Bioindicadores são aqueles organismos, que desempenham funções vitais diretamente relacionadas com os fatores abióticos. Os mesmos, portanto, podem ser usados como indicadores das possíveis modificações que possam acontecer em determinado fator abiótico. A sensibilidade às alterações do ambiente e sua relação com processos ecossistêmicos importantes justificam o uso da fauna do solo como bioindicadora de modificações ambientais (ANDRADE, 2000).

Dentre esses organismos, os insetos podem ser considerados “espécies-chaves”, pois a sua ausência e/ou perda de sua função ecológica poderia gerar um colapso no ecossistema (GULLAN; CRANSTON, 2017). Sendo assim, os insetos são considerados bons indicadores dos níveis de impacto ambiental, devido à grande diversidade de espécies e habitat. Estes organismos são de extrema importância nos processos biológicos dos ecossistemas naturais (WINK et al.,

2005). Os insetos são sensíveis às mudanças e alterações ambientais, o que diretamente afeta a riqueza, distribuição, abundância e a estrutura de suas guildas. Modificações nos padrões comportamental e na abundância sazonal destes indivíduos vêm sendo utilizadas como ferramenta para explicar e tentar entender os distúrbios ambientais (NICHOLS et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2014).

Dos grupos de insetos considerados como bioindicadores está a Ordem Coleoptera (BROWN, 1997), devido ao papel que desempenham no ecossistema. Esta ordem se destaca pela abundância em diferentes ecossistemas, agindo em diversos níveis tróficos (TRIPLEHORN; JOHNSON, 2011). Além disso, estes indivíduos, podem ser localizados em diferentes habitats, aquáticos ou terrestres. Por conseguinte, apresentam variados hábitos alimentares, sendo categorizados nos seguintes grupos tróficos: carnívoros, detritívoros, herbívoros, fungívoros e algívoros (LIMA et al, 2010). Classificar os invertebrados do solo, bem como caracterizar os mesmos em função dos serviços prestados ao meio ambiente, torna-se uma ferramenta na compreensão do funcionamento de ecossistemas (POMPEO, 2016). Nesse sentido o conhecimento a respeito da influência de diferentes sistemas florestais sobre a comunidade de coleópteros, e de que forma as alterações nesta comunidade afetam os serviços ecossistêmicos em florestas plantadas e sistema agroflorestal é de fundamental importância.

Na região sul do Brasil, o gênero *Pinus* destaca-se como uma espécie de grande importância para a economia local, sendo a principal fonte de madeira e assim diminui a pressão sobre as matas nativas (SNIF, 2013). No entanto, por se tratar de uma espécie exótica, com característica de espécie invasora, esta pode influenciar o ecossistema natural, podendo alterar as comunidades de invertebrados do solo, eliminar ou diminuir grupos da fauna do solo (CÓRDOVA et al., 2009).

Os sistemas agroflorestais são considerados sistemas produtivos permanentes de uso da terra, os quais são de suma importância e apresentam potencial produtivo, funções socioeconômicas e biológicas. Estão também atrelados a sustentabilidade, com destaque para a presença de árvores e leguminosas, ciclagem de nutrientes, diversidade, uso eficiente dos recursos e conseqüentemente com a geração de serviços ambientais (WANDELLI, 2010). O objetivo principal deste sistema é a otimização do uso da terra, conciliando a produção florestal com a produção de alimentos, conservando o solo e diminuindo a pressão pelo uso da terra para produção agrícola. Outro aspecto importante é a formação de sistemas ecológicos mais estáveis (ENGEL, 1999; ALTIERI; NICHOLLS, 2011).

As hipóteses deste trabalho são que, sendo os coleópteros bons indicadores de qualidade ambiental, então diferentes coberturas vegetais ou formas de manejo irão influenciar os índices

de riqueza, abundância e diversidade deste grupo.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade ambiental em sistemas florestais utilizando a Ordem Coleoptera da superfície e do interior do solo como bioindicadores, visando assim compreender os processos ecológicos envolvidos nestes sistemas e determinar os efeitos da cobertura vegetal e manejo sobre a abundância e diversidade deste grupo.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Quantificar os coleópteros amostrados sazonalmente (Outono-2016 e Primavera-2017) em diferentes sistemas florestais (Mata Nativa, SAF, *Pinus taeda* e Regeneração natural);
- Identificar as morfoespécies e Famílias que habitam a superfície, interior e serrapilheira do solo, por meio de amostragem através das metodologias: *pitfall*, TSBF e TSBF-Folhicho.
- Avaliar o efeito destes diferentes usos do solo e cobertura vegetal sobre a Ordem Coleoptera;
- Comparar a Riqueza, Abundância, Diversidade Shannon-Wiener (H') e Equabilidade de Pielou (J') dos coleópteros coletados em três metodologias;

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ECOSSISTEMA SOLO

A formação do solo é um processo resultante da combinação de fatores ambientais ativos e material de origem, em determinado período, passando por constantes fases de evolução. O solo é a base de sustentação às plantas e um meio de vida essencial aos seres vivos. Apresenta a capacidade de armazenar água, além de atuar como filtro natural de diversos poluentes (BATISTA; PAIVA; MARCOLINO, 2014).

O solo contém teores de matéria orgânica, a qual é formada pelos resíduos de plantas e animais em fases de decomposição. A matéria orgânica quando presente em teores adequados torna-se benéfica aos solos, pois, melhora as condições físicas, aumenta a infiltração de água, auxilia na diminuição de perdas por erosão e é um meio que fornece nutrientes para as plantas. A matéria orgânica decomposta (húmus) é essencial para os solos cultivados, pois além dos benefícios que proporciona ao sistema, melhora a nutrição e promove o crescimento das plantas (LOPES, 1998).

O solo é considerado um ecossistema vivo, pois além de ocorrerem inúmeras interações simultâneas em diferentes fases e profundidades, o mesmo abriga uma diversidade de animais e microorganismos (BROWN et al., 2015). Sendo assim, o solo é considerado um fundamental compartimento da biosfera, em questão de reservatório biológico (ANDREOTE; CARDOSO, 2016). Segundo Manhães (2011), é o substrato natural fundamental e imprescindível para grande fração da biodiversidade global e está entre os mais biologicamente ricos em espécies e habitats. Destaca-se a importância dos organismos do solo, devido exercerem funções que são consideradas essenciais para o biofuncionamento dos solos e por isto, torna-se importante o biomonitoramento destes. A fauna do solo está diretamente ligada aos processos de decomposição e ciclagem de nutrientes, que são de extrema importância para a manutenção da produtividade do ecossistema.

Atualmente, questões relacionadas ao uso da terra tem se tornado assunto de importância global, já que transformações cada vez mais constantes vem acontecendo nas florestas e recursos hídricos, devido a necessidade de fornecimento de suprimentos para as populações. Durante as últimas décadas, mudanças nos ecossistemas e diferentes formas de uso da terra vem sendo significativas, as quais vêm modificando as paisagens, através da ampliação de uso da terra pela agricultura, implementação de pastagens, plantações e a expansão de áreas urbanas e, conseqüentemente a perda de biodiversidade atrelada é considerável. Assim torna-se, um

desafio mundial, gerenciar os recursos naturais disponíveis, preservando a capacidade da biosfera em prover serviços e bens a longo prazo (FOLEY et al., 2005).

2.2 INVERTEBRADOS DO SOLO

2.2.1 Macrofauna edáfica

Fauna do solo refere-se à comunidade de invertebrados que definitivamente vive ou que desenvolve um dos seus ciclos de vida no solo. Esses indivíduos podem ser classificados de acordo com as suas dimensões corporais ou com base em aspectos funcionais (AQUINO, 2005). A fauna edáfica é composta por vários grupos taxonômicos de invertebrados do solo, apresentando algumas classificações, uma delas é com relação ao tamanho e mobilidade dos organismos, classificando-os em microfauna (<0,2 mm), mesofauna (0,2-2,0 mm) e macrofauna (>2,0 mm). A macrofauna, que é o foco principal deste estudo, é composta pelos organismos de grande mobilidade, que exercem importante papel no transporte de materiais, assim a maioria dos integrantes da macrofauna edáfica contribuem para a melhoria nas propriedades físicas e químicas do solo (DUCATTI, 2002). São organismos representantes da macrofauna, os besouros (Coleoptera), aranhas (Arachnida), minhocas (Oligochaeta), algumas formigas (Hymenoptera), dentre outros (BARETTA, 2007).

A fauna edáfica adaptou-se para viver no solo e na serapilheira podendo ser distinguidos em grupos funcionais com base nas funções desempenhadas nos ecossistemas terrestres em: predadores, detritívoros/decompositores, geófagos/bioturbadores, fitófagos/pragas, micrófagos e insetos sociais. Os saprófagos se alimentam dos materiais em decomposição, liberando nutrientes que são disponibilizados as plantas. Os predadores se alimentam de outros organismos vivos. Os micrófagos são responsáveis pela regulação da população microbiana, já que se alimentam de microrganismos. Já os insetos fitófagos são aqueles capazes de se alimentar diretamente de alguma planta viva (ROLT, 2009).

Por esta razão, a atividade desempenhada pela fauna edáfica está relacionada e vinculada a variados serviços ambientais, dos quais destacam-se: a produção de alimentos, processos de decomposição e ciclagem de nutrientes, que são primordiais para a manutenção das culturas, decomposição da matéria orgânica, sequestro de carbono, conservação da biodiversidade, controle da erosão, polinização, dispersão de sementes, estruturas como macroagregados, montículos e ninhos, que geram uma melhor capacidade de infiltração de água

e descompactação do solo, troca de gases entre o solo e a atmosfera, disponibilizam nutrientes e oxigênio para as plantas, modificação das características químicas do solo, exercem importante papel no transporte de materiais, participando ativamente da retenção e reciclagem de nutrientes nos ambientes florestais e dentre outros mais (TEIXEIRA et al., 1998; PEREIRA, 2012; KORASAKI; MORAIS; BRAGA, 2013; PARRON, et al. 2015).

A fauna edáfica é promotora de transformações e reflexo das características físicas, químicas e biológicas dos solos, porém, os invertebrados do solo apresentam sensibilidade aos diferentes tipos de manejo. As diferentes coberturas vegetais também podem influenciar na população da macrofauna do solo, devido a diferenças na estrutura da serrapilheira, que serve para os organismos como fonte nutricional e habitat (SILVA et al. 2014). Sendo assim, conhecer a fauna do solo e o seu comportamento ecológico é de extrema significância para avaliar a qualidade do solo, e para entendimento da dinâmica dos sistemas de produção (PAOLETTI; BRESSAN, 1996; BARETTA et al., 2003).

2.2.2 Biondicadores da qualidade ambiental

Segundo Lima et al. (2001), o uso de organismos bioindicadores na avaliação da qualidade ambiental é de longa data, porém o termo biondicador passou a ser aplicado com frequência em meados de 1960. Bioindicadores são considerados como sendo aqueles organismos ou comunidades destes que apresentam funções diretamente relacionadas com determinados fatores ambientais (KAPUSTA, 2008).

A biota do solo é usada como bioindicadora da qualidade ambiental, em razão da sensibilidade que apresentam perante as alterações do ambiente (SILVA et al., 2014), ou seja, alguns organismos demonstram ter uma estreita relação com o habitat em que estão, e assim respondem significativamente a alterações ambientais, o que evidencia o nível de modificação do ambiente devido à ausência ou presença destes organismos (SPILLER; SPILLER; GARLET; 2018). Portanto o uso destes organismos como bioindicadores, se dá por sua sensibilidade às modificações ambientais e por sua relação com os processos ecossistêmicos.

A fauna do solo pode ser relacionada com os processos de decomposição e ciclagem de nutrientes, que são primordiais para a manutenção das culturas. É promotora de transformações e reflexo das características físicas, químicas e biológicas dos solos, além disso, os invertebrados apresentarem sensibilidade aos diferentes tipos de manejo (DORAN; PARKIN, 1994; ANDRADE, 2000). Portanto, a diversidade da fauna do solo é importante e fundamental, no aspecto ecológico e para qualidade do solo (BARETTA, 2007). E devido a ser sensível,

apresenta e responde com rapidez a impactos dos variados tipos de sistemas de produção, por isso, é possível utilizá-la como sendo um componente ativo para análise da qualidade do solo e seus componentes (SILVA et al., 2013).

O sistema solo-serrapilheira é o habitat natural, para uma variedade de organismos edáficos, microrganismos e invertebrados. A diversidade da fauna do solo está diretamente vinculada com a variedade de recursos que este sistema oferece e com suas condições microclimáticas (LAVELLE, 1996; MOÇO et al., 2005). As diferentes coberturas vegetais também podem influenciar na população da macrofauna do solo, devido a diferenças na estrutura da serrapilheira, que serve para os organismos como fonte nutricional além de habitat (SILVA et al., 2014).

Ao utilizar a macrofauna como indicadores, com intuito de monitorar o efeito da mudança no uso da terra, é necessário executar métodos padronizados para amostrar sua diversidade, abundância e biomassa. Um dos parâmetros, mais usados que é método TSBF (Biologia e Fertilidade de Solos Tropicais), descrito por Anderson e Ingram (1993), para amostragem de invertebrados do interior do solo, utilizando monólitos, que são escavados no solo. Vários estudos utilizando este método, vêm sendo realizados no estado de Santa Catarina em diferentes sistemas florestais, para amostrar invertebrados edáficos e monitorar a condição destes ambientes (ROSA, 2013; ORTIZ, 2015; POMPEO, 2016).

Já para avaliar a comunidade de invertebrados do solo, como por exemplo, para a captura de besouros, o melhor tipo de armadilha é a *pitfall*. Esta consiste em recipientes fundos enterrados no solo, de maneira que o topo do recipiente fique no nível da superfície do solo, possibilitando assim que os habitantes mais móveis da superfície caiam dentro do recipiente (MOREIRA; HUISING; BIGNELL, 2008). Esta metodologia vem sendo utilizada com sucesso para estudos sobre coleópteros no Estado de Santa Catarina (LEÃO; MARCHIORO; NIEMEYER, 2016; POMPEO et al., 2016).

2.3 ORDEM COLEOPTERA

Dentre os artrópodes da Classe Insecta, está inclusa a Ordem Coleoptera. A denominação “Coleoptera” vem do termo grego koleos = estojo e pteron = asa, devido as asas anteriores endurecidas. Considera-se que um dos aspectos determinantes para o sucesso desta Ordem é devido à transformação das asas anteriores em élitros (RAFAEL et al., 2012).

Sendo a mais diversa da Classe Insecta, a ordem Coleoptera apresenta aproximadamente 350.000 espécies descritas, abrange os insetos conhecidos popularmente como besouros, os quais possuem distribuição cosmopolita. Esta ordem contempla o mais diverso e maior grupo de organismos do Reino Animal (LAWRENCE; BRITTON, 1994; CASARI; IDE, 2012;). Atualmente existem aproximadamente 180 Famílias conhecidas de Coleópteros (GODINHO JUNIOR, 2011).

Possuem diferentes hábitos alimentares e ocupam diversos habitats terrestres. Portanto, os coleópteros encontram-se presentes em folhagens de plantas, em flores, frutos e sementes, no tecido de plantas vivas, no solo, nos húmus, na serapilheira, em madeira em decomposição, em estrume e carniça, entre outros (CASARI; IDE, 2012). Sendo assim, devido a estes indivíduos apresentam variados hábitos alimentares, desempenham diferentes funções ecológicas nos ecossistemas naturais em que habitam, sendo fundamentais em amplos processos biológicos (AMADO, 2012). Os besouros são de extrema importância na reciclagem de nutrientes, no controle biológico de ervas daninhas e de insetos pragas (CASARI; IDE, 2012).

Uma particularidade atribuída aos indivíduos desta Ordem, é referente ao fato de que alguns grupos de coleópteros ocuparem diversos nichos ecológicos, ou seja, ocupam quase a totalidade de ambientes onde um inseto pode ocorrer, o que possibilita a utilização destes como indicadores na avaliação, seja da qualidade ou degradação de ambientes, devido a esta estreita relação com os mesmos, apresentando elevado grau de sensibilidades a alterações no ambiente, associado as características particulares que apresentam e funções que desempenham (SILVA; SILVA, 2011).

Segundo Silva e Silva (2011) vários grupos de coleópteros, são bioindicadores importantes em diferentes ecossistemas, em destaque aos organismos pertencentes as famílias Carabidae, Coccinellidae, Staphylinidae e Scarabaeidae.

A riqueza e a abundância dos coleópteros têm sido estudadas nas variadas regiões do mundo, inclusive no Brasil, com ênfase na comparação da fauna de coleópteros em diferentes localidades (PETRONI, 2008).

Grossi e Conte (2016) realizaram um levantamento de coleópteros em um ano de amostragem em remanescentes de Mata Atlântica, evidenciando as diferenças na distribuição das Famílias ao longo da época avaliada e variações na abundância entre as Famílias amostradas. Isto demonstra a importância de estudos contínuos objetivando compreender a dinâmica da comunidade em diferentes ambientes e períodos do ano.

2.4 SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

O sistema econômico e a prosperidade do ser humano apresentam uma relação de dependência do capital natural (como a água, ar, solo, fauna e flora) e dos serviços que resultem do desempenho dos ecossistemas. Assim, tais alterações no funcionamento ecológico de qualquer que seja o ecossistema, pode apresentar efeito sobre os benefícios e qualidade de vida das populações, e na capacidade dos ecossistemas em fornecerem bens e serviços para o ser humano e a sociedade (BURKHARD et al., 2012; BURKHARD; MAES, 2017).

O conceito de funções ecossistêmicas é pertinente, já que através deste ocorre a geração dos serviços ecossistêmicos, que podem ser entendidos de forma direta ou indireta, como sendo os benefícios obtidos pelo homem através do uso dos ecossistemas. Além disso, os serviços ecossistêmicos são considerados funções de suporte à vida, e, portanto, são apontados como indispensáveis. Proporcionam e mantêm a biodiversidade e produção de bens ecossistêmicos essenciais (DAILY, 1997a; DAILY, et al., 1997b; MEA, 2013).

De acordo com Millenium Ecosystem Assessment (2005), os serviços ambientais podem ser divididos em quatro categorias, sendo elas: serviços de suporte, provisão, regulação e serviços culturais (BROWN et al., 2015; PARRON, et al., 2015). Os serviços ambientais e o papel da fauna nos processos envolvidos são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 — Serviços ambientais de destaque e atuação da biota do solo.

CATEGORIA	SERVIÇO	PROCESSO ECOSSISTÊMICO	CONTRIBUIÇÃO DA FAUNA
Provisão	Água disponível	Infiltração e armazenamento no solo	Bioturbação, galerias para aumentar a infiltração e retenção de água no solo
	Alimento	Produção de biomassa animal	Alimento para seres humanos e animais
Suporte	Ciclagem de nutrientes	Regulação de perdas de nutrientes	Mineralização, alteração nas taxas de lixiviação, desnitrificação, emissão de N ₂ O, nitrificação e atividade de enzimas no solo
		Decomposição e humificação	Fragmentação, ingestão e estimulação da comunidade microbiana
	Formação do solo	Pedogênese	Bioturbação, aumento na taxa de formação do solo
		Atividade simbiote	Estimulação de simbiotes na rizosfera e nos intestinos
	Produtividade primária	Microorganismos promotores do crescimento	Mudança na atividade de microorganismos promotores do crescimento vegetal
		Proteção contra pragas/doenças	Controle de forma direta e indireta
	Conservação da biodiversidade	Produção vegetal	Consumo de partes vivas ou aumento da produtividade
		Manutenção de comunidade biodiversa	Alteração do solo como habitat para fauna, flora e microorganismos
Regulação	Controle da erosão	Regulação de escoamento	Criação de rugosidade que altera a taxa de erosão
		Infiltração e armazenamento de água no solo	Mudança na estrutura do solo, porosidade e bioporos na superfície para aumentar a infiltração
	Polinização	Polinização	Insetos com fase edáfica contribuem com polinização
	Dispersão de sementes	Dispersão de sementes	Transporte, consumo e dejeção de sementes, com viabilidade e germinação
Cultural	Recreação	-	Alimento para animais, arte, literatura, exposições, criação ou coleção de hobby, videogame, filmes
	Educação	-	Instrumento para auxiliar na educação ambiental

Fonte: Lavelle et al., 2006.

Estudos relacionados a serviços ecossistêmicos são uma importante ferramenta para promover a sustentabilidade antrópica no manejo dos recursos naturais disponíveis. Sendo necessário compreender e gerenciar os múltiplos serviços ecossistêmicos que os ecossistemas podem fornecer, de forma simultânea para permitir que as sociedades obtenham melhores benefícios a longo prazo, evitando assim saturar um determinado ecossistema (MEA, 2005; BENNETT; PETERSON; GORDON, 2009).

As florestas naturais são ecossistemas importantes para a geração e a manutenção de uma grande parte desses bens e serviços ambientais. Os principais organismos responsáveis por afetar o funcionamento dos serviços ambientais pertencem a fauna edáfica (KORASAKI; MORAIS; BRAGA, 2013).

As árvores nos proporcionam uma lista ampla de produtos e serviços (sombra, manutenção natural da fertilidade dos solos, proteção do solo e das águas, efeito regulador sobre o clima, dentre outros mais). Assim a eliminação das árvores nativas, e destruição em grande escala das florestas, contribui para a aceleração da erosão do solo, assoreamento dos cursos d'água e aumento na pressão antrópica sobre os resquícios da Mata Atlântica. Portanto, a recomendação dos Sistemas Agroflorestais como proposta a ser um sistema mais sustentável, está baseada nos serviços ecossistêmicos, os quais são oferecidos e promovidos pelo ambiente. Dentre estes destacam-se a provisão de alimentos, fibras e energia, a manutenção dos recursos genéticos, a provisão de madeira e minerais, sombreamento, a estabilização do clima, o controle de pragas e doenças, a purificação do ar e da água; a regulação do fluxo e a qualidade dos recursos hídricos; o controle da sedimentação, a manutenção da fertilidade do solo e do ciclo de nutrientes, a decomposição dos rejeitos orgânicos, a manutenção da biodiversidade da fauna do solo, além dos benefícios estéticos, culturais e possibilidades de lazer (MAY; TROVATTO, 2008, MORAES; AMÂNCIO; RESENDE, 2011).

2.5 SISTEMAS FLORESTAIS

2.5.1 Mata Atlântica e Floresta Ombrófila Mista

Dentre os biomas brasileiros, a Mata Atlântica é reconhecida por apresentar um dos maiores graus de riqueza em espécies e em endemismos. É uma das regiões de maior biodiversidade do planeta e uma das mais ameaçadas do mundo (PEIXOTO 1991/92; MORELLATO; HADDAD, 2000).

A Mata Atlântica é composta por um conjunto de formações florestais e ecossistemas. Atualmente os remanescentes de vegetação nativa, de sua cobertura original, estão reduzidos cerca de 22%. Mesmo com os altos índices de devastação, a estimativa é de que existam cerca de 20 mil espécies vegetais, com destaque para a ocorrência do número elevado de espécies consideradas endêmicas, portanto é uma região prioritária para a conservação da biodiversidade mundial (MMA, 2017). Alguns fatores podem influenciar as comunidades da macrofauna, como a variação latitudinal, diferenças de solo e da constituição florística presente nos diferentes ecossistemas da Mata Atlântica. O que auxilia no estabelecimento de comunidades diferenciadas entre si (AQUINO; CORREIA; ALVES, 2007).

A Mata Atlântica, contempla uma diversificada formação vegetacional e florestal, dentre as quais está inserida a Floresta Ombrófila Mista (FOM) (SNIF, 2018). Considerada típica dos planaltos da região Sul do país, contempla disjunções na Serra do Mar e Mantiqueira, bem como Sudeste do Paraguai e Argentina. A FOM caracteriza-se pela presença do Pinheiro-do-Paraná (*Araucaria angustifolia*) (Bertol.) Kuntze em conjunto com outras espécies. É uma formação florestal relacionada a altitude, variando de 700 a mais de 1000 m acima do nível do mar (IBGE, 1990; IBGE, 1992; IBGE, 2012).

Com relação as regiões fitoecológicas que apresentam maior pressão antrópica no Estado de Santa Catarina, a FOM apresenta menos de 25% da sua área original, demonstrando o alto grau de modificação da sua cobertura original, consequência da intensa exploração madeireira, assim como da conversão das áreas florestais em áreas de agricultura e pecuária. Esta fragmentação contribui para a redução da variabilidade genética das espécies nos remanescentes desta formação. Perante tais condições destaca-se a extrema importância do direcionamento de estratégias visando a conservação (MEDEIROS, 2006; GASPER et al., 2013).

2.5.2 *Pinus taeda*

A família Pinaceae, é uma das mais importantes das gimnospermas, inclui o gênero *Pinus* (MARCHIORI, 1996), que pertence à Ordem Pinales, do grupo das Gymnospermae, sendo o centro de origem da região polar até os trópicos, incluindo também os continentes da Europa, Ásia, América do Norte e Central, sendo que na América do Sul não há ocorrência natural, tratando-se assim de uma espécie exótica no Brasil (AGUIAR et al., 2011).

O Brasil apresenta uma área de 7,84 milhões de hectares (ha) de reflorestamento. A indústria de base florestal brasileira é reconhecida mundialmente devido a produtividade das

áreas plantadas e apresenta o maior volume de madeira produzida por unidade de área ao ano. Tal fato se dá pelas condições climáticas e do solo, aliados a investimentos de empresas privadas do setor. Segundo o IBÁ (2017), os plantios de pinus no país, ocupam 1,6 milhão de ha, distribuídos majoritariamente nos Estados do Paraná (42%) e Santa Catarina (34%).

A base das florestas plantadas para a produção madeireira sustenta uma cadeia produtiva que é fundamental para a economia do país. Mesmo sendo considerada uma espécie exótica, os plantios do gênero *Pinus* contribuem para o desenvolvimento da região sul do país (VASQUES et al., 2007). Esta região se destaca na produção de *Pinus*, por apresentar ótimas condições edafoclimáticas para plantações de *Pinus taeda* Linnaeus (HIGA et al., 2008) que é amplamente utilizada em programas de reflorestamento na região sul do Brasil, em áreas de altitude e que apresentam menores temperaturas. As plantações florestais de *P. taeda* no país, com finalidade comercial, foram iniciadas em 1948, pelo então Serviço Florestal do Estado de São Paulo (ZEGARRA, 2011).

Esta espécie é responsável pela deposição da serrapilheira no solo, a qual é composta por fragmentos orgânicos oriundo do dossel da planta, como galhos, folhas, cascas, frutos, caules e flores, além de outros como restos animais e material fecal. A serrapilheira atua na proteção do solo, contra a erosão evitando o impacto direto da gota da chuva diretamente no solo, e também é fonte de material orgânico para a manutenção da ciclagem de nutrientes. Assim, em monocultivos a deposição de serrapilheira é a responsável pela formação de material orgânico do solo, sendo considerada fundamental para a estabilidade do sistema (CORRÊA NETO et al., 2001).

Apesar de ser um cultivo monoespecífico, em povoamentos de pinus a serrapilheira torna-se um fator fundamental contribuindo para a estabilidade e produtividade. Destaca-se a importância desta cobertura vegetal principalmente devido a plantios que apresentam solos com baixa fertilidade, na qual o povoamento se mantém ao longo do ciclo, sendo que em tal condição outras culturas não se estabeleceriam (VIERA; SCHUMACHER, 2010).

Por se tratar de uma espécie exótica, esta pode intervir no ecossistema natural e nos organismos presentes, podendo modificar as comunidades de invertebrados edáficos (CÓRDOVA et al., 2009; QUADROS et al., 2009). Assim esta espécie, aparenta desempenhar um efeito de inibição sobre as espécies que participam dos estágios iniciais da sucessão, após uma perturbação. Tal efeito reduz a resiliência ambiental e torna-se um entrave, dificultando o processo de regeneração em áreas naturais onde o pinus é invasor. Com relação à deposição de acículas no solo, nas áreas de plantios da espécie durante um longo tempo, está camada de acículas torna-se espessa e se acumula na serrapilheira, exercendo um controle da regeneração

do sub-bosque. As acículas apresentam uma degradação difícil, pois, mesmo tendo grande quantidade de celulose, apresentam uma concentração de nitrogênio considerada baixa, portanto apresentam alta acidez. Além dos compostos polifenólicos que são resistentes à ação microbiana (RICKLEFS, 1996; BOURSCHEID; REIS, 2010).

Segundo Garcia e Catanozi (2011) após análise da macrofauna edáfica em área de reflorestamento com *Pinus* sp, constatou-se que as camadas mais profundas de solo aparentam não ofertarem condições para que a diversidade de fauna edáfica ocorra de forma significativa, refletindo em possível comprometimento do ambiente relacionado, devido a redução da riqueza de grupos e da densidade de organismos.

2.5.3 Sistemas Agroflorestais (SAFs)

Os SAFs são consórcios que integram espécies arbóreas com culturas agrícolas ou pastagens no mesmo sistema, o qual pode ser utilizado como alternativa para restaurar florestas e recuperar áreas degradadas (ENGEL, 1999; MAY; TROVATTO, 2008). Os SAFs têm características que conciliam benefícios socioeconômicos e ambientais. O manejo da agrobiodiversidade, agrega uma segurança alimentar, propiciando um aumento potencial na produção de alimentos na propriedade rural, em diferentes épocas do ano, com custo de produção menor. O plantio de espécies florestais, pode objetivar o potencial madeireiro, ou de forma complementar em cortinas quebra-vento (ENGEL, 1999; MAY; TROVATTO, 2008, MORAES; AMÂNCIO; RESENDE, 2011).

Dentre os diversos benefícios na implementação dos SAFs, destaca-se o restabelecimento do fluxo de serviços ambientais, como regulação do regime hídrico, regulação do microclima, o sequestro e estoque de carbono (MORAES; AMÂNCIO; RESENDE, 2011). Segundo Schwiderke et al. (2012), os sistemas agroflorestais apresentam ao ambiente impactos positivos no que se refere aos atributos químicos de qualidade do solo, além do atributo de produção de alimentos, colabora também com a resiliência dos agroecossistemas.

Perante a vigência do Código Florestal, Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, no Art. 54, está previsto a possibilidade de os SAF's contabilizarem na porcentagem obrigatória da Reserva Legal (RL), nos imóveis rurais. Sendo assim, para o cumprimento da manutenção da área de RL nos imóveis (inciso V do art. 3º), poderão ser computados os plantios de árvores frutíferas, ornamentais ou industriais, compostos por espécies exóticas, que podem ser cultivadas em sistema intercalar ou em consórcio com espécies nativas da região em sistemas agroflorestais (BRASIL, 2012).

No país, os SAFs estão gradativamente sendo adotados, pois representam uma opção de manejo sustentável do solo. Além de proporcionar uma cobertura vegetal diversificada e proteção ao solo, adicionam a ele maior quantidade e diversidade de resíduos e de matéria orgânica que servem de alimento aos animais edáficos, por isto neste sistema a população e a diversidade de fauna que nesta está contida, tendem a aumentar (BROWN; MASCHIO; FROUFE, 2009).

Nos últimos anos, o número de estudos relacionando a fauna edáfica em SAFs vem aumentando consideravelmente. Pech et al. (2016) avaliou a dinâmica e composição das comunidades edáficas nestes sistemas, utilizando Índices de diversidade para explicar os resultados verificados, constatando a necessidade de estudos contínuos sobre estas comunidades ao longo das estações do ano. Utilizando organismos como indicadores da qualidade ambiental neste sistema, Fockink et al. (2016) evidência que o SAF promove melhorias nas condições ambientais, o que consequentemente corrobora na manutenção da fauna edáfica neste sistema.

Este SAF, é composto por espécies arbóreas, arbustivas e herbáceas sendo a mais representativa a bracatinga. A espécie arbórea *Mimosa scabrella* Benth., conhecida popularmente por bracatinga, pertence à Família Fabaceae e Subfamília Mimosoideae, é nativa dos climas mais frios do Brasil, na Região Sul de preferência nos planaltos, em altitudes acima de 700 m. A área de ocorrência natural é mais expressiva nos Estados do Paraná e Santa Catarina. No interior de florestas, regenera-se apenas em grandes áreas de distúrbio, como clareiras ou estradas internas. A expansão da bracatinga depende de fatores que quebrem a dormência das sementes, como o fogo ou mesmo o aquecimento pelo sol. As temperaturas mais eficazes para quebra da dormência encontram-se entre 40°C e 80°C (CARPANEZZI; LAURENT; CARVALHO, 1988). É considerada uma espécie pioneira, apresenta rápido crescimento, alta produção de sementes e ciclo de vida curto CARVALHO, 2003).

A espécie apresenta o mais importante uso da madeira voltado para a energia, devido ao alto poder calorífico, sendo usada como lenha, carvão, construção civil e em partes internas de móveis. Torna-se uma espécie com potencial econômico muito importante para a região sul do país (CARPANEZZE; LAURENT; CARVALHO, 1988; CARVALHO; HOEFLINCH, 2003). A bracatinga é fonte de renda para agricultores que manejam a espécie e forma bracatingais, devido as características que apresenta em destaque, para o rápido crescimento e produtividade elevada (STENBOOCK et al., 2011). Portanto, existe uma vasta possibilidade de utilização da espécie (Tabela 2).

Tabela 2 – Utilização da Bracatinga.

Órgão da planta	Aplicação e usos
Tronco	Lenha, carvão, palanques, escoras, laminados, aglomerados e cabo de ferramentas
Galhos e folhas	Alimentação animal
Sementes	Recuperação de áreas degradadas, uso na indústria de alimentos, fármacos e cosméticos
Flores	Densidade elevada e florescimento precoce, apresentando alto potencial de aptidão apícola

Fonte: STENBOOCK et al., 2011.

Em estudo realizado no Paraná, avaliando a entomofauna presente na copa e no sub-bosque de um bracatingal Costa, Link e Medina (1993) verificaram que devido a qualidade da biomassa produzido pelas copas, a abundância da entomofauna amostrada. Em estudo realizado em FOM, com intuito de avaliar a influência da vegetação e manejo, em área de SAF, *P. taeda*, regeneração e bracatingal, Ribeiro et al. (2017) constataram que o índice de diversidade foi superior na área de bracatinga e pinus, sendo que a maior riqueza de grupos foi verificada na área contendo bracatinga, indicando que, por ser uma espécie pioneira, apresenta um crescimento mais rápido e isto favorece a fauna edáfica devido as interações ecológicas presentes neste sistema florestal.

2.5.4 Regeneração natural

Sucessão Secundária ou em Regeneração, segundo a Resolução nº4 do CONAMA, de 1994, é considerada aquela que resulta de processos naturais de sucessão posterior a supressão total ou parcial da vegetação primária devido a causas naturais ou antropização. Podendo ser distinguida em níveis de estágio inicial, médio e avançado de regeneração (BRASIL, 1994).

Em cada ecossistema florestal a regeneração natural, sucede da interação entre os processos naturais de restabelecimento, sendo considerado parte do ciclo natural de crescimento da floresta (CARVALHO, 1982; GAMA et al., 2002), a partir do processo de retomada da vegetação que o ambiente irá se restabelecer. Assim, torna-se importante estudar os processos de sucessão para cada situação, para auxiliar na conservação, manejo, e restauração de áreas degradadas (SILVA et al., 2012). Considera-se que a regeneração natural é uma das técnicas mais adequadas e viáveis para proporcionar o restabelecimento da vegetação em áreas degradadas e/ou que de alguma forma sofreram processos de antropização (SEUBERT, et al. 2017).

Nos estágios iniciais da regeneração, a fisionomia é herbácea/arbustiva de porte baixo,

a serapilheira, quando presente, forma uma fina camada ainda pouco decomposta. A diversidade biológica é variável com poucas espécies vegetais, porém apresenta abundância de espécies pioneiras, apresentando na FOM espécies indicativas como: *Melinos minutiflora* (Capim-gordura), *Baccharis dracunculifolia* (Vassoura), e *Solanum mauritianum* (fumo-bravo). Em sequência, no estágio médio a fisionomia arbórea/arbustiva predomina sobre a herbácea, podendo constituir estratos, e a serrapilheira passa a alterar conforme a estação, apresentando uma diversidade biológica significativa, apresentando na FOM espécies indicativas como: *Cupania vernalis* (Cambotá-vermelho) e *Schinus terebinthifolius* (Aroeira). E no estágio avançado de regeneração, fisionomia arbórea predomina, a serrapilheira é abundante, a diversidade biológica elevada, sendo na FOM espécies indicativas como: *Ocotea puberula* (Canela) e *M. scabrella* (Bracatinga) (BRASIL, 1994).

Segundo Damasceno (2005), é essencial que estudos continuem e sejam realizados, com relação ao entendimento da sucessão florestal, sejam em áreas de florestas naturais ou em áreas antropizadas. Para assim, entender a dinâmica das florestas tropicais e apontar caminhos e ferramentas significativas a serem aplicadas e que possam auxiliar na restauração. É de fundamental importância compreender o grau em que as florestas secundárias atuam, de que forma e se cumprem as funções ecológicas de forma similar as florestas primárias. Devido ao seu valor perante a conservação da diversidade de espécies (BIHN, 2008). Além disso, utilizar vários grupos de organismos formadores do ecossistema, como a fauna edáfica, torna-se de relevante importância para caracterizar a biodiversidade dessas áreas em regeneração.

3 METODOLOGIA

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi conduzido no município de Curitibanos – Santa Catarina, sendo as áreas de estudo localizadas dentro ou nas proximidades da Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Rurais.

O município de Curitibanos está situado no Centro do Estado de Santa Catarina, na região do Planalto Catarinense, entre as coordenadas geográficas de 27°16'44" de latitude Sul e uma Longitude de 50°34'57" oeste, altitude de 987 metros. O bioma caracteriza-se como Mata Atlântica e a fitofisionomia como Floresta Ombrófila Mista. Segundo a classificação de Köppen o clima é subtropical úmido mesotérmico – Cfb. O presente estudo foi realizado no entorno da coordenada geográfica de 27°17'14" de latitude Sul e uma Longitude de 50°31'59" oeste.

As parcelas amostradas, nas áreas analisadas possuem quatro diferentes usos da terra (Figura 1), sendo:

1. Sistema Agroflorestal - SAF (Agrícola/Bracatinga): Área com cultivo integrado no qual está sendo estabelecido e manejado um Sistema Agroflorestal (SAF) desde a Primavera de 2013 (aproximadamente há 5 anos) local em que foi retirado um monocultivo de *P. taeda* há cerca de 6 anos. Sendo que espécies nativas que já existiam no local foram mantidas e utilizadas na estruturação do SAF, a exemplo: Pinheiro-do-Paraná (*A. Angustifolia*), Bracatinga (*M. scabrella*), Fumo bravo (*Solanum mauritianum* Scop.), Bugreiro (*Lithraean brasiliensis* Marchand.), Camboatá branco (*Matayba eleagnoides* Radlk.), Canela (*Cinnamomum verum* J.Presl.) e Aroeiras (*Lithraea molleoides* (Vell.) Engelm.). Espécies que foram combinadas com as culturas anuais e perenes.
2. Mata Nativa (Mata Atlântica/Floresta Ombrófila Mista): Área sem intervenção antrópica no estabelecimento da Floresta Nativa.
3. Plantio de *P. taeda* (pertencente a empresa Agropastoril Gaboardi LTDA): Monocultivo com o plantio realizado em 2005 (13 anos) com dois desbastes efetuados (2014 e 2017).
4. Regeneração: Área em fase de regeneração natural, sendo estabelecida desde a retirada do plantio de *P. taeda*.

Figura 1 — Aspecto geral das áreas de estudo, sendo 1) SAF, 2) Mata Nativa, 3) Monocultivo de *P. taeda* e 4) Regeneração.



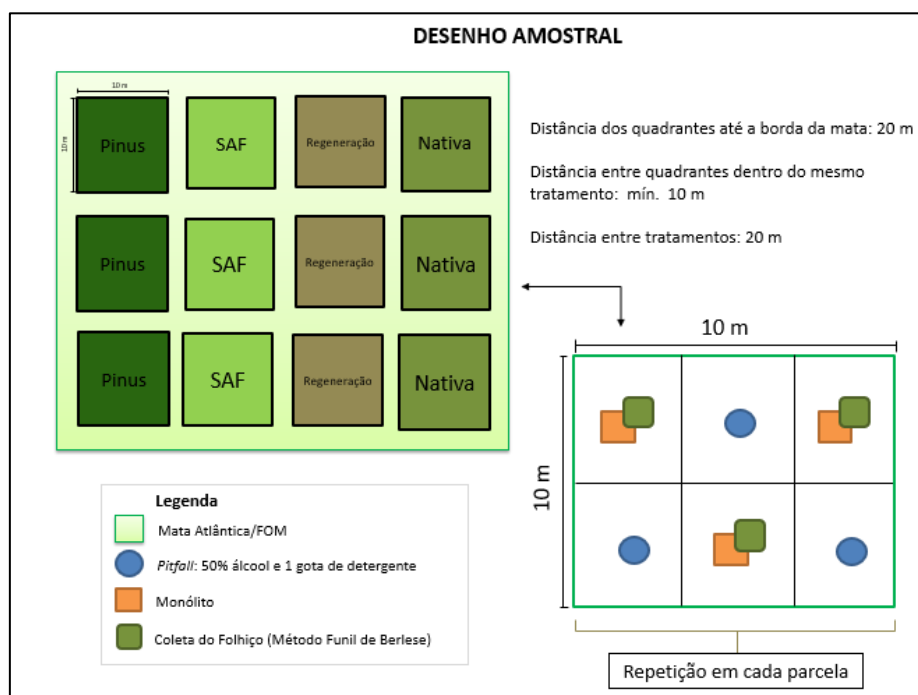
Fonte: A autora.

3.2 DELINEAMENTO AMOSTRAL

Para a amostragem foi utilizado o método de parcelas a campo. Com intuito de assegurar a independência entre as amostras coletadas, para cada área e parcela foram realizadas réplicas, ou seja, em cada área foram delimitadas três parcelas de 10 m X 10 m, totalizando uma área de 100 m² por parcela, estabelecendo uma distância de 20 m entre elas e 20 m da borda.

As coletas foram sazonais, sendo realizadas nos meses de outubro de 2016 (outono) e março de 2017 (Primavera), totalizando duas coletas para o estudo. A distribuição e organização das análises a serem realizadas seguem o desenho amostral apresentado na Figura 2.

Figura 2 — Desenho amostral das análises realizadas neste estudo, no município de Curitibaanos (SC).



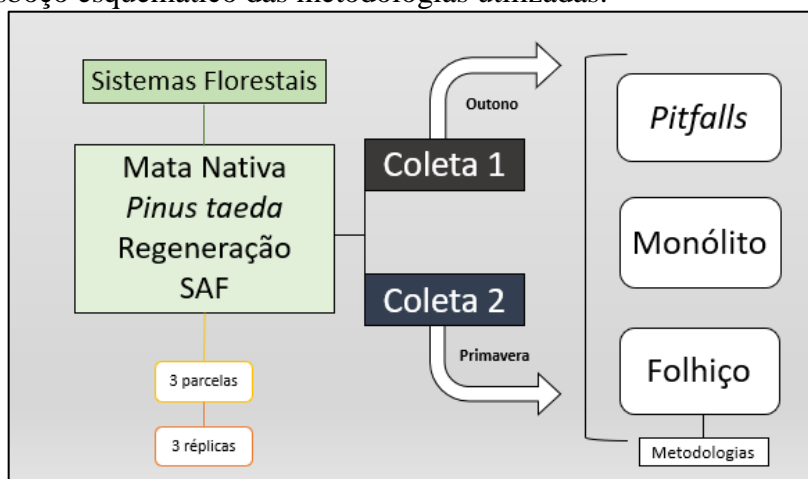
Fonte: A autora.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DAS METODOLOGIAS

Almejando avaliar a qualidade ambiental nestes sistemas florestais, foram utilizadas as metodologias (Figura 3) de instalação de armadilhas de queda *pitfall*, Extração por Funil de Berlese-Tullgren coleta de monólito e serapilheira.

Os organismos da Ordem Coleoptera da superfície e do interior do solo foram utilizados como bioindicadores, com intuito de compreender os processos ecológicos envolvidos nestes sistemas, determinando os efeitos da cobertura vegetal e manejo sobre a abundância e diversidade dos grupos.

Figura 3 — Esboço esquemático das metodologias utilizadas.



Fonte: A autora.

3.3.1 Amostragem de coleópteros do interior e da superfície do solo por Monólitos

Para a amostragem dos invertebrados do interior do solo foi utilizado o método TSBF (Biologia e Fertilidade de Solos Tropicais), descrito por Anderson e Ingram (1993). Esse método se baseia na escavação de um monólito de 30 X 30 X 20 cm, e caracteriza-se por ser um método quantitativo. Em conjunto com esta metodologia, foi coletada a Serrapilheira (Folhiço) presente no solo a qual foi armazenada em sacos plásticos, para ser utilizada como base, para a avaliação da comunidade de invertebrados presentes no local (Ordem Coleoptera). Após a retirada da Serrapilheira, realizou-se a escavação a 20 cm de profundidade, sendo em cada parcela escavados três monólitos (Figura 4). Com o auxílio de uma enxada e uma pá, retirou-se o solo, e o mesmo foi colocado em sacos plásticos pretos e em seguida os mesmos foram levados para o laboratório para a posterior triagem manual, realizada no período de sete dias. Durante o período de coleta a campo destas amostras foi realizada uma pré-triagem e os coleópteros encontrados, foram colocados em frascos com álcool 70% e armazenados para posterior identificação a nível de Família.

Figura 4 — Metodologia TSBF, com a escavação de monólitos, sendo 1) Coleta da Serrapilheira e demarcação no solo e 2) Escavação do monólito e coleta do solo.



Fonte: A autora.

3.3.2 Avaliação da comunidade de coleópteros ativos na superfície do solo por armadilha *pitfall*

Para a avaliação da comunidade de coleópteros da superfície do solo, foi utilizado a amostragem por armadilhas *pitfalls*, baseando-se na metodologia da Embrapa, descrita por Aquino, Aguiar-Menezes e Queiroz (2006). Esta metodologia consiste na utilização de copos plásticos, com capacidade de 500 mL, que são enterrados ao nível do solo através da escavação de um buraco com o auxílio de um trado. Dentro do recipiente de plástico foram adicionados 150 mL de álcool a 70% para conservar os organismos e uma gota de detergente para quebrar a tensão superficial da água. Em seguida, o recipiente foi coberto com um prato plástico sustentado por palitos, evitando excesso de água da chuva. Em cada parcela foram colocadas três armadilhas (Figura 5), que ficaram expostas a campo no período de sete dias. Posteriormente o conteúdo da armadilha foi transferido para recipientes plásticos etiquetados, levados ao laboratório e filtrados utilizando lenço umedecido, possibilitando a transferência do material coletado para recipientes com álcool a 70% para posterior análise. Finalmente, foi realizada a separação ao nível de Ordem, Família e morfo-espécie, possibilitando registrar a riqueza e abundância da comunidade de coleópteros presentes nas áreas do estudo.

Figura 5 — Metodologia de amostragem por armadilha *pitfall* utilizada nos sistemas florestais.



Fonte: A autora.

3.2.3 Avaliação da comunidade de coleópteros ativos na serrapilheira do solo por TSBF-Folhicho

A serrapilheira coletada durante a etapa do TSBF foi levada ao laboratório para ser analisada através da metodologia do Funil de Berlese-Tullgren alternativo (TSBF-Folhicho) (Figura 6), com intuito de extrair os invertebrados presentes na serrapilheira coletada de todas as parcelas amostradas. O procedimento aplicado consistiu no método adaptado e descrito por Rodrigues et al. (2008), o qual é constituído por um conjunto de lâmpadas incandescentes de 40 watts de potência, garrafas plásticas contendo álcool 70% e um recipiente plástico em forma de funil posicionado acima de cada garrafa. Sendo assim, para este estudo, a extração (tempo de exposição) ocorreu por 7 dias, período em que os invertebrados se deslocaram para o interior do recipiente contendo álcool. Posteriormente, estes foram triados e armazenados para subsequente identificação.

Figura 6 — Metodologia TSBF-Folhiço, utilizada para extrair os coleópteros da serrapilheira coletada.



Fonte: A autora.

3.4 TRIAGEM E IDENTIFICAÇÃO DOS COLEÓPTEROS

Para as amostragens realizadas, os organismos foram separados por metodologia utilizada e armazenados em álcool 70%. Em sequência foi efetuada a triagem, com auxílio de um estereomicroscópio, em aumento de 40 e 60X. Os invertebrados amostrados pertencentes a Ordem Coleoptera, foram analisados e separados em morfo-espécies para posterior identificação a nível de Família, através do uso de chaves dicotômicas, avaliação de características taxonômicas e comparação com bancos de dados online (ESALQ, 2004; TUNÔÓN, 2009).

A identificação dos grupos taxonômicos foi realizada através de consulta a materiais bibliográficos (GODINHO JUNIOR, 2011; SILVA; VAZ-DE-MELLO; MARE, 2011; RAFAEL et al., 2012) e pesquisas em acervos de Universidades disponíveis online. Portanto, foram utilizadas chaves dicotômicas específicas a nível de Ordem e Família, contidas na literatura taxonômica disponível (FARIAS, 2013; ROSADO NETO et al., 2008; CASARI; IDE, 2012).

3.5 ANÁLISE DOS DADOS

3.5.1 Índice de Shannon-Wiener

O índice de Diversidade Shannon-Wiener, descrito por Ludwig e Reynolds (1988), é um dos índices mais utilizados para medir a diversidade de espécies, ou seja, quanto maior for o valor do H' maior será a diversidade.

Após a triagem e contagem dos organismos coletados através do método descrito, foi aplicado o índice de Diversidade, conforme fórmula 1.

Fórmula 1 — Equação 1 utilizada para calcular o Índice de Diversidade Shannon-Wiener (H').

$$H' = \frac{[N \ln(N) - \sum_{i=1}^S ni \ln(ni)]}{N}$$

No qual:

H' = Índice de Diversidade Shannon-Wiener.

ni = Número de indivíduos amostrados da i -ésima espécie.

N = número total de indivíduos amostrados.

S = número total de morfoespécies de coleópteros amostrados.

\ln = logaritmo natural.

3.5.2 Equabilidade de Pielou

A equabilidade de Pielou (Pielou, 1966), é um componente do Índice de Diversidade de Shannon-Wiener. Este, representa a uniformidade em que os indivíduos são distribuídos entre as espécies existentes em determinada amostra analisada. O índice de equabilidade de Pielou apresenta uma amplitude de 0 (uniformidade mínima) a 1 (uniformidade máxima).

Posteriormente a ser calculado o índice de Diversidade (H'), os dados foram submetidos a análise realizada através da fórmula 2, para calcular a Equabilidade de Pielou.

Fórmula 2 — Equação 2 utilizada para calcular o Índice de Equabilidade de Pielou (J')

$$J' = \frac{H'}{\ln S}$$

Onde:

J' = índice de equabilidade

H' = índice de diversidade de Shannon-Wiener

S = número total de morfoespécies de coleópteros presentes na amostra

\ln = logaritmo natural

3.6.3 Análise Estatística

O experimento consiste em um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC). Após obtenção dos dados do estudo a campo, estes foram analisados utilizando o software livre “R”. Com intuito de verificar se existe variação entre a comunidade de coleópteros mensurados nos diferentes sistemas florestais, para cada metodologia de coleta, os dados foram submetidos ao teste de normalidade Shapiro Wilk ($p < 0,05$) e homogeneidade de Bartlett ($p < 0,05$) de variâncias para o teste paramétrico ao longo da distribuição. Em seguida, aplicou-se a análise de variância (ANOVA). E quando encontrado diferenças entre os tratamentos, foi efetuado o teste de Tukey ($p < 0,05$).

Elaborou-se o Boxplot para os quatro tratamentos (SAF, Mata Nativa, *P. taeda* e Regeneração) para as três variáveis (*pitfall*, TSBF e TSBF-Folhicho), com intuito de verificar a variabilidade entre os tratamentos. Com relação as médias entre os tratamentos, as letras diferentes indicam que a diferença entre as médias é estatisticamente significativa pelo teste de Tukey a 5% ($p < 0,05$) de significância.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE QUANTITATIVA DOS COLEÓPTEROS

Foram amostrados nas duas coletas (Outono e Primavera), um total de 1.421 indivíduos da ordem Coleoptera, sendo 1.311 coleópteros adultos e 110 coleópteros na fase larval, totalizando 732 indivíduos no outono e 689 na primavera.

Na coleta 1 (Outono) foram amostrados 269 indivíduos pelo método TSBF-Folhicho, 58 pelo método TSBF (monólito) e 405 com armadilhas (*pitfall*). Na coleta 2 (Primavera) foram amostrados 168 indivíduos pelo método TSBF-Folhicho, 84 pelo método TSBF (monólito) e 437 com armadilhas (*pitfall*), conforme evidenciado na Tabela 3.

Tabela 3 — Levantamento de coleópteros amostrados, através das metodologias TSBF-Folhicho, TSBF e *pitfall* em trabalho realizado no município de Curitiba - SC.

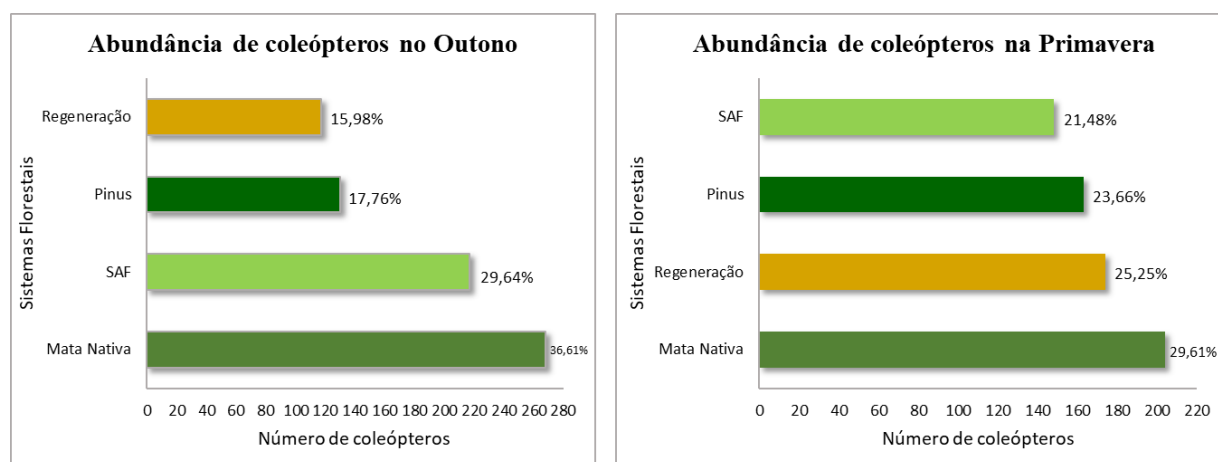
COLETA	MÉTODO	ÁREAS	MORFOTIPOS	FAMÍLIAS	TOTAL
Coleta 1 (Outono)	TSBF-Folhicho	Mata Nativa	13	04	65
		<i>P. taeda</i>	18	09	68
		Regeneração	16	04	30
		SAF	21	08	106
	TSBF	Mata Nativa	3	01	07
		<i>P. taeda</i>	9	04	24
		Regeneração	2	01	05
		SAF	10	02	22
	<i>Pitfall</i>	Mata Nativa	23	07	196
		<i>P. taeda</i>	17	06	38
		Regeneração	22	09	82
		SAF	23	08	89
Coleta 2 (Primavera)	TSBF-Folhicho	Mata Nativa	13	04	60
		<i>P. taeda</i>	11	04	36
		Regeneração	17	05	53
		SAF	12	05	19
	TSBF	Mata Nativa	04	03	26
		<i>P. taeda</i>	04	02	20
		Regeneração	05	03	27
		SAF	04	03	11
	<i>Pitfall</i>	Mata Nativa	25	05	118
		<i>P. taeda</i>	19	05	107
		Regeneração	27	06	94
		Agrícola	33	07	118
TOTAL					1.421

Fonte: A autora.

A maior abundância de coleópteros foi verificada na Mata Nativa em ambas as coletas, representando 36,61% dos espécimes amostrados no outono e 29,61% na primavera. Resultados semelhantes, foram encontrados no estudo realizado por Ortiz (2015), em levantamento da macrofauna utilizando armadilhas *pitfall* e método TSBF em FOM no Estado de Santa Catarina, em parcelas de Mata Nativa, *Pinus elliottii* e *A. angustifolia*. Estes resultados indicam que a FOM favorece as comunidades edáficas, provavelmente devido ao estágio de sucessão mais elevado em comparação com os outros três sistemas, apresentando uma estrutura de habitat mais complexa. Além disso, a diversidade da composição vegetal e maior deposição de biomassa vegetal propiciam uma atividade alimentar diversificada, favorecendo diferentes hábitos alimentares devido à maior variedade de recursos disponíveis.

Nota-se que a abundância de coleópteros variou entre as áreas em ambas as coletas. Enquanto em outubro as áreas mais abundantes, foram nesta ordem, Mata Nativa, SAF, *P. taeda* e Regeneração, em março foram Mata Nativa, Regeneração, *P. taeda* e SAF (Figura 7).

Figura 7 — Abundância de coleópteros amostrados, em trabalho realizado no município de Curitiba - SC.



Fonte: A autora.

4.2 ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA E ESTATÍSTICA

4.2.1 Índices e influência da cobertura do solo e diferentes tipos de manejo nos sistemas

Na primeira coleta (outono-2016), foram encontrados 732 coleópteros, sendo 36,61% em área de Mata Nativa, 29,65% no SAF (Agrícola/Bracatingal), 17,76% em *P. taeda* e 15,98%

em regeneração natural. Enquanto na segunda coleta (primavera-2017), foram encontrados 689 coleópteros, sendo 29,61% em área de Mata Nativa, 25,25% em regeneração natural, 23,66% em *Pinus taeda* e 21,48% no SAF.

A menor valor da abundância no outono foi verificada em regeneração e o maior valor de Riqueza no SAF. Referente ao Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (H') o maior valor foi encontrado no SAF, já para o Índice de Equabilidade de Pielou (J') o maior foi em área de regeneração, enquanto que os menores H' e J' foram encontrados na Mata Nativa.

Assim como na primeira coleta, a maior abundância foi verificada em Mata Nativa, e a Riqueza de espécies na regeneração natural. O monocultivo de *P. taeda* apresentou a menor abundância e riqueza na primavera. O maior valor de H' e J' foram encontrados no SAF e os menores novamente em Mata Nativa.

Os dados referentes a Riqueza, Abundância e os Índices de Diversidade, encontram-se na Tabela 4.

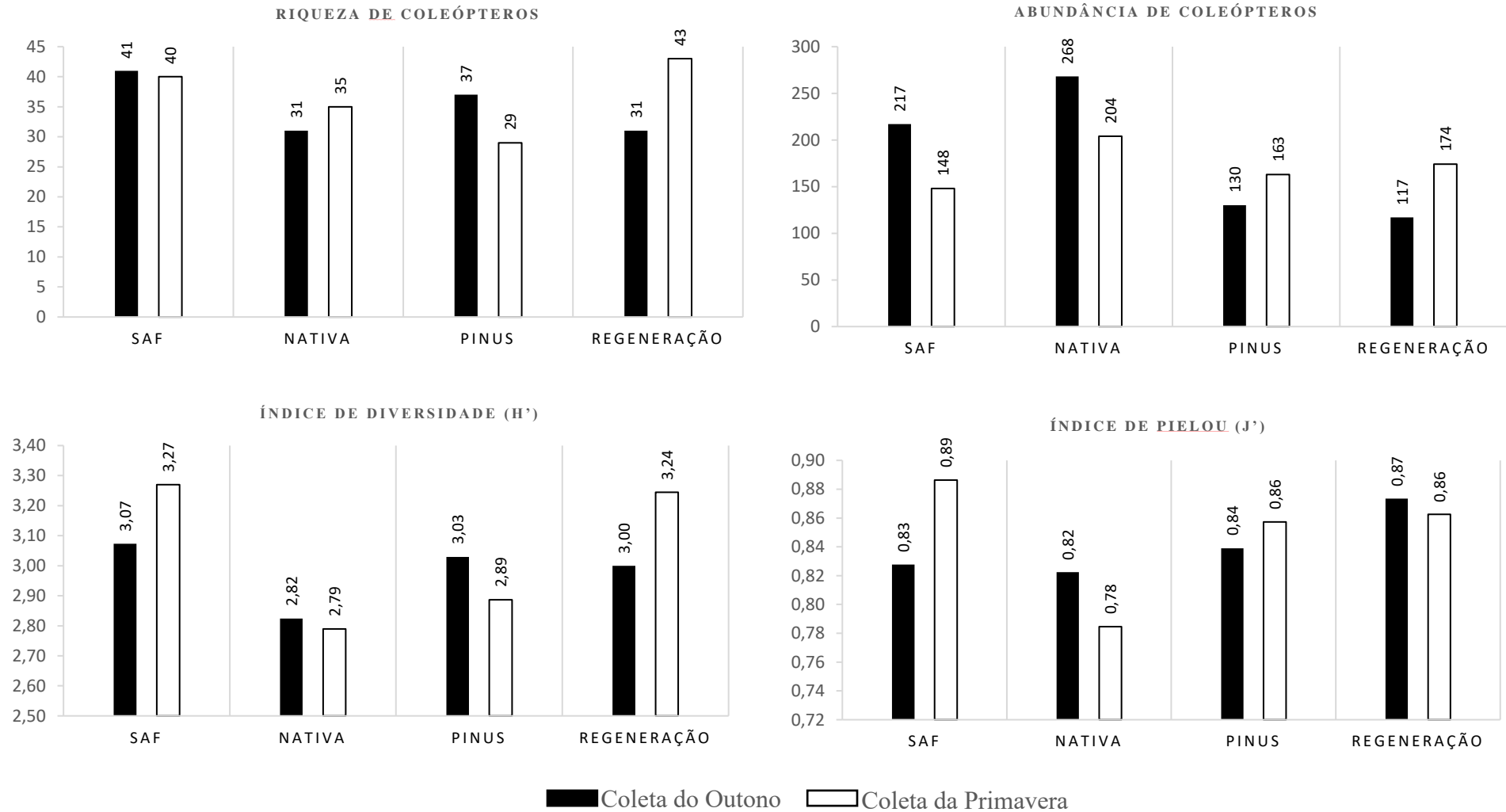
Tabela 4 — Levantamento da Ordem Coleoptera de ambas as coletas (Outono e Primavera), em áreas de SAF, Mata Nativa, *P. taeda* e Regeneração. Valores de Riqueza e Abundância total, seguidos dos Índice de Shannon-Wiener (H') e Índice de Equabilidade de Pielou (J').

Coleta	Áreas	Riqueza	Abundância	H'	J'
Outono	Mata Nativa	31	268	2,82	0,82
	<i>P. taeda</i>	37	130	3,03	0,84
	Regeneração	31	117	3,00	0,87
	SAF	41	217	3,07	0,83
Primavera	Mata Nativa	35	204	2,79	0,78
	<i>P. taeda</i>	29	163	2,89	0,86
	Regeneração	43	174	3,24	0,86
	SAF	40	148	3,27	0,89

Fonte: A autora.

Na Figura 8, é possível comparar estas variações nos dados referentes a Riqueza, Abundância e nos Índices de Diversidade.

Figura 8 — Análise comparativa entre os dados de Riqueza, Abundância, Índice H' e J' de ambas as coletas, nas diferentes metodologias utilizadas nos sistemas florestais, em trabalho realizado no município de Curitibaanos - SC.



Fonte: A autora.

Agrupando-se os dados, obtidos pelos diferentes métodos de coleta, verificou-se que a maior abundância em ambas as coletas foi na Mata Nativa, ressaltando que esta área que não apresentou nenhum manejo obteve o resultado mais elevado, em comparação com as demais áreas. Sendo que nesta área estão presentes espécies arbóreas, arbustivas e herbáceas com diferentes idades e conseqüentemente estágios sucessionais mais dinâmicos, gerando ao sistema diferentes tipos e quantidades de biomassa vegetal, o que pode ter contribuído para os resultados de abundância e riqueza encontrados, devido a disponibilidade constante de recursos disponibilizados ao longo do ano.

É importante destacar que os resultados obtidos em SAF foram interessantes, uma vez que este sistema apresentou a maior riqueza e diversidade de coleópteros na coleta do outono. Isto indica que o manejo realizado na área está proporcionando e auxiliando na recuperação das condições ambientais do período em que a área continha monocultivo. Em estudo realizado nesta mesma área, Barbosa et al. (2016) destaca que a diversidade de espécies presentes no sistema auxiliou na redução da acidez ativa já no primeiro ano de estudo, evidenciando que o manejo realizado de forma planejada e adequada para cada condição reflete em positivas benesses ao sistema. Portanto, como as espécies vegetais presentes contribuíram com a redução da acidez ativa no SAF, considera-se que este sistema promove uma qualidade estrutural do solo. Além disso, as espécies que compõem o SAF apresentam importantes contribuições para melhorias do solo com a deposição de cobertura vegetal. Dentre as leguminosas (*Leucaena leucocephala*, *Acacia melanoylon*, *Leucaena diversifolia* e *M. scabrella*) estudadas por Bertalot et al. (2004) em experimento realizado coletando a biomassa mensalmente destas árvores, a Bracatinga foi a responsável pela maior deposição. Por ser um dos principais componentes do SAF estudado, esta espécie pode estar contribuindo diretamente para a melhora da qualidade do solo tanto pela deposição de folhiço quanto pela associação com fixadores de nitrogênio nas raízes, e tal melhoria se reflete na comunidade da fauna edáfica.

Ressaltando que se torna importante estudar o padrão de deposição da serrapilheira, para melhor compreender a dinâmica dos sistemas, devido ao comportamento da deposição apresentar diferenças entre as estações do ano (devido às mudanças de temperatura e pluviosidade), entre as espécies e entre indivíduos de diferentes classes de idade (SCHUMACHER et al. 2012). As diferenças entre os dados de riqueza, abundância e diversidade das comunidades em ambas as coletas pode indicar que há diferenças na disponibilidade de recursos e na atividade dos organismos durante o ano. Também em plantios florestais pode-se observar estas diferenças, que são devidas à ecologia da espécie plantada, mas também pode ter contribuição do manejo realizado.

Além da composição da comunidade vegetal, também os atributos do solo podem explicar a diversidade e abundância de coleópteros, o que não foi contemplado no presente estudo.

4.2.2 Levantamento de coleópteros da coleta de Outono

Na Coleta 1 (outono) foram coletados 732 coleópteros, sendo 55,33% amostrados pelo método *pitfall*, 36,75% pelo método TSBF-Folhiço e 7,92% através do método TSBF (monólito). Os Índices calculados estão presentes na Tabela 5.

Tabela 5 — Levantamento da Ordem Coleoptera coletada no outono, em áreas de SAF, Mata Nativa, *P. taeda* e Regeneração. Valores de Riqueza e Abundância total, seguidos dos Índice H' e J'.

Métodos	Áreas	Riqueza	Abundância	H'	J'
TSBF-Folhiço	Mata Nativa	13	65	2,17	0,82
	<i>P. taeda</i>	18	68	2,28	0,79
	Regeneração	16	30	2,49	0,90
	SAF	21	106	2,31	0,76
TSBF	Mata Nativa	3	7	1,00	0,27
	<i>P. taeda</i>	9	24	1,83	0,83
	Regeneração	2	5	0,50	0,72
	SAF	10	22	2,08	0,90
<i>Pitfall</i>	Mata Nativa	23	196	2,43	0,77
	<i>P. taeda</i>	17	38	2,48	0,83
	Regeneração	22	82	2,57	0,83
	SAF	23	89	2,56	0,82

Fonte: A autora.

Em estudo realizado no inverno no Planalto Sul Catarinense (Campo Belo do Sul, Lages e Otacílio Costa) em Floresta Nativa, Pompeo et al. (2016), encontrou valores de $H'=1,08$ e $J'=0,47$ com armadilhas *pitfalls* no inverno, o que foi inferior ao do presente estudo em Mata Nativa. No mesmo estudo, em TSBF encontrou valores de $H'=1,18$ e $J'=0,45$ superiores, resultados que podem ser explicados pela variação das condições ambientais no período das amostragens, destacando que mesmo em regiões próximas existe uma variação na distribuição e diversidade de coleópteros, em parte devido aos vários fatores e condições envolvidos (clima, solo, relevo, altitude, precipitação, temperatura, umidade, entre outros). Contudo, os resultados demonstram que as condições climáticas da FOM, favorecem a comunidade edáfica.

4.2.3 Levantamento de coleópteros da coleta da Primavera

Na coleta 2 (Primavera) foram coletados 689 coleópteros, sendo 63,43% amostrados pelo método *pitfall*, 24,38% pelo método TSBF-Folhiço e 12,19% através do método TSBF (monólito). Os Índices calculados estão presentes na Tabela 6.

Tabela 6 — Levantamento da Ordem Coleoptera coletada na Primavera, em áreas de SAF, Mata Nativa, *P. taeda* e Regeneração. Valores de Riqueza e Abundância total, seguidos dos Índice H' e J'.

Métodos	Áreas	Riqueza	Abundância	H'	J'
TSBF-Folhiço	Mata Nativa	13	60	2,00	0,78
	<i>P. taeda</i>	11	36	1,89	0,79
	Regeneração	17	53	2,39	0,84
	SAF	12	19	2,33	0,94
TSBF	Mata Nativa	4	26	0,97	0,70
	<i>P. taeda</i>	4	20	1,12	0,81
	Regeneração	4	27	1,04	0,65
	SAF	4	11	1,24	0,89
<i>Pitfall</i>	Mata Nativa	25	118	2,31	0,72
	<i>P. taeda</i>	19	107	2,46	0,84
	Regeneração	27	94	2,86	0,87
	SAF	33	118	3,09	0,88

Fonte: A autora.

Em Floresta Nativa localizada no Planalto Sul Catarinense (Campo Belo do Sul, Lages e Otacílio Costa), no verão, Pompeo et al. (2016) encontrou valores de $H' = 1,28$ e $J' = 0,46$ com armadilhas, e em TSBF encontrou valores de $H' = 1,36$ e $J' = 0,50$. O H' amostrado do presente estudo foi superior em *pitfall* e inferior em TSBF ao do estudo citado, enquanto a equabilidade foi superior em ambas as metodologias.

4.2.4 Comparação entre as metodologias de amostragem de coleópteros

As três metodologias de coleta, mostraram-se diferentes na captura dos espécimes, porém evidenciam a complementariedade entre elas em estudos de levantamento da macrofauna edáfica. A maior captura foi obtida em armadilhas *pitfall*, TSBF-Folhiço e TSBF.

A metodologia de armadilhas *pitfalls* é a que obteve a maior riqueza e abundância dos organismos, assim como maiores índices de diversidade e equabilidade. Isto pode ser explicado porque este método coleta invertebrados ativos da superfície do solo e associados à serrapilheira. Já o método TSBF amostrou as menores porcentagens de indivíduos, indicam que a maior distribuição dos coleópteros se dá na superfície, porém é um método complementar, uma vez que pode coletar espécies que vivem enterradas no solo (Pompeo, 2016). O mesmo resultado é salientado por Oliveira et al. (2012) efetuando a comparação entre as metodologias em FOM.

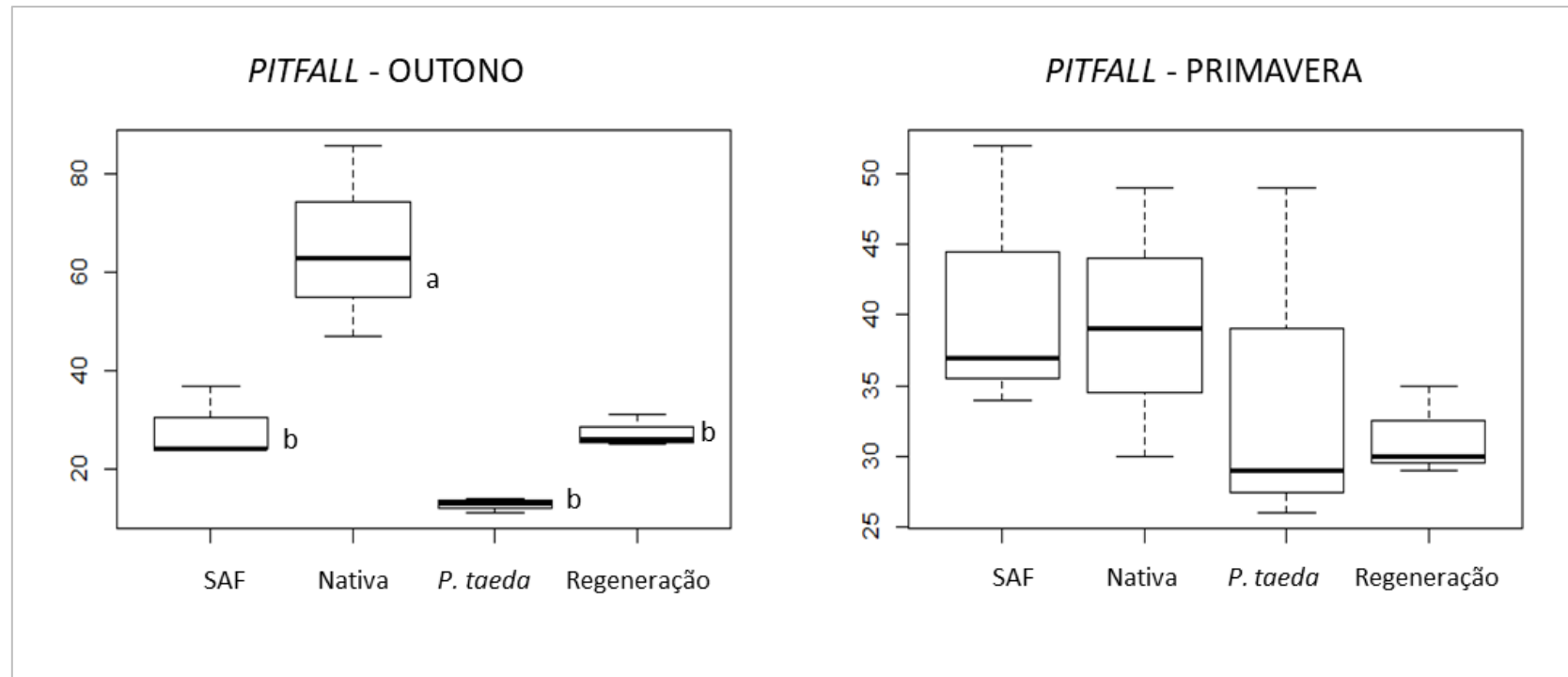
4.2.5 Análise Estatística

Para a coleta do outono, houve diferença entre os tratamentos. Aplicou-se o Teste de Tukey, para comparação entre as médias. Não houve diferenças estatisticamente significativas entre as áreas de SAF, *P. taeda* e regeneração (b), enquanto a Mata Nativa (a) foi o único tratamento com diferença entre as áreas. Para a coleta da primavera não houve diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos (Figura 9).

Para a coleta do outono, realizada com a metodologia TSBF, indicou diferença entre os tratamentos. Perante o Teste de Tukey, não houve diferença estatisticamente significativa entre as áreas de SAF e *P. taeda* (a), e Mata Nativa e regeneração (b). Para a coleta da primavera, realizada com a metodologia TSBF, os dados foram considerados normais e as variâncias homogêneas, em seguida aplicou-se a análise de variância (ANOVA) a nível de 5% de significância, não indicando diferença entre os tratamentos (Figura 10).

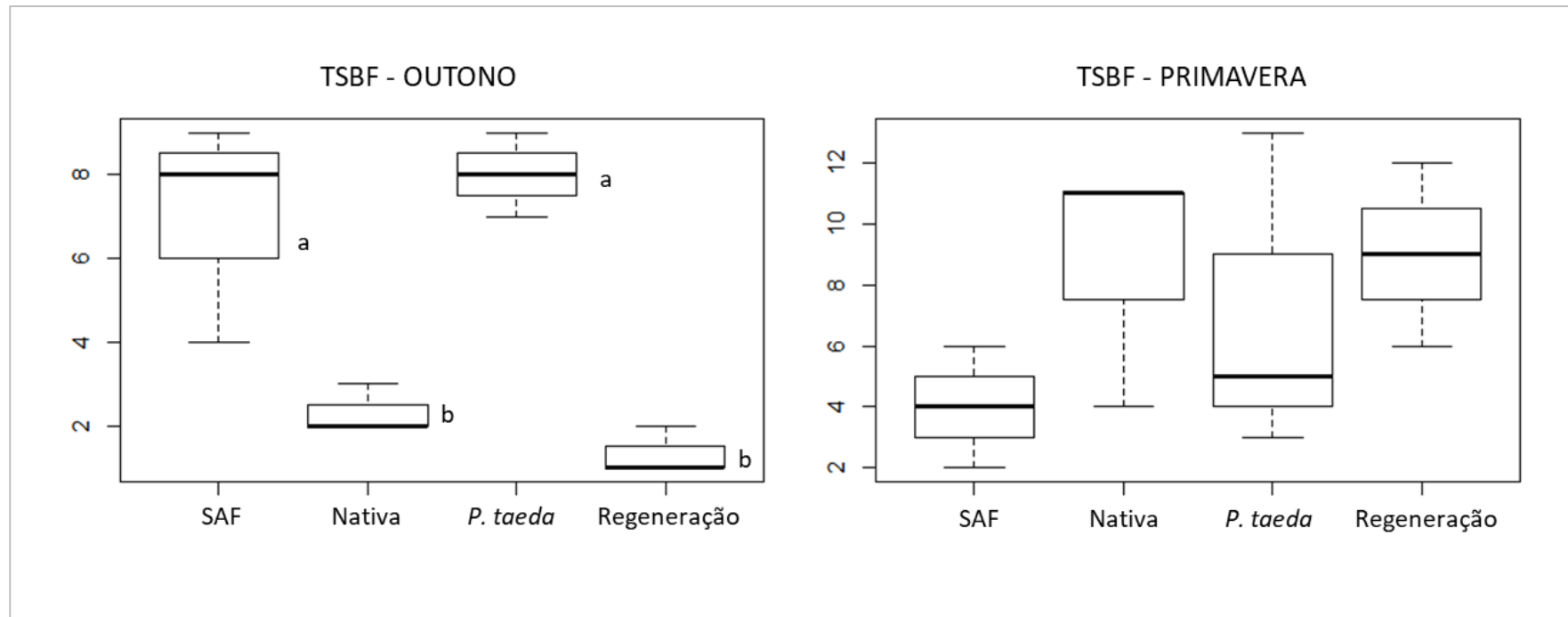
Para a coleta de outono e primavera, realizada com a metodologia TSBF-Folhicho, não houve diferença entre os tratamentos (Figura 11).

Figura 9 — Boxplot referente a abundância dos coleópteros pela metodologia *pitfall*, nos tratamentos (sistemas florestais) ¹.



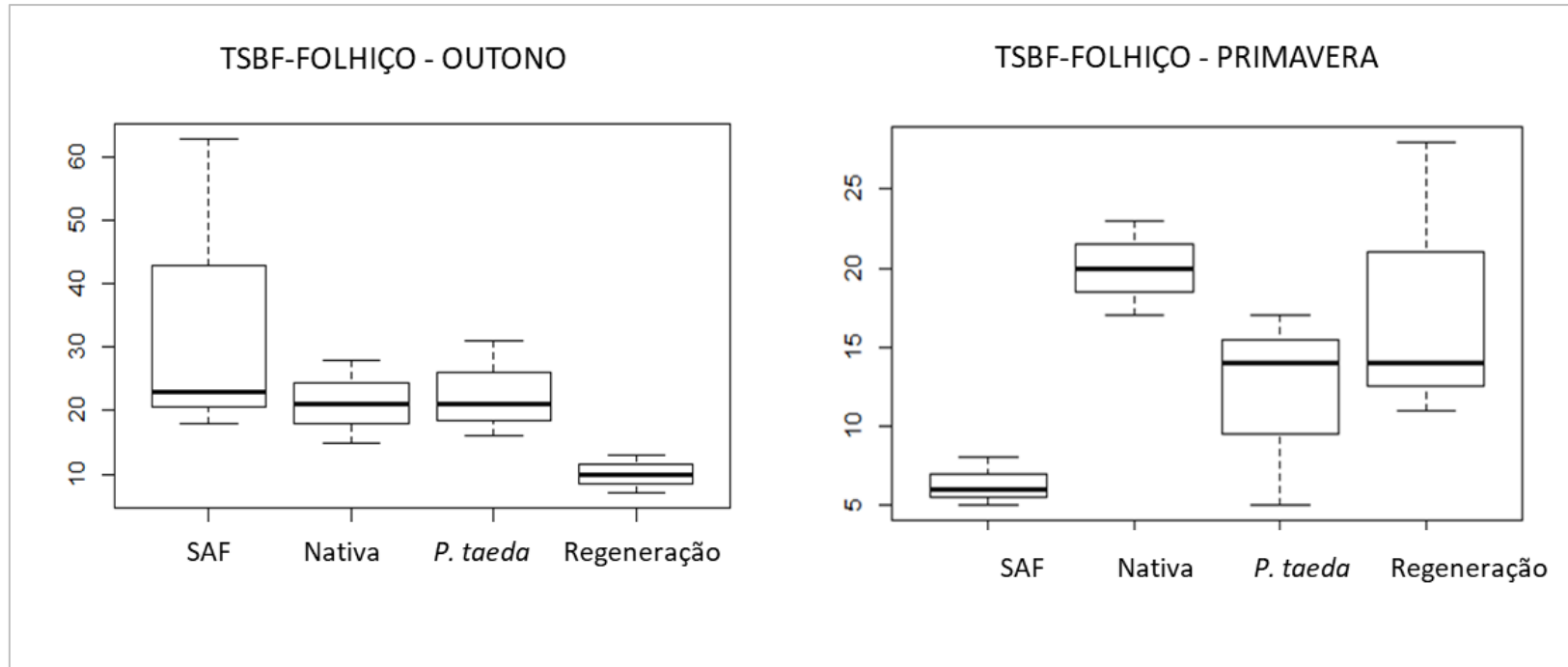
Fonte: A autora. *a, b: As médias seguidas de letras minúsculas diferentes indicam que, a diferença entre as médias é estatisticamente significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) entre os tratamentos.

Figura 10 — Boxplot referente a abundância dos coleópteros pela metodologia TSBF, nos tratamentos (sistemas florestais).



Fonte: A autora. *a, b: As médias seguidas de letras minúsculas diferentes indicam que, a diferença entre as médias é estatisticamente significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) entre os tratamentos.

Figura 11 — Boxplot referente a abundância dos coleópteros pela metodologia TSBF-Folhiço, nos tratamentos (sistemas florestais).



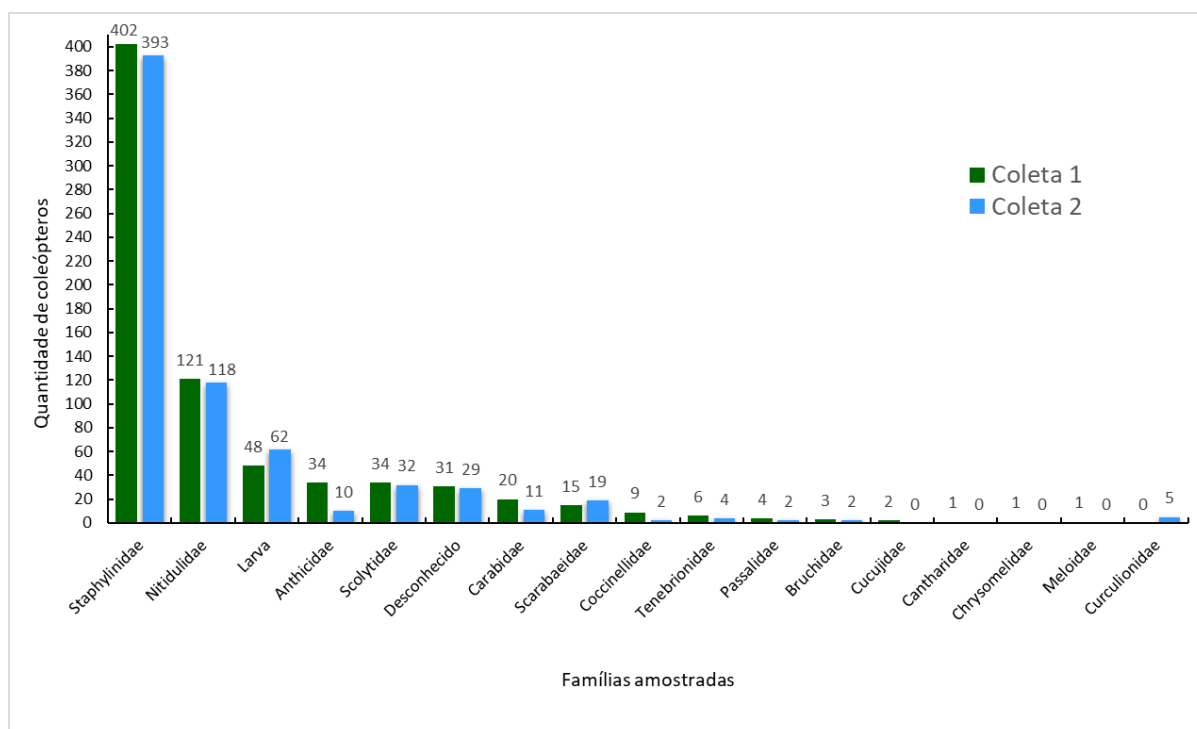
Fonte: A autora.

4.4 DIVERSIDADE DE MORFOTIPOS E FAMÍLIAS

4.4.1 Diversidade de morfotipos e Famílias nos sistemas florestais

Dos coleópteros adultos amostrados em ambas as coletas, os mesmos ficaram distribuídos em 80 morfoespécies. Dos indivíduos triados, foram amostrados e identificados em 15 famílias (Figura 12), das quais, 10 foram de ampla ocorrência, ou seja, foram amostradas em ambas as coletas, sendo estas Staphylinidae, Nitidulidae, Scolytidae, Scarabaeidae, Carabidae, Anthicidae, Tenebrionidae, Coccinellidae, Passalidae e Bruchidae (ANEXO A).

Figura 12 — Análise de composição de comunidade de Famílias de coleópteros amostrados nos diferentes sistemas florestais em ambas as coletas.



Fonte: A autora,

As famílias Chrysomelidae, Cucujidae, Meloidae e Cantharidae ocorreram exclusivamente na amostragem da coleta do outono, enquanto a família Curculionidae apresentou ocorrência exclusivamente na coleta da primavera.

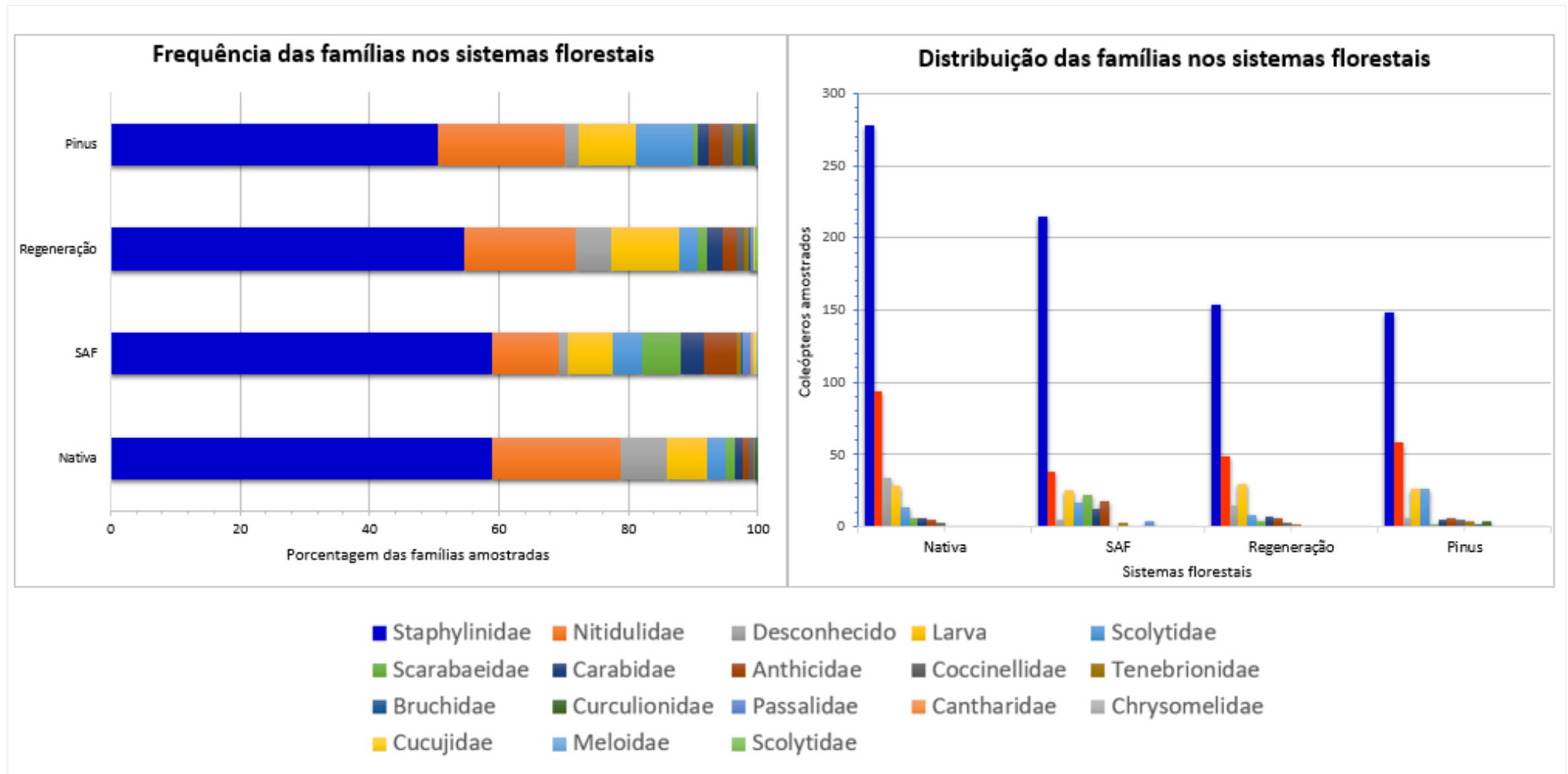
Na primeira coleta foram amostradas 14 famílias, sendo a de maior ocorrência a Staphylinidae (402 indivíduos) representando 54,92% dos coleópteros amostrados no outono. Na coleta 2 foram amostradas 11 famílias, sendo a de maior ocorrência a Staphylinidae (393 indivíduos) representando 57,04% dos coleópteros amostrados na primavera. A família

Staphylinidae foi a de maior representatividade em ambas as coletas, sendo em maior abundância na coleta 1.

Na avaliação de coleópteros da superfície do solo pelo método de armadilhas *pitfalls* foram coletados 842 coleópteros, sendo 37,29% em Mata Nativa, 24,58% em área de SAF, 20,90% em área de regeneração natural. Referente a avaliação de coleópteros da superfície do solo pelo método TSBF-Folhicho, foram coletados 437 coleópteros, sendo 28,60% amostrados em área de SAF, 28,60% em Mata Nativa, 23,80% em *P. taeda*, e 18,99% em área de regeneração natural e 17,22% *P. taeda*.

Na análise da Ordem Coleoptera do interior e da superfície do solo pelo método TSBF, foram coletados 142 coleópteros, 30,99% em *P. taeda*, 23,24% em Mata Nativa, 23,24% em área de SAF e 22,54% em área de regeneração natural. A frequência e distribuição das famílias apresentaram diferentes comportamentos nas áreas, porém a interação de cada família em ambas as coletas foi semelhante (Figura 13).

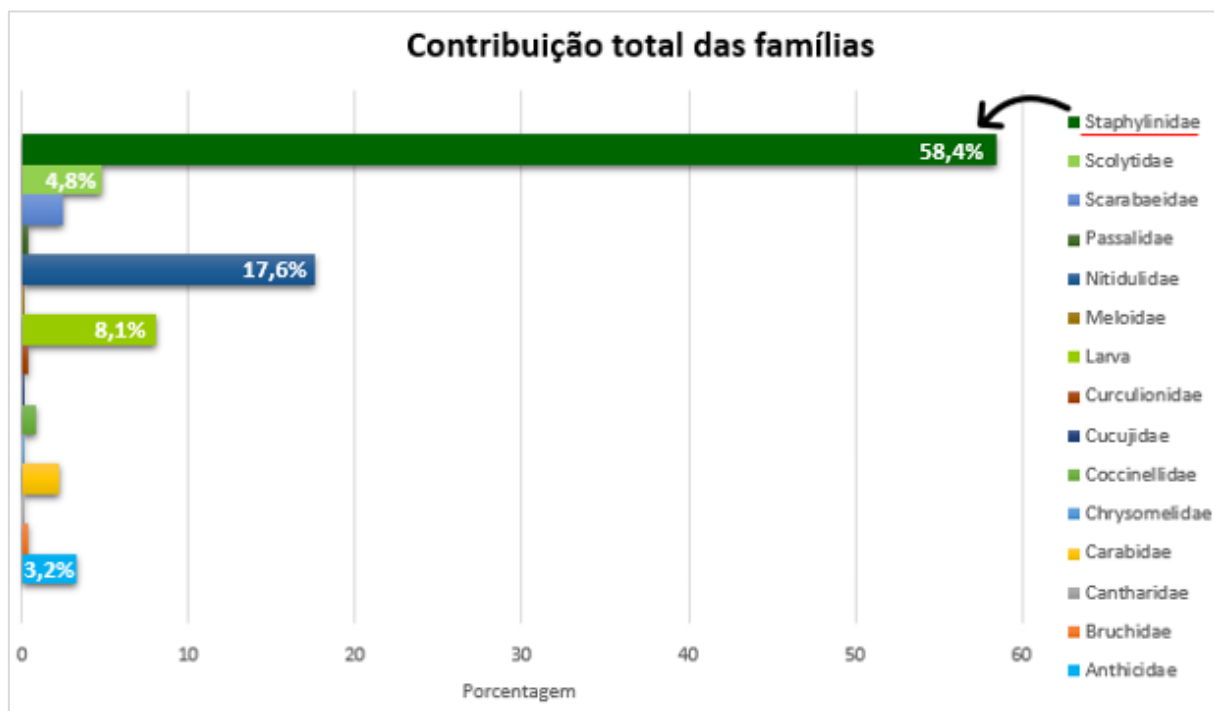
Figura 13 — Frequência e distribuição das famílias de coleópteros nos sistemas florestais, em estudo realizado no município de Curitibanos - SC.



Fonte: A autora.

Os resultados encontrados são explicados pelos diferentes hábitos e nichos que as famílias amostradas apresentam. Sendo a família Staphylinidae responsável por mais da metade (58,41%) das famílias amostradas (Figura 14), neste estudo. Dentre as famílias identificadas, Staphylinidae foi a mais abundante nos estudos de Silveira (2009) e Pompeo (2016).

Figura 14 — Porcentagem de contribuição das famílias de coleópteros.



Fonte: A autora.

Staphylinidae é uma das grandes famílias dos coleópteros. Apresentam hábitos predatórios, fitófagos (se alimentam de folhas), antófagos (devoram flores), polínifagos (comem pólen), necrófagos (nutrem-se de cadáveres), fungívoras ou micófagas (devoram cogumelos) e alguns apresentam hábitos mirmecófilos ou termitícolos vivendo em formigueiros ou cupinzeiros (GODINHO JUNIOR, 2011). Segundo Dunxião et al. (1999), são considerados bioindicadores dos solos, devido a abundância e ampla distribuição. Podem ocorrer em ambientes naturais, semi-naturais ou em ecossistemas florestais manejados, sendo importantes indicadores de modificações ambientais, em destaque para as ações antrópicas (BUCHS, 2003).

A família Nitidulidae (17,56%) indica que a mesma se torna importante no sistema. Os nitidulídeos no geral são herbívoros ou fungívoros. As espécies de importância econômica são relevantes devido a estragos que podem causar em alimentos armazenados. Devido ao seu hábito diversificado estes indivíduos tornam-se expressivos no sistema. Porém, o acervo

científico sobre o papel desta família em sistemas florestais é extremamente reduzido e inconclusivo, portanto destaca a necessidade de estudos visando esta família como possíveis indicadores, para melhor entendimento (GODINHO JUNIOR, 2011).

Os escolitídeos, conhecidos como broqueadores, podem ser granívoros ou xilófagos. São consideradas espécies de grande importância econômica (GODINHO JUNIOR, 2011), além de auxiliarem na remoção e reingresso da matéria orgânica no ciclo dos nutrientes no sistema, propiciando o aumento da aeração do solo, promovendo a capacidade produtiva (MILHOMEM et al. 2003). Evidenciando a contribuição destas famílias com os serviços ecossistêmicos disponibilizados por estas nos sistemas florestais.

4.4.2 Diversidade de Famílias evidenciadas através das metodologias de amostragem

Os indivíduos foram identificados em 15 famílias, destas, 6 tiveram ampla ocorrência, ou seja, foram amostradas por ambos os métodos, enquanto 4 ocorreram exclusivamente em TSBF-Folhicho, 1 somente em armadilhas *pitfalls*, 4 em *pitfall* + TSBF-Folhicho (Tabela 7). É importante ressaltar que nenhuma foi de ocorrência exclusiva pelo método TSBF, indicando que das 15 Famílias amostradas nenhuma apresenta apenas ocorrência no interior do solo.

As Famílias de ampla ocorrência foram Staphylinidae, Scolytidae, Scarabaeidae, Carabidae, Passalidae e Tenebrionidae indicando que estas podem ocorrer tanto no interior, superfície e folhicho do solo. Enquanto as Famílias Bruchidae, Cantharidae, Chrysomelidae e Meloidae foram exclusivas do folhicho do solo (TSBF-Folhicho) a Família Cucujidae foi encontrada apenas na superfície do solo (*pitfall*).

Os resultados acerca das Famílias que ocorreram apenas no folhicho poderiam ser explicados devido ao hábito alimentar destes besouros, que é favorecido pelo folhicho presente no solo, já que bruquídeos são devoradores de sementes, os cantarídeos são predadores de outros insetos e alguns devoram flores, os crisomelídeos são fitófagos e os meloídeos são fitófagos, antófagos ou polinípagos. Os cucujídeos apresentam alta mobilidade, são onívoros e habitam, em sua maioria, cascas de árvores mortas, o que pode explicar a ocorrência exclusiva dos mesmos na superfície do solo, o que favorece a busca pelo habitat ideal (GODINHO JUNIOR, 2011).

Em estudo realizado em Florianópolis-SC, Silveira (2009) encontrou 22 Famílias amostradas com *pitfall* nas quatro estações do ano, das quais 4 destas Famílias foram amostradas por esta metodologia no presente estudo, sendo Staphylinidae, Scarabaeidae, Carabidae e Tenebrionidae. No Rio Grande do Sul, em FOM, Boll e Leal-Zanchet (2010) em

amostragem com *pitfall* encontraram as famílias Carabidae, Curculionidae, Scarabaeidae e Staphylinidae, enquanto em TSBF-Folhço: Chrysomelidae, Carabidae e Staphylinidae, em comum com o presente trabalho. No estudo de Pompeo (2016) no Planalto Sul Catarinense, as famílias Staphylinidae, Scarabaeidae, Carabidae e Tenebrionidae também foram de ampla ocorrência na amostragem com *pitfall* e TSBF.

Demonstrando que o levantamento de coleópteros com estas metodologias independente da área de coleta torna-se uma ferramenta importante para os estudos ecológicos, contribuindo na verificação da riqueza e diversidade de Famílias deste grupo.

Tabela 7 — Famílias e quantidade de coleópteros (N° indiv.) amostrados pelas metodologias *pitfall*, TSBF e TSBF-Folhiço em ambas as coletas.

Famílias de ampla ocorrência	N° indiv.	<i>Pitfall</i> + TSBF-Folhiço	N° indiv.	Exclusivas TSBF-Folhiço	N° indiv.	Exclusivas <i>Pitfall</i>	N° indiv.	Exclusivas TSBF	Total indiv.
Staphylinidae	795	Nitidulidae	239	Bruchidae	5	Cucujidae	2	-	-
Scolytidae	66	Anthicidae	44	Cantharidae	1	-	-	-	-
Scarabaeidae	34	Coccinellidae	11	Chrysomelidae	1	-	-	-	-
Carabidae	31	Curculionidae	5	Meloidae	1	-	-	-	-
Passalidae	6	-	-	-	-	-	-	-	-
Tenebrionidae	10	-	-	-	-	-	-	-	-
Subtotal	942	-	299	-	8	-	2	-	1.251
Larvas	110	Desconhecidos	60	-	-	-	-	-	-
Subtotal	110	-	60	-	-	-	-	-	170
Total	1.052	-	359	-	8	-	2	-	1.421

Fonte: A autora. Adaptado de Pompeo (2016).

5 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados do presente estudo é possível concluir que:

Foram amostrados 1.421 indivíduos da ordem Coleoptera, distribuídos em 15 Famílias, das quais 10 foram de ampla ocorrência em ambas as coletas, sendo: Staphylinidae, Nitidulidae, Scolytidae, Scarabaeidae, Carabidae, Anthicidae, Tenebrionidae, Coccinellidae, Passalidae e Bruchidae. Porém ocorreram exclusivamente na amostragem do outono: Chrysomelidae, Cucujidae, Meloidae e Cantharidae, enquanto a Família Curculionidae apresentou ocorrência exclusivamente na coleta da primavera. A família Staphylinidae foi responsável por mais da metade (58,41%) das famílias amostradas em ambas as coletas. As Famílias mais representativas foram aquelas presentes em diferentes nichos ecológicos, as quais desempenham diversas funções ambientais imprescindíveis.

Dentre as famílias amostradas, 6 foram por ambos os métodos, 4 ocorreram exclusivamente em TSBF-Folhiço, 1 somente em armadilhas *pitfalls*, 4 em *Pitfall* + TSBF-Folhiço e nenhuma Família de ocorrência exclusiva pelo método TSBF. As Famílias de ampla ocorrência foram aquelas que podem ocorrer tanto no interior, superfície e folhiço do solo. Sendo as Famílias Bruchidae, Cantharidae, Chrysomelidae e Meloidae exclusivas do folhiço do solo e a Família Cucujidae encontrada apenas na superfície do solo. A maior abundância de coleópteros foi coletada pelo método de armadilhas *pitfalls*, porém os métodos mostraram-se complementares.

Estatisticamente, na coleta do outono, as metodologias *pitfall* e TSBF apresentaram diferença entre os tratamentos, indicando variação entre os coleópteros nos sistemas florestais. Enquanto, na coleta da primavera e TSBF do outono não se evidenciou diferença estatística entre os tratamentos, indicando que não existe variação entre a comunidade de coleópteros mensurados nos diferentes sistemas florestais.

Dentre os sistemas florestais estudados, a maior abundância de coleópteros foi verificada na Mata Nativa em ambas as coletas. No outono e na primavera, a maior Riqueza e H' foi evidenciado em SAF e a maior abundância em Mata Nativa. Contribuindo para a constatação que a maior disponibilidade e diversidade da cobertura do solo ao longo das estações são constantes nestes sistemas, ressaltando a importância da diversificação de biomassa vegetal do solo, para a composição da comunidade de besouros da superfície do solo.

Os resultados apontam que por ser um plantio monoespecífico e apresentar baixa diversidade de recursos o plantio de *P. taeda* apresentou os menores índices de riqueza e abundância juntamente com a área de regeneração natural, demonstrando que o processo de

restabelecimento do sistema que sofreu interferência torna-se lento a curto prazo, caso não ocorra nenhuma forma de manejo para auxiliar no processo de recuperação. Do contrário é visto em área de SAF, o qual após alguns tipos de manejos, contribuiu efetivamente para a diversidade da comunidade de coleópteros.

Os resultados reforçam o potencial dos coleópteros como bioindicadores da qualidade ambiental em sistemas florestais.

REFERÊNCIAS

- ALTIERI, M.; NICHOLLS, C.I. O potencial agroecológico dos sistemas agroflorestais na América Latina. **Revista Agriculturas: experiências em agroecologia**, v. 8, n.2, 2011.
- AGUIAR, A. V.; SOUSA, V.A.; SHIMIZU, J. Y. **Cultivo de *Pinus***. Embrapa Florestas, Sistemas de Produção, 5-2ª edição, 2011.
- AMADO, S.F.A. **Ocorrência e Parâmetros Ecológicos de Coleópteros Degradadores da Madeira em Fragmento de Mata Secundária e Plantio de *Pinus sp.* no Campus de Seropédica da UFRRJ**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto de Florestas. Seropédica, Rio de Janeiro, maio 2012.
- ANDERSON, J.M. INGRAM, J.S. **Tropical soil biology and fertility: A handbook of methods**. 2 ed., CAB International, Wallington, UK, 1993. 256 p.
- ANDRADE, L. B. **O uso da fauna edáfica como bio-indicadora de modificações ambientais em áreas degradadas**. 2000. 44 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Departamento de Ciências Ambientais, RJ, p 24-31, 2000.
- ANDREOTE, F.F.; CARDOSO, E.J.B.N. **Microbiologia do solo**. Piracicaba: ESALQ, 2ª ed., 2016, 221 p.
- AQUINO, A.M.; CORREIA. **Fauna do solo e sua inserção na regulação funcional do Agroecossistema**. In: Processos biológicos no Sistema Solo-Planta. AQUINO, A.M.; ASSIS, R.L. (coord.). Brasília: Embrapa. 2005.
- AQUINO, A.M., AGUIAR-MENEZES, E.L.; QUEIROZ, J.M. Recomendações para coleta de Artrópodes Terrestres por Armadilhas de Queda (*Pitfall-Traps*). **Seropédica: Embrapa agrobiologia**, 2006. Rio de Janeiro, p. 8, 2006.
- AQUINO, A.M.; CORREIA, M.E.F.; ALVES, M.V. **Biodiversidade da Macrofauna edáfica do Brasil**. In: AQUINO, A. M. et al., BiodiversidadeA. p. 147-175, 2007.
- BARETTA, D.; SANTOS, J.C.P.; MAFRA, A.L.; WILDNER, L.P.; MIQUELLUTI, D.J. Fauna edáfica avaliada por armadilhas e catação manual afetada pelo manejo do solo na **região Oeste Catarinense**. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 2, n. 2, p. 97-106, p. 3-4, 2003.
- BARETTA, D. et al. Análise multivariada da fauna edáfica em diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo. **Pequisa Agropecuaria Brasileira**, v. 41, n.11, p.1675-1679, 2006.
- BARETTA, D. **Fauna do solo e outros atributos edáficos como bioindicadores da qualidade ambiental em áreas com *Araucaria angustifolia* no Estado de São Paulo**. 2007. 159 f. Tese (Doutorado) Curso de Agronomia. Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 2007.

BARBOSA, J.S.; CARDUCCI, C.E.; KOHN, L.S.; SILVA, K.C.R.; SILVA, E.A.; SANTOS, K.L. Eletroquímica e carbono orgânico de um Cambissolo húmico no Planalto Catarinense sob Sistema Agroflorestal. **Revista Scientia Agraria**, v.17, n.2, p. 49-56, 2016.

BERTALOTE, M.J.A.; GUERRINI, A.I.A.; MENDOZA, E.; DUBOC, E. BARREIROS, R.M.; CORREA, F.M. Retorno de nutrientes ao solo via deposição de serrapilheira de quatro espécies leguminosas arbóreas na região de Botucatu – São Paulo, Brasil. **Scientia Florestalis**, n. 65, p. 219-227, 2004.

BATISTA, M. A.; PAIVA, D. W.; MARCOLINO, A. (Org.). **Solos para todos: Perguntas e respostas**. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2014. 87 p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/solos/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1009020/solos-para-todos-perguntas-e-respostas>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

BENNETT, E.M.; PETERSON, G.D.; GORDON, L. Understanding relationships among multiple ecosystem services. **Ecology Letters**, v. 12, p. 1394-1404, 2009.

BIHN, J. **The recovery of ant communities in regenerating tropical forests**. Marburg/Lahn. 97 f. Tese (Doutorado em Ciências Naturais) – Faculdade de Biologia da Universidade de Marburg, Alemanha, 2008.

BOLL, P.k.; LEAL-ZANCHET, A.M. **Desempenho de armadilhas de pitfall e Funil de Berlese na captura de invertebrados em Floresta Ombrófila Mista da Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

BOSCO, L.C; ITAKO, A.T. **Boletim 16/17**. In: Estação Meteorológica Área Experimental UFSC Curitibanos (CIRAM/EPAGRI), UFSC, Curitibanos, SC. Disponível em: <<http://agriculturaconservacionista.ufsc.br/agrometeorologia/estacao-area-experimentalepagri/>>. Acesso em 27 abr. 2018.

BOURSCHEID, K.; REIS, A. Dinâmica da invasão de *Pinus elliottii* Engelm. em restinga sob processo de restauração ambiental no Parque Florestal do Rio Vermelho, Florianópolis, SC. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v 23, p.23-30, jun. 2010.

BRASIL. Resolução nº 4, de 04 de maio de 1994. **Biomass – Estágios sucessionais de vegetação na Mata Atlântica**. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/202/_arquivos/conama_res_cons_1994_004_estgios_sucesionais_de_florestas_sc_202.pdf>. Acesso em: 29 maio 2018.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Brasília, DF, 25 maio 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso em: 25 maio 2018.

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

BROWN, G.G.; MASCHIO, W.; FROUFE, L.C.M. **Macrofauna do solo em Sistemas Agroflorestais e Mata Atlântica em Regeneração nos municípios de Barra do Turvo, SP, e Adrianópolis, PR.** Embrapa Florestas, Colombo, Paraná, 2009.

BUCHS, W. Biodiversity and agri-environmental indicators-general scopes and skills with special reference to the habitat level. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, p. 35-78, 2003.

BURKHARD, et al. Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. **Ecological Indicators**, [s.l.], v. 21, p.17-29, out. 2012. Elsevier BV.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.06.019>.

BURKHARD B.; MAES J. (Eds.). **Mapping Ecosystem Services**. Sofia: Pensoft Publisher, 2017, 374 p.

CARPANEZZI, A.A.; LAURENT, J.E.; CARVALHO, P.E.R. Manual técnico da Bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth). **Embrapa**, Colombo, Paraná, n. 20, p. 70, 1988.

CARVALHO, J.O.P. **Análise estrutural da regeneração natural em floresta tropical densa na região do Tapajós no estado do Pará.** Curitiba: UFPR, 1982. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, 1982.

CARVALHO, P.E.R.; HOEFLINCH, V.A. **Cultivo da Bracatinga.** EMBRAPA FLORESTAS - Sistemas de Produção, v. 6, 2003.

CASARI, Sônia A.; IDE, Sergio. Coleoptera Linnaeus, 1758. In: RAFAEL, José Albertino et al. **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia.** Ribeirão Preto: Holos, Editoria, 2012. Cap. 32. p. 454-552.

CÓRDOVA, M.; CHAVES, C. L.; MANFREDI-COIMBRA, S. Fauna do solo x vegetação: estudo comparativo da diversidade edáfica em áreas de vegetação nativa e povoamentos de *Pinus sp.* **Revista Eletrônica do Curso de Geografia – Campus Jataí- UFG**, Jataí, n.12, 2009.

CORRÊA NETO, T. A. C. et al. Deposição de serapilheira e mesofauna edáfica em áreas de eucalipto e floresta secundária. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 70-75, 2001.

COSTA, E.C.; LINK, D. MEDINA, L.D. Índice de diversidade para a entomofauna da bracatinga (*Mimosa scabrella*Benth.). **Ciência Florestal**. v. 3, n. 1, 1993.

DAMASCENO, A.C.F. **Macrofauna edáfica, regeneração natural de espécies arbóreas, lianas e epífitas em floresta em processo de restauração com diferentes idades no Pontal do Paranapanema.** 2005. 107 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

DAILY, G. C. (Ed.). **Nature's services: societal dependence on natural ecosystems.** Washington, DC: Island Press, 1997a.

DAILY, G. C. et al. Ecosystem services: benefits supplied to human societies by natural ecosystems. **Issues in Ecology**, Washington, DC, v. 1, n. 2, p. 1-18, 1997b.

DORAN, J.W.; PARKIN, T.B. **Defining and assessing soil quality**. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.F. Defining soil quality for a sustainable environment. Bezdicsek & B.A. Stewart. SSSA Special Publi., n.35, p. 3-21, 1994.

DUCATTI, F. **Fauna edáfica em fragmentos florestais e em áreas reflorestadas com espécies da mata atlântica**. 2002. f. 84. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, p.4, 2002.

DUNXIÃO, H.; CHUNRU, H.; YALING, X.; BANWANG, H.; LIYUAN, H.; PAOLETTI, M. G. Relationship between soil arthropods and soil properties in a Suburb of Qianjiang City, Hubei, China. **Critical Reviews in Plant Sciences**, p. 467-473, 1999.

ENGEL, V. L. Introdução aos Sistemas Agroflorestais. Botucatu: **FEPAF**, 1999. 70 p.

ESALQ. **Museu de Entomologia**. São Paulo: ESALQ – USP, 2004. Disponível em: <<http://www.me.esalq.usp.br/>>. Acesso em: 22 jul. 2017.

FARIAS, P.R.S. **Manual de Entomologia**. Universidade Federal Rural da Amazônia, 142 f. 2013. Disponível em: <<https://ocondedemontecristo.files.wordpress.com/2013/07/apostila-entomologia-geral-ufra.pdf>>. Acesso em: 21 out. 2016.

FOCKINK, G.D.; PECH, T.M.; SILVA, M.; NIVA, C.C.; BARTZ, M.L.C.; NIEMEYER, J.C. **Riqueza e abundância de espécies de minhocas e abundância de enquitreídeos em sistemas agroflorestais na UFSC, Campus de Curitibanos**. In: XII Simpósio Florestal, UDESC, Lages, p. 352-357, 2016.

FOLEY, J. A. et al. Global Consequences of Land Use. **Science**, New York, v. 309, p. 570-574, 22 jul. 2005. Disponível em: <<http://www.sciencemag.org/>>. Acesso em: 05 maio 2018.

GAMA, J.R.V.; BOTELHO, S.A.; BENTES-GAMA, M. Composição florística e estrutural da regeneração natural de floresta secundária de várzea baixa no estuário amazônico. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v. 2, n. 5, p. 559-566, 2002.

GARCIA, D.V.B.; CATANOZI, G. Análise de macrofauna de solo em área de Mata Atlântica e de Reflorestamento com *Pinus* sp- Zona Sul de São Paulo. **Rev. Ibirapuera-Universidade Ibirapuera**, São Paulo, n.2, p. 10-14, jul. /dez. 2011.

GASPER, A.L.; SEVEGNANI, L.; VIBRANS, A.C.; SOBRAL, M.; UHLMANN, A.; LINGNER, D.V. et al. Inventário florístico florestal de Santa Catarina: espécies da Floresta Ombrófila Mista. **Rodriguésia**, Revista do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, v. 64, n. 2, p. 201-210, 2013.

GODINHO JUNIOR, C.L., Jr. **Besouros e seu mundo**. Rio de Janeiro: Technical Books Editora, 2011. 478 p.

GULLAN, P.J.; CRANSTON, P.S. **Insetos: Fundamentos da Entomologia**. Editora Guanabara Koogan, 5 ed., 2017, 460 p.

GROSS, Aline. **Dinâmica da Floresta Ombrófila Mista no Planalto Sul Catarinense**. 2017. 60 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal – Área: Engenharia Florestal) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Lages, 2017.

GROSSI, L.E.; CONTE, H. Família de Coleoptera com ocorrência no Parque Ingá, Maringá, Paraná – Brasil. **Revista Uningá**, Maringá, v. 47, p. 12-16, 2016.

HIGA, R.C.V.; WREGGE, M.S.; RADIN, B.; BRAGA, H.; CAVIGLIONE, J. H.; BOGNOLA, I. et al. **Zoneamento Climático: *Pinus taeda* no Sul do Brasil**. EMBRAPA FLORESTAS, Colombo, Paraná, p. 17, 2008.

HOLL, K.; KAPPELLE, M. Tropical forest recovery and restoration. **Trends in Ecology and Evolution**. Costa Rica, v. 14, p. 378-379, 1999.

IBÁ – INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Desempenho das Árvores plantadas**. In: IBÁ, Relatório 2017, p. 30-34, 2017.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTÁTISTICA. **Vegetação e geografia do Brasil – Região Sul**. Rio de Janeiro: 1990, v. 2. 419p.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTÁTISTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: 1992, n. 1, 92p.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTÁTISTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: 2012. 271p.

KAPUSTA, S.C. **Bioindicação ambiental**. Porto Alegre: Escola Técnica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008. 88 p.

KORASAKI, V.; MORAIS, J. W.; BRAGA, R. F.; **Macrofauna**. In: MOREIRA, F. M. S.; CARES, J. E.; ZANETTI, R.; STURMER, S. L. O ecossistema solo: componentes, relações ecológicas e feitos na produção vegetal. Lavras: Ed. UFLA, 2013. 352 p.

LAVELLE, P. Diversity of soil fauna and ecosystem function. **Biology Internacional**, n. 33, p. 3-1, 1996.

LAVELLE, P et al. Soil invertebrates and ecosystem services. **Europ. J. Soil Biol.**, v. 42, 2006.

LAWRENCE, J.F.; BRITTON, E.B. **Australia beetles**. Carlton, Melbourne University Press, 219 p., 1994.

LIMA, J.S. **Processos biológicos e o biomonitoramento: aspectos bioquímicos e morfológicos**. In: MAIA, N.B.; MARTOS, H. L.; BARRELLA, W. (Org.). Indicadores ambientais: conceitos e aplicações. São Paulo: Editora da PUC. p. 77-94. 2001.

LIMA, R.; ANDREAZZE, R.; ANDRADE, H.T.; PINHEIRO, M.P.G. Riqueza de Famílias e Hábitos Alimentares em Coleoptera Capturados na Fazenda da EMPARN – Jiqui, Parnamirim / RN. **Entomo Brasilis**, v.3, n.1, 2010.

LEÃO, A.F.; MARCHIORO, C.A.; NIEMEYER, J.C. **Estudo da Comunidade de Coleópteros em povoamentos de *Pinus elliottii*, *Araucaria angustifolia* e Floresta Ombrófila Mista na FLONA de Três Barras, SC**. In: XII Simpósio Florestal Catarinense, UDESC, Lages, p. 341-345, 2016.

LEITE, C. **Espécies únicas e ameaçadas fazem da Mata Atlântica hotspot mundial**. In: Ambiente SP: Governo do Estado São Paulo, 26 maio 2017. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/2017/05/especies-unicas-e-ameacadas-fazem-da-mata-atlantica-hotspot-mundial/>>. Acesso em: 23 mar. 2018.

LOPES, A.S. **Manual internacional de fertilidade do solo**. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato, 2ª ed., p. 177, 1998.

LUDWIG, J. A.; REYNOLDS, J. F. (1988). **Statistical ecology: a primer on methods and computing**. New York, John Wiley & Sons. 337 p.

MANHÃES, C.M.C.; **Caracterização da fauna edáfica de diferentes coberturas vegetais no norte do estado do Rio de Janeiro, Brasil**. Universidade Estadual do Norte Fluminense-Darcy Ribeiro-UENF, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro. 2011. f. 54. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), 2011.

MANHÃES, C. M. C.; FRANCELINO, F. M. A. estudo da inter-relação da qualidade do solo e da serapilheira com a fauna edáfica utilizando análise multivariada. **Nucleus**, v.9, n.2, 2012.

MARCHIORI, J.N.C. Dendrologia das gimnospermas. Ed. UFSM. 1996. 158p.

MAY, P. H.; TROVATTO, C. M. M. (Org.). **Manual agroflorestal para a Mata Atlântica**. Brasília, DF. Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2008. 196 p.

MEDEIROS, J.D. Os Estados da Mata Atlântica: Santa Catarina. In: CAMPANILI, M. PROCHNOW, M (Org.). **Mata Atlântica: Uma rede pela floresta**. 1 ed. Brasília: RMA, 2006, v. 1, p. 45-57.

MERLIM, A.O. **Macrofauna edáfica em ecossistemas preservados e degradados de Araúcaria no Parque Estadual de Campos do Jordão, SP**. Dissertação (Mestre em Ecologia de Agroecossistemas), Piracicaba, SP, 105 f. 2005.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and human well-being: A framework for assessment**. Washington, DC: Island Press, 2003. 245 p. Disponível em: <http://pdf.wri.org/ecosystems_human_wellbeing.pdf>. Acesso em: 22 set. 2017.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and Human Well-being: Synthesis**. Island Press, Washington DC, 2005.

MOÇO, M.K.S.; GAMA-RODRIGUES, E.F.; GAMA-RODRIGUES, A.C.; CORREIA, M.E.F. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte Fluminense (Seção III- Biologia do Solo). **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 4, 2005.

MORAES, L.F.D.; AMÂNCIO, C.O.G.; RESENDE, A.S. Sistemas agroflorestais para o uso sustentável do solo: considerações agroecológicas e socioeconômicas. **Embrapa Agrobiologia**, Seropédica, Rio de Janeiro, n.281, p. 28, 2011.

MILHOMEM, M. S.; VAZ-DE-MELLO, F. Z.; DINIZ, I. R. Técnicas de coleta de besouros copronecrófagos no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 38(11): 1249-1256, 2003.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Mata Atlântica**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica>>. Acesso em: 14 jun. 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Quinto relatório nacional para a convenção sobre diversidade biológica**: Brasil /Ministério do Meio Ambiente: Secretária de Biodiversidade e Florestas. Brasília, p. 240, 2016.

MOREIRA, F.M.S; HUISING, E.J.; BIGNELL, D.E. (Ed). **Manual de Biologia dos solos tropicais**: Amostragem e caracterização da biodiversidade. Lavras: Editora UFLA, Universidade Federal de Lavras, 2008, III, 376 p.

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

NASCIMENTO, A.R.T.; LONGHI, S.J.; BRENA, D. A. Estrutura e padrões de distribuição espacial de espécies arbóreas em uma amostra de Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, RS. **Ciência Florestal**. Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 105-119, 2001. Disponível em: <<http://coral.ufsm.br/cienciaflorestal/artigos/v11n1/art10v11n1.pdf>>. Acesso em: 05 abr. 2017.

NICHOLS, E.; LARSEN, T.; SPECTOR, S.; DAVIS, A.L.; ESCOBAR, F.; FAVILA, M.; VULINEC, K. Global dung beetle response to tropical forest modification and fragmentation: A quantitative literature review and meta-analysis. **Biological Conservation**, 2007.

OLIVEIRA, E.M.; CEZAR, R.M.; ZAGATTO, M.; FONSECA, P.M.; BROWN, G.G. Avaliação da Macrofauna Edáfica Sob dois Métodos de Coleta – Triagem manual e armadilhas de queda em Fragmento de Floresta Ombrófila Mista. Embrapa Florestas. In: FERTIBIO 2012, Maceió, p. 6, 2012.

OLIVEIRA, M.A. et al. Bioindicadores ambientais: insetos como um instrumento desta avaliação. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, p.800-807, 2014.

ORTIZ, D.C.; **Efeito do plantio de *Pinus elliottii* para a fauna edáfica e para a germinação de sementes**: Estudo na Floresta Estacional de Três Barras. Universidade

Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos. 2015, f. 78. Tese (Bacharelado em Engenharia Florestal), 2015.

PAOLETTI, M.G., BRESSAN, M. Soil invertebrates as bioindicators of human disturbance. **Critical Review in Plant Sciences**, v.15, p.21-62, 1996.

PARRON, Lucilia Maria et al (Ed.). **Serviços Ambientais em Sistemas Agrícolas e Florestais do Bioma Mata Atlântica**. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2015. 370 p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1024082/servicos-ambientais-em-sistemas-agricolas-e-florestais-do-bioma-mata-atlantica>>. Acesso em: 05 abr. 2018.

PECH, T.M.; FOCKINK, G.D.; SILVA, M.; SIMINSKI, A.; SANTOS, K.; NIEMEYER, J.C. **Macrofauna edáfica em três sistemas agroflorestais no município de Curitibanos, SC**. In: XII Simpósio Florestal, UDESC, Lages, p. 129-134, 2016.

PEIXOTO, A.L. 1991/92. Vegetação da Costa Atlântica. In: Monteiro, S. & Kaz, L. (Coord.). 1991/92. **Floresta Atlântica**. Rio de Janeiro, Alumbamento.

PEREIRA, J.M. **Atributos biológicos como indicadores de qualidade do solo em Floresta de Araucária nativa e reflorestada no Estado de São Paulo**. 2012. 137 f. Tese (Doutorado) - Microbiologia Agrícola, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2012.

PETRONI, D.M. **Diversidade de famílias de coleóptera em diferentes fragmentos florestais no município de Londrina, PR- Brasil**. 2008. 61 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Londrina, Paraná, p.50, 2008.

PIELOU, E.C. The measurement of diversity in different types of biological collections. **Journal of Theoretical Biology**, v. 13, p. 131-144, 1966.

POMPEO, P.N. **Diversidade de Coleoptera (Arthropoda: Insecta) em Sistemas Agrícolas e Florestais do Planalto Sul Catarinense**. 2016. 135 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, 2016.

POMPEO, P. N.; OLIVEIRA FILHO, L. C. I.; KLAUBERG FILHO, O.; MAFRA, A. L.; BARRETA, C. R. D. M.; BARRETA, D. Diversidade de Coleoptera (Arthropoda: Insecta) e atributos edáficos em sistemas de uso do solo no Planalto Catarinense. **Revista Scientia Agraria**, Curitiba, v.17, n.1, p. 16-28, jan/mar 2016.

QUADROS, D.A. et al. Efeitos da Produção Intensiva de Pinus sobre a Comunidade Quilombola do Varzeão em Doutor Ulysses / PR. **Rev. Bras. de Agroecologia**. v.4, n.2, 2009. p.4.

RAFAEL, José Albertino et al. (Ed.). **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. Ribeirão Preto: Holos, Editora, 2012. 810 p.

RIBEIRO, S.P.N. et al. **Diversidade da fauna edáfica em diferentes sistemas florestais e agroflorestais**. In: XIII Congresso de Ecologia, Viçosa, MG, 2017.

RICKLEFS, R. E. 1996. **A Economia da Natureza**. 3ª ed. Editora Guanabara Koogan SA., Rio de Janeiro, Brasil, 470 p.

RODRIGUES, W.C. 2004. Fatores que influenciam no desenvolvimento dos Insetos. **Info Insetos**, v.1, n.4, p. 01-04, 2004.

RODRIGUES, K de. M et al. **Funis de Berlese-Tullgren modificados utilizados para a amostragem de macroartrópodes de solo**. Embrapa - Circular Técnico, n. 22. Seropédica - RJ, 2008.

ROLT, V. A. **Insetos fitófagos associados as plantas medicinais *Calendula officinalis* L. (Astereceae) e *Foeniculum vulgare* Mill. (Apiaceae) em uma propriedade rural de Grão-Pará, Santa Catarina**. 2009. 59 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, Criciúma, 2009.

ROSA, M.G. **Macrofauna do solo em diferentes sistemas de uso no Oeste e Planalto Catarinense**. 2013. 129 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Manejo do Solo, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2013.

ROSADO NETO, G. et al. **Chave para as principais Ordens, Superfamílias, Famílias e Subfamílias de Insecta**. Curitiba, PR, Universidade Federal do Paraná. 44 f. 2008 (Apostila).

SCHWIDERKE, D. K.; CEZAR, R. M.; VEZZANI, F. M.; FROUFE, L. C. M.; SEOANE, C. E. S. **Atributos químicos do solo em sistemas agroflorestais multiestratos sucessional e em áreas de regeneração natural**. In: CONGRESSO FLORESTAL PARANAENSE, 4., 2012, Curitiba. Anais. [Curitiba]: Malinovski Florestal, 2012.

SEUBERT, R.C. et al. Regeneração natural em diferentes períodos de abandono de áreas após extração de *eucalyptus grandis* hill ex maiden, em argissolo vermelho-amarelo álico, em Brusque, Santa Catarina. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 1, p.1-19, mar. 2017. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cflo/v27n1/1980-5098-cflo-27-01-00001.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2018.

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

SILVA, J.C.; SILVA, I.P.; SILVA, E.M.; RIBEIRO, E.S.; MOREIRA, E.L.; PASA, N.C. Sucessão ecológica no Cerrado. **FLOVET**, n.4, 2012.

SILVA, R.F.; CORASSA, G.M.; BERTOLLO, G.M.; SANTI, A.L.; STEFFEN, R.B. Fauna edáfica influenciada pelo uso de culturas e consórcios de cobertura do solo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43. n. 2, p. 130-137, 2013.

SILVA, A.C.F.; NÓBREGA, C.C.; ARAÚJO, L.H.B.; PINTO, M.G.C.; SANTANA, J.A.S. Macrofauna edáfica em três diferentes usos do solo. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.10, n.18, p.2131, 2014.

SILVA, P.G.; SILVA, F.C.G. Besouros (Insecta: Coleoptera) utilizados como bioindicadores. **Revista Congrega Urcamp**, p. 16, 2011.

SILVEIRA, M.H. **Diversidade de besouros (Insecta, Coleoptera) de solo da restinga da praia do Pântano do Sul, Florianópolis, SC, Brasil**. 2009. 64 f. Trabalho Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES FLORESTAIS. **Os Biomas e suas Florestas**, 2018. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/snif/recursos-florestais/os-biomas-e-suas-florestas?print=1&tmpl=component>> Acesso em: 01 jun. 2018.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES FLORESTAIS. **Recursos florestais: as florestas plantadas**. Brasília, 2013. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/snif/recursos-florestais/as-florestas-plantadas>> Acesso em: 05 abr. 2017.

SPILLER, M.S.; SPILLER, C.; GARLET, J. Arthropod bioindicators of environmental quality. **Revista Agroambiente On-line**, Boa Vista, v. 12, n.1, p. 41-57, jan 2018.

SOSMA – Fundação SOS Mata Atlântica & INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Atlas dos remanescentes florestais da mata atlântica: Período 2016-2017**. São Paulo, p. 67, 2018.

STEENBOCK, W.; PASCOAL FILHO, T.J.; SIMINSKI, A.; REIS, M.S. **Mimosa scabrella**: Bracatinga. In: CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. (Ed.). **Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual ou Potencial: Plantas para o futuro – Região Sul**, Brasília, DF, Ministério do Meio Ambiente, 2011.

SYLVAIN, Z.A. **The influence of moisture availability on terrestrial ecosystems: Effects on soil animal communities along a regional/global scale climate gradient**. Dissertação (Doutorado em Filosofia) – Colorado State University, Fort Collins, Colorado, p. 137, 2013.

TEIXEIRA, L. B.; SILVA, A. B.; LEITÃO, P. S. **Diversidade de invertebrados no solo com diferentes coberturas vegetais no Nordeste Paraense**. Belém: EMBRAPA, CPATU, 1998. 22 p.

TRIPLEHORN, C.A.; JOHNSON, N.F. **Estudo dos Insetos**, 7ª ed. São Paulo, Cengage Learning, 816p, 2011.

TUNÔÓN, J.E.B. **Coleoptera Neotropical**. 2009. Disponível em: <<http://www.coleoptera-neotropical.org/paginaprincipalhome.html>>. Acesso em: 28 maio 2017.

VASQUES, A.G.; NOGUEIRA, A.S.; KIRCHNER, F.F.; BERGER, R. Uma síntese da contribuição do gênero Pinus para o desenvolvimento sustentável no sul do Brasil. **Floresta**, v. 37, n. 3, 2007.

VIERA, M.; SCHUMACHER, M. V. Variação mensal da deposição de serapilheira em povoamento de Pinus taeda L. em área de campo nativo em Cambará do Sul - RS. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 487-494, 2010.

WANDELLI, E.V. **Serviços ambientais de Sistemas Agroflorestais**. In: AMAZONAS.

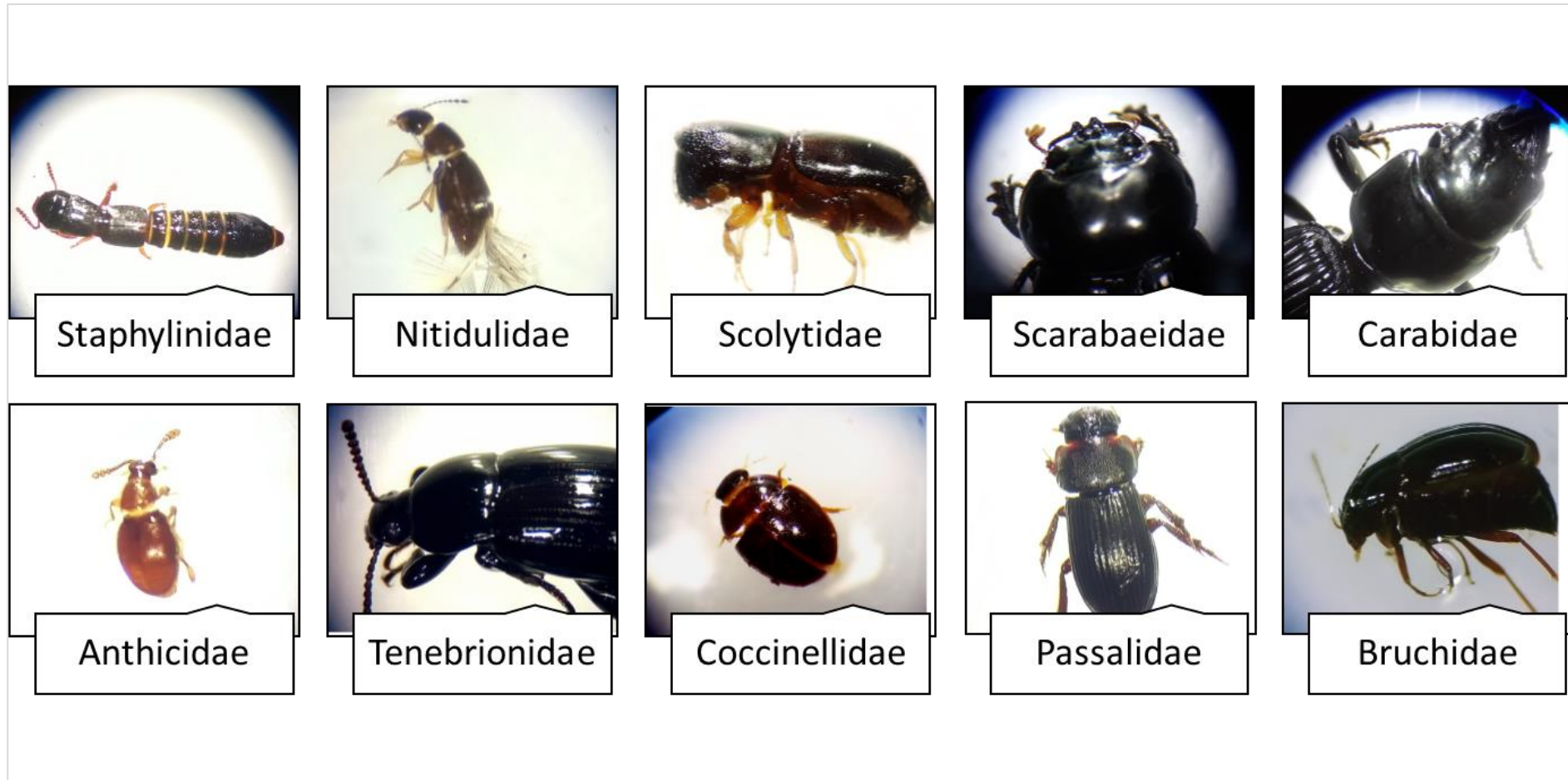
Governo do Estado. O valor dos serviços da natureza - subsídios para políticas públicas de serviços ambientais no Amazonas. Manaus: SDS/CECLIMA, 2010. p. 54-55. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/113896/1/Acr6A.tmp.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2018.

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

ZEGARRA, B.E.V. **Caracterização da estrutura anatômica e da densidade do lenho de árvores de Pinus taeda e efeito nas propriedades tecnológicas dos painéis OSB**.

Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - São Paulo, p. 121, 2011.

ANEXO A – Figura contendo um morfotipo representante das Famílias que apresentaram ampla ocorrência em ambas as coletas



Fonte: A autora.