



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA
DOUTORADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

RUY GUILHERME CORREIA

ENTOMOFAUNA EDÁFICA E ARMAZENAMENTO DE LITEIRA EM CULTIVOS DE
***Swietenia macrophylla* (King) NA AMAZÔNIA ORIENTAL**

BELÉM

2018

RUY GUILHERME CORREIA

**ENTOMOFAUNA EDÁFICA E ARMAZENAMENTO DE LITEIRA EM CULTIVOS DE
Swietenia macrophylla (King) NA AMAZÔNIA ORIENTAL**

Tese apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Ciências Florestais: área de concentração Ciências Florestais, para a obtenção do título de Doutor.

Orientador: Prof^o. Dr. Francisco de Assis Oliveira

Co-orientadora: Prof^{ta}. Dra. Telma Fátima Vieira Batista

BELÉM

2018

Ficha Catalográfica

Correia, Ruy Guilherme

Entomofauna Edáfica e armazenamento de Liteira em cultivos de *Swietenia Macrophylla* (King) na Amazônia Oriental./ Ruy Guilherme Correia . – Belém, PA, 2018.

80 f.

Tese (Doutorado em Ciências Florestais – Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia.

Orientador: Prof. Dr. Francisco de Assis Oliveira.

Co-Orientadores: Profa. Dra. Telma Fátima Vieira Batista;

1. Entomofauna Edáfica. 2. Coleopteros. 3. Mogno Brasileiro (*Swietenia macrophylla* King). 4. Ecossistemas de Reflorestamento. 5. Ecossistemas Florestais. I. Oliveira, Francisco de Assis (orient.). II. Batista, Telma Fátima Vieira (Co-orient.). III. Título.

CDD – 595.76

RUY GUILHERME CORREIA

**ENTOMOFAUNA EDÁFICA E ARMAZENAMENTO DE LITEIRA EM CULTIVOS DE
Swietenia macrophylla (King) NA AMAZÔNIA ORIENTAL**

Tese apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Ciências Florestais: área de concentração Ciências Florestais, para a obtenção do título de Doutor.

Orientador: Prof. Dr. Francisco de Assis Oliveira

Co-orientadora: Prof^a. Dra. Telma Fátima Vieira Batista

Aprovado em 05 de fevereiro de 2018

BANCA EXAMINADORA



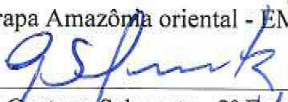
Dr. Francisco de Assis Oliveira - Orientador

Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA



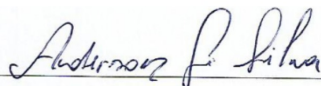
Dr. Alexandre Mehl Lutz - 1º Examinador

Embrapa Amazônia oriental - EMBRAPA



Dr. Gustavo Schwartz - 2º Examinador

Embrapa Amazônia oriental - EMBRAPA



Dr. Anderson Gonçalves da Silva - 3º Examinador

Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA



Dr. Wilson José de Mello e Silva Maia - 4º Examinador

Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida e por nunca ter desistido de mim;

A minha mãe, Maria Aparecida Correia, por toda dedicação ao longo de minha vida;

A Irislene dos Reis Costa Correia, por tudo que fez pela minha vida profissional;

As minhas amadas filhas, Eduarda Flor Costa Correia e Pétala Emanuela Pereira Correia, pelo infinito amor trazido em minha vida;

Aos meus irmãos pelo carinho e incentivo;

A Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA);

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais (PPGCF) da UFRA;

Aos meus orientadores professor Francisco de Assis Oliveira e professora Telma Fátima Vieira Batista pela valorosa orientação, dedicação, amizade, apoio, incentivo principalmente, pela confiança em mim depositada e pela amizade construída ao longo do tempo;

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da UFRA;

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

Ao Professor Antônio César Silva Lima e ao Pesquisador Antonio Carlos Centeno Cordeiro, meus orientadores durante o meu mestrado, pelos sólidos ensinamentos no período do mestrado na UFRR;

Ao Professor Paulo Roberto Silva Farias pelos valorosos ensinamentos durante a minha graduação na UFRA;

Ao Professor Luiz Gonzaga da Silva Costa por contribuir significativamente para a execução deste trabalho;

Ao Engenheiro Florestal Leandro Silva de Souza pela grande amizade e contribuição em campo e no laboratório durante o experimento;

Ao Engenheiro Agrônomo Igor dos Reis Costa pela grande contribuição em campo durante o período de experimento;

Ao Doutorando Raphael Lobato Prado Neves pela grande amizade e pela contribuição incondicional em todos os momentos (Grande irmão);

Aos estagiários do Laboratório de Entomologia Jéssy Senado e Elson da Silva pela contribuição na identificação dos insetos;

Aos Doutorandos Walmer Bruno Rocha Martins e Luiz Fernandes Silva Dionísio por toda contribuição nos artigos publicados;

A Empresa Tramontina por permitir a pesquisa em seus plantios;

Ao gerente da Tramontina Guilherme pela contribuição na logística em campo;

Aos Professores da UFRA Telma Fátima Vieira Batista, Wilson José de Mello e Silva Maia e Anderson Gonçalves da Silva, e aos Pesquisadores da EMBRAPA Gustavo Schwartz e Alexandre Mehl Lunz pela contribuição na finalização deste trabalho e por fazerem parte da banca examinadora;

E, finalmente, a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a execução deste trabalho o meu muito obrigado.

Dedico Aos Meus Familiares Que entenderam o momento de Ausência Para a conquista deste sonho.

Dedico aos meus orientadores de entomologia

Paulo Roberto Silva Farias

Antonio Cesar Silva Lima e

Telma Fátima Vieira Batista

**Os que confiam no Senhor são como o monte de Sião,
que não se abalam, mas permanecem para sempre**

Salmo 125.

SUMÁRIO

1	Contextualização.....	15
1.1	Referências	19
2	Entomofauna edáfica associada ao mogno (<i>Swietenia macrophylla</i> King) em Ecossistemas florestais na Amazônia oriental.....	21
2.1	Introdução.....	23
2.2	Área de estudo	24
2.3	Geologia e geomorfologia.....	26
2.4	Pedologia (solos).....	26
2.5	Clima.....	26
2.6	Ecossistemas dominantes.....	27
2.7	Métodos.....	27
2.7.1	Delineamento experimental.....	27
2.7.2	Procedimento Laboratorial.....	28
2.7.3	Análises estatísticas.....	28
2.8	Resultados e discussão.....	29
2.8.1	Conclusões.....	40
2.9	Referências.....	41
3	Coleopteros associados a ecossistemas florestais de <i>Swietenia macrophylla</i> (King), na Amazônia Oriental	46
3.1	Introdução.....	48
3.2	Área de estudo	49
3.2.1	Geologia e geomorfologia.....	51
3.2.2	Pedologia (solos).....	51
3.2.3	Clima.....	51
3.2.4	Ecossistemas dominantes.....	52
3.3	Métodos.....	52
3.3.1	Procedimento de campo.....	52
3.3.2	Procedimento de Laboratório.....	53
3.3.3	Análises estatísticas.....	53
3.4	Resultados e discussão.....	53
3.5	Conclusões.....	61
3.6	Referências.....	62
4	Armazenamento da Liteira em diferentes sistemas de cultivo de mogno (<i>Swietenia macrophylla</i> King).....	66
4.2	Introdução.....	68
4.2	Área de estudo.....	69
4.2.1	Geologia e geomorfologia.....	69
4.2.2	Pedologia (solos).....	69
4.2.3	Clima.....	70
4.2.4	Ecossistemas dominantes.....	70
4.3	Tratamentos.....	71
4.4	Produção da liteira.....	72
4.5	Decomposição e tempo de renovação da liteira.....	73
4.6	Delineamento estatístico e análise dos dados.....	73

4.7	Resultados e discussão.....	73
4.8	Conclusões.....	77
4.9	Referências.....	78

LISTA DE TABELAS

Capítulo 2

	Número de Indivíduos por ordens e famílias, porcentagem (%) e frequência, capturados em armadilhas do tipo pitfall em ecossistemas de reflorestamentos com mogno brasileiro <i>Swietenia macrophylla</i> . Amazônia oriental, Brasil.....	29
Tabela 1.		
	Diversidade faunística da entomofauna edáfica em ecossistemas florestais com mogno brasileiro <i>Swietenia macrophylla</i> . Amazônia oriental, Brasil.....	34
Tabela 2.		
	Valor Indicador Individual IndVal (%) para as famílias bioindicadoras de especificidade em agrossistemas florestais com mogno brasileiro <i>Swietenia macrophylla</i> . Amazônia oriental. Brasil. (*, **) Valores significativos pela análise de IndVal onde $p < 0,05$	38
Tabela 3.		

Capítulo 3

	Distribuição geral da abundância de famílias de Coleopteros coletados em ecossistemas florestais com <i>Swietenia macrophylla</i> , Amazônia oriental, Brasil.....	53
Tabela 1.		
	Índices de diversidade (α) de famílias da ordem coleoptera em ecossistemas florestais. Amazônia oriental, Brasil.....	55
Tabela 2.		
	Índices de diversidade de famílias de Coleopteros em diferentes períodos em ecossistemas florestais com mogno brasileiro na Amazônia oriental, Brasil.....	57
Tabela 3.		
	Abundância e riqueza da Coleopterofauna coletada em ecossistemas florestais com <i>Swietenia macrophylla</i> , Amazônia oriental, Brasil.....	59
Tabela 4.		
	Agrupamentos funcionais de famílias da Coleopterofauna coletadas em áreas de reflorestamento com <i>Swietenia macrophylla</i> , Amazônia oriental, Brasil.....	60
Tabela 5.		

Capítulo 4

	Sistemas de cultivo com a utilização do mogno brasileiro (<i>Swietenia macrophylla</i>). Localizados no município de Aurora do Pará.....	66
Tabela 1.		
Tabela 2.	Média mensal e total anual de decomposição cada componente da liteira em ecossistemas com <i>Swietenia macrophylla</i> na Amazônia oriental.....	70
	Taxa de decomposição e tempo de renovação da liteira nos três tratamentos com <i>Swietenia macrophylla</i> na Amazônia oriental	72
Tabela 3.		

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 2

Fig. 1.	Localização dos ecossistemas florestais com mogno brasileiro <i>Swietenia macrophylla</i> . na Amazônia oriental, Brasil.....	25
Fig. 2.	Média de temperaturas (°C) e precipitações pluviométricas (mm) no período de 2014 a 2016 na Mesorregião Nordeste Paraense, Amazonia oriental.....	26
Fig. 3.	Arranjo espacial para instalação de armadilhas do tipo “pitfall” em ecossistemas florestais com mogno brasileiro <i>Swietenia macrophylla</i> . Amazônia oriental, Brasil.....	27
Fig. 4.	Abundância de ordens de insetos capturados em armadilhas do tipo Pitfall, na estação chuvosa e seca em áreas de reflorestamentos com mogno brasileiro <i>Swietenia macrophylla</i> . Amazônia oriental, Brasil.....	32
Fig. 5. (a)	Abundância de ordens de insetos associadas em agrossistemas de mogno brasileiro <i>Swietenia macrophylla</i> . na Amazônia oriental. Brasil.....	35
Fig. 5. (b e c)	Abundância de ordens de insetos associadas em agrossistemas de mogno brasileiro <i>Swietenia macrophylla</i> . na Amazônia oriental. Brasil.....	36

Capítulo 3

Figura 1.	Ecossistemas florestais de <i>Swietenia macrophylla</i> , na Amazônia oriental.....	50
Figura 2.	Média de temperaturas (°C) e precipitações pluviométricas (mm) no período de coleta de Coleopteros. Mesorregião Nordeste Paraense.....	51
Figura 3.	Arranjo espacial da instalação de armadilhas “pitfalls” em quadrantes de ecossistemas florestais com <i>Swietenia macrophylla</i> , Amazônia oriental.....	52

Capítulo 4

Figura 1.	Ecossistemas florestais de <i>Swietenia macrophylla</i> , na Amazônia oriental.....	70
Figura 2.	Média de temperaturas (°C) e precipitações pluviométricas (mm) no período de 2014 a 2016 na Mesorregião Nordeste Paraense, Amazonia oriental.....	71
Figura 3.	Decomposição de liteira total durante o período de fevereiro de 2015 a janeiro de 2016 em ecossistemas florestais com mogno brasileiro na Amazônia oriental. Brasil.....	74
Figura 4.	Percentual e componentes da liteira em cada tratamento em ecossistemas com <i>Swietenia macrophylla</i> na Amazônia oriental.....	71

RESUMO

Os ecossistemas florestais, suas composições vegetais e diferentes formas de manejo apresentam na entomofauna edáfica os elementos fundamentais para seu funcionamento, de forma que o conhecimento destas comunidades é importante para perspectivas de manejo sustentável dos ecossistemas florestais com mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla* King). Para o enriquecimento do conhecimento da entomofauna associada ao mogno brasileiro na Amazônia oriental e considerando a importância de pesquisas sobre a entomofauna em plantios florestais principalmente em ecossistemas de reflorestamento, pretende-se responder aos seguintes questionamentos: Como está distribuída a diversidade entomológica e qual a sua contribuição nos diferentes ecossistemas florestais com mogno brasileiro? A diversidade das famílias da ordem Coleoptera é influenciada pelos fatores climáticos e pelas diferentes composições florísticas em plantios florestais com mogno brasileiro? Para ambos questionamentos elaborou-se as respectivas hipóteses: A entomofauna edáfica pode ser influenciada pela composição florística e pelas variações climáticas nos três ecossistemas estudados com mogno brasileiro. As ordens Hymenoptera, Isoptera e Coleoptera são as mais abundantes nos três ecossistemas. As famílias de Coleopteros são mais abundantes nos ecossistemas florestais diversificados com mogno brasileiro. Estudos sobre a dinâmica e armazenamento da liteira em plantios de espécies nativas, tendo como exemplo o mogno na Amazônia, são necessários e, muitas vezes, pouco compreendidos, neste sentido se fez necessário o estudo sobre o armazenamento da liteira em ecossistemas com mogno brasileiro. Esta pesquisa foi dividida em três capítulos, onde no primeiro buscou-se conhecer a influência dos fatores climáticos na entomofauna edáfica, o segundo foi conhecer a diversidade de Coleopteros em plantios de mogno e o terceiro foi estudar o armazenamento da liteira em três ecossistemas florestais com mogno brasileiro. Esta pesquisa ocorreu durante dois anos em plantios florestais pertencentes a Empresa Tramontina, localizada no município de Aurora do Pará-PA, Amazônia oriental. Os resultados apresentados foram: A entomofauna edáfica associada a ecossistemas de reflorestamento com mogno brasileiro possui alta riqueza e abundância de ordens e famílias. A sazonalidade favorece no período chuvoso a maior abundância de insetos. A ordem Hymenoptera é a mais rica destacando a família Formicidae, seguida de Isoptera e Coleoptera, esses grupos de insetos predominaram sobre os demais tanto no período chuvoso quanto no seco. Existe especificidade da ordem Hymenoptera (família: Formicidae) em relação ao ecossistema de floresta enriquecida. A Coleopterofauna associada aos ecossistemas florestais de *Swietenia macrophylla* é diversificada. Os ecossistemas de consórcio e de floresta enriquecida apresentaram menores diversidades de famílias. O ecossistema de floresta enriquecida apresentou maior riqueza e dominância. Houve influência da sazonalidade em relação a diversidade das famílias de Coleoptera coletada, o que favoreceu aumento da diversidade de insetos coletados no período chuvoso. A produção da serapilheira, taxa de decomposição e tempo de renovação do mogno brasileiro foram baixos e não apresentaram diferença entre os ambientes de estudo.

Palavras chave: Mogno brasileiro, Diversidade entomológica, Ecossistemas florestais.

ABSTRACT

The forest ecosystems, their vegetal compositions and different forms of management present in the soil entomofauna the fundamental elements for its functioning, so that the knowledge of these communities is important for the perspectives of sustainable management of forest ecosystems with Brazilian mahogany (*Swietenia macrophylla* King). For the enrichment of the knowledge of the entomofauna associated to the Brazilian mahogany in the eastern Amazon and considering the importance of research on entomofauna in forest plantations mainly in reforestation ecosystems, it is intended to answer the following questions: How is entomological diversity distributed and what is its contribution in the different forest ecosystems with Brazilian mahogany ?. The diversity of families of the order Coleoptera is influenced by climatic factors and different floristic compositions in forest plantations with Brazilian mahogany ?. For both questions the respective hypotheses were elaborated: The edaphic entomofauna can be influenced by the floristic composition and the climatic variations in the three ecosystems studied with Brazilian mahogany. The orders Hymenoptera, Isoptera and Coleoptera are the most abundant in the three ecosystems. Coleopteran families are more abundant in diverse forest ecosystems with Brazilian mahogany. Studies on the dynamics and storage of litter in plantations of native species, such as mahogany in the Amazon, are necessary and often poorly understood. In this sense, it was necessary to study the litter storage in ecosystems with Brazilian mahogany. This research was divided into three chapters, where the first one sought to know the influence of climatic factors on edaphic entomofauna, the second was to know the diversity of Coleoptera in mahogany plantations and the third was to study the litter storage in three forest ecosystems with Brazilian mahogany This research took place during two years in forest plantations belonging to Empresa Tramontina, located in the municipality of Aurora do Pará-PA, Eastern Amazon. The results presented were: The edaphic entomofauna associated to reforestation ecosystems with Brazilian mahogany has high wealth and abundance of orders and families. Seasonality favors the greatest abundance of insects in the rainy season. The order Hymenoptera is the richest highlighting the family Formicidae, followed by Isoptera and Coleoptera, these groups of insects predominated over the others both in the rainy season and in the dry season. There is specificity of the order Hymenoptera (family: Formicidae) in relation to the enriched forest ecosystem. The Coleopterofauna associated with the forest ecosystems of *Swietenia macrophylla* is diverse. Consortium and enriched forest ecosystems presented smaller family diversity. The enriched forest ecosystem presented greater wealth and dominance. There was influence of seasonality in relation to the diversity of coleoptera families collected, which favored an increase in the diversity of insects collected during the rainy season. The litter production, decomposition rate and renewal time of Brazilian mahogany were low and showed no difference between study environments.

Abstract: Brazilian mahogany, Entomological diversity, Forest ecosystems.

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A excessiva exploração mundial de espécies de meliáceas tem causado redução considerável na população desse grupo de plantas. No Brasil esta exploração desordenada ocorre principalmente na região amazônica, provocando grande impacto sobre a estrutura genética e populacional nas áreas de ocorrência natural (Grogan et al., 2002).

O mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla*), nativo do Brasil é uma das espécies de maior valor madeireiro do mundo, devido às ótimas propriedades físicas, mecânicas e estéticas da madeira e grande aceitação no mercado internacional, sobretudo por ser indicado o seu plantio para a recuperação de áreas degradadas (Rocha, 2004). A intensa exploração desta espécie nas últimas décadas na América tropical, desde o México até o Brasil, tem levado o mogno brasileiro à ameaça de extinção (IBAMA, 2010).

A elevada importância comercial do mogno brasileiro e a sua vulnerabilidade ecológica são objeto de intensa polêmica sobre como garantir a conservação e o uso sustentável dessa espécie. O desenvolvimento de uma estratégia que vise à silvicultura comercial é um passo importante para garantir a conservação da espécie e atender as demandas do mercado consumidor, uma vez que, até o momento, é considerada uma prática inviável, devido aos severos ataques de pragas que retardam o crescimento das árvores e causam excessivos danos ou até a morte da planta (TROPICAL FLORA 2016).

A fauna edáfica é um dos grupos biológicos mais adequados para uso em estudos de avaliação de impacto ambiental e de efeitos de fragmentação florestal. Além de ser o grupo de animais mais numeroso do globo terrestre, com elevadas densidades populacionais, apresentam grande diversidade, em termos de espécies e de habitats e diversas habilidades para a dispersão e seleção de hospedeiros e de respostas à qualidade e quantidade de recursos disponíveis.

O grupo exerce um papel fundamental na manutenção dos ecossistemas, participando na decomposição da matéria orgânica, disponibilizando nutrientes para os vegetais, sendo considerada como um dos indicadores da qualidade do solo (Thomazini; Thomazini, 2000). Os invertebrados edáficos têm importante papel no processo de decomposição da matéria orgânica: a) atuam na quebra física dos tecidos das plantas e de pequenos animais mortos; b) atuam no fornecimento de material fecal; c) facilitam o ataque microbiano; d) influenciam na estrutura do solo; e) melhoram as propriedades físicas e conteúdo orgânico e f) modificam o desenvolvimento das plantas (Ruivo et al., 2007; Barreta et al., 2008; Barros et al., 2008).

A conservação da entomofauna em reflorestamentos com mogno brasileiro pode manter a produtividade do solo desses plantios, devido à contribuição dos insetos no processo de ciclagem de nutrientes, dessa forma estes insetos alteram as propriedades físicas dos solos, por atuarem de forma efetiva nestes ambientes (Kobyama et al., 2001).

Os estudos relacionados com levantamento populacional de insetos possibilitam caracterizar a comunidade estudada por meio de índices faunísticos (Freitas et al., 2002), os quais permitem determinar espécies dominantes e avaliar o impacto ambiental, tendo como parâmetro espécies de insetos como indicadores ecológicos.

Os estudos de levantamentos de populações de insetos de ecossistemas são a chave para a conservação da biodiversidade, uma vez que os insetos possuem um papel importante no sucesso reprodutivo e fluxo gênico de muitos grupos importantes de plantas agrícolas e florestais e estas plantas por sua vez, são importantes fontes de recursos alimentares para os seres humanos, insetos e outros animais (Laroça, 1995).

O fato dos plantios florestais serem normalmente constituídos por monoculturas em grandes extensões de áreas e cultivados por longos períodos, têm favorecido as espécies pragas como as lepidópteras desfolhadoras, formigas cortadeiras, cupins e coleópteros, os quais constituem os maiores problemas para a silvicultura nacional (Wingfield et al., 2008).

O fato dos plantios florestais serem, normalmente, constituídos por monoculturas em grandes extensões de áreas e cultivados por longos períodos, têm favorecido as espécies pragas como as lepidópteras desfolhadoras, formigas cortadeiras, cupins e coleópteros, os quais constituem os maiores problemas para a silvicultura nacional (Wingfield et al., 2008).

Estudos sobre a biodiversidade de táxons megadiversos, como os insetos, podem contribuir para o conhecimento básico sobre o funcionamento dos ecossistemas e também para o monitoramento e planejamento de programas de conservação e uso sustentável (Kremen et al., 1993). Neste sentido, trabalhos com insetos têm sido realizados em diversas formações florestais do Brasil, buscando estabelecer padrões de distribuição (Barbosa et al., 2005).

Paralelo a importância da entomofauna para os ecossistemas florestais com mogno brasileiro, temos os serviços ecossistêmicos, dentre eles destaca-se a ciclagem de nutrientes via produção, acúmulo e decomposição, ou seja, todo material de origem orgânica, como folhas, ramos, cascas, frutos, sementes e carcaças de animais mortos, dentre outros resíduos, que são acumulados na superfície do solo (CUNHA NETO et al., 2013).

Apesar de ser a principal via de transferência de nutrientes para o solo e deste para as plantas, a liteira também retém a água da chuva, evitando ou minimizando os processos erosivos (MATEUS et al., 2013). A liteira armazena sementes de diversas espécies e fornece abrigo para comunidades de microrganismos decompositores da matéria orgânica, melhorando as propriedades físicas e químicas do solo (HOLANDA et al., 2015). Por estas razões, a liteira é considerada um indicador de recuperação de áreas degradadas, sendo alvo de estudos comparativos entre os ecossistemas (CALDEIRA et al., 2013; CUNHA NETO et al., 2013; SILVA et al., 2015).

Essa pesquisa buscou estudar a entomofauna edáfica em diferentes tipos de florestas com *Swietenia macrophylla*, assim como as famílias de insetos mais significativas para esses plantios e entender a influência do clima na dinâmica desta entomofauna e na decomposição da liteira nesses ecossistemas florestais na Amazônia oriental.

Essa Tese é composta por três capítulos. **O primeiro está intitulado: “Entomofauna edáfica associada ao mogno (*Swietenia macrophylla* King) em Ecossistemas florestais na Amazônia oriental.”**

Para o enriquecimento do conhecimento da entomofauna associada ao mogno brasileiro na Amazônia oriental e considerando a importância de pesquisas sobre a entomofauna em plantios florestais principalmente em ecossistemas de reflorestamento, pretende-se responder ao seguinte questionamento:

Como está distribuída a diversidade entomológica e qual a sua contribuição nos diferentes ecossistemas florestais com mogno brasileiro? Para responder a esta questão elaborou-se as seguintes hipóteses:

A entomofauna edáfica é influenciada pela composição florística e pelas variações climáticas nos três ecossistemas estudados.

As ordens Hymenoptera, Isoptera e Coleoptera são as ordens mais abundantes nos três ecossistemas com mogno brasileiro.

O segundo capítulo é intitulado: **“Coleopteros associados a ecossistemas florestais de *Swietenia macrophylla* (King), Amazônia oriental.”**

Levando-se em consideração a importância dos Coleopteros para os ecossistemas com mogno brasileiro na Amazônia oriental, elaborou-se a seguinte pergunta:

A diversidade das famílias da ordem Coleoptera é influenciada pelos fatores climáticos e pelas diferentes composições florísticas em plantios florestais com mogno brasileiro? Para responder a esta

questão, temos a seguinte hipótese: As famílias de Coleopteros são mais abundantes nos ecossistemas florestais diversificados com mogno brasileiro.

Diante do exposto, buscou-se estudar as comunidades de Coleopteros em três ecossistemas florestais com *Swietenia macrophylla*, na Amazônia oriental, com ênfase na diversidade de famílias e os grupos funcionais.

O terceiro capítulo intitulado: **“Armazenamento da liteira em diferentes sistemas de cultivo de mogno (*Swietenia macrophylla* King) na Amazônia oriental”**

Este trabalho teve como objetivo avaliar a produção e decomposição da serapilheira em plantios de: a) mogno puro, b) mogno consorciado com espécies florestais e c) em floresta em estágio inicial de sucessão, enriquecida com o plantio de mogno.

1.1. REFERÊNCIAS

- BARBOSA, V. S.; LEAL, I.R.; IANNUZZI, L.; ALMEIDA-CORTEZ, J. Distribution pattern of herbivorous insects in remnant of Brazilian Atlantic Forest. *Neotropical Entomology*, Londrina, v.34, n. 5, p. 701 – 711, oct. 2005.
- BARRETA, D. et al. Colêmbolos (hexapoda: Collembola) como bioindicadores da qualidade do solo em áreas com *Araucaria angustifolia*. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, n.32 p.2693-2699, 2008.
- BARROS, E. et al. Comunidades de macrofauna do solo na Amazônia Brasileira. In MOREIRA, F.M. S (org). *Biodiversidade dos solos ecossistemas brasileiros*. LAVRAS – MG: UFLA. Cap. 6. p.171-191, 2008.
- FREITAS, F. A.; ZANUNCIO, T.V. LACERDA, MC.; ZANUNCIO, J.C. Fauna coleoptera coletada com armadilhas luminosas em plantio de *Eucalyptus grandis* em Santa Bárbara, Minas Gerais. *Revista Árvore*, Viçosa, v.26, n.4,p.505-511, ago. 2002.
- GROGAN, J.; BARRETO, P.; VERÍSSIMO, A. *Mogno na Amazônia brasileira: ecologia e perspectivas Manejo*. Belém: Imazon, 2002. 56p.
- IBAMA. Recursos florestais. Disponível em: <www.ibama.gov.br>. Acesso em: 15 jan. 2016.
- KOBYAMA, M. et al. Áreas degradadas e sua recuperação. *Informe agropecuário Brasileiro*, v.22, n.210, p. 10 – 17, 2001. Disponível em: < <http://www.labhidro.ufsc.br/Artigos/recupera%E7%E3o.pdf>>. Acesso em: 19. Jan.2010.
- KREMEN, C.; COL WELL, R.K.; ERWIN, T. L.; MURPHY, D.D.; NOSS, R.F.;SANJAYAN, M.A. Terrestrial arthropod assemblages; their use in conservation planning. *Conservation Biology*, Boston, v.7, n.4, p. 796 – 808, dec. 1993.
- LAROCA, S. *Ecologia: Princípios e métodos*. Petrópolis: Vozes, 1995. 197p.
- NICHOLS,E.;SPECTOR,S.;LOUZADA,J.;LARSEN,T.;AMEZQUITA,S.;FAVILA,M.E; Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaenae dung beetles. *Biological Conservation*, Essex, v.141, n.6,p.1461-1474,jun.2008.
- ROCHA, S.C. da; QUOIRIN, M. Calogênese e rizogênese em explantes de mogno (*Swietenia macrophylla* King) cultivados *in vitro*. *Ciência Florestal*, v. 14, p. 91-101, 2004.
- RUIVO, M. L. P. et al. LBA – Esecaflor artificially induced drought in Caxiuanã Reserve, East Amazonia: soil properties and litter spider fauna. *Earth Interactions*, v.11, n.8, p.1 – 13, 2007.
- THOMAZINI, M. J.; THOMAZINI, A. P. B. W. A fragmentação florestal e a diversidade de insetos nas florestas tropicais úmidas. *Embrapa Documentos*, n. 57, 2000.
- TROPICAL FLORA REFLORESTADORA. *Mogno*. Disponível em: <www.tropicalflora.com.br>. Acesso em: 02 jan. 2016.

WINGFIELD, M. J.; SLIPPERS, B.; HURLEY, B.P.; COUTINHO, T. A.; WINGFIELD B. D.; ROUX, J. Eucalypt pests and diseases: growing threats to plantation productivity. *South For.*, n. 70, p. 139–144, 2008.

2. Entomofauna edáfica em ecossistema de mogno (*Swietenia macrophylla* King) na Amazônia oriental

RESUMO - Na cultura do mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla* King) poucos trabalhos reportam o conhecimento da entomofauna desses ecossistemas. Considerando a importância de pesquisas sobre a entomofauna em plantios florestais principalmente em ecossistemas de reflorestamento com mogno brasileiro, pretende-se responder ao seguinte questionamento: Como está distribuída a diversidade entomológica e qual a sua contribuição nos diferentes ecossistemas florestais com mogno brasileiro? Para responder a esta questão elaborou-se as seguintes hipóteses: A entomofauna edáfica é influenciada pela composição florística e pelas variações climáticas nos três ecossistemas estudados. As ordens Hymenoptera, Isoptera e Coleoptera são as ordens mais abundantes nos três ecossistemas com mogno brasileiro. Buscou-se identificar os principais grupos de insetos presentes em três ecossistemas de reflorestamento com mogno. As coletas foram feitas em dois períodos distintos: seco e chuvoso durante dois anos consecutivos. Instalou-se 80 armadilhas pitfall/ecossistema, as quais permaneceram por 48 h em campo. Para verificar o efeito da sazonalidade e do tipo de ecossistema florestal na abundância das ordens de insetos foi realizado o teste de Mann-Whitney e Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). O teste post hoc de Dunn foi utilizado para identificar quais ecossistemas houve diferenças significativas na abundância das ordens. Para identificar quais famílias estão correlacionadas aos ecossistemas com mogno, foi utilizada a análise de IndVal. As análises foram feitas no programa R versão 3.3.1. A entomofauna edáfica associada a ecossistemas de reflorestamento com mogno brasileiro *Swietenia macrophylla*. possui alta riqueza e abundância de ordens e famílias. Com efeito da sazonalidade que favorece o período chuvoso com maior abundância de insetos. A ordem Hymenoptera é a mais rica destacando a família Formicidae, seguida de Isoptera e Coleoptera, esses grupos de insetos predominam sobre os demais no período chuvoso e no seco. Existe especificidade de famílias de insetos em relação ao ecossistema florestal.

Palavras chave: Reflorestamento, Pitfall, Abundância, Riqueza.

ABSTRACT - In the Brazilian mahogany (*Swietenia macrophylla* King), few studies report the knowledge of the entomofauna of these ecosystems. Considering the importance of research on entomofauna in forest plantations mainly in reforestation ecosystems with Brazilian mahogany, it is intended to answer the following question: How is the entomological diversity distributed and what is its contribution in the different forest ecosystems with Brazilian mahogany? To answer this question the following hypotheses were elaborated: The edaphic entomofauna is influenced by the floristic composition and the climatic variations in the three ecosystems studied. The orders Hymenoptera, Isoptera and Coleoptera are the most abundant orders in the three ecosystems with Brazilian mahogany. The main groups of insects present in three mahogany reforestation ecosystems were identified. The collections were made in two distinct periods: dry and rainy for two consecutive years. Eighty pitfall/ecosystem traps were installed, which remained for 48 hours in the field. The Mann-Whitney and Kruskal-Wallis test ($p < 0.05$) were used to verify the effect of seasonality and the type of forest ecosystem on the abundance of insect orders. The Dunn post hoc test was used to identify which ecosystems there were significant differences in order abundance. To identify which families are correlated to mahogany ecosystems, the IndVal analysis was used. The analyzes were done in program R version 3.3.1. The edaphic entomofauna associated to reforestation ecosystems with Brazilian mahogany *Swietenia macrophylla*. has high wealth and abundance of orders and families. Due to the seasonality that favors the rainy season with greater abundance of insects. The order Hymenoptera is richest highlighting the family Formicidae, followed by Isoptera and Coleoptera, these groups of insects predominate over the others in the rainy and dry period. There is specificity of insect families in relation to the forest ecosystem.

Keywords: Reforestation, Pitfall, Abundance, Richness.

2.1. INTRODUÇÃO

O mogno (*Swietenia macrophylla*) é uma das espécies madeireiras de maior valor econômico na floresta amazônica (Lentini et al. 2005). Possui rápido crescimento, adaptabilidade, boa forma de fuste e alto valor comercial, características consideradas essenciais na escolha da espécie, visando à implantação de programas florestais para a indústria madeireira (Grogan et al., 2002). Essas vantagens provocaram uma exploração seletiva associada as práticas predatórias e ilegais de extrativismo, especialmente na Amazônia brasileira, detentora das últimas reservas naturais da espécie.

Os artrópodes do solo destacam-se pela grande diversidade, pois englobam número elevado de espécies que são, geralmente, abundantes, principalmente em ambientes naturais ou antropizados, como florestas plantadas e pastagens naturais (Lopes Assad, 1997), segundo o autor entre os artrópodes, os insetos são os que aparecem em grande quantidade no solo, tanto em biomassa quanto em número de indivíduos e de espécies.

A entomofauna influencia diretamente a dinâmica dos ecossistemas por atuar nos processos de ciclagem de nutrientes e de polinização, no controle populacional de outras espécies animais e vegetais dos quais se alimenta e por serem presas de muitos grupos de animais (Gullan e Cranston, 2008). A análise faunística tem sido utilizada há anos para caracterizar e delimitar uma comunidade, medir o impacto ambiental de uma área, conhecer espécies predominantes bem como comparar áreas com base nas espécies de insetos (Frizzas et al., 2003).

Para estudos de diversidade e abundância de artrópodes terrestres, uma das técnicas padronizadas mais estudadas é o uso de armadilhas tipo alçapão, de queda ou pitfall, com ou sem isca. Existem diferentes formas e modelos deste tipo de armadilha, todavia, se resume basicamente a um recipiente, onde se associa iscas e em muitos casos líquidos para matar e conservar o espécime, esse modelo de armadilha permite coletar espécies de hábito noturno e diurno (Aquino, 2006).

Para o enriquecimento do conhecimento da entomofauna associada ao mogno brasileiro na Amazônia oriental e considerando a importância de pesquisas sobre a entomofauna em plantios florestais principalmente em ecossistemas de reflorestamento, pretende-se responder ao seguinte questionamento:

Como está distribuída a diversidade entomológica e qual a sua contribuição nos diferentes ecossistemas florestais com mogno brasileiro? Para responder a esta questão elaborou-se as seguintes hipóteses:

A entomofauna edáfica é influenciada pela composição florística e pelas variações climáticas nos três ecossistemas estudados com mogno brasileiro na Amazônia oriental.

As ordens Hymenoptera, Isoptera e Coleoptera são as ordens mais abundantes nos três ecossistemas pesquisados.

Buscou-se identificar os principais grupos de insetos presentes em três ecossistemas de reflorestamento com mogno na Amazônia oriental.

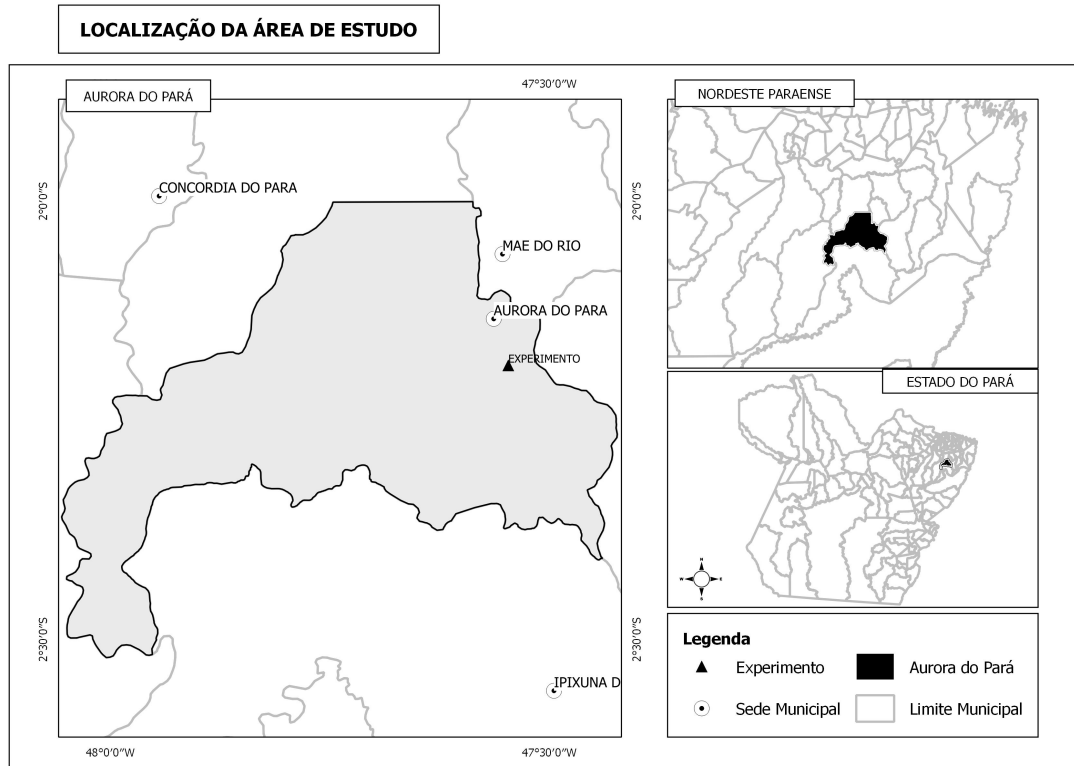
2.2. ÁREA DE ESTUDO

A pesquisa foi realizada em área comercial de reflorestamento na Amazônia oriental (2°10'00" S e 47°32'00" W). Foram realizadas oito coletas em períodos distintos, sendo duas no período chuvoso e duas no seco, durante dois anos.

Os ecossistemas florestais avaliados apresentam 13 anos de idade, distanciados cerca de 1 ha entre as áreas, os quais foram: Ecossistema 1 (2° 16' 07" S e 47° 58' 04" W) caracterizou-se pelo consórcio de mogno brasileiro com outras meliáceas, tais como cedro-australiano (*Toona ciliata*), mogno africano (*Khaya ivorensis*) e nim (*Azadiractha indica*).

Ecossistema 2 (2° 17' 09" S e 47° 57' 06" W) caracterizado pelo monocultivo de mogno brasileiro e Ecossistema 3 (2° 16' 12" S e 47° 59' 01" W) caracterizado pela floresta enriquecida com mogno brasileiro.

Figura 1 Ecossistemas florestais com *Swietenia macrophylla*. na Amazônia oriental, Brasil.

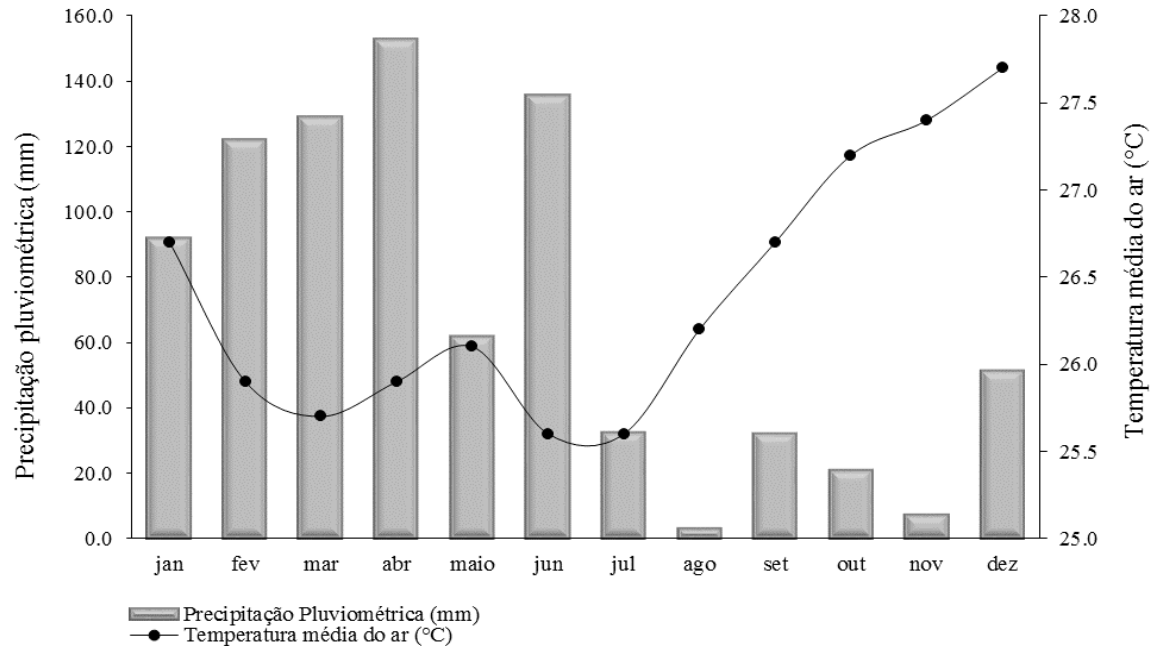


(Fonte: Correia, 2018)

As coletas da entomofauna foram feitas por meio de armadilhas do tipo “pitfall”, constituídas por recipientes de plásticos, com capacidade para 500 ml. Cada armadilha foi enterrada ao solo com aproximadamente 300 ml de água com álcool a 70% e gotas de detergente, as quais permaneceram em campo por 48 h. Foi considerado o mês de abril como período chuvoso e agosto o período seco.

O clima da região de acordo com a classificação de Köppen é caracterizado como tropical úmido. A temperatura média de janeiro 2014 a dezembro de 2016 girou em torno de 25 °C, com precipitação média anual de 2.200 mm aproximadamente (Figura 2)

Figura 2 Média de temperaturas (°C) e precipitações pluviométricas (mm) no período de 2014 a 2016 na Mesorregião Nordeste Paraense, Amazônia oriental (INMET, 2016).



(Fonte: Correia, 2018)

2.3. Geologia e geomorfologia

O relevo apresenta-se inserido no planalto rebaixado do Amazonas. Estão presentes áreas aplainadas, várzeas e tabuleiros em áreas sedimentares. A vegetação é representada, principalmente, por capoeiras, em estado avançado de desenvolvimento, com árvores de pequeno porte e manchas de mata primitiva, bastante explorada (IBGE, 2006). A topografia, embora modesta, apresenta na sede municipal cerca de 50 metros de altitude, devido às formas de relevo existentes.

2.4. Pedologia (solos)

Os solos do município de Aurora do Pará são, predominantemente, o Latossolo Amarelo, textura média; Latossolo Amarelo, textura argilosa; e Concrecionário Laterítico. Nas áreas inundáveis, próximas ao Rio Capim, destaca-se a presença dos Solos Aluviais e Hidromórficos. Há também, Areia Quartzosa e Hidromórficos, em associações (IBGE, 2006).

2.5. Clima

O município de Aurora do Pará apresenta clima Megatérmico úmido, com temperatura média anual de 25° C, umidade relativa do ar elevada, em torno de 85% e índice pluviométrico de 2.350 mm

anual (IBGE, 2006). As chuvas, apesar de regulares, não se distribuem igualmente durante o ano, sendo que no período de janeiro a junho ocorre a sua maior concentração (cerca de 80%).

2.6. Ecossistemas dominantes.

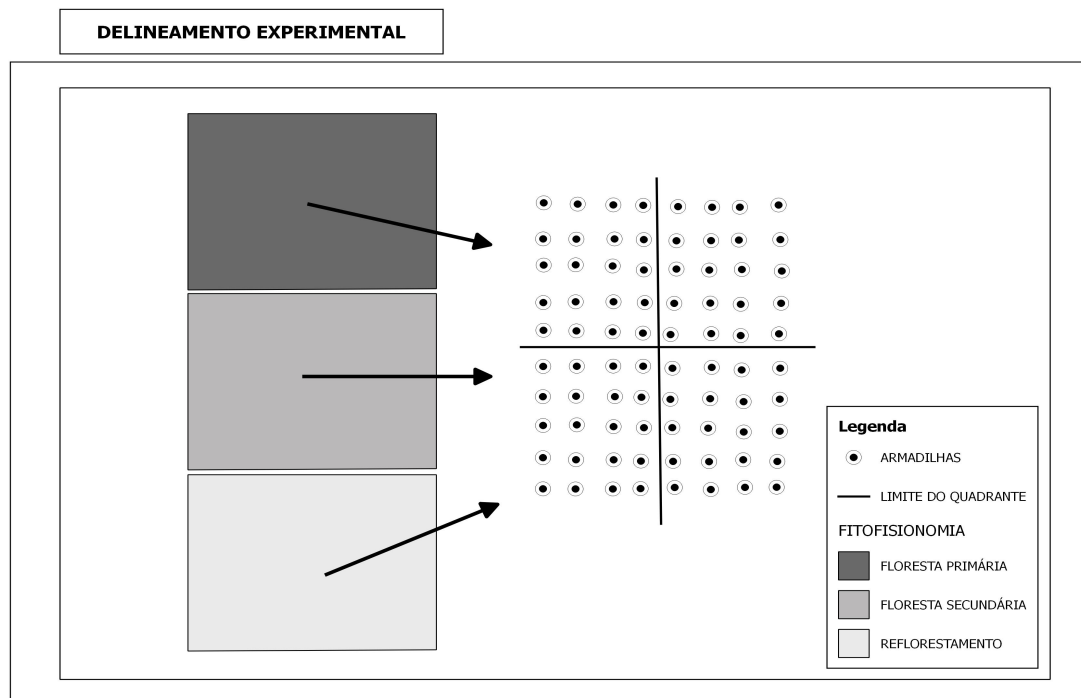
O ecossistema da Fazenda Tramontina Belém S/A, é representada principalmente por capoeiras em estado avançado de desenvolvimento, com árvores de pequeno porte e manchas de Mata Primitiva bastante explorada. A topografia, com declividades suaves, observada a partir da sede do município, apresenta 50 metros de altitude, e isso está relacionado com a forma do relevo predominante na região nordeste do estado do Pará (OLIVEIRA, 2009).

2.7. MÉTODOS

2.7.1. Delineamento experimental

Para a instalação das armadilhas “pitfall” em campo, cada ecossistema foi dividido em 4 quadrantes, para facilitar o manejo dentro de cada ecossistema. Onde os quadrantes foram classificados como q1, q2, q3 e q4, medindo 50 x 50 m², totalizando área de 2.500 m² cada. Figura 3.

Figura 3 Arranjo espacial para instalação de armadilhas do tipo “pitfall” em ecossistemas florestais com mogno brasileiro *Swietenia macrophylla*. Amazônia oriental, Brasil.



(Fonte: Correia, 2018)

Foram instaladas 80 armadilhas/ecossistema florestal, sendo 20 armadilhas em cada quadrado, com espaçamentos de 10 m equidistantes entre as armadilhas. Cada armadilha foi considerada uma unidade amostral, totalizando 80 unidades amostrais/ecossistema florestal.

2.7.2. Procedimento Laboratorial

Os insetos foram quantificados e identificados até família, com utilização de microscópio estereoscópico para identificação morfológica, com aumento em 40 vezes e auxílio de chaves dicotômicas (Triplehorn e Johnson 2011) (Rafael et al. 2012).

As variáveis meteorológicas utilizadas como temperaturas médias (°C), precipitação média (mm) e umidade relativa do ar (%), foram obtidas da estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para os meses avaliados.

2.7.3. Análises estatísticas

Para estabelecer a relação entre o número de organismos capturados e os ecossistemas florestais com mogno brasileiro determinaram-se os parâmetros de Abundância, Riqueza, Índice de diversidade e índice de Equabilidade de Pielou. Esses índices levaram em consideração a riqueza de grupos taxonômicos e a uniformidade, que trata da distribuição do número de indivíduos entre os grupos (Odum 1983). Os índices de diversidades da entomofauna edáfica permitem uma análise sobre a complexidade e as interações ecológicas existentes entre as comunidades de organismos do solo (Garlet et al. 2013).

Para verificar o efeito da sazonalidade e do tipo de ecossistema florestal na abundância das ordens, foram realizados o teste de Mann-Whitney (efeito da sazonalidade) e Kruskal-Wallis a 95% de significância para avaliar os tipos de ecossistemas florestais. Também foi aplicado o teste *post hoc* de Dunn, para identificar entre quais ecossistemas florestais houve diferenças significativas nas abundâncias das ordens.

Para identificar quais famílias de insetos tem mais preferência aos ecossistemas, foi utilizado a análise de IndVal (Dufrêne e Legendre 1997). Essa análise considera a especificidade (medida que relaciona a abundância da família em cada ecossistema comparando com a abundância da família em todos os ecossistemas) e a fidelidade (que relaciona à ocorrência da família em cada ecossistema em comparação a ocorrência na área). O IndVal gerou um valor de 0 a 100% para cada família, onde zero equivale à não-indicação da família para um determinado ambiente, e quanto mais próximo de 100% na especificidade e na fidelidade maior sua indicação

para um ecossistema. Todas as análises foram realizadas no R versão 3.3.1. (R Core Team, 2016).

A entomofauna edáfica foi influenciada pela composição florística e pelas variações climáticas nos três ecossistemas estudados com mogno brasileiro e as ordens mais abundantes nos ecossistemas estudados foram a Hymenoptera, Isoptera e Coleoptera. Aceitando-se assim as hipóteses elaboradas.

2.8. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram capturados 77.021 espécimes de insetos nos diferentes ecossistemas com *Swietenia macrophylla*, classificados em 12 ordens (Blattodea, Coleoptera, Dermaptera, Díptera, Hemíptera, Hymenoptera, Isoptera, Lepidoptera, Neuroptera, Odonata, Orthoptera e Thysanoptera) distribuídas em 66 famílias. A ordem Hymenoptera foi a mais dominante, seguida da ordem Isoptera, Coleoptera e Orthoptera respectivamente (Tabela 1). Do total de insetos capturados 18,63% foram encontrados no período chuvoso e 13,82% no período seco no ecossistema de monocultivo. 18,51% e 15,34% para o consórcio e floresta enriquecida com mogno brasileiro 18,71% e 14,99% para os períodos chuvoso e seco, respectivamente.

Tabela 1 Número de indivíduos por ordens e famílias, porcentagem (%) e frequência, capturados em armadilhas do tipo pitfall em ecossistemas de reflorestamentos com mogno brasileiro *Swietenia macrophylla*. Amazônia oriental, Brasil.

Ordem/Família	Chuvoso			Total 1	Seco			Total 2	Total	(%)
	M	C	F		M	C	F			
BLATTODEA										
Blattidae	142	96	114	352	42	62	28	132	484	0.63
COLEOPTERA										
Anobiidae	0	11	18	29	0	13	5	18	47	0.06
Bostrichidae	283	267	77	627	63	48	34	145	772	1.00
Brentidae	27	39	27	93	9	21	17	47	140	0.18
Buprestidae	33	12	24	69	39	11	7	57	126	0.16
Cantharidae	42	19	37	98	13	1	15	29	127	0.16
Carabidae	107	391	289	787	37	140	101	278	1.065	1.38
Cerambycidae	57	59	76	192	30	35	32	97	289	0.38
Chrysomelidae	102	98	129	329	83	37	66	186	515	0.67
Coccinellidae	73	45	48	166	0	12	28	40	206	0.27
Curculionidae	76	151	16	243	51	106	56	213	456	0.59
Elateridae	174	37	43	254	62	58	30	150	404	0.52
Erotylidae	24	57	19	100	19	26	36	81	181	0.24
Histeridae	235	108	23	366	52	70	37	159	525	0.68
Hydrophilidae	34	51	3	88	4	4	21	29	117	0.15

Lagriidae	109	116	73	298	9	55	62	126	424	0.55
Meloidae	217	508	314	1.039	173	419	283	875	1.914	2.49
Nitidulidae	355	593	451	1.399	2	260	168	430	1.829	2.37
Passalidae	81	85	29	195	52	57	57	166	361	0.47
Scarabaeidae	221	119	119	459	91	87	56	234	693	0.90
Staphylinidae	233	398	386	1.017	191	317	302	810	1.827	2.37
Tenebrionidae	66	87	58	211	36	59	51	146	357	0.46
DERMAPTERA										
Forficulidae	38	68	44	150	44	34	18	96	246	0.32
DIPTERA										
Agromyzidae	18	4	12	34	10	6	16	32	66	0.09
Asilidae	72	44	98	214	34	62	32	128	342	0.44
Bibionidae	22	28	54	104	18	36	18	72	176	0.23
Calliphoridae	8	6	2	16	10	2	4	16	32	0.04
Cecidomyiidae	28	10	22	60	10	4	1	15	75	0.10
Muscidae	22	10	6	38	14	4	6	24	62	0.08
Otitidae	18	10	24	52	20	8	8	36	88	0.11
Sciaridae	1	4	4	9	1	1	1	3	12	0.02
Stratiomyidae	16	44	40	100	12	22	16	50	150	0.19
Syrphidae	6	16	16	38	1	18	16	35	73	0.09
Tabanidae	30	16	22	68	4	12	8	24	92	0.12
Tephritidae	52	24	28	104	14	24	12	50	154	0.20
HEMIPTERA										
Belostomatidae	18	36	44	98	18	26	20	64	162	0.21
Cicadellidae	8	16	8	32	1	10	8	19	51	0.07
Cicindelidae	1	1	8	10	1	1	0	2	12	0.02
Coreidae	22	18	10	50	1	1	0	2	52	0.07
Cydnidae	8	32	26	66	1	1	0	2	68	0.09
Dictyopharidae	14	34	30	78	1	4	0	5	83	0.11
Flatidae	1	1	6	8	4	1	0	5	13	0.02
Lygaeidae	42	142	114	298	44	34	40	118	416	0.54
Reduviidae	8	8	4	20	1	0	1	2	22	0.03
Scutelleridae	58	124	108	290	48	38	68	154	444	0.58
HYMENOPTERA										
Anthophoridae	42	64	46	152	32	42	38	112	264	0.34
Apidae	54	144	136	334	58	42	106	206	540	0.70
Evaniidae	1	1	10	12	1	1	0	2	14	0.02
Formicidae	6.841	5.534	7.327	19.702	5.972	6.089	6.956	19.017	38.719	50.27
Halictidae	6	8	6	20	1	1	1	3	23	0.03
Mutillidae	16	28	22	66	10	14	24	48	114	0.15

Pompilidae	22	14	18	54	10	14	8	32	86	0.11
Scoliidae	4	8	4	16	1	1	1	3	19	0.02
Sphecidae	42	58	48	148	26	30	10	66	214	0.28
Vespidae	18	6	1	25	8	18	6	32	57	0.07
ISOPTERA										
Kalotermitidae	1.044	1.913	1.496	4.453	936	1.252	906	3.094	7.547	9.80
Rhinotermitidae	1.496	902	734	3.132	1.024	974	764	2.762	5.894	7.65
Termitidae	1.125	1.094	1.109	3.328	963	847	792	2.602	5.930	7.70
LEPIDOPTERA										
Noctuidae	12	16	10	38	12	14	8	34	72	0.09
Papilionidae	48	94	62	204	24	38	28	90	294	0.38
NEUROPTERA										
Chrysopidae	4	1	0	5	1	1	1	3	8	0.01
ODONATA										
Caenagrionidae	14	12	6	32	6	10	10	26	58	0.08
Libellulidae	24	32	30	86	18	20	10	48	134	0.17
ORTHOPTERA										
Acrididae	102	130	84	316	32	40	30	102	418	0.54
Gryllidae	226	148	164	538	134	116	54	304	842	1.09
THYSANOPTERA										
Thripidae	4	4	0	8	6	4	6	16	24	0.03
Total de insetos	14.347	14.254	14.418	43.019	10.643	11.815	11.544	34.002	77.021	-
Total de Famílias	65	66	63	(55,85%)	64	65	61	(44,15%)	-	100%

M = monocultivo; C = consórcio; F = Floresta Enriquecida com mogno brasileiro.

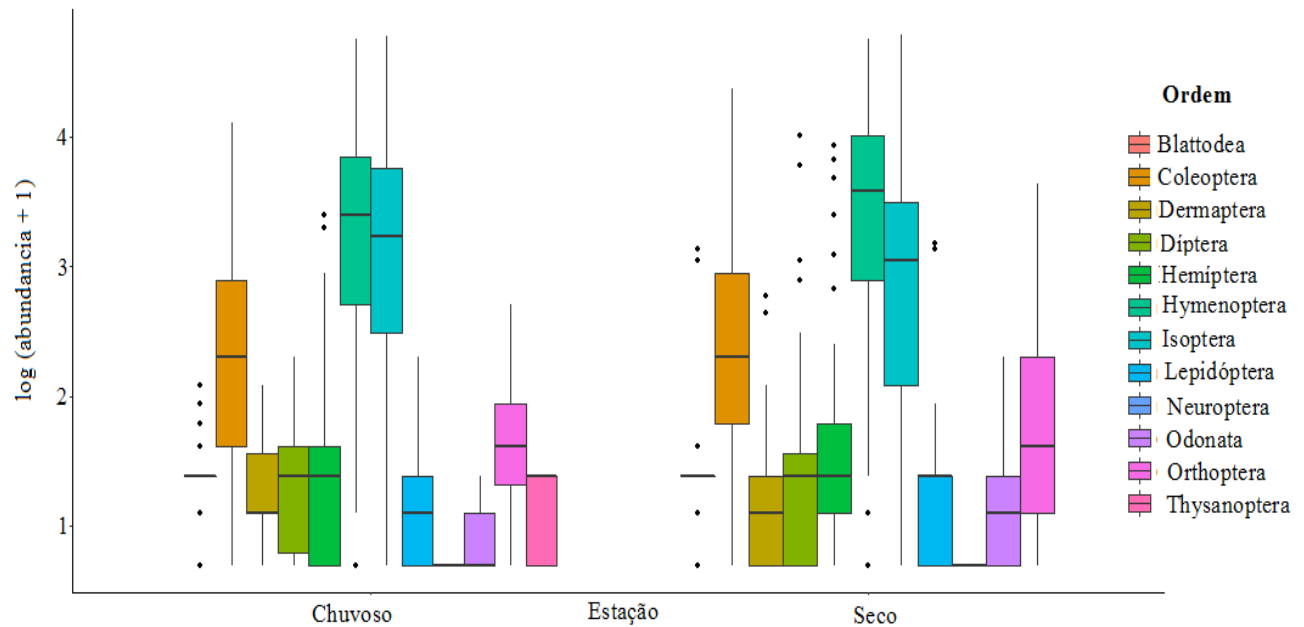
(Fonte: Correia, 2018)

Pouca diferença foi observada quanto a diversidade de ordens e famílias de insetos encontrados entre os três ecossistemas florestais dentro de cada período avaliado (Tabela 1). Esses resultados assemelham-se aos encontrados em uma floresta da Costa Rica em diferentes estágios de regeneração natural, onde a estrutura da comunidade de insetos de liteira não deferiu entre si (Barberena-Arias e Aide 2003). Onde o número de indivíduos coletados no período chuvoso e seco foi de 43.019 (55,85%) e 34.002 insetos (44,15%), respectivamente, indicando que houve interferência da sazonalidade durante as coletas.

Observou-se que no período chuvoso foi coletado 9.000 insetos a mais do que no seco. Esse fato é corroborado por Fernandes et al. (2011), que verificaram em seus estudos que muitos grupos da fauna edáfica são influenciados por pequenas variações ambientais, principalmente durante o aumento dos níveis pluviométricos.

Os resultados de abundância da entomofauna encontrados durante o período chuvoso e seco nos plantios florestais com mogno brasileiro (Figura 3) diferem aos encontrados por Bandeira e Harada (1998), onde os autores demonstraram que a macrofauna e a entomofauna são prejudicadas pela estação de menor índice pluviométrico, tendo a sua maior ocorrência no período chuvoso.

Figura 4 Abundância de ordens de insetos capturados em armadilhas do tipo Pitfall, na estação chuvosa e seca em áreas de reflorestamentos com mogno brasileiro *Swietenia macrophylla*. Amazônia oriental, Brasil



(Fonte: Correia, 2018)

Na abundância total das ordens (figura 4), observou-se o predomínio da ordem Hymenoptera, com 52%, Isoptera com 25,15% e Coleoptera com 16,07%. Na ordem Hymenoptera a família Formicidae foi representada em 86% por espécimes do gênero *Atta* e *Acromirmex*, e 14% das demais formigas foram classificadas como generalistas onívoras ou generalistas predadoras, insetos considerados como bioindicadoras ambientais.

Resultados semelhantes de maior abundância para a ordem Hymenoptera, foram encontrados por Rosário et al. (2014) também na Amazônia brasileira, com armadilhas de solo em áreas de reflorestamentos com paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*) e também por Moço et al. (2005), Santos et al. (2007), e Gonçalves e Pereira (2012). Outros autores como Harada et al. (2013) concluíram que as formigas compreendem um terço do total da biomassa de insetos das florestas brasileiras, além disso, elas são altamente ativas no solo, o que facilitou a maior coleta desses indivíduos.

A ordem Isoptera foi a segunda mais abundante segundo o teste de Mann-Whitney nas estações chuvosa e seca nos três ecossistemas florestais avaliados (Figura 4). Termitidae, Kalotermitidae e Rhinotermitidae foram as três famílias da ordem de maior frequência. Segundo Bignell e Eggleton (2000) que encontraram dados semelhantes em área de *Tectona grandis*, reportaram que os ecossistemas florestais propiciam condições ideais para o estabelecimento de algumas espécies de insetos, entre eles os Isopteros, pois a liteira produzida em ambientes florestais, na forma de galhos, ramos e folhas, é fonte de alimentos para manter as comunidades de cupins, e estes criam condições favoráveis para o seu estabelecimento na floresta.

A ordem Coleoptera apresentou-se como terceiro grupo de insetos mais abundante, destacando-se as famílias Carabidae, Nitidulidae, Meloidae e Staphylinidae. Os espécimes dessas famílias apresentam diferentes funções ecológicas em áreas de floresta, se alimentam desde folhas, restos vegetais a até outros artrópodes (Gullan e Craston 2008). Segundo Rodrigues et al. (2016) os Coleopteras são abundantes na Amazônia e Gullan e Craston (2008) ressaltam que a diversidade de alimento nestes ambientes independe da estação climática, e o seu hábito alimentar diversificado atribui condições de sobrevivência em diferentes habitats.

Na comparação da abundância das ordens de insetos pelos testes de Kruskal Wallis e *post hoc* de Dunn foi observado que houve diferença entre os ecossistemas de reflorestamentos avaliados (Qui-quadrado = 15.953, GL = 2, $p = 0.0003$). Foi observado que o ecossistema consórcio de mogno brasileiro e outras Meliáceas ($p < 0.001$) demonstrou estar mais em equilíbrio em relação a abundância dos insetos capturados, devido provavelmente a maior diversidade de espécies florestais existentes neste ecossistema.

Esse resultado está de acordo com Pereira et al. (1994), os quais afirmaram que a função da diversidade de espécies vegetais nos sistemas de reflorestamento tende a tornar esses ambientes mais parecidos com a floresta original, onde prevalece a heterogeneidade dos seus componentes. Podendo advir maior equilíbrio biológico na área, com possibilidade de redução dos problemas fitossanitários em relação às monoculturas, em virtude das barreiras entre plantas, mudanças de microclima e aumento dos inimigos naturais de patógenos e insetos pragas, favorecendo o controle natural.

Os ecossistemas de monocultivo e de floresta enriquecida não apresentaram diferenças significativas quanto a abundância das ordens de insetos capturados ($p < 0.497$), demonstrando

que o comportamento populacional dos insetos foi semelhante nos dois ecossistemas, entretanto, diferenciaram em relação ao consórcio.

Houve diferença da abundância de ordens por ecossistemas, conforme Teste Post hoc de Dunn, e os índices faunísticos calculados: Riqueza, Shannon e Equabilidade de Pielou (Tabela 2).

Tabela 2 Diversidade faunística da entomofauna edáfica em ecossistemas florestais com mogno brasileiro *Swietenia macrophylla*. Amazônia oriental, Brasil.

Ecossistema	Período	Número de coleta	Abundância (%)	S	H	J
Consórcio	Chuvoso	1	64	2,36	0,42	0,039*
		2	36	3,11	0,64	0,048*
	Seco	1	55	1,17	0,05	0,049*
		2	45	1,53	0,21	0,024*
Monocultivo	Chuvoso	1	62	2,93	0,61	0,049*
		2	38	3,51	0,80	0,006**
	Seco	1	59	3,52	0,82	0,007**
		2	41	2,21	0,42	0,040*
Floresta enriquecida	Chuvoso	1	54	2,78	0,53	0,042*
		2	46	2,45	0,48	0,043*
	Seco	1	57	2,58	0,49	0,042*
		2	43	3,29	0,70	0,005**

Abundância (%), S = Riqueza de espécies; H = Índice de diversidade de Shannon; J = índice de Equabilidade de Pielou (* diferença significativa $p < 0.05$), (** diferença significativa $p < 0.01$). 1 = primeiro ano e 2 = segundo ano de coleta (Fonte: Correia, 2018)

O ecossistema de floresta enriquecida apresentou maior similaridade na riqueza de famílias de insetos em relação ao monocultivo, provavelmente devido à proximidade das duas áreas. Oliveira et al. (2009) também não encontrou diferença na riqueza de ordens da entomofauna edáfica em sistemas com diferentes características em relação à cobertura vegetal. Pois de acordo com Wolda (1996), um dos fatores que podem influenciar na similaridade das comunidades de insetos pode ser a localização geográfica destas comunidades, onde ambientes próximos tendem a ser mais similares entre si.

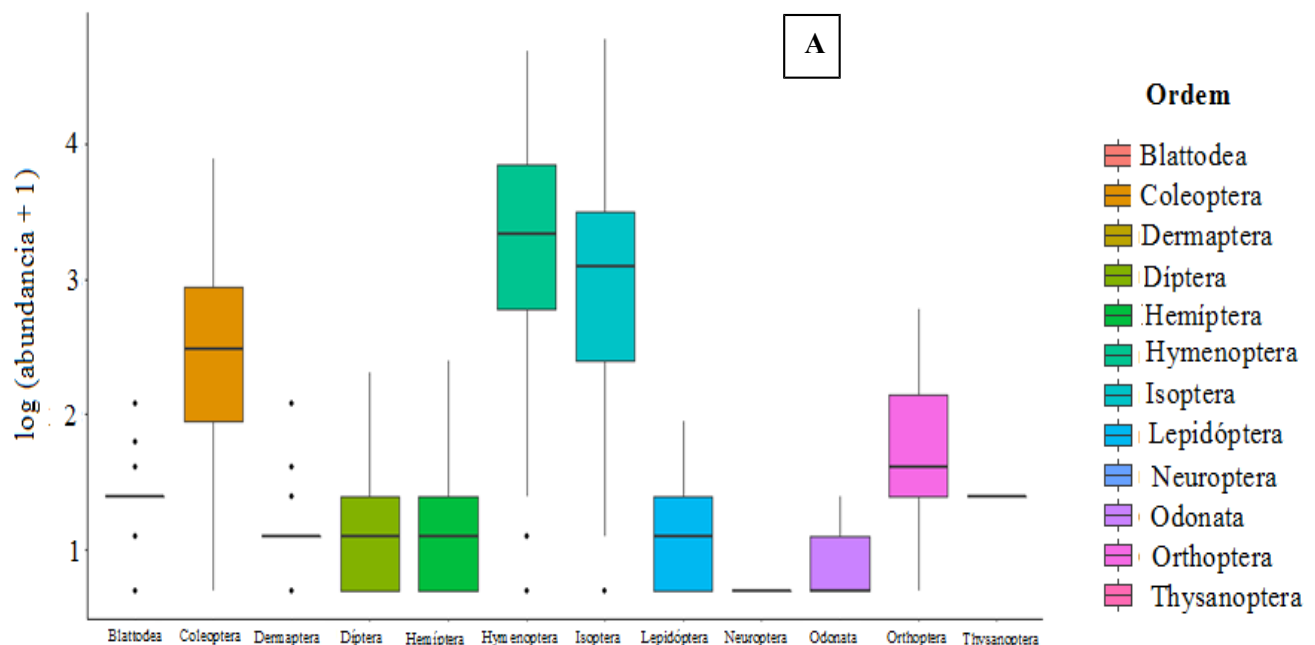
O ecossistema em monocultivo apresentou maior riqueza (Tabela 2) tanto no período chuvoso quanto no seco. A população elevada de insetos pode estar correlacionada com a ausência de inimigos naturais na área, fato que pode favorecer o crescimento populacional,

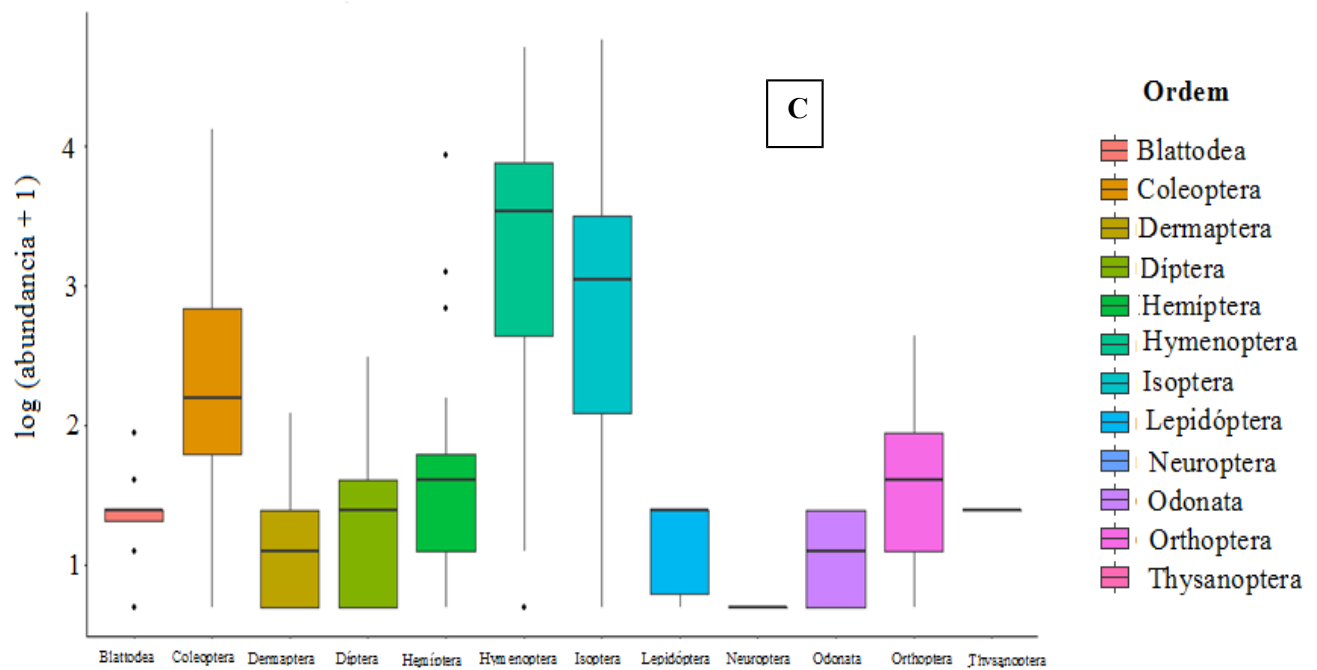
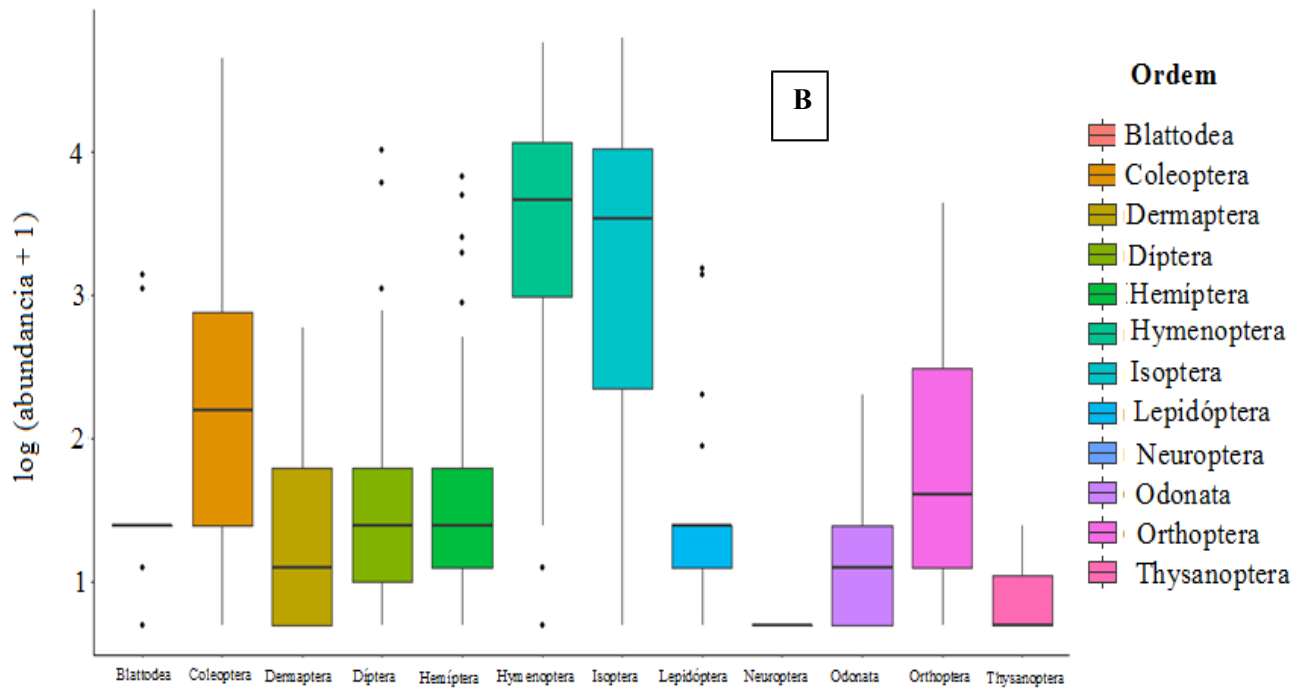
porque tornou-se uma área desprotegida do controle biológico natural. Pereira et al. (1994) e Zanuncio et al. (1993) concluíram que locais que possuem menor competição favorecem a proliferação e afeta a dinâmica populacional de insetos, pela maior disponibilidade de alimentos e menor diversidade de inimigos naturais.

O ecossistema de consórcio apresenta o nem (*Azadirachta indica*), o qual possui características de repelência natural de insetos, nesse caso, a repelência produzida pode ter contribuído para o menor número de insetos nesse agrossistema. Na floresta enriquecida ocorreu equilíbrio entre os índices, desta forma a entomofauna não apresentou nenhuma família em ascensão quanto ao nível populacional.

Ocorreu diferença na abundância das ordens de insetos em cada ecossistema florestal avaliado, (Figura 5 A, B e C). Independente da estação climática e do tipo de ecossistema, a ordem Hymenoptera, representado principalmente pelas formigas, sempre apresentou alta abundância, devido ao método de amostragem utilizado que é considerado satisfatório para a coleta de formigas (Parr e Chown, 2001). Rodrigues et al. (2016) também obtiveram como grupo dominante os Hymenoptera, que representou 56,5, % do total de indivíduos coletados em ecossistemas de estabelecimento agrícola familiar na Amazônia.

Figura 5 A (Monocultivo), B (Consórcio) e C (Floresta Enriquecida). Abundância de ordens de insetos associadas em agrossistemas de mogno brasileiro *Swietenia macrophylla*. na Amazônia oriental. Brasil.





(Fonte: Correia, 2018)

A segunda ordem mais abundante foi a Isoptera, presente nos três ecossistemas florestais tanto no período chuvoso e seco. Como são insetos sociais os ambientes explorados pelos cupins são bem variados, de acordo com seus hábitos alimentares (xilófagos, húmívoros, comedores de

liteira e intermediários) (De Souza e Brown 1994). Um dos fatos que pode explicar a abundância desta ordem em todos os ecossistemas florestais avaliados.

Os cupins são importantes componentes da fauna do solo, exercendo papel essencial nos processos de decomposição e de ciclagem de nutrientes (Aquiari et al. 2005). Não foi observado influência pelo tipo fisionômico da vegetação florestal, o que explica a abundância em todos os ambientes estudados. Esse resultado está de acordo com os encontrados por Correia e Oliveira (2000), segundo os autores em ecossistemas florestais ocorre maior abundância de comunidade de artrópodes associados a liteira, sendo a maioria composta por insetos sociais, como os Isopteros.

A ordem Coleoptera foi a terceira mais abundante, a presença dessa ordem pode ser atribuída a grande importância ecológica, pois auxiliam na percepção das condições ambientais locais de uma fitofisionomia (Chung et al. 2000). E a diversidade desta está relacionada com a composição e a estrutura da vegetação, revelando um mecanismo natural de atração, abrigo e alimentação (Schorn 2000) para os besouros. Esses insetos interagem nos ecossistemas florestais, principalmente, por associação aos frutos e, ou, sementes das espécies florestais arbóreas (Zidko 2002).

Destacaram-se nesse estudo as famílias Nitidulidae, Staphylinidae e Meloidae, resultados semelhantes aos encontrados por (Iantas et al. 2010). Os besouros da família Nitidulidae são decompositores e alimentam-se de seiva de árvores e suco de frutas, principalmente fermentadas. Espécimes da família Staphylinidae demonstram certa adaptabilidade a ambientes antropizados, pois podem aparecer em grandes densidades tanto em ambientes florestados como em áreas degradadas (Medri e Lopes 2001).

A família Staphylinidae apresenta, em geral, grande diversidade e é considerada por alguns autores a mais diversa entre os Coleopteras, além de ser muito usada como bioindicadoras de qualidade de ambientes (Triplehorn e Johnson 2011, Rafael et al. 2012), pois são predadores principalmente de larvas de dípteros. Segundo Freitas et al. (2005), aproximadamente metade das espécies da família de Staphylinidae é composta por habitantes da liteira, formando um dos mais importantes componentes da fauna de solo, sendo um dos grupos mais bem representados em levantamentos de ecossistemas florestais.

A grande presença de adultos da família Meloidae nos ecossistemas com mogno brasileiro pode ser justificada pelo hábito desfolhador desses indivíduos e por serem considerados pragas

de plantas cultivadas (ao contrário de suas larvas, que são predadoras), fato confirmado por Mariconi et al. (2003).

A família Carabidae, nesta pesquisa se justifica pelo fato desses insetos serem abundantes em áreas agrícolas e florestais. Segundo Martins et al. (2009) amplas distribuições e alta abundância desses insetos podem indicar capacidade de explorar ecossistemas com características primitivas e antropizados. A família Bostrichidae apresentou-se um grupo pequeno dentro da ordem Coleoptera, onde a maioria das espécies são xilófagas (Fletchmann et al. 1996).

As famílias indicadoras selecionadas com especificidade para cada ecossistema florestal estão apresentadas na Tabela 3. Do total de 66 famílias coletadas nos três ecossistemas florestais, 7 apresentaram IndVal significativo ($p < 0,05$), A ordem Coleoptera apresentou cinco famílias indicadoras enquanto que a ordem Isoptera e Hymenoptera apresentaram apenas uma.

Tabela 3 Valor Indicador Individual IndVal (%) para as famílias bioindicadoras de especificidade em agrossistemas florestais com mogno brasileiro *Swietenia macrophylla*. Amazônia oriental. Brasil. (*, **) Valores significativos pela análise de IndVal onde $p < 0,05$.

Ecossistemas	Famílias	Especificidade (%)	Fidelidade (%)	Valor de IndVal	p-value
Consórcio	Kalotermitidae	0,49	0,21	0,32	0,015*
	Meloidae	0,50	0,05	0,16	0,038*
	Nitidulidae	0,42	0,16	0,26	0,016*
	Curculionidae	0,50	0,06	0,17	0,029*
	Carabidae	0,68	0,02	0,13	0,036*
Floresta Enriquecida	Formicidae	0,35	0,83	0,54	0,027**
Monocultivo	Histeridae	0,46	0,20	0,30	0,016*

(Fonte: Correia, 2018)

Foi verificado maior fidelidade das formigas ($p < 0,027$) na floresta enriquecida com mogno brasileiro, provavelmente, devido à maior disponibilidade de recursos naturais encontrados nessa área. Assim, as formigas podem manter colônias com maior número de indivíduos em florestas em sucessão, o que, provavelmente provoca aumento na dominância de algumas comunidades de insetos. Em florestas tropicais, colônias de formigas com elevado número de indivíduos tornam-se dominantes, pois elevam o potencial de defesa do território (Dejean e Corbara 2003).

Para as formigas encontradas na amostragem desse estudo, houve a predominância dos gêneros *Atta* e *Acromirmex*. Esses gêneros são influenciados diretamente pelo acúmulo de

matéria vegetal, principalmente na camada da liteira, pelo aumento de alimento e pela diversidade de nichos (Chappin III et al. 2002, Muscardi et al. 2011). Segundo Lassau e Hochuli (2004), que estudaram os efeitos da complexidade do habitat sobre comunidades de formigas, ressaltaram que a maior similaridade na composição de indivíduos dessa família está em áreas de maior complexidade vegetal. Além disso, as formigas cortadeiras são comuns na maioria dos ecossistemas americanos Delabie et al. (2011). São consideradas espécies chaves de muitos ecossistemas (Spier et al., 2013). Além de exercerem inúmeros serviços ecológicos como a reciclagem de matéria orgânica, a quebra de dormência de espécies vegetais e o auxílio na dispersão de sementes (Souto, 2007).

A ordem Coleoptera foi a que mais teve especificidade com os ecossistemas florestais. Destacando-se a família Histeridae ($p < 0,016$) para o ecossistema de monocultivo, e as famílias Curculionidae ($p < 0,029$), Carabidae ($p < 0,036$), Meloidae ($p < 0,038$) e Nitidulidae ($p < 0,016$) para o consócio.

A família Histeridae no monocultivo, destacou-se provavelmente devido esse ecossistema apresentar menor diversidade de inimigos naturais, fato que pode ter favorecido a somente a população desta família, que se destacou em relação a outras comunidades de besouros de hábitos predatórios. Entretanto, esses resultados para esta família no monocultivo discordam com Summerlin et al. (1991), segundo os autores existe tendência de decréscimo de diversidade e abundância na população destes besouros com a diminuição da complexidade da vegetação.

A família Meloidae, foi mais específica para o ecossistema de consócio. Os adultos desta família são desfolhadores e considerados pragas de plantas cultivadas (Marinoni et al. 2003). Pode estar relacionada com a diversidade de espécies neste ecossistema, o que pode ter proporcionado maior quantidade de alimentos para este grupo de insetos, principalmente néctar de plantas (Marinoni et al. 2003). Além disso, também são consideradas pragas de plantas cultivadas, como maracujazeiro, batata, tomate e outras solanáceas (Gallo et al. 2002). Outras espécies têm provocado acidentes em humanos (FUNASA 2001). Seus hábitos variados podem explicar a representatividade do gênero nas armadilhas de queda no ecossistema de consócio florestal.

Os indivíduos das famílias Nitidulidae e Curculionidae podem viver em matéria orgânica em decomposição (Habeck, 2002), e os Carabideos são geralmente polípagas e alimentam-se de ampla variedade de pragas, incluindo afídeos, lagartas, lesmas, sementes de plantas daninhas e

miriápodes (Brunke et al., 2009). Fator que pode justificar a maior presença no ecossistema de consórcio, devido maior produção de liteira e maior diversidade de insetos neste plantio.

A família Kalotermitidae ($p < 0,015$), cupins primitivos, também teve especificidade com o ecossistema consórcio, entretanto, não anula a importância da grande abundância dessa família nas três áreas avaliadas. Marer (2010) descreveu que os Kalotermitideos são capazes de viver em madeira seca sem contato com o solo. As colônias de cupins desta família infestam madeira seca, ramos de árvores vivas em locais sombreados, árvores em pomares e madeiras armazenadas, devido a isso, o habitat preferencial desta espécie sempre florestal. Logo, a preferência pelo consórcio pode ter sido devido à diversidade vegetal existentes na área, que tem como espécie principal o mogno brasileiro *Swietenia macrophylla*, mais apresentou ainda outras espécies de meliáceas.

E essa diversidade florestal pode ter favorecido melhor desenvolvimento populacional em comparação ao monocultivo e a floresta enriquecida. Resultados que concordam com os encontrados por Barillari et al. (2002) em plantios de consórcio de *Pinus elliottii* e *Pinus caribaea*, pois esses insetos possuem especificidade com grande número de espécies florestais.

2.8.1. CONCLUSÕES

A entomofauna edáfica associada a ecossistemas de reflorestamento com mogno brasileiro possui alta riqueza e abundância de ordens e famílias.

A sazonalidade favorece no período chuvoso a maior abundância de insetos.

A ordem Hymenoptera é a mais rica destacando a família Formicidae, seguida de Isoptera e Coleoptera, esses grupos de insetos predominaram sobre os demais tanto no período chuvoso quanto no seco.

Existe especificidade da ordem Hymenoptera (família: Formicidae) em relação ao ecossistema de floresta enriquecida.

2.9. REFERÊNCIAS

- Aquiar LMS, Camargo AJA, Sousa ES. 2005. Fauna de insetos do Cerrado. Agência de informações Embrapa: Bioma cerrado. Embrapa.
- Aquino AM, Aguiar-Menezes EL, Queiroz JM. 2006. Recomendações para coleta de artrópodes terrestres por armadilhas de queda “pitfall-traps”. Rio de Janeiro. Embrapa.
- Aquino AM, Aguiar-Menezes EL, Queiroz JM. 2006. Recomendações para coleta de artrópodes terrestres por armadilhas de queda (“pitfall-traps”). Circular Técnica - Embrapa. Rio de Janeiro, n. 16.
- Azevedo FR, Guimarães JA, Simplicio AAF, Santos HR. 2010. Análise faunística e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares comerciais de goiaba na região do Cariri cearense. *Arquivos do Instituto Biológico* 77:33-41.
- Bandeira A G, Harada AY. 1998. Densidade e distribuição vertical de macroinvertebrados em solos argilosos e arenosos na Amazônia Central. *Amazônas. Acta. Amazônica* 28: 191-204.
- Barberena-Arias MF, Aide TM. 2003. Species Diversity and Trophic Composition of Litter Insects During Plant Secondary Succession. *Caribbean. San Juan. Journal of Science* 39:161-169.
- Barillari CT, Jankowsk IP, Freitas VP. 2002. Durabilidade da madeira do gênero *Pinus spp.* tratadas com CCA tipo A e CCB após 21 anos de exposição em campo de apodrecimento. Curitiba. *Floresta.* 87-91.
- Bignell DE, Eggleton P. 2000. Termites in ecosystems In: T. Abe DE, Bignell M, Higashi. Editors. *Termites: Evolution, Sociality, Symbioses, Ecology*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 363–387.
- Brunke, A. J.; BAHLAI, C. A.; SEARS, M. K.; HALLETT, R. T. Generalist predator (Coleoptera: Carabidae, Staphylinidae) associated with millipede management. *Environmental Entomology*, Lanham, v. 38, n. 4, p. 1106-1116, 2009.
- Chappin III FS, Matson PA, Mooney H A. 2002. *Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology*. Springer-Verlag, New York.436.
- Chung AYC, Eggleton P, Speight MR, Hammond PM, Chey VK. 2000. The diversity of beetle assemblages in different habitat types in Sabah. Malaysia. *Bulletin of Entomological Research*, 90 (2): 475-496.
- Correia MEF, Oliveira LCM. 2000. Fauna de Solo: Aspectos Gerais e Metodológicos. *Seropédica: Embrapa Agrobiologia.* 46.
- Dejean A, Corbara B. 2003. A review of mosaics of dominant ants in rainforests and plantations. In: Basset Y, Novotny V, Miller SE, Kitching RL. (eds) *Arthropods of tropical forests: spatiotemporal dynamics and resource use in the canopy*. Cambridge University Press. 341-347.

Delabie JH, Alves H, Reuss-Strenzel G, Carmo A, Nascimento I. 2011. Distribuição das formigas cortadeiras *Acromyrmex* e *Atta* no novo mundo. In: DELLA LUCIA T.M.C. (Ed.). Formigas cortadeiras da bioecologia ao manejo. Viçosa: Ed. Folha Nova de Viçosa. 80-99.

Dufrêne, M. Legendre, P. 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecol. Monogr.* 67: 345-366.

Fernandes, MM, Pereira, GM, Magalhães, SML, Cruz, RA, Giácomo, GR. Aporte e decomposição de serapilheira em áreas de floresta secundária, plantio de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth) e andiroba (*Carapa guianenses* Aubl.) na FLONA Mário Xavier, RJ. *Ciência Florestal*, v. 16, p. 163-175, 2006.

Fletchmann CAH, Texeira EP, Gaspareto CL. 1996. Bostrichidae (Coleoptera) coletados em armadilhas iscadas com etanol em pinheiros de Agudos, São Paulo. *Instituto Florestal, São Paulo*, 1:17-44.

Freitas AVL, Leal IR, Uehara-Prado M, Iannuzzi L. 2005. Insetos como indicadores de conservação da paisagem. In: Rocha, C.F.D., Bergallo, H.G., Van Sluys, M., Alves, M.A.S. (orgs.). *Biologia da conservação*. Rio de Janeiro: UERJ.

Frizzas MR, Omoto C, Silveira Neto S, Morais RCB, 2003. Avaliação comunidade de insetos durante o ciclo da cultura do milho em diferentes agroecossistemas. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo* (2): 9-24.

Funasa - Fundação Nacional da Saúde. (Brasil). 2001. Manual de diagnóstico e tratamento de acidentes por animais peçonhentos. 2.ed. Brasília: FUNASA,120p.

Gallo D, Nakano O, Silveira Neto S, Baptista GC, Berti Filho E, Parra JRP, Zucchi RA, Alves SB, Vendramim JD, Marchini LC, Lopes JRS, Omoto, S. 2002. *Entomologia agrícola*. Piracicaba: FEALQ. 317- 319.

Garlet, J, Ervandil, CC, Jardel, B. Caracterização da Fauna Edáfica em Plantios de *Eucalyptus* spp. *Ciência Florestal, Santa Maria*, v. 23, n. 3, p. 337-344, jul.-set., 2013

Gonçalves MF, Pereira JA. 2012. Abundance and diversity of soil arthropods in the olive grove ecosystem. *Journal of Insect Science. Portugal.* 32(2): 12-20.

Grogan J, Barreto P, Veríssimo A. *Mogno na Amazônia Brasileira: ecologia e perspectivas de manejo*. Belém, Imazon, 2002. 40.

Gullan PJ, Craston PS. 2008. *Os insetos: um resumo de entomologia*. 3. ed. São Paulo: Roca. 440 p.

Habeck DH (2002a) Brachypteridae Erichson 1845. In: Arnett RH Jr., Thomas MC, Skelley PE, Frank JH (Eds) *American Beetles, Volume 2: Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea*. CRC Press, Boca Raton, 309-310.

- Harada, A. Y.; Farias P. R. S.; Lopes, L. F. C., Silva, A. G.; Brandão, A. D. S. 2013. Avaliação das comunidades de formigas em floresta secundária na Amazônia oriental. *Comunicata scientiae*. 4(2): 186-194.
- Iantas J, Gruchowski WFC, Maciel L, Holdefer DR. 2010. Distribuição das famílias de Coleoptera em ambiente de sucessão florística de Ombrófila Mista em União da Vitória - Paraná. *Biodiversidade Pampeana, Uruguaiana*, 1(8): 32-38.
- Instituto brasileiro de geografia e estatística. 2016. <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=150095&search=para|aurora-do-para>.
- Lassau SA, Hochuli DF. 2004. Effects of habitat complexity on ant assemblages. *Ecography*. 27: 157-164.
- Lentini M, Veríssimo A, Pereira D. 2005. Expansão madeireira na Amazônia. In: *O Estado da Amazônia*, Imazom. n.2, p.1-4.
- Lopes Assad M.L. Fauna do solo. In: VARGAS, M. A. T. Hungria, M. 1997. *Biologia dos solos dos Cerrados*. Planaltina: EMBRAPA, CPAC. cap. 7, p.363-444.
- Lovari S, Favilli L, Eusebi MP, Cassola MPF 1992. The effects of prey movement, size and colour in the attack/avoidance behaviour of the tiger beetle *Cephalota circumdata* leonschaeferi (Cassola) (Coleoptera: Cicindelidae). *Ethology Ecology and Evolution* 4: 321-331.
- Lövei, G.L.; Sunderland, K.D. 1996. Ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Annu. Rev. Entomol, Palo Alto* 41: 231-256.
- Marer, P. 2010. Residential industrial pestcontrol. Oakland: University Californial Agriculture and Natural Resources, Publication 3334.
- Marinoni, R. C.; Ganho, N. G.; Monné, M. L.; Mermudes, J. R. M. 2003. Hábitos alimentares em Coleoptera (Insecta). Ribeirão Preto. *Holos*, 63p.
- Martins, I.C.F. Cividanes, F.J. Barbosa, J.C. Araújo, E.S. Haddad, G.Q. 2009. Análise de fauna e flutuação populacional de Carabidae e Staphylinidae (Coleoptera) em sistemas de plantio direto e convencional. São Paulo. *Revista Brasileira de Entomologia* 53(3): 432-443.
- Medri, I. M.; J. Lopes. 2001. Coleopterofauna em floresta e pastagem no Norte do Paraná, Brasil, coletada com armadilha de solo. Curitiba. *Revista Brasileira de Zoologia* v.18 (supl. 1) p. 125-133.
- Moço MKS, Gama-Rodrigues EF, GAMA-RODRIGUES AC, CORREIA MEF. 2005. Caracterização da Fauna Edáfica em diferentes coberturas vegetais na região Norte Fluminense. Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 29: 555-564.

Muscardi DC, Almeida SSP, Schoereder JH, Marques T, Sarcinelli TS, Corrêa AS. 2011. Response of Litter Ants (Hymenoptera: Formicidae) to Habitat Heterogeneity and Local Resource Availability in Native and Exotic Forests. *Sociobiology* 52: 655-665.

Odum E. P. 1983. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Guanabara. 434 p.

Oliveira, PYdeS, Jorge, LPdeB, Fabricio, BandFE. Ant species distribution along a topographic gradient in a "terra-firme" forest reserve in Central Amazonia. *Pesq. agropec. Bras. Brasília*, v. 44, n. 8, p. 852-860. 2009.

Pais MPEV, Elenice M. 2010. Recolonização Artrópodes na restauração de uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. *Brasil. Neotropical Entomology* 39(2): 198-206.

Parr, C. L.; Robertson, H.; Biggs, H. C.; Chown, S. L. 2004. Response of African savanna ants to long-term fire regimes. *Journal of Applied Ecology* 41:630-642.

Parr C L, Chown S L. 2001. Inventory and bioindicator sampling: testing pitfall and Winkler methods with ants in South African savanna. **Journal of Insect Conservation** 5: 27-36.

Peralta RCG, Menezes EB, Carvalho AG, Aguiar-Menezes EL. 2003. Feeding preference of subterranean termites for forest species associated or not a wooddecaying fungi. *Floresta e Ambiente*, 10(2): 58-63.

Pereira LGB, Marques EM, Groke Júnior PH, Silva MJ, Pereira Neto SD. 1994. Percentual de mortalidade de lagartas de *Thyrntaina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae), coletadas na bordadura e no interior de plantios de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. *Curitiba. Revista do Setor de Ciências Agrária*, 13(2): 233-238.

Rafael JA, Melo GAR, De Carvalho CJB, Casari AS, Constantino R. 2012. *Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia*. Ribeirão Preto. Holos Editora, 810 p.

Rodrigues MD, Ferreira OL, Silva RN, Guimarães SE, Martins FCI, Oliveira AF. 2016. Diversidade de artrópodes da fauna edáfica em agroecossistemas de estabelecimento agrícola familiar na Amazônia Oriental. *Brasil. Revista de Ciências Agrárias* 59(1): 32-38.

Rosario VSV, Batista VFT, Provenzano R, Lemos UJL, Santos VDJ, Lunz MA. 2014. Edaphic insect fauna associated with reforestation with *Schizolobium parahyba* Barneby in Amazônia. *Brasil. Revista de Ciências Agrárias* 57(4): 1-9.

R core team (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.

Santos SAP, Cabanas JE, Pereira JA. 2007. Abundance and diversity of soil arthropods in olive grove ecosystem (Portugal): Effect of pitfall trap type. *Portugal. European Journal of Soil Biology* v. 43(3):77-83.

- Souza O, Brow WL. 1994. Effects of habitat fragmentation on Amazonian termite communities. *Journal of Tropical Ecology* 10:197-206.
- Souto SL. 2007. Papel ecológico do fogo e das saúvas (*Atta* sp.) na ciclagem de nutrientes e carbono em cerrado. Tese (Doutorado em Entomologia,). Viçosa: Universidade Federal de Viços
- Summerlin, J.W, G.T. Fincher, J.P. Roth & S.M. Meola. 1991. Laboratory observations on the life history and habitats of *Phelister haemorrhous*. *Southw. Entomol.* 16: 311-315.
- Schorn LA. 2000. Fatores que afetam a produção de sementes (Curso de manejo e conservação de sementes de espécies arbóreas da Mata Atlântica – Região Sul): Blumenau. 47p.
- Spier MS, Spier EF, *Dalavéquia MA, Favretto AM.* 2013. Aspectos ecológicos de *Atta sexdens piriventris* Santschi (Hymenoptera: Formicidae) no município de Capinzal, Santa Catarina. *Entomobrasilis* 6(1): 94-96.
- Triplehorn CA, Johnson NF. 2011. Estudo dos Insetos Tradução da 7º Edição de Borror and DeLong's introduction to the study of insect. São Paulo: Cengage Learnig. 816.
- Wolda, H. 1996. Between-site similarity in species composition of a number of Panamanian insect groups. *Barcelona. Miscellanea Zoologica* 1(19): 39-50.
- Zanuncio JC, Bragança MAL, Laranjeiro AJ, Fagundes M. 1993. Coleópteros associados à eucaliptocultura nas regiões de São Mateus e Aracruz, Espírito Santo. *Revista Ceres* 41(22): 584-590.
- Zidko A. 2002. Diversidade de insetos da Ordem Coleoptera associados aos frutos e/ou sementes de árvores florestais no estado de São Paulo. Botucatu, SP, 2002.

3. Coleopteros associados a ecossistemas florestais de *Swietenia macrophylla* (King), na Amazônia Oriental

RESUMO – Para análise de Coleopteros nos ecossistemas com mogno brasileiro na Amazônia oriental elaborou-se a seguinte pergunta: A diversidade das famílias da ordem Coleoptera é influenciada pelos fatores climáticos e pelas diferentes composições florísticas em plantios florestais com mogno brasileiro? Para responder a esta questão, temos a seguinte hipótese: As famílias de Coleópteros são mais abundantes nos ecossistemas florestais diversificados com mogno brasileiro. Diante do exposta buscou-se estudar as comunidades de Coleopteros em três ecossistemas florestais com *Swietenia macrophylla*, na Amazônia oriental, com ênfase na diversidade de famílias e os grupos funcionais. As coletas entomológicas foram através de armadilhas do tipo “pitfall traps” em três ecossistemas florestais, durante os períodos seco e chuvoso em dois anos consecutivos. A identificação dos insetos capturados ocorreu no laboratório de entomologia da Universidade Federal Rural da Amazônia. As análises foram realizadas através dos programas Past Paleontological Statistic 3,14, e ANAFAU, onde a diferença foi considerada significativa apenas quando $p \leq 0,05$. Houve influência da sazonalidade e dos tipos de ecossistemas florestais durante a coleta, desta forma aceita-se a hipótese elaborada. As famílias Nitidulidae, Staphylinidae, Carabidae e Meloidae apresentaram maior abundância e riqueza nos ecossistemas mais complexos. Anobiidae, Cerambycidae, Bostrichidae, Brentidae, Buprestidae, Curculionidae, Elateridae, Chrysomelidae e Lagriidae foram às famílias consideradas pragas e comuns a todos os ecossistemas estudados, entretanto, as famílias Nitidulidae, Scarabaeidae, Tenebrionidae e Passalidae tiveram função de decompositores; Carabidae, Coccinellidae, Histeridae, Meloidae, Staphylinidae, Cantharidae e Hydrophilidae foram os predadores.

Palavras chave: Biodiversidade; Insetos; Mogno brasileiro.

ABSTRACT – For the analysis of Coleoptera in ecosystems with Brazilian mahogany in the Eastern Amazon, the following question was asked: Is the diversity of Coleoptera families influenced by climatic factors and different floristic compositions in forest plantations with Brazilian mahogany? To answer this question, we have the following hypothesis: Coleoptera families are more abundant in diverse forest ecosystems with Brazilian mahogany. In view of the above, we sought to study Coleoptera communities in three forest ecosystems with *Swietenia macrophylla*, in Eastern Amazonia, with emphasis on the diversity of families and functional groups. The entomological collections were through pitfall traps in three forest ecosystems during the dry and rainy periods in two consecutive years. The identification of the captured insects occurred in the entomology laboratory of the Federal Rural University of Amazonia. The analyzes were performed through Past Paleontological Statistic 3.14 and ANAFAU, where the difference was considered significant only when $p \leq 0.05$. There was influence of seasonality and types of forest ecosystems during the collection, in this way the elaborated hypothesis is accepted. The families Nitidulidae, Staphylinidae, Carabidae and Meloidae presented greater abundance and richness in the more complex ecosystems. Anobiidae, Cerambycidae, Bostrichidae, Brentidae, Buprestidae, Curculionidae, Elateridae, Chrysomelidae and Lagriidae were considered to be pests and common to all studied ecosystems; however, the families Nitidulidae, Scarabaeidae, Tenebrionidae and Passalidae had the function of decomposers; Carabidae, Coccinellidae, Histeridae, Meloidae, Staphylinidae, Cantharidae and Hydrophilidae were the predators.

Keywords: Biodiversity; Insects; Brazilian mahogany.

3.1. INTRODUÇÃO

O mogno brasileiro *Swietenia macrophylla* é a espécie de meliácea de maior valor econômico no mercado internacional de madeiras tropicais, sendo uma das espécies mais exploradas no Brasil (SANTOS *et al.*, 2008). Porém o monocultivo do mogno está limitado principalmente devido aos severos ataques de pragas que retardam o crescimento das árvores e causam excessivos danos ou até a morte da planta (ROCHA, 2004).

No Brasil, não há dados sobre o número exato de plantios maciços de mogno, apenas alguns relatos de cultivo na região Norte do país, principalmente no estado do Pará, diversas tentativas de cultivo de mogno foram consideradas um fracasso devido às mudas de baixa qualidade, à baixa fertilidade dos solos da Amazônia e aos constantes ataques de pragas (SILVA *et al.*, 2007; CARVALHO, 2007).

A principal coleobroca que acomete os plantios florestais de mogno brasileiro pertence a ordem das Lepidopteras, *Hypsipyla grandella* ou broca-das-meliáceas como é popularmente conhecida configura-se como o principal problema fitossanitário para os reflorestamentos com esta meliácea (CARVALHO, 2007). Paralelo a *Hypsipyla grandella* existem outros insetos como os da ordem Coleoptera que mesmo em menor proporção já foram reportados em plantações de mogno brasileiro (NAIR, 2007).

Dentre os invertebrados, vários organismos como os insetos têm sido utilizados como bioindicadores de ambientes terrestres, porque podem estar presentes mesmo em áreas pequenas e fragmentadas, onde os vertebrados maiores deixaram de existir (ENGELBRECHT, 2010; MCGEOCH *et al.*, 2011). São especialistas em recursos específicos e respondem rapidamente às alterações ambientais (LEWINSOHN *et al.*, 2005). Em ecossistemas florestais esses artrópodes são utilizados como bioindicadores de ambientes ecologicamente estáveis ou em estágio de degradação (GARDNER *et al.*, 2008).

Para realizar uma avaliação da qualidade dos sistemas florestais se estabelece o uso de bioindicadores de degradação florestal, já que alguns organismos como os insetos são susceptíveis às mudanças ocorridas em um lugar e expressam em nível da abundância das comunidades os efeitos diretos que tem as diferentes condições da paisagem (AZEVEDO *et al.*, 2011).

O estudo da abundância e diversidade da entomofauna é útil para a medição da qualidade ambiental, já que estes organismos são determinantes nos processos que afetam a estrutura do solo e do ambiente com que estão relacionados (ROGER-ESTRADE *et al.*, 2010; SANTOS *et al.*, 2008).

Entre os insetos ocorrentes em levantamentos populacionais, os da ordem Coleoptera, especificamente, têm sido muito estudados, esses insetos abrangem aproximadamente 350 mil espécies descritas, consistindo-se no grupo de maior riqueza, existem os que possuem hábito predatório, decompositor, polinizador e aqueles com potencial para se tornar pragas de diversas culturas agrícolas e florestais (GANHO e MARINONI, 2005).

Muitas pesquisas têm sido realizadas com o objetivo de conhecer o comportamento faunístico dos Coleopteros em diferentes habitats (GANHO e MARINONI, 2006). Entretanto, pesquisas relacionadas à diversidade de insetos em ecossistemas de reflorestamento com *Swietenia macrophylla* são raros.

Os estudos da fauna de Coleopteros envolvendo apenas as famílias ou espécies mais abundantes são formas de minimizar as dificuldades de identificação dos táxons mais raros e acelerar o conhecimento dessa ordem em determinado ecossistema. É importante ressaltar que as relações entre populações de Coleopteros e o ambiente, em nível de organização taxonômica, pode também consolidar determinados grupos como possíveis bioindicadores de boas condições ambientais em áreas reflorestadas (GANHO e MARINONI, 2006).

Levando-se em consideração a importância dos Coleopteros para os ecossistemas com mogno brasileiro na Amazônia oriental, levanta-se a seguinte pergunta:

A diversidade das famílias da ordem Coleoptera é influenciada pelos fatores climáticos e pelas diferentes composições florísticas em plantios florestais com mogno brasileiro? Para responder a esta questão, temos a seguinte hipótese: As famílias de Coleopteros são mais abundantes nos ecossistemas florestais diversificados com mogno brasileiro.

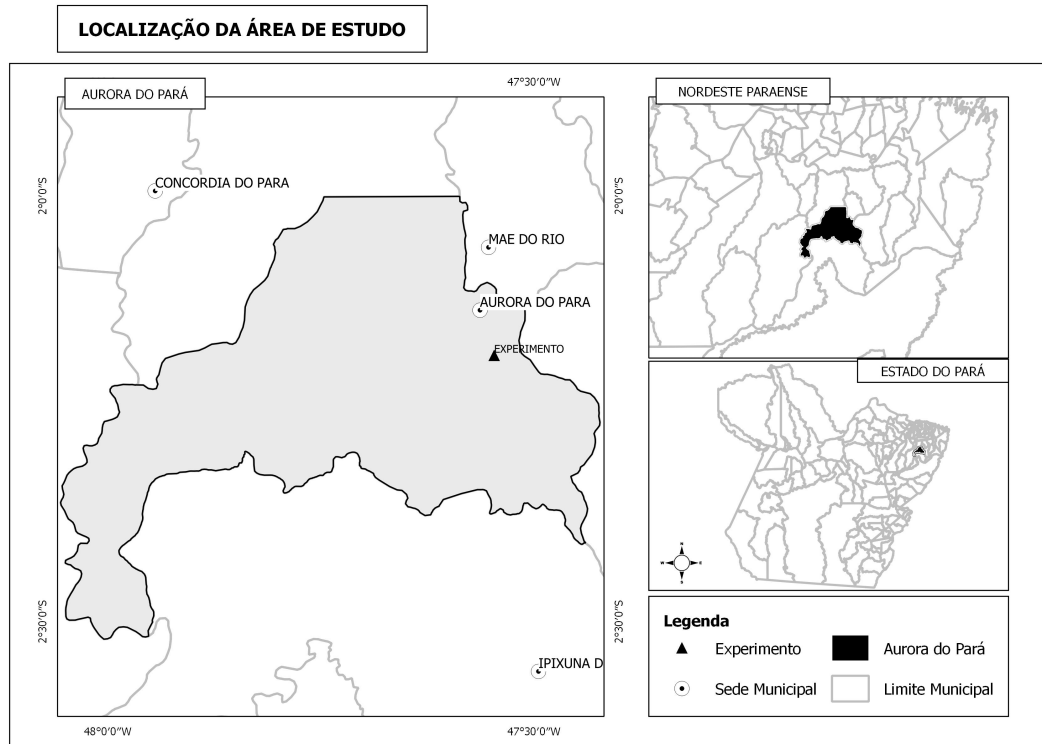
Diante do exposto buscou-se estudar as comunidades de Coleopteros em três ecossistemas florestais com *Swietenia macrophylla*, na Amazônia oriental, com ênfase na diversidade de famílias e os grupos funcionais.

3.2. ÁREA DE ESTUDO

Ecossistema 1 (2° 16' 07" S; 47° 58' 04" W) caracterizou-se pelo consórcio de *Swietenia macrophylla* com outras meliáceas, tais como cedro-australiano (*Toona ciliata*, Max Joseph Roemer, 1846), mogno africano (*Khaya ivorensis*, Auguste Jean Baptiste Chevalier, 1909) e nim (*Azadiractha indica*, Adrien-Henri de Jussieu, 1830);

Ecosistema 2 ($2^{\circ} 17' 09''$ S; $47^{\circ} 57' 06''$ W) caracterizado pelo monocultivo de *Swietenia macrophylla* e Ecosistema 3 ($2^{\circ} 16' 12''$ S; $47^{\circ} 59' 01''$ W) floresta sucessional enriquecida com *Swietenia macrophylla*

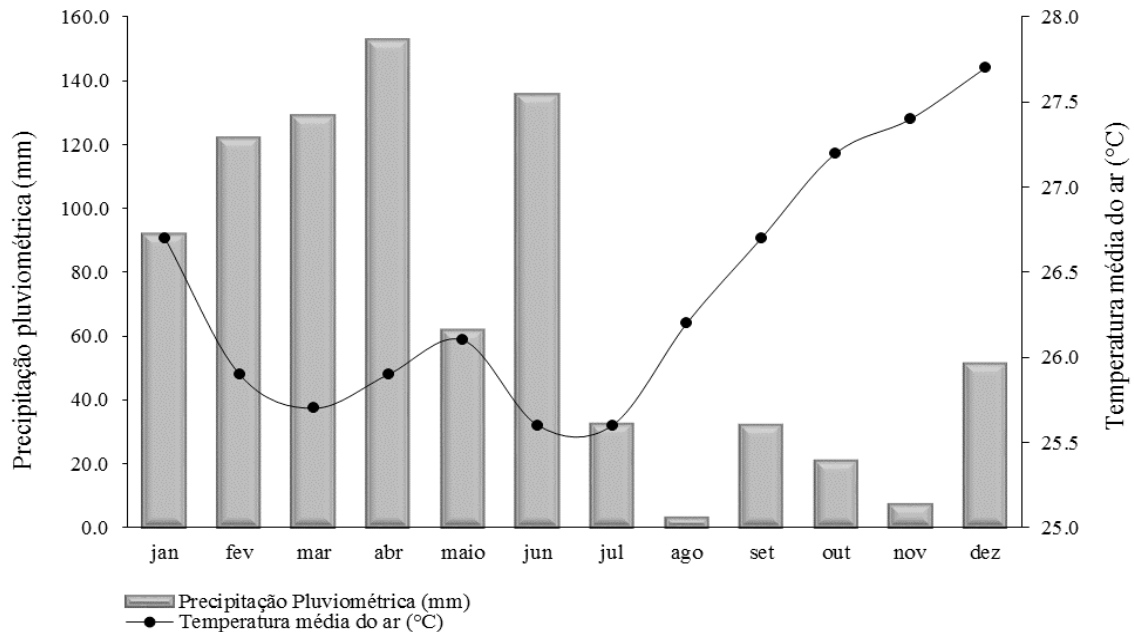
Figura 1 Ecosistemas florestais de *Swietenia macrophylla*, na Amazônia oriental.



(Fonte: Correia, 2018)

Foram realizadas quatro coletas em períodos distintos, sendo duas no período chuvoso e duas no seco, durante dois anos consecutivos. Cada ecossistema florestal avaliado apresenta tamanho de um hectare com 13 anos de idade e distância de 1.000 m entre áreas.

Figura 2 Média de temperaturas (°C) e precipitações pluviométricas (mm) no período de coleta de Coleopteros. Mesorregião Nordeste Paraense. (INMET, 2016).



(Fonte: Correia, 2018)

3.2.1. Geologia e geomorfologia

O relevo apresenta-se inserido no planalto rebaixado do Amazonas. Estão presentes áreas aplainadas, várzeas e tabuleiros em áreas sedimentares. A vegetação é representada, principalmente, por capoeiras, em estado avançado de desenvolvimento, com árvores de pequeno porte e manchas de mata primitiva, bastante explorada (IBGE, 2006). A topografia, embora modesta, apresenta na sede municipal cerca de 50 metros de altitude, devido às formas de relevo existentes.

3.2.2. Pedologia (solos)

Os solos do município de Aurora do Pará são, predominantemente, o Latossolo Amarelo, textura média; Latossolo Amarelo, textura argilosa; e Concrecionário Laterítico. Nas áreas inundáveis, próximas ao Rio Capim, destaca-se a presença dos Solos Aluviais e Hidromórficos. Há também, Areia Quartzosa e Hidromórficos, em associações (IBGE, 2006).

3.2.3. Clima

O município de Aurora do Pará apresenta clima Megatérmico úmido, com temperatura média anual de 25° C, umidade relativa do ar elevada, em torno de 85% e índice pluviométrico de 2.350 mm anual (IBGE, 2006). As chuvas, apesar de regulares, não se distribuem igualmente durante o ano, sendo que no período de janeiro a junho ocorre a sua maior concentração (cerca de 80%).

3.2.4. Ecossistemas dominantes

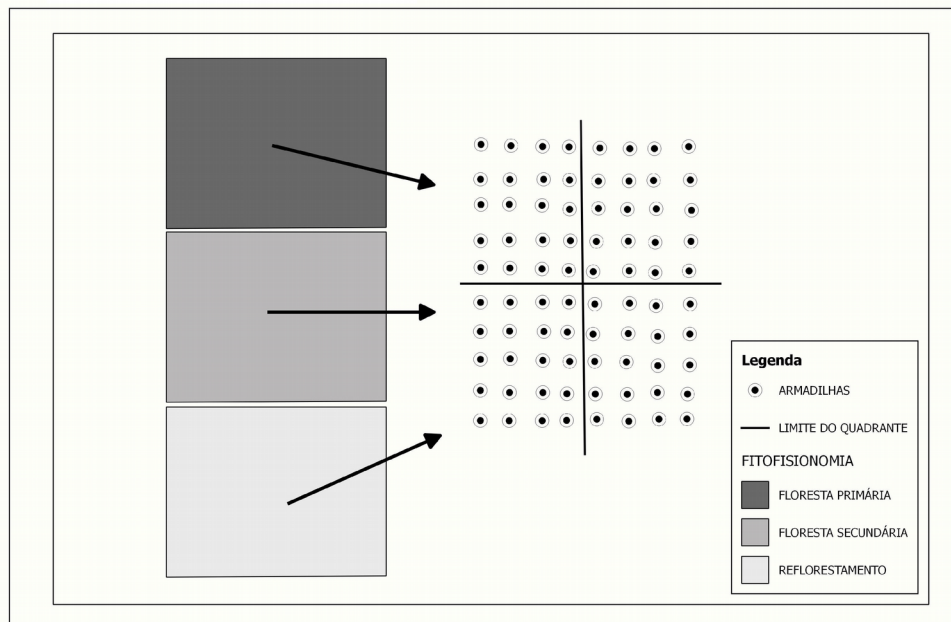
O ecossistema da Fazenda Tramontina Belém S/A, é representada principalmente por capoeiras em estado avançado de desenvolvimento, com árvores de pequeno porte e manchas de Mata Primitiva bastante explorada. A topografia, com declividades suaves, observada a partir da sede do município, apresenta 50 metros de altitude, e isso está relacionado com a forma do relevo predominante na região nordeste do estado do Pará (OLIVEIRA, 2009).

3.3. MÉTODOS

3.3.1 Procedimento de campo

As coletas foram feitas com armadilhas do tipo “pitfall traps” constituídas por recipientes plásticos de 500 ml, medindo 127 mm de altura, contendo 100 ml de álcool 70% e detergente. Cada armadilha foi enterrada no nível do solo permanecendo por 48h (SILVA *et al.*, 2007). Cada ecossistema florestal foi dividido em quadrantes de 50 x 50 m, os quais receberam 20 armadilhas cada (Figura 3).

Figura 3 Arranjo espacial da instalação de armadilhas “pitfalls” em quadrantes de ecossistemas florestais com *Swietenia macrophylla*, Amazônia oriental



(Fonte: Correia, 2018)

3.3.2. Procedimento de Laboratório

Os insetos foram quantificados e identificados em famílias com utilização de chaves dicotômicas segundo (TRIPLEHORN e JOHNSON, 2011) e (RAFAEL *et al.*, 2011). As médias das variáveis meteorológicas utilizadas, temperatura (°C), precipitação (mm) e umidade relativa do ar (UR %), foram obtidas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2016).

3.3.3. Análises estatísticas

Foram calculados os seguintes índices faunísticos: a) abundância, b) riqueza, c) índice de diversidade de Shannon-Wiener, d) índice de Margalef e e) índice de Equabilidade de Pielou, para estabelecer a relação entre o número de famílias de Coleopteros capturados e os ecossistemas florestais com *S. macrophylla*. A significância entre os valores de diversidade obtidos por meio do Índice Shannon-Wiener foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis. O teste de Mann-Whitney foi utilizado como a versão não paramétrica do teste t, para amostras independentes, avaliando-se a igualdade das medianas.

A uniformidade, em termos de abundância de indivíduos, distribuída entre as famílias amostradas, foi calculada pelo índice de Equitabilidade (J'). O teste post hoc de Dunn, foi utilizado para identificar quais ecossistemas florestais houve diferenças significativas nas abundâncias das famílias.

As análises foram realizadas por meio dos softwares estatístico Past Paleontological Statistic 3,14 (HAMMER, 2008) e no software ANAFU versão 2.0 (SILVEIRA NETO *et al.*, 2014) com diferença considerada significativa quando $p \leq 0,05$.

3.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletados 11.358 espécimes de Coleopteros, distribuídos em 21 famílias. As famílias Nitidulidae, Meloidae, Staphylinidae, Carabidae e Bostrichidae contribuíram com o maior número de indivíduos coletados, apresentando abundâncias relativas de 60% no período chuvoso e 49% no seco (Tabela 1), as demais famílias corresponderam a 40% e 51% respectivamente do total de Coleopteros coletados.

Tabela 1 Distribuição geral da abundância de famílias de Coleopteros coletados em três ecossistemas florestais com *Swietenia macrophylla*, Amazônia oriental, Brasil.

Famílias	M	C	F	T	M	C	F	T	Total
	Chuvoso				Seco				
Anobiidae	0	11	18	29	0	13	5	18	47
Bostrichidae	283	267	77	627	63	48	34	145	772
Brentidae	27	39	27	93	9	21	17	47	140

Buprestidae	33	12	24	69	39	11	7	57	126
Cantharidae	42	19	37	98	13	1	15	29	127
Carabidae	107	391	289	787	37	140	101	278	1.065
Cerambycidae	57	59	76	192	30	35	32	97	289
Chrysomelidae	102	98	129	329	83	37	66	186	515
Coccinellidae	73	45	48	166	0	12	28	40	206
Curculionidae	76	151	16	243	51	106	56	213	456
Elateridae	174	37	43	254	62	58	30	150	404
Erotylidae	24	57	19	100	19	26	36	81	181
Histeridae	235	108	23	366	52	70	37	159	525
Hydrophilidae	34	51	3	88	4	4	21	29	117
Lagriidae	109	116	73	298	9	55	62	126	424
Meloidae	217	508	314	1.039	69	191	122	382	1.421
Nitidulidae	355	593	451	1.399	2	260	168	430	1.829
Passalidae	81	85	29	195	52	57	57	166	361
Scarabaeidae	221	119	119	459	91	87	56	234	693
Staphylinidae	233	398	386	1.017	40	249	83	372	1.389
Tenebrionidae	66	87	58	211	9	34	17	60	271
Total de insetos	2.549	3.251	2.259	8.059	734	1.515	1.050	3.299	11.358
Total de famílias	20	21	21	-	20	21	21	-	-

(M= monocultivo; C= consórcio; F= floresta enriquecida; T= total de espécimes coletados).

(Fonte: Correia, 2018)

A família Nitidulidae teve maior abundância nos ecossistemas de consórcio e floresta enriquecida, em relação às outras famílias encontradas (Tabela 1). Resultados de prospecções semelhantes foram relatados nos trabalhos de Petroni (2008). Bossões (2011) e Azevedo *et al.* (2016) ressaltaram que ambientes de mata úmida, a família Nitidulidae é uma das mais abundantes durante o período de maior precipitação pluviométrica, o que concorda com os resultados obtidos nesse estudo na Amazônia oriental.

As famílias Nitidulidae, Meloidae, Staphylinidae, Carabidae e Bostrichidae são comuns em estudos entomofaunísticos realizados com Coleopteros em diferentes ambientes como florestas, pastagens, matas nativas e áreas agrícolas (ZALAZAR e SALVO, 2007; LIMA *et al.*, 2010; LIMA *et al.*, 2013). Entretanto, Santos *et al.* (1979), ressaltam que a maior abundância de indivíduos distribuídos em pequenos números de famílias de coleópteros pode estar associada aos aspectos do habitat, como níveis reduzidos de diversidade florística, visto que a riqueza de espécies e famílias de Coleopteros pode ser atribuída ao grau de diversidade florística do ambiente, como encontrado nos ecossistemas de consórcio e floresta enriquecida

As famílias Carabidae, Scarabaeidae, Meloidae, Staphylinidae, Tenebrionidae, Curculionidae, Coccinellidae, Elateridae, Nitidulidae e Chrysomelidae, foram identificadas como muito comuns em ecossistemas florestais, Lima *et al.* (2010). A diversidade desses Coleopteros pode ser justificada pela influência da estrutura vegetal local, inerente aos diversos ambientes de coleta (LIMA *et al.*,2010).

Os resultados obtidos demonstraram que no período chuvoso o monocultivo apresentou o maior número de indivíduos das famílias Bostrichidae (283) que são besouros que broqueiam madeira e potenciais pragas na cultura do mogno. Entretanto, a presença da família Histeridae (235) que são predadores de larvas de insetos também foi observado. Possivelmente o aumento dos indivíduos dessa família, tenha sido a presença de larvas das diferentes comunidades de besouros encontradas.

Os índices faunísticos demonstraram diversidades de famílias diferentes nos três ecossistemas avaliados. O monocultivo apresentou os maiores índices de diversidade e Equitabilidade (distribuição das famílias) com $H' = 2,78$ e $E' = 0,92$, respectivamente, enquanto que os ecossistemas de consórcio e floresta enriquecida apresentaram $H' = 2,58$ e $E' = 0,84$ e $H' = 2,60$ e $E' = 0,85$, respectivamente. Esses resultados indicam que podem ter sido influenciados pelas famílias Bostrichidae, Histeridae, Nitidulidae, Staphylinidae, Scarabaeidae, Carabidae e Meloidae, que apresentaram grande número de registros de indivíduos, principalmente no período chuvoso (Tabela 2).

Tabela 2 Índices de diversidade (α) de famílias da ordem Coleoptera em ecossistemas florestais. Amazônia oriental, Brasil. Médias seguidas da mesma letra, na mesma linha, não diferem entre si ao nível de 5% ($p \leq 0,05$), IC: Intervalo de confiança de H' .

Índices de diversidade	Ecossistemas Florestais		
	Monocultivo	Consórcio	Floresta
Shannon ($H' \pm IC$)	2,78 \pm 0,02 a	2,58 \pm 0,02 b	2,60 \pm 0,03a
Equitabilidade (J')	0,92 a	0,84 b	0,85 b
Margalef (D_{Mg})	2,34 b	2,36 a	2,46 a
Dominância (D)	0,07 b	0,10 a	0,12 a

(Fonte: Correia, 2018)

O índice de Margalef (DMg) demonstrou que os ecossistemas de consórcio e de floresta enriquecida com mogno, apesar de apresentarem as menores diversidades, apresentaram as maiores riquezas de famílias (DMg = 2,36) e (DMg = 2,46), respectivamente, (Tabela 2). Entretanto, a maior dominância de família ($D = 0,12$) foi encontrada no ecossistema de floresta enriquecida. Os

ecossistemas de consórcio e de floresta não diferiram quanto aos índices de diversidade, Equitabilidade, Margalef e dominância.

Esses resultados demonstraram que os insetos buscaram habitats que apresentavam maior diversidade florestal, como o consórcio e floresta enriquecida. Tabarelli *et al.* (2008) reportaram que florestas com menor diversidade vegetal, como os monocultivos, naturais ou recuperados, apresentam baixa diversidade biótica e menor capacidade de prestar serviços ambientais. Característica do ecossistema em monocultivo que pode ter contribuído para a obtenção dos menores índices faunísticos nesta pesquisa.

Muitos estudos demonstram diferenças entre ambientes com níveis de fragmentação ou cobertura vegetal diversificada nos quais a maior cobertura ou complexidade sustentam comunidades exclusivas, como as de insetos mais estáveis e/ou diversas (EISENHAUER *et al.*, 2008), confirmando o que foi encontrado nesta pesquisa nos ecossistemas florestais mais diversificados.

A maior diversidade das famílias Nitidulidae e Staphylinidae nos ecossistemas de florestas e de consórcio pode ser explicada segundo Medri e Lopes (2001), onde os autores ressaltaram que essas famílias demonstram adaptabilidade a ambientes antropizados, pois podem aparecer em alta densidade tanto em ecossistemas florestados como em áreas degradadas. Entretanto, Athié e Paula (2002) afirmaram que a maioria dos besouros dessas famílias é de decompositores, alimentando-se preferencialmente, de seiva, suco de frutas, principalmente fermentadas.

A família Staphylinidae foi uma das mais comuns neste estudo, entretanto, essa família apresenta particularidades devido a algumas espécies serem adaptadas a diversos habitats sendo a maioria considerada predadores na fase larval e na fase adulta (TRIPLEHORN; JOHNSON, 2011). Já foram observados indivíduos dessa família em várias culturas agrícolas como algodão (COSTA *et al.*, 2010), soja e milho (SANTOS - CIVIDANES, 2008; CIVIDANES *et al.*, 2009) e melancia (GOMES *et al.*, 2012). Não há relatos citando esta família de Coleopteros em reflorestamento com mogno brasileiro.

A abundância da família Carabidae nos dois ecossistemas de maior riqueza florestal pode ser explicada segundo Varchola e Dunn (2001). Os autores ressaltaram que áreas com cobertura de árvores diversificadas oferecem abrigo, sendo mais favorável a ocorrência de carabídeos do que em áreas com cobertura mais simples, menos diversificadas, características semelhantes ao ecossistema de monocultivo observada nesse estudo (Tabela 1).

MARTINS *et al.*, (2009) relataram que os carabídeos são insetos com maior ocorrência em áreas agrícolas quando comparados a áreas naturais e seminaturais, os carabídeos são específicos na

preferência do habitat, que frequentemente são utilizados para caracterizar tais locais, existindo espécies que predominam em florestas, outras em culturas agrícolas ou outros habitats.

Os besouros da família Meloidae são desfolhadores e considerados pragas de plantas cultivadas (ao contrário das larvas, que são predadoras) (MARINONI *et al.*, 2006). A ocorrência da família Meloidae nos três ecossistemas florestais, principalmente no ecossistema consórcio, no período chuvoso, pode estar relacionada a maior diversidade de espécies florestais, que proporciona maior disponibilidade de alimentos aos insetos que são polípagos.

Os fatores climáticos e seus respectivos índices demonstram na Tabela 3, que o período chuvoso apresentou maior diversidade de espécimes de Coleopteros em relação ao seco, nos dois anos de coletas consecutivas.

Tabela 3 Índices de diversidade de famílias de Coleopteros em diferentes períodos em ecossistemas florestais com *Swietenia macrophylla* na Amazônia oriental, Brasil.

Índices de diversidade	Períodos	
	Seco	Chuvoso
Shannon ($H' \pm IC$)	2,65 \pm 0,02 b	2,75 \pm 0,02 a
Equitabilidade (J')	0,87 b	0,90 a
Margalef (DMg)	2,22 b	2,46 a
Dominância (D)	0,09 b	0,07 a

(Fonte: Correia, 2018)

Houve influência da sazonalidade em relação à diversidade das famílias de Coleoptera coletada. Observou-se que no período seco, mês de novembro, ocorreu 10 mm de pluviosidade e temperatura de 27,5 °C, e no período chuvoso, mês de abril, 160 mm de pluviosidade e temperatura de 26 °C. Incremento de 150 mm de pluviosidade e decréscimo de 1,5 °C, que favoreceu o aumento da diversidade de insetos coletados conforme demonstrou os índices faunísticos calculados (Tabela 3 e Figura 2).

Diversas pesquisas têm demonstrado maior abundância de insetos no período chuvoso (OLIVEIRA e FRIZZAS 2008; SILVA *et al.*, 2011). Entretanto, em consonância, há também possíveis interferências não somente das características dos fatores climáticos, mas também da topografia referentes a cada ecossistema.

Segundo Franco (2002) a maior presença dos insetos nos ambientes agrícolas e florestais pode ser atribuído a sazonalidade, pois, as chuvas disponibilizam água e nutrientes no solo. Esse fato, segundo Cornelissen e Fernandes (2001), aumenta o desenvolvimento das plantas tornando os recursos mais abundantes e qualitativos para os insetos. Além disso, segundo os mesmos autores na estação chuvosa há aumento da umidade relativa do ar, que diminui os riscos de dessecação e desidratação, e torna o ambiente mais favorável ao desenvolvimento e sobrevivência dos insetos herbívoros de vida livre.

O período chuvoso tem sido apresentado em resultados de prospecção de entomofauna como fator preponderante para os níveis populacionais de insetos nos ecossistemas florestais, fato confirmado nesta pesquisa, pois a grande diferença encontrada em relação aos três ecossistemas avaliados foi quanto ao quantitativo de espécimes de uma mesma família. Observou-se que, do total de 21 famílias, 70% se concentrou em apenas setes famílias (Carabidae, Lagriidae, Scarabaeidae, Staphylinidae, Meloidae, Nitidulidae e Bostrichidae), demonstrando desta forma que mesmo presente de forma generalizada nos ecossistemas, algumas famílias demonstraram preferência por um dos três ecossistemas florestais avaliados.

Nota-se diferenças na abundância das famílias de Coleopteros em cada ecossistema florestal (Tabela 4).

Tabela 4 Abundância e riqueza da Coleopterofauna coletada em ecossistemas florestais com *Swietenia macrophylla*, Amazônia oriental, Brasil.

Ecossistemas Florestais	Mann Whitney	Post hoc Dunn	Kruskal Wallis
Monocultivo (1)	0.267 ^{ns}	0.286 ^{ns}	
Consórcio (1)	0.005**	0.004**	$p = 0.004^{**}$ (1)
Sucessional (1)	0.006**	0.167 ^{ns}	
Monocultivo (2)	0.012**	0.302 ^{ns}	
Consórcio (2)	0.003**	0.001***	$p = 0.015^*$ (2)
Sucessional (2)	0.018**	0.028*	
Monocultivo (3)	0.850 ^{ns}	0.849 ^{ns}	

Consórcio (3)	0.066 ^{ns}	0.065 ^{ns}	$p = 0.080^{\text{ns}}$ (3)
Sucessional (3)	0.045*	0.042*	
Monocultivo (4)	0.969 ^{ns}	0.939 ^{ns}	
Consórcio (4)	0.979 ^{ns}	0.989 ^{ns}	$p = 0.996^{\text{ns}}$ (4)
Sucessional (4)	0.939 ^{ns}	0.949 ^{ns}	

(1) = período chuvoso de 2015. (2) = período seco de 2015. (3) = período chuvoso de 2016. (4) = período seco de 2016.

(*) diferença significativa $p < 0.05$, (**) diferença significativa $p < 0.01$, (***) diferença significativa $p < 0.001$, (ns) não significativo.

(Fonte: Correia, 2018)

Os testes Kruskal-Wallis, Mann-Whitney e o teste post hoc de Dunn ratificam os resultados alcançados através dos índices faunísticos, onde os ambientes com maior abundância, diversidade, Equitabilidade, riqueza e dominância foram os ecossistemas com maior riqueza florística como o consórcio e a floresta enriquecida. O período chuvoso do primeiro ano de coleta no ecossistema de consórcio apresentou resultados mais significantes ($p = 0.004$).

A maior diversidade de espécies florestais num ecossistema pode favorecer maior produção de matéria orgânica oriunda da disponibilidade de liteira, que proporciona habitat mais favorável para o desenvolvimento biótico, incluindo os insetos, enquanto que o monocultivo depende apenas de uma única espécie florestal para a ciclagem de nutrientes podendo resultar em baixa produção de matéria orgânica (RAFAEL *et al.*, 2011).

Florestas plantadas em monocultivo apresentam paisagens e condições microclimáticas distintas (maior intensidade luminosa, incidência de ventos e amplitude térmica) (RODRIGUES e MARCHINI., 2000). Essas alterações microclimáticas provocam declínio na biodiversidade de insetos (PRIMACK e RODRIGUES, 2001). Essas condições podem ter contribuído para a menor abundância das famílias de Coleopteros no ecossistema de monocultivo.

Para Thomazini e Thomazini (2000), as florestas secundárias abrigam grande diversidade de insetos, entre eles os Coleopteros, confirmando os resultados para os ecossistemas diversificados desta pesquisa. Segundo o mesmo autor a busca por recursos como matéria orgânica pode também motivar deslocamentos por parte dos coleópteros para ambientes de floresta, evitando a competição em áreas mais pobres em recursos vitais para seu desenvolvimento.

No agrupamento funcional das famílias encontradas, obteve-se a seguinte classificação: predador, praga, polinizador e decompositor (MOORE *et al.*, 1988), conforme tabela 5.

Tabela 5 Agrupamentos funcionais de famílias da Coleopterofauna coletadas em áreas de reflorestamento com *Swietenia macrophylla*, Amazônia oriental, Brasil.

Predadores	Praga	Polinizador	Decompositores
Carabidae	Anobiidae	Erotylidae	Nitidulidade
Coccinellidae	Cerambycidae	-	Scarabaeidae
Histeridae	Bostrichidae	-	Tenebrionidae
Meloidae	Brentidae	-	Passalidae
Staphylinidae	Curculionidae	-	Bostrichidae
Cantharidae	Elateridae	-	-
Hydrophilidae	Chrysomelidae	-	-
-	Lagriidae	-	-

(Fonte: Correia, 2018)

Entre os grupos funcionais classificados, sete famílias foram consideradas predadoras, nove famílias como pragas, uma família polinizadora e quatro famílias decompositoras. Observou-se que nos três ecossistemas florestais estudados, ocorreu predominância de famílias com características de potenciais pragas e predadores, demonstrando desta forma que os ecossistemas com *Swietenia macrophylla* possuem grande diversidade quanto aos grupos funcionais de famílias de Coleoptera.

Essa variabilidade de hábitos dos Coleopteros faz com que esses insetos desempenhem papéis importantes nos ecossistemas onde são encontrados, atuando em diversos processos biológicos fundamentais para o funcionamento dos ecossistemas florestais, incluindo decomposição de matéria orgânica, manutenção da estrutura do solo, transferência de pólen entre plantas, dispersão de sementes e auto-regulação das populações como as de artrópodes fitófagos potencialmente pragas (AGUIAR-MENEZES e AQUINO, 2005).

Os Coleopteros predadores são exemplo do controle de populações de outros indivíduos, os insetos pertencentes a este grupo funcional, como a família Coccinellidae, são considerados importantes predadores de afídeos que atacam espécies florestais (COULSON e WITTER, 1984).

Carabidae, Histeridae, Meloidae, Staphylinidae e Cantharidae encontrados nesta pesquisa pertencem ao grupo dos predadores, e segundo Aguiar-Menezes e Aquino (2005), tais insetos possuem características importantes no controle biológico de pragas de ecossistemas agrícolas e florestais.

Scarabaeidae encontrado nesta pesquisa é um grupo diverso de besouros e segundo (SILVEIRA *et al.*, 2006) e (NICHOLS *et al.*, 2008) participam em várias funções ecológicas nos ambientes em que estão presentes, entre elas, a reintrodução de matéria orgânica em decomposição ao solo, o aumento de sua permeabilidade e aeração, o controle de algumas espécies de moscas prejudiciais as criações

agropecuárias e de parasitas, a dispersão secundária de sementes, o controle de formigas saúvas (*Atta* sp.) e a polinização de algumas espécies de plantas.

3.5. CONCLUSÕES

A Coleopterofauna associada aos ecossistemas florestais de *Swietenia macrophylla* é diversificada.

Os ecossistemas de consórcio e de floresta enriquecida apresentaram menores diversidades de famílias.

O ecossistema de floresta enriquecida apresentou maior riqueza e dominância;

Houve influência da sazonalidade em relação a diversidade das famílias de Coleoptera coletada, o que favoreceu aumento da diversidade de insetos coletados no período chuvoso.

3.6. REFERÊNCIAS

AGUIAR-MENEZES, E. L. E AQUINO, A. M. Coleoptera terrestre e sua importância nos Sistemas Agropecuários. Rio de Janeiro: Seropédica - **Embrapa Agrobiologia**, p.55, 2005.

ATHIÉ, I.; PAULA, D. C. de. Insetos de grãos armazenados: aspectos biológicos e identificação. 2ª edição: **Livraria Varela**, São Paulo, 2002.

AZEVEDO, F. R. MOURA, A. M.; RODRIGUES, S. M.; ARRAIS, B. N.; NERE, D. R. Composição da entomofauna da Floresta Nacional do Araripe em diferentes vegetações e estações do ano. **Revista Ceres**, v. 58, p. 740-748, 2011.

AZEVEDO. R.A.R.F., SANTOS, C.A.M.DOS., NERE. D.R., MOURA. E. DA S. Análise faunística e sazonalidade de insetos edáficos em ecossistemas da Área de Proteção Ambiental do Araripe em duas estações do ano, Barbalha-CE. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 10, n. 3, p. 263-272, julho-setembro, 2016.

BENGER, G.U.; FAVORETTO, L.R.G. (Org.). Monitoramento ambiental soja Roundup Ready®. Botucatu: **FEPAF**, cap. 7, p. 727-769. 2014.

BOSSOES, R. R., Avaliação e adaptação de armadilhas para captura de insetos em corredor agroflorestal, 34 f. Dissertação de mestrado, Curso de Pós-graduação em Fitossanidade de Biotecnologia Aplicada, UFRRJ. 2011.

CARVALHO, P. E. R. 2007. Mogno – *Swietenia macrophylla*. Colombo, Paraná, Embrapa Florestas. **Circular Técnico** 140, p. 12.

CIVIDANES, F. J.; SANTOS-CIVIDANES, T. M. Distribuição de Carabidae e Staphylinidae em agroecossistemas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 2, p. 157-163, Brasília, 2008.

CIVIDANES, F. J.; BARBOSA, J. C.; MARTINS, I. C. F.; PATTARO, F.; NUNES, M. A.; SANTOS, R. S. Diversidade e distribuição espacial de artrópodes associados ao solo em agroecossistemas. **Bragantia, Campinas**, v. 68, n. 4, p. 991-1002, 2009.

CORNELISSEN TG e FERNANDES GW. Induced defences in the neotropical tree *Bauhinia brevipes* (Vog.) to herbivory: effects of damage-induced changes on leaf quality and insect attack. **Trends in Ecology and Evolution** 15: 236- 241. 2001.

COSTA, L. L.; MARTINS, I. C. F.; BUSOLI, A. C.; CIVIDANES, F. J. Diversidade e abundância de artrópodes predadores associados a diferentes cultivares de algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 4, p. 483-490, 2010.

COULSON, R. N E WITTER, J. A. Principles of population modification and regulation using artificial and natural agents, p.193-251. In: Coulson, R. N. e Witter, J. A. *Forest entomology: ecology and management*. New York, **John Wiley e Sons**. 669P, 1984.

EISENHAUER, N., MILCU, A., SABAIS, C.W., SCHEU, S. Animal Ecosystem Engineers Modulate the Diversity-Invasibility Relationship. **Public Library of Science ONE**, 3, e 3489. 2008.

ENGELBRECHT IA (2010) Invertebrate species inventories in protected area management: are they useful? **African Entomology**, 18:235-245.

FRANCO AC. Ecophysiology of woody plants. In: Oliveira PS e Marquis RJ, editors. *The cerrados of Brazil: Ecology and natural history of a neotropical savanna*. Irvington: **Columbia University Press**, 178-197. 2002.

GANHO, N. G.; MARINONI, R. C. A variabilidade espacial das famílias de Coleoptera (Insecta) entre fragmentos de Floresta Ombrófila Mista Montana (Bioma Araucária) e plantação de *Pinus elliottii* Engelmann, no Parque Ecológico Viva Floresta, Tijucas do Sul, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 23, n. 4, p. 1159-1167, 2006.

GARDNER, T. M.I.M. HERNÁNDEZ, J. BARLOW & C.A. PERES. Understanding the biodiversity consequences of habitat change: the value of secondary and plantation forests for Neotropical dung beetles. **Journal of Applied Ecology**, 45:1- 11.2008.

GOMES, G. B.; COSTA, E. M.; ARAÚJO, E. L.; SALES JÚNIOR, R.; SILVA, F. E. L. Levantamento preliminar da entomofauna associada à cultura da melancia no semiárido do Rio Grande do Norte. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido** - ACSA, v. 8, n. 2, p. 12-15, 2012.

HAMER. e D.A.T. HARPER, 2008. PAST – **Paleontological Estatistics**. Disponível em <<http://folk.uio.no/ohammer/past/>>. Acessado em 23 de maio de 2017.

LEWINSOHN, T.M., A.V.L. FREITAS e P.I. PRADO. Conservation of terrestrial invertebrates and their habitats in Brazil. **Conservation Biology**, 19: 640-645.2005.

LIMA, M. G. A.; SILVA, R. P. A.; SOUSA, M. D. F.; COSTA, E. M. Diversidade de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) no parque botânico do Ceará, Caucaia-CE, Brasil. **Revista Agroambiente On-line**, v. 7, n. 1, p. 89-94, 2013.

MARTINS, C.B.C ET AL. HARMONIA AXYRIDIS: A threat to Brazilian Coccinelidae. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 53, n. 4, p. 663-671, 2009.

MEDRI, I. M.; J. LOPES. Scarabaeidae (Coleoptera) do Parque Estadual Mata dos Godoy e de área de pastagem, no Norte do Paraná, Brasil. Curitiba. **Revista Brasileira de Zoologia** 18 (supl. 1): 135- 141, 2001b.

MOORE, J. C., WALTER, D. E., HUNT, H. W. Arthropod regulation of micro-and mesobiota in bellow-ground detrital food webs. **Annual Reviews of Entomology**. 33: 419-439. 1988.

MCGEOCH MA, SITHOLE H, SAMWAYS MJ, SIMAIKA JP, PRYKE JS, PICKER M, UYS C, SILVEIRA, F.A.O.; SANTOS, J.C.; VIANA, L.R.; FALQUETO, S.A.; VAZ-DEMELLO, F.Z. & FERNANDES, G.W. Predation on *Atta laevigata* (Smith 1858) (Formicidae *Attini*) by *Canthon virens* (Mannerheim 1829) (Coleoptera Scarabaeidae). **Tropical Zoology**, n. 19, p.1–7, 2006.

NAIR, K. S. S. 2007. Tropical Forest Insect Pests: Ecology, Impact, and Management. Division of Entomology and Director, Kerala Forest Research Institute. **Cambridge University Press**, 424 p.

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

OLIVEIRA CM, FRIZZAS MR. Insetos de Cerrado: distribuição estacional e abundância. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** 216: 1-26. 2008.

PETRONI, D.M. Diversidade de famílias de Coleoptera em diferentes fragmentos florestais no município de Londrina, PR. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 61 p. 2008.

PRIMACK, R.B. E RODRIGUES, E. Biologia da Conservação. **Londrina: Vida**. 328 p. 2001.

RAFAEL, J.A.; MELO,G.A.R.; CARVALHO,C.J.B.; CASARI, S.A.; Constantino. Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia. **Holos**, 810p. 2011.

- ROCHA, S.C. DA; QUOIRIN, M. Calogênese e rizogênese em explantes de mogno (*Swietenia macrophylla* King) cultivados in vitro. **Ciência Florestal**, v. 14, p. 91-101, 2004.
- RODRIGUES, S.R. E MARCHINI, L.C. Ocorrência de besouros coprófagos em dois diferentes ambientes. **Revista Brasileira de Entomologia** 44: 35-38, 2000.
- ROGER-ESTRADE, J.; ANGER, C.; BERTRAND, M.; RICHARD, G. Tillage and soil ecology: Partners for sustainable agriculture. **Soil and Tillage Research**, v. 111, n. 1, p. 33- 40, 2010.
- SANTOS, G. P. et al. Estudo da bionomia e controle microbiológico de *Oxydia apidania* Cramer (Lepidoptera: Geometridae), desfolhador de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 3, n. 1, p. 57-74, 1979.
- SANTOS, R. A.; TUCCI, C. A. F.; HARA, F. A. S.; SILVA, W. G. da. Adubação fosfatada para a produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Acta Amazônica**, v. 38, n. 3, p. 453 - 458, 2008.
- SANTOS, G. G.; SILVEIRA, P. M.; MARCHÃO, R.L.; BECQUER, T.; BALBINO, L. C. Macrofauna edáfica associada a plantas de cobertura em plantio direto em um Latossolo Vermelho do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 115-122, 2008.
- SILVA, A.R.M.; TUCCI, C.A.F.; LIMA, H. N.; FIGUEIREDO, A. F. Growing doses of liming on mogno (*Swietenia macrophylla* King) in seedling formation. **Acta Amazônica**, 37(2): 195-200 (in Portuguese, with abstract in English). 2007.
- SILVA NAP, FRIZZAS MR, OLIVEIRA CM. Seasonality in insect abundance in the “Cerrado” of Goiás State, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia** 55: 79-87. 2011.
- SILVEIRA NETO, S.; HADDAD, M. de L.; MORAES, R.C.B. de. Artropodofauna aérea. In: KAGEYAMA, P.Y. A Biodiversidade como ferramenta na construção de agroecossistemas. In: **Congresso de Botânica**, n. 17, 2008, São Paulo. Anais. Guarulhos, 10 p. 2008.
- TABARELLI, M., LOPES, A.V., PERES, C.A. Edge-effects drive Tropical Forest fragments towards an early-successional system. **Biotropica** 40, 657–661. 2008.
- THOMAZINI, M.J.; THOMAZINI, A.P.B.W. A fragmentação florestal e a diversidade de insetos nas florestas tropicais úmidas. Rio Branco: **Embrapa Acre**. 21p. 2000.
- TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. Estudos dos insetos: Tradução de Borror and Delong’s introduction to the study of insects. 7ª ed. São Paulo: **Cengage Learning**. 809p. 2011.
- VARCHOLA, J.M.; DUNN, J.P. Influence of hedgerow and grassy field borders on round beetle (Coleoptera: Carabidae) activity in fields of corn. **Agriculture, Ecosystem & Environment**, v.83, p.153-163, 2001.
- ZALAZAR, L.; SALVO, A. Entomofauna associada a cultivos hortícolas orgânicos y convencionales em Córdoba, Argentina. **Neotropical Entomology**, v. 36, n.5, p. 765-773, 2007.

4. Armazenamento da Liteira em diferentes sistemas de cultivo de mogno (*Swietenia macrophylla* King)

RESUMO - Estudos sobre a dinâmica da decomposição da liteira em plantios de espécies nativas, tendo como exemplo o mogno na Amazônia, são necessários e, muitas vezes, pouco compreendidos. Neste sentido, levante-se a seguinte questão: A produção de liteira é maior em plantios florestais consorciados em relação ao monocultivo? Para responder levanta-se a seguinte hipótese: A decomposição da liteira é maior em consórcio florestais em relação a florestas monodominantes de mogno brasileiro. Este trabalho buscou avaliar a produção e decomposição da liteira em diferentes ecossistemas florestais com mogno brasileiro. Os tratamentos foram: T1 - mogno consorciado com espécies florestais; T2 - plantio homogêneo de mogno; e T3 - floresta secundária enriquecida com mogno. Coletores de 1 m² de abertura foram utilizados para coletar a liteira produzida mensalmente, durante um ano. Para análise da produção e decomposição da liteira, foi adotado um delineamento inteiramente casualizado com medidas repetidas no tempo e avaliações mensais durante doze meses em oito repetições. Com isso, os resultados foram submetidos ao teste de normalidade de D' Agostino, homogeneidade de variância de Bartlett e posteriormente, a análise de variância (ANAVA). As médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro ($p < 0,05$). Para análise estatística e geração de gráficos foram utilizados os softwares Statistica 8.0 e o SigmaPlot 13.0, respectivamente. A

produção da liteira, taxa de decomposição e tempo de renovação em plantios consorciados e monodominantes com mogno brasileiro foram baixos e não apresentaram diferença ao longo do período avaliado.

Palavras-chave: Ciclagem de Nutrientes; Reflorestamento; Serviços Ecossistêmicos.

ABSTRACT - Studies on the dynamics of litter decomposition in plantations of native species, such as mahogany in Amazonia, are necessary and often little understood. In this sense, the following question arises: Is litter production greater in intercropped forest plantations in relation to monoculture? To answer the question, the following hypothesis arises: The litter decomposition is larger in forest consortium than in monodominant Brazilian mahogany forests. This work aimed to evaluate the litter production and decomposition in different forest ecosystems with Brazilian mahogany. The treatments were: T1 - mahogany consortium with forest species; T2 - homogeneous plantation of mahogany; and T3 - secondary forest enriched with mahogany. Collectors of 1 m² opening were used to collect the litter produced monthly, during a year. For the analysis of litter production and decomposition, a completely randomized design with measures repeated in the time and monthly evaluations during twelve months in eight repetitions was adopted. With this, the results were submitted to the D'Agostino normality test, Bartlett homogeneity of variance and, later, ANOVA. The means were compared by the Tukey test at 5% of error probability ($p < 0.05$). Statistica 8.0 and SigmaPlot 13.0, respectively, were used for statistical analysis and generation of graphs. The litter production, decomposition rate and renewal time in intercropped and monodominant plantations with Brazilian mahogany were low and showed no difference over the period evaluated

Key woks: Nutrient Cycling; Litterfall Deposition; Reforestation; Ecosystem Services. .

4.1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui aproximadamente um terço das florestas tropicais remanescentes do mundo, porém, com o impacto das ações antrópicas sobre os ambientes manejados, importantes ecossistemas vêm sendo afetados (DIONISIO et al., 2016; DIONISIO et al., 2017c), principalmente pelo aumento nas taxas de desmatamentos na Amazônia brasileira (INPE, 2016).

A busca por sistemas de produção sustentáveis vem sendo um elemento fundamental nas estratégias voltadas para o desenvolvimento da região Amazônica (LEÃO et al., 2017). No entanto, para manejar espécies florestais nativas, é necessário conhecer as características ecológicas e a dinâmica das espécies ao longo do tempo para indicá-las em plantios comerciais, reflorestamentos ou recuperação de áreas degradadas (DIONISIO et al., 2017a; DIONISIO et al., 2017b).

Dentre essas espécies destaca-se o mogno (*Swietenia macrophylla*), pertencente à família Meliaceae, sendo uma espécie arbórea semidecídua ou decídua encontrada nas florestas de terra firme da Amazônia brasileira (TUCCI et al., 2009). Destaca-se pelo seu potencial econômico, especialmente pelo uso da madeira, muito utilizada na fabricação de móveis, além de uma espécie importante nos planos de manejos florestais, sendo uma das mais exploradas no Brasil (SILVA et al., 2013).

Além do ganho econômico com a comercialização da madeira, os plantios de mogno puro ou mistos contribuem para o restabelecimento dos serviços ecossistêmicos, dentre eles destaca-se a ciclagem de nutrientes via produção, acúmulo e decomposição, ou seja, todo material de origem orgânica, como folhas, ramos, cascas, frutos, sementes e carcaças de animais mortos, dentre outros resíduos, que são acumulados na superfície do solo (OLSON, 1963; CUNHA NETO et al., 2013).

Apesar de ser a principal via de transferência de nutrientes para o solo e deste para as plantas, a liteira também retém a água da chuva, evitando ou minimizando os processos erosivos (MATEUS et al., 2013). A liteira armazena sementes de diversas espécies e fornece abrigo para comunidades de microrganismos decompositores da matéria orgânica, melhorando as propriedades físicas e químicas do solo (HOLANDA et al., 2015). Por estas razões, a liteira é considerada um indicador de recuperação de áreas degradadas, sendo alvo de estudos comparativos entre os ecossistemas (CALDEIRA et al., 2013; CUNHA NETO et al., 2013; SILVA et al., 2015).

A decomposição da liteira em zonas tropicais é rápida, em virtude das altas temperaturas e chuvas constantes, o que favorece a atividade biológica e conseqüentemente, acelera os processos da ciclagem de nutrientes (ZHANG et al., 2014). No entanto, a produção e a decomposição da liteira sofrem variações, sendo que, os principais fatores bióticos que exercem essa influência, estão relacionados à composição, estrutura e idade da vegetação, além da fenologia das espécies (SILVA et al., 2009). Quanto às variáveis abióticas, que exercem influência no processo, podemos destacar o índice pluviométrico, a temperatura, a radiação e a tipologia dos solos, afetando diretamente a produção e a decomposição da liteira nos ecossistemas (ZHANG et al., 2014).

Estudos sobre a dinâmica da decomposição da liteira em plantios de espécies nativas, tendo como exemplo o mogno na Amazônia, são necessários e, muitas vezes, pouco compreendidos. Neste sentido, levante-se a seguinte questão: A produção de liteira é maior em plantios florestais consorciados em ralação ao monocultivo? Para responder levanta-se a seguinte hipótese: A

decomposição da liteira é maior em consórcio florestais em relação a florestas monodominantes de mogno brasileiro.

Este trabalho buscou avaliar a produção e decomposição da liteira em diferentes ecossistemas florestais com mogno brasileiro.

4.2. ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado no campo experimental da empresa Tramontina Belém S.A, Km 102, com acesso pela BR 010, localizada no município de Aurora do Pará, nordeste do estado do Pará (Figura 1).

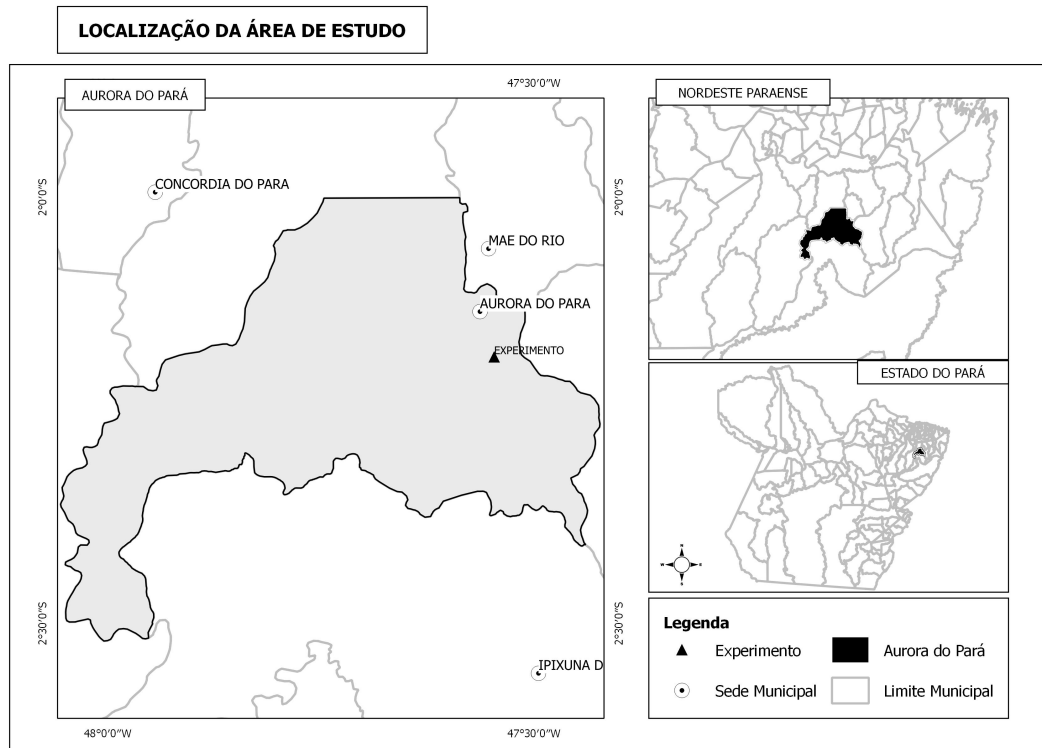
4.2.1. Geologia e geomorfologia

O relevo apresenta-se inserido no planalto rebaixado do Amazonas. Estão presentes áreas aplainadas, várzeas e tabuleiros em áreas sedimentares. A vegetação é representada, principalmente, por capoeiras, em estado avançado de desenvolvimento, com árvores de pequeno porte e manchas de mata primitiva, bastante explorada (IBGE, 2006). A topografia, embora modesta, apresenta na sede municipal cerca de 50 metros de altitude, devido às formas de relevo existentes.

4.2.2. Pedologia (solos)

Os solos do município de Aurora do Pará são, predominantemente, o Latossolo Amarelo, textura média; Latossolo Amarelo, textura argilosa; e Concrecionário Laterítico. Nas áreas inundáveis, próximas ao Rio Capim, destaca-se a presença dos Solos Aluviais e Hidromórficos. Há também, Areia Quartzosa e Hidromórficos, em associações (IBGE, 2006).

Figura 1 Ecossistemas florestais de *Swietenia macrophylla*, na Amazônia oriental.



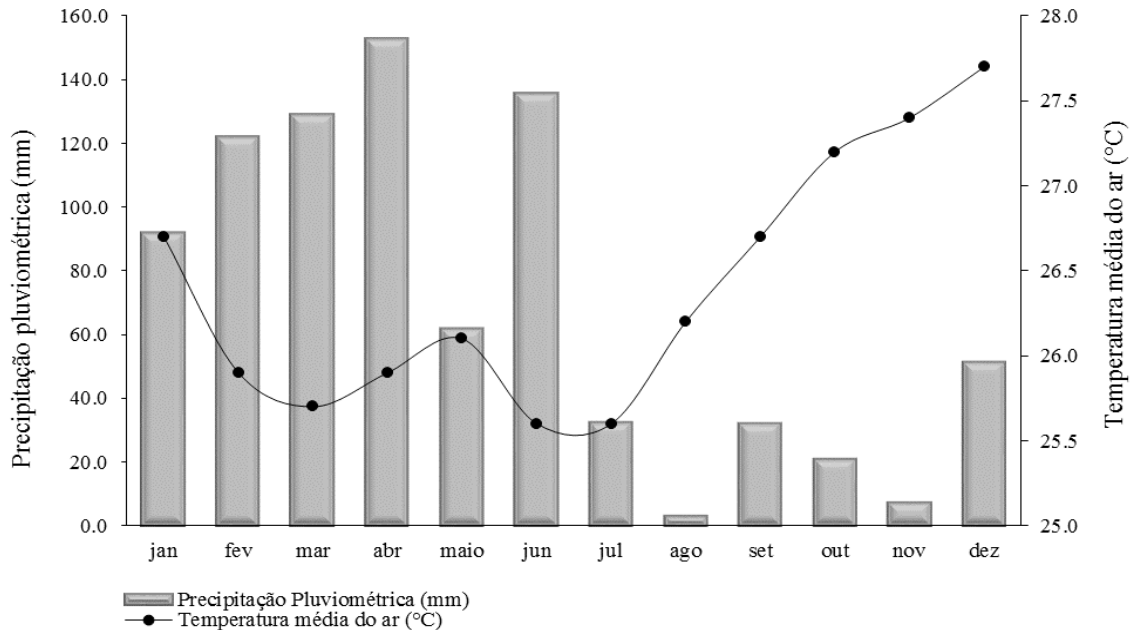
4.2.3. Clima

O município de Aurora do Pará apresenta clima Megatérmico úmido, com temperatura média anual de 25° C, umidade relativa do ar elevada, em torno de 85% e índice pluviométrico de 2.350 mm anual (IBGE, 2006). As chuvas, apesar de regulares, não se distribuem igualmente durante o ano, sendo que no período de janeiro a junho ocorre a sua maior concentração (cerca de 80%).

4.2.4. Ecossistemas dominantes

O ecossistema da Fazenda Tramontina Belém S/A, é representada principalmente por capoeiras em estado avançado de desenvolvimento, com árvores de pequeno porte e manchas de Mata Primitiva bastante explorada. A topografia, com declividades suaves, observada a partir da sede do município, apresenta 50 metros de altitude, e isso está relacionado com a forma do relevo predominante na região nordeste do estado do Pará (OLIVEIRA, 2009).

Figura 2 Média de temperaturas (°C) e precipitações pluviométricas (mm) no período de 2014 a 2016 na Mesorregião Nordeste Paraense, Amazônia oriental (INMET, 2016).



(Fonte: Correia, 2018)

4.3. TRATAMENTOS

Cada ecossistema florestal avaliado apresenta tamanho de um hectare, 13 anos de idade e distância de 1.000 m entre áreas, com a seguinte composição:

Ecossistema 1 (2° 16' 07" S; 47° 58' 04" W) caracterizou-se pelo consórcio de *Swietenia macrophylla* com outras meliáceas, tais como cedro-australiano (*Toona ciliata*, Max Joseph Roemer, 1846), mogno africano (*Khaya ivorensis*, Auguste Jean Baptiste Chevalier, 1909) e nim (*Azadiractha indica*, Adrien-Henri de Jussieu, 1830);

Ecossistema 2 (2° 17' 09" S; 47° 57' 06" W) caracterizado pelo monocultivo de *Swietenia macrophylla* e Ecossistema 3 (2° 16' 12" S; 47° 59' 01" W) floresta sucessional enriquecida com *Swietenia macrophylla*.

Para a pesquisa foram estabelecidos três sistemas de cultivo, que correspondem aos tratamentos descritos a Tabela 1:

Tabela 1 Sistemas de cultivo com a utilização do mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla*). Localizados no município de Aurora do Pará.

Tratamentos	Consórcio	Espaçamento	Área (ha)	Nº de ind.ha ⁻¹
T1	Mogno brasileiro (<i>Swietenia macrophylla</i> .)	3 m x 3 m	1	1.111
	Cedro australiano (<i>Toona ciliata</i> M. Roemer)	4 m x 4 m		625
	Mogno africano (<i>Khaya ivorensis</i> A. Chev.)	4 m x 4 m		625
	Nim (<i>Azadiractha indica</i> A. Juss)	5 m x 5 m		400
T2	Mogno brasileiro (<i>Swietenia macrophylla</i> .)	3 m x 3 m	1	1.111
T3	Floresta em estágio inicial de sucessão enriquecida com mogno brasileiro	5 m x 5 m	1	400

(Fonte: Correia, 2018)

(As dez principais espécies que compõem a floresta, associadas ao T3 são: *Casearia arborea*, *Tapirira guianensis*, *Abarema cochleata*, *Lecythis lurida*, *Sapindus saponaria*, *Myrsia deflexa*, *Vismia guianensis*, *Connarus perrottetii*, *Mabea angustifolia*, *Cordia exaltata*.)

O T1 e T2 foram implantados 2002 e apresentavam no período de avaliação, 13 anos de idade. Antes do plantio foi realizada a análise do solo e posteriormente realizou-se correção do solo com calcário (1,5 ton ha⁻¹). Para plantio foi colocado 400 gramas de N-P₂O₅-K₂O (18:18:18) por cova. Não houve controle de pragas e as plantas daninhas foram controladas apenas com roçagem mecânica (trator). Cada ecossistema distanciava-se cerca de 1000 m um do outro, além disso, após o plantio não se procedeu nenhum trato silvicultura.

4.4. PRODUÇÃO DA LITEIRA

Para coleta da liteira produzida, foram instaladas quatro parcelas de 50 m x 50 m em cada tratamento, onde em cada parcela continha dois coletores de 1 m² de abertura, distribuídos sistematicamente a cada 15 metros de distância (entre plantas) e suspensos a 0,15 m do nível solo, totalizando oito coletores por tratamento. Os coletores foram confeccionados com madeira e o fundo, fechado com sombrite (1 mm de malha).

A liteira interceptada pelos coletores, foi coletada mensalmente, de fevereiro de 2015 a janeiro de 2016. Em laboratório, as amostras foram triadas em quatro frações: folhas, galhos finos (> 5 cm), material reprodutivo e miscelânea, ou seja, o material que não se enquadra em nenhuma categoria anterior. Posteriormente, toda liteira foi seca em estufa a 70° C por 72 horas, em seguida, pesadas em balança de precisão (0,01 g) para obtenção da massa seca (extrapolada a massa da área de um coletor para hectare).

4.5. DECOMPOSIÇÃO E TEMPO DE RENOVAÇÃO DA LITEIRA

No início dos meses de fevereiro, maio, agosto e novembro de 2015, coletou-se a liteira acumulada sobre o solo (com oito coletas por tratamento) com o auxílio de um gabarito metálico com área de coleta de 0,625 m² para efeito de cálculo da decomposição (K_L) e tempo de renovação (t_R) da liteira em cada ecossistema, de acordo com as equações descritas por Olson (1963) (Equação 1) e Hopkins (1966) (Equação 2) respectivamente.

$$K_L = \frac{L}{X} \quad (1)$$

$$t_R = \frac{1}{K_L} \quad (2)$$

Onde:

K_L = coeficiente de decomposição;

t_R = tempo médio de renovação da liteira (anos);

L = massa de liteira produzida (Mg ha⁻¹ ano⁻¹);

X = massa de liteira acumulada anualmente (Mg ha⁻¹).

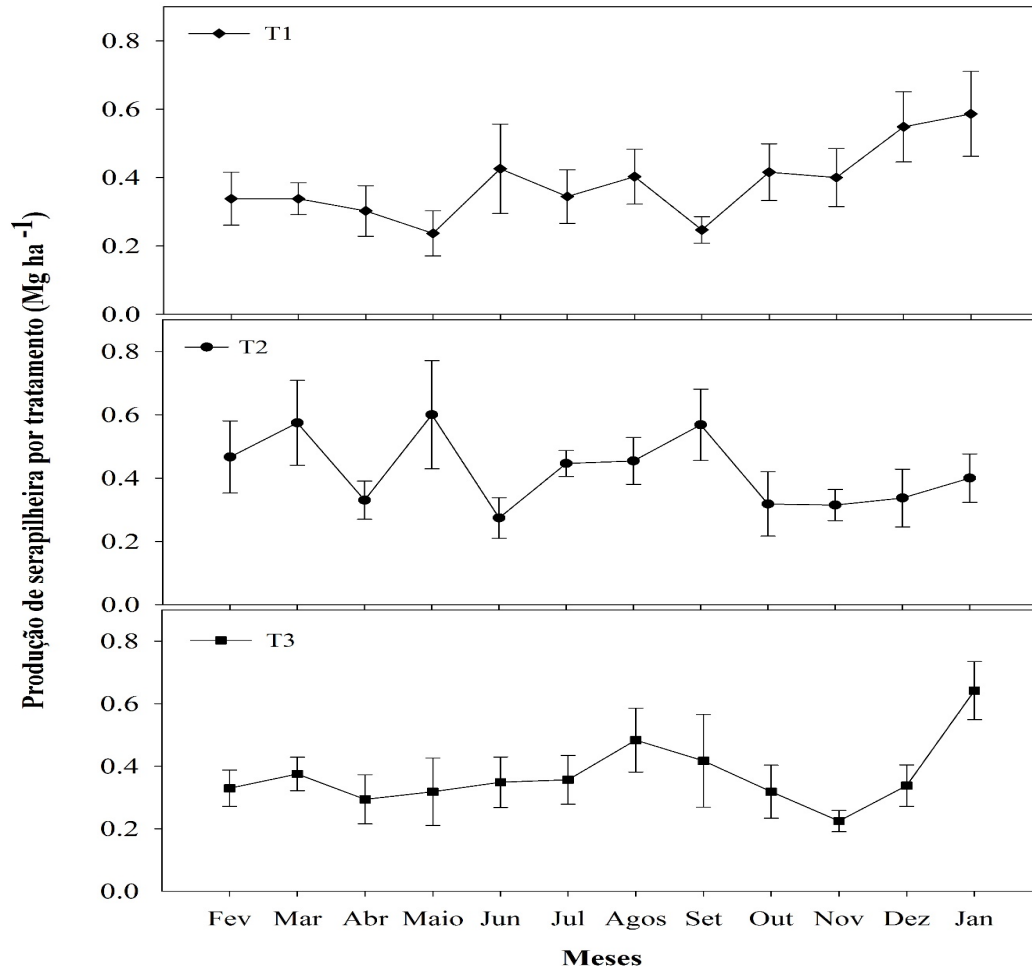
4.6. DELINEAMENTO ESTATÍSTICO E ANÁLISE DOS DADOS

Para análise da produção e decomposição da liteira, foi adotado um delineamento inteiramente casualizado com medidas repetidas no tempo e avaliações mensais durante doze meses em oito repetições. Com isso, os resultados foram submetidos ao teste de normalidade de D'Agostino, homogeneidade de variância de Bartlett e posteriormente, a análise de variância (ANAVA). As médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro ($p < 0,05$). Para análise estatística e geração de gráficos foram utilizados os softwares Statistica 8.0 e o SigmaPlot 13.0, respectivamente.

4.7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A decomposição de liteira foi variável, não apresentando uma tendência clara ao longo do tempo (Figura 3). Os tratamentos T1, T2 e T3 apresentaram produção anual de 4,59, 5,60 e 4,45 Mg ha⁻¹, respectivamente. Diversos estudos demonstraram que a produção de liteira é maior no período de menor precipitação pluviométrica, elevada radiação solar e altas temperaturas (BARLOW et al., 2007; SELVA et al., 2007; ZHANG et al., 2014), o que é explicado em função do controle hídrico, quando a maioria das espécies florestais perdem as folhas, galhos e outras estruturas, com o intuito de controlar o processo de transpiração e assim evitar a perda de água (LARCHER, 2004).

Figura 3 Decomposição de liteira total durante o período de fevereiro de 2015 a janeiro de 2016 em ecossistemas florestais com mogno brasileiro na Amazônia oriental. Brasil.



(Fonte: Correia, 2018)

Os valores anuais de liteira foram considerados baixos (Tabela 2), inferiores a outros plantios florestais consorciados (SILVA et al., 2011; PEREIRA et al., 2017; VILLA et al., 2016) e puros (FERNANDES et al., 2006; BARLOW et al., 2007; SILVA et al., 2011). O mogno é uma espécie clímax, de crescimento lento quando comparada a outros monocultivos ou espécies inseridas em consórcios florestais, com trocas sazonais de folhas, isso pode ter sido um fator determinante para valores considerados baixos entre os tratamentos.

Tabela 2 Média mensal e total anual de decomposição cada componente da liteira em ecossistemas com *Swietenia macrophylla* na Amazônia oriental

Folhas (Mg ha ⁻¹)	Galhos (Mg ha ⁻¹)	Material reprodutivo (Mg ha ⁻¹)	Miscelânea. (Mg ha ⁻¹)
-------------------------------	-------------------------------	---	------------------------------------

	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
Fev.	0.051 b	0.152 a	0.078 b	0.075	0.032	0.103	0.030	0.020	0.010	0.183	0.262	0.147
Mar.	0.099 b	0.332 a	0.116 b	0.087	0.047	0.113	0.049	0.049	0.015	0.135	0.147	0.133
Abr.	0.051 b	0.070 b	0.187 a	0.075	0.103	0.064	0.015	0.007	0.019	0.161	0.151	0.024
Mai.	0.143 b	0.381 a	0.241 b	0.017 b	0.299 a	0.017 b	0.040	0.033	0.035	0.038 b	0.404 a	0.027 b
Jun.	0.170	0.165	0.205	0.029	0.040	0.021	0.014 b	0.026 b	0.060 c	0.213	0.043	0.064
Jul.	0.051 b	0.070 b	0.143 a	0.075	0.103	0.018	0.037	0.106	0.169	0.181 a	0.168 a	0.028 b
Ag.	0.190	0.198	0.143	0.053	0.019	0.050	0.083 b	0.130 b	0.256 a	0.078 ab	0.108 a	0.034 b
Set.	0.100 b	0.257 ab	0.327 a	0.072	0.063	0.021	0.029	0.029	0.031	0.047 b	0.219 a	0.038 b
Out.	0.170	0.230	0.205	0.165 a	0.019 b	0.017 b	0.036	0.050	0.047	0.046	0.019	0.050
Nov.	0.143 a	0.070 ab	0.051 a	0.075	0.055	0.103	0.017	0.040	0.050	0.166	0.150	0.021
Dez.	0.229	0.217	0.182	0.125 a	0.061	0.068 b	0.171 a	0.052 b	0.055 b	0.023	0.008	0.034
Jan.	0.274	0.198	0.174	0.060	0.019	0.045	0.152	0.118	0.153	0.101 b	0.065 ab	0.271 a

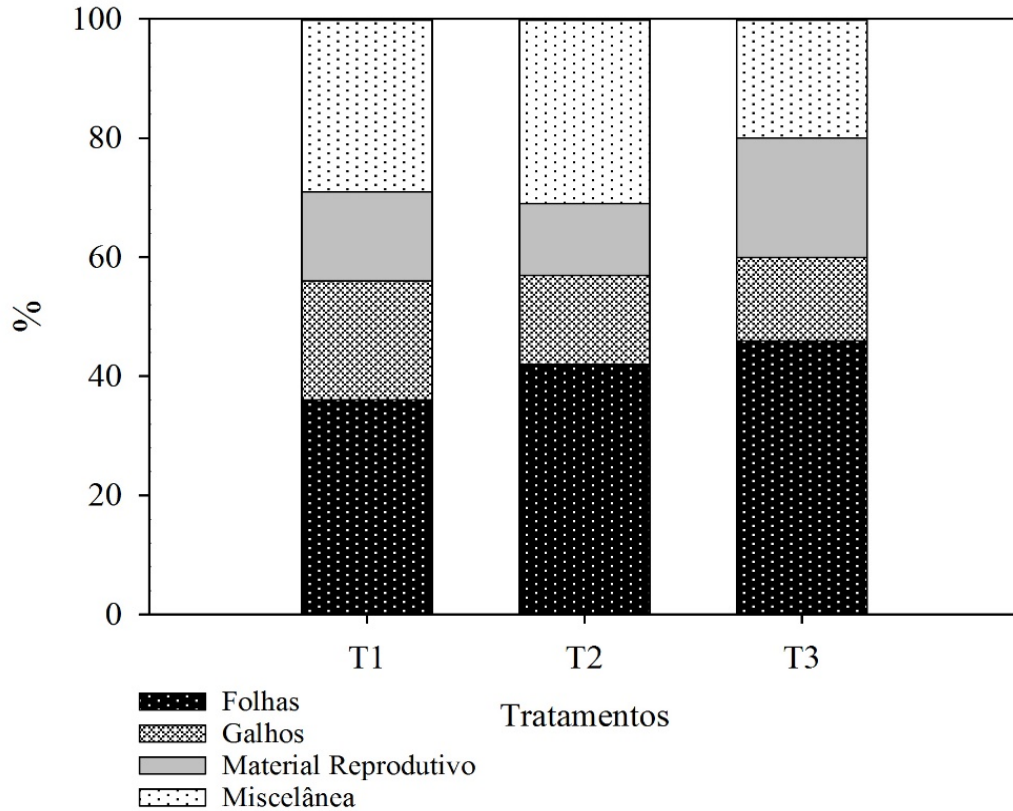
Médias com letras iguais na horizontal para cada componente da liteira não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro ($p < 0,05$).

(Fonte: Correia, 2018)

As frações folhas e miscelânea diferiram estatisticamente entre os tratamentos contendo o mogno, sendo que o tratamento T2 apresentou as maiores médias, além da maior média da liteira mensal e anual (Tabela 2). A densidade de plantio homogêneo de mogno pode ter contribuído positivamente para um aumento significativo da produção de liteira. Corroborando com essa afirmativa, Alonso et al. (2015) e Villa et al. (2016), encontraram maior produção de liteira em espaçamentos mais adensados, isso ocorre em função da maior competição por recursos, sobretudo luz solar.

Das frações que compõem a liteira, as folhas foram as mais representativas nos três ambientes estudados, com 36%, 42% e 46% para o T1, T2 e T3, respectivamente (Figura 4). O maior percentual nos três ambientes para frações folhas na produção de liteira também foi relatado em outros estudos realizados na Amazônia (Barlow et al., 2007; Almeida et al., 2015). As folhas são os principais constituintes da liteira, sendo a principal via de nutrientes para o solo, pois se decompõem rapidamente nos ecossistemas florestais (SELLE, 2007). Os galhos também tiveram elevada representatividade, entretanto, se decompõem lentamente, pois a lignina é mais resistente às intempéries e agentes degradadores, desta maneira, a decomposição dos galhos fornece nutrientes para o solo de maneira gradativa e a longo prazo (LUIZÃO, 2007).

Figura 4 Percentual e componentes da liteira em cada tratamento em ecossistemas com *Swietenia macrophylla* na Amazônia oriental



(Fonte: Correia, 2018)

O acúmulo médio de liteira sobre o solo foi de 7,58, 10,40 e 7,47 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ para os tratamentos T1, T2 e T3, respectivamente, com o T2 diferindo do T1 e T3 ($p = 0,0001$). Esses valores foram superiores aos encontrados por Pereira (2017), em áreas de recuperação no município de Paragominas no Estado do Pará, o que está associado provavelmente a baixa decomposição.

A liteira acumulada na região da Amazônia varia em média entre 3,95 e 5,54 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ para reflorestamentos e 4,47 e 9,40 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ para florestas em estágios iniciais de sucessão (TAPIA-CORAL et al., 2014).

O coeficiente de decomposição 'KL' e o tempo de renovação da liteira 't' apresentaram valores diferenciados (Tabela 2). Normalmente os valores de decomposição da liteira em florestas tropicais são superiores a 1 e menores do que 4, indicando um estado de equilíbrio dinâmico, renovando-se rapidamente (OLSON, 1963). A baixa taxa de decomposição dos três tratamentos pode estar relacionada aos baixos níveis de precipitação pluviométrica no período de estudo, para Kozovits et al. (2007) e Holanda et al. (2015), a água é fundamental para a dilaceração dos componentes da liteira

pois auxilia diretamente na multiplicação das populações de microrganismos, meso e macrofauna decompositora

Tabela 3 Taxa de decomposição e tempo de renovação da liteira nos três tratamentos com *Swietenia macrophylla* na Amazônia oriental

Tratamentos	Coeficiente de decomposição	Tempo de renovação
	K_L	t (anos)
T1	0,71	1,41
T2	0,93	1,08
T3	0,62	1,61
<i>p</i> -valor	0,9487	0,948

(Fonte: Correia, 2018)

O tempo de renovação da liteira foi elevado, demonstrando que levaria mais de um ano para que o material fosse totalmente decomposto em todos os tratamentos. A renovação da liteira foi maior no tratamento T2, mas não diferiu estatisticamente dos tratamentos T1 e T3. Esses resultados eram esperados, pois o mogno brasileiro, espécie inserida nos três ambientes de estudo, contribui para maior formação de liteira, sendo assim, os valores de taxa de decomposição e tempo de renovação são semelhantes entre os tratamentos em decorrência do mesmo material de origem.

4.8. CONCLUSÕES

A produção da liteira, taxa de decomposição e tempo de renovação em plantios consorciados e monodominantes com mogno brasileiro foram baixos e não apresentaram diferença ao longo do período avaliado.

4.9. REFERÊNCIAS

Almeida, E. J.; Luizão, F.; Rodrigues, D. J. Produção de serrapilheira em florestas intactas e exploradas seletivamente no sul da Amazônia em função da área basal da vegetação e da densidade de plantas. **Acta amazônica**, v.45, n.2, p.157-166, 2015. <<http://dx.doi.org/10.1590/1809-4392201402543>>.

Alonso, J. M.; Leles, P. S. S.; Ferreira, L. N.; Oliveira, N. S. A. Aporte de serapilheira em plantio de recomposição florestal em diferentes espaçamentos. **Ciência Florestal**, v.25, n.1, p.1-11, 2015. <<http://dx.doi.org/10.1590/10.1590/1980-509820152505001>>.

Barlow, J.; Gardner, T. A.; Ferreira, L. V.; Peres, C. A. Litter fall and decomposition in primary, secondary and plantation forests in the Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management**, v.247, n.1, p.91-97, 2007. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2007.04.017>>.

Caldeira, M. V. W.; Silva, R. D.; Kunz, S. H.; Zorzanelli, J. P. F.; Castro, K. C.; Godinho, T. O. Biomassa e nutrientes da serapilheira em diferentes coberturas florestais. **Comunicata Scientiae**, v.4, n.2, p.111-119, 2013. <<https://comunicatascientiae.com.br/comunicata/article/view/254>>.

Cordeiro, I. M. C. C.; Barros, P. L. C.; Lameira, O. A.; Gazel Filho, A. B. Avaliação de plantios de paricá (*Shizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducken) Barney de diferentes idades e sistemas de cultivo no município de Aurora do Pará - PA (Brasil). **Ciência Florestal**, v.25, n.3, p.679-687, 2015. <<http://dx.doi.org/10.5902/1980509819618>>.

Cunha Neto, F. V.; Leles, P. S. S.; Pereira, M. G.; Bellumath, V. G. H.; Alonso, J. M. Acúmulo e decomposição da serapilheira em quatro formações florestais. **Ciência Florestal**, v.23, n.3, p.379-387, 2013. <<http://dx.doi.org/10.5902/1980509810549>>.

Dionisio, L. F. S.; Bonfim Filho, O. S.; Crivelli, B. R. S.; Gomes, J. P.; Oliveira, M. H. S.; Carvalho, J. O. P. Importância fitossociológica de um fragmento de floresta ombrófila densa no estado de Roraima, Brasil. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 10, n. 3, p. 243-252, 2016. <<http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v10i3.3381>>.

Dionisio, L. F. S.; Condé, T. M.; Gomes, J. P.; Martins, W. B. R.; Silva, M. T.; Silva, M. W. Caracterização morfométrica de árvores solitárias de *Bertholletia excelsa* HBK no sudeste de Roraima. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 11, n. 2, p. 163-173, 2017b. <<http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v11i2.3835>>.

Dionisio, L. F. S.; Schwartz, G.; Mazzei, L.; Lopes, J. C.; Santos, G. G. A.; Oliveira, F. A. Mortality of stocking commercial trees after reduced impact logging in eastern Amazonia. **Forest Ecology Management** v. 401, p. 1–7, 2017c. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2017.06.060>>.

Dionisio, L. F. S.; Smiderle, O. J.; Montenegro, R. A.; Martins, W. B. R.; Simões, P. H. O.; Araújo, D. G. Emergência e crescimento inicial de plântulas de *Swietenia macrophylla* (King) em função da posição da semente e presença do endocarpo. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 60, n. 2, p. 125-130, 2017a. <<http://dx.doi.org/10.4322/rca.10573>>.

Fernandes, M. M.; Pereira, M. G.; Magalhães, L. M. S.; Cruz, A. R.; Giácomo, R. G. Aporte e decomposição de serapilheira em áreas de floresta secundária, plantio de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* benth.) e andiroba (*Carapa guianensis* aubl.) na Flona Mário Xavier, RJ. **Ciência Florestal**, v.16, n.2, p.163-175, 2006. <<http://coral.ufsm.br/cienciaflorestal/artigos/v16n2/A5V16N2.pdf>>.

Holanda, A. C.; Feliciano, A. L. P.; Marangon, L. C.; Freire, F. J.; Holanda, E. M. Decomposição da serapilheira foliar e respiração edáfica em um remanescente de caatinga na Paraíba. **Revista Arvore**, v.39, n.2, p.245-254, 2015. <<http://dx.doi.org/10.1590/0100-67622015000200004>>.

Hopkins, B. Vegetation of the Olkemeji Forest Reserve, Nigeria. IV: The litter and soil with special reference to their seasonal changes. **Journal of Ecology**, v.54, p.687-703, 1966.

Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. 2º Distrito de Meteorologia, consulta genérica. **Estação automática A248 Capitão Poço/PA**. Serviço Nacional de Informações Hidro Meteorológicas – SIM. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/climatologia>. Acesso em 20 outubro 2017.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. **Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite** (Projeto Prodes). 104p. Disponível em <http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes_1988_2015.htm>. Acesso em 10 de dezembro de 2016.

Kozovits, A. R.; Bustamante, M. M. C.; Garofalo, C. R.; Bucci, S.; Franco, A. C.; Goldstein, G. Meinzer, F. C. Nutrient resorption and patterns of litter production and decomposition in a Neotropical Savanna. **Functional Ecology**, v.21, n.6, p.1034-1043, 2007. <<http://dx.doi.10.1111/j.1365-2435.2007.01325.x>>.

Larcher. W. Ecofisiologia vegetal. São Carlos: **RIMA**, 2004. 531p.

Leão, F. M.; Dionisio, L. F. S.; Silva, N. G. E.; Barbosa, L. M.; Oliveira, M. H. S.; Neves, R. L. P. Fitossociologia em sistemas agroflorestais com diferentes idades de implantação no município de Medicilândia, PA. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 11, n. 1, p. 71-81, 2017. <<http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v11i1.3402>>.

Luizão, F. J. Ciclos de nutrientes na Amazônia: respostas às mudanças climáticas. **Ciência e Cultura**, v.59, n.3, p.31-36, 2007.

Mateus, F. A.; Miranda, C. C.; Valcarcel, R.; Figueiredo, P. H. A. Estoque e capacidade de retenção hídrica as serrapilheira acumulada na restauração florestal de áreas perturbadas na Mata Atlântica. **Floresta e Ambiente**, v.20, n.3, p.336-343, 2013. <<http://dx.doi.org/10.4322/floram.2013.024>>.

Olson, J. S. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. **Ecology**, v.44, n.2, p.322-331, 1963. <https://www.jstor.org/stable/1932179?seq=1#page_scan_tab_contents>.

Pereira, D. N.; Martins, W. B. R.; Andrade, V. M. S. de; Oliveira, F. A. Influência da remoção de serapilheira no teor de fósforo e potássio na Amazônia Oriental. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.12, n.3, p.380-385, 2017.

Selle, G. L. Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 4, p. 29-39, 2007.

Selva, E. C.; Couto, E. G.; Johnson, M. S.; Lehmann, J. Litterfall production and fluvial export in headwater catchments of the southern Amazon. **Journal of Tropical Ecology**, v.23, n.3, p.329-335, 2007. <<http://dx.doi.org/10.1017/S0266467406003956>>.

Silva, A. K. L.; Vasconcelos, S. S.; Carvalho, C. J. R.; Cordeiro, I. M. C. C. Litter dynamics and fine root production in *Schizolobium parahyba* var. amazonicum plantations and regrowth forest in Eastern Amazon. **Plant Soil**, v.347, n.1, p.347-377, 2011. <<http://dx.doi.org/10.1007/s11104-011-0857-0>>.

Silva, C. F.; Carmo, E. R.; Martins, M. A.; Freitas, M. S. M.; Pereira, M. G.; Silva, E. M. R. Deposition and nutritional quality of the litter of pure stands of *Eucalyptus camaldulensis* and *Acacia mangium*. **Bioscience Journal**, v.31, n.4, p.1081-1091, 2015. <<http://dx.doi.org/10.14393/BJ-v31n4a2015-26297>>.

Silva, M. C. A.; Rosa, L. S.; Vieira, T. A. Eficiência do nim (*Azadirachta indica* A. Juss) como barreira natural ao ataque de *Hypsipyla grandella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) sobre o magno (*Swietenia macrophylla* King). **Acta Amazônica**, v.43, n.1, p.19-24, 2013. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672013000100003>>.

Silva, R. M.; Costa, J. M. N.; Ruivo, M. L. P.; Costa, A. C. L.; Almeida, S. S. Influência de variáveis meteorológicas na produção de liteira na Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã, Pará. **Acta Amazônica**, v.39, n.3, p.573-582, 2009. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672009000300012>>.

Tapia-Coral, S.C.; Luizão, F.; Pashanasi, B.; Castillo, D. D.; Lavelle, P. Influência da massa e nutrientes da liteira sobre a composição dos macro-invertebrados em plantios florestais na Amazônia peruana. **Revista científica Folia Amazônica**, v.23, n.2, p.171-186, 2014.

Tucci, C. A. F.; Lima, H. N.; Lessa, J. F. Adubação nitrogenada na produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Acta Amazônica**, v. 39, n. 2, p. 289-294, 2009.

Villa, E. B.; Pereira, M. G.; Alonso, J. M.; Beutler, S. J.; Leles, P. S. S. Aporte de serapilheira e nutrientes em área de restauração florestal com diferentes espaçamentos de plantio. **Floresta e Ambiente**, v.23, n.1, p.90-99, 2016. <<http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.067513>>.

Zhang, H. Yuan, W.; Dong, W.; Liu, S. Seasonal patterns of litterfall in forest ecosystem worldwide. **Ecological Complexity**, v.20, p.240-247, 2014. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecocom.2014.01.003>>.