

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

Leonardo Mortari Machado

**ARTROPODOFAUNA ASSOCIADA ÀS COPAS DE *Acacia mearnsii*,
Enterolobium contortisiliquum, *Eucalyptus dunnii* e *Dodonaea viscosa* EM
ÁREAS MINERADAS E NÃO MINERADA NO RIO GRANDE DO SUL**

Santa Maria, RS
2018

Leonardo Mortari Machado

ARTROPODOFAUNA ASSOCIADA ÀS COPAS DE *Acacia mearnsii*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Eucalyptus dunnii* e *Dodonaea viscosa* EM ÁREAS MINERADAS E NÃO MINERADA NO RIO GRANDE DO SUL

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), Área de Concentração em Silvicultura, como requisito parcial para obtenção do título de **Doutor em Engenharia Florestal**

Orientador: Prof^o. Dr. Ervandil Corrêa Costa

Santa Maria, RS
2018

Machado, Leonardo Mortari

ARTROPODOFAUNA ASSOCIADA ÀS COPAS DE *Acacia mearnsii*,
Enterolobium contortisiliquum, *Eucalyptus dunnii* e
Dodonaea viscosa EM ÁREAS MINERADAS E NÃO MINERADA NO
RIO GRANDE DO SUL / Leonardo Mortari Machado.- 2018.
127 p.; 30 cm

Orientador: Ervandil Corrêa Costa
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós
Graduação em Engenharia Florestal, RS, 2018

1. Dossel florestal 2. Recuperação de áreas degradadas
3. Entomologia Florestal 4. Carvão Mineral. 5. Proteção
Florestal. I. Costa, Ervandil Corrêa II. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

©2018

Todos os direitos reservados a Leonardo Mortari Machado. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser realizada mediante citação da fonte.

Endereço: Av. João Machado Soares, n. 610, Bairro Camobi, Santa Maria, RS. CEP: 97110000.

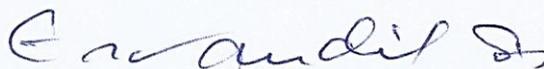
Fone: +55 (55) 996427265; E-mail: leonardomortarimachado@yahoo.com.br

Leonardo Mortari Machado

ARTROPODOFAUNA ASSOCIADA ÀS COPAS DE *Acacia mearnsii*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Eucalyptus dunnii* e *Dodonaea viscosa* EM ÁREAS MINERADAS E NÃO MINERADA NO RIO GRANDE DO SUL

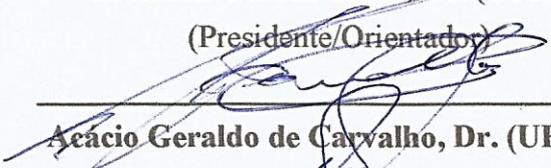
Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), Área de Concentração em Silvicultura, como requisito parcial para obtenção do título de **Doutor em Engenharia Florestal**

Aprovado em 27 de fevereiro de 2018:

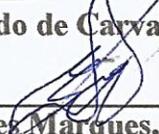


Ervandil Corrêa Costa, Dr. (UFSM)

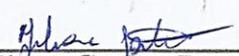
(Presidente/Orientador)



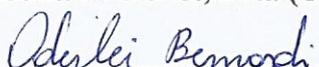
Acácio Geraldo de Carvalho, Dr. (UFRRJ)



Eli Nunez Marques, Dr. (UFPR)



Juliana Garlet, Dra. (UNEMAT)



Oderlei Bernardi, Dr. (UFSM)

Santa Maria, RS
2018

Com carinho, dedico este trabalho aos meus pais
Arildo Bordin Machado e Lourdes Maria Mortari Machado

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal (PPGEF), por oportunizar a execução deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo auxílio financeiro por meio da concessão de bolsa de estudos, que foi de grande valia e prestou um excelente auxílio financeiro durante as atividades desenvolvidas.

Ao meu orientador, professor Dr. Ervandil Corrêa Costa que aceitou o desafio desta orientação, prestando todo o apoio necessário para a elaboração e execução das atividades vinculadas a este trabalho.

Aos meus pais Arildo e Lourdes por todo o suporte, ensinamentos e conselhos. Bem como a minha irmã Aline e a minha namorada Francine.

À Companhia Riograndense de Mineração (CRM), Mina de Candiota, por tornar possível o acesso às áreas para a realização desta pesquisa e em especial ao Engenheiro Agrônomo Marcel Nunes Froes e ao Sr. Luiz Moreira pelo constante apoio nos deslocamentos entre as áreas de estudo.

Aos professores presentes na Banca de qualificação: Dr. Acácio Geraldo de Carvalho (UFRRJ), Dra. Juliana Garlet (UNEMAT), Dr. José Newton Cardoso Marchiori (UFSM), Dra. Zaida Inês Antonioli (UFSM) e ao comitê de avaliação final desta Tese: Dr. Acácio Geraldo de Carvalho (UFRRJ), Dr. Eli Nunes Marques (UFPR), Dra. Juliana Garlet (UNEMAT) e Dr. Oderlei Bernardi (UFSM).

Presto um agradecimento muito especial aos seguintes taxonomistas e pesquisadores por toda a disponibilidade e apoio fundamental na identificação dos táxons: Dr. Antônio D. Brescovit do Instituto Butantan pela identificação de Araneae; Dr. Jacques H. Delabie da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira pela identificação de Formicidae; Dr. Valmir A. Costa do Instituto Biológico pela identificação das Famílias dos microhimenópteros e de Eulophidae; Dr. Pedro G. da Silva da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) pela identificação de Coleoptera; Dra. Zuleide A. Ramiro do Instituto Biológico pela identificação de Braconidae; Dra. Cecilia B. Margaría da Faculdade de Ciências Naturais e Museu (Argentina) pela identificação de Platygastriidae; Dr. Daniel A. Aquino da Faculdade de Ciências Naturais e Museu (Argentina) pela identificação de Encyrtidae; Dr. Gary A. P. Gibson da Coleção Nacional de Insetos do Canadá pela identificação de Eupelmidae; Dr. Daniell R. Rodrigues Fernandes do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, pela identificação das

subfamílias de Ichneumonidae e dos espécimens de Anomaloninae; Dr. Élisson F. B. Lima da Universidade Federal do Piauí (UFPI) pela identificação de Thysanoptera; Dra. Dalva L. Queiroz da Embrapa Florestas e Dr. Daniel Burckhardt do Museu de História Natural (Suíça) pela identificação de Psylloidae; Dr. Nelson W. Perioto do Laboratório de Bioecologia e Taxonomia de Parasitóides e Predadores pela identificação de Eurytomidae; Dr. José Antônio Marin Fernandes do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Pará (UFPA) pela identificação de Hemiptera; Msc. Caleb C. Martins doutorando em Entomologia na Universidade de São Paulo (USP) pela identificação de Neuroptera e ao Dr. Antonio J. Creão-Duarte da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) pela identificação de Auchenorrhyncha.

Às secretárias do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da UFSM, Cerlene Machado (Tita), Rone M. R. de David, Maria A. Vollenhaupt e Marlene G. Rego pelo auxílio e amizade.

Aos colegas de laboratório Dayanna, Jardel, Jéssica, Leandra e Marciane, e aos Bolsistas de iniciação científica Iyanassô e Mateus, pelo auxílio no trabalho de campo e de laboratório, pela amizade e convívio diário.

Aos funcionários dos Departamentos de Defesa Fitossanitária e de Ciências Florestais da UFSM, pelo auxílio e amizade durante estes anos.

Por fim, a todos os demais amigos, colegas, pesquisadores e familiares, que por ato falho do autor não tenham sido mencionados e que, de alguma forma contribuíram na minha evolução pessoal e profissional.

Muito obrigado a todos!

RESUMO

ARTROPODOFAUNA ASSOCIADA ÀS COPAS DE *Acacia mearnsii*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Eucalyptus dunnii* e *Dodonaea viscosa* em áreas mineradas e não minerada no Rio Grande do Sul

AUTOR: Leonardo Mortari Machado

Orientador: Ervandil Corrêa Costa

O presente estudo tem como objetivo principal descrever qualitativa e quantitativamente a artropodofauna associada ao estrato superior das espécies *Acacia mearnsii*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Eucalyptus dunnii* e *Dodonaea viscosa* em áreas mineradas e não minerada no Rio Grande do Sul, caracterizando através de parâmetros ecológicos o nível de recuperação de cada área. Paralelamente, buscou-se correlacionar a abundância dos artrópodes associados as copas destas espécies florestais com as principais variáveis meteorológicas que exercem influência sobre os insetos. Desta maneira, para alcançar os objetivos propostos, o presente estudo foi conduzido no município de Candiota, Rio Grande do Sul, onde a Companhia Riograndense de Mineração (CRM) explora a maior reserva de carvão mineral a céu aberto do Brasil. Assim, na área de abrangência da mina de Candiota, foram selecionadas cinco áreas recuperadas após a mineração e uma área não minerada, compondo assim os seis tratamentos deste estudo. Para facilitar a apresentação e discussão dos resultados, este estudo está organizado em cinco capítulos. Deste modo no capítulo I são apresentados os aspectos gerais e a revisão da literatura. O capítulo II engloba aspectos relacionados a artropodofauna presente na copa das árvores em áreas recuperadas após a atividade de mineração, com uma das áreas recuperadas com *E. dunnii* (T3) apresentando os melhores resultados, diferindo estatisticamente das demais áreas. No capítulo III, a artropodofauna foi estudada em uma área não minerada e em uma área recuperada após a atividade de mineração, ambas com plantio de *A. mearnsii*, sendo que a área recuperada apresenta parâmetros ecológicos iguais ou superiores a aqueles observados na área não minerada. No capítulo IV, a flutuação populacional de *Glycaspis brimblecombei* e de seu inimigo natural *Psyllaephagus bliteus* foi estudada em uma área recuperada com o plantio de *E. dunnii*, com ambas as populações apresentando acme populacional no verão, com baixa densidade populacional nas demais estações do ano e com a temperatura média (°C) exercendo influência sobre ambas e no capítulo V foi realizado o primeiro registro de *Heteropsylla caldwelli* para o Brasil, bem como a flutuação populacional desta espécie em *E. contortisiliquum* no estado do Rio Grande do Sul.

Palavras-chave: Dossel florestal. Recuperação de áreas degradadas. Entomologia Florestal. Carvão Mineral. Proteção Florestal.

ABSTRACT

ARTHROPOD FAUNA ASSOCIATED TO THE CANOPY OF *Acacia mearnsii*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Eucalyptus dunnii* and *Dodonaea viscosa* in mined and non-mined areas in Rio Grande do Sul

AUTHOR: Leonardo Mortari Machado

ADVISER: Ervandil Corrêa Costa

The main objective of the present study was to describe the arthropod fauna associated with the upper stratum of the species *Acacia mearnsii*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Eucalyptus dunnii* and *Dodonaea viscosa* in mined and non-mined areas in Rio Grande do Sul, characterizing, through ecological parameters, the level of recovery of each treatment. In parallel, we sought to correlate the abundance of arthropods associated with the canopy of these forest species with the main meteorological variables that influence insects. In order to reach the proposed objectives, the present study was conducted in the city of Candiota, Rio Grande do Sul, where “Companhia Riograndense de Mineração (CRM)” explores Brazil's largest open-pit coal reserve. Thus, in the area covered by the Candiota mine, five areas recovered after mining and a non-mined area were selected, thus composing the six treatments of this study. To facilitate results presentation and discussion, this study was organized in five chapters. In this way, chapter I presents the general aspects and literature review. Chapter II encompasses aspects related to arthropod fauna present in the canopy of trees in areas recovered after the mining activity. Among these, one of the two areas recovered with *E. dunnii* presented the best results, differing statistically from the other areas. In chapter III, the arthropod fauna was studied in a non-mined area and in an area recovered after the mining activity, both with *A. mearnsii*, with the recovered area presented ecological parameters equal to or higher than those observed in the non-mined area. In Chapter IV, the population fluctuation of *Glycaspis brimblecombei* and its natural enemy *Psyllaephagus bliteus* was studied in an area recovered with *E. dunnii* planting, with both populations presenting an outbreak in the summer, with low population density in the other seasons and with the average air temperature (°C) exerting influence on both species. In chapter V was carried out the first record of *Heteropsylla caldwelli* for Brazil, as well as the population fluctuation of this specie in *E. contortisiliquum* in the state of Rio Grande do Sul.

Keywords: Forest canopy. Recovery of degraded areas. Forestry Entomology. Mineral coal. Forestry Protection.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Aspectos Gerais

- Figura 1.1 – Localização do município de Candiota no estado do Rio Grande do Sul..... 32
- Figura 1.2 – Processo de exploração do carvão mineral e da recuperação de uma área minerada no município de Candiota, RS, 2015. 33
- Figura 1.3 – Coleta da artropodofauna com o auxílio da rede de copa. Candiota, RS, 2015... 34

Artropodofauna associada ao dossel de *Enterolobium contortisiliquum*, *Dodonaea viscosa* e *Eucalyptus dunnii* em áreas recuperadas após a mineração

- Figura 2.1 – Similaridade de Jaccard (A) e de Bray-Curtis (B) referente a artropodofauna coletada com rede de copa em quatro áreas recuperadas após a atividade de extração de carvão mineral, em Candiota, RS, entre maio de 2014 a abril de 2016..... 70

Dinâmica populacional de *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) e do parasitóide *Psyllaephagus bliteus* (Hymenoptera: Encyrtidae) em plantio de *Eucalyptus dunnii* no Rio Grande do Sul

- Figura 4.1 – Flutuação populacional de *G. brimblecombei* e *P. bliteus*, e temperatura média (°C) em povoamento de *E. dunnii* no município de Candiota, RS. 115

Primeiro registro de *Heteropsylla caldwelli* (Hemiptera: Psyllidae) no Brasil e dinâmica populacional em *Enterolobium contortisiliquum* no Rio Grande do Sul

- Figura 5.1 – Dinâmica populacional de *H. caldwelli* em plantio de *E. contortisiliquum* em área recuperada após a atividade de extração de carvão mineral em Candiota, RS, entre maio de 2014 e abril de 2016..... 122
- Figura 5.2 – Correlação entre a abundância de *H. caldwelli* (barras) e a temperatura média (linha) em plantio de *E. contortisiliquum* em área recuperada após a atividade de extração de carvão mineral em Candiota, RS, entre maio de 2014 e abril de 2016. 123
- Figura 5.3 – Dinâmica populacional de *H. caldwelli* (barras) e dos microhimenópteros (linha) em plantio de *E. contortisiliquum* em área recuperada após a atividade

de extração de carvão mineral em Candiota, RS, entre maio de 2014 e abril de
2016. 124

LISTA DE TABELAS

Artropodofauna associada ao dossel de *Enterolobium contortisiliquum*, *Dodonaea viscosa* e *Eucalyptus dunnii* em áreas recuperadas após a mineração

- Tabela 2.1 – Análise do solo, através das folhas dos cinco tratamentos em estudo no município de Candiota, RS, 2015.48
- Tabela 2.2 – Análise nutricional da copa, através das folhas dos quatro tratamentos em estudo no município de Candiota, RS, 2015.....48
- Tabela 2.3 – Artrópodos coletados com rede de copa em quatro áreas recuperadas após a atividade de extração de carvão mineral no município de Candiota, RS, no período de maio de 2014 e abril de 2016.50
- Tabela 2.4 – Parâmetros ecológicos referente a artropodofauna coletada com rede de copa em áreas recuperadas após a atividade de extração de carvão mineral, em Candiota, RS, e no período de maio de 2014 e abril de 2016.69
- Tabela 2.5 – Correlação de Spearman entre as variáveis meteorológicas e a abundância das ordens coletadas em *E. contortisiliquum* (T1), *D. viscosa* (T2), *E. dunnii* (T3) e *E. dunnii* (T4).72

Artropodofauna associada ao dossel de *Acacia mearnsii* em área recuperada após mineração e em área não minerada

- Tabela 3.1 – Análise química do solo em campo nativo (testemunha) e em plantios de *Acacia mearnsii* em área não minerada (T1) e em área recuperada (T2) no município de Candiota, RS.85
- Tabela 3.2 – Análise química das folhas em plantios de *Acacia mearnsii* em área não minerada (T1) e em área recuperada após a mineração do carvão (T2) no município de Candiota, RS.85
- Tabela 3.3 – Artrópodos coletados com rede, em copas de *A. mearnsii*, em área não minerada e em área recuperada após a atividade de extração de carvão mineral, em Candiota, RS, no período de maio de 2014 e abril de 2016.87
- Tabela 3.4 – Parâmetros ecológicos referente a artropodofauna coletada com rede, em copas de *A. mearnsii*, em área não minerada e em área recuperada após a atividade de extração de carvão mineral, em Candiota, RS, no período de maio de 2014 e abril de 2016.101
- Tabela 3.5 – Correlação de Spearman entre as variáveis meteorológicas e a abundância das ordens coletadas com rede, em copas de *A. mearnsii*, em área não minerada

(T1) e em área recuperada após a atividade de extração de carvão mineral (T2), em Candiota, RS, no período de maio de 2014 e abril de 2016. 102

Dinâmica populacional de *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) e do parasitóide *Psyllaephagus bliteus* (Hymenoptera: Encyrtidae) em plantio de *Eucalyptus dunnii* no Rio Grande do Sul

Tabela 4.1 – Temperatura média (°C), precipitação total (mm), total de parasitoides (Pr) e total de psilídeos-de-concha adultos (Ps) em povoamento de *E. dunnii* no município de Candiota, RS. 114

Tabela 4.2 – Correlação entre as populações em estudo com a temperatura média (°C) e precipitação total (mm) no município de Candiota, RS. 114

SUMÁRIO

1	ASPECTOS GERAIS	21
1.1	INTRODUÇÃO	21
1.2	REVISÃO DA LITERATURA	25
1.2.1	Classe Arachnida	25
1.2.2	Classe Insecta	25
1.2.3	Metodologias para a coleta de artrópodos no dossel florestal	27
1.2.4	Nutrição das plantas e incidência de insetos-praga	29
1.2.5	Influência das variáveis meteorológicas sobre os insetos	30
1.3	MATERIAL E MÉTODOS (METODOLOGIA GERAL).....	31
1.3.1	Localização e caracterização da área	31
1.3.2	A extração do carvão mineral e recuperação das áreas	32
1.3.3	Coleta, triagem e identificação	33
1.3.4	Dados meteorológicos, análise de solo e foliar	34
1.3.5	Análise estatística e parâmetros ecológicos	35
	REFERÊNCIAS.....	36
2	ARTROPODOFAUNA ASSOCIADA AO DOSSEL DE <i>Enterolobium contortisiliquum</i>, <i>Dodonaea viscosa</i> E <i>Eucalyptus dunnii</i> EM ÁREAS RECUPERADAS APÓS A MINERAÇÃO	43
2.1	INTRODUÇÃO	43
2.2	REVISÃO DA LITERATURA	44
2.2.1	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	44
2.2.2	<i>Dodonaea viscosa</i>	45
2.2.3	<i>Eucalyptus dunnii</i>	45
2.3	MATERIAL E MÉTODOS	47
2.3.1	Localização e caracterização da área	47
2.3.2	Tratamentos	47
2.3.3	Metodologia de coleta e triagem	49
2.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
2.4.1	Levantamento populacional	49
2.4.2	Classe Arachnida	59
2.4.3	Classe Insecta	60
2.4.3.1	Ordem Coleoptera	60
2.4.3.2	Ordem Hymenoptera.....	62
2.4.3.3	Ordem Hemiptera.....	64
2.4.3.4	Ordem Thysanoptera.....	65
2.4.3.5	Ordem Neuroptera	66
2.4.3.6	Ordem Diptera e Psocoptera	66
2.4.4	Avaliação dos tratamentos em função dos parâmetros ecológicos	68
2.4.5	Influência de fatores meteorológicos sobre a artropodofauna	71
2.5	CONCLUSÕES	73
	REFERÊNCIAS.....	74

3	ARTROPODOFAUNA ASSOCIADA AO DOSSEL DE <i>Acacia mearnsii</i> EM ÁREA RECUPERADA APÓS MINERAÇÃO E EM ÁREA NÃO MINERADA	83
3.1	INTRODUÇÃO.....	83
3.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	84
3.2.1	Localização e caracterização da área	84
3.2.2	Caracterização dos tratamentos	84
3.2.3	Metodologia de coleta e triagem	86
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	86
3.3.1	Levantamento populacional	86
3.3.2	Classe Arachnida	92
3.3.3	Classe Insecta	93
3.3.3.1	Ordem Coleoptera	94
3.3.3.2	Hemiptera	97
3.3.3.3	Hymenoptera	98
3.3.3.4	Neuroptera	99
3.3.3.5	Diptera	100
3.3.4	Avaliação dos tratamentos em função dos parâmetros ecológicos	100
3.3.5	Influência de fatores meteorológicos sobre a artropodofauna	102
3.4	CONCLUSÕES	103
	REFERÊNCIAS.....	104
4	DINÂMICA POPULACIONAL DE <i>Glycaspis brimblecombei</i> (HEMIPTERA: PSYLLIDAE) E DO PARASITOIDE <i>psyllaephagus bliteus</i> (HYMENOPTERA: ENCYRTIDAE) EM PLANTIO DE <i>Eucalyptus dunnii</i> NO RIO GRANDE DO SUL	111
4.1	INTRODUÇÃO.....	111
4.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	112
4.2.1	Localização e caracterização da área	112
4.2.2	Metodologia de coleta e triagem	112
4.2.3	Confirmação da espécie <i>P. bliteus</i>	113
4.2.4	Correlações	113
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	113
4.4	CONCLUSÕES	116
	REFERÊNCIAS.....	116
5	PRIMEIRO REGISTRO DE <i>Heteropsylla caldwelli</i> BURCKHARDT (HEMIPTERA: PSYLLIDAE) NO BRASIL E DINÂMICA POPULACIONAL EM <i>Enterolobium contortisiliquum</i> NO RIO GRANDE DO SUL	119
5.1	INTRODUÇÃO.....	119
5.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	121
5.2.1	Localização e caracterização da área	121
5.2.2	Metodologia de coleta	121
5.2.3	Análise estatística	121
5.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	122
5.4	CONCLUSÕES	125
	REFERÊNCIAS.....	125

1 ASPECTOS GERAIS

1.1 INTRODUÇÃO

A extração do carvão mineral representa uma atividade de importância para a economia brasileira, bem como para os municípios que detêm jazidas deste material. Neste contexto, no município de Candiota no estado do Rio Grande do Sul está localizada a maior reserva de carvão explorada a céu aberto do Brasil. Além da importância econômica, em períodos de déficit hídrico, a energia térmica assume um dos principais focos entre as possibilidades de manutenção do equilíbrio do sistema elétrico nacional (CRM, 2015).

Conforme Franco (2006) com as tecnologias atuais, o uso da energia elétrica gerada a partir da queima do carvão mineral se torna ambientalmente aceitável sendo, também uma alternativa técnica e economicamente viável. Entretanto, apesar dos benefícios socioeconômicos, as atividades de extração do carvão mineral e de recomposição da paisagem provocam alterações negativas na estrutura do solo, caracterizada pela frequente mistura dos horizontes com rejeitos de carvão, subsolo e pedaços de rochas, somando-se à compactação causada pelo empilhamento das camadas de solo e pelo uso de equipamentos e máquinas pesadas e de grande porte que trafegam na área, que virão a compor os chamados solos construídos (FRANCO, 2006). Neste contexto, Gaivizzo et al. (2002) destacam que solos minerados sofrem alterações físicas, químicas e biológicas ao longo do tempo, tornando difícil o restabelecimento do equilíbrio ecológico do ecossistema e o retorno para fins econômicos.

Deste modo o carvão mineral representa um importante recurso energético, entretanto também é responsável pela alteração das características físico-químicas do solo e, também pela produção e acúmulo de grandes volumes de rejeito conforme observado por Gaivizzo et al. (2002). Atualmente, as áreas são recuperadas por meio da recomposição topográfica do local recobrando a superfície com uma camada chamada “terra vegetal”. Estes autores ainda descrevem que, o estabelecimento e manutenção da comunidade de plantas nas áreas reconstruídas podem minimizar os impactos causados pela extração do carvão mineral.

Neste sentido, a Companhia Riograndense de Mineração (CRM), após a extração do carvão mineral, realiza a recuperação do solo através do plantio e estabelecimento de diferentes espécies de gramíneas e árvores buscando assim minimizar os processos de erosão que podem ocorrer em áreas de solo exposto (CRM, 2015). Deste modo, conforme as características da área minerada a ser recuperada são selecionadas espécies vegetais ou florestais que apresentem potencial de recobrimento e que suportem condições de baixa fertilidade e empecilhos físicos,

usualmente presentes em solos reconstituídos após a atividade de mineração (GAIVIZZO et al., 2002). Dentre as espécies florestais utilizadas na recuperação das áreas exploradas pela CRM, destacam-se *Eucalyptus dunnii* Maiden, *Acacia mearnsii* De Wild, *Dodonaea viscosa* (L.) Jacq. e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.

Ainda não se conhece as relações entre a vegetação e os artrópodos em áreas recuperadas após a mineração, deste modo para Thum e Costa (1995) o conhecimento da artropodofauna presente nos ecossistemas florestais é de fundamental importância para o entendimento das relações existentes entre a flora e os insetos a ela associados, bem como para identificar espécies-praga que utilizam estes ambientes como abrigo e local de reprodução. Apesar disso, devido à dificuldade de acesso ao dossel, tanto nas matas nativas como nas florestas plantadas, esta fração do ambiente florestal só começou a receber a devida atenção a partir de 1980, quando a adaptação de técnicas de escalada, junto com o surgimento e o aperfeiçoamento de outras técnicas facilitou o acesso e a amostragem nas mais diversas formações florestais favorecendo assim o desenvolvimento de novos estudos nesta área (BASSET et al., 2003; LINSENMAIR et al., 2001; STORK et al., 1987).

Assim, conforme observado por Silveira Neto et al. (1995), a percepção da diversidade de insetos presentes nos ecossistemas florestais assume uma importante conotação para estudos ecológicos e de manejo de pragas. Nesta realidade, o levantamento da riqueza e da abundância destes organismos tem sido uma das técnicas mais utilizadas na avaliação de mudanças no ambiente devido à sua biodiversidade, ciclo biológico e capacidade de adaptação, que geralmente ocorre em curto espaço de tempo.

Tanto no dossel das florestas plantadas como nas matas nativas existem diversas comunidades de artrópodos que se associam a estas copas formando uma estrutura complexa (SANTOS et al., 2003) que abriga uma diversidade significativa de nichos ecológicos (LAWTON 1978 e 1982), recursos estáveis (SOUTHWOOD 1961 e 1978), atratividade a potenciais colonizadores (FEENY 1975 e 1976), além das espécies da comunidade estarem troficamente interligadas (MORAN; SOUTHWOOD, 1982). Apesar desta importância, as investigações com fauna de artrópodos associada ao dossel, das espécies presentes no Brasil, se concentram na região amazônica e no pantanal, onde os trabalhos desenvolvidos se fundamentam na comparação entre áreas inundáveis e de terra firme (ADIS et al., 1984 e 1998; BATTIROLA et al., 2007; ERWIN, 1983; HURTADO GUERRERO et al., 2003; MARQUES et al., 2001, 2006 e 2007; SANTOS et al., 2003).

Assim, embora os dosséis das florestas plantadas e matas nativas abriguem uma grande riqueza e abundância de artrópodos, formando um emaranhado de relações entre estes e suas

plantas hospedeiras, a artropodofauna associada ao dossel da maioria das essências florestais ainda não vem recebendo a devida atenção. Os plantios de eucalipto, acácia-negra e áreas nativas carecem de informações referentes à artropodofauna associada às copas destas essências, logo, esta lacuna encobre importantes nichos ecológicos, que poderiam colaborar significativamente para o entendimento da artropodofauna presente nestes ambientes, principalmente no que se refere a abundância, riqueza e grau de similaridade destes ambientes.

No entendimento de Gallo et al. (2002) os levantamentos populacionais da artropodofauna são fundamentais para que se obtenha o conhecimento necessário para compreender a dinâmica populacional presente num determinado ambiente. Corroborando com o exposto, Garlet (2010) ressalta que estes levantamentos são importantes, pois compõe a primeira etapa do Manejo Integrado de Pragas (MIP), fornecendo informações sobre o ciclo biológico, picos de ocorrência e densidade populacional dos artrópodos. Esta autora destaca ainda, que o constante monitoramento viabiliza a realização de um programa de manejo de pragas adequado, sem prejudicar o rendimento da floresta, aumentando a eficiência e diminuindo os custos no controle de pragas, além de reduzir aplicações de inseticidas diminuindo deste modo a contaminação do ambiente.

Além disso, as espécies do gênero *Eucalyptus*, bem como a *Acacia mearnsii* estão entre as espécies mais plantadas no Rio Grande do Sul e no Brasil (IBA, 2016), em contrapartida pouco se sabe sobre a artropodofauna associada ao dossel destas espécies. Assim, tendo conhecimento de que a artropodofauna de copa representa uma parcela significativa da população associada às florestas nativas e aos plantios florestais, o não estudo destes habitats gera a exclusão de uma importante parcela da população de artrópodos associados a estes ambientes, que acabam não sendo estudados adequadamente. Deste modo, até o presente momento não existem registros de investigações científicas específicas sobre a artropodofauna associada à copa das espécies exóticas *Eucalyptus dunnii* Maiden e *Acacia mearnsii* De Wild, sendo que, o mesmo se observa para as espécies nativas *Dodonaea viscosa* (L.) Jacq. e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.

A elevada diversidade taxonômica juntamente com a variabilidade de hábitos alimentares e comportamentais dificultam o trabalho da sistemática de insetos, onde até mesmo a triagem e a identificação dos espécimens se tornam relativamente complexa em relação aos demais grupos de animais (CARRANO-MOREIRA, 2015). Logo, considerando a área florestal existente, o conhecimento da composição da artropodofauna nas regiões tropicais ou mesmo naquelas de clima temperado parece ser ainda incipiente (CANTARELLI; COSTA, 2014).

Para Lopes (2008) os insetos, que são a principal classe estudada entre os artrópodos, estão envolvidos em diversos processos ecológicos como decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes, polinização e dispersão de sementes, além de atuarem como agentes reguladores de plantas, animais e outros artrópodos, conseqüentemente são de fundamental importância para a manutenção de um ambiente equilibrado.

De acordo com Soares et al. (2003) existem diversos desafios relacionados ao estudo dos artrópodos, sendo que um destes desafios consiste em explicar o que determina a diversidade de espécies. Neste contexto, para Kneitel e Chase (2004) muitos fatores afetam a riqueza e a composição das espécies presentes nas diferentes comunidades biológicas. Estes fatos explicitam as dificuldades que são encontradas quando se busca compreender os diferentes aspectos relacionados ao Filo Arthropoda.

Desta maneira, considerando os fatos apresentados até então, este trabalho tem como principal objetivo estudar qualitativa e quantitativamente a artropodofauna associada ao estrato superior das seguintes espécies florestais: *Acacia mearnsii* De Wild, *Dodonaea viscosa* (L.) Jacq., *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. e *Eucalyptus dunnii* Maiden. Paralelamente procurou-se realizar um estudo comparativo, através dos parâmetros ecológicos, comparando a artropodofauna associada ao dossel florestal das espécies presentes nas áreas recuperadas após a atividade de extração do carvão mineral e em uma área não minerada.

Para que os objetivos propostos fossem alcançados, este estudo foi estruturado nos seguintes capítulos:

- Artropodofauna associada ao dossel de *Enterolobium contortisiliquum*, *Dodonaea viscosa* e *Eucalyptus dunnii* em áreas recuperadas após a atividade de mineração;
- Artropodofauna associada ao dossel de *Acacia mearnsii* em área recuperada após mineração e em área não minerada;
- Dinâmica populacional de *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) e do parasitoide *Psyllaephagus bliteus* (Hymenoptera: Encyrtidae) em plantio de *Eucalyptus dunnii* no Rio Grande do Sul;
- Primeiro registro de *Heteropsylla caldwelli* BURCKHARDT (Hemiptera: Psyllidae) no Brasil e dinâmica populacional em *Enterolobium contortisiliquum* no Rio Grande do Sul.

1.2 REVISÃO DA LITERATURA

1.2.1 Classe Arachnida

Segundo Carrano-Moreira (2015), entre outras características, os espécimens pertencentes a esta classe são classificados pela ausência de antenas, corpo dividido em cefalotórax e abdômen, presença de ocelos, com olhos compostos nunca presentes. De acordo com Dunlop e Webster (1999) esta classe está composta predominantemente por artrópodos terrestres, representando a maior e mais importante classe de quelicerados (aranhas, escorpiões, ácaros e carrapatos) com 95 mil espécies (THORP, 2009) divididas em 13 ordens, sendo Araneae e Scorpiones as mais conhecidas (WALTER; PROCTOR, 1999). Destas 95 mil espécies, 44 mil são aranhas (46,32 %) e 48 mil são ácaros (50,53 %). O restante está representado principalmente por carrapatos e escorpiões (THORP, 2009). As aranhas são predadoras, apresentando importância ecológica ao se alimentar de pequenos insetos (TRIPLEHORN; JOHNSON, 2004). Já os ácaros, dentre outras características (como a predação), tem importância econômica devido aos danos causados às plantas cultivadas (CARRANO-MOREIRA, 2015).

De acordo com Platnick (2006) a Ordem Araneae está subdividida nas Subordens Araneomorphae, Mesothelae e Mygalomorphae. Destas, as espécies associadas a Araneomorphae representam 90% do total de aranhas existentes, distribuídas em todo o globo terrestre, com exceção do ar e do mar aberto (FOELIX, 1996).

Os ácaros por sua vez, são os que possuem a maior diversidade de espécies dentre a Classe Arachnida. Conforme Walter e Proctor (1999) estes artrópodos são encontrados em praticamente todos os ambientes terrestres, tendo hábito alimentar diverso e apresentando importância em função dos danos que algumas espécies causam, bem como pelos aspectos positivos como predadores de pragas e auxílio na decomposição de materiais orgânicos (ROGGIA, 2007). A Família Tetranychidae, por sua vez, apresenta um número significativo de ácaros-praga, sendo muito amplo o número de espécies vegetais hospedeiras destes aracnídeos (PRITCHARD; BAKER, 1955).

1.2.2 Classe Insecta

De acordo com Carrano-Moreira (2015), entre outras características, os insetos são classificados pela presença de um par de antenas, dois ou três ocelos, três pares de pernas e

corpo dividido em cabeça, tórax e abdome. Os insetos representam a maior e mais diversificada classe de artrópodos com cerca de um milhão de espécies descritas (RAFAEL et al., 2012), agrupadas em 30 ordens (GALLO et al., 2002). Dentre estas destacam-se Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Neuroptera, Psocoptera e Thysanoptera, por terem sido as ordens coletadas neste estudo.

Coleoptera engloba a ordem mais representativa da Classe Insecta, incluindo cerca de 40% de todas as espécies conhecidas, com aproximadamente 350 mil espécies descritas nos mais diversos ecossistemas (CARRANO-MOREIRA, 2015) e com 28 mil espécies descritas para o Brasil (CASARI; IDE, 2012). De acordo com Elzinga (2000) as principais famílias em relação ao número de indivíduos são: Curculionidae, Chrysomelidae, Sthaphylinidae, Cerambycidae, Carabidae, Scarabaeidae, Tenebrionidae e Brupestidae com 50, 35, 30, 26, 25, 20,5, 20 e 13 mil indivíduos respectivamente. Entre as espécies destas famílias muitas causam danos econômicos a Silvicultura Brasileira, citando-se como exemplo o crisomelídeo *Costalimaita ferruginea* na eucaliptocultura e o cerambicídeo *Oncideres impluviata* na acacicultura (COSTA; D'AVILA; CANTARELLI, 2014).

A Ordem Hymenoptera inclui aproximadamente 120 mil espécies e, conforme Carrano-Moreira (2015), existe a perspectiva do aumento do número de espécies pois, nas regiões tropicais ainda há milhares de espécies de parasitóides a serem descobertas (MELO et al., 2012). Os himenópteros se destacam também pela presença de grupos com grande evolução na vida em sociedade (abelhas, formigas e cupins) com colônias verdadeiramente organizadas, em que cada indivíduo desempenha uma função, favorecendo deste modo, o crescimento de toda a colônia. Esta ordem inclui ainda espécies parasitoides ou predadoras (CARRANO-MOREIRA, 2015), como observado para as Famílias Braconidae, Encyrtidae, Eulophidae e Platygasteridae, utilizadas no controle biológico de insetos-praga (PARRA; COSTA; PINTO, 2011).

A Ordem Hemiptera está composta por 94 mil espécies distribuídas em 14 Famílias (GRAZIA et al., 2012) nas subordens Heteroptera, Sternorrhyncha e Auchenorrhyncha. Dentre estas, Heteroptera se destaca por abrigar espécies de importância nas mais diversas áreas, sendo que algumas espécies podem ser consideradas pragas ou predadoras. Neste sentido a subfamília Pentatomidae, com 607 espécies descritas no Brasil (GRAZIA et al., 1999) é uma das mais importantes dentro de Hemiptera, sendo que, a maioria dos pentatomídeos se alimentam da seiva das plantas, com registro de várias espécies-praga (PANIZZI, 1997). Porém, existem também espécies que apresentam potencial para serem utilizadas em programas de controle biológico de pragas, como é observado para a Subfamília Asopinae (GRAZIA et al., 1999).

A Ordem Thysanoptera está representada por 5.800 espécies distribuídas em nove famílias, com cerca de 520 espécies ocorrendo no Brasil (MONTEIRO; MOUND, 2012). Os trips ocorrem em todos os continentes, porém, apresentam predominância em regiões neotropicais (HODDLE et al., 2012) causando danos diretos ao se alimentar do tecido vegetal ou indiretamente ao transmitir diversas espécies de vírus (KIRK, 1997), entre estes *Zucchini lethal chlorosis virus* que infecta diversas espécies da Família Cucurbitaceae (GIAMPAN, 2007) e *Groundnut ringspot virus* que infecta plantios de *Citrullus lanatus* (LEÃO et al., 2014).

A Ordem Neuroptera está composta por 6.500 espécies em 17 Famílias, com 359 espécies presentes no Brasil (FREITAS; PENNY, 2012). As Famílias Chrysopidae e Mymeleontidae são as mais abundantes e amplamente distribuídas, com aproximadamente duas mil espécies (DALY; DOYEN; PURCELL III, 1998). Para Chrysopidae existem mais de 1.200 espécies descritas em aproximadamente 86 gêneros (BROOKS; BARNARD, 1990) e, conforme Freitas (2002), algumas espécies são classificadas como predadores de ácaros, cochonilhas, pulgões, cigarrinhas, psílideo e até mesmo outros neurópteros, com grande potencial no controle biológico de pragas.

A Ordem Diptera inclui 160 Famílias e 8.700 espécies presentes no Brasil (CARRANO-MOREIRA, 2015). Porém, de um modo geral, os estudos envolvendo dípteros ainda são incipientes diante da enorme diversidade do grupo e do pouco conhecimento desta entomofauna em muitos ecossistemas conforme observado por Carvalho et al. (2012).

Os psocópteros, Ordem Psocoptera, são conhecidos pelo seu hábito de roer diversos tecidos de origem animal ou vegetal, sendo muito conhecidos por atacar livros e roupas (CAMARGO et al., 2015). Das 5.500 espécies no mundo, 425 ocorrem no Brasil (ALDRETE; MOCKFORD, 2012).

1.2.3 Metodologias para a coleta de artrópodos no dossel florestal

Para as coletas diurnas, Gallo et al. (2002) recomendam a utilização de rede entomológica, rede de varredura, guarda-chuva entomológico, aspiradores, ou coleta manual com pinças. Já para as coletas noturnas, estes autores indicam o uso de armadilhas luminosas.

Costa (1986) analisou sete métodos de coleta para artrópodos associados à copa de Bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.), entre eles: guarda-sol de praia, funil, rede de copa, rede de varredura, guarda-chuva entomológico, ensacamento de copa e lona sobre o solo com aplicação de agrotóxico na copa ou vibração da mesma. O autor identificou mais de 140

espécies de artrópodos distribuídas em 14 ordens, concluindo que a rede de copa é o método mais adequado para levantamentos da fauna de artrópodos associados as copas dos bracatingais.

Insetos associados ao dossel das espécies *Rollinia rugulosa* Schlechtendal (Annonaceae); *Patagonula americana* Linnaeus (Boraginaceae); *Myrocarpus frondosus* Freire Allemão (Leguminosae); *Britoa guazumaefolia* (Cambessedes) Legrand, *Campomanesia xanthocarpa* Berg., *Eugenia uniflora* Linnaeus e *Myrciaria rivularis* Cambessedes (Myrtaceae); *Allophylus edulis* (Saint-Hilaire) Roldkofer e *Cupania vernalis* Cambessedes (Sapindaceae), também foram coletados por Thum e Costa (1997). Neste trabalho, os autores obtiveram um total de 1.872 exemplares, pertencendo a 12 ordens, enquanto que Thum (1996) pesquisando insetos associados as copas em floresta nativa encontrou 12 espécies da Ordem Hemiptera. Em outro estudo, Thum e Costa (1997) identificaram 13 ordens de insetos relacionados à artropodofauna de copa de diferentes espécies florestais exóticas. Em todos estes casos, foi utilizada a rede de varredura como instrumento de coleta.

A pulverização com inseticidas peritróides (ERWIN, 1983) também vem sendo empregada para a amostragem da artropodofauna associada ao dossel florestal, compondo uma metodologia utilizada mundialmente devido, principalmente, a relativa eficiência amostral em um curto intervalo de tempo (STORK et al., 1997). Utilizando-se desta metodologia (Canopy fogging), Marques et al. (2006) amostraram 13.713 insetos e 2.030 aracnídeos, com destaque para as Ordens Hymenoptera e Coleoptera que representaram 62,5% do total amostrado. Utilizando o mesmo método de coleta, Santos et al. (2003) analisaram a artropodofauna associada a copa de *Attalea phalerata* identificando 22 ordens totalizando 15.620 insetos e 1.567 aracnídeos. Novamente as ordens Coleoptera e Hymenoptera destacaram-se representando 62,4% do total amostrado.

Entre setembro de 2008 e agosto de 2009, 888 espécimens de *Thaumastocoris peregrinus* e 428 exemplares de *Ctenarytaina spatulata* foram coletados por Garlet (2010). Neste estudo, a autora realizou a amostragem através do ensacamento dos ramos em um plantio clonal de *E. grandis* x *E. urophylla* no município de Alegrete.

Entre 2014 e 2015, com o uso de uma rede de copa similar a utilizada neste estudo, Boscardin (2016) coletou 7.617 espécimes distribuídos em 150 espécies associados à copa de *Carya illinoensis* (nogueira-pecã) em áreas com diferentes preparos do solo e coveamentos. Este autor também realizou coletas de copa com armadilhas adesivas amarelas, totalizando 112.880 artrópodos distribuídos em 25 grupos taxonômicos, com destaque para a Família Thripidae e a Ordem Diptera com 56.440 e 35.013 indivíduos coletados respectivamente.

1.2.4 Nutrição das plantas e incidência de insetos-praga

Em situações normais o efeito da nutrição mineral nas plantas é diretamente relacionado com o aumento da produtividade da cultura em questão. Porém, Mendes et al. (2011) relatam que a nutrição mineral além de estar relacionada com a quantidade e a qualidade do produto final, também pode apresentar outros benefícios, como por exemplo, o aumento da resistência da planta ao ataque de pragas e doenças em alguns casos.

Neste sentido, Marschner (1986) refere-se à relação existente entre o estado nutricional da planta e o ataque de pragas havendo exemplos de deficiências nutricionais que favorecem a incidência de determinadas espécies-praga, enquanto outros apresentam correlação positiva entre o adequado suprimento nutricional e o aumento do ataque de insetos. Neste contexto, Fossati (1997) relata que povoamentos de *Ilex paraguariensis*, conhecida como erva-mate, com deficiência nutricional sofreram ataques mais significativos e tenderam a ter maior mortalidade quando comparadas a povoamentos adubados adequadamente. Em contrapartida, Salim e Saxena (1991) mencionam que existe uma relação positiva, em determinadas situações, entre a concentração de nitrogênio e a ocorrência de insetos-praga, como por exemplo, *Sogatella furcifera* (Hemiptera: Delphacidae) em arroz.

Neste sentido, no entendimento de Lara (1991) macro e micronutrientes eventualmente podem auxiliar no aumento da resistência das plantas, seja agindo sobre o inseto ou a planta hospedeira, estando este auxílio condicionado às demandas nutricionais específicas da espécie em questão. Ainda neste contexto, Panizzi e Parra (1991) identificaram o magnésio como o principal elemento químico exigido por *Anthonomus grandis* (Coleoptera: Curculionidae) (bicudo-do-algodoeiro). Também, em relação a este nutriente, Primavesi (1994) relata que somente em árvores de *Acacia mearnsii* com deficiência em magnésio se observou o ataque do anelador, *Oncideres impluviata* (Coleoptera: Cerambycidae). Segundo esta autora, os nematóides *Meloidogyna incognita* (Tylenchida: Heteroderidae) e *Meloidogyna exigua* (Tylenchida: Heteroderidae) são espécies-praga importantes em cafezais, especificamente em solos arenosos, onde a adubação verde com *Canavalia ensiformis* (feijão de porco) e adubação mineral com fósforo (P), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), auxiliou no controle destes nematóides.

Epicauta excavata (Coleoptera, Meloidae), segundo Primavesi (1997) ataca plantas cujas raízes liberam etanol, produto da respiração fermentativa que somente ocorre em plantas que crescem em solos compactos (baixa ventilação). Logo, intervenções que aumentam a aeração da camada superficial do solo auxiliam no controle de *E. excavata*. A autora descreve também algumas pragas que podem ser controladas com o uso correto de certos elementos

químicos, como por exemplo, *Elasmopalpus lignosellus* (Lepidoptera: Pyralidae) que somente atacou as plantas de milho e feijão quando as sementes eram deficientes em zinco. A lagarta-do-cartucho do milho, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), por sua vez pode causar danos significativos em milharais com deficiência em boro.

Com relação ao fósforo (P), no entendimento de Chaboussou (1999), apesar deste ser muito exigido pelos insetos, assim como o potássio (K) e o magnésio (Mg), não há indícios de aumento populacional significativo, como ocorre com o uso excessivo de nitrogênio (N), conforme observado por Archer et al. (1982), que constataram uma relação direta entre o aumento de nitrogênio (N) e a incidência de pulgões em plantios de sorgo. Já os macronutrientes, como o potássio (K) e o cálcio (Ca) estimulam a resistência das plantas, pois a adubação com K e Ca ocasiona a redução de aminoácidos livres na seiva, favorecendo a incorporação destes às proteínas, reduzindo assim o ataque de insetos-praga (CHABOUSSOU, 1999).

Outro elemento químico que se demonstra benéfico nas mais diversas culturas é o silício (Si). Este acarreta uma redução na perda de umidade ao regular a transpiração da planta através de folhas mais eretas, maior taxa fotossintética, maior teor de clorofila e maior absorção de CO₂ (KONRDÖRFER; PEREIRA; CAMARGO, 2003). Ainda, segundo Epstein (1999), o silício é capaz de se concentrar na epiderme, propiciando a formação de uma barreira de resistência mecânica à invasão de bactérias e fungos para o interior da planta, dessa forma, dificulta também o ataque de insetos herbívoros e sugadores. Neste contexto, segundo Dal Pogetto et al. (2007) a presença de silício nas células epidérmicas da folha dificulta o ataque de insetos herbívoros e sugadores, conforme observado pelo autor para as ninfas de *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) onde o acúmulo de sílica possibilitou a formação de uma barreira mecânica à penetração dos estiletes das ninfas controlando significativamente a infestação deste inseto-praga em mudas de *Eucalyptus camaldulensis*.

1.2.5 Influência das variáveis meteorológicas sobre os insetos

Segundo Auad e Fonseca (2017) os insetos, devido à natureza pecilotérmica, são muito propensos a responder rapidamente as variações de temperatura que podem alterar suas funções ecológicas, bem como as interações intra e interespecíficas. Estes autores referem como exemplo o trabalho realizado por Auad et al. (2009) em que, o aumento da taxa intrínseca de crescimento do afídeo *Rhopalosiphum padi* resultou na redução do tempo de desenvolvimento e elevação da capacidade reprodutiva até a temperatura limite de 28°C para o tempo de

desenvolvimento e de 20°C para as taxas reprodutivas. Neste contexto Wrege et al. (2017) consideram a temperatura do ar a mais importante variável meteorológica capaz de propiciar mudanças principalmente na dispersão, taxas de desenvolvimento e reprodução dos insetos.

A umidade do ar também pode exercer influência sobre o desenvolvimento dos insetos, uma vez que estes organismos possuem entre 70 e 90% de água em seus corpos. Assim, a umidade relativa do ar entre 40% e 80% fornece condições adequadas para o desenvolvimento, longevidade e fecundidade para a Classe Insecta (COSTA; D'AVILA; CANTARELLI, 2014).

A precipitação, de acordo com Silveira Neto et al. (1976), pode afetar os insetos ao influenciar umidade relativa do ar ou ao atuar diretamente sobre a entomofauna através da ação mecânica exercida pela chuva. Neste sentido chuvas prolongadas possivelmente leva os insetos a procurar abrigo, diminuindo assim a sua abundância durante estes períodos. Neste contexto, a influência da precipitação, de maneira geral, é melhor observada e compreendida em regiões com características de sazonalidade, com períodos denominados de estação seca e estação chuvosa, conforme observado nos trabalhos realizados por Marques et al. (2006) e Battirola et al. (2007) no Bioma Pantanal.

1.3 MATERIAL E MÉTODOS (METODOLOGIA GERAL)

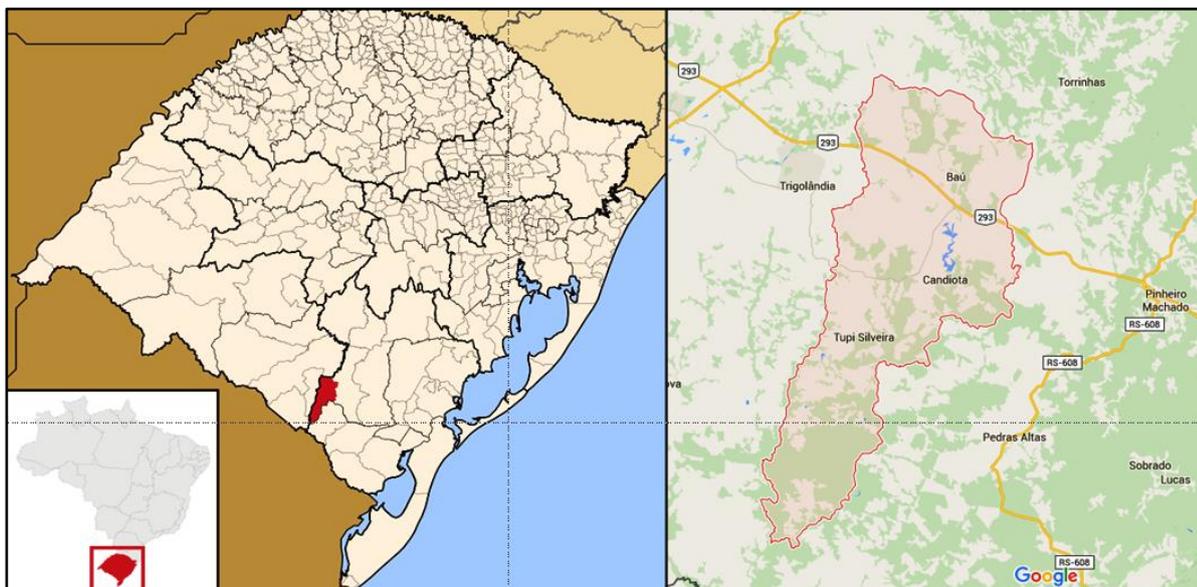
1.3.1 Localização e caracterização da área

As áreas estabelecidas para esta pesquisa estão localizadas na região da Campanha do estado do Rio Grande do Sul, mais especificamente no município de Candiota (Figura 1.1). Nesta localidade, a Companhia Riograndense de Mineração (CRM) explora a maior reserva de carvão a céu aberto do Brasil (CRM, 2015). O carvão mineral extraído pela CRM é transportado até a Usina Termelétrica Presidente Médici, administrada atualmente pela Companhia de geração térmica de energia elétrica (CGTEE), onde o carvão se torna matéria prima para a conversão da energia térmica em energia elétrica.

Os tratamentos estudados, detalhados em cada um dos capítulos subsequentes, estão inseridos no bioma Pampa, o qual, abrange os campos da metade sul e das Missões, compreendendo uma área aproximada de 176.496 km² (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2004). Em relação ao clima, a precipitação média anual é de 1.350 mm, com predomínio de chuvas nos meses de setembro e outubro, caracterizando assim um clima do tipo Cfa, ou seja, subtropical úmido, com verão quente (ALVARES et al., 2014),

com temperatura média no mês mais frio abaixo de 18°C e com temperatura média no mês mais quente maior ou igual a 22°C (MORENO, 1961).

Figura 1.1 – Localização do município de Candiota no estado do Rio Grande do Sul.



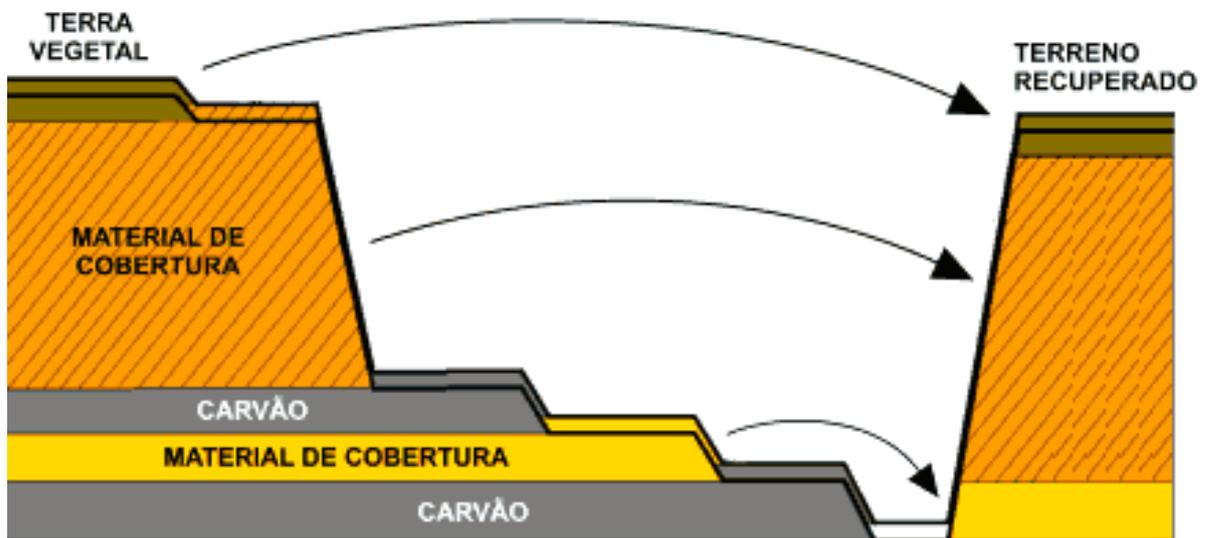
Fonte: Adaptado de Google Imagens e Mapas (2015).

1.3.2 A extração do carvão mineral e recuperação das áreas

Para ter acesso ao carvão mineral, depositado em média a 30 metros de profundidade, uma draga remove os primeiros horizontes pedogenéticos (horizontes A, B e Bt). Ao se alcançar os materiais de cobertura, compostos basicamente de arenito faz-se o uso de explosivos para fracionar e facilitar a remoção desta camada. Com a conclusão desta etapa, tem-se então acesso ao carvão mineral, que é retirado e encaminhado para a armazenagem temporária antes da moagem e envio a usina termoelétrica de Candiota (CRM, 2015).

Finalizada a atividade de extração, inicia-se o processo de recuperação das áreas mineradas. Atualmente as áreas mineradas passam por um processo de reconstrução topográfica, onde são depositadas as cinzas para compensar a retirada do carvão mineral e posteriormente as camadas de solo são realocadas buscando-se de preservar as características do solo o mais próximo possível das condições naturais (Figura 1.2). Após esta reconstituição topográfica, correção da acidez e fertilidade do solo ocorre o plantio de diferentes espécies arbustivas e arbóreas conforme as aptidões de cada local (CRM, 2015).

Figura 1.2 – Processo de exploração do carvão mineral e da recuperação de uma área minerada no município de Candiota, RS, 2015.



Fonte: Companhia Riograndense de Mineração (CRM, 2015), adaptado pelo autor (2016).

1.3.3 Coleta, triagem e identificação

Tendo como referência os trabalhos realizados por Costa (1986), Marques et al. (2006) e Santos et al. (2003), optou-se por utilizar a rede de copa (Figura 1.3) como instrumento para as coletas mensais no período entre maio de 2014 a abril de 2016. Costa (1986) descreve a rede de copa como uma adaptação da rede de varredura, proposta inicialmente por Beall (1935) e constituída por um aro de ferro de construção com 60 cm de diâmetro e um saco em formato de funil com 80 cm de comprimento.

O saco está composto de tecido do tipo cetim italiano, conforme o indicado por Costa e Link (1982) visando melhorar a eficiência do método de coleta, uma vez que este tecido é extremamente liso quando comparado com os sacos em formato de funis feitos com algodão. Assim, este material faz com que os artrópodos não consigam se fixar no tecido constituinte do funil coletor, sendo então direcionados ao recipiente de coleta. Em laboratório, todo o material coletado foi submetido à triagem, envolvendo neste processo: bandejas; água destilada; álcool 70%; pinças; pincéis e lupa de mão, e quando necessário foram utilizadas lupas estereoscópicas, tendo por base a mesma metodologia utilizada por Boscardin (2016).

Em cada data de coleta foram retiradas 20 amostras por tratamento, tomando-se somente uma amostra por árvore, ou seja, cada árvore representava uma repetição. Os ramos das árvores amostradas eram inseridos na rede de copa, sendo então a rede sacudida 10 vezes.

Os artrópodos amostrados foram identificados inicialmente com o auxílio de chaves taxonômicas para identificação dos grupos de acordo com a classe, ordem taxonômica e família, com o auxílio de material de apoio (CARRANO-MOREIRA, 2015). A seguir os morfotipos foram depositados na coleção do Laboratório de Entomologia da UFSM e também enviados a especialistas de cada grupo em estudo para a identificação da espécie em questão.

Figura 1.3 – Coleta da artropodofauna com o auxílio da rede de copa. Candiota, RS, 2015.



Fonte: Luciane Bordin Machado (2017).

1.3.4 Dados meteorológicos, análise de solo e foliar

Para subsidiar a interpretação dos resultados realizou-se o acompanhamento da temperatura média, da umidade relativa do ar, bem como da precipitação total nas áreas de estudo por meio de uma estação meteorológica instalada a aproximadamente um quilômetro de distância em relação ao tratamento mais distante. A leitura dos dados era diária, porém, na apresentação dos resultados foram considerados os valores médios do intervalo entre cada

coleta. Optou-se pelo cálculo da correlação de Spearman por esta ser específica para dados com distribuição não paramétrica, através do suplemento estatístico Action, disponibilizado pela Equipe Estatcamp (2014) e instalado junto ao Microsoft Office Excel 2016.

Para a análise de solo foram selecionados seis pontos de coleta na diagonal da linha e entrelinha de plantio, inseridos na área abrangida pelos 20 pontos de amostragem da artropodofauna. No caso da testemunha (campo nativo), como não houve o levantamento dos artrópodos devido à inexistência do dossel florestal, os seis pontos foram distribuídos aleatoriamente. Foram realizadas duas coletas, a primeira seis meses após o início do experimento e a segunda seis meses antes do término do levantamento. As amostras foram então, transportadas ao Laboratório de Fertilidade do Solo vinculado ao Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria, para a confecção dos Laudos de análise de solo.

Em relação à análise foliar foram realizadas duas coletas, ambas no mês de abril 2015 e 2016. Neste caso, a coleta do material vegetal (folhas ou folíolos) foi realizada nos mesmos pontos da amostragem da artropodofauna (terço médio e inferior das copas). Este material foi então encaminhado ao Laboratório de Ecologia Florestal (Labeflo) para a análise dos principais macros e micronutrientes presentes no material vegetal amostrado (folhas) através da digestão úmida em sistema aberto seguindo a metodologia descrita por Tedesco et al. (1995).

1.3.5 Análise estatística e parâmetros ecológicos

Todos os dados foram tabulados em planilha do Excel 2016 e submetidos a teste de normalidade e homogeneidade de variância para averiguar a conformação dos dados. Havendo necessidade, realizou-se a transformação dos dados tendo como referência as transformações propostas por Box e Cox (1964) antes de submeter os dados a análise de variância. As diferenças significativas entre as variáveis analisadas foram identificadas pelo teste t a 5% de probabilidade de erro, com auxílio do programa estatístico Assistat 7.6, desenvolvido por Silva e Azevedo (2009).

Quantitativamente os tratamentos foram caracterizados pelos parâmetros de riqueza (S) e abundância (N), representados respectivamente pelo total de espécies coletadas e pelo total de espécimens por coleta. Qualitativamente os tratamentos foram avaliados pelos seguintes parâmetros ecológicos (Índices): Similaridade de Simpson, Diversidade de Shannon, Equitabilidade de Pielou e Dominância de Berger-Parker. Estes parâmetros foram calculados

com o auxílio do programa estatístico PAST (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001), que também foi utilizado na construção dos dendrogramas.

REFERÊNCIAS

ADIS, J.; LUBIN Y. D.; MONTGOMERY, G. G. Arthropods from the canopy inundated and terra firme forests near Manaus, Brazil, with critical considerations on the pyrethrum-fogging technique. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 19, n. 4, p. 223-236, 1984.

ADIS, J. et al. Arthropods obtained from the Amazonian tree species “Cupiuba” (*Goupia glabra*) by repeated canopy fogging with natural pyrethrum. **Acta Amazônica**, v. 28, n.3, p. 273-283, 1998.

ALDRETE, A. N. G.; MOCKFORD, E.L. Psocoptera Shipley, 1904. In: RAFAEL, J. A. et al. (Eds.). **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2012. p. 423-437.

ALVARES, C. A. et al. Köppen’s climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014.

AUAD A. M. et al. The impact of temperature on biological aspects and life table of *Rhopalosiphum padi* (Hemiptera: Aphididae) fed with signal grass. **Florida Entomologist**, v. 92, n. 4, p. 569-577, 2009.

AUAD, A. M.; FONSECA, M. G. A entomologia nos cenários das mudanças climáticas. In: BETTIOL, W.; HAMADA, E; ANGELOTTI, F.; AUAD, A. M.; GHINI, R. (Eds.). **Aquecimento Global e Problemas Fitossanitários**. Brasília, DF: Embrapa, 2017, cap. 5, p. 93-115.

ARCHER, T. L. et al. Nitrogen fertilizer in hence on green bug (Homoptera, Aphididae) dynamics to sorghum. **Journal of Economic Entomology**, v. 75, n. 4, p. 695-698, 1982.

BASSET, Y. et al. Vertical stratification of arthropod assemblages. In: Basset, Y. et al. **Arthropods of tropical forests-spatio – temporal dynamics and resource use in the canopy**. Cambridge University Press, Cambridge, p. 17-29, 2003.

BATTIROLA, L. D. et al. Comunidade de Artrópodes Associada à Copa de *Attalea phalerata* Mart. (Arecaceae) durante o Período de Cheia no Pantanal de Poconé, MT. **Neotropical Entomology**, v. 36, n. 5, p. 640-651, 2007.

BEALL, G. A study of arthropods by the method of sweeping. **Ecology**, San Diego, v.16, n. 2, p. 216-225, 1935.

BOSCARDIN, J. **Artrópodos associados à cultura da noqueira-pecã [*Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch]**. 2016. 196 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

- BOX, G. E. P.; COX, D. R. An analysis of transformations. **Journal of the Royal Statistical Society**. Series B (Statistical Methodological), New York. v. 26, n. 2, p. 211-252, 1964.
- BROOKS, S. J.; BARNARD, P. C. The green lacewings of the world: a generic review (Neuroptera: Chrysopidae). **Bulletin of the British Museum of Natural History, Entomology Series**, v. 59, p. 117-286, 1990.
- CAMARGO et al. **Coleções Entomológicas: Legislação Brasileira, coleta, curadoria e taxonomia para as principais ordens**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 117 p., 2015.
- CANTARELLI, E. B.; COSTA, E. C. **Entomologia Florestal Aplicada**. 1. ed. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2014, 256p.
- CARRANO-MOREIRA, A. F. **Insetos: Manual de Coleta e Identificação**. Rio de Janeiro: Technical Books, 2015. 369 p.
- CARVALHO, C. J. B. et al. Diptera. In: RAFAEL, J. A. et al. (Eds.). **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2012. p. 701-743.
- CASARI, S.A; IDE, S. Coleoptera. In: RAFAEL, J. A. et al. **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. Ribeirão Preto: Hollos, 2012. 810 p.
- CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: a teoria da trofobiose**. 2. ed. Porto Alegre: L & PM, 1999. 272 p.
- COSTA, E. C. **Artrópodos associados à bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.)**, 1986. 271 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 1986.
- COSTA, E. C.; D'AVILA, M.; CANTARELLI, E. B. **Entomologia florestal.**, 3. ed. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2014. 256 p.
- COSTA, E. C.; LINK, D. Avaliação do material de confecção do saco da rede de varredura na eficiência da coleta de pragas da soja. **Revista Ciências Rurais**, v. 72, n. 4, p. 233-237, 1982.
- CRM (Companhia Riograndense de Mineração). **Etapas da mineração e recuperação ambiental**. Porto Alegre, 2015. Disponível em: < <http://www.crm.rs.gov.br>>.
- DAL POGETTO, M. H. F. et al. Efeito da aplicação de agrosilício em mudas de *Eucalyptus camaldulensis* no desenvolvimento biológico de *Glycaspis brimblecombei* (HEMIPTERA: PSYLLIDAE). In: **IV SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE SILÍCIO NA AGRICULTURA, Anais...**, Botucatu/SP: Universidade Estadual Paulista, p.213, 2007.
- DALY, H. V. DOYEN, J T.; PURCELL III, A. H. **Introduction to insect biology and diversity**. Oxford: Oxford University Press, 674 p., 1998.
- DUNLOP, J. A.; WEBSTER, M. Fossil evidence, terrestrialization and arachnid phylogeny. **The Journal of Arachnology**, v. 27, n. 1, p. 86-93, 1999.

ELZINGA, R. J. **Fundamentals of entomology**. New Jersey: Prentice Hall, 2000. 495 p.

EPSTEIN, E. Silicon. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Biology**, Palo Alto, v. 50, p. 641–664, 1999.

ERWIN, T. L. Beetles and other insects of tropical forest canopies at Manaus, Brazil, sampled insecticidal fogging. **Tropical Rain Forest Ecology and Management**. Blackwell Scientific, Oxford, England. p. 59-75, 1983.

FEENY, P. Biochemical coevolution between plants and their insect herbivores, p. 3-19. In: L. E. GILBERT; P. R. AVEN (eds.). **Coevolution of animal and plants**. Austin, University of Texas Press, 130p. 1975.

FEENY, P. **Plant appearance and chemical defense**. Recent Advanced Phytochemistry v.10, p. 1-40, 1976.

FRANCO, A. M. P. **Caracterização física de um solo construído na área de mineração de carvão de Candiota, RS**. 2006. 120 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2006.

FREITAS, F. A. de. et al. Fauna de Coleoptera coletada com armadilhas luminosas em plantios de *Eucalyptus grandis* em Santa Bárbara, Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 26, n.4, p.505-511, 2002.

FREITAS, S. O uso de crisopídeos no controle biológico de pragas. IN: PARRA, J. R. P. et al. (Orgs.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p. 209-219.

FREITAS, S. de; PENNY, N. D. Neuroptera. In: RAFAEL, J. A. et al. **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. Ribeirão Preto: Hollos, 2012. 810 p.

FOELIX, R. F. 1996. **Biology of spiders**. New York: Oxford, 330 p.

FOSSATI, L. C. **Avaliação do estado nutricional e da produtividade de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) em função do sítio e da Dióica**. 1997. 133 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1997.

GALLO, D. et al. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GARLET, J. **Levantamento populacional da entomofauna em plantios de *Eucalyptus* spp.** 2010. 84 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

GAIVIZZO, L. H. B. et al. Potencial poluidor de rejeitos carboníferos. II – Efeitos da recuperação com camadas de solo sobre as plantas e a poluição microbiana. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 6, p. 955-961, 2002.

GIAMPAN, J. S. **Zucchini lethal chlorosis virus (ZLCV): detecção, avaliação de danos em abobrinha de moita e reação de espécies de cucurbitáceas**. 2007. 51 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

GRAZIA, J. et al. Hemiptera. In: RAFAEL, J. A. et al. **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. Ribeirão Preto: Hollos, 2012. 810 p.

GRAZIA, J.; FORTES, N. D. F.; CAMPOS, L. A. 1999. Pentatomoidea IN: Joly, C. B. & Bicudo, C. E. de M. (Eds). **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: Síntese do conhecimento ao final do século XX. Invertebrados terrestres**. v.5. FAPESP, São Paulo, Brasil, p.101-112, 1999.

HAMMER, O.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica** v. 4, n.1, 2001. 9 p.

HODDLE, M. S.; MOUND, L. A.; PARIS, D. L. 2012. **Thrips of California**. CBIT Publishing, Queensland.

HURTADO GUERRERO, J. C. et al. Seasonal variation of canopy arthropods in Central Amazon, p.170-175. In: BASSET, Y. et al. (Eds.). **Arthropods of tropical forests. Spatio-temporal dynamics and resource use in the canopy**. Cambridge, Cambridge University Press, 2003. 474p.

IBÁ – **Indústria Brasileira de Árvores**. Relatório IBA 2016. São Paulo. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa da vegetação do Brasil e Mapa de biomas do Brasil**. 2004.

KIRK, W. D. J. Feeding. IN: LEWIS, T. **Thrips as crop pests**. New York: Cab International, 1997. cap. 3, p. 65-118.

KNEITEL, J. A.; CHASE, J. M. Trade-offs in community ecology: linking spatial scales and species coexistence. **Ecology Letters**, v. 7, n. 1, p. 69-80, 2004.

KONRDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. **Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura**. 2. ed. Uberlândia, GPSi/ICIAG/UFU, 2003. 28p. (Boletim Técnico, 1).

LARA, F. M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. São Paulo: ÍCONE, 1991. 336p.

LAWTON, J. H. Host plant influence on insect diversity: the effects of space and time. **Symposium of the Royal Entomological Society of London**, v. 9, p. 105-125, 1978.

LAWTON, J. H. Vacant niches and insaturated communities: a comparison of bracken herbivores at sites on two continents. **Journal of Animal Ecology**, v. 51, n. 2, p. 573-595, 1982.

LEÃO, E. U. et al. *Citrullus lanatus* is a new natural host of *Groundnut ringspot virus* in Brazil. **Journal of Phytopathology**, v. 163, n.11/12, p. 1014-1018, 2014.

LINSENMAIR, K. E. et al., 2001. **Tropical forest canopies: ecology and management**. Kluwer, Dordrecht.

LOPES, B. G. C. **Levantamento da entomofauna bioindicadora da qualidade ambiental em diferentes áreas do alto Jequitinhonha Minas Gerais.** Monografia de graduação, Escola Agrotécnica Federal de Inconfidentes, Inconfidentes, 47p. 2008.

MARQUES, M. I. et al. Arthropod diversity in canopy of *Vochysia divergens* Pohl (Vochysiaceae), a forest dominant in the Brazilian Pantanal. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 36, n. 3, p. 205-210, 2001.

MARQUES, M. I.; et al. Terrestrial arthropods from tree canopies in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 50, n. 2, p. 257-267, 2006.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** London: Academic Press, 1986. 647p.

MELO, G. A. R.; AGUIAR, A. P.; GARCETTE-BARRET, B. R. Hymenoptera. In: RAFAEL, J. A. et al. (Eds). **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia.** Ribeirão Preto, Editora Holos, 2012, p. 553-612.

MENDES, L. S. et al Adubação com silício: influência sobre o solo, planta, pragas e patógenos. **Cerrado Agrociências**, v. 2, p. 51-63, 2011.

MONTEIRO, R. C.; MOUND, L. A. Thysanoptera. In: RAFAEL, J. A. et al. **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia.** Ribeirão Preto: Hollos, 2012. 810 p.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 42 p.

PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas.** São Paulo: Malone, 1991. 359p.

PANIZZI, A. R. Wild hosts of Pentatomids: Ecological significance and role in their pest status on crops. **Revista de Entomologia**, n. 42, v. 1, p. 99-122, 1997.

PLATNICK, N. I. 2006. **The world spider catalog**, version 7.0 online. Disponível em <http://www.wsc.nmbe.ch/resources/archive/catalog_7.0/index.html>. Acessado em 23 de agosto de 2017.

PARRA, J. R.; COSTA, V. A.; PINTO, A. S. Insetos parasitoides. **Ciência e Ambiente**, n. 43, p. 19-36, 2011.

PRIMAVESI, A. M. **Manejo ecológico de pragas e doenças: técnicas alternativas para a produção agropecuária e defesa do meio ambiente.** São Paulo: Nobel, 1994, 137p.

PRIMAVESI, A. M. Microorganismos e insetos do solo. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA SOBRE PRAGAS DE SOLO, 6., 1997, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria/RS: Universidade Federal de Santa Maria, 1997. p.20-28.

PRITCHARD, A. E.; BAKER, E. W. **A revision of the spider mite family Tetranychidae.** San Francisco: Pacific Cost Entomology Society, 472 p. 1955.

RAFAEL, J. A. et al. (Ed.). **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia**. Ribeirão Preto: Holos, Editora, 2012. 796 p.

ROGGIA, S. **Ácaros tetraniquídeos (Prostigmata: Tetranychidae) associados à soja no Rio Grande do Sul: ocorrência, identificação de espécies e efeito de cultivares e de plantas daninhas**. 2007. 113 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

SANTOS, G. B. et al. Artrópodos associados à copa de *Attalea phalerata* Mart. (Arecaceae), na região do Pantanal de Poconé, Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 47, n. 2, p. 211-224, 2003.

SALIM, M.; SAXENA, R. C. Nutritional stresses and varietal resistance in rice: effects on whitebacked planthopper. **Crop Science** v. 31, n. 3, p. 797-805, 1991.

SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. Principal components analysis in the software Assistat-statistical attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTUMIDADE RELATIVAE, 7. Reno, USA: **Anais...** Reno, USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SILVEIRA NETO, S. et al. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo. Ceres, 1976. 419 p.

SILVEIRA NETO, S. et al. Uso da análise faunística de insetos na avaliação do impacto ambiental. **Scientia Agrícola**, v. 52, n. 1, p. 9-15, 1995.

SOARES, S. de A. et al. Temporal variation in the composition of ant assemblages (Hymenoptera, Formicidae) on trees in the Pantanal floodplain, Mato Grosso do Sul, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 57, n. 1, p. 84-90, 2013.

SOUTHWOOD, T. R. E. The number of species of insect associated with various trees. **Journal of Animal Ecology**, v. 30, p. 1-8, 1961.

SOUTHWOOD, T. R. E. **Ecological methods with particular reference to the study of insect population**. 2nd edition. London, Chapman & Hall, 1978. 524p.

STORK, N. E. Guild structure of Bornean rain forest trees. **Ecology Entomology**, v. 12, p. 69-80, 1987.

STORK N. E.; ADIS, J.; DIDHAM, R. K. 1997. **Canopy Arthropods**. Chapman & Hall, London, Strong, D.

TEDESCO, M. J. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS, 1995. 118 p. (Boletim Técnico).

THORP, J. H. Arthropoda and related groups. In: RESH, V. H.; CARDÉ, R. T. (Ed.). **Encyclopedia of insects**. Amsterdam: Academic Press, 2009.

THUM, A. B. **Entomofauna associada a copas de algumas essências florestais nativas**. 1996. 90 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1996.

THUM, A. B., COSTA, E. C. Percevejos coletados em copas de diferentes espécies florestais exóticas. In: JORNADA INTEGRADA DE PESQUISA, EXTENSÃO E ENSINO, 2., 1995, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 1995. 1036p. p.596.

THUM, A. B.; COSTA, E. C. Coreidae (Heteroptera) associados a espécies florestais. **Ciência Florestais**, v.7, n. 1, p. 27-31, 1997.

TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. **Borror and Delong's introduction to the study of insect**. 7^a. ed. Belmont: Thompson Brooks/Cole, 2004. 864 p.

WALTER, D. E.; PROCTOR, H. C. 1999. **Mites: ecology, evolution and behavior**. Sydney: UNSW Press, 322 p.

WREGE, M.; THOMAZINI, M. J. Influência das mudanças climáticas nas regiões de ocorrência de *Hypsipyla grandella*. In: BETTIOL, W.et al. (Eds.). **Aquecimento Global e Problemas Fitossanitários**. Brasília, DF: Embrapa, 2017, cap. 5, p. 93-115.

2 ARTROPODOFAUNA ASSOCIADA AO DOSEL DE *Enterolobium contortisiliquum*, *Dodonaea viscosa* E *Eucalyptus dunnii* EM ÁREAS RECUPERADAS APÓS A MINERAÇÃO

2.1 INTRODUÇÃO

As espécies do gênero *Eucalyptus*, bem como a *Acacia mearnsii* estão entre as espécies florestais mais plantadas no Rio Grande do Sul e no Brasil (AGEFLOR, 2016). Entretanto os estudos relacionados aos artrópodos associados aos dosséis destas espécies ainda são incipientes.

Assim, sabendo-se que a artropodofauna de copa representa uma parcela significativa da população associada às florestas nativas e aos plantios florestais, a incipiência das pesquisas científicas neste hábitat florestal excluiu uma importante parcela da população de insetos associados a estes ambientes, que acabam não sendo estudados adequadamente. Até o presente momento não se tem conhecimento sobre investigações científicas específicas sobre a artropodofauna associada à copa das espécies exóticas *Eucalyptus dunnii* Maiden e *Acacia mearnsii* De Wild, sendo que o mesmo se observa para as espécies nativas *Dodonaea viscosa* (L.) Jacq e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.

Deste modo, buscou-se avaliar a artropodofauna associada ao dossel das espécies *D. viscosa*, *E. contortisiliquum* e *E. dunnii*, utilizadas no processo de recuperação de quatro áreas (tratamentos no caso deste estudo) após a atividade de extração do carvão mineral, visando identificar a riqueza e abundância das espécies presentes nestas áreas e o grau de recuperação de cada área por meio da análise de parâmetros ecológicos relacionados aos artrópodos que habitam o dossel destas espécies florestais.

Paralelamente, procurou-se: correlacionar a artropodofauna presente no dossel de *D. viscosa*, *E. contortisiliquum* e *E. dunnii* com a temperatura média (°C), precipitação (mm) e umidade relativa do ar (%); identificar insetos-praga presentes nos tratamentos e se existe relação entre a ocorrência destes e as características do tratamento em questão, bem como verificar a similaridade na composição da artropodofauna nos diferentes tratamentos analisados.

2.2 REVISÃO DA LITERATURA

Na sequência é apresentada uma breve revisão de literatura com as três espécies estudadas neste capítulo. Como pode ser observado no subitem 2.3.2, referente ao material e métodos deste capítulo, o número de espécies presentes nesta revisão (três), difere do número de tratamentos (quatro). Este fato ocorre porque a espécie *E. dunnii* foi utilizada em dois tratamentos (T3 e T4) porém, em áreas com metodologias distintas em relação ao processo de recuperação da área minerada. Deste modo, esta breve revisão engloba as três espécies florestais que compõem os quatro tratamentos abordados neste capítulo.

2.2.1 *Enterolobium contortisiliquum*

A Família Leguminosae (Fabaceae) está atualmente constituída por três subfamílias: Caesalpinioideae, Papilionoideae e Mimosoideae, totalizando cerca de 19.325 espécies, distribuídas em aproximadamente 727 gêneros. Associado a subfamília Mimosoideae, o gênero *Enterolobium*, apresenta 11 espécies com distribuição exclusivamente neotropical, sendo o Brasil o seu provável centro de dispersão (LEWIS et al., 2005).

Segundo Mainieri e Chimelo (1989), *E. contortisiliquum* vem sendo empregada em projetos de recuperação de áreas degradadas devido ao rápido crescimento a plena luz (heliófila) e por ser pouco exigente quanto às características físico-químicas do solo. A madeira é leve, o que possibilita o uso na fabricação de peças de artesanato, brinquedos, embalagens e caixotes (LORENZI, 2002).

Em estudo realizado no Parque Estadual da Quarta Colônia, Marcuzzo (2012) identificou dentre as espécies avaliadas, *E. contortisiliquum* como tendo a maior dominância e frequência. Segundo esta autora, esse bom desempenho provavelmente está relacionado à alta rusticidade e funcionalidade desta espécie, pois a mesma é capaz de se desenvolver em solos pobres e tolerar a toxicidade de metais pesados quando presentes. Neste contexto, em solos contaminados por cobre, Silva et al. (2011) verificaram uma tendência da espécie em armazenar cobre nas raízes, com baixa translocação para a parte aérea, minimizando assim os efeitos tóxicos deste elemento químico.

Deste modo, apesar da importância ecológica associada a *E. contortisiliquum* nos ecossistemas naturais, bem como nos processos de recuperação de áreas degradadas pela ação antrópica, ainda existem pontos relacionados a silvicultura desta espécie que não foram suficientemente abordados. Neste contexto, um destes pontos se refere as diferentes espécies

de artrópodos que se encontram associadas ao dossel desta espécie e que, até então, não foram estudadas.

2.2.2 *Dodonaea viscosa*

Conhecida como vassoura-vermelha, *D. viscosa* pertence à Família Sapindaceae e de acordo com os estudos fitogeográficos realizados por Harrington e Gadek (2009) é originária da Austrália. Neste contexto, segundo Carvalho (2008) *D. viscosa* é uma espécie pioneira, heliófila, tolerante a seca e a solos de baixa fertilidade. De acordo com Lorenzi (2002) apresenta frutos secos membranosos dispersados pelo vento, sendo a germinação das sementes estimulada pela ação do fogo (AINSWORTH; KAUFFMAN, 2009).

Brack et al. (1998) relatam que os agrupamentos de indivíduos de *D. viscosa* formam uma vegetação pioneira com baixa riqueza específica e que apresenta uma homogeneidade fisionômica determinada pelos arbustos e árvores chamados comumente de vassouras. No Rio Grande do Sul ocorre nas florestas de restinga, atlântica, da encosta meridional da Serra Geral e da encosta da Serra do Sudeste (SOBRAL et al., 2006).

Nas pequenas propriedades rurais, segundo Schneider et al. (1999), *D. viscosa* é utilizada para lenha, trama, moirão e carvão, podendo também ser empregada para a estabilização e recuperação de encostas, principalmente, após a ocorrência de incêndios. Neste contexto Biali (2012) explica que esta espécie detém alto poder calorífico, sendo utilizada como fonte de lenha por pequenos agricultores que possuem povoamentos quase puros da mesma em áreas não utilizadas com outras culturas.

Apesar da importância da vassoura-vermelha nos ecossistemas naturais e nas pequenas propriedades existem pontos relacionados a silvicultura desta espécie que não foram abordados. Um destes refere-se aos artrópodos associadas ao dossel desta espécie florestal que, até então, não foram especificamente estudados.

2.2.3 *Eucalyptus dunnii*

Pertencente à Família Myrtaceae, o gênero *Eucalyptus* está representado por mais de 600 espécies, variedades e híbridos naturais (BOLAND et al., 1984), adaptadas as mais diversas condições de clima e solo, compondo grande parte da vegetação natural da Austrália, tendo também ocorrência na Indonésia e em algumas ilhas adjacentes (MORA; GARCIA, 2000),

desempenhando assim um papel fundamental na formação de diversos padrões ecológicos nas suas áreas de ocorrência natural (MYERSCOUGH, 1998).

No Brasil as primeiras mudas foram plantadas no Rio Grande do Sul em 1868 e, no mesmo ano, também foram estabelecidos alguns exemplares na Quinta da Boa Vista, no Rio de Janeiro (MORA; GARCIA, 2000). A introdução das espécies do gênero *Eucalyptus* ocorreu, inicialmente, para suprir a demanda de lenha pelas locomotivas movidas a vapor e para servir de dormentes para os trilhos das ferrovias da Companhia Paulista de Estradas de Ferro. A partir deste estabelecimento, os plantios de diferentes espécies estenderam-se para todo o centro e sul do país, intensificando-se a produção a partir de 1960, com a política de incentivo fiscal ao reflorestamento, especialmente para as grandes indústrias siderúrgicas, de papel e celulose (HASSE, 2006).

A diversidade de espécies associadas ao Gênero *Eucalyptus*, juntamente com significativa adaptabilidade e produção destacada de madeira e celulose fez, com que as espécies deste gênero alcançassem a primeira posição entre as árvores plantadas em nível estadual e nacional (IBA, 2016). Deste modo, diferentes espécies do gênero *Eucalyptus* vêm sendo plantadas para os mais diversos fins. Dentre estes, a utilização dos eucaliptos na recuperação de áreas degradadas vem se mostrando promissora, uma vez que, algumas espécies conseguem se estabelecer em solos e ambientes pouco tolerados por outras, resistindo a condições adversas como geada, período de estiagem e ataque de insetos-praga.

Em relação a *Eucalyptus dunnii*, a região de ocorrência natural concentra-se em pequenas áreas no nordeste de Nova Gales, ao sul e no sudeste de Queensland na Austrália com a precipitação média anual que varia de 845 mm a 1.950 mm, com regime de chuvas no verão e período de dois meses de estação seca. A temperatura média anual oscila de 14 °C a 18 °C, a temperatura máxima do mês mais quente de 24 °C a 29 °C, e a temperatura mínima do mês mais frio de -1 °C a 7 °C (JOVANOVIC; ARNOLD; BOOTH, 2000).

Assim, esta espécie tem se destacado na região Sul, tanto pelo seu rápido crescimento, excelente forma e, principalmente, por sua tolerância a injúrias causadas pela geada. Segundo Boland et al. (1984), *E. dunnii* apresenta porte elevado, podendo atingir até 50 metros de altura.

2.3 MATERIAL E MÉTODOS

2.3.1 Localização e caracterização da área

As informações referentes a localização e caracterização da área estão descritas no item 1.3.1 do Capítulo 1.

2.3.2 Tratamentos

Neste capítulo as áreas recuperadas, com espécies florestais, após a extração do carvão mineral constituíram os seguintes tratamentos: Tratamento 1 (T1) área recuperada com o plantio de *E. contortisiliquum*, com sete anos de idade, localizado nas coordenadas 31°33'21" Sul e 53°42'52" Oeste, em uma área de aproximadamente 1,5 hectares; Tratamento 2 (T2) área recuperada com regeneração natural e plantio de *D. viscosa*, com sete anos de idade, localizado nas coordenadas 31°33'52" Sul e 53°42'16" Oeste, em uma área de aproximadamente 1,2 hectares; Tratamento 3 (T3) área recuperada através do plantio de *E. dunnii*, com sete anos de idade, localizado nas coordenadas 31°33'44,5" Sul e 53°43'33,5" Oeste, em uma área de aproximadamente 1,8 hectares; Tratamento 4 (T4) área recuperada com um plantio de *E. dunnii* com 20 anos de idade, localizado nas coordenadas 31°33'50" Sul e 53°43'20" Oeste, em uma área de aproximadamente 1,8 hectares.

No Tratamento 4 (T4) a área abrangida pelo mesmo foi explorada durante a década de 70, antes da vigência da legislação ambiental atual. Assim, naquela época, não havia uma grande preocupação com a recuperação das áreas mineradas. Consequentemente, até a década de 90, a área correspondente ao Tratamento 4 (T4) era utilizada como um depósito de subprodutos da mineração (principalmente cinza e rejeitos).

Deste modo, a principal característica de T4 está relacionada aos diferentes perfis pedogenéticos do solo que não foram realocados conforme a sua ocorrência natural (horizonte A, B, Bt e C) originando consequentemente um solo com características químicas e físicas que dificultam o estabelecimento de espécies vegetais que não toleram baixa fertilidade, solos ácidos e impedimentos físicos que dificultam o desenvolvimento do sistema radicular.

Para a análise de solo a amostragem foi realizada conforme a metodologia descrita no item 1.3.4 do Capítulo 1. Estas amostras foram então transportadas ao Laboratório de Fertilidade do Solo vinculado ao Centro de Ciências Rurais para a confecção dos Laudos de análise de solo (Tabela 2.1).

Tabela 2.1 – Análise do solo dos cinco tratamentos em estudo no município de Candiota, RS, 2015.

Trat.	pH	MO	ARGILA	Cu	Zn	B	Fe	Mn	Ca	Mg	Al	CTC
	H ₂ O		%	mg/dm ³					(cmolc/dm ³)			
T1	5,8	3,2	33,5	1,1	2,4	0,7	1.413,2	35,0	6,1	2,6	0,2	8,8
T2	3,9	3,2	33,5	1,4	2,7	0,4	3.358,0	64,2	2,3	1,1	5,5	9,1
T3	4,1	2,3	44,0	1,3	1,9	0,3	1.864,7	50,4	1,3	1,1	3,5	6,1
T4	3,5	5,0	14,5	0,7	1,5	0,7	465,5	27,2	1,0	0,4	8,7	10,4
TE	5,0	1,9	19,0	1,5	8,5	0,3	3.281,9	59,7	3,0	1,1	0,4	4,7

Tratamentos: plantio de *E. contortisiliquum* (T1); plantio e regeneração natural de *D. viscosa* (T2); plantio de *E. dunnii* em área recuperada logo após a mineração (T3); plantio de *E. dunnii* em área de passivo ambiental (T4); (TE) = Campo nativo localizado na mesma área de abrangência dos tratamentos (Testemunha).

Fonte: Autor (2018).

Na coleta do material vegetal (folhas) a amostragem foi realizada conforme a metodologia descrita no item 1.3.4 do Capítulo 1. Estas amostras foram então transportadas ao Laboratório de Ecologia Florestal (Labeflo) para a análise dos principais macro e micronutrientes presentes nas folhas através da digestão úmida em sistema aberto seguindo a metodologia descrita por Tedesco et al. (1995) (Tabela 2.2).

Tabela 2.2 – Análise nutricional da copa, através das folhas dos quatro tratamentos em estudo no município de Candiota, RS, 2015.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
T1	30,4	1,1	10,7	6,8	3,0	2,2	30,1	8,6	265,8	218,3	11,1
T2	24,2	1,4	13,6	4,1	3,8	2,3	21,3	6,4	208,7	175,9	21,0
T3	34,0	1,6	13,3	7,4	2,8	2,6	27,6	11,0	230,1	188,6	22,1
T4	28,0	1,5	11,0	9,9	3,3	1,8	32,0	9,0	203,2	815,6	17,2

Tratamentos: plantio de *E. contortisiliquum* (T1); plantio e regeneração natural de *D. viscosa* (T2); plantio de *A. mearnsii* (T3); plantio de *E. dunnii* em área recuperada logo após a mineração; plantio de *E. dunnii* em área de passivo ambiental (T4).

Fonte: Autor (2018).

No início do experimento foi realizado um levantamento das variáveis dendrométricas de 30 árvores/tratamento utilizando-se de uma fita dendrométrica realizou-se a leitura da variável diâmetro a altura do peito (DAP) e, com o auxílio de um hipsômetro Vertex realizou-

se a leitura da variável altura (h). Os valores médios de DAP e de altura por tratamento foram iguais a 7,79 cm e 3,17 m para T1; 7,82 cm e 5,63 m para T2; 13,4 cm e 13,37 m para T3 e 9,26 cm e 15,41 m para T4.

2.3.3 Metodologia de coleta e triagem

As informações referentes a metodologia de coleta e triagem estão descritas no item 1.3.3, do Capítulo 1.

2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.4.1 Levantamento populacional

No período de maio de 2014 a abril de 2016 a artropodofauna associada ao dossel das espécies florestais nos diferentes tratamentos totalizou 9.136 espécimens distribuídas em 125 grupos taxonômicos (Famílias, Gêneros e Espécies) nas Classes Insecta e Arachnida (Tabela 2.3). Na Classe Insecta ocorreu a maior riqueza observada (Sobs = 102) e a maior abundância com 97,12% do total coletado (8.873 indivíduos). Na Classe Arachnida foram contabilizados 263 indivíduos, equivalente a 2,88 % do total amostrado, com menor riqueza observada (Sobs = 23).

O predomínio da Classe Insecta em estudos relacionados a artropodofauna de copa também foi registrada, entre outros estudos, por Boscardin (2016), Costa (1986), Marques et al. (2006), Marques et al. (2007) e Santos et al. (2003) respectivamente em copas de *Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch no Rio Grande do Sul, *Mimosa scrabella* Beth no Paraná, *Vochysia divergens* Pohl, *Calophyllum brasiliense* Cambess e *Attalea phalerata* Mart. ex Spreng. no Pantanal Mato-Grossense. A maior abundância e riqueza da Classe Insecta frente a Arachnida provavelmente está relacionada a capacidade de adaptação, rápido desenvolvimento e alto potencial de reprodução da maioria dos insetos. Esses atributos, segundo Carrano-Moreira (2015) conferem aos insetos substancial vantagem sobre outros grupos. Devido a isto, os insetos são encontrados em grande quantidade e diversidade em praticamente todos os ambientes terrestres.

Tabela 2.3 – Artrópodos coletados com rede, em copas de *E. contortisiliquum*, *D. viscosa* e *E. dunnii*, em áreas recuperadas após a atividade de extração de carvão mineral no município de Candiota, Rio Grande do Sul, entre maio de 2014 e abril de 2016.

(continua)

Taxa	<i>E. contortisiliquum</i>		<i>D. viscosa</i>		<i>E. dunnii</i> (7 anos)		<i>E. dunnii</i> (20 anos)		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
CLASSE ARACHNIDA										
Ordem Prostigmata										
Família Tetranychidae										
*spp.	1	2,33	26	60,47	12	27,9	4	9,3	43	100
Total Prostigmata	1	2,33	26	60,47	12	27,91	4	9,3	43	100
Ordem Araneae										
Família Anyphaenidae										
<i>Arachosia praesignis</i> (Keyserling, 1891)	7	3,18	71	32,27	–	–	3	1,36	81	36,82
<i>Arachosia striata</i> (Keyserling, 1891)	1	0,45	1	0,45	–	–	–	–	2	0,91
<i>Sanogasta minuta</i> (Keyserling, 1891)	–	–	5	2,27	1	0,45	2	0,91	8	3,64
<i>Xiruana hirsuta</i> (Mello-Leitão, 1938)	1	0,45	4	1,82	10	4,55	2	0,91	17	7,73
Família Araneidae										
<i>Eustala</i> sp.	1	0,45	1	0,45	1	0,45	–	–	3	1,36
<i>Mastophora</i> sp.	–	–	1	0,45	–	–	–	–	1	0,45
<i>Parawixia audax</i> (Blackwall, 1863)	–	–	1	0,45	–	–	–	–	1	0,45
Família Dictynidae										
<i>Thallumetus</i> sp.	–	–	–	–	1	0,45	–	–	1	0,45
Família Eutichuridae										
<i>Cheiracanthium inclusum</i> (Hentz, 1847)	–	–	–	–	1	0,45	–	–	1	0,45
Família Linyphiidae										
<i>Sphecozone</i> sp.	–	–	28	12,73	3	1,36	1	0,45	32	14,55
Família Lycosidae										
<i>Hogna</i> sp.	1	0,45	–	–	1	0,45	–	–	2	0,91

Tabela 2.3 – Artrópodos coletados com rede, em copas de *E. contortisiliquum*, *D. viscosa* e *E. dunnii*, em áreas recuperadas após a atividade de extração de carvão mineral no município de Candiota, Rio Grande do Sul, entre maio de 2014 e abril de 2016.

(continuação)

<i>Taxa</i>	<i>E. contortisiliquum</i>		<i>D. viscosa</i>		<i>E. dunnii</i> (7 anos)		<i>E. dunnii</i> (20 anos)		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Família Philodromidae										
<i>Berlandiella</i> sp.	2	0,91	–	–	2	0,91	–	–	4	1,82
Família Salticidae										
<i>Cotinusa</i> sp.	–	–	6	2,73	–	–	–	–	6	2,73
<i>Gastromicans</i> sp.	47	21,36	–	–	1	0,45	1	0,45	49	22,27
<i>Lyssomanes</i> sp.	–	–	–	–	1	0,45	–	–	1	0,45
Família Tetragnathidae										
<i>Leucauge</i> sp.	–	–	–	–	4	1,82	–	–	4	1,82
Família Theridiidae										
<i>Argyrodes elevatus</i> (Walckenaer, 1842)	–	–	–	–	1	0,45	–	–	1	0,45
<i>Platnickina mneon</i> (Bösenberg & Strand, 1906)	–	–	2	0,91	–	–	–	–	2	0,91
<i>Theridion</i> sp.	–	–	1	0,45	–	–	–	–	1	0,45
Família Thomisidae										
<i>Misumenops</i> sp.1	1	0,45	–	–	–	–	–	–	1	0,45
<i>Misumenops</i> sp.2	–	–	1	0,45	–	–	–	–	1	0,45
<i>Tmarus</i> sp.	–	–	–	–	1	0,45	–	–	1	0,45
Total Araneae	61	27,73	122	55,45	28	12,73	9	4,09	220	100
CLASSE INSECTA										
Ordem Coleoptera										
Família Aderidae										
<i>Aderus</i> sp.	–	–	2	0,34	7	1,19	–	–	9	1,54
Família Anthribidae										
<i>Araecerus fasciculatus</i> (Degeer, 1775)	1	0,17	–	–	–	–	–	–	1	0,17

Tabela 2.3 – Artrópodos coletados com rede, em copas de *E. contortisiliquum*, *D. viscosa* e *E. dunnii*, em áreas recuperadas após a atividade de extração de carvão mineral no município de Candiota, Rio Grande do Sul, entre maio de 2014 e abril de 2016.

Taxa	(continuação)									
	<i>E. contortisiliquum</i>		<i>D. viscosa</i>		<i>E. dunnii</i> (7 anos)		<i>E. dunnii</i> (20 anos)		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Família Attelabidae										
<i>Haplorhynchites</i> sp.	1	0,17	3	0,51	–	–	–	–	4	0,68
Família Buprestidae										
<i>Pachyschelus</i> sp.	–	–	–	–	1	0,17	–	–	1	0,17
Família Cantharidae										
<i>Discodon</i> sp.	–	–	–	–	1	0,17	–	–	1	0,17
Família Carabidae										
<i>Lebia</i> (<i>Chelonodema</i>) sp.	–	–	2	0,34	–	–	–	–	2	0,34
Família Cerambycidae										
<i>Engyum quadrinotatum</i> Thomson, 1864	1	0,17	1	0,17	–	–	–	–	2	0,34
Família Chrysomelidae										
<i>Calligrapha polyspilla</i> (Germar, 1821)	–	–	1	0,17	1	0,17	1	0,17	3	0,51
<i>Colaspis</i> sp.	–	–	–	–	1	0,17	–	–	1	0,17
<i>Diabrotica speciosa</i> (Germar, 1824)	10	1,71	3	0,51	3	0,51	8	1,37	24	4,1
<i>Euryscopa</i> sp.	1	0,17	–	–	–	–	–	–	1	0,17
<i>Longasphaera</i> sp.	–	–	1	0,17	–	–	–	–	1	0,17
<i>Longitarsus</i> sp.	–	–	–	–	–	–	1	0,17	1	0,17
<i>Megacerus</i> (<i>Pachybruchus</i>) sp.	–	–	1	0,17	–	–	–	–	1	0,17
<i>Megascelis</i> sp.	–	–	1	0,17	1	0,17	–	–	2	0,34
<i>Nodonota</i> sp.	–	–	–	–	1	0,17	–	–	1	0,17
<i>Pachybrachis</i> sp.	–	–	1	0,17	–	–	–	–	1	0,17
<i>Paranapiacaba</i> sp.	–	–	1	0,17	–	–	–	–	1	0,17
<i>Stator limbatus</i> (Horn, 1873)	37	6,31	186	31,74	61	10,41	45	7,68	329	56,14

Tabela 2.3 – Artrópodos coletados com rede, em copas de *E. contortisiliquum*, *D. viscosa* e *E. dunnii*, em áreas recuperadas após a atividade de extração de carvão mineral no município de Candiota, Rio Grande do Sul, entre maio de 2014 e abril de 2016.

(continuação)

<i>Taxa</i>	<i>E. contortisiliquum</i>		<i>D. viscosa</i>		<i>E. dunnii</i> (7 anos)		<i>E. dunnii</i> (20 anos)		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Spintherophyta</i> sp.	–	–	–	–	1	0,17	–	–	1	0,17
Família Coccinellidae										
<i>Cycloneda sanguinea</i> (Linnaeus, 1763)	–	–	–	–	1	0,17	–	–	1	0,17
<i>Harmonia axyridis</i> (Pallas, 1773)	2	0,34	8	1,37	–	–	3	0,51	13	2,22
<i>Hyperaspis</i> sp.	1	0,17	–	–	–	–	–	–	1	0,17
<i>Scymnus</i> (<i>Pullus</i>) sp.	–	–	2	0,34	–	–	1	0,17	3	0,51
<i>Zagloba</i> sp.	–	–	1	0,17	2	0,34	–	–	3	0,51
Família Curculionidae										
<i>Cryptorhynchus</i> sp.	–	–	–	–	1	0,17	–	–	1	0,17
<i>Cylindrocerus</i> sp.	–	–	3	0,51	–	–	–	–	3	0,51
<i>Gonipterus pulverulentus</i> Lea, 1897	–	–	–	–	–	–	5	0,85	5	0,85
<i>Naupactus</i> sp.	–	–	11	1,88	3	0,51	1	0,17	15	2,56
<i>Pandeleteius</i> sp.	–	–	14	2,39	1	0,17	–	–	15	2,56
<i>Sibinia</i> sp.	1	0,17	–	–	–	–	–	–	1	0,17
Família Dryophthoridae										
<i>Sitophilus oryzae</i> (Linnaeus, 1763)	–	–	–	–	–	–	1	0,17	1	0,17
Família Latridiidae										
<i>Melanophthalma</i> sp.	5	0,85	98	16,72	10	1,71	3	0,51	116	19,8
Família Melyridae										
<i>Attalus</i> sp.	–	–	–	–	3	0,51	–	–	3	0,51
Família Mordellidae										
<i>Mordella</i> sp. 1	–	–	1	0,17	–	–	–	–	1	0,17
<i>Mordella</i> sp. 2	–	–	–	–	–	–	1	0,17	1	0,17

Tabela 2.3 – Artrópodos coletados com rede, em copas de *E. contortisiliquum*, *D. viscosa* e *E. dunnii*, em áreas recuperadas após a atividade de extração de carvão mineral no município de Candiota, Rio Grande do Sul, entre maio de 2014 e abril de 2016.

<i>Taxa</i>	(continuação)									
	<i>E. contortisiliquum</i>		<i>D. viscosa</i>		<i>E. dunnii</i> (7 anos)		<i>E. dunnii</i> (20 anos)		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Família Mycetophagidae										
<i>Litargus tetraspilotus</i> (Leconte, 1856)	–	–	3	0,51	–	–	1	0,17	4	0,68
Família Nitidulidae										
<i>Lasiodactylus</i> sp.	–	–	–	–	1	0,17	–	–	1	0,17
Família Phalacridae										
<i>Stilbus</i> sp.	–	–	3	0,51	–	–	–	–	3	0,51
Família Ptinidae										
<i>Tricorynus</i> sp.	–	–	1	0,17	–	–	–	–	1	0,17
<i>Petalium</i> sp.	–	–	1	0,17	3	0,51	1	0,17	5	0,85
Família Scarabaeidae										
<i>Canthidium</i> sp.	1	0,17	–	–	–	–	–	–	1	0,17
Família Scirtidae										
<i>Scirtes</i> sp.	–	–	1	0,17	–	–	–	–	1	0,17
Total Coleoptera	61	10,41	350	59,73	103	17,58	72	12,29	586	100
Ordem Diptera										
Família Culicidae										
*spp.	35	8,64	94	23,21	58	14,32	218	53,83	405	100
Total Diptera	35	8,64	94	23,21	58	14,32	218	53,83	405	100
Ordem Hemiptera										
Família Alydidae										
<i>Apidaurus conspersus</i> Stal, 1870	1	0,02	–	–	–	–	–	–	1	0,02
<i>Hyalimenus (Tivarbus) tarsatus</i> (Fabricius, 1803)	–	–	3	0,05	–	–	–	–	3	0,05

Tabela 2.3 – Artrópodos coletados com rede, em copas de *E. contortisiliquum*, *D. viscosa* e *E. dunnii*, em áreas recuperadas após a atividade de extração de carvão mineral no município de Candiota, Rio Grande do Sul, entre maio de 2014 e abril de 2016.

<i>Taxa</i>	(continuação)									
	<i>E. contortisiliquum</i>		<i>D. viscosa</i>		<i>E. dunnii</i> (7 anos)		<i>E. dunnii</i> (20 anos)		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Família Anthocoridae										
*sp.	–	–	4	0,07	–	–	–	–	4	0,07
Família Asopinae										
*sp.	–	–	2	0,03	–	–	–	–	2	0,03
Família Coreidae										
<i>Hypselonotus interruptus</i> Hahn, 1833	5	0,08	1	0,02	–	–	–	–	6	0,1
Família Membracidea										
<i>Enchenopa gracilis</i> (Germar, 1818)	1	0,02	–	–	–	–	–	–	1	0,02
Família Pentatomidae										
<i>Arvelius</i> sp.	–	–	1	0,02	–	–	–	–	1	0,02
<i>Brontocoris tabidus</i> (Signoret, 1863)	–	–	4	0,07	–	–	–	–	4	0,07
<i>Edessa meditabunda</i> (Fabricius, 1794)	–	–	6	0,1	–	–	–	–	6	0,1
<i>Piezodorus guildinii</i> (Westwood, 1837)	14	0,24	31	0,52	16	0,27	28	0,47	89	1,5
Família Psyllidae										
<i>Ctenarytaina eucalypti</i> (Maskell, 1890)	–	–	–	–	137	2,31	29	0,49	166	2,8
<i>Glycaspis brimblecombei</i> (Moore, 1964)	–	–	–	–	81	1,36	312	5,25	393	6,62
<i>Heteropsylla caldwelli</i> (Burckhart, 1987)	4.332	72,95	–	–	–	–	–	–	4.332	72,95
Família Rhopalidae										
<i>Jadera</i> sp.	3	0,05	6	0,1	–	–	1	0,02	10	0,17
Família Thaumastocoridae										
<i>Thaumastocoris peregrinus</i> Carpintero & Dellapé 2006	–	–	–	–	30	0,51	868	14,62	898	15,12

Tabela 2.3 – Artrópodos coletados com rede, em copas de *E. contortisiliquum*, *D. viscosa* e *E. dunnii*, em áreas recuperadas após a atividade de extração de carvão mineral no município de Candiota, Rio Grande do Sul, entre maio de 2014 e abril de 2016.

<i>Taxa</i>	<i>E. contortisiliquum</i>		<i>D. viscosa</i>		<i>E. dunnii</i> (7 anos)		<i>E. dunnii</i> (20 anos)		(continuação) Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Superfamília Aphidoidea										
*spp.	8	0,13	3	0,05	8	0,13	3	0,05	22	0,37
Total Hemiptera	4.364	73,49	61	1,03	272	4,58	1241	20,9	5.938	100
Ordem Hymenoptera										
Família Braconidae										
<i>Apanteles</i> sp.	1	0,1	–	–	–	–	–	–	1	0,1
<i>Aphidius</i> sp.	–	–	–	–	–	–	1	0,1	1	0,1
<i>Bracon</i> sp.	–	–	2	0,19	–	–	–	–	2	0,19
<i>Heterospilus</i> sp.	–	–	1	0,1	–	–	–	–	1	0,1
<i>Phanerotoma</i> sp.	–	–	–	–	2	0,19	–	–	2	0,19
<i>Urosigalphus</i> sp.	1	0,1	–	–	–	–	–	–	1	0,1
<i>Opius</i> sp.	–	–	–	–	–	–	1	0,1	1	0,1
Família Encyrtidae										
<i>Psyllaephagus bliteus</i> Reik 1962	–	–	–	–	–	–	135	12,89	135	12,89
Família Eulophidae										
<i>Aprostocetus</i> sp.	1	0,1	5	0,48	–	–	–	–	6	0,57
<i>Euplecturs</i> sp.	–	–	–	–	1	0,1	–	–	1	0,1
<i>Galeopsomyia</i> spp.	2	0,19	0	0	0	0	1	0,1	3	0,29
<i>Horismenus</i> spp.	1	0,1	2	0,19	7	0,67	2	0,19	12	1,15
Família Eurytomidae										
<i>Prodecatoma</i> sp.	–	–	–	–	1	0,1	–	–	1	0,1
<i>Riley</i> sp.	–	–	1	0,1	–	–	–	–	1	0,1

Tabela 2.3 – Artrópodos coletados com rede, em copas de *E. contortisiliquum*, *D. viscosa* e *E. dunnii*, em áreas recuperadas após a atividade de extração de carvão mineral no município de Candiota, Rio Grande do Sul, entre maio de 2014 e abril de 2016.

<i>Taxa</i>	<i>E. contortisiliquum</i>		<i>D. viscosa</i>		<i>E. dunnii</i> (7 anos)		<i>E. dunnii</i> (20 anos)		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Família Formicidae										
<i>Brachymyrmex admotus</i> Mayr, 1887	1	0,1	1	0,1	–	–	4	0,38	6	0,57
<i>Brachymyrmex</i> sp.	–	–	–	–	2	0,19	76	7,26	78	7,45
<i>Camponotus (Myrmaphaenus)</i> sp.	211	20,15	23	2,2	42	4,01	166	15,85	442	42,22
<i>Camponotus</i> próximo <i>leydigi</i>	–	–	1	0,1	–	–	–	–	1	0,1
<i>Camponotus rufipes</i> (Fabricius, 1775)	–	–	62	5,92	8	0,76	–	–	70	6,69
<i>Cephalotes incertus</i> (Emery, 1906)	–	–	15	1,43	–	–	–	–	15	1,43
<i>Crematogaster abstinens</i> Forel, 1899	–	–	3	0,29	–	–	–	–	3	0,29
<i>Crematogaster victima</i> Smith, 1858	–	–	2	0,19	–	–	–	–	2	0,19
<i>Dorymyrmex pyramicus</i> (Roger, 1863)	–	–	2	0,19	–	–	2	0,19	4	0,38
<i>Dorymyrmex</i> sp.	2	0,19	–	–	1	0,1	6	0,57	9	0,86
<i>Linepithema micans</i> (Forel, 1908)	2	0,19	2	0,19	–	–	–	–	4	0,38
<i>Myrmelachista</i> sp.	–	–	9	0,86	–	–	1	0,1	10	0,96
<i>Nesomyrmex sculptiventris</i> (Mayr, 1887)	–	–	–	–	3	0,29	–	–	3	0,29
<i>Pseudomyrmex</i> grupo <i>Pallidus</i> sp.	2	0,19	2	0,19	–	–	1	0,1	5	0,48
<i>Pseudomyrmex phyllophilus</i> (Smith, 1858)	2	0,19	1	0,1	1	0,1	–	–	4	0,38
<i>Solenopsis</i> sp.	–	–	1	0,1	–	–	–	–	1	0,1
Família Platygastridae										
<i>Leptacis</i> sp.	1	0,1	7	0,67	–	–	–	–	8	0,76
<i>Platygaster</i> sp.	1	0,1	–	–	–	–	–	–	1	0,1
<i>Telenomus</i> sp.	1	0,1	–	–	–	–	–	–	1	0,1
<i>Trissolcus</i> sp.	1	0,1	–	–	–	–	–	–	1	0,1
<i>Synopeas</i> sp.	–	–	188	17,96	–	–	–	–	188	17,96

Tabela 2.3 – Artrópodos coletados com rede, em copas de *E. contortisiliquum*, *D. viscosa* e *E. dunnii*, em áreas recuperadas após a atividade de extração de carvão mineral no município de Candiota, Rio Grande do Sul, entre maio de 2014 e abril de 2016.

Taxa	(conclusão)									
	<i>E. contortisiliquum</i>		<i>D. viscosa</i>		<i>E. dunnii</i> (7 anos)		<i>E. dunnii</i> (20 anos)		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Família Vespidae										
*spp.	4	0,38	10	0,96	7	0,67	2	0,19	23	2,2
Total Hymenoptera	234	22,35	340	32,47	75	7,16	398	38,01	1.047	100
Ordem Neuroptera										
Família Chrysopidae										
<i>Chrysoperla externa</i> (Hagen, 1861)	1	4,17	20	83,33	–	–	3	12,5	24	100
Total Neuroptera	1	4,17	20	83,33	–	–	3	12,5	24	100
Ordem Psocoptera										
Família Psyllipsocidae										
*spp.	3	1,5	34	17	123	61,5	40	20	200	2,19
Total Psocoptera	3	1,5	34	17	123	61,5	40	20	200	100
Ordem Thysanoptera										
Família Thripidae										
<i>Caliothrips phaseoli</i> (Hood, 1912)	–	–	–	–	3	0,4	–	–	3	0,45
<i>Frankliniella gemina</i> Bagnall, 1919	33	4,9	584	86,8	10	1,5	9	1,3	636	94,5
<i>Thrips australis</i> (Bagnall, 1915)	6	0,9	–	–	–	–	7	1	13	1,93
Família Phlaeothripidae										
<i>Pseudophilothrips</i> sp.	–	–	21	3,1	–	–	–	–	21	3,12
Total Thysanoptera	39	5,79	605	89,9	13	1,93	16	2,38	673	100
Total	4.799	52,5	1.652	18,1	684	7,5	2.001	21,9	9.136	100

T1 = área recuperada com *E. contortisiliquum*; T2 = área recuperada com *D. viscosa*; T3 = área recuperada com *E. dunnii* logo após a mineração através da metodologia atual de recuperação do solo; T4 = área recuperada com *E. dunnii*, porém sem a recuperação do solo. *spp. = indivíduos de diferentes espécies que foram identificados somente em nível de Família; *sp. = indivíduos de uma única espécie que não foram identificados por serem imaturos ou por falta de especialista no grupo.

Fonte: Autor (2018).

2.4.2 Classe Arachnida

Neste estudo a Classe Arachnida está representada pelas Ordens Prostigmata e Araneae (Tabela 2.3), estando Prostigmata composta por espécimens da Família Tetranychidae, que inclui aproximadamente 1.200 espécies de ectoparasitas dos vegetais (BOLLAND et al., 1997), com a maior parte destes vivendo na face abaxial das folhas onde tecem teias protetoras semelhantes às das aranhas. Ao se alimentarem podem perfurar as células vegetais, causando danos (SAITO, 2009).

A Ordem Araneae por sua vez representa o segundo maior grupo dentre os aracnídeos (FOELIX, 1996) e o sétimo dentre os artrópodos, sendo menor, em número de espécies, do que a Ordem Prostigmata e cinco ordens de insetos (PARKER, 1982). As aranhas estão representadas por 110 Famílias e 38.663 espécies (PLATNICK, 2004). Neste estudo, os aracnídeos estiveram presentes em 11 Famílias e 22 gêneros ou espécies, distribuídos em 220 espécimens, sendo estes valores próximos aos observados por Marques et al. (2007) em *C. brasiliense* no pantanal mato-grossense.

As famílias de Araneae coletadas foram tabuladas em ordem decrescente de acordo com o número de gêneros/espécies coletadas em cada família. Deste modo, Anyphaenidae apresentou quatro espécies, seguida das Famílias Araneidae, Salticidae, Theridiidae e Thomisidae, ambas com três espécies; Dictynidae, Eutichuridae, Linyphiidae, Lycosidae, Philodromidae e Tetragnathidae, ambas com uma espécie (Tabela 2.3).

Costa (1986) registrou a ocorrência de 12 Famílias associadas a Ordem Araneae em copas de *M. scrabella*, sendo este valor semelhante ao encontrado neste estudo com a ocorrência de 11 Famílias, sendo Anyphaenidae, Salticidae e Linyphiidae as mais abundantes com 196 espécimens (89,09% do total). Estes resultados diferem parcialmente daqueles encontrados por Costa (1986) que obteve Araneidae como a Família mais abundante, seguida por Anyphaenidae e Salticidae que também foram as predominantes neste estudo. Estas conformidades e divergências devem estar relacionadas ao intervalo de tempo entre os dois estudos (30 anos) e também pela diferença entre as condições edafoclimáticas das áreas estudadas.

De qualquer modo, percebe-se a existência de semelhanças na composição das Famílias de Araneae nestes estudos, assim como no trabalho realizado por Boscardin (2016), que identificou sete famílias em copas de nogueira-pecã, com predomínio de Salticidae com 157 exemplares, Eutichuridae com 45 e Anyphaenidae com 19 exemplares.

2.4.3 Classe Insecta

A Classe Insecta é a maior e mais diversificada classe de artrópodos com cerca de um milhão de espécies (RAFAEL et al., 2012) agrupadas em 30 ordens (CARRANO-MOREIRA, 2015). No presente estudo foram encontradas sete ordens, listadas a seguir em ordem decrescente de acordo com o número de famílias, gêneros e espécies coletadas. Assim, a Ordem Coleoptera apresentou 20 famílias e 43 espécies, seguida das Ordens Hymenoptera com sete famílias e 36 espécies; Hemiptera com nove famílias, uma subfamília e 16 espécies; Thysanoptera com duas famílias e quatro espécies; Neuroptera com uma família e uma espécie; e por fim, as ordens Diptera e Psocoptera ambas com uma família (Tabela 2.3).

2.4.3.1 Ordem Coleoptera

Neste estudo a coleopterofauna está representada por 20 famílias, com destaque para os crisomelídeos com 367 espécimens distribuídos em 13 espécies (Tabela 2.3). O predomínio deste grupo pode estar relacionado ao fato de que os crisomelídeos representam uma das famílias com o maior número de espécimens associadas a Ordem Coleoptera (RILEY et al., 2002), além da notável diversidade e distribuição mundial (CHABOO, 2007).

Neste contexto, vários outros estudos também identificaram Chrysomelidae como uma das ou a família predominante, como relatado por Boscardin (2016) em noqueira-pecã, por Costa (1986) em bracinga, na floresta ombrófila da Venezuela (DAVIES et al., 1997), na floresta amazônica do Brasil (FARREL; ERWIN, 1998); na floresta ombrófila da Malásia (FLOREN; LINSENMAYER, 1998), em cambará no pantanal (MARQUES et al., 2006) e em floresta ombrófila na Uganda (WAGNER, 2000). O predomínio deste grupo também está diretamente relacionado as diversas espécies desfolhadoras presentes nestas famílias.

Além dos crisomelídeos, e corroborando com os resultados apresentados neste capítulo, Farrel e Erwin (1988) também obtiveram Curculionidae como dominante na Amazônia Peruana, enquanto Davies et al. (1997) em florestas na Venezuela. Além destes trabalhos, diversos outros demonstram as famílias Chrysomelidae e Curculionidae entre as dominantes nas florestas tropicais de diversos países (ALLISON et al., 1997; KIRMSE et al., 2003; ODEGAARD, 2003; STORK, 1991). Assim como observado para os crisomelídeos, que apresentam significativa diversidade, estando distribuídos mundialmente (CHABOO, 2007), os curculionídeos representam a maior família da Classe Insecta, podendo se desenvolver (fase

larval) em diferentes partes da planta hospedeira (lenho, fuste, galhos, frutos e sementes) (CARRANO-MOREIRA, 2015). Deste modo, esta característica deve estar diretamente relacionadas ao predomínio destas duas famílias.

As Famílias Carabidae e Coccinellidae, embora com menor ocorrência, apresentaram espécies consideradas benéficas (predadoras). Neste contexto, Carrano-Moreira (2015) classifica os coccinélídeos como insetos úteis ao homem, pois na fase larval e adulta atuam no controle de cochonilhas e pulgões. Assim, as espécies *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) e *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) destacam-se como agentes de controle natural (ALMEIDA; SILVA, 2002; CARRANO-MOREIRA, 2015), tendo-se como exemplo o relatado por Santana et al. (2004) onde *C. sanguinea* e *H. axyridis* estão entre as espécies de inimigos naturais associados ao psilídeo-de-concha no Brasil.

A família Carabidae está representada por insetos que habitam o solo, sendo, conseqüentemente, pouco frequentes nos dosséis florestais. Segundo Carrano-Moreira (2015) estes insetos raramente voam, porém, contrariando a regra, este fato deve ter corrido neste estudo, o que justificaria a presença desta família no dossel florestal. Na superfície do solo, onde as larvas se desenvolvem, os adultos utilizam as mandíbulas articuladas em frente à cabeça para capturar as suas presas (CARRANO-MOREIRA, 2015).

Em relação as espécies fitófagas coletadas neste estudo destacam-se *Diabroctica speciosa* (Germar, 1824); *Gonipterus pulverulentus* Lea, 1897 e *Naupactus* sp. Dentre estes insetos, *D. speciosa* é uma espécie polífaga cosmopolita que afeta diversas culturas nos países da América do Sul, incluindo o Brasil onde reduz a produtividade das culturas do feijão, milho, soja, batata (MEDINA; TRECHA; ROSA, 2013), solanáceas, cucurbitáceas, crucíferas e milho (CARRANO-MOREIRA, 2015). Já as espécies associadas ao Gênero *Naupactus*, são insetos polípagos que atacam principalmente *Pinus* spp. e *Eucalyptus* spp. nas regiões sul e sudeste do Brasil (CANTARELLI; COSTA, 2014). *G. gibberus*, de acordo com Gallo et al. (2002), é um importante inseto-praga da eucaliptocultura, sendo detectado inicialmente no município de Pelotas com posterior dispersão para outros estados brasileiros (FENILLI, 1982).

A Família Cerambycidae é caracterizada por apresentar espécimens com importância ecológica pois, podem atuar como agentes biodeterioradores devido ao broqueamento dos troncos e galhos pelas larvas (ABREU et al., 2009). Estas espécies também apresentam importância econômica na área agrícola e florestal, pois suas larvas são xilófagas (MARTINS, 1997). Porém, apesar desta importância, neste estudo foi registrado somente a ocorrência de *Engyium quadrinotatum* (Tabela 2.3). De acordo com Neto e Link (1997) e conforme observado por Costa et al. (1992), *E. quadrinotatum* está entre as espécies predominantes associadas a

diferentes espécies florestais no Rio Grande do Sul, apresentando potencial para danificar as madeiras estocadas para consumo ou beneficiamento.

2.4.3.2 Ordem Hymenoptera

Dentre os himenópteros destacaram-se *Psyllaephagus bliteus* Reik 1962 com 135 exemplares representado 12,89% do total, *Camponotus (Myrmaphaenus)* sp. com 442 exemplares representado 42,22 % do total e *Synopeas* sp. com 188 exemplares representando 17,96% do total (Tabela 2.3). Em relação a Família Formicidae, os resultados encontrados estão parcialmente de acordo com os observados por Garlet (2013) e Vasconcelos (1998) pois, segundo estes autores, ambientes com maiores alterações antrópicas apresentam aumento na abundância de formigas, fato que coincide com os resultados obtidos neste trabalho, onde T4 (*E. dunnii* com 20 anos) apresentou a maior abundância de formigas (Tabela 2.3). Apesar de todos os tratamentos terem sofrido interferência antrópica, área correspondente ao T4 se destaca neste quesito pois foi, dentre as áreas estudadas, a que foi recuperada somente após um longo período e sem as metodologias adequadas empregadas na recuperação dos demais tratamentos.

Ribeiro e Espírito Santo (2007) destacam que os estudos sobre a dinâmica populacional, estruturação de comunidades, comportamento e diversidade de espécies de formigas nos dosséis florestais ainda é incipiente. Neste contexto, para estes autores, o Brasil detém algumas das florestas menos conhecidas em todo o mundo. Assim, fica evidente a necessidade do estudo das formigas, bem como dos demais artrópodos, associados ao dossel de diferentes formações florestais.

Nas florestas tropicais as formigas são o grupo dominante no dossel florestal (ADIS et al., 1984; BASSET, 1991; FLOREN e LINSENMAIR, 1997; HARADA; ADIS, 1997 e 1998) podendo representar até 90% dos indivíduos (MOFFETT, 2000). Esta dominância está diretamente relacionada aos diferentes hábitos de nidificação, padrões de organização das colônias e diversidade de estratégias de forrageamento (TOBIM, 1994), bem como as diversas funções ecológicas que estes organismos exercem (DELABIE, 2001). Porém, a dominância observada nas florestas tropicais não corrobora com os resultados apresentados neste trabalho (Tabela 2.3). Estas diferenças provavelmente estão relacionadas a diversidade de habitats disponíveis no dossel das florestas tropicais (diversidade de espécies botânicas, estruturas para nidificação, nectários florais e extraflorais).

Deste modo, quando comparado com as áreas (tratamentos) deste estudo, a riqueza de espécies florestais, bem como a diversidade de habitats disponíveis nas florestas tropicais é

infinitamente maior, o que possibilita uma maior abundância de formigas nestes ambientes. Em contrapartida, em relação a diversidade de espécies de formigas, os resultados encontrados neste trabalho são similares aos observados por outros autores, entre eles Adis et al. 1984; Stork, 1991 e Tobim, 1994, onde Formicidae não detém grande diversidade quando comparada aos demais grupos taxonômicos presentes no dossel florestal, estando representada por apenas 12,80% do total de espécies (125) registradas neste trabalho (Tabela 2.3).

Ainda em relação a diversidade de espécies, os resultados deste trabalho diferem dos encontrados por Garlet (2013) e Vasconcelos (1998), pois a maior diversidade de formigas ocorreu na área correspondente ao plantio e regeneração de *D. viscosa* (T2), porém os melhores resultados associados aos parâmetros ecológicos foram registrados em T3 (*E. dunnii* com sete anos) (item 2.4.2, Tabela 2.4). Este fato deve estar relacionado as diferenças entre as espécies florestais utilizadas nestes estudos, bem como a bioecologia das próprias espécies de formigas coletadas e também pelo fato de que na análise dos parâmetros ecológicos foi considerado os dados totais referentes a artropodofauna.

Rocha et al. (2015), ao estudarem as formigas em áreas de mineração no estado do Mato Grosso, constataram a espécie *Camponotus (Myrmaphaenus)* sp. como bioindicadora de degradação ambiental. Esta informação corrobora os resultados encontrados nesse trabalho, onde *Camponotus (Myrmaphaenus)* sp. com 377 espécimens, chega a 85,29% do total desta espécie associado a T1 (*E. contortisiliquum*) e T4 (*E. dunnii* com 20 anos), sendo estes as áreas com os piores resultados em relação aos parâmetros ecológicos estudados, conforme discutido no item 2.4.2, Tabela 2.4. Somado a isto, embora com ocorrência predominante em T1 e T4, a presença de *Camponotus (Myrmaphaenus)* sp. nos demais tratamentos (T2 – *D. viscosa* e T3 – *E. dunnii* com sete anos) está de acordo com o observado por Rocha et al. (2015), pois estes tratamentos, embora recuperados, também sofreram ação antrópica durante a extração do carvão mineral.

Além disto, nota-se o predomínio das espécies do gênero *Camponotus* spp. em todos os tratamentos estudados, com 78,08% do total coletado (513 de 657 espécimens). Este fato provavelmente também está relacionado ao hábito alimentar onívoro das espécies deste gênero e pelo hábito de nidificar nos galhos das árvores (BOLTON, 2003).

Em relação ao método de coleta, para Ribeiro e Espírito Santo (2007) a metodologia de coleta com guarda-chuva entomológico (semelhante a rede de copa utilizada neste estudo), apesar de gerar um baixo número de espécies de formigas, é extremamente significativa em relação ao dado ecológico, pois trata-se de uma estimativa direta das formigas que estão efetivamente buscando recursos nos galhos, folhas e outros habitats presentes no dossel florestal

(CAMPOS et al., 2006). Deste modo, devido ao método de coleta utilizado neste estudo, os resultados obtidos em relação aos formicídeos apresentam também importância ecológica.

Em relação as cinco famílias de parasitóides associados a ordem Hymenoptera coletadas neste estudo (Tabela 2.3), destacam-se: Braconidae, Encyrtidae, Eulophidae e Platygasteridae por estarem entre as mais utilizadas no controle biológico (PARRA; COSTA; PINTO, 2011). Neste contexto cita-se como exemplo o parasitóide *P. bliteus* que vem sendo criado em laboratório e liberado nos plantios de eucalipto para atuar como inimigo natural de *G. brimblecombei* (FERREIRA FILHO et al., 2015). Este assunto será abordado detalhadamente em um dos capítulos subsequentes desta Tese (Capítulo IV).

A Família Platygasteridae ocorre associada a uma grande diversidade de espécies vegetais, sendo uma das mais frequentes famílias de microhimenópteros (MAIA; AZEVEDO, 2009). Neste contexto, *Synopeas* sp. se destacou pela sua abundância e por ter ocorrido apenas na área recuperada com o plantio de *D. viscosa* (T2). As espécies do gênero *Synopeas* são parasitóides de insetos, principalmente de dípteros galhadores (Diptera: Cecidomyiidae) conforme relatado por Maia e Azevedo (2009) para as espécies *Cordia verbenacea* e *Eugenia multiflora* no estado do Rio de Janeiro. Deste modo, a ocorrência de *Synopeas* sp. somente em *D. viscosa* por estar associada a eventual presença de insetos galhadores, embora estes não tenham sido coletados neste estudo.

Em relação a identificação do material, conforme relatado por Maia e Azevedo (2009), a maior parte dos estudos tratam os microhimenópteros em nível de família ou gênero. Segundo estes autores, isto demonstra, em parte, o desconhecimento da fauna neotropical e a carência de taxonomistas neste grupo. Este fato também pode ser expandido para os demais grupos taxonômicos coletados neste estudo, onde, de um modo geral, ainda se está muito aquém do ideal em relação ao número de especialistas e, conseqüentemente, de um número mais significativo e impactante de estudos voltados a artropodofauna associada ao dossel das diversas espécies nativas e exóticas que compõem o mosaico florestal brasileiro.

2.4.3.3 Ordem Hemiptera

Neste estudo os hemípteros estão representados por nove famílias e uma subfamília totalizando 16 grupos taxonômicos (Subfamília, Gênero e Espécie). Nesta ordem estão inseridos uma parte significativa dos insetos succívoros, conforme observado para *Edessa meditabunda* (Fabricius, 1794) e *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) que são pragas da cultura da soja (GALLO et al., 2002) (Tabela 2.3) presente em áreas próximas ao local de

estudo. De acordo com Boscardin (2016), a ocorrência destas espécies em plantios florestais pode estar relacionada ao cultivo da soja em áreas próximas aos locais de instalação dos experimentos, conforme observado por este autor em plantios de noqueira-pecã.

Para Família Psyllidae foram registradas as espécies *Ctenarytaina eucalypti* (Maskell, 1890), *Glycaspis brimblecombei* (Moore, 1964) e *Heteropsylla caldwelli* (Burckhart, 1987), sendo as duas primeiras espécies consideradas pragas da eucaliptocultura. Para *H. caldwelli* o Capítulo V desta Tese relatará o primeiro registro desta espécie no Brasil, além do estudo da dinâmica populacional desta espécie em *Enterolobium contortisiliquum* no Rio Grande do Sul. Já na Família Thaumastocoridae foi registrada a ocorrência de *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero & Dellapé 2006, também considerada espécie-praga do gênero *Eucalyptus*.

2.4.3.4 Ordem Thysanoptera

A maioria dos tripses considerados insetos-praga pertencem às Famílias Thripidae e Phlaeothripidae, coincidindo com duas Famílias coletadas neste estudo (Tabela 2.3.) A maioria das espécies é gregária, sendo encontradas em brotos terminais, flores, frutos e na parte abaxial da folha raspando os tecidos da planta (CARRANO-MOREIRA, 2015). Ainda segundo este autor, quando ocorrem em grandes populações estes insetos podem causar injúrias às culturas com distorção, seca e morte das plantas. Outro aspecto importante está relacionado ao gênero *Frankliniella* devido aos danos ocasionados nas videiras (*Vitis vinifera*) e, conseqüentemente, redução da produção dos parreirais em vários países (McNALLY et al., 1985; LOPES et al., 2002; TSITSIPIS et al., 2003; MUJICA et al., 2007; BORBÓN, 2013).

Neste estudo, entre as quatro espécies de tripses identificadas, se destacou *Frankliniella gemina* Bagnall, 1919 com 636 exemplares (94,50% do total), sendo esta espécie sinônimo de *F. occidentalis* Pergande, 1895. Deste total, 584 exemplares foram coletados em T2 (*D. viscosa*) representando 91,82% do total de espécimens coletados nesta espécie florestal. O predomínio de *F. gemina* em *D. viscosa* deve estar associado a floração desta espécie, pois Pinent et al. (2005) coletaram diferentes espécies do gênero *Frankliniella* agrupadas e se alimentando da parte interna das flores de diferentes espécies no Parque Estadual de Viamão, incluindo *D. viscosa*.

Neste contexto, Floren e Linsenmair (1997) destacam que ainda são necessários estudos aprofundados para o estabelecimento de padrões de ocorrência dos tripses, porém estes mesmos autores correlacionaram a abundância deste grupo com a presença de flores em florestas de coníferas, corroborando assim com os resultados apresentados neste trabalho. Resultados semelhantes também foram observados por Basset (2001), com a ocorrência sazonal dos

tisanópteros nas florestas tropicais, estando a sua maior abundância associada ao período de floração. Fato este também relatado por Marques et al. 2007 em copas de *Calophyllum brasiliense* no pantanal mato-grossense e por Monteiro, Mound e Zucchi (2001) em coletas na época de floração de *Eucalyptus* spp.

2.4.3.5 Ordem Neuroptera

Neste estudo a Ordem Neuroptera esteve representada por apenas uma espécie da Família Chrysopidae, com 24 exemplares de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) coletados. A forma jovem desta espécie é uma larva predadora de colônias de pulgões, cochonilhas e pequenas lagartas, podendo ser empregadas em programas de controle biológico (CARRANO-MOREIRA, 2015). Auad e Fonseca (2017) relatam que *C. externa* é o predador mais estudado no Brasil, devido a sua ampla ocorrência em diversas culturas e por predação várias espécies de insetos-praga. Ainda segundo estes autores, inúmeros trabalhos mostram a eficiência de *C. externa* como predador em Programas de Manejo Integrado dos Afídeos *Schizaphis graminum* (FIGUEIRA et al., 2002; FONSECA et al., 2001) e *Rhopalosiphum maidis* (MAIA et al., 2004).

2.4.3.6 Ordem Diptera e Psocoptera

A Ordem Diptera e Psocoptera tiveram seus espécimens identificados apenas em nível de família, estando representada pelas Famílias Culicidae (mosquitos) e Psyllipsocidae (traça-de-livros) respectivamente. Apesar da importância da Ordem Diptera, neste estudo os dípteros somaram apenas 4,45 % do total de espécimens coletados (405 indivíduos) (Tabela 3.3).

Em relação a Ordem Psocoptera estes insetos apresentam ampla distribuição mundial com 425 espécies listadas para o Brasil (GARCIA ALDRETE; MOCKFORD, 2009). Neste estudo os psocópteros totalizaram 200 exemplares, representando 2,19 % do total de espécimens coletados.

De um modo geral, conforme observado por Carvalho et al. (2012) e por Silva-Neto et al. (2013) para a Ordem Diptera e Psocoptera respectivamente, os estudos com estes grupos podem ser considerados incipientes diante da enorme diversidade e do pouco conhecimento desta entomofauna em muitos ecossistemas.

Os dípteros formaram um dos grupos dominantes nos estudos realizados Adis et al. (1998), Battirolo et al. (2007), Marques et al. (2001), Marques et al. (2007) e Santos et al. (2003) diferindo assim do observado neste estudo e do relatado por Boscardin (2016). Talvez estas

diferenças estejam relacionadas a diversidade de espécies vegetais e florestais estudadas por estes autores, pois neste estudo e no realizado por Boscardin (2016) as espécies estudadas estavam dispostas na forma de plantios comerciais (presença de linha e entrelinha, com espaçamento constante) diferindo assim das características das espécies estudadas por Adis et al. (1998), Battirola et al. (2007), Marques et al. (2001), Marques et al. (2007), Santos et al. (2003) entre outros, que apresentavam padrão aleatório de dispersão.

Outro aspecto relevante em relação aos dípteros coletados neste estudo refere-se ao fato de terem sido coletados apenas espécimens da Família Culicidae (mosquitos). Deste modo, e diferentemente do encontrado por Moran e Southwood (1982) e Stork (1991), os dípteros coletados neste estudo não atuam como parasitóides, predadores ou fitófagos. Assim, os dípteros coletados neste estudo apresentam poucas interações significativas com o habitat em que estão inseridos.

As ordens Prostigmata e Psocoptera, bem como Collembola (que não foi coletada neste estudo) apresentam, de acordo com Battirola et al. (2007), ocorrência predominante em copas com acúmulo de matéria orgânica, conforme observado por estes autores em *Attalea phalerata* (Arecaceae) onde o material orgânico acumulado nas bainhas e nos folíolos desta espécie proporcionou a ocorrência significativa destes grupos. Neste contexto para Nadkarni (1994) e Nadkarni e Longino (1990) os colêmbolos correspondem a um táxon geralmente associado a matéria orgânica presente nas copas.

Deste modo, a ausência ou a pouca quantidade de matéria orgânica presente nas copas das espécies florestais deste estudo pode justificar a baixa abundância destes grupos taxonômicos. Ainda em relação a este fator, os psocópteros e colêmbolos, segundo Prinzing e Wirtz (1997) tem a sua ocorrência associada a epífitas, musgos e líquens. Desta maneira, a baixa abundância destes grupos taxonômicos neste estudo, além da ausência de matéria orgânica, pode estar relacionada também a inexistência ou a reduzida associação entre espécies de epífitas, musgos e líquens e as espécies florestais estudadas neste capítulo.

De um modo geral a abundância dos grupos taxonômicos encontrados neste trabalho, independentemente do tratamento em questão, difere significativamente da observada por Santos et al. (2003) em copas de *Attalea phalerata* e do observado por Marques et al. (2001) em copas de *Vochysia divergens*. Estas diferenças podem estar relacionadas as características de cada ambiente estudado, bem como as de cada espécie vegetal. Neste sentido, tanto para *A. phalerata* quanto para *V. divergens* as características de copa são completamente diferentes das espécies presentes neste estudo. Logo, estas diferenças possibilitam a distribuição de diferentes comunidades de artrópodos nestas espécies.

Somado a isto, existem ainda as diferenças relacionadas aos biomas em que os estudos foram realizados, com *A. phalerata* e *V. divergens* inseridas no bioma Pantanal, diferindo significativamente do bioma Pampa, onde se encontram as espécies abordadas por este estudo. Também corroboram com estas informações os trabalhos realizados por Adis, Lubin e Montgomery (1984) e Adis et al. (1997) na região da Floresta Amazônica, onde os grupos predominantes nestes estudos diferiram significativamente dos observados neste trabalho, devido as características intrínsecas de cada região em estudo. Neste sentido para Stork et al. (1997) a diversidade associada ao dossel pode variar localmente e geograficamente pois, conforme observado por Godfray e Lawton (2001) esta responde a diversos fatores em diferentes escalas espaciais.

2.4.4 Avaliação dos tratamentos em função dos parâmetros ecológicos

Conforme pode ser observado na Tabela 2.3 fica evidente a alta dissimilaridade entre a artropodofauna nos diferentes tratamentos, apresentando apenas oito espécies comuns a todos os tratamentos e 69 espécies associadas a somente um dos tratamentos em estudo. Além disso, os 4.432 exemplares de *H. caldwelli* (89,95% do total) também influenciaram diretamente os índices de similaridade, diversidade, equitabilidade e dominância encontrados na área recuperada com o plantio de *E. contortisiliquum* (T1). Fato semelhante ao que ocorreu em T4 (*E. dunnii* com 20 anos), onde *G. brimblecombei* e *T. peregrinus* totalizaram 58,97% dos artrópodos coletados, equivalendo a 1.180 exemplares. Além disso, embora em menor proporção e conforme registrado nas áreas recuperadas com *E. contortisiliquum* (T1) e *E. dunnii* com 20 anos (T4), também houve predominância de uma espécie na área recuperada com *D. viscosa* (T2), neste caso *F. gemina* representou 34,27% (548 exemplares) do total amostrado.

Deste modo, a área recuperada com *E. dunnii* com sete anos (T3) diferiu estatisticamente dos demais (Tabela 2.4), por apresentar uma melhor distribuição da abundância dos artrópodos nas diferentes espécies (equitabilidade). Diferentemente do registrado para T1 (*E. contortisiliquum*), T2 (*D. viscosa*) e T4 (*E. dunnii* com 20 anos) a espécie *C. eucalypti*, dominante em T3 (*E. dunnii* com sete anos) representou apenas 20,03% do total coletado, o equivalente a 137 exemplares. Deste modo, considerando os dados apresentados na Tabela 2.4 percebe-se claramente que a área recuperada logo após a atividade de mineração com o plantio de *E. dunnii* (T3) foi a que propiciou o melhor equilíbrio ecológico possível, pois apresenta os melhores resultados para os diferentes índices analisados.

Segundo a ordem de apresentação da Tabela 2.4 temos o Índice de Similaridade de Simpson como o primeiro parâmetro analisado. Para este índice, quanto maior o valor, maior será a similiaridade entre as espécies presentes na comunidade. Desde modo, T3 (*E. dunnii* com sete anos) obteve o melhor resultado, diferindo significativamente das demais áreas. O segundo parâmetro analisado foi o índice de diversidade de Shannon que mede o grau de diversidade dos grupos taxonômicos (Famílias, Gêneros e/ou Espécies) presentes no ambiente em questão, onde novamente a área recuperada logo após a atividade de mineração com o plantio de *E. dunnii* (T3) obteve o melhor resultado, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. O mesmo ocorreu para os outros dois índices analisados, com uma melhor distribuição da abundância entre as espécies presentes em T3 (*E. dunnii* com sete anos) (Equitabilidade de Pielou) e, conseqüentemente menor dominância (Dominância de Berger-Parker).

Tabela 2.4 – Parâmetros ecológicos referente a artropodofauna coletada com rede de copa em áreas recuperadas após a atividade de extração de carvão mineral, em Candiota, RS, entre maio de 2014 a abril de 2016.

Parâmetro Ecológico (Índices)	Tratamentos			
	T1	T2	T3	T4
Similaridade de Simpson	0,183 D	0,837 B	0,890 A	0,761 C
Diversidade de Shannon (H')	0,537 D	2,570 B	2,700 A	1,958 C
Equitabilidade de Pielou (J')	0,139 D	0,597 B	0,680 A	0,521 C
Dominância de Berger-Parker	0,903 D	0,353 B	0,200 A	0,434 C

Valores seguidos da mesma letra maiúscula na linha não diferem significativamente entre si através do teste t ($p \leq 0,05$). T1 = área recuperada com *E. contortisiliquum*; T2 = área recuperada com *D. viscosa*; T3 = área recuperada com *E. dunnii* logo após a mineração através da metodologia atual de recuperação do solo; T4 = área recuperada com *E. dunnii*, porém sem a recuperação do solo.

Fonte: Autor (2018).

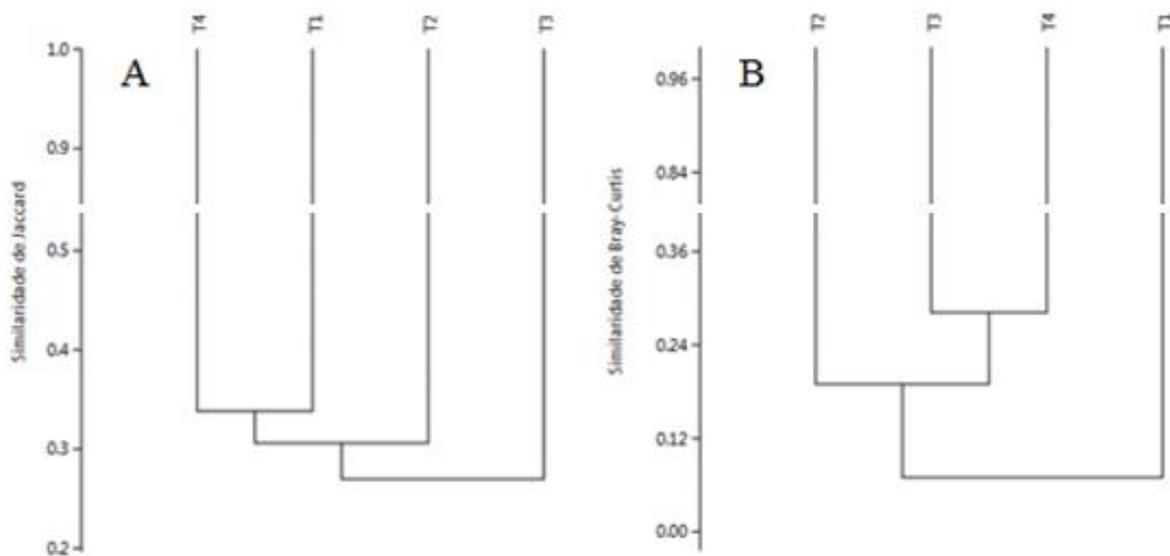
Conforme pode ser verificado na Tabela 2.4, os valores de todos os parâmetros ecológicos analisados variaram significativamente entre os tratamentos, sendo estas diferenças confirmadas pelas análises de similaridade apresentados na Figura 2.1 que demonstram uma heterogeneidade (baixa similaridade) na fauna de artrópodos coletados nos diferentes tratamentos avaliados, tanto qualitativamente (Similaridade de Jaccard) quanto quantitativamente (Similiaridade de Bray-Curtis).

Neste contexto, qualitativamente T3 (*E. dunnii* com sete anos) apresentou apenas 28,1% de similaridade, ou 71,9% de dissimilaridade, em relação ao grupamento formado pelos demais tratamentos (T1, *E. contortisiliquum*; T2, *D. viscosa* e T4, *E. dunnii* com 20 anos) com

similaridade variando entre 33,1% e 34,7% (Figura 2.1). Quantitativamente também houve significativa dissimilaridade entre os tratamentos, uma vez que a área recuperada com *E. contortisiliquum* (T1) apresentou apenas 6,9% de similaridade com o agrupamento formado pelos demais tratamentos (T2, T3 e T4). Neste segundo agrupamento a área recuperada com *D. viscosa* (T2) apresentou apenas 18,9% de similaridade com as áreas recuperadas com o plantio de *E. dunnii* (T3, *E. dunnii* com sete anos e T4, *E. dunnii* com 20 anos) que compartilham 28,1% de similaridade.

Freitas et al. (2002) destacam que as áreas com diversidade vegetal semelhantes apresentam também maior similaridade na artropodofauna. Deste modo, a baixa similaridade da artropodofauna encontrada neste estudo está diretamente relacionada as diferentes espécies predominantes em cada tratamento (*E. contortisiliquum* em T1, *D. viscosa* em T2, *E. dunnii* com sete anos em T3 e *E. dunnii* com 20 anos em T4). Consequentemente, através dos testes realizados e dos trabalhos referenciados, fica evidenciado a baixa similaridade da artropodofauna entre os tratamentos estudados.

Figura 2.1 – Similaridade de Jaccard (A) e de Bray-Curtis (B) referente a artropodofauna coletada com rede de copa em quatro áreas recuperadas após a atividade de extração de carvão mineral, em Candiota, RS, entre maio de 2014 a abril de 2016.



T1 = área recuperada com *E. contortisiliquum*; T2 = área recuperada com *D. viscosa*; T3 = área recuperada com *E. dunnii* logo após a mineração através da metodologia atual de recuperação do solo; T4 = área recuperada com *E. dunnii*, porém sem a recuperação do solo.

Coefficiente de correlação cofenética igual a 0,91 para o índice de similaridade de Bray-Curtis e de 0,62 para o índice de similaridade de Jaccard.

Fonte: Autor (2018).

Segundo Odum (1985) as áreas degradadas pela ação antrópica tendem a ter alta dominância de espécies e baixo índice de diversidade, conforme observado neste estudo a área recuperada com *E. contortisiliquum* (T1). O oposto é observado para T3 (*E. dunnii* com sete anos) que apresentou o maior índice de diversidade e o menor índice de dominância (Tabela 2.4).

Deste modo, tendo como base os parâmetros ecológicos e o proposto por Odum (1985), a área recuperada com o plantio de *E. dunnii* com sete anos (T3) apresenta o melhor grau de recuperação, seguida respectivamente pela área recuperada com *D. viscosa* (T2), *E. dunnii* com 20 anos (T4) e *E. contortisiliquum* (T1).

2.4.5 Influência de fatores meteorológicos sobre a artropodofauna

Em alguns casos, apesar da influência das variáveis meteorológicas sobre os insetos, outros fatores podem interferir no desenvolvimento populacional desta classe como a presença de competidores, parasitóides, predadores e fungos entomopatogênicos. Estes fatores somados as variáveis meteorológicas não avaliadas (radiação solar, luminosidade, pressão atmosférica etc) podem dificultar a detecção de correlações entre as variáveis meteorológicas e a dinâmica populacional da artropodofauna.

Outro aspecto interessante é relatado por Wrege et al. (2017) para *T. peregrinus*. Este fato se refere ao ciclo de vida deste inseto, que é maior durante o inverno devido as baixas temperaturas e, menor no verão devido à elevação das temperaturas. Deste modo, percebe-se que as espécies com várias gerações por ano (multivoltinas) são mais afetadas (em termos de abundância), pois as baixas temperaturas do inverno levam a redução do número de gerações por ano. Logo, o inverso deve ocorrer para aquelas espécies que apresentam apenas uma geração por ano (univoltinas), neste caso a temperatura tem menor influência nesta população pois, esta população terá poucas gerações durante o ano. Percebe-se assim que, as espécies capazes de produzir várias gerações por ano tendem a sofrer maior influência oscilação térmica (temperaturas elevadas no verão e o inverso no inverno). Isto pode ser um dos porquês de algumas espécies terem maiores correlações com a temperatura média em relação a outras.

As densidades populacionais das ordens Diptera e Neuroptera não foram influenciadas significativamente pelas variáveis meteorológicas ($p > 0,05$), enquanto que para ordens Prostigmata, Araneae, Coleoptera, Hemiptera, Hymenoptera, Psocoptera e Thysanoptera as densidades populacionais foram influenciadas significativamente ($p < 0,05$) em pelo menos uma das áreas em estudo (Tabela 2.5).

Dentre as variáveis meteorológicas, a temperatura média (°C) foi a que apresentou o maior número de correlações significativas, estando este resultado de acordo com o observado por Wrege et al. (2017). Segundo estes autores, a temperatura é a principal variável meteorológica capaz de propiciar mudanças relacionadas ao ciclo de vida dos insetos e sua dinâmica populacional. Deste modo, com o aumento da temperatura, eleva-se a densidade populacional dos hemípteros ($r_s = 0,4632$, $p < 0,05$) e dos himenópteros ($r_s = 0,7296$, $p < 0,05$), porém ocorre a redução na densidade populacional dos psocópteros ($r_s = -0,4551$, $p < 0,05$) para o plantio de *E. contortisiliquum* (T1).

Tabela 2.5 – Correlação de Spearman entre as variáveis meteorológicas e a abundância das ordens coletadas com rede de copa em quatro áreas recuperadas após a atividade de extração de carvão mineral, em Candiota, RS, entre maio de 2014 a abril de 2016

Ordem	<i>E. contortisiliquum</i> (T1)			<i>D. viscosa</i> (T2)		
	T (°C)	P (mm)	UR (%)	T (°C)	P (mm)	UR (%)
Prostigmata	0,0151	0,2259	-0,0759	-0,1709	0,1513	0,1212
Araneae	-0,2204	0,0241	0,1977	0,5137	-0,3423	-0,1749
Coleoptera	0,0439	-0,1558	0,2163	-0,0444	-0,1451	0,1104
Diptera	-0,0655	0,1260	-0,1620	-0,0808	0,0488	0,0776
Hemiptera	0,4632	0,0959	-0,2359	-0,0631	-0,2194	0,0467
Hymenoptera	0,7291	-0,1697	-0,3833	0,1416	-0,1743	0,1354
Neuroptera	-0,0847	0,1422	-0,1897	-0,2994	-0,2391	0,0759
Psocoptera	-0,4551	-0,2375	0,4243	-0,1025	-0,1471	0,0531
Thysanoptera	-0,2662	0,0029	0,1381	-0,1204	-0,0256	0,1061
Ordem	<i>E. dunnii</i> (T3)			<i>E. dunnii</i> (T4)		
	T (°C)	P (mm)	UR (%)	T (°C)	P (mm)	UR (%)
Prostigmata	-0,0802	-0,0953	-0,1608	0,0326	-0,4778	0,0904
Araneae	0,4289	-0,2341	-0,1430	0,1097	-0,1569	0,1493
Coleoptera	0,5431	-0,2840	-0,2491	0,4216	-0,3016	0,0251
Diptera	-0,0504	-0,3159	0,1210	-0,4000	0,0726	0,2224
Hemiptera	0,2196	-0,0774	-0,0209	0,4737	-0,0750	-0,2044
Hymenoptera	0,5850	-0,0911	-0,1387	0,1263	-0,3842	0,0733
Neuroptera	0,2259	0,1054	-0,2731	-0,1001	0,0273	0,2200
Psocoptera	-0,3655	0,1662	0,2042	-0,1541	0,2494	-0,2012
Thysanoptera	0,2565	0,0412	-0,4127	-0,0345	0,1297	-0,1062

T1 = área recuperada com *E. contortisiliquum*; T2 = área recuperada com *D. viscosa*; T3 = área recuperada com *E. dunnii* logo após a mineração através da metodologia atual de recuperação do solo; T4 = área recuperada com *E. dunnii*, porém sem a recuperação do solo; T (°C): Temperatura média em °C; P (mm): precipitação acumulada entre as coletas em milímetros; UR (%): Umidade relativa do ar em percentagem. Valores em negrito apresentam significância ($p < 0,05$).

Fonte: Autor (2018).

Para a área recuperada com o plantio de *D. viscosa* (T2) a densidade populacional das aranhas foi diretamente influenciada pelo aumento da temperatura ($r_s = 0,5137$ $p < 0,05$), enquanto que em T3 (*E. dunnii* com sete anos) a araneofauna, a coleopterofauna e a himenopterofauna foram influenciadas diretamente pela temperatura, sendo os valores respectivamente iguais a ($r_s = 0,4289$ $p < 0,05$), ($r_s = 0,5431$ $p < 0,05$) e ($r_s = 0,5850$, $p < 0,05$). Para finalizar, com o aumento da temperatura em T4 (*E. dunnii* com 20 anos), elevou-se a densidade de coleópteros ($r_s = 0,4216$, $p < 0,05$) e de hemípteros ($r_s = 0,4737$, $p < 0,05$).

A umidade relativa do ar influenciou significativamente a densidade populacional dos psocópteros em T1 (*E. contortisiliquum*) e dos tisanópteros em T3 (*Eucalyptus dunnii* com sete anos). Deste modo, com o aumento desta variável eleva-se a densidade populacional dos psocópteros ($r_s = 0,4243$, $p < 0,05$) enquanto que ocorre redução na densidade populacional dos tisanópteros ($r_s = -0,4127$, $p < 0,05$). Já para a variável precipitação, somente a densidade populacional da Ordem Prostigmata foi influenciada significativamente com redução da abundância deste grupo em períodos chuvosos ($r_s = -0,4778$, $p < 0,05$) em T4 (*E. dunnii* com 20 anos).

Em relação aos valores apresentados nos parágrafos anteriores e na Tabela 2.5, deve-se considerar que os fatores abióticos podem sofrer alterações em sua capacidade de influenciar a dinâmica populacional da artropodofauna, pois, salvo em condições de laboratório, é praticamente impossível ter um controle de todos os fatores que podem exercer influência nesta dinâmica.

Neste contexto, para Leigh (1982), Emmons (1984) e Passamani (2003) às respostas as variáveis ambientais dependem de uma série de fatores relacionados a biologia, presença de competidores, parasitóides, predadores e ao grau de especialização pelos recursos disponíveis. Neste caso, conforme observado por O'connell (1989), a interação entre fatores bióticos e abióticos provavelmente influenciou a dinâmica populacional dos táxons em estudo, e isto, conseqüentemente, dificultou a detecção de um número maior de correlações significativas entre as variáveis meteorológicas e a dinâmica populacional dos artrópodos.

2.5 CONCLUSÕES

A artropodofauna associada as copas de *E. contortisiliquum*, *D. viscosa* e *E. dunnii* apresenta significativa diversidade, estando composta por espécies de diferentes grupos taxonômicos, que atuam em diversas funções ecológicas no ecossistema em que estão inseridas.

Em relação as áreas recuperadas após a extração do carvão mineral, o plantio de *E. dunnii* logo após a extração do carvão mineral (T3), se destaca por apresentar valores superiores em todos os parâmetros ecológicos analisados.

Para as variáveis meteorológicas analisadas, a temperatura média é a que apresenta maior influência sobre a flutuação populacional da artropodofauna.

REFERÊNCIAS

- ABREU, R. et al. First record of species of Cerambycidae (Coleoptera) in cardeiro (*Scleronema micranthum*) (Bombacaceae) in Central Amazon. **Neotropical Entomology**, v. 38, n. 3, p.432-433, 2009.
- ADIS, J. et al. Knockdown efficiency of natural pyrethrum and survival rate of living arthropods obtained by canopy fogging in Central Amazonia. p.67-81. In: STORK, N. E.; ADIS, J.; DIDHAM, N. E. (Eds.). **Canopy Arthropods**. London, Chapman & Hall, 1997, 567 p.
- ADIS, J. A. et al. Arthropods obtained from the Amazonian tree species “Cupiuba” (*Goupia glabra*) by repeated canopy fogging with natural pyrethrum. **Acta Amazon**, v. 28, n. 3, p. 273-283, 1998.
- ADIS, J.; LUBIN, D.; MONTGOMERY, G. G. Arthropods from the canopy of inundated and terra firme forests near Manaus, Brazil, with critical considerations on the pyrethrum-fogging technique. **Studies Neotropical Fauna and Environmental**, v. 19, p. 223–236, 1984.
- AGEFLOR – A Indústria de Base Florestal no Rio Grande do Sul. **Consuflor**, Curitiba, Paraná, Brasil, 2016. 96p.
- AINSWORTH, A.; KAUFFMAN, J. B. Response of native Hawaiian woody species to lava-ignited wildfires in tropical forests and scrublands. **Plant Ecology**, v. 201, n. 1 p. 197-209, 2009.
- ALLISON, A.; SAMUELSON, A.; MILLER, S. E. Patterns of beetles species diversity in *Castanopsis acuminatissima* (Fagaceae) trees studied with canopy fogging in mid-montane New Guinea rainforest. IN: STORK, N. E.; ADIS, J.; DIDHAM, R. K. (Eds.). **Canopy arthropods**, p. 24-236, Chapman & Hall, London, 1997.
- ALMEIDA, L. M.; SILVA, V. B. Primeiro registro de *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera, Coccinellidae): um coccinelídeo originário da região Paleártica. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, n. 3, p. 941-944, 2002.
- AUAD, A. M.; FONSECA, M. G. A entomologia nos cenários das mudanças climáticas. In: BETTIOL, W.; HAMADA, E; ANGELOTTI, F.; AUAD, A. M.; GHINI, R. (Eds.). **Aquecimento Global e Problemas Fitossanitários**. Brasília, DF: Embrapa, 2017, cap. 5, p. 93-115.

- BASSET, Y. The seasonality of arboreal arthropods foraging within an Australian rain forest tree. **Ecological Entomology**, v. 16, n. 3, p. 265-278, 1991.
- BASSET, Y. 2001. Invertebrates in the canopy of tropical forests: how much do we really know? In: K. E. Linsenmair; DAVIES, A. J.; FIALA, B.; SPEIGHT, M. R. (Eds.). **Tropical forest canopies: ecology and management**. London, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2011, p. 87-107, 370 p.
- BATTIROLA, L. D. et al. Comunidade de Artrópodes Associada à Copa de *Attalea phalerata* Mart. (Arecaceae) durante o Período de Cheia no Pantanal de Poconé, MT. **Neotropical Entomology**, v. 36, n. 5, p. 640-651, 2007.
- BIALI, L. J. **Demografia de comunidades florestais com predomínio de *Dodonaea viscosa* Jacq.** Mestrado em Engenharia Florestal – UFSM, 2012. 53 p.
- BOLAND, D. J. et al. Forest trees of Australia. Melbourne: Nelson/CSIRO, 1984. 687 p.
- BOLLAND, H. R.; GUTIERREZ, J.; FLECHTMANN, C. H. W. (1997). World Catalogue of the Spider Mite Family (Acari: Tetranychidae). [S.l.]: Brill Publishers. pp. 1–3. ISBN 978-90-04-11087-8.
- BOLTON, B. Synopsis and classification of Formicidae. **Memoirs of the American Entomological Institute**, v. 71, p. 1-370, 2003.
- BORBÓN, C.M. de. Especies del género *Frankliniella* (Thysanoptera: Thripidae) registradas en la Argentina, una actualización. **Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Cuyo**. v. 45, n. 1, p. 259- 284, 2013.
- BOSCARDIN, J. **Artrópodos associados à cultura da nogueira-pecã [*Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch]**. 2016. 196 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.
- BRACK, P. et al. Árvores e arbustos na vegetação natural de Porto Alegre, Rio Grande no Sul, Brasil. **Iheringia**, Série Botânica, Porto Alegre, v. 51, n. 2, p. 139 – 166, 1998.
- CAMPOS, R. I. et al. Effect of habitat structure on ant assemblages associated to two pioneer species (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, v. 47, n. 3, p. 722-723, 2006.
- CARRANO-MOREIRA, A. F. **Insetos: Manual de Coleta e Identificação**. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Thecnical Books, 2015, 369 p.
- CANTARELLI, E. B.; COSTA, E. C. **Entomologia Florestal Aplicada**. 1. ed. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2014, 256p.
- CARVALHO, C. J. B. et al. Diptera. In: RAFAEL, J. A. et al. (Eds.). **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2012. p. 701-743.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**, v. 3. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2008. 593 p.

CHABOO, C. S. **Biology and phylogeny of the Cassidinae Gyllenhal sensu lato (tortoise and leaf-mining beetles) (Coleoptera: Chrysomelidae)**. Bulletin of the American Museum of Natural History, New York, v. 305, p. 1-250, 2007.

COSTA, E. C. **Artrópodes associados a bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.)** 1986. 271 f. Tese (Doutorado Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1986.

COSTA, E. C. et al. Cerambicídeos associados a essências florestais e ornamentais. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 1992, Nova Prata, RS, **Anais...** Nova Prata, RS, 1992. p. 901-908.

DELABIE, J. H. C. Trophobiosis between Formicidae and Hemiptera (Sternorrhyncha and Auchenorrhyncha): an overview. **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 4, p. 501-516, 2001.

DAVIES, J. G. et al. Beetle species diversity and faunal similarity in Venezuelan rainforest tree canopies, p. 85–103. In: STORK, N. E.; ADIS, J.; DIDHAM, R. K. (Eds.). **Canopy Arthropods**. London, Chapman & Hall, 567 p. 1997.

EMMONS, L. H. Geographic variation in densities and diversities of non – flying Mammals in Amazonia. **Biotropica**, v. 16, n. 3, p. 210-222, 1984.

ERWIN, T. L. Beetles and other insects of tropical forest canopies at Manaus, Brazil, sampled insecticidal fogging. **Tropical Rain Forest Ecology and Management**. Blackwell Scientific, Oxford, England. p. 59-75, 1983.

FARREL, B. D.; ERWIN, T. L. Leaf-beetle community structure in an Amazonian rainforest canopy, p. 73–87. In: JOLIVET, P.; PETITPIERRE, E.; HSIAO, T. H. (Eds.) **Biology of Chrysomelidae**. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1998.

FENILLI, R. Primeiro registro de *Gonipterus platensis* Marelli, 1926 e *Gonipterus gibberus* (Boisduval, 1835) (Coleoptera, Curculionidae, Gonipterinae) no Estado de Santa Catarina, Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Piracicaba, v. 11, n. 2, p. 293-294, 1982.

FERREIRA FILHO, P. J. et al. Biological control of *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae) in eucalyptus plantations. **Phytoparasitica**, v. 43, n. 2, p.151-157, 2015.

FIGUEIRA, L. K.; LARA, F. M.; CRUZ, I. Efeito de genótipos de sorgo sobre o predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentado com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 1, p. 133-139, 2002.

FLOREN, A.; LINSENMAIR, K. E. Diversity and recolonization dynamics of selected arthropod groups on different tree species in a lowland rainforest in Sabah, Malaysia, with special reference to Formicidae, p.344-381. In: STORK, N. E.; ADIS, J.; DIDHAM R. K. (Eds.), **Canopy arthropods**. London, Chapman & Hall, 1997. 567p.

- FLOREN, A.; LINSÉNMAIR, K. E. Diversity and recolonization of arboreal Formicidae and Coleoptera in a lowland rain forest in Sabah, Malaysia. **Selbyana**, v. 19, n. 2, p. 155–161. 1998.
- FOELIX, R. F. 1996. *Biology of Spider*. Oxford University Press, New York, New York.
- FONSECA, A. R., CARVALHO, C. F.; SOUZA, S. 2001. Capacidade predatória e aspectos biológicos das fases imaturas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas. **Ciência Agrotecnologia**, v. 25, n. 2, p. 251-263, 2001.
- FREITAS, F. A. et al. Similaridade e abundância de Hymenoptera inimigos naturais em plantio de eucalipto e em área de vegetação nativa. **Floresta e ambiente**, Seropédica, v. 9, n.1, p.145-152, 2002.
- GALLO, D. et al. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.
- GARCIA ALDRETE, A. N.; MOCKFORD, E. L. A list of Psocoptera (Insecta: Psocodea) from Brazil. **Revista Mexicana de Biodiversidad**. v. 80, p. 666-673, 2009.
- GARLET, J. **Dinâmica populacional de artrópodos em plantio inicial de *Eucalyptus grandis* (W. Hill) sob diferentes alternativas de controle químico de plantas daninhas**. 2013. 131 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2013.
- GODFRAY, H. C. J.; LAWTON, J. H. Scale and species numbers. **Trends in Ecology & evolution**, v. 16, n. 7, p. 400-404, 2011.
- HARADA, A. Y.; ADIS, J. The and fauna of tree canopies in Central Amazonia: a first assessment. In: STORK, N. E.; ADIS, J.; DIDHAM (Eds.). **Canopy arthropods**. Chapman & Hall, London, 1997.
- HARADA, A. Y., ADIS, J. Ants obtained of tree of a “Jacareúba” (*Calophyllum brasiliense*) forest plantation in Central Amazonian by canopy fogging: first results. **Acta Amazonica**, v. 38, n. 3, p. 309-318, 1998.
- HASSE, G. *Eucalipto: histórias de um imigrante vegetal*. Porto Alegre: JÁ Editores, 2006. 127 p.
- IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores. Relatório IBA 2016. São Paulo. 2016.
- JOVANOVIĆ, T.; ARNOLD, R.; BOOTH, T. Determining the climatic suitability of *Eucalyptus dunnii* for plantations in Australia, China and Central and South America. **New Forest**, v. 19, n. 3, p. 215-226, 2000.
- KIRMSE, S.; ADIS, J.; MORAWETZ, W. Flowering events and beetles diversity in Venezuela. In: BASSET, I. et al. (Eds.). *Arthropods of tropical forests: spatio-temporal dynamics and resource use the canopy*. Cambridge University Press, Cambridge, 2003.

LEIGH, E. G. Jr. Introduction. In: LEIGH et al. (Eds.). The ecology of a tropical forest. Smithsonian Institution Press, Washington, p. 11-17, 1982.

LEWIS, G. P.; SCHRIRE, B.; MACKINDER, B. & LOCK, M. 2005. **Legumes of the world**. Kew, Richmond, Royal Botanic Garden, Kew.

LOPES, R.B. et al. Occurrence of thrips on niagara table grape and its control with the insecticides thiacloprid and methiocarb associated with *Metarhizium anisopliae*. **Revista Brasileira de Fruticultura**. n. 24, v. 1, p. 269-272, 2002.

LORENZI, H. 2002. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. Vol. 1 e 2. 2. Ed. Instituto Plantarum, Nova Odessa, Brasil, 368pp.

MAIA, W. J. M. S. et al. Capacidade predatória e aspectos biológicos *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 6, p. 1259-1268, 2004.

MAINIERI, C.; CHIMELO, J. P. 1989. Fichas de características das madeiras brasileiras. (publicação IPT 1791) **Instituto de Pesquisas Tecnológicas**, São Paulo.

MARCUZZO, S. B.; **Métodos e espécies potenciais à restauração de áreas degradadas no parque estadual quarta colônia**. 2012. 155 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2012.

MAIA, V. C.; AZEVEDO, M. A. P. de.; Micro-himenópteros associados com galhas de Cicodomyiidae (Diptera) em Restingas do Estado do Rio de Janeiro (Brasil). **Biota Neotropica**, v. 9, n. 2, p. 151-164, 2009.

MARQUES, M. I. et al. Arthropod diversity in canopy of *Vochysia divergens* Pohl (Vochysiaceae), a forest dominant in the Brazilian Pantanal. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 36, n. 3, p. 205-210, 2001.

MARQUES, M. I.; et al. Terrestrial arthropods from tree canopies in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 50, n. 2, p. 257-267, 2006.

MARQUES, J. A. et al. Composição da comunidade de artrópodes associada à copa de *Calophyllum brasiliense* (Guttiferae) no Pantanal, Mato Grosso, Brasil. **Amazoniana**, v. 19, n. 3/4, 2007.

MARTINS, U. R. **Cerambycidae Sul-Americanos (Coleoptera)**. **Taxonomia**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Entomologia, 1997. 217 p.

McNALLY, P.S. et al. Effects of thrips (Thysanoptera: Thripidae) on shoot growth and berry maturity of “Chenin Blanc” grapes. **Journal of Economic Entomology**. v. 78, n. 1, p. 69-72, 1985.

MEDINA, L. B.; TRECHA, C. O.; ROSA, A. P. S. A. **Bioecologia de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) visando fornecer subsídios para estudos de criação em dieta artificial**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2013. 33 p.

MOFFETT, M. W. What's "up"? A critical look at the basic terms in canopy biology. **Biotropica**, v. 32, n. 4, p. 569-596, 2000.

MONTEIRO, R. C.; MOUND, L. A.; ZUCCHI, R. A. Espécies de *Thrips* (Thysanoptera: Thripidae) in Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 1, p. 61-63, 2001.

MORA, A. L.; GARCIA, C. H. **A cultura do eucalipto no Brasil**. São Paulo: SBS, 2000. 112p.

MORAN, V. C.; SOUTHWOOD, T. R. E. The guild composition of arthropod communities in trees. **Journal of Animal Ecology**, v. 51, n. 1, p. 289-306, 1982.

MYERSCOUGH, P. J. Ecology of Myrtaceae with special reference to the Sydney region. **Cunninghamia**, v. 5, n. 4, p. 787-807, 1998.

MUJICA, M.V. et al. Fluctuación poblacional de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) en *Vitis vinifera* L. cv. Italia en la zona sur de Uruguay. **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas**. v. 33, n. 4, p. 457-467, 2007.

NADKARNI, N. M. Diversity of species and interactions in the upper tree canopy of forest ecosystems. **American Zoology**, v. 34, n. 2, p. 70-78, 1994.

NADKARNI, N. M.; LONGINO, J. T. Invertebrates in canopy and ground matter in a Neotropical montane forest, Costa Rica. **Biotropica**, v. 22, n. 3, p. 286-289, 1990.

NETO, L. W.; LINK, D. Cerambycidae associados a lauraceae, na região central do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 7, n.1, p. 33-39, 1997.

O'CONNELL, M. A. Population dynamics of Neotropical small mammals in seasonal habitats. **Journal of Mammalogy**, v. 70, n. 3, p. 532-548, 1989.

ODEGAARD, F. Taxonomic composition and host specificity of phytophagous beetles in a dry forest in Panama. In: BASSET, I. et al. (Eds.). *Arthropods of tropical forests: spatio-temporal dynamics and resource use the canopy*. Cambridge University Press, Cambridge, 2003.

ODUM, E. P. **Ecologia**. São Paulo: Interamericana, 1985. 434 p.

PARRA, J. R.; COSTA, V. A.; PINTO, A. S. Insetos parasitoides. **Ciência e Ambiente**, n. 43, p. 19-36, 2011.

PARKER, S. P. 1982. *Synopsis and classification of living organisms*. Vol. 2, New York, McGraw-Hill Ed.

PASSAMANI, M. O. **Efeito da fragmentação da Mata Atlântica Serrana sobre a comunidade de pequenos mamíferos de Santa Teresa**. 2003. 116 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

PINENT, S. M. J. et al. Thysanoptera: Plantas visitadas e hospedeiras no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS, Brasil. **Iheringia, Sér. Zool.** v.95, n.1, p.9-16, 2005.

PLATNICK, N. I. 2004. The world spider catalog, version 5.0. American Museum of Natural History, online at https://research.amnh.org/iz/spiders/catalog_15.0/index.html (acessado em Agosto de 2017).

PRIZING, A.; WIRTZ, H. P. The epiphytic lichen *Evernia prunastri* L. as a habitat for arthropods: Shelter from desiccation, food-limitation and indirect mutualism, p.477- 493. In:

STORK, N. E.; ADIS, J.; DIDHAM R. K. (Eds.), **Canopy arthropods**. London, Chapman & Hall, 1997. 567p.

RAFAEL, J. A. et al. (Ed.). **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia**. Ribeirão Preto: Holos, Editora, 2012. 796 p.

RIBEIRO, S. P.; ESPÍRITO SANTO, N. B. Ecologia de formigas de dosséis florestais. **Biológico**, v. 69, suplemento 2, p. 183-187, 2007.

RILEY, E. G. et al. Chrysomelidae Latreille 1802. In: ARNETT, J.R. et al. (Eds.). **American beetles: Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea**. Boca Raton: CRC Press, 2002. v. 2, p. 617 - 691.

ROCHA, W. O. et al. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) Bioindicadoras de Degradação Ambiental em Poxoréu, Mato Grosso, Brasil. **Revista Floresta e Ambiente (FLORAM)**, v. 22, n. 1, p. 88-89, 2015.

SAITO, Y. (2009). «Plant mites». *Plant Mites and Sociality: Diversity and Evolution* [S.l.]: Springer. pp. 5–38. ISBN 978-4-431-99455-8. doi:10.1007/978-4-431-99456-5_2.

SANTANA, D.L.Q. et al. *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) e seus inimigos naturais no Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 20., Gramado. **Anais...** Gramado: Sociedade Entomológica do Brasil, 2004. p. 450.

SANTOS, G. B. et al. Artrópodos associados à copa de *Attalea phalerata* Mart. (Arecaceae), na região do Pantanal de Poconé, Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**. v. 47, n. 2, p. 211-224, 2003.

SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G.; SCHNEIDER, P. S. P. Implantação de povoamentos de *Dodonaea viscosa* (L.) Jacq. com mudas e semeadura direta. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 29-33, 1999.

SILVA, F. R. et al. Comportamento de *Peltophorum dubium* (SPRENG.) Taub., *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan e *Enterolobium contorsiliquum* (Vell.) Morong cultivadas em solo contaminada com cobre. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 1, p. 103-110, 2011.

SILVA-NETO, A. M; BRAVO, F.; ALDRETE, A. N. G. Primeiro Registro de *Ectopsocus titschacki* Jentsch (Psocodea: Psocoptera: Ectopsocidae) para o Estado da Bahia: Uma Prova da Falta de Estudos nessa Ordem de Insecta no Brasil. **Entomobrasilis**, v. 6, n. 1, p. 86-88, 2013.

SOBRAL, M.; et al. 2006. **Flora arbórea e arborescente do Rio Grande do Sul**, Brasil. Porto Alegre: Ed. Novo Ambiente. 350p.

STORK, N. E. Insect diversity: facts, fiction and speculation. **Biological Journal Linnean Society**, v. 35, p. 321-337, 1988.

STORK, N. E. The composition of the arthropod fauna of Bornean lowland rain forest trees. **Journal of Tropical Ecology**, v. 7, n. 2, p. 161-180, 1991.

STORK N. E.; ADIS, J.; DIDHAM, R. K. 1997. **Canopy Arthropods**. Chapman & Hall, London, Strong, D.

TEDESCO, M. J. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS, 1995. 118 p. (Boletim Técnico).

TOBIM, J. E. Ants as primary consumers: diet and abundance in the Formicidae. In: HUNT, J. H.; NAPELA, C. A. (Eds.). **Nourishment and evolution in insect societies**. Boulder: Westview Press, 1994, p. 279-307.

TSITSIPIS, J.A. et al. A novel scarring symptom on seedless grapes in the Corinth region (Peloponnese, southern Greece) caused by the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, and pest control tests. **IOBC WPRS Bulletin**. v. 26, n. 8, p. 259-263, 2003.

VASCONCELOS, H. L. Respostas das formigas a fragmentação florestal. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 12, p. 95-98. 1998.

WAGNER, T. Influence of forest type and tree species on canopy-dwelling beetles in Budongo forest, Influence of forest type and tree species on canopy-dwelling beetles in Budongo forest Uganda. **Biotropica**, v. 32, n. 3, p. 502–514, 2000.

WREGGE, M. S. et al. Influência das mudanças climáticas nas zonas de ocorrência do percevejo-bronzeado do eucalipto. In: BETTIOL, W. et al. (Eds.). **Aquecimento Global e Problemas Fitossanitários**. Brasília, DF: Embrapa, 2017, cap. 5, p. 93-115.

3 ARTROPODOFAUNA ASSOCIADA AO DOSSEL DE *Acacia mearnsii* EM ÁREA RECUPERADA APÓS MINERAÇÃO E EM ÁREA NÃO MINERADA

3.1 INTRODUÇÃO

Conhecida como acácia-negra, a espécie exótica *A. mearnsii* De Wild apresenta rápido crescimento e múltiplos usos, estando a sua área de ocorrência natural registrada para o sudeste da Austrália Continental e Tasmânia (SHERRY, 1971). No Rio Grande do Sul, as primeiras mudas desta espécie foram plantadas por Alexandre Bleckmann em 1918, no município de São Leopoldo, sendo que, ao longo dos anos esta espécie começou a receber grande atenção por parte dos agricultores (AGEFLOR, 2016) pois, apresenta uma capacidade de adaptação a diferentes solos e climas, sendo também considerada uma excelente fixadora de nitrogênio atmosférico no solo (FLEIG, 1993).

Dentre os possíveis usos para esta espécie, destacam-se o aproveitamento da matéria-prima como fonte energética, produção de celulose e papel, bem como a extração de tanino de sua casca para a utilização na indústria farmacêutica, no setor coureiro e no tratamento de águas e efluentes (AGEFLOR, 2016). Além destes aspectos, a acácia-negra também se sobressai ecologicamente, pois apresenta propriedades conservacionistas e recuperadoras de solos. Assim, Carpanezzi (1998) relata que esta espécie pode ser indicada para a recuperação ambiental, pois se trata de uma espécie pioneira, não invasora, que não apresenta rebrota significativa da cepa, não inibe a sucessão local, além de enriquecer o solo pela deposição de galhos, ramos e folhas com elevados teores de nitrogênio.

Nesse contexto, segundo Oliveira (2009), a acacicultura desenvolveu-se com expressivo crescimento em sua área de plantio e em número de produtores envolvidos no seu cultivo. Corroboram com essa afirmativa os dados da Ageflor (2016) onde o cultivo da acácia-negra ocupa a terceira colocação entre as espécies florestais exóticas plantadas no Rio Grande do Sul, perdendo em área cultivada somente para as espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*. Outro aspecto interessante relacionado a esta espécie, se refere aos plantios ocorrerem, em grande parte, em pequenas propriedades. Deste modo estes plantios acabam desempenhando um importante papel socioeconômico, gerando satisfatório retorno financeiro e contribuindo para a manutenção da população no meio rural (AGEFLOR, 2016).

Em relação às características dendrométricas Marchiori (1997) descreve *A. mearnsii* como sendo uma árvore de porte médio, de 10 a 30 metros de altura, de copa arredonda e casca castanho-escuro, dividida em pequenas placas e rica em tanino. Apresenta folhas alternas e

bipinadas, que se compõem de 13 a 17 pares de pinas subpostas. Os folíolos, em número de 30 ou mais pares por pina, são imbricados, longos (3 mm), estreitos (0,5 mm), de ápice obtuso e margem interna. Tanto o pecíolo como a ráquis foliar possuem um canal saliente, ligando inúmeras glândulas pequenas e ovaladas. A floração ocorre entre os meses de setembro e novembro, podendo haver pequenas variações em função das condições meteorológicas. As flores amarelo-claras, perfumadas e dispostas em capítulos globosos, reúnem-se em panículas terminais. Os legumes são glabros, tortuosos e de coloração escura.

Considerando os aspectos apresentados, o estudo realizado neste capítulo tem por objetivo descrever qualitativa e quantitativamente os artrópodos associados ao dossel de *Acacia mearnsii* em uma área não minerada (T1) e em uma área recuperada após a extração do carvão mineral (T2), através da identificação das espécies de artrópodos, da abundância, da riqueza e da similaridade dos grupos taxonômicos constituintes de cada tratamento. Procurou-se também caracterizar a relação destas espécies com diferentes variáveis meteorológicas (temperatura, precipitação e umidade relativa do ar).

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Localização e caracterização da área

As informações referentes a localização e caracterização da área de estudo estão descritas no item 1.3.1 do Capítulo 1.

3.2.2 Caracterização dos tratamentos

O estudo desenvolvido neste capítulo foi organizado tendo por base dois tratamentos, com T1 correspondendo a um povoamento de *A. mearnsii* em área não minerada, localizado nas coordenadas 31°34'20" Sul e 53°41'49" Oeste, em uma área de aproximadamente dois hectares e T2 correspondendo a um povoamento de *A. mearnsii* em área recuperada após a extração do carvão mineral, localizada nas coordenadas 31°33'50" Sul e 53°43'20" Oeste, em uma área de aproximadamente dois hectares. Os tratamentos estão distantes dois quilômetros entre si.

Na área onde não houve extração do carvão mineral (T1), o solo é classificado como Argissolo vermelho eutrófico típico de textura franca (EMBRAPA, 1997). Já na área

recuperada pela atividade de mineração do carvão (T2), o solo reconstruído caracteriza-se pela mistura de horizontes, com o predomínio do horizonte B (NUNES, 2002).

Na análise de solo a amostragem foi realizada conforme a metodologia descrita no item 1.3.4 do Capítulo 1. Estas amostras foram então transportadas ao Laboratório de Fertilidade do Solo vinculado ao Centro de Ciências Rurais para a confecção dos Laudos de análise de solo (Tabela 3.1).

Tabela 3.1 – Análise química do solo em campo nativo (testemunha) e em plantios de *Acacia mearnsii* em área não minerada (T1) e em área recuperada (T2) no município de Candiota, RS.

Trat.	pH	MO	ARGILA	Cu	Zn	B	Fe	Mn	Ca	Mg	Al	CTC
	H ₂ O	%		mg/dm ³					(cmolc/dm ³)			
TE	5,0	1,9	19,0	1,5	8,5	0,3	3.281,9	59,7	3,0	1,1	0,4	4,7
T1	4,8	2,8	18,5	0,9	4,3	0,5	1.187,5	63,4	3,1	0,9	1,2	4,4
T2	5,2	2,9	23,0	1,2	6,6	0,4	907,6	23,5	5,4	2,6	0,3	8,5

Tratamentos: TE: Testemunha; T1: *A. mearnsii* em área não minerada; T2: *A. mearnsii* em área recuperada.
Fonte: Autor (2018).

Na coleta do material vegetal (folhas) a amostragem foi realizada conforme a metodologia descrita no item 1.3.4 do Capítulo 1. Estas amostras foram então transportadas ao Laboratório de Ecologia Florestal (Labeflo) para a análise dos principais macro e micronutrientes presentes nas folhas através da digestão úmida em sistema aberto seguindo a metodologia descrita por Tedesco et al. (1995) (Tabela 3.2).

Tabela 3.2 – Análise química das folhas em plantios de *Acacia mearnsii* em área não minerada (T1) e em área recuperada após a mineração do carvão (T2) no município de Candiota, RS.

Trat.	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
T1	20,2	1,4	9,2	11,8	3,1	1,7	38,3	10,0	205,3	710,3	17,5
T2	16,5	1,4	7,7	18,3	3,1	2,0	46,0	7,1	127,2	1.185,0	13,6

Teores totais expressos no material seco a 70°C; T1: *A. mearnsii* em área não minerada; T2: *A. mearnsii* em área recuperada.
Fonte: Autor (2018).

Juntamente com as análises descritas, também foi realizado em cada tratamento o levantamento das variáveis dendrométricas. Deste modo, com o auxílio de uma fita dendrométrica realizou-se a leitura da variável diâmetro a altura do peito (DAP), e com um hipsômetro Vertex foi tomada a mediada referente à altura das árvores (h). Deste modo, as árvores presentes na área não minerada (T1) apresentavam um DAP médio de 19,8 cm e altura média de 20,83 metros, enquanto que as árvores presentes em na área recuperada após a mineração (T2) apresentavam um DAP médio de 13,5 cm e altura média de 16,70 metros, estando ambos os povoamentos com sete anos de idade ao início do experimento.

3.2.3 Metodologia de coleta e triagem

As informações referentes a metodologia de coleta e triagem estão descritas no item 1.3.3, do Capítulo 1.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 Levantamento populacional

No período de maio de 2014 a abril de 2016 a artropodofauna associada ao dossel de *A. mearnsii* totalizou 4.461 espécimens distribuídas em 160 grupos taxonômicos (Famílias, Gêneros e Espécies) nas Classes Insecta e Arachnida (Tabela 3.3). Na Classe Insecta ocorreu a maior riqueza observada (Sobs = 122) e a maior abundância com 70,46% do total coletado (3.143 indivíduos). Já na Classe Arachnida foram contabilizados 1.318 indivíduos, equivalendo a 29,54 % do total amostrado, com menor riqueza observada (Sobs = 38) (Tabela 3.3). O predomínio da Classe Insecta em estudos relacionados a artropodofauna de copa também foi registrada por Boscardin (2016), Costa (1986), Marques et al. (2001) e Santos et al. (2003) respectivamente, em copas de *Carya illinoensis* no Rio Grande do Sul, *Mimosa scrabella* no Paraná, *Vochysia divergens* no Pantanal do Mato Grosso e em copas de *Attalea phalerata* também no Pantanal Mato-Grossense. A maior abundância e riqueza da Classe Insecta frente a Arachnida está relacionada às seguintes características: capacidade de adaptação, desenvolvimento rápido e alto potencial de reprodução da maioria das espécies de insetos. Esses atributos segundo Carrano-Moreira (2015) conferem aos insetos substancial vantagem sobre outros artrópodos.

Tabela 3.3 – Artrópodos coletados com rede, em copas de *A. mearnsii*, em área não minerada e em área recuperada após a atividade de extração de carvão mineral, em Candiota, RS, no período entre maio de 2014 e abril de 2016.

Taxa	T1		T2		Total	
	N	%	N	%	N	%
(continua)						
CLASSE ARACHNIDA						
Ordem Prostigmata						
Família Tetranychidae						
*spp.	25	86,21	4	13,79	29	100
Total Prostigmata	25	86,21	4	13,79	29	100
Ordem Araneae						
Família Anyphaenidae						
<i>Arachosia praesignis</i> (Keyserling, 1891)	9	0,7	–	–	9	0,7
<i>Arachosia striata</i> (Keyserling, 1891)	3	0,23	2	0,16	5	0,39
<i>Sanogasta minuta</i> (Keyserling, 1891)	1	0,08	5	0,39	6	0,47
<i>Teudis</i> sp.	2	0,16	–	–	2	0,16
<i>Xiruana hirsuta</i> (Mello-Leitão, 1938)	12	0,93	12	0,93	24	1,86
*spp.	382	29,64	400	31,03	782	60,67
Família Araneidae						
<i>Eustala ericae</i> Simon, 1895	–	–	4	0,31	4	0,31
<i>Eustala</i> sp.	4	0,31	4	0,31	8	0,62
<i>Cyclosa machadinho</i> Levi, 1999	–	–	2	0,16	2	0,16
<i>Ocrepeira galoanoi</i> Levi, 1993	1	0,08	–	–	1	0,08
<i>Parawixia audax</i> (Blackwall, 1863)	3	0,23	–	–	3	0,23
*spp.	85	6,59	81	6,28	166	12,88
Família Corinnidae						
*spp.	–	–	1	0,08	1	0,08
Família Dictynidae						
<i>Thallumetus</i> sp.	–	–	1	0,08	1	0,08
Família Eutichuridae						
<i>Cheiracanthium inclusum</i> (Hentz, 1847)	2	0,16	2	0,16	4	0,31
Família Linyphiidae						
<i>Laminacauda</i> sp.	1	0,08	–	–	1	0,08
<i>Sphecozone</i> sp.	3	0,23	1	0,08	4	0,31
*spp.	1	0,08	1	0,08	2	0,16
Família Lycosidae						
<i>Hogna</i> sp.	–	–	1	0,08	1	0,08
Família Oxyopidae						
<i>Oxyopes salticus</i> (Hentz, 1845)	2	0,16	–	–	2	0,16
*spp.	4	0,31	–	–	4	0,31
Família Salticidae						
<i>Cotinusa</i> sp.	1	0,08	–	–	1	0,08
<i>Gastromicans</i> sp.	11	0,85	1	0,08	12	0,93
*spp.	16	1,24	12	0,93	28	2,17
Família Sparassidae						
*spp.	1	0,08	2	0,16	3	0,23

Tabela 3.3 – Artrópodos coletados com rede, em copas de *A. mearnsii*, em área não minerada e em área recuperada após a atividade de extração de carvão mineral, em Candiota, RS, no período entre maio de 2014 e abril de 2016.

Taxa	(continuação)					
	T1		T2		Total	
	N	%	N	%	N	%
Família Tetragnathidae						
<i>Leucauge</i> sp.	1	0,08	1	0,08	2	0,16
*sp.	–	–	1	0,08	1	0,08
Família Theridiidae						
		0				
<i>Anelosimus</i> sp.	1	0,08	–	–	1	0,08
<i>Cryptachaea hirta</i> Taczanowski, 1873	4	0,31	5	0,39	9	0,7
<i>Cryptachaea</i> sp.	1	0,08	–	–	1	0,08
<i>Platnickina mneon</i> Bösenberg & Strand, 1906	2	0,16	–	–	2	0,16
*spp.	2	0,16	5	0,39	7	0,54
Família Thomisidae						
<i>Misumenops</i> sp.1	4	0,31	–	–	4	0,31
<i>Misumenops</i> sp.2	2	0,16	–	–	2	0,16
<i>Theridion</i> sp.	1	0,08	–	–	1	0,08
<i>Tmarus</i> sp.	1	0,08	–	–	1	0,08
*spp.	131	10,16	51	3,96	182	14,12
Total Araneae	694	53,84	595	46,16	1.289	100
CLASSE INSECTA						
Ordem Coleoptera						
Família Aderidae						
<i>Aderus</i> sp.	3	0,27	7	0,64	10	0,91
Família Anthribidae						
<i>Anthribinae</i> sp.	1	0,09	–	–	1	0,09
Família Attelabidae						
<i>Haplorhynchites</i> sp.	13	1,19	10	0,91	23	2,1
Família Biphylidae						
<i>Diplocoelus</i> sp.	2	0,18	–	–	2	0,18
Família Brachyceridae						
sp.1	2	0,18	–	–	2	0,18
sp.2	1	0,09	1	0,09	2	0,18
Família Brentidae						
<i>Apion</i> sp.	–	–	2	0,18	2	0,18
Família Cantharidae						
<i>Maronius</i> sp.	1	0,09	1	0,09	2	0,18
Família Carabidae						
<i>Dromius</i> sp.	1	0,09	–	–	1	0,09
<i>Lebia (Chelonodema)</i> sp.	5	0,46	–	–	5	0,46
Família Chrysomelidae						
<i>Chalepotatus coarctatus</i> (Chapuis, 1877)	–	–	1	0,09	1	0,09
<i>Colaspis</i> sp.1	15	1,37	78	7,12	93	8,49
<i>Colaspis</i> sp.2	–	–	3	0,27	3	0,27
<i>Cryptocephalus</i> sp.	1	0,09	3	0,27	4	0,36
<i>Diabroctica speciosa</i> (Germar, 1824)	4	0,36	13	1,19	17	1,55

Tabela 3.3 – Artrópodos coletados com rede, em copas de *A. mearnsii*, em área não minerada e em área recuperada após a atividade de extração de carvão mineral, em Candiota, RS, no período entre maio de 2014 e abril de 2016.

(continuação)

Taxa	T1		T2		Total	
	N	%	N	%	N	%
<i>Diabrotica</i> sp.1	–	–	1	0,09	1	0,09
<i>Diabrotica</i> sp.2	2	0,18	2	0,18	4	0,36
<i>Megacerus (Pachybruchus)</i> sp.	3	0,27	2	0,18	5	0,46
<i>Megascelis</i> sp.1	9	0,82	30	2,74	39	3,56
<i>Megascelis</i> sp.2	5	0,46	44	4,01	49	4,47
<i>Pachybrachis</i> sp.1	–	–	9	0,82	9	0,82
<i>Pachybrachis</i> sp.2	–	–	1	0,09	1	0,09
<i>Plagiometriona punctatissima</i> (Boheman, 1855)	1	0,09	–	–	1	0,09
<i>Stator limbatus</i> (Horn, 1873)	151	13,78	178	16,24	329	30,02
sp.1	–	–	5	0,46	5	0,46
sp.2	–	–	9	0,82	9	0,82
sp.3	20	1,82	2	0,18	22	2,01
<i>Spintherophyta</i> sp.	5	0,46	6	0,55	11	1
<i>Stilodes (Desmogramma)</i> sp.	1	0,09	–	–	1	0,09
<i>Systema</i> sp.	1	0,09	–	–	1	0,09
Família Coccinellidae						
<i>Eriopsis connexa</i> (Germar, 1824)	1	0,09	–	–	1	0,09
<i>Exoplectra</i> sp.	3	0,27	3	0,27	6	0,55
<i>Harmonia axyridis</i> (Pallas, 1773)	1	0,09	–	–	1	0,09
<i>Psyllobora</i> sp.1	1	0,09	–	–	1	0,09
<i>Psyllobora</i> sp.2	–	–	1	0,09	1	0,09
<i>Scymnus (Pullus)</i> sp.	2	0,18	3	0,27	5	0,46
<i>Zagloba</i> sp.	–	–	17	1,55	17	1,55
Família Curculionidae						
<i>Anthonomus</i> sp.	2	0,18	2	0,18	4	0,36
<i>Apostasimerini</i> sp.	1	0,09	–	–	1	0,09
<i>Cylindrocerus</i> sp.	2	0,18	–	–	2	0,18
<i>Hypothenemus</i> sp.	–	–	1	0,09	1	0,09
<i>Naupactus</i> sp.	3	0,27	1	0,09	4	0,36
<i>Pandeteleius</i> sp.	4	0,36	222	20,26	226	20,62
<i>Pheloconus</i> sp.	2	0,18	–	–	2	0,18
Família Elatridae						
<i>Conoderus fuscofasciatus</i> Eschscholtz, 1829	1	0,09	–	–	1	0,09
<i>Conoderus</i> sp.	1	0,09	–	–	1	0,09
Família Latridiidae						
<i>Melanophthalma</i> sp.	60	5,47	49	4,47	109	9,95
sp.	1	0,09	–	–	1	0,09
Família Melyridae						
<i>Attalus</i> sp.	–	–	2	0,18	2	0,18
Família Mordellidae						
<i>Mordella</i> sp.	2	0,18	2	0,18	4	0,36

Tabela 3.3 – Artrópodos coletados com rede, em copas de *A. mearnsii*, em área não minerada e em área recuperada após a atividade de extração de carvão mineral, em Candiota, RS, no período entre maio de 2014 e abril de 2016.

(continuação)

<i>Taxa</i>	T1		T2		Total	
	N	%	N	%	N	%
Família Mycetophagidae						
<i>Litargus tetraspilotus</i> Leconte, 1856	–	–	3	0,27	3	0,27
Família Phalacridae						
<i>Stilbus</i> sp.1	1	0,09	0		1	0,09
<i>Stilbus</i> sp.2	12	1,09	10	0,91	22	2,01
Família Ptilidactylidae						
<i>Ptilodactyla</i> sp.	13	1,19	1	0,09	14	1,28
Família Ptinidae						
<i>Petalium</i> sp.	2	0,18	–	–	2	0,18
<i>Ptilinus</i> sp.	2	0,18	–	–	2	0,18
<i>Tricorynus</i> sp.	1	0,09	–	–	1	0,09
Família Scarabaeidae						
<i>Liogenys</i> sp.	–		1	0,09	1	0,09
Família Scirtidae						
<i>Ora</i> sp.1	2	0,18	1	0,09	3	0,27
<i>Ora</i> sp.2	1	0,09	–	–	1	0,09
<i>Scirtes</i> sp.	1	0,09	–	–	1	0,09
Total Coleoptera	369	33,67	727	66,33	1.096	100
Ordem Diptera						
Família Culicidae						
*spp.	141	53,61	122	46,39	263	100
Total Diptera	141	53,61	122	46,39	263	100
Ordem Hemiptera						
Família Aethalionidae						
<i>Aetalion reticulatum</i> (Linnaeus, 1758)	16	1,42	–	–	16	1,42
Família Alydidae						
<i>Hyalimenus (Tivarbus) tarsatus</i> (Fabricius, 1803)	15	1,33	–	–	15	1,33
Família Cercopidae						
*spp.	22	1,95	14	1,24	36	3,19
Família Cicadellidae						
*spp.	548	48,58	154	13,65	702	62,23
Família Clastopteridae						
*spp.	26	2,3	18	1,6	44	3,9
Família Coreidae						
<i>Apidaurus conspersus</i> Stal, 1870	79	7	47	4,17	126	11,17
<i>Hypselonotus interruptus</i> Hahn, 1833	11	0,98	2	0,18	13	1,15
Família Derbidae						
*sp.	–	–	1	0,09	1	0,09
Família Flatidae						
*sp.	9	0,8	–	–	9	0,8
Família Membracidea						
<i>Amblyophallus exaltatus</i> (Fabricius, 1803)	12	1,06	2	0,18	14	1,24

Tabela 3.3 – Artrópodos coletados com rede, em copas de *A. mearnsii*, em área não minerada e em área recuperada após a atividade de extração de carvão mineral, em Candiota, RS, no período entre maio de 2014 e abril de 2016.

Taxa	T1		T2		Total	
	N	%	N	%	N	%
<i>Cyphonia clavigera</i> (Fabricius, 1803)	2	0,18	–	–	2	0,18
<i>Cyphonia fuscata</i> Buckton, 1903	1	0,09	–	–	1	0,09
<i>Enchenopa gracilis</i> (Germar, 1818)	2	0,18	16	1,42	18	1,6
<i>Kronides cochleata</i> (Schmidt, 1911)	1	0,09	–	–	1	0,09
<i>Sundarion flavum</i> (Fairmaire, 1846)	21	1,86	1	0,09	22	1,95
Família Pentatomidae						
<i>Arvelius</i> sp.	5	0,44	5	0,44	10	0,89
<i>Edessa meditabunda</i> (Fabricius, 1794)	–	–	9	0,8	9	0,8
<i>Brontocoris tabidus</i> (Signoret, 1863)	21	1,86	7	0,62	28	2,48
Família Rhopalidae						
<i>Jadera</i> sp.	48	4,26	–	–	48	4,26
Superfamília Aphidoidea						
*spp.	3	0,27	10	0,89	13	1,15
Total Hemiptera	842	74,65	286	25,35	1.128	100
Ordem Hymenoptera						
Família Braconidae						
<i>Cotesia</i> sp.	–	–	3	0,46	3	0,46
<i>Hecabolus</i> sp.	1	0,15	–	–	1	0,15
<i>Heterospilus</i> sp.	1	0,15	1	0,15	2	0,31
<i>Meteorus</i> sp.	1	0,15	–	–	1	0,15
<i>Opius</i> sp.	1	0,15	–	–	1	0,15
<i>Phanerotoma</i> sp.	24	3,71	24	3,71	48	7,42
Família Encyrtidae						
<i>Psyllaephagus bliteus</i> Reik, 1962	2	0,31	4	0,62	6	0,93
Família Eulophidae						
<i>Horismenus</i> spp.	8	1,24	7	1,08	15	2,32
<i>Galeopsomyia</i> spp.	4	0,62	2	0,31	6	0,93
<i>Euplectrus</i> sp.	1	0,15	–	–	1	0,15
<i>Paraolinx</i> sp.	1	0,15	–	–	1	0,15
Família Eupelmidae						
<i>Anastatus</i> sp.	–	–	17	2,63	17	2,63
<i>Eupelmus pulchriceps</i> Cameron, 1905	3	0,46	–	–	3	0,46
Família Eurytomidae						
<i>Prodecatoma</i> sp.	1	0,15	–	–	1	0,15
<i>Neorileya</i> sp.	2	0,31	1	0,15	3	0,46
Família Formicidae						
<i>Acromyrmex crassispinus</i> (Forel, 1909)	–	–	11	1,7	11	1,7
<i>Brachymyrmex admotus</i> Mayr, 1887	–	–	8	1,24	8	1,24
<i>Brachymyrmex</i> sp.	2	0,31	15	2,32	17	2,63
<i>Camponotus (Myrmaphaenus)</i> sp.	45	6,96	196	30,29	241	37,25
<i>Camponotus (Tanaemyrmex)</i> sp.	21	3,25	–	–	21	3,25
<i>Camponotus próximo leydigi</i>	–	–	1	0,15	1	0,15

Tabela 3.3 – Artrópodos coletados com rede, em copas de *A. mearnsii*, em área não minerada e em área recuperada após a atividade de extração de carvão mineral, em Candiota, RS, no período entre maio de 2014 e abril de 2016.

Taxa	(conclusão)					
	T1		T2		Total	
	N	%	N	%	N	%
<i>Camponotus rufipes</i> (Fabricius, 1775)	2	0,31	44	6,8	46	7,11
<i>Crematogaster abstinens</i> Forel, 1899	3	0,46	7	1,08	10	1,55
<i>Dorymyrmex</i> sp.	–	–	1	0,15	1	0,15
<i>Linepithema micans</i> (Forel, 1908)	1	0,15	–	–	1	0,15
<i>Myrmelachista</i> sp.	–	–	4	0,62	4	0,62
<i>Nesomyrmex sculptiventris</i> (Mayr, 1887)	1	0,15	3	0,46	4	0,62
<i>Solenopsis</i> sp.	2	0,31	–	–	2	0,31
Família Ichneumonidae						
<i>Mesochorus</i> sp.	–	–	3	0,46	3	0,46
<i>Pimpla</i> sp.	1	0,15	–	–	1	0,15
<i>Podogaster</i> sp.	1	0,15	–	–	1	0,15
<i>Zaglyptus</i> sp.	–	–	1	0,15	1	0,15
Família Platygasteridae						
<i>Ceratobaeus</i> sp.	1	0,15	–	–	1	0,15
<i>Eurytoma</i> sp.	13	2,01	–	–	13	2,01
<i>Leptacis</i> sp.	5	0,77	1	0,15	6	0,93
<i>Synopeas</i> sp.	47	7,26	19	2,94	66	10,2
<i>Telenomus</i> sp.	10	1,55	11	1,7	21	3,25
<i>Trissolcus</i> sp.	28	4,33	9	1,39	37	5,72
Família Vespidae						
spp.	9	1,39	12	1,85	21	3,25
Total Hymenoptera	242	37,4	405	62,6	647	100
Ordem Neuroptera						
Família Chrysopidae						
<i>Chrysoperla externa</i> (Hagen, 1861)	–	–	9	100	9	100
Total Neuroptera	–	–	9	100	9	100
Total Geral	2.313	51,85	2.148	48,15	4.461	100

T1 = área recuperada com *E. contortisiliquum*; T2 = área recuperada com *D. viscosa*; T3 = área recuperada com *E. dunnii* logo após a mineração através da metodologia atual de recuperação do solo; T4 = área recuperada com *E. dunnii*, porém sem a restauração do solo. *spp. = indivíduos de diferentes espécies que foram identificados somente em nível de Família; *sp. = indivíduos de uma única espécie que não foram identificados por serem imaturos ou por falta de especialista no grupo.

Fonte: Autor (2018).

3.3.2 Classe Arachnida

Dos 1.318 espécimens coletados nesta Classe, 1.289 exemplares (97,8%) pertencem a Ordem Araneae e 29 exemplares (2,2%) a Ordem Prostigmata. A ordens Prostigmata, bem como Psocoptera e Collembola (que não foram coletadas neste estudo) ocorrem predominante

em copas com acúmulo de matéria orgânica, conforme observado por Battirolo et al. (2007) em *Attalea phalerata*, onde o acumulado deste material nas bainhas e nos folíolos desta espécie proporcionou a ocorrência significativa deste grupo. Deste modo, a ausência ou a pouca quantidade de matéria orgânica presente nas copas de *A. mearnsii* deste estudo pode justificar a baixa abundância deste grupo taxonômico.

As aranhas apresentaram uma distribuição relativamente homogênea, com 53,8% em T1 e 46,2% em T2, totalizando 694 e 595 exemplares respectivamente (Tabela 3.3) com maior riqueza de grupos taxonômicos (material identificado ao nível de Família, gênero ou espécie) em ordem decrescente nas famílias: Anyphaenidae, Araneidae, Theridiidae, Thomisidae, Linyphiidae, Salticidae, Oxyopidae, Tetragnathidae, Corinnidae, Dictynidae, Eutichuridae e Lycosidae, Sparassidae.

O total de famílias encontradas neste estudo (13 famílias) é semelhante ao total observado por Costa (1986), que identificou 11 famílias. Neste contexto, Anyphaenidae e Araneidae foram as famílias que se destacaram em termos de riqueza de espécies em ambos os estudos. Estas semelhanças podem estar associadas ao fato de que, ambas as espécies florestais (*M. scabrella* e *A. mearnsii*) pertencerem à mesma família botânica (Fabaceae). Em comparação com o trabalho realizado por Boscardin (2016), apesar de algumas diferenças quali-quantitativas, de um modo geral, percebe-se a existência de semelhanças na composição da araneofauna.

3.3.3 Classe Insecta

Os insetos representam a segunda classe coletada neste estudo, sendo a maior e mais diversificada Classe de artrópodos com cerca de 1 milhão de espécies (RAFAEL et al., 2012) agrupadas em 30 ordens (CARRANO-MOREIRA, 2015). No presente estudo foram identificadas cinco ordens, listadas a seguir em ordem decrescente de acordo com o número de famílias. Deste modo, a Ordem Coleoptera apresentou 21 famílias, seguida das ordens Hemiptera com 12 famílias, Hymenoptera com nove famílias; e por fim, a Ordem Diptera e Neuroptera ambas com uma família (Tabela 3.3).

De um modo geral e, independentemente do tratamento em questão, a abundância dos grupos taxonômicos encontrados neste estudo difere substancialmente da observada por outros autores como Marques et al. (2006) e Santos et al. (2003). Estas diferenças provavelmente estão associadas as características de cada espécie em questão. Neste contexto, tanto para *A. phalerata* (SANTOS et al., 2003) quanto para *V. divergens* (MARQUES et al., 2006) as

características das copas destas espécies são completamente distintas daquelas observadas nas espécies estudadas neste capítulo, o que proporciona condições diferenciadas para o estabelecimento e desenvolvimento dos artrópodos.

Além destas diferenças, existem também aquelas relacionadas aos biomas em que os estudos foram conduzidos (Bioma Pantanal e Bioma Pampa). Assim, estes fatos possibilitam o surgimento de comunidades de artrópodos distintas nestas espécies florestais. Corroboram com esta afirmação os trabalhos realizados por Adis, Lubin e Montgomery (1984) e Adis et al. (1997) na região Floresta Amazônica, onde os grupos predominantes nestes estudos diferiram significativamente dos observados neste trabalho devido, provavelmente, as características intrínsecas de cada região em estudo. Deste modo, e de maneira complementar, Stork et al. (1997) descreve que a diversidade associada ao dossel das espécies florestais pode variar localmente e geograficamente, conforme observado por Godfray e Lawton (2011) esta responde a diversos fatores em diferentes escalas espaciais.

3.3.3.1 Ordem Coleoptera

Na Ordem Coleoptera foram registradas 21 famílias (Tabela 3.3). Em termos de riqueza, o predomínio dos coleópteros entre os insetos amostrados está de acordo com o que consta na literatura, pois Coleoptera é, segundo Carrano-Moreira (2015), a maior ordem da Classe Insecta, englobando cerca de 40% de todas as espécies conhecidas, detendo assim aproximadamente 350 mil espécies. Além disso, para o Brasil há o registro de 28 mil espécies, distribuídas em 105 Famílias (CASARI; IDE, 2012).

Dentre as famílias coletadas neste estudo, os crisomelídeos se destacaram com 20 espécies, seguida por Coccinellidae e Curculionidae, ambas com sete espécies cada (Tabela 3.3). Juntas estas famílias corresponderam a 80,38% do total de coleópteros coletados. Este fato, provavelmente está relacionado a grande diversidade de espécies presentes nestas famílias e ao hábito desfolhador presentes nestas famílias. Neste sentido, estas famílias também foram registradas como predominante em outros estudos em diferentes espécies florestais (ALLISON et al., 1997; BOSCARDIN, 2016; COSTA, 1986; DAVIES et al., 1997; FARREL; ERWIN, 1998; FLOREN; LINSENMAIR, 1997; KIRMSE et al., 2003; MARQUES et al., 2006; ODEGAARD, 2003; STORK, 1991 e WAGNER, 2000).

O predomínio dos crisomelídeos em relação as demais famílias da Ordem Coleoptera deve estar diretamente relacionado a grande riqueza de espécies presente neste grupo, sendo uma das mais diversas associadas a Ordem Coleoptera (RILEY et al., 2002). Esta diversidade

possibilita a ocorrência predominante deste grupo em várias espécies florestais, conforme observado por Boscardin (2016); Costa (1986); Davies et al. (1997); Farrel e Erwin (1998); Floren e Linsenmair (1998); Marques et al. (2006); Wagner (2000) entre outros.

Destaca-se também neste estudo os curculionídeos que, embora com menor riqueza em relação aos crisomelídeos, ocorrem com frequência em diferentes estudos, constituindo-se em um grupo importante de pragas em diversas culturas, tendo-se como exemplo a broca-do-olho-do-coqueiro (*Rhynchophorus palmarum*), a broca-do-tronco-do-coqueiro (*Rhinostomus barbirostris*), bem como algumas espécies do Gênero *Gonipterus*, denominados gorgulhos-do-eucalipto, além da ocorrência, também como inseto-praga, em frutos e grãos armazenados (CARRANO-MOREIRA, 2015).

Somado a isto, os curculionídeos representam a maior família associada a Classe Insecta, desenvolvendo-se (fase larval) em troncos, galhos, frutos e sementes (CARRANO-MOREIRA, 2015). Neste contexto e corroborando com os resultados apresentados neste capítulo, Farrel e Erwin (1998) e Davies et al. (1997) também obtiveram a Família Curculionidae como dominante na Amazônia Peruana e em florestas na Venezuela. Nestes ambientes os curculionídeos devem ter encontrado condições ideais para o seu estabelecimento, tornando-se assim dominantes. Ainda neste sentido, outros estudos relatam a predominância dos curculionídeos, juntamente com os crisomelídeos, nas florestas tropicais de diversos países (ALLISON et al., 1997; KIRMSE et al., 2003; ODEGAARD, 2003; STORK, 1991).

Os coccinelídeos, neste estudo, embora com menor riqueza em relação aos crisomelídeos, detêm espécies predadoras, fato que os tornam importantes no manejo integrado de pragas (CARRANO-MOREIRA, 2015). Neste contexto, dentre os coccinelídeos coletados neste estudo, destaca-se *Zagloba* sp. tanto pela sua abundância, ao representar mais da metade do total de espécimens coletados nesta família (53,12%), bem como pela importância ecológica atuando como predadora da cochonilha-do-carmin (*Dactylopius coccus*) tendo potencial, juntamente com outras espécies predadoras, para estudos de controle biológico das espécies-praga da palma-forrageira (*Opuntia ficus-indica*) (SANTOS, 2006).

Outra espécie de cochonilha (*Diaspis echinocacti*) também é predada por uma espécie de joaninha associada ao gênero *Zagloba* (*Z. beaumonti*), conforme descrito por Lima (1998). Deste modo, ressalta-se a importância, como predadores, das espécies de coccinelídeos associados ao Gênero *Zagloba*. *Harmonia axyridis* também é uma espécie importante no controle biológico, pois juntamente com outras espécies, destaca-se como inimigo natural do psilídeo-de-concha (*G. brimblecombei*) (SANTANA et al., 2004). Assim, embora com apenas um exemplar coletado neste capítulo, fica novamente registrada a importância desta espécie.

Stator limbatus foi, entre os coleópteros, a espécie abundante com 329 espécimens (30,02%) (Tabela 3.3). A abundância deste inseto está diretamente relacionada a predação de sementes da *A. mearnsii* (OLIVEIRA; COSTA, 2009) onde as larvas se desenvolvem até emergirem, já na fase adulta, através de pequenos orifícios arredondados (BORROR; DELONG, 1969). Neste contexto, para Oliveira e Costa (2009) as sementes de *A. mearnsii* são suscetíveis ao ataque de *S. limbatus*, devido principalmente aos plantios homogêneos oferecerem condições favoráveis para o estabelecimento destes insetos, pois há alimento em abundância. Assim, Oliveira e Costa (2009) obtiveram 44,3% de sementes predadas por este inseto.

Neste capítulo, por não ser o foco da pesquisa, não se contabilizou o total de sementes predadas coletadas juntamente com os artrópodos através da rede de copa, embora durante o processo de triagem se encontrassem sementes com danos similares aos descritos por Oliveira e Costa (2009). Ressalta-se ainda que outros trabalhos (ANTON et al., 1997; JOHNSON, 1995; WALTERS; MILTON, 2003) também demonstram a suscetibilidade das sementes de *Acacia* spp. ao ataque de diferentes espécies de bruquíneos.

Pandeleiteius sp. com 226 espécimens (Tabela 3.3) foi o segundo coleóptero mais abundante neste estudo e o mais abundante entre os curculionídeos, correspondendo a 94,17 % do total coletado nesta família. Esta significativa abundância provavelmente esteja relacionada ao grande número de espécies associadas ao Gênero *Pandeleiteius*, com aproximadamente 200 espécies distribuídas desde o sul do Canadá ao Sul da Argentina e Chile (HOWDEN, 2011). Deste modo, embora se tenha avançado na descoberta de novas espécies, conforme o trabalho publicado por Anderson e Ivie (2015), pouco se sabe sobre os demais aspectos biológicos das espécies associadas a este gênero, incluindo inúmeras espécies ainda não descritas.

Em relação as espécies-praga em potencial associadas ao Gênero *Pandeleiteius*, Warner (1959) descreve a ocorrência de *P. erubescens*, *P. boops* e *P. pelodus* como espécies-praga associadas ao abacateiro (*Persea americana*) na Costa Rica. Já no Brasil, Costa e Bogorni (1996) ao estudarem os insetos associados ao dossel de diferentes espécies florestais no município de São Sepé, relatam *Pandeleiteius* spp. associados as copas de *Mimosa pigra*, *Blepharocalyx salicifolius* e *Eugenia uniflora*. Enquanto isto, para *A. mearnsii* não foram encontrados registros da ocorrência deste gênero, bem como de eventuais danos causados por estes curculionídeos.

Apesar da importância da espécie-praga *Oncideres impluviata*, conhecida como anelador ou serrador da acácia-negra, esta não teve sua ocorrência registrada neste estudo. Porém, em ambos os tratamentos foram detectados sinais da presença do inseto (árvores com

galhos anelados e/ou galhos caídos sobre o solo), entretanto o mesmo não foi coletado através da rede de copa. Assim, esta metodologia de coleta pode não ser eficiente para a amostragem de *O. impluviata* uma vez que estes insetos se fixam fortemente não sendo desalojados com facilidade e, conseqüentemente, não podem ser amostrados através da metodologia de coleta empregada neste estudo.

3.3.3.2 Hemiptera

Na Ordem Hemiptera foram registradas a ocorrência de 11 famílias e uma superfamília (Tabela 3.3). Em termos de riqueza, destacou-se a Família Membracidae com seis espécies, porém com somente 58 espécimens (5,14%). Para Carrano-Moreira (2015) os insetos associados a esta família se alimentam da seiva e do floema de plantas ornamentais e frutíferas, detendo pouca importância como pragas agrícolas (GALLO et al., 2002), embora espécimens desta família já tenham sido mencionadas como pragas em acerola, café, soja e ameixa (NASCIMENTO et al., 2003; MEDAL et al., 1995; BRAGA SOBRINHO et al., 1998; HICKEL et al., 2001).

Em relação a abundância, a Família Cicadellidae se destacou com 702 espécimens (62,83%). Deste modo, mesmo com a identificação somente em nível de família, destaca-se que os cicadélídeos são capazes de transmitir doenças ao se alimentarem exclusivamente do xilema das plantas (WILSON; CLARIDGE, 1991), como observado para a bactéria *Xylella fastidiosa* que ocasiona a Clorose Variegada dos Citros (CVC) (DE NEGRI, 1990). Corroborando com estes resultados, os cicadélídeos também foram o grupo mais abundante dentre os hemípteros coletados por Miranda (2003). O predomínio destes insetos pode estar relacionado ao fato dos cicadélídeos constituírem um grupo grande e diversificado (YOUNG, 1968) com 11 subfamílias e 55 espécies (YAMAMOTO; GRAVENA 2000).

O pentatomídeo *Brontocoris tabidus*, apesar de estar representado por apenas 2,48 % do total de hemípteros coletados neste estudo (28 espécimens), merece destaque por ser um predador generalista associado a algumas espécies-praga do eucalipto e que vem sendo utilizado no controle biológico (GUANABENS et al., 2014; MENEZES et al., 2013). Deste modo, dentre as espécies-praga predadas por *B. tabidus*, salienta-se *Thyrinteina arnobia* (Stoll, 1872) (GUANABENS, 2013). *Edessa mediatubunda* (Fabricius, 1794), apesar da baixa abundância com somente nove exemplares amostrados, é outro pentatomídeo que merece destaque por ser considerada praga na cultura da soja (GALLO et al., 2002).

3.3.3.3 Hymenoptera

Associada a Ordem Hymenoptera foram registradas nove famílias, com destaque para Formicidae com 13 espécies, seguida pelas Famílias Braconidae e Platygasteridae com seis espécies cada (Tabela 3.3). Em Formicidae, as espécies mais abundantes foram *Camponotus (Myrmaphaenus)* sp., *Camponotus (Tanaemyrmex)* sp. e *Camponotus rufipes* (Fabricius, 1775) totalizando 308 exemplares, representando assim 83,9% do total coletado. Dentre as formigas denominadas cortadeiras, foi registrada somente a ocorrência de *Acromyrmex crassispinus* (Forel, 1909), sendo que isto pode estar relacionado ao fato de que *A. crassispinus* ser a espécie mais comumente encontrada na região sul do Brasil (RANDO; FORTI, 2005).

Os resultados encontrados para esta família estão parcialmente de acordo com os observados por Garlet (2013) e Vasconcelos (1998), pois para estes autores ambientes com maiores alterações de origem antrópica apresentam aumento na abundância de formigas, fato que coincide com os resultados obtidos neste trabalho com 77 espécimens coletadas em T1 (área não minerada), contra 367 espécimens em T2 (área minerada) (Tabela 3.3). Porém, em relação a riqueza os resultados deste estudo diferem dos encontrados pelos autores citados anteriormente, pois o maior valor obtido para este parâmetro neste estudo ocorreu na área recuperada após a extração do carvão mineral (T2), podendo este fato estar relacionado as diferenças entre as espécies florestais e também as próprias espécies de formigas coletadas nestes estudos.

Apesar destas diferenças, o predomínio de *Camponotus (Myrmaphaenus)* sp. também ocorreu, conforme Garlet (2013) e Vasconcelos (1998), no ambiente com maior intervenção antrópica, com 45 espécimens em T1 (área não minerada) contra 196 em T2 (área minerada). Neste contexto Rocha et al. (2015) identificaram *Camponotus (Myrmaphaenus)* sp. como bioindicadora de degradação ambiental em áreas de extração de diamantes no estado do Mato Grosso.

Deste modo, embora com presença na área não minerada (T1), *Camponotus (Myrmaphaenus)* sp. ocorreu predominantemente na área minerada (T2), estando a presença desta espécie em T1 relacionada a proximidade com os tratamentos minerados. Dentre todas as espécies de formigas coletadas, o predomínio das espécies do Gênero *Camponotus* deve estar diretamente relacionado ao hábito onívoro das espécies deste gênero e, também, pelo fato destes espécimens nidificarem nos galhos das árvores (BOLTON, 2003).

Em relação ao método de coleta, a rede de copa utilizada neste estudo, representa uma medida direta das formigas que estavam efetivamente buscando recursos na copa das árvores (CAMPOS et al., 2006). Isto proporciona resultados extremamente significativos em relação aos dados ecológicos. Assim, os resultados obtidos para este grupo taxonômico (Formicidae), apresentam também importância ecológica.

No grupo taxonômico dos microhimenópteros as maiores riquezas foram encontradas nas Famílias Braconidae e Platygasteridae, ambas com seis espécies. As demais famílias amostradas em ordem decrescente de riqueza foram: Eulophidae e Ichneumonidae ambas com quatro espécies, Eupelmidae e Eurytomidae com duas espécies e Encyrtidae com uma espécie.

Dentre as espécies de microhimenópteros coletados, as mais abundantes foram: *Phanerotoma* sp., *Synopeas* sp. e *Trissolcus* sp. que totalizaram 151 exemplares, equivalente a 58,3% do total dos microhimenópteros. Neste contexto, as espécies associadas ao Gênero *Synopeas* spp. são parasitóides de insetos, principalmente dípteros galhadores (Diptera: Cecidomyiidae) (MAIA; AZEVEDO, 2009), enquanto as espécies associadas ao Gênero *Trissolcus* sp. são parasitóides de ovos de pentatomídeos presentes na cultura da soja (SANTOS, 2008). Já as espécies do gênero *Phanerotoma* sp. são relatadas parasitando larvas de *Dichomeris famulata* (Lepidoptera: Gelechiidae) na cultura do milho (*Zea mays* L.) (SILVA et al., 2012).

3.3.3.4 Neuroptera

Neste trabalho somente foi detectada a ocorrência de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) com nove espécimens coletados. Apesar da baixa abundância, a forma jovem desta espécie é uma larva predadora de colônias de pulgões, cochonilhas e pequenas lagartas, podendo então ser empregadas em programas de controle biológico (CARRANO-MOREIRA, 2015).

Neste contexto, *C. externa* é o predador mais estudado no Brasil, pois tem ampla ocorrência em diversas culturas e também por preda várias espécies de insetos-praga (AUAD; FONSECA, 2017). Ainda segundo estes autores, diversas pesquisas demonstraram a eficiência de *C. externa* como agente de controle biológico (predador) em Programas de Manejo Integrado dos afídeos *Rhopalosiphum maidis* (MAIA et al., 2004) e *Schizaphis graminum* (FIGUEIRA et al., 2002; FONSECA et al., 2001).

3.3.3.5 Diptera

A Ordem Diptera teve seus exemplares identificados apenas ao nível de família. Deste modo, todos os exemplares desta ordem pertencem a Famílias Culicidae (mosquitos). Apesar da importância da Ordem Diptera, com 160 famílias e 8.700 espécies presentes no Brasil (CARRANO-MOREIRA, 2015), neste estudo os dípteros somaram apenas 5,90 % do total de espécimens coletados (263 indivíduos). De um modo geral, conforme observado por Carvalho et al. (2012) os estudos com dípteros ainda são incipientes diante da enorme diversidade do grupo e do pouco conhecimento desta entomofauna em muitos ecossistemas.

Os dípteros estiveram entre os grupos dominantes nos estudos realizados por Adis et al. (1998), Battirola et al. (2007), Marques et al. (2001), Marques et al. (2006) e Santos et al. (2003). Nestes estudos, as espécies florestais apresentavam ocorrência natural, bem como presença de outras espécies (maior diversidade), diferindo assim do observado neste estudo e do relatado por Boscardin (2016). Deste modo, por estar representada apenas pela Família Coccinellidae, os dípteros coletados neste estudo não atuam como parasitóides, predadores ou fitófagos, diferindo assim do observado por Moran e Southwood (1982) e Stork (1991).

3.3.4 Avaliação dos tratamentos em função dos parâmetros ecológicos

Considerando que os valores do Índice de Diversidade de Shannon variam de zero a cinco (MAGURRAN, 2011; SILVEIRA NETO et al., 1976), os tratamentos estudados neste capítulo apresentam valores relativamente altos para este parâmetro ecológico, principalmente quando comparado aos valores obtidos por outros autores (BOSCARDIN, 2016; COSTA, 1986; GARLET, 2013; MARQUES et al., 2006; SANTOS et al., 2003). Neste contexto, não foi encontrada diferença significativa entre os valores observados para o Índice de Diversidade de Shannon e, conseqüentemente, a artropodofauna não difere em relação a diversidade de espécies em ambas as áreas (Tabela 3.4).

Em relação a distribuição das espécies, demonstrada numericamente pelo Índice de Equitabilidade de Pielou, houve diferença significativa entre os tratamentos. Conseqüentemente as espécies encontram-se melhores distribuída na área recuperada após a mineração (T2) em relação a área não minerada (T1), fato corroborado pelo valor de Dominância de Berger-Parker, que também diferiu estatisticamente entre T1 e T2, sendo maior na área não minerada (T1), demonstrando uma tendência a maior dominância neste tratamento. Este fato não ideal, pois é esperada sempre a menor dominância possível. O mesmo ocorre para o Índice de Similaridade

de Simpson que diferiu estatisticamente entre T1 e T2, com as espécies apresentando maior similaridade de ocorrência na área não minerada (T2) (Tabela 3.4).

Tabela 3.4 – Parâmetros ecológicos referente a artropodofauna coletada com rede, em copas de *A. mearnsii*, em área não minerada e em área recuperada após a atividade de extração de carvão mineral, em Candiota, RS entre maio de 2014 a abril de 2016.

Parâmetro Ecológico (Índices)	<i>A. mearnsii</i> em área não minerada (T1)	<i>A. mearnsii</i> em área recuperada (T2)
Similaridade de Simpson	0,899 B	0,925 A
Diversidade de Shannon (H')	3,138 A	3,222 A
Equitabilidade de Pielou (J')	0,647 B	0,698 A
Dominância de Berger-Parker	0,237 B	0,186 A

Tratamentos: T1 = povoamento de *A. mearnsii* em área não minerada; T2 = povoamento de *A. mearnsii* em área recuperada após a extração do carvão mineral; Valores não seguidos da mesma letra maiúscula na linha diferem significativamente entre si através do Teste T a 5%.

Fonte: Autor (2018).

Conforme pode ser verificado na Tabela 3.4, com exceção do Índice de Diversidade de Shannon, todos os demais parâmetros ecológicos estudados diferiram estatisticamente entre os tratamentos, sendo estas diferenças confirmadas pela análise de similaridade que demonstram dissimilaridade entre os tratamentos, com valores de 43,1% e 61,1% para os Índices Jaccard e Bray-Curtis respectivamente. Embora os valores de similaridade não tenham sido altos, estes foram, ao menos, maiores do que encontrados entre os tratamentos analisados no capítulo anterior. Deste modo, até certo ponto, estes resultados seguem a tendência apontada por Freitas et al. (2002), em que áreas com maior semelhança na diversidade vegetal, também apresentam maior similaridade na artropodofauna. Por se tratar de tratamentos com a mesma espécie florestal (*A. mearnsii*) era de se esperar uma maior similaridade entre as duas comunidades de artrópodos. Deste modo, a interação de outros fatores bióticos e abióticos nos tratamentos em estudo deve ter exercido influência na similaridade, impedindo assim que esta fosse maior.

Pelo discutido no parágrafo anterior não se pode concluir que a área recuperada após a atividade de extração do carvão mineral (T2) esteja em desequilíbrio em relação a área não minerada (T1), pois não houve diferença para o Índice de Diversidade de Shannon, que é um dos principais índices utilizados e, também pelo fato de que para os outros parâmetros ecológicos analisados a área recuperada após a atividade de mineração (T2) obteve resultados melhores que a área não minerada (T1) (Tabela 3.4).

Neste contexto, segundo Odum (1985), as áreas degradadas pela ação antrópica tendem a ter um baixo índice de diversidade e alta dominância de algumas espécies, fato este não observado neste estudo, onde em todos os parâmetros analisados a área recuperada após a extração do carvão mineral (T2) apresentou os melhores resultados, diferindo estatisticamente da área não minerada (T1) que, embora tenha obtido bons resultados para os parâmetros ecológicos analisados, apresentou valores inferiores aos observados em T2. Deste modo, em relação a artropodofauna, não se observa na área recuperada após a extração do carvão mineral as características comumente presentes em áreas degradadas pela ação antrópica. Assim, em relação a artropodofauna associada ao dossel o método de recuperação se demonstra eficiente.

3.3.5 Influência de fatores meteorológicos sobre a artropodofauna

Todas as ordens coletadas neste estudo foram submetidas a análise de correlação com as principais variáveis meteorológicas que podem exercer influência sobre a abundância da artropodofauna. Deste modo, foram correlacionadas a abundância mensal de cada ordem com as seguintes variáveis meteorológicas: temperatura média (°C), precipitação (mm) e umidade relativa do ar (%). Dentre as sete ordens, foram detectadas cinco correlações significativas, duas em T1 e três em T2 (Tabela 3.5).

Tabela 3.5 – Correlação de Spearman entre as variáveis meteorológicas e a abundância das ordens coletadas com rede, em copas de *A. mearnsii*, em área não minerada (T1) e em área recuperada após a atividade de extração de carvão mineral (T2), em Candiota, RS, entre maio de 2014 a abril de 2016.

<i>A. mearnsii</i> em área não minerada (T1)				<i>A. mearnsii</i> em área recuperada (T2)			
Ordem	T (°C)	P (mm)	UR (%)	Ordem	T (°C)	P (mm)	UR (%)
Araneae	-0,274	-0,2105	0,4943	Araneae	0,2005	-0,1368	-0,0718
Coleoptera	-0,064	-0,186	0,1286	Coleoptera	0,5624	-0,0635	-0,3848
Diptera	-0,2784	0,3307	0,0711	Diptera	-0,0929	0,2147	-0,1758
Hemiptera	0,0715	-0,1138	0,0751	Hemiptera	-0,0557	0,0231	-0,0584
Hymenoptera	0,391	-0,4491	0,1352	Hymenoptera	0,4374	0,0492	-0,363
Neuroptera	0,2498	-0,1004	-0,4657	Neuroptera	-0,2757	0,2377	0,1917
Prostigmata	0,1948	0,0293	-0,2359	Prostigmata	-0,1054	0,3464	0,2428

T1: plantio de *A. mearnsii* em área não minerada; T2: plantio de *A. mearnsii* em área recuperada após a extração do carvão mineral. Valores em negrito apresentam significância ($p < 0,05$).

Fonte: Autor (2018).

As variáveis meteorológicas são fatores abióticos que podem exercer influência significativa sobre os insetos, estando esta influência também relacionada com os fatores bióticos, como por exemplo presença de inimigos naturais (parasitóides e predadores) e fungos entomopatogênicos, que também influenciam as populações de artrópodos. Deste modo, salvo em condições de laboratório onde é possível exercer um maior controle sobre as variáveis em estudo, provavelmente nos tratamentos deste estudo ocorreu a interação entre fatores bióticos e abióticos que, conseqüentemente, dificultaram a detecção de um número maior de correlações entre as variáveis meteorológicas e a dinâmica populacional da artropodofauna.

Deste modo, a dinâmica populacional das Ordens Diptera, Hemiptera e Prostigmata não foram influenciadas significativamente ($p > 0,05$) pelas variáveis meteorológicas analisadas. Em contrapartida as Ordens Araneae, Coleoptera, Hymenoptera e Neuroptera foram influenciadas significativamente ($p < 0,05$) pelas variáveis meteorológicas em pelo menos um dos tratamentos.

Neste contexto, a precipitação mensal acumulada influenciou a dinâmica populacional dos himenópteros, pois com o aumento desta variável ocorreu a redução da abundância ($r_s = -0,4491$, $p < 0,05$) em T1. Assim como a precipitação, a umidade relativa do ar também exerceu influência sobre a dinâmica populacional de Araneae e Neuroptera em T1. Deste modo, com o aumento da umidade relativa do ar ocorre elevação na abundância das aranhas ($r_s = 0,4943$, $p < 0,05$) e redução na abundância dos neurópteros ($r_s = -0,4657$, $p < 0,05$). Em T2, a temperatura média exerceu influência significativa ($p < 0,05$) sobre a dinâmica populacional das Ordens Coleoptera e Hymenoptera, ocorrendo uma maior abundância destas ordens com o aumento da temperatura média ($r_s = 0,5624$ e $0,4374$ respectivamente).

3.4 CONCLUSÕES

A artropodofauna associada as copas de *A. mearnsii* apresenta significativa diversidade, estando composta por espécies de vários grupos taxonômicos, atuando assim em diversas funções ecológicas no ecossistema em que estão inseridos.

Em relação a artropodofauna e aos parâmetros ecológicos analisados, a área recuperada com o plantio de *A. mearnsii* (T2) se destaca em relação a área não minerada (T1).

A temperatura média e a umidade relativa do ar são as variáveis meteorológicas com maior influência sobre a dinâmica populacional da artropodofauna.

REFERÊNCIAS

- ADIS, J. et al. Knockdown efficiency of natural pyrethrum and survival rate of living arthropods obtained by canopy fogging in Central Amazonia. p.67-81. In: STORK, N. E.; ADIS, J.; DIDHAM, N. E. (Eds.). **Canopy Arthropods**. London, Chapman & Hall, 1997, 567 p.
- ADIS, J. A. et al. Arthropods obtained from the Amazonian tree species “Cupiuba” (*Goupia glabra*) by repeated canopy fogging with natural pyrethrum. **Acta Amazon.** v. 28, n. 3, p. 273-283, 1998.
- ADIS, J.; LUBIN, D.; MONTGOMERY, G. G. Arthropods from the canopy of inundated and terra firme forests near Manaus, Brazil, with critical considerations on the pyrethrum-fogging technique. **Studies Neotropical Fauna and Environmental**, v.19, p. 223–236, 1984.
- AGEFLOR – A Indústria de Base Florestal no Rio Grande do Sul. **Consufloor**, Curitiba, Paraná, Brasil, 2016. 96p.
- ALLISON, A.; SAMUELSON, A.; MILLER, S. E. Patterns of beetles species diversity in *Castanopsis acuminatissima* (Fagaceae) trees studied with canopy fogging in mid-montane New Guinea rainforest. IN: STORK, N. E.; ADIS, J.; DIDHAM, R. K. (Eds.). **Canopy arthropods**, p. 24-236, Chapman & Hall, London, 1997.
- ANDERSON, R. S.; IVIE, M. A. Two new species of metallic green *Pandeteleius* Schönherr, (Coleoptera: Curculionidae: Entiminae: Tanymericini) from the West Indies. **The Coleopterists Bulletin**, v. 69, n. 2, p. 319-323, 2015.
- ANTON, K. W.; HALPERIN, J.; CALDERON, M. An annotated list of the Bruchidae (Coleoptera) of Israel and adjacent areas. **Israel Journal of Entomology**, v. 31, p. 59-96, 1997.
- AUAD, A. M.; FONSECA, M. G. A entomologia nos cenários das mudanças climáticas. In: BETTIOL, W.; HAMADA, E; ANGELOTTI, F.; AUAD, A. M.; GHINI, R. (Eds.). **Aquecimento Global e Problemas Fitossanitários**. Brasília, DF: Embrapa, 2017, cap. 5, p. 93-115.
- BATTIROLA, L. D. et al. Comunidade de Artrópodes Associada à Copa de *Attalea phalerata* Mart. (Arecaceae) durante o Período de Cheia no Pantanal de Poconé, MT. **Neotropical Entomology**, v. 36, n. 5, p. 640-651, 2007.
- BOLTON, B. Synopsis and classification of Formicidae. **Memoirs of the American Entomological Institute**, v. 71, p. 1-370, 2003.
- BORROR, D. J.; DELONG, D. M. **Introdução ao estudo dos insetos**. USAID, Rio de Janeiro, Brasil, 1969, 653 p.
- BOSCARDIN, J. **Artrópodos associados à cultura da noqueira-pecã [*Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch]**. 2016. 196 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

BRAGA SOBRINHO, R.; CARDOSO, J.E.; FREIRE, F.C.O. (Eds.). **Pragas de fruteiras tropicais de importância agroindustrial**. Brasília: Embrapa – SPI; Fortaleza: Embrapa-CNPAT, 1998. 209p.

CAMPOS, R. I. et al. Relationship between tree size and insect assemblages associated with *Anadenanthera macrocarpa*. **Ecography**, v. 29, n. 3, p. 442-450, 2006.

CARPANEZZI, A. A. Espécies para recuperação ambiental. In: GALVÃO, A. P. M. **Espécies não tradicionais para plantios com finalidades produtivas e ambientais**. Colombo: Embrapa Florestas, 1998. p. 43-53.

CARRANO-MOREIRA, A. F. **Insetos: Manual de Coleta e Identificação**. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Thecnical Books, 2015, 369 p.

CARVALHO, C. J. B. et al. Diptera. In: RAFAEL, J. A. et al. (Eds.). **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2012. p. 701-743.

CASARI, S.A; IDE, S. Coleoptera. In: RAFAEL, J. A. et al. **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. Ribeirão Preto: Hollos, 2012. 810 p.

COSTA, E. C. **Artrópodes associados a bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.)** 1986. 271 f. Tese (Doutorado Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1986.

COSTA, E. C.; BOGORNÍ, P. C. Insectos asociados al dosel de árboles del bosque secundario em Brasil. 1. Coleoptera-Curculionidae. **Folia Entomológica Mexicana**, v. 98, p. 45-52, 1996.

DAVIES, J. G. et al. Beetle species diversity and faunal similarity in Venezuelan rainforest tree canopies, p. 85–103. In: STORK, N. E.; ADIS, J.; DIDHAM, R. K. (Eds.). **Canopy Arthropods**. London, Chapman & Hall, 567 p. 1997.

DE NEGRI, J. D. **Clorose variegada dos citros: nova anomalia afetando pomares em São Paulo e Minas Gerais**. Campinas: CATI, 1990. 6 p. (Comunicado Técnico, 82).

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, p.212, 1997.

ERWIN, T. L. Beetles and other insects of tropical forest canopies at Manaus, Brazil, sampled insecticidal fogging. **Tropical Rain Forest Ecology and Management**. Blackwell Scientific, Oxford, England. p. 59-75, 1983.

FARREL, B. D.; ERWIN, T. L. Leaf-beetle community structure in an Amazonian rainforest canopy, p. 73–87. In: JOLIVET, P.; PETITPIERRE, E.; HSIAO, T. H. (Eds.) **Biology of Chrysomelidae**. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1998.

FIGUEIRA, L. K.; LARA, F. M.; CRUZ, I. Efeito de genótipos de sorgo sobre o predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentado com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 1, p. 133-139, 2002.

- FLEIG, F. D. **Análise econômica dos sistemas de produção com Acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) no Rio Grande do Sul.** 1993. 104 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 1993.
- FLOREN, A.; LINSENMAIR, K. E. Diversity and recolonization dynamics of selected arthropod groups on different tree species in a lowland rainforest in Sabah, Malaysia, with special reference to Formicidae, p.344-381. In: STORK, N. E.; ADIS, J.; DIDHAM R. K. (Eds.), **Canopy arthropods.** London, Chapman & Hall, 1997. 567p.
- FONSECA, A. R.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, S. 2001. Capacidade predatória e aspectos biológicos das fases imaturas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas. **Ciência Agrotecnologia**, v. 25, n. 2, p. 251-263, 2001.
- FREITAS, F. A. et al. Similaridade e abundância de Hymenoptera inimigos naturais em plantio de eucalipto e em área de vegetação nativa. **Floresta e ambiente**, Seropédica, v. 9, n. 1, p. 145-152, 2002.
- FREITAS, S. de; PENNY, N. D. Neuroptera. In: RAFAEL, J. A. et al. **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia.** Ribeirão Preto: Hollos, 2012. 810 p.
- GALLO, D. et al. **Entomologia Agrícola.** Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.
- GARLET, J. **Dinâmica populacional de artrópodos em plantio inicial de *Eucalyptus grandis* (W. Hill) sob diferentes alternativas de controle químico de plantas daninhas.** 2013. 131 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2013.
- GODFRAY, H. C. J.; LAWTON, J. H. Scale and species numbers. **Trends in Ecology & evolution**, v. 16, n. 7, p. 400-404, 2011.
- GUANABENS, R. E. M. **INTERAÇÕES ENTRE *Brontocoris tabidus*, *Podisus nigrispinus* (HETEROPTERA: PENTATOMIDAE), *Thyrintea arnobia* (LEPIDOPTERA: GEOMETRIDAE) E *Eucalyptus*.** 2013. 193 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.
- GUANABENS, R. E. M. et al. The effect of the interaction between *Podisus nigrispinus* and *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) on the reproductive biology of the predators of agroforestry pests. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 107, n. 3, p. 691-695, 2014.
- HICKEL, E. R. et al. Fauna de Homoptera: Auchenorrhyncha em Pomares de Ameixeira em Santa Catarina. **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 4, p. 725-729, 2001.
- HOWDEM, A. T. On some species of *Pandeleiteius* Schoenherr, 1834, in South America south of the tenth parallel (Coleoptera, Curculionidae: Entiminae: Tanymecini). **Zootaxa**, v. 2977, p. 50-60, 2011.

- JOHNSON, C. D. New host records from Latin America and new synonymy for *Stator limbatus* (Horn) and *S. Cearanus* (Pic) (Coleoptera: Bruchidae). **The Coleopterists Bulletin**, v. 49, n. 4, p. 319-326, 1995.
- KIRMSE, S.; ADIS, J.; MORAWETZ, W. Flowering events and beetles diversity in Venezuela. In: BASSET, I. et al. (Eds.). **Arthropods of tropical forests: spatio-temporal dynamics and resource use the canopy**. Cambridge University Press, Cambridge, 2003.
- LIMA, I. M. M. **Ciclo de vida de *Zagloba beaumonti* Casey, 1899 (Coleoptera, Coccinellidae) como predador de *Diaspis echinocacti* (Bouché, 1833) (Hemiptera: Sternorrhyncha: Diaspididae): duração, sobrevivência e fertilidade em condições de laboratório**. 1998. 168 p. Curitiba, 1999. 175p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.
- MAIA, W. J. M. S. et al. Capacidade predatória e aspectos biológicos *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 6, p. 1259-1268, 2004.
- MAGURRAN, A. E. **Medindo a diversidade ecológica**. Tradução Dana Moiana Vianna. Curitiba: Ed. da UFPR, 2011. 261 p.
- MAIA, V. C.; AZEVEDO, M. A. P. Microhimenópteros associados com galhas de Cecidomyiidae (Diptera) em Restingas do Estado do Rio de Janeiro (Brasil). **Biota Neotropica**, v. 9, n. 2, p. 151-164, 2009.
- MARCHIORI, J. N. C. **Dendrologia das angiospermas: leguminosas**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1997. 200p.
- MARQUES, M. I. et al. Arthropod diversity in canopy of *Vochysia divergens* Pohl (Vochysiaceae), a forest dominant in the Brazilian Pantanal. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 36, n. 3, p. 205-210, 2001.
- MARQUES, M. I.; et al. Terrestrial arthropods from tree canopies in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 50, n. 2, p. 257-267, 2006.
- MEDAL, J. C. et al. Developmental stages of *Spissistilus festinus* (Homoptera: Membracidae) most susceptible to hemipteran predators. **Florida Entomologist**, v. 78, n. 4, p. 561-564, 1995.
- MENEZES, C. W. G. et al. *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) preying on *Podalia walkeri* (Lepidoptera: Megalopygidae) on eucalypt plants in Brazil. **Florida Entomologist**, v. 96, n. 1, p. 261-263, 2013.
- MIRANDA, M. P. **LEVANTAMENTO DE CIGARRINHAS (HEMIPTERA: CICADELLIDAE) VETORAS DE *Xylella fastidiosa* EM POMARES CÍTRICOS DO LITORAL NORTE DA BAHIA**. 2003. 63 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.
- MORAN, V. C.; SOUTHWOOD, T. R. E. The guild composition of arthropod communities in trees. **Journal of Animal Ecology**, v. 51, n. 1, p. 289-306, 1982.

- NASCIMENTO, A. S. et al. **Insetos pragas e seu controle. A cultura da aceroleira.** In: RITZINGER, R.; KOBAYASHI, A.K.; OLIVEIRA, J.R. P. (Ed.). Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. 198p.
- NUNES, M. C. D. **Condições físicas de solos construídos na área de mineração de carvão de Candiota-RS.** 2002. 130 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2002.
- ODEGAARD, F. Taxonomic composition and host specificity of phytophagous beetles in a dry forest in Panama. In: BASSET, I. et al. (Eds.). **Arthropods of tropical forests: spatio-temporal dynamics and resource use the canopy.** Cambridge University Press, Cambridge, 2003.
- ODUM, E. P. **Ecologia.** São Paulo: Interamericana, 1985. 434 p.
- OLIVEIRA, L. S.; COSTA, E. C. Predação de sementes de *Acacia mearnsii* De Wild. (Fabaceae, Mimosoideae). **Biotemas**, v. 22, n. 2, p. 39-44, 2009.
- RAFAEL, J. A. et al. (Ed.). **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia.** Ribeirão Preto: Holos Editora, 2012. 796 p.
- RANDO, J. S. S.; FORTI, L. C. Ocorrência de formigas *Acromyrmex* Mayr, 1865, em alguns municípios do Brasil. **Acta Scientiarum, Biological Sciences**, v. 27, n. 2, p. 129-133, 2005.
- RILEY, E. G. et al. Chrysomelidae Latreille 1802. In: ARNETT, J.R. et al. (Eds.). **American beetles: Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea.** Boca Raton: CRC Press, 2002. v. 2, p. 617 - 691.
- ROCHA, W. O. et al. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) Bioindicadoras de Degradação Ambiental em Poxoréu, Mato Grosso, Brasil. **Revista Floresta e Ambiente (FLORAM)**, v. 22, n. 1, p. 88-89, 2015.
- SANTANA, D. L. Q. et al. *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) e seus inimigos naturais no Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 20., Gramado. **Anais...** Gramado: Sociedade Entomológica do Brasil, 2004. p. 450.
- SANTOS, D. C. dos. **Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*) em Pernambuco.** Recife: IPA, 2006. 48 p.
- SANTOS, G. B. et al. 2003. Artrópodos associados à copa de *Attalea phalerata* Mart. (Arecaceae), na região do Pantanal de Poconé, Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 47, n. 2, p. 211-224, 2003.
- SANTOS, R. S. S. Levantamento populacional de percevejos e da incidência de parasitóides de ovos em cultivos orgânicos de soja. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 14, n. 1, p. 41-46, 2008.
- SHERRY, S. P. **The Black Wattle (*Acacia mearnsii* De Wild.).** Pietermoritzburg: University of Natal Press, 1971, 402 p.

- SILVA, R. B. et al. Record of new species of parasitoids on larvae of *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH) (Lepidoptera: Noctuidae) and *Dichomeris famulata* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) in maize (*Zea mays* L.) in Brazil. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 11, n. 1, p. 115-119, 2012.
- SILVEIRA NETO, S. et al. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Ceres, 1976. 419 p.
- STORK N. E.; ADIS, J.; DIDHAM, R. K. 1997. **Canopy Arthropods**. Chapman & Hall, London, Strong, D.
- STORK, N. E. The composition of the arthropod fauna of Bornean lowland rain forest trees. **Journal of Tropical Ecology**, v. 7, n. 2, p. 161-180, 1991.
- TEDESCO, M. J. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS, 1995. 118 p. (Boletim Técnico).
- VASCONCELOS, H. L. Respostas das formigas a fragmentação florestal. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 12, p. 95-98. 1998.
- WAGNER, T. Influence of forest type and tree species on canopy-dwelling beetles in Budongo forest, Influence of forest type and tree species on canopy-dwelling beetles in Budongo forest Uganda. **Biotropica**, v. 32, n. 3, p. 502–514, 2000.
- WALTERS, M.; MILTON, S. J. The production, storage and viability of seeds of *Acacia karroo* and *A. nicotica* in a grassy savanna in KwaZulu-Natal, South Africa. **African Journal of Ecology**, v. 41, n.3, p. 211-217, 2003.
- WARNER, R. E. Three Neotropical Species of *Pandeleteius* on Avacado (Curculionidae, Tanymecini). **The Coleopterists Bulletin**, v. 13, n. 2, p. 33-35, 1959.
- WILSON, M. R.; CLARIDGE, M. F. Nymphal Identification, p.121-128. In: **Handbook for identification of leafhoppers and planthoppers of rice**. Wallingford, CAB International, Natural Resources Institute, 142p. 1991.
- YAMAMOTO, P. T.; GRAVENA, S. Espécies e abundância de cigarrinhas e psilídeos (Homoptera) em pomares cítricos. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 1., p. 169-176, 2000.
- YOUNG, D. A. **Taxonomic study of the Cicadellinae**. Part 1, Proconiini. Washington, United States National Museum, 287p. 1968.

4 DINÂMICA POPULACIONAL DE *Glycaspis brimblecombei* (HEMIPTERA: PSYLLIDAE) E DO PARASITOIDE *Psyllaephagus bliteus* (HYMENOPTERA: ENCYRTIDAE) EM PLANTIO DE *Eucalyptus dunnii* NO RIO GRANDE DO SUL

4.1 INTRODUÇÃO

Glycaspis brimblecombei (Hemiptera: Psyllidae), conhecido como psilídeo-de-concha, é um inseto de origem australiana com hábito sugador, caracterizado por alimentar-se exclusivamente das espécies vegetais do gênero *Eucalyptus*. O inseto-praga possui fácil identificação a campo, em virtude de sua secreção açucarada, em formato de concha, localizada nas folhas das plantas hospedeiras (SILVA et al., 2013).

No Brasil, o primeiro relato deste inseto-praga em povoamentos de *Eucalyptus* spp. ocorreu em junho de 2003 no interior do estado de São Paulo, posteriormente, foi observado também nos estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul e Paraná (WILCKEN et al., 2003). Para o estado do Rio Grande do Sul, esta espécie-praga foi registrada em eucaliptais, também no ano de 2003, nas cidades de Butiá, Caçapava do sul e Santa Maria (OLIVEIRA et al., 2006).

Os danos causados pelo psilídeo-de-concha incluem o secamento dos ponteiros, redução da atividade fotossintética e redução no crescimento da planta atacada, além de favorecer a ocorrência de insetos-praga secundários e o desenvolvimento da fumagina (WILCKEN et al., 2003) e, se não forem aplicados métodos de controle, a mortalidade das árvores atacadas pode chegar a 15% no primeiro ano de crescimento, e até 40% no segundo ano de acordo com Gill (1998).

Segundo Santana et al. (2004) existem diversas espécies de inimigos naturais associados ao psilídeo-de-concha no Brasil, entre as quais destacam-se as espécies de joaninhas: *Cycloneda sanguinea* Linnaeus, 1763, *Eriopsis connexa* (Germar, 1824), *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773), *Hyppodamia convergens* (Guerin-Meneville, 1842) e *Olla v-nigrum* (Mulsant, 1866). E ainda, as espécies *Chrysoperla externa* Hagen, 1861 (Neuroptera: Chrysopidae), *Ocyptamus* sp. (Diptera: Syrphidae), além de aranhas e fungos entomopatogênicos.

Visando contornar os problemas ocasionados por *G. brimblecombei* os Estados Unidos realizaram a importação de algumas espécies de parasitoides da Austrália para a Califórnia. Entre estas espécies *Psyllaephagus bliteus*, estabeleceu-se a campo, controlando satisfatoriamente o psilídeo-de-concha (PAINE et al., 2000). No Brasil, *P. bliteus* foi detectado acidentalmente em galhos de *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus tereticornis* infestados

pelo psilídeo-de-concha (BERTI-FILHO et al., 2003). Após este primeiro relato, o programa corporativo para o controle biológico de *G. brimblecombei* em plantios de eucalipto no Brasil começou a ser desenvolvido com o objetivo de monitorar as populações de *P. bliteus*, bem como a criação e liberação desse parasitoide nos plantios florestais (FERREIRA FILHO et al., 2015).

O monitoramento do psilídeo-de-concha é imprescindível para o conhecimento do nível de infestação desta espécie-praga e para que se possa compreender os fatores que podem influenciar a população de *G. brimblecombei*. Entre os fatores que podem exercer controle sobre a população do psilídeo-de-concha destaca-se o controle biológico exercido por *P. bliteus*, que vem se intensificando devido às significativas taxas de parasitismo alcançadas por este parasitoide (FERREIRA FILHO et al., 2008).

Portanto, o presente estudo objetivou estudar a dinâmica populacional do psilídeo-de-concha (*G. brimblecombei*) e seu inimigo natural (*P. bliteus*), bem como relacionar sua abundância com a temperatura média e a precipitação acumulada.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Localização e caracterização da área

As informações referentes a localização da área experimental na qual o presente capítulo foi desenvolvido estão descritas no item 1.3.1, do Capítulo 1.

O plantio de *E. dunnii* está localizado nas coordenadas 31°33'50" Sul e 53°43'20" Oeste, em uma área de aproximadamente 1,8 hectares. Esta área foi recuperada após ter sido explorada durante a década de 70, antes da vigência da legislação ambiental atual. Deste modo até a década de 90, esta área era utilizada como um depósito de subprodutos da mineração, o que originou um solo com características químicas e físicas que dificultam o estabelecimento de espécies vegetais que não toleram baixa fertilidade, solos ácidos e impedimentos físicos que dificultam o desenvolvimento do sistema radicular.

4.2.2 Metodologia de coleta e triagem

As informações referentes a metodologia de coleta e triagem estão descritas no item 1.3.3, do Capítulo 1.

4.2.3 Confirmação da espécie *P. bliteus*

Com base nos trabalhos publicados por Dhahri (2014), Daane et al. (2005) e Riek (1962), e da identificação pelo Dr. Daniel Alejandro Aquino do Centro de Estudios Parasitológicos y de Vectores (CEPAVE) (La Plata, Buenos Aires, Argentina).

4.2.4 Correlações

No intuito de subsidiar a interpretação dos resultados obtidos, realizou-se o acompanhamento da temperatura média (°C) e umidade relativa do ar (%), bem como a precipitação acumulada (mm) na área de estudo por meio de uma estação meteorológica instalada a um quilômetro do centro do plantio. A leitura dos dados era diária, porém na apresentação dos resultados foram considerados os valores médios do intervalo entre cada coleta. A correlação de Spearman, utilizada para os dados oriundos de contagem, foi calculada pelo suplemento estatístico Action instalado ao Microsoft Office Excel 2010.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de maio de 2014 a abril de 2016, foram coletados um total de 312 exemplares adultos de *G. brimblecombei*, destes 82 foram coletados no primeiro ano e 230 no segundo. Quanto a *P. bliteus* foram coletados 135 adultos, sendo 38 coletados no primeiro e 97 no segundo ano. Ambas as espécies apresentaram similaridade na flutuação populacional durante os dois anos de coleta, com acmes populacionais nos meses de verão (fevereiro no primeiro ano e janeiro no segundo ano) e baixa abundância durante o inverno (Tabela 4.1).

No presente estudo as correlações entre as populações de *G. brimblecombei* e *P. bliteus* foram de 0,94 e de 0,89 para o primeiro e o segundo ano, respectivamente (Tabela 4.2). Corroboram com esta informação os resultados obtidos por Dezane et al. (2006), que também verificaram uma sincronia (correlação significativa entre as populações) na distribuição populacional desta espécie-praga e de seu inimigo natural.

Os resultados apresentados na Tabela 4.2 podem ser explicados pela relação existente entre as espécies em estudo, pois uma maior população do inseto-praga proporciona uma maior disponibilidade de insetos possíveis de serem parasitados, viabilizando assim o crescimento da população de *P. bliteus*. Este comportamento entre as populações também é relatado por Dal

Pogetto et al. (2005) e Lima et al. (2007), com correlações entre as populações de 86% e 76%, respectivamente.

Tabela 4.1 – Temperatura média (°C), precipitação total (mm), total de parasitoides (Pr) e total de psilídeos-de-concha adultos (Ps) em povoamento de *E. dunnii* no município de Candiota, RS.

1º Ano (2014/2015)					2º Ano (2015/2016)				
Mês/ano	T (°C)	P (mm)	Pr	Ps	Mês/ano	T (°C)	P (mm)	Pr	Ps
Maio/14	17,3	74	0	2	Maio/15	18,5	49	1	0
Jun/14	13,4	47	0	2	Jun/15	16,5	262	0	3
Jul/14	13,7	49	0	1	Jul/15	12,2	39	1	7
Ago/14	13,2	149	1	0	Ago/15	14,6	98	3	0
Set/14	14,7	128	0	0	Set/15	14,7	17	2	6
Out/14	17,1	99	0	0	Out/15	16,0	234	0	0
Nov/14	21,4	134	0	1	Nov/15	17,8	142	1	2
Dez/14	22,6	39	10	18	Dez/15	20,5	84	3	13
Jan/15	24,4	41	7	13	Jan/16	23,9	124	47	155
Fev/15	24,5	85	12	25	Fev/16	24,7	30	35	36
Mar/15	24,4	37	6	8	Mar/16	23,1	30	4	2
Abr/15	21,9	142	2	12	Abr/16	17,2	212	0	6
Média	19,1					18,4			
Total		1.024	38	82			1.321	97	230

Pr = total de parasitoides por data de coleta, Ps = total de psilídeos por data de coleta.

Fonte: Autor (2018)

Tabela 4.2 – Correlação entre as populações em estudo com a temperatura média (°C) e precipitação total (mm) no município de Candiota, RS.

<i>G. brimblecombei</i>				<i>P. bliteus</i>			
Temperatura média (°C)		Precipitação (mm)		Temperatura média (°C)		Precipitação (mm)	
1º Ano	2º Ano	1º Ano	2º Ano	1º Ano	2º Ano	1º Ano	2º Ano
0,77*	0,55*	-0,31ns	-0,21ns	0,76*	0,89*	-0,28ns	-0,23ns
Correlação entre <i>G. brimblecombei</i> e <i>P. bliteus</i> = 0,94* para o 1º ano e de 0,89* para o 2º ano							

* significado a 5% de probabilidade, ns não significativo.

Fonte: Autor (2018).

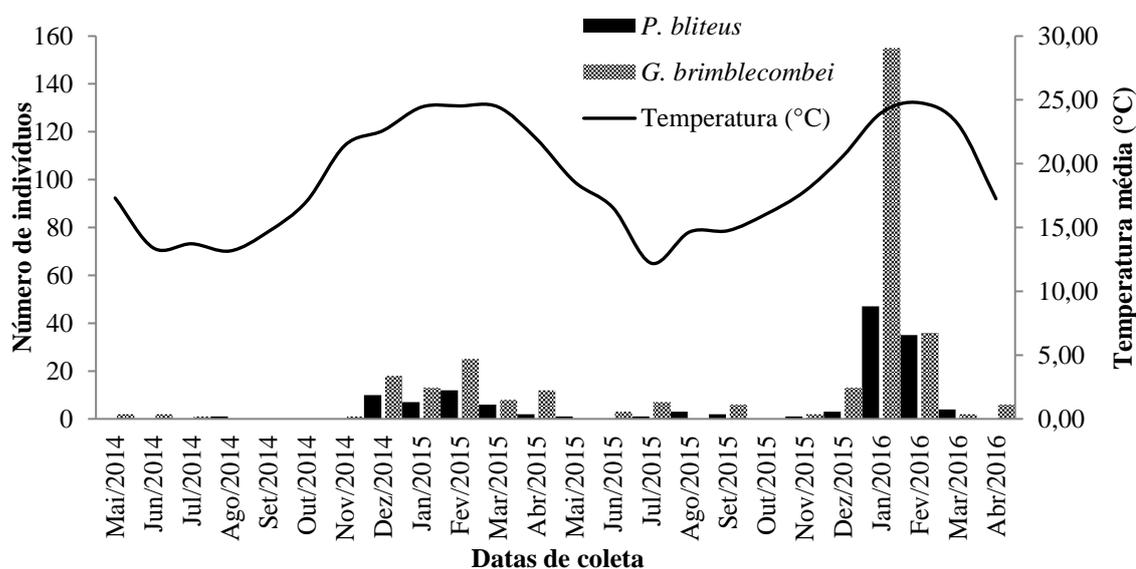
Neste contexto, conforme Mateus et al. (2007), o sincronismo entre as populações demonstra que o inimigo natural é eficaz para o controle do psilídeo-de-concha. O potencial do parasitoide também foi confirmado por Montes e Raga (2005), que ao estudarem a incidência

do psíldeo-de-concha em um talhão de *E. camaldulensis* detectaram correlação positiva entre os valores médios de adultos de *G. brimblecombei* e *P. bliteus* capturados.

Para Ferreira Filho (2010) a correlação positiva significativa entre as populações de *G. brimblecombei* e *P. bliteus* demonstra que provavelmente há uma relação de dependência entre as duas populações, fato fundamental quando se considera a utilização desses parasitoides como agente de controle biológico clássico. Aliado a isso, para Plascencia (2003) o fato do ciclo de vida de *P. bliteus* ser similar ao *G. brimblecombei* demonstra que o ciclo biológico deste parasitóide pode se ajustar ao do seu hospedeiro.

Quanto à influência da temperatura sobre a população do psíldeo-de-concha (Figura 4.1) os resultados encontrados neste trabalho são similares aos observados por Ramirez (2003), que observou o aumento populacional de *G. brimblecombei* no verão e redução no inverno. Resultados análogos a estes, também foram encontrados por Dahlsten (2002) e Paine et al. (2000) que, ao monitorarem as populações de *G. brimblecombei* em *E. camaldulensis*, observaram as maiores populações nos meses em que as temperaturas foram mais elevadas.

Figura 4.1– Flutuação populacional de *G. brimblecombei* e *P. bliteus*, e temperatura média (°C) em povoamento de *E. dunnii* no município de Candiota, RS.



Fonte: Autor (2018).

Na área deste estudo é registrada a ocorrência de temperaturas significativamente baixas nos meses de inverno, incluindo a formação de geadas e de temperaturas relativamente altas no

verão. Estes fatores colaboraram para que se encontrasse uma correlação diretamente proporcional entre a temperatura e a ocorrência do psíldeo-de-concha. Os picos populacionais nos meses de verão (Figura 4.1) estão de acordo com a ecologia da espécie, uma vez que *G. brimblecombei* tem preferência por temperaturas mais elevadas, conforme demonstrou Firmino (2004), quando em condições de laboratório, verificou que a temperatura de 26°C foi mais adequada para o desenvolvimento e a reprodução de *G. brimblecombei*.

Em relação à precipitação, não foi detectada correlação significativa para ambas às populações em estudo (Tabela 4.2). Os trabalhos realizados por Ramirez (2003) e por Ferreira Filho et al. (2008) corroboram com os resultados encontrados neste estudo, pois em ambos os casos também não foi detectada correlação significativa entre as populações em estudo. Em contrapartida Sookar et al. (2003), obtiveram uma relação direta entre a redução da população do psíldeo-de-concha e o aumento da precipitação. Estudos realizados pelo mesmo autor indicam que as variáveis meteorológicas são importantes fatores de regulação da população da espécie em discussão, bem como de outras espécies de psíldeos.

No caso deste estudo, embora oscile ao longo dos dias, a temperatura pode ser considerada um fator de maior constância em comparação com a precipitação, caracterizada por períodos com chuva e períodos sem a presença da mesma. Assim a precipitação tem uma menor constância de ocorrência e conseqüentemente uma menor influência sobre as populações analisadas neste estudo. Somado a isto, existe ainda a possibilidade dos insetos se abrigarem no interior das copas para se protegerem, ao menos parcialmente, da precipitação não sofrendo assim influência direta da precipitação.

4.4 CONCLUSÕES

Glycaspis brimblecombei e seu parasitoide *Psyllaepagus bliteus* apresentam acme populacional no verão e baixa densidade nas demais estações do ano, sendo ambas populações influenciadas diretamente pela temperatura.

REFERÊNCIAS

BERTI FILHO, E. et al. Ocorrência de *Psyllaepagus bliteus* Riek (Hymenoptera: Encyrtidae) no Brasil. **Revista de Agricultura**, v. 78, n. 3, p. 304. 2003.

DAANE, K. M. et al. The biology of *Psyllaephagus bliteus* Riek (Hymenoptera: Encyrtidae), a parasitoid of the red gum lerp psyllid (Hemiptera: Psylloidea). **Biological Control**, v. 32, p. 228–235, 2005.

DAHLSTEN, J. D. **Center for biological control**. Berkeley: University of California. 34p. 2002. (IPM Education and publications).

DAL POGETTO, M. H. F. A. et al. Monitoramento do psilídeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) e de seus inimigos naturais em florestas de eucalipto. 2 - Região de Curvelo-MG. 2004-2005. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 13, Piracicaba/SP. **Anais...** Piracicaba/SP, Universidade de São Paulo, 2005.

DEZANE, A. F. S.; SÁ L. A.; ALMEIDA, G. R. Estudo da flutuação populacional do psilídeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) e de seus inimigos naturais em florestas de eucalipto na região de Mogi Guaçu, SP. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA MEIO AMBIENTE, Jaguariúna. **Anais...** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. p. 57-60.

DHAHRI, S. et al. Presença do *Glycaspis brimblecombei* e do parasitoide *Psyllaephagus bliteus* na Tunísia e em Portugal. **Silva Lusitana**, n. 22, v. 1, p. 99-105, 2014.

FERREIRA FILHO, P. J. et al. Dinâmica populacional do psilídeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* (Moore, 1964) (Hemiptera: Psyllidae) e de seu parasitóide *Psyllaephagus bliteus* (Hymenoptera: Encyrtidae) em floresta de *Eucalyptus camaldulensis*. **Ciência Rural**, v. 38, n. 8, p. 2109-2114, 2008.

FERREIRA FILHO, P. J. **Dinâmica populacional do psilídeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Psyllidae) e parasitismo por *Psyllaephagus bliteus* Reik (Hymenoptera: Encyrtidae) em floresta de eucalipto**. 2010. 97 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2010.

FERREIRA FILHO, P. J. et al. Biological control of *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae) in eucalyptus plantations. **Phytoparasitica**, v. 43, n. 2, p.151-157, 2015.

FIRMINO, D. C. **Biologia do psilídeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Psyllidae) em diferentes espécies de eucalipto e em diferentes temperaturas**. 2004. 49 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2004.

GILL, R. J. New state records: Redgum lerp psyllid, *Glycaspis brimblecombei*. **California Pest and Disease**, v. 17, n. 1/3, p. 7-8, 1998.

LIMA, A. C. et al. 2007. Avaliação do parasitismo de *Psyllaephagus bliteus* (Hymenoptera: Encyrtidae) em ninfas de *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) em plantaçao clonal de eucalipto no médio vale do Jequitinhonha, MG. En: Simpósio de Controle Biológico, 10, Brasília, **Resumos...** Brasília: Embrapa CENARGEN. p. 437-437.

MATEUS, G. S. et al. Monitoramento do psilídeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) e de seus inimigos naturais em florestas clonais de eucalipto na região de Botucatu-SP. En: Simpósio Internacional de Iniciação Científica, 15, Pirassununga, **Resumos...** Pirassununga, 2007.

MONTES, S. M. N. M. RAGA, A. Dinâmica estacional do psilídeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Psyllidae) na região oeste do estado de São Paulo. **Arquivos Instituto Biológico**, n. 72, p. 511-515, 2005.

OLIVEIRA, L. S. et al., Ocorrência de *Glycaspis brimblecombei* (Moore, 1964) (Hemiptera: Psyllidae) em *Eucalyptus* spp. no Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 3, p. 353-355, 2006.

PAINE, T. D. et al. UC scientists apply IPM techniques to new eucalyptus pests. **California Agriculture**, v. 54, n. 6, p. 8-13, 2000.

PLASCENCIA, G. A. **Aspectos bionômicos del parasitoide *Psyllaephagus bliteus* (Hymenoptera: Encyrtidae) y su interacción con su hospedante *Glycaspis brimblecombei* (Psylloidea: Spondyliaspidae)**. 2003. 59 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidad Autónoma Chapingo, División de Ciencias Forestales, Chapingo, 59 p. 2003

RAMIREZ, A. L. G. Fluctuacion poblacional del psilido del eucalipto *Glycaspis brimblecombei* y el efecto del control biológico con la avispa parasitoide *Psyllaephagus bliteus*. 2003. 45 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Cidade de México: Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan, Cidade de México, 2003.

RIEK, E. F. The Australian species of *Psyllaephagus* (Hymenoptera: Encyrtidae), parasites of psyllids (Homoptera). **Australian Journal of Zoology**, v. 10, p. 684-757, 1962.

SANTANA, D. L.Q. et al. *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) e seus inimigos naturais no Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 20., Gramado. **Anais...** Gramado/RS: Sociedade Entomológica do Brasil, 2004.

SOOKAR, P.; SEEWORUTHUN, S. I.; RAMKHELAWON, D. The red gum lerp psyllid, *Glycaspis brimblecombei*, a new pest of *Eucalyptus* sp. in Mauritius. **AMAS**, v. 1, p.327–332, 2003.

SILVA, A. L. et al. Dinâmica populacional de *Glycaspis brimblecombei* e inimigos naturais em *Eucalyptus* spp., Cuiabá-MT. **Floresta & Ambiente**, v. 20, n. 1, p. 80-90, 2013.

WILCKEN, C. F. et al. 2003. Ocorrência do psilídeo-de-concha (*Glycaspis brimblecombei*) em florestas de eucalipto no Brasil. **Circular Técnica Ipef**, n. 201, p. 1-11, 2003.

5 PRIMEIRO REGISTRO DE *Heteropsylla caldwelli* BURCKHARDT (HEMIPTERA: PSYLLIDAE) NO BRASIL E DINÂMICA POPULACIONAL EM *Enterolobium contortisiliquum* NO RIO GRANDE DO SUL

5.1 INTRODUÇÃO

Os psilídeos são insetos fitófagos, que se alimentam do floema das plantas hospedeiras, podendo causar danos diretos e indiretos. Os danos diretos destacam-se as injúrias nas folhas e flores, com queda prematura das folhas, redução da produção e morte dos ramos apicais. Os danos indiretos são aqueles relacionados à eventual transmissão de vírus e bactérias que se constituem em agentes causais de doenças em plantas (BURCKHARDT, 1994).

Hodkinson (2009) comenta que, os psilídeos apresentam preferência alimentar pelas brotações e folhas jovens, pois nestas há uma maior concentração de nitrogênio disponível na forma de aminoácidos em comparação com as folhas adultas. O autor destaca ainda que, o floema é rico em açúcares e pobre em aminoácidos, fazendo com que os psilídeos necessitam remover uma grande quantidade de seiva para suprir as suas necessidades nutricionais.

Neste contexto a maioria dos psilídeos tem somente uma planta hospedeira (monófagos) ou poucas espécies de plantas hospedeiras (oligófagos), especialmente nos estágios imaturos (HODKINSON, 2009; MALENOVSKÝ; BURCKHARDT, 2014). Segundo Burckhardt, 2005 esta característica reflete diretamente na diversidade de espécies presentes neste grupo. Deste modo, de acordo com Li (2011) existem atualmente cerca de quatro mil espécies de psilídeos descritas, ocorrendo, conforme Hodkinson (2009) em praticamente todos os tipos climáticos onde suas plantas hospedeiras são encontradas. Apesar destes fatos, existe uma insuficiência de informação referente à fauna de psilídeos nas regiões Afrotropical e Neotropical, a qual o Brasil pertence. Deste modo, para Burckhardt e Queiroz (2012) as 73 espécies, até então, observadas no Brasil, em uma área de 8,5 milhões de Km², representam apenas uma pequena parte da diversidade total existente, pois na Europa são conhecidas 382 espécies (BURCKHARDT, 2011) em 10,2 milhões de Km², 1.001 espécies na China em 9,7 milhões de Km² (LI, 2011) e 354 espécies na AUSTRÁLIA com 7,7 milhões de Km² (HOLLIS, 2004)

O rápido crescimento de *Enterolobium contortisiliquum* e a sua capacidade de fixar nitrogênio possibilita o uso desta espécie em projetos de recuperação de áreas degradadas/perturbadas (PRACIAK et al., 2013). Assim, em estudo realizado no Parque Estadual da Quarta Colônia por Marcuzzo (2012), entre as espécies avaliadas, *E. contortisiliquum* registrou a maior dominância e frequência. Segundo esta autora este bom

desempenho, provavelmente está relacionado à alta rusticidade e funcionalidade desta espécie, sendo capaz de se desenvolver em solos pobres e tolerar a toxicidade de metais pesados no solo. Neste contexto, em solos contaminados por cobre Silva et al. (2011) identificaram uma tendência de *E. contortisiliquum* em armazenar este elemento químico nas raízes, com baixa translocação para a parte aérea, evitando assim a redução da atividade fotossintética e, conseqüentemente, redução no crescimento desta espécie. Esta tolerância em solos contaminados por cobre também foi relatada por Praciak et al. (2013).

Desta maneira *E. contortisiliquum* apresenta importância ecológica nos ecossistemas naturais e nos processos de recuperação de áreas degradadas. Apesar destes fatos, ainda existem aspectos relacionados à silvicultura de *E. contortisiliquum* que necessitam serem melhores compreendidos e estudados. Um destes pontos refere-se aos artrópodos associadas ao dossel desta espécie florestal que não estão sendo estudados adequadamente.

Deste modo, durante o estudo da artropodofauna associada ao dossel de *E. contortisiliquum* foi registrada a ocorrência de uma nova espécie de psilídeo do gênero *Heteropsylla* para o Brasil. Atualmente o gênero *Heteropsylla* engloba 40 espécies, com ocorrência predominante em plantas da subfamília Mimosoideae, distribuídos desde o sul dos Estados Unidos, América Central e Caribe até o norte da América do Sul (MUDDIMAN et al., 1992; HODKINSON; MUDDIMAN, 1993). Para a América do Norte e Central, a diversidade de espécies, distribuição e associação com plantas hospedeiras estão caracterizadas de maneira significativa para o gênero *Heteropsylla*. Porém, o mesmo já não ocorre na América do Sul e em particular no Brasil, onde somente três espécies haviam sido registradas: *H. cubana*, *H. spinulosa* e *H. tenuana* (MUDDIMAN et al., 1992). Além disto, de um modo geral, com a exceção dos psilídeos-praga da eucaliptocultura, pouco se sabe sobre a dinâmica populacional dos psilídeos que ocorrem no Brasil (BURCKHARDT; QUEIROZ, 2012).

De acordo com Muddiman et al. (1992) os mecanismos responsáveis pela dispersão das espécies do gênero *Heteropsylla* não são claros, no entanto para Hodkinson (2009) existem fortes evidências de que os psilídeos, de um modo geral, apresentam alta eficiência de dispersão e em muitos casos esta dispersão é facilitada pelo vento. Além deste fato, no entendimento de Beardsley (1986), os psilídeos também podem ser disseminados através dos aeroportos, conforme observado em áreas adjacentes ao aeroporto de Honoulu no Havaí, onde houve registros da introdução destes insetos-praga. Assim, a proximidade do Brasil com países com a presença de *H. caldwelli* (Argentina, Colômbia e Paraguai) e as conexões aéreas com estes países podem ter facilitado a introdução desta espécie no território brasileiro.

Portanto, este capítulo tem por objetivo registrar a primeira ocorrência de *H. caldwelli* no Brasil, descrevendo a dinâmica populacional desta espécie, correlacionando-a com outras variáveis abióticas (temperatura média, umidade relativa do ar e precipitação) e bióticas (predadores e parasitóides).

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1 Localização e caracterização da área

As informações referentes a localização e caracterização da área experimental na qual o presente capítulo foi desenvolvido estão descritas no item 1.3.1, do Capítulo 1.

O plantio de *Enterolobium contortisiliquum* foi realizado em solo reconstituído após a atividade de mineração, segundo Nunes (2002) este tipo de solo se caracteriza pela mistura de horizontes, com o predomínio do horizonte B, em uma área de aproximadamente 1,5 hectares localizada nas coordenadas 31°33'21" Sul e 53°42'52" Oeste. O plantio estava com sete anos de idade no início do experimento e as plantas apresentavam um diâmetro médio a altura do peito (DAP) de 7,79 cm e altura média de 3,17 metros (H).

5.2.2 Metodologia de coleta

As informações referentes a metodologia de coleta estão descritas no item 1.3.3, do Capítulo 1.

5.2.3 Análise estatística

Buscando subsidiar a interpretação dos resultados obtidos, realizou-se o registro da temperatura média, da umidade relativa do ar e da precipitação total na área de estudo por meio de uma estação meteorológica instalada a um quilômetro do centro do plantio. A leitura dos dados era diária, porém na apresentação dos resultados foram considerados os valores médios do intervalo entre cada coleta. A correlação de Spearman, utilizada para os dados oriundos de contagem, foi calculada pelo suplemento estatístico Action instalado ao Microsoft Office Excel 2010.

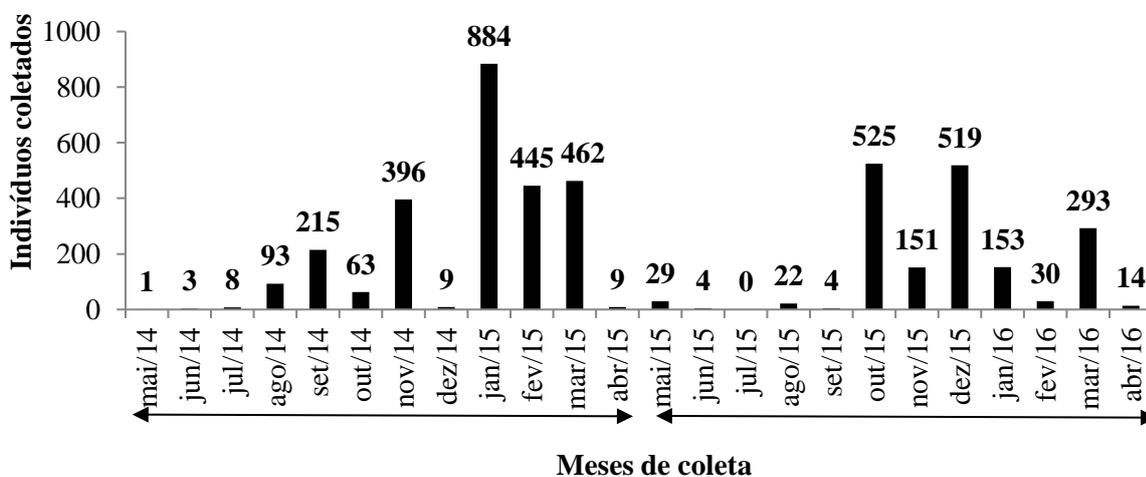
Para as variáveis abióticas optou-se pela correlação da temperatura média (°C) e umidade relativa do ar (%), bem como a precipitação acumulada ao longo do intervalo entre

cada coleta (mm). Estas são as variáveis que, normalmente, apresentam algum tipo de correlações com os insetos. Como variável biótica, optou-se pelo estudo de possíveis correlações existentes entre a abundância dos psíldeos e os grupos taxonômicos Araneae, Coleoptera, Diptera, Hymenoptera (Formicidae e microhimenópteros) e Thysanoptera.

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletados um total de 4.332 espécimens de *Heteropsylla caldwelli*, com 2.588 indivíduos distribuídos durante o primeiro ano de coleta (59,74 % do total amostrado) e 1.744 no segundo de coleta (40,26 % do total amostrado) (Figura 5.1). No primeiro ano, entre maio de 2014 e abril de 2015, o acme populacional ocorreu em janeiro com 884 exemplares amostrados e a menor abundância ocorreu em maio quando apenas um exemplar foi amostrado. No segundo ano, entre maio de 2015 e abril de 2016, o acme populacional ocorreu em outubro, com um total de 525 exemplares, estando este valor muito próximo dos 519 indivíduos coletados no mês de dezembro. No segundo ano o menor valor de abundância ocorreu em julho, quando não houve a ocorrência de *H. caldwelli*, sendo único mês em que não houve a ocorrência deste inseto (Figura 5.1). Esta variação na dinâmica populacional de *H. caldwelli* durante os dois anos avaliados deve estar associada a interações bióticas e abióticas não contempladas por este estudo.

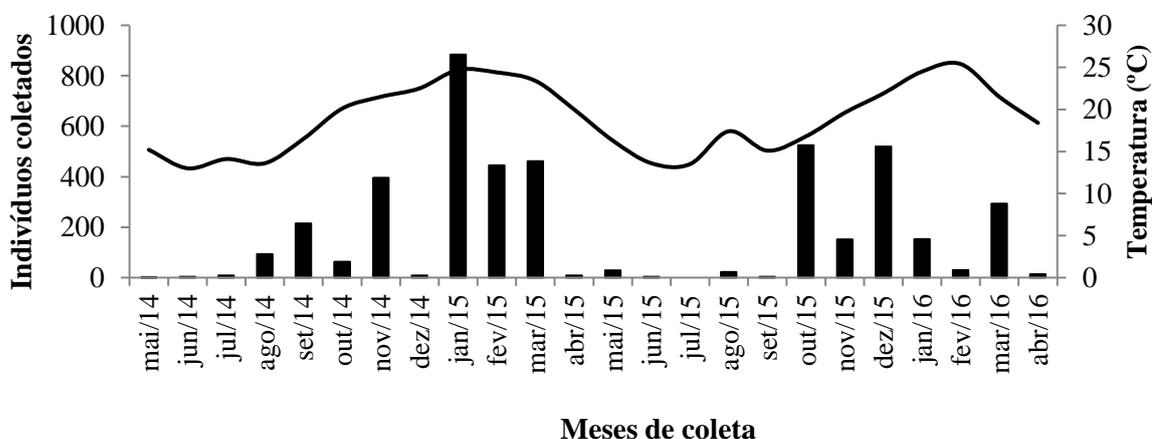
Figura 5.1 – Dinâmica populacional de *H. caldwelli* em plantio de *E. contortisiliquum* em área recuperada após a atividade de extração de carvão mineral em Candiota, RS, no período de maio de 2014 a abril de 2016.



Ao se comparar a dinâmica populacional para cada ano através da análise da correlação de Spearman, se observa que não houve relação entre a distribuição da abundância durante os dois anos avaliados ($0,43$; $p > 0,05$). Isto pode ser explicado pelo fato de que no primeiro ano houve uma maior abundância entre janeiro e março de 2015, com 1.791 exemplares, correspondendo a 69,20 % do total coletado no primeiro ano, sendo este comportamento semelhante ao que se observa quando ocorrem surtos populacionais, ou seja, elevada concentração de insetos em um curto espaço de tempo (neste caso em três meses dos 12 meses avaliados). Já no segundo ano houve uma elevação significativa da temperatura no mês de agosto, antecedendo o período de aumento das temperaturas, este fato talvez possa ter influenciado na elevação da abundância dos psilídeos fora do período em que normalmente ocorrem (verão). Para o segundo ano, observa-se que os picos populacionais ocorreram em outubro e dezembro de 2015, diferindo assim do ano anterior (Figura 5.1).

Em relação às variáveis climáticas não foi identificada correlação significativa entre a abundância, a precipitação acumulada e a umidade relativa do ar ($p > 0,05$ em todos os casos). Porém houve uma correlação moderada, mas altamente significativa ($0,658$; $p = 0,0004$) entre a temperatura média e a abundância, conforme pode ser observado na Figura 5.2. Provavelmente ocorreu a interação entre as três variáveis meteorológicas analisadas com outras variáveis que não foram correlacionadas com a abundância de *H. caldwelli*, entre estas: radiação solar, luminosidade, pressão atmosférica, presença de inimigos naturais e fungos entomopatogênicos.

Figura 5.2 – Correlação da abundância de *H. caldwelli* (barras) e da temperatura média (linha) em plantio de *E. contortisiliquum* em área recuperada após a atividade de extração de carvão mineral em Candiota, RS, entre maio de 2014 e abril de 2016.

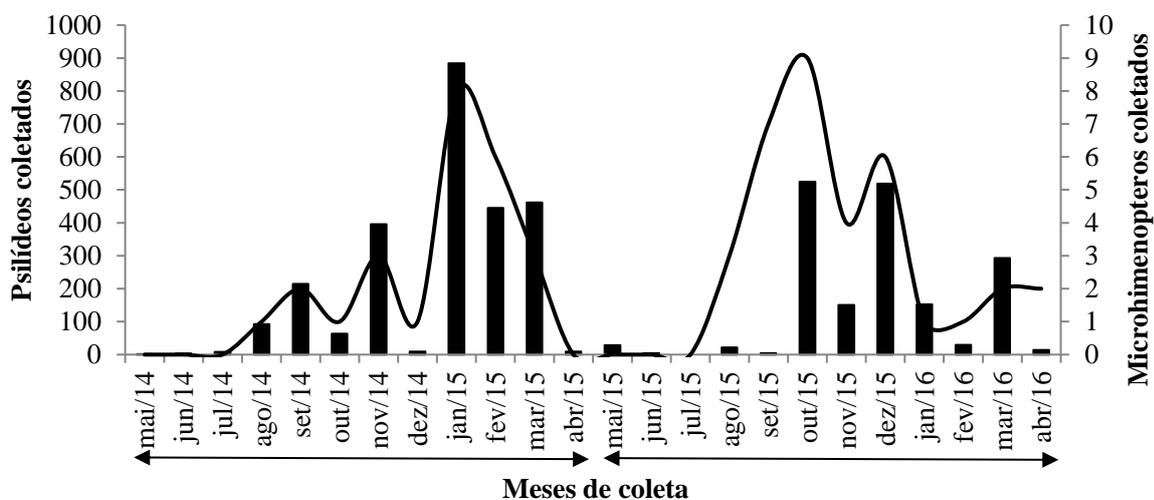


Fonte: Autor (2018).

Geiger e Gutiérrez (2000) ao estudarem a ecologia de *H. cubana*, espécie próxima a *H. caldwelli* concluíram que os períodos entre dezembro e fevereiro são os mais favoráveis para o desenvolvimento dos psilídeos, afirmação que coincide com o observado neste trabalho, especialmente para o primeiro ano, quando entre dezembro e fevereiro a abundância foi de 1.338 indivíduos, correspondendo a 51,70 % do total para o primeiro ano. Ainda em relação à temperatura, Elder (2002) afirma que o Gênero *Heteropsylla* apresenta um melhor desenvolvimento em temperaturas superiores a 20 °C, resultado semelhante ao observado neste estudo, quando o acme populacional ocorreu justamente quando a temperatura média estava superior a 20°C, fato registrado em janeiro de 2015 (Figura 5.2). Para o segundo ano, conforme já comentado, a significativa elevação da temperatura no mês de agosto, após três meses com temperaturas baixas, pode ter influenciado o aumento antecipado da população dos psilídeos, fazendo com que o acme populacional (para o segundo ano) ocorresse entre a primavera e o verão (Figura 5.2).

Vários grupos taxonômicos foram testados e não apresentaram correlações significativas ($p > 0,05$) com a abundância de *H. caldwelli*, sendo eles: Formicidae, Araneae, Thysanoptera, Coleoptera e Dípteros. Somente houve correlação significativa entre a abundância de *H. caldwelli* e os microhimenópteros (0,58; $p = 0,003$), conforme demonstra a Figura 5.3.

Figura 5.3 – Dinâmica populacional de *H. caldwelli* (barras) e dos microhimenópteros (linha) em plantio de *E. contortisiliquum* em área em recuperada após a atividade de extração de carvão mineral em Candiota, RS, entre maio de 2014 e abril de 2016.



Fonte: Autor (2018).

Neste caso percebe-se que, quando ocorre o acme populacional dos psilídeos também ocorre um dos picos populacionais dos Microhimenópteros (884 psilídeos *versus* oito

microhimenópteros) em janeiro de 2015. Já em outubro de 2015 foi registrado o acme populacional dos microhimenópteros com nove exemplares amostrados, correspondendo novamente em um dos momentos em que a população de *H. caldwelli* também estava em crescimento (Figura 5.3). Outro fato que corrobora com a correlação moderada encontrada neste estudo se refere à baixa abundância de ambas as populações com valores próximos ou iguais a zero nos meses de maio, junho, julho e dezembro de 2014, no intervalo entre maio e setembro de 2015 e em fevereiro e abril de 2016 (Figura 5.3).

O comportamento da flutuação populacional de *H. caldwelli* e dos microhimenópteros coletados neste trabalho é semelhante a observada pelos autores Montes e Raga (2005), Dezane et al. (2006) e Ferreira Filho (2008) que também identificaram correlações positivas entre a distribuição populacional do psílideo-de-concha (*Glycaspis brimblecombei*) e do microhimenóptero *Psyllaephagus bliteus* utilizado no controle biológico deste inseto-praga.

5.4 CONCLUSÕES

Registra-se a primeira ocorrência de *Heteropsylla caldwelli* em *Enterolobium contortisiliquum* para o Brasil, com acme populacional nos meses mais quentes, correlacionando-se diretamente com a temperatura e com o grupo taxonômico dos microhimenópteros.

REFERÊNCIAS

- BEARDSLEY, J. Psyllidae or jumping plant lice: Notes on biology and control. **Leucaena Research Reports**, n.7, p. 2-5, 1986.
- BURCKHARDT, D. Psyllid pests of temperate and subtropical crops and ornamental plants (Hemiptera, Psylloidea): a review. **Trends in Agricultural Sciences Entomology**, n. 2, p. 173-86, 1994.
- BURCKHARDT, D. Biology, ecology, and evolution of gall-inducing Psyllids (Hemiptera: Psylloidea). In: R. RAMAN, C. W. SCHAEFER & T. M. WITHERS (Eds.). **Biology, ecology, and evolution of gall-inducing arthropods**. Science Publishers, Inc., Enfield (NH), USA & Plymouth, UK, 2005. p. 143–157.
- BURCKHARDT, D. Fauna Europaea: Psylloidea. Fauna Europaea, 2011. Available from: <http://www.fauna-eu.org/> (acesso em 28 de março de 2017).
- BURCKHARDT, D.; QUEIROZ, D. L. Checklist and comments on the jumping plant-lice (Hemiptera: Psylloidea) from Brazil. **Zootaxa**, n. 3571, p. 26-48, 2012.

- DEZANE, A. F. S.; SÁ, L. A.; ALMEIDA, G.R. Estudo da flutuação populacional do psilídeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) e de seus inimigos naturais em florestas de eucalipto na região de Mogi Guaçu, SP. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA MEIO AMBIENTE, Jaguariúna. **Anais...** Jaguariúna/SP: Embrapa Meio Ambiente, 2006. p. 57-60.
- ELDER, R. *Leucaena psyllid in Leucaena*. The Bug wood Network and USD. A Forest Service. The University of Georgia. Warnell School of Forest Resources and College of Agricultural and Environmental Sci. Dept. Entomology, 2002.
- FERREIRA FILHO, P. J. et al. Dinâmica populacional do psilídeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* (Moore, 1964) (Hemiptera: Psyllidae) e de seu parasitóide *Psyllaephagus bliteus* (Hymenoptera: Encyrtidae) em floresta de *Eucalyptus camaldulensis*. **Revista Ciência Rural**, v. 38, n. 8, p. 2109-2114. 2008.
- GEIGER, C. A.; GUTIÉRREZ, A. P. Ecology of *Heteropsylla cubana* (Homoptera: Psyllidae): psyllid damage, tree phenology, thermal relations, and parasitism in the field. **Environmental Entomology**, v. 29, n. 1, p. 76-86, 2000.
- HODKINSON, I. D.; MUDDIMAN, S. B. A new species of *Heteropsylla* Crawford from Ecuador with new host-plant and distribution records for the genus (Homoptera, Psylloidea). **Beiträge zur Entomologie - Gesamtinhaltsverzeichnis**, v. 43, n. 2, p. 441-443, 1993.
- HODKINSON, I. D. Life cycle variation and adaptation in jumping plant lice (Insecta: Hemiptera: Psylloidea): a global synthesis. **Journal of Natural History**, v. 43 n. 1-2, p. 65-179, 2009.
- HOLLIS, D. **Australian Psylloidea: jumping plantlice and lerp insects**. Canberra, Australia, 2004.
- LI, F. Psyllidomorpha of China (Insecta: Hemiptera). **Science Press**, Beijing, China. v. 1, n. 41, 1976 p., 2011.
- MALENOVSKÝ, I.; BURCKHARDT, D. Jumping plant-lice of Socotra Island (Hemiptera: Psylloidea). **ACTA Entomologica Musei Nationalis Pragae**, v. 54, p. 23-61, 2014.
- MARCUZZO, S. B. **Métodos e espécies potenciais à restauração de áreas degradadas no parque estadual quarta colônia**. 2012. 155 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2012.
- MONTES, S. M. N. M.; RAGA, A. 2005. Dinâmica estacional do psilídeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Psyllidae) na região oeste do estado de São Paulo. **Arquivos Instituto Biológico**, v. 72, n. 4, p. 511-515, 2005.
- MUDDIMAN, S. B.; HODKINSON, I. D.; HOLLIS, D. Legume feeding psyllids of the genus *Heteropsylla* (Homoptera: Psylloidea). **Bulletin of Entomological Research**, v. 82, p. 73-117, 1992.

NUNES, M. C. D. **Condições físicas de solos construídos na área de mineração de carvão de Candiota-RS.** 2002. 130 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2002.

PRACIAK, A. et al. **The CABI Encyclopedia of Forest Trees.** CABI, Oxfordshire, UK, 2013.

SILVA, F. R. et al. Comportamento de *Peltophorum dubium* (SPRENG.) Taub., *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong cultivadas em solo contaminada com cobre. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 1, p. 103-110, 2011.