

HADSON HOFFER

**SUBSÍDIOS PARA O MONITORAMENTO DE FORMIGAS
CORTADEIRAS EM PLANTIOS FLORESTAIS NO PLANALTO
CATARINENSE**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Cláudio Roberto Franco

**LAGES, SANTA CATARINA
2015**

H698s Hoffer, Hadson

Subsídios para o monitoramento de formigas cortadeiras em plantios florestais no Planalto Catarinense / Hadson Hoffer. - Lages, 2015.
101 p. : il. ; 21 cm

Orientador: Cláudio Roberto Franco

Bibliografia: p. 90-101

Dissertação (mestrado) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2015.

1. Diversidade. 2. *Acromyrmex*. 3. Distribuição espacial. 4. Índice de Produtividade. I. Hoffer, Hadson. II. Franco, Cláudio Roberto. III. Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal. IV. Título

CDD: **632.96** - 20.ed.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Setorial do
CAV/ UDESC

HADSON HOFFER

**SUBSÍDIOS PARA O MONITORAMENTO DE FORMIGAS
CORTADEIRAS EM PLANTIOS FLORESTAIS NO PLANALTO
CATARINENSE**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Produção Vegetal.


Banca Examinadora

Orientador:



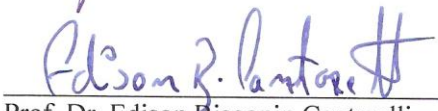
Prof. Dr. Cláudio Roberto Franco
UDESC/CAV – Lages, SC

Membro:



Prof. Dr. Geedre Adriano Borsoi
UDESC/CAV – Lages, SC

Membro:



Prof. Dr. Edison Bisognin Cantarelli
UFSM/CESNORS – Frederico Westphalen, RS

LAGES – SC, 25/06/2015

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e por ser o meu amparo nos momentos de maior dificuldade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pelo apoio financeiro.

À UDESC pelo ensino gratuito e de qualidade.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal por todos os ensinamentos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Cláudio Roberto Franco por todo o trabalho e dedicação.

À minha coorientadora Prof. Dra. Mari Inês Carissimi Boff por sua presença e disposição.

Aos professores Tiago G. Pikart e Leonardo J. Biffi que foram fundamentais para a realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Alci Enimar Loeck pela confirmação das espécies de formigas cortadeiras.

À Klabin S. A. por todo apoio financeiro e técnico. Em especial ao Bruno A. Magro, ao Elson A. Souza e a Mariane B. Camargo pela ajuda.

Aos meus pais, Hudson da Silva Hoffer e Zelite Terezinha Hoffer, por todo o amor, dedicação e companheirismo.

À toda minha família, minhas irmãs Cintia e Francielle, e aos meus cunhados Tienko e Giuliano.

Aos meus sobrinhos, Gabriel, Isadora e Gustavo, pelo amor e alegria que me proporcionam.

Aos meus colegas de laboratório Caroline, Cleiton, Felipe, Paulo, Rafael, Rafaela, Samanta e Thalles por toda a ajuda e pela amizade que se criou nesta fase.

Aos meus primos Aline, Amanda, Bruna, Mariana, Ricardo e Thiago pelo companheirismo.

Aos meus amigos Aline, Francine, Rorai, Sabrina, Sara, Thiaraju, e aos demais que me acompanham. Aos velhos

amigos que voltaram a fazer parte dos meus dias. Agradeço especialmente à Jessica Manfroi e à Renata Menegatti pela amizade longa e duradoura.

A todos que de alguma maneira contribuíram para a realização deste projeto.

MUITO OBRIGADO!

“Tudo o que somos nasce com nossos pensamentos. Em nossos pensamentos, fazemos o mundo”.

(Buda)

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi fornecer subsídios para o monitoramento de formigas cortadeiras em plantios florestais no Planalto Catarinense, conhecendo as espécies de formigas cortadeiras da região, sua associação com o tipo de solo e a distribuição espaço-temporal dos danos causados em *Pinus taeda*. Para isso foram percorridos plantios florestais em sete municípios do Planalto Catarinense na busca por ninhos de formigas cortadeiras. As coletas ocorreram em cinco diferentes tipos de solo com plantios dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*. Foram observadas a presença de sete espécies de formigas cortadeiras (*Acromyrmex crassispinus*, *Ac. hispidus fallax*, *Ac. laticeps nigrosetosus*, *Ac. lundii*, *Ac. heyeri*, *Atta sexdens piriventris* e *Sericomyrmex* sp.), sendo as espécies *Ac. crassispinus*, *Ac. hispidus fallax* e *Ac. laticeps nigrosetosus* as espécies mais frequentes, com frequência de 30,2%, 25,6% e 20,9%. O índice de Shannon foi de 0,7273, sendo o primeiro índice de diversidade registrado para esta região. A associação entre as variáveis qualitativas “espécie de formiga” e “tipo de solo” foi realizada pelo teste Qui-quadrado apresentando um valor de 53,092, indicando associação estatística entre as variáveis. O Coeficiente de contingência modificado (C*) foi de 0,83, indicando que a associação foi de moderada a forte. Para quantificar os danos e crescimento de *Pinus taeda* sob influência do ataque de formigas cortadeiras, foram utilizados três talhões experimentais no município de Otacílio Costa – SC, sendo dois talhões sem controle de formigas cortadeiras (SC1 e SC2), com áreas de 5,0 e 4,8 hectares, e um com controle (CC) de 4,0 hectares. Estas áreas foram percorridas mensalmente de maneira sistemática entre as linhas de plantio, na busca por ninhos de formigas cortadeiras que quando encontrados foram marcados, georreferenciados e coletados indivíduos para identificação. Foram alocadas 45 parcelas

permanentes de 100 m² onde, durante 12 meses as plantas contidas nas parcelas recebiam uma nota pontual de dano (0 – intacta, 1 – desaciculada, 2 – recuperada e 3 – morta). Para os índices de cada parcela, foram criados mapas interpolados pelo método do Inverso da Distância Ponderada. Além disso, mensalmente foram medidos o diâmetro de colo (dc), a altura destas plantas (h) e calculado o Índice de Produtividade (IP) para o primeiro ano após o plantio. Foram constatados 11 ninhos de formigas cortadeiras, pertencentes às espécies *Ac. laticeps nigrosetosus*, *Ac. hispidus fallax* e *Ac. lundii*, sendo que os talhões SC1, SC2 e CC apresentaram quatro, seis e um formigueiros respectivamente. O talhão SC2 foi o mais afetado pela desacícula sendo que o percentual de plantas intactas chegou a 81,3% um ano após o plantio e a intensidade de desacícula atingiu 12,3%. O maior índice de recuperação de plantas também foi no talhão SC2 com 12,9%, enquanto no SC1 foi de 7,5%. A mortalidade nos talhões SC1 e SC2 foram de 5,6% e 5,9%. O crescimento em diâmetro e altura das mudas de *Pinus taeda* do talhão CC foi semelhante ao talhão SC1, diferindo apenas com o talhão SC2. O talhão SC2 apresentou diferença significativa no crescimento das plantas, apresentando perdas de 20,6% e 18,3% em diâmetro e altura. A redução no índice de produtividade no talhão SC2 foi de 37% em comparação ao talhão CC.

Palavras-chave: Diversidade. *Acromyrmex*. Distribuição espacial. Índice de Produtividade.

ABSTRACT

The aim of this work was provide subsidies for monitoring of leaf-cutting ants in forest plantations in Plateau of Santa Catarina, knowing the leaf-cutting ants' species of the region, their association with soil type and the spatiotemporal distribution of damage in *Pinus taeda*. For this were covered forest plantations in seven municipalities in Plateau of Santa Catarina searching for leaf-cutting ants nests. The collection occurred in five different soil types with *Pinus* and *Eucalyptus* genres. It was observed the presence of seven leaf-cutting ants species (*Acromyrmex crassispinus*, *Ac. hispidus fallax*, *Ac. laticeps nigrosetosus*, *Ac. lundii*, *Ac. heyeri*, *Atta sexdens piriventris* and *Sericomyrmex* sp.), and the species *Ac. crassispinus*, *Ac. hispidus fallax* and *Ac. laticeps nigrosetosus* the most frequent species, with frequency of 30,2%, 25,6% and 20,9%. The Shannon index was 0,7273, the first diversity index recorded for that region. The association between qualitative variables "ants' species" and "soil type" was performed by Chi-square test showing a value of 53,092, which indicated that the variables presented statistical association. The modified Contingency Coefficient (C*) was 0,83, indicating that the association is moderate to strong. For quantify the damage and growth of *Pinus taeda* under the leaf-cutting ants influence, three experimental plots in city of Otacílio Costa – SC were used, two plots without leaf-cutting ants control (SC1 and SC2) with 5,0 and 4,8 hectares, and one plot with control (CC) and 4,0 hectares. These areas was covered monthly systematically among the lines of planting, searching for leaf-cutting ants nests that when found were marked, georeferenced and individuals collected for identification. It was allocated 45 permanent plots of 100 m² where, for 12 months the plants contained in plots received a note of damage (0 – intact, 1 – deneedled, 2 – recovered and 3 – dead). For each index of

plots, maps interpolated by Inverse Distance Weighted were created. In addition, the stem diameter (dc) and de height (h) of these plants were measured monthly and calculated the Productivity Index (IP) for the first year of planting. It was found 11 leaf-cutting ants nests belonging to species *Ac. laticeps nigrosetosus*, *Ac. hispidus fallax* and *Ac. lundi*, and the SC1, SC2 and CC plots presented four six and one nests respectively. The SC2 plot was the most affected by deneedling and its intact plants index was 81,3% one year after planting and the deneedling intensity reached 12,3%. The higher plants recover index was also in SC2 plot with 12,9%, while in SC1 this value was 7,5%. The mortality in SC1 and SC2 plots were 5,6% and 5,9%. The diameter and height growth of *Pinus taeda* seedlings CC plot was similar of plot SC1, differing only of SC2 plot. The SC2 plot presented significant difference in plants growth, showing loses of 20,6% and 18,3% in diameter and height. The reduction of Productivity Index in SC2 plot was 37% compared to CC plot.

Key-words: Diversity. *Acromyrmex*. Spatial distribution. Productivity Index.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 - Mapa de ocorrência das espécies de formigas cortadeiras (Hymenoptera: Formicidae) coletadas em plantios florestais nos municípios de Alfredo Wagner, Bocaina do Sul, Campo Belo do Sul, Capão Alto, Lages, Monte Castelo e Otacílio Costa, SC..... 47
- Figura 2 - Mapa de ocorrência dos tipos de solo em plantios florestais nos municípios de Alfredo Wagner, Bocaina do Sul, Campo Belo do Sul, Capão Alto, Lages, Monte Castelo e Otacílio Costa, SC..... 49
- Figura 3 - Parcelas permanentes de 10 x 10 m alocadas nos talhões experimentais em plantios de *Pinus taeda* em Otacílio Costa – SC para avaliação de danos causados por formigas cortadeiras. 60
- Figura 4- Localização espacial dos formigueiros de formigas cortadeiras (Hymenoptera: Formicidae) observados nos talhões experimentais de *Pinus taeda* durante os meses de maio/2014 a abril de 2015 em Otacílio Costa-SC..... 63
- Figura 5 - Porcentagem de plantas intactas em plantios de *Pinus taeda* sem controle (SC1 e SC2) e com controle (CC) para formigas cortadeiras *Acromyrmex* spp. em Otacílio Costa – SC..... 66
- Figura 6 - Porcentagem de plantas desfolhadas em plantios de *Pinus taeda* sem controle (SC1 e SC2) e com controle (CC) para formigas cortadeiras *Acromyrmex* spp. em Otacílio Costa – SC..... 68

Figura 7 - Dinâmica espaço temporal do índice de plantas desaciculadas (%/100) no talhão sem controle (SC1) de *Pinus taeda* em Otacílio Costa - SC, onde A – primeiro mês; B – sétimo mês e; C – décimo segundo mês após o plantio.....71

Figura 8 - Dinâmica espaço temporal do índice de plantas desaciculadas (%/100) no talhão sem controle (SC2) de *Pinus taeda* em Otacílio Costa - SC, onde A – primeiro mês; B – sétimo mês e; C – décimo segundo mês após o plantio.....72

Figura 9 - Porcentagem de plantas recuperadas em plantios de *Pinus taeda* sem controle (SC1 e SC2) e com controle (CC) para formigas cortadeiras *Acromyrmex* spp. em Otacílio Costa – SC.74

Figura 10 - Dinâmica espaço temporal do índice de plantas recuperadas (%/100) no talhão sem controle (SC1) de *Pinus taeda* em Otacílio Costa - SC, onde A – quinto mês e; B – décimo segundo mês após o plantio.76

Figura 11 - Dinâmica espaço temporal do índice de plantas recuperadas (%/100) no talhão sem controle (SC2) de *Pinus taeda* em Otacílio Costa - SC, onde A – quinto mês e; B – décimo segundo mês após o plantio.77

Figura 12 - Porcentagem de plantas mortas em plantios de *Pinus taeda* sem controle (SC1 e SC2) e com controle (CC) para formigas cortadeiras *Acromyrmex* spp. em Otacílio Costa – SC.79

Figura 13 - Dinâmica espaço temporal do índice de plantas mortas (%/100) no talhão sem controle (SC1) de *Pinus taeda*

em Otacílio Costa - SC, onde A – primeiro mês; B – sétimo mês e; C – décimo segundo mês após o plantio..... 81

Figura 14 - Dinâmica espaço temporal do índice de plantas mortas (%/100) no talhão sem controle (SC2) de Pinus taeda em Otacílio Costa - SC, onde A – primeiro mês; B – sétimo mês e; C – décimo segundo mês após o plantio..... 82

Figura 15 - Crescimento em diâmetro (cm) de Pinus taeda em talhões sem controle (SC1 e SC2) e com controle (CC) de formigas cortadeiras no município de Otacílio Costa - SC..... 83

Figura 16 - Crescimento em altura (cm) de Pinus taeda em talhões sem controle (SC1 e SC2) e com controle (CC) de formigas cortadeiras no município de Otacílio Costa - SC..... 84

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Diversidade de espécies de formigas cortadeiras (Hymenoptera: Formicidae) identificadas em plantios dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus* nos municípios de Alfredo Wagner, Bocaina do Sul, Campo Belo do Sul, Capão Alto, Lages, Monte Castelo e Otacílio Costa, SC. 44
- Tabela 2 - Associação entre espécies de formigas cortadeiras e os diferentes tipos de solos em plantios dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus* nos municípios de Alfredo Wagner, Bocaina do Sul, Campo Belo do Sul, Capão Alto, Lages, Monte Castelo e Otacílio Costa, SC. 45
- Tabela 3 - Relação dos ninhos de formigas cortadeiras (Hymenoptera: Formicidae) coletadas em talhões experimentais de *Pinus taeda* em Otacílio Costa - SC. 62
- Tabela 4 - Diâmetro de colo (cm) e altura (cm) medidos em plantas de *Pinus taeda* no município de Otacílio Costa – SC em talhões sem controle (SC1 e SC2) e com controle (CC) de formigas cortadeiras e cálculo do Índice de Produtividade (cm³) para o primeiro ano de plantio. 85

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	21
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	24
2.1	PANORAMA DO SETOR FLORESTAL	24
2.2	FORMIGAS CORTADEIRAS	25
2.2.1	Bioecologia de formigas cortadeiras	25
2.2.2	Danos causados por formigas cortadeiras	27
2.2.3	Controle de formigas cortadeiras	29
2.3	USO DA GEOTECNOLOGIA NO CONTROLE DE FORMIGAS CORTADEIRAS	32
2.3.1	Análise espacial de dados	32
2.3.2	Uso da geotecnologia no controle de formigas cortadeiras	33
3	AMOSTRAGEM DE FORMIGAS CORTADEIRAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EM PLANTIOS FLORESTAIS NO PLANALTO CATARINENSE	36
3.1	RESUMO	36
3.2	ABSTRACT	37
3.3	INTRODUÇÃO	38
3.4	MATERIAL E MÉTODOS	40
3.4.1	Descrição do local de estudo	40
3.4.2	Coleta de dados	40
3.4.3	Análise dos dados	41
3.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
3.6	CONCLUSÃO	51

4	AVALIAÇÃO DE DANOS NO CRESCIMENTO DE <i>Pinus taeda</i> COM INCIDÊNCIA DE <i>Acromyrmex</i> spp. (HYMENOPTERA: FORMICIDAE)	53
4.1	RESUMO	53
4.2	ABSTRACT.....	54
4.3	INTRODUÇÃO	55
4.4	MATERIAL E MÉTODOS	57
4.4.1	Descrição do local de estudo	57
4.4.2	Coleta de dados	58
4.4.2.1	Localização e georreferenciamento de formigueiros...58	
4.4.2.2	Avaliação dos danos causados por formigas cortadeiras	59
4.4.2.3	Avaliação do crescimento de <i>Pinus taeda</i> sob o ataque de formigas cortadeiras	61
4.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	62
4.5.1	Distribuição espacial de ninhos de formigas cortadeiras	62
4.5.2	Avaliação dos danos causados por formigas cortadeiras	65
4.5.3	Avaliação no crescimento de <i>Pinus taeda</i> sob o ataque de formigas cortadeiras	83
4.6	CONCLUSÃO	86
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	88
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90

1 INTRODUÇÃO

Brasil apresenta aproximadamente 7,2 milhões de hectares de florestas plantadas, sendo 5,1 milhões de hectares plantados com florestas do gênero *Eucalyptus*, 1,6 milhão de hectares do gênero *Pinus* e 521 mil hectares de outras espécies florestais. Santa Catarina se destaca neste setor com 646 mil hectares de florestas plantadas, contribuindo com 35% da produção nacional de *Pinus* spp. e 2% da produção de *Eucalyptus* spp. (ACR – Associação Catarinense de Empresas Florestais, 2014).

A silvicultura no Brasil ocorre desde o seu descobrimento através da exploração do Pau-Brasil que foi por muito tempo a principal atividade florestal (ANTONANGELO e BACHA, 1998). Segundo Barros (2015) a silvicultura é uma ciência que busca maneiras naturais e artificiais de restauração e melhoramento dos produtos florestais de modo a atender as exigências do mercado.

Entre os maiores problemas enfrentados pela silvicultura estão as formigas cortadeiras, que são constatadas durante o ano inteiro em plantios de todas as idades, sendo consideradas as pragas de maior importância econômica dentro da silvicultura, pois seu ataque compromete a produtividade das plantas (ANJOS et al., 1998).

As formigas cortadeiras (Hymenoptera: Formicidae) pertencem aos gêneros *Atta* (Saúvas) e *Acromyrmex* (Quenquéns), sendo conhecidas por cultivarem jardins de fungos, com os quais mantém uma relação simbiótica através do fornecimento de material vegetal fresco (BRANDÃO et al., 2011).

No Brasil, foram registradas 12 espécies de formigas cortadeiras pertencentes ao gênero *Atta*, sendo que cinco destas ocorrem nos estados da região Sul, sendo que até o momento apenas *A. sexdens piriventris* foi constatada em Santa Catarina.

Quanto ao gênero *Acromyrmex* existem no total 29 espécies registradas em todo o território nacional, 19 na região Sul e 13 em Santa Catarina (DELLA LÚCIA, 1993; COSTA et al., 2011).

Estes insetos são responsáveis por cerca de 75% dos custos e tempo gastos no Manejo Integrado de Pragas – MIP em florestas, de modo que, se não realizado o controle no primeiro ano, a perda em volume pode chegar a 13% no final de cada ciclo (ANJOS et al., 1998; OLIVEIRA et al., 2011).

O uso de iscas granuladas ainda é considerado o método mais prático e econômico no controle de formigas cortadeiras (ANJOS et al., 1998; COSTA et al., 2011). A Sulfluramida e o Fipronil são os princípios ativos presentes nas iscas formicidas registrados no Brasil, mas a sua utilização vem sofrendo imposições pelo FSC (Forest Stewardship Council) (COSTA et al., 2011), devido a pressões internacionais para a erradicação destes compostos, debatido durante a Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes (COP.6, 2013).

Uma das maiores dificuldades sobre o controle de formigas cortadeiras consiste no monitoramento que deve ser constante, pois o forrageamento ocorre durante o ano inteiro (OLIVEIRA et al., 2011). Segundo os mesmos autores, várias empresas vêm adotando metodologias específicas para a amostragem de formigueiros, de modo a atender suas necessidades.

Alguns estudos relacionados à distribuição espacial de formigas cortadeiras em plantios florestais já foram realizados, como Zanetti et al. (2000) que avaliaram o efeito da densidade de formigueiros sobre a produção madeireira em eucaliptais. Nickele et al. (2009) avaliaram o tamanho e densidade de formigueiros em plantios de *Pinus taeda* com idades de um, três e seis anos no Planalto Norte de Santa Catarina. Segundo Lasmar et al. (2012) a geoestatística pode auxiliar na predição da ocorrência de saúveiros de formigas do gênero *Atta* em

plantios de *Eucalyptus* sp. no estado de Minas Gerais através do método da krigagem.

Assim conhecer a distribuição espacial dos insetos praga, pode proporcionar uma tomada de decisão com melhor embasamento, devido ao maior número de informações obtidas, por exemplo permitindo a realização do controle somente em áreas foco de infestação. A análise espacial permite a criação e extrapolação de dados conferindo maior compreensão dos fenômenos estudados. Tendo como um benefício a redução no uso de insumos em até 60% (PIRES et al., 2004; DAL-PRÁ et al., 2011; ROSA, 2011).

O objetivo deste trabalho foi fornecer subsídios para o monitoramento de formigas cortadeiras em plantios florestais no Planalto Catarinense, conhecendo as espécies de formigas desta região, sua associação com o tipo de solo e a distribuição espaço-temporal dos danos em plantios de *P. taeda*.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 PANORAMA DO SETOR FLORESTAL

A área de florestas plantadas no mundo corresponde a 264 milhões de hectares, a América do Sul que possuía uma área plantada de 13,8 milhões de hectares em 2010, destaca-se por apresentar uma taxa de crescimento anual de 2,6%, acima da média mundial de 2% (ACR, 2014).

O Brasil é responsável por aproximadamente 50% da área de florestas plantadas na América do Sul (7,2 milhões de hectares). Sendo 5,1 milhões de hectares plantados com *Eucalyptus* sp., 1,6 milhão de hectares de *Pinus* sp. e 521 mil hectares de outras espécies florestais de importância madeireira e não madeireira (ACR, 2014). Contribuindo com 17% de toda a madeira colhida do mundo proveniente de florestas de alta produtividade (IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores, 2014).

O setor florestal brasileiro contribui de forma significativa para o desenvolvimento socioeconômico do país, além de possuir um grande potencial para indução do crescimento com o aumento da produção, geração de emprego e renda (VALVERDE et al., 2003; SOARES et al., 2008).

Este segmento corresponde a 3,5% do PIB (Produto Interno Bruto) brasileiro, com uma receita aproximada de R\$ 42 bilhões. Além disso, gera aproximadamente 340 mil empregos diretos e 4,7 milhões de empregos totais, contribuindo com os cofres públicos em R\$ 7,4 bilhões em impostos (SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO, 2012).

Considerado um país promissor para o desenvolvimento de florestas plantadas, o Brasil possui condições naturais favoráveis que aliadas ao desenvolvimento de tecnologias, proporcionam ganhos de produtividade, redução nos ciclos de rotação florestal e por consequência, redução nos custos de produção dos reflorestamentos e da área total de florestas plantadas (ACR, 2014).

Santa Catarina contribui para o setor florestal com 646 mil hectares de florestas plantadas. Trata-se do segundo maior produtor de *Pinus* sp. no país com 539.377 hectares, correspondente a 35% da produção nacional e taxa de crescimento anual de 2,3%. Além disso, é o décimo em produção de *Eucalyptus* sp., com área de 106.588 ha (2% de produção nacional) e taxa de crescimento anual de 13% (ACR, 2014).

Os produtos do setor florestal podem ser divididos em não madeireiros e madeireiros, dentre os produtos madeireiros estão os segmentos de Celulose e papel, Painéis de madeira industrializada, processamento mecânico, madeira tratada, energia e siderurgia e carvão vegetal sendo que os maiores segmentos são os de celulose e papel, painéis de madeira, madeira serrada e outros produtos sólidos (IBÁ, 2014).

2.2 FORMIGAS CORTADEIRAS

2.2.1 Bioecologia de formigas cortadeiras

As formigas cortadeiras pertencentes aos gêneros *Atta* Fabricius (1804) (Saúvas) e *Acromyrmex* Mayr (1865) (Quenquéns) (Hymenoptera: Formicidae) são conhecidas desde o século XVI e até hoje, são consideradas as principais pragas dos reflorestamentos brasileiros (BRANDÃO et al., 2011; COSTA et al., 2011).

Nativas do continente americano, as formigas cortadeiras são conhecidas como “Saúvas” e “Quenquéns” ou “Xenxéns” no Brasil. Em outros países da América também são chamadas de “Bachacos” na Venezuela, “Isaú” no Paraguai, “Cushi” nas Guianas, “Zampopo” na Costa Rica, “Bibijagua” em Cuba, “Wee-wee” na Nicarágua e Belize, “Cuatalata” no México e “Town ants” ou “Parasol ants” nos Estados Unidos (DELLA LÚCIA e SOUZA, 2011).

Considerados insetos eussociais, pois suas colônias vivem em uma verdadeira sociedade, as formigas cortadeiras são divididas em grupos ou castas. Todas as operárias trabalham em função da colônia, podendo serem permanentes como as jardineiras, soldados e rainha, ou temporárias como as fêmeas aladas (tanajuras ou içás) e machos alados (bitus) (ANJOS et al., 1998).

Em uma relação de simbiose obrigatória, as formigas cortadeiras cultivam jardins de fungos dos gêneros *Leucocoporinus* e *Leucoagaricus* (Agaricales: Leucocoporineae) (CURRIE, 2001; BORBA et al., 2006). O papel das formigas consiste em fornecer alimento e condições ideais ao crescimento e desenvolvimento dos fungos, que são a sua principal fonte de alimento (CURRIE, 2001), principalmente os corpos de frutificação (ANJOS et al., 1998).

As formigas cortam folhas e ponteiros dos galhos, geralmente da parte superior da planta até sua base. Após o corte e carregamento até a colônia, o material vegetal fresco é preparado através da mastigação e degradação pelas operárias, agregando conteúdos salivares e anais ricos em amônio e aminoácidos, formando um substrato que é fornecido aos fungos (ANJOS et al., 1998; LUGO et al., 2013).

Os gêneros *Atta* e *Acromyrmex* podem ser facilmente diferenciados, sendo assim as Saúvas (*Atta*) são identificadas pela presença de três pares de espinhos no tórax, o tamanho dos soldados é variável de 10 a 15 mm, seus ninhos apresentam terra solta e o interior com muitas panelas (COSTA et al., 2011).

As Quenquéns (*Acromyrmex*) são diferenciadas das Saúvas principalmente por apresentar de quatro a cinco pares de espinhos no tórax, um tamanho que pode variar de 8 a 10 mm, além dos ninhos apresentarem pouca ou nenhuma terra solta aparente e toda a sua colônia estar contida em poucas panelas (COSTA et al., 2011).

2.2.2 Danos causados por formigas cortadeiras

Embora sejam insetos benéficos para a melhoria da estrutura física e da fertilidade dos solos (MOUTINHO et al., 2003), as formigas cortadeiras são consideradas importantes pragas florestais (ZANETTI et al., 2004; DELLA LÚCIA e SOUZA, 2011). Os gêneros de formigas cortadeiras *Atta*, *Acromyrmex*, *Sericomyrmex*, *Trachymyrmex* e *Mycocepurus* pertencem à tribo Atinni, mas segundo Anjos et al. (1998) estes três últimos gêneros não apresentam potencial de dano conhecido. Segundo Nickele et al. (2009), elas se sobressaem pela magnitude dos prejuízos causados nos plantios florestais. Além de atacar as plantas em qualquer fase do seu desenvolvimento (ZANETTI et al., 2004). Segundo Loeck et al. (2003) as formigas cortadeiras causam grandes prejuízos à agricultura brasileira, pois atacam quase todas as culturas de plantas, além de estarem presentes em todo o território nacional.

Para Cantarelli et al. (2008) os danos decorrentes da desfolha causada por insetos fitófagos se iniciam com a redução da área foliar, comprometendo a capacidade fotossintética das plantas. Segundo Freitas e Berti Filho (1994) e Matrangolo et al. (2010) o resultado da desfolha é um desarranjo fisiológico que compromete principalmente o crescimento, pois deve haver uma realocação de fotoassimilados, priorizando a emissão de novas folhas, devido a redução da área foliar.

Zanetti et al. (2004) ressaltam que as formigas cortadeiras são responsáveis por mais de 75% dos custos e do tempo gasto no controle de pragas florestais em reflorestamentos.

As perdas causadas pelo ataque de formigas cortadeiras pode variar de acordo com a idade do plantio e a intensidade do ataque (REIS FILHO et al., 2011). Os plantios mais jovens sofrem mais com a desfolha, acarretando principalmente na

redução do crescimento das plantas. Sendo que os plantios com idade inferior a dez anos sofrem maiores limitações (HERDÁNDEZ e JAFFÉ, 1995).

Segundo Boaretto e Forti (1997) as formigas cortadeiras atacam principalmente nas fases de pré-corte, logo após o plantio e durante a condução da brotação. Para Zanetti et al. (2004) os danos causados por formigas cortadeiras são maiores em árvores com idades de um a três anos.

Mudas de *Eucalyptus grandis* desfolhados aos seis meses de idade têm 99,3% de chances de mortalidade, resultando em uma redução de 25,1% e 31,7% em diâmetro e altura das plantas respectivamente. A desfolha pode reduzir a colheita de madeira em 13%, quando ocorre no primeiro ano. Ataques intensos e constantes podem resultar em perdas de até 100% da produção (ANJOS et al., 1998; COSTA et al., 2011; REIS FILHO et al., 2011).

Reis Filho et al. (2011) ao utilizar a desfolha artificial para estimar as perdas em diâmetro e altura, causadas por diferentes intensidades de desfolha em plantas de *Eucalyptus grandis* e *Pinus taeda* no primeiro ano de plantio, relataram a perda de crescimento das plantas e puderam concluir, igualmente a Matrangolo et al. (2010) que as maiores perdas se encontram no crescimento em diâmetro.

Em um estudo realizado por Cantarelli et al. (2008) que objetivou estimar as perdas no crescimento em altura, diâmetro e índice de produtividade nas fases iniciais do desenvolvimento de *Pinus taeda*. Os autores puderam observar no primeiro ano, uma diferença significativa entre áreas controladas e desaciculadas, nas variáveis medidas. Evidenciando que as plantas atacadas contribuíram para uma perda significativa na produção de madeira ao final da rotação.

Com objetivos semelhantes aos anteriores, Freitas e Berti Filho (1994) concluíram que os níveis de desfolha afetam na fisiologia das plantas e, conseqüentemente, no seu crescimento. Matrangolo et al. (2010) ainda discutiram que os

danos afetam no faturamento sobre a produção, mesmo quando o ataque ocorre apenas uma vez, no início do plantio. Os mesmos autores ainda concluíram que manutenção das áreas com desfolha intensa podem se tornar economicamente inviáveis.

Para Zanetti et al. (2004) e Cantarelli et al. (2008) o conhecimento sobre as variáveis avaliadas são de fundamental importância para que se estabeleçam procedimentos para o monitoramento e combate, uma vez que se torna um processo importante para o desenvolvimento dos plantios florestais.

O monitoramento é importante para a redução dos custos do combate, redução dos efeitos ambientais e aumento da eficiência no controle (ZANETTI et al., 2004). É uma ferramenta importante para que seja possível a convivência com as formigas cortadeiras na fase de implantação da floresta, bem como auxiliar na escolha de estratégias para o controle quando necessário (CANTARELLI, 2005).

2.2.3 Controle de formigas cortadeiras

Dentre os métodos de controle de formigas cortadeiras, podem ser citados o mecânico, o cultural, o biológico e o químico (BOARETTO e FORTI, 1997). O controle químico é o mais utilizado no controle de formigas cortadeiras em reflorestamentos (ZANETTI et al., 2004). Segundo Oliveira et al. (2011) é o mais eficiente entre os métodos de controle disponíveis.

No controle químico de formigas cortadeiras se destaca o uso de formulações de pó seco, que segundo Boaretto e Forti (1997) consiste basicamente em um mecanismo de contato, tendo talco como ingrediente inerte juntamente com um ingrediente ativo. Para Costa et al. (2011) trata-se de um método de baixo custo e fácil aplicação, no entanto, deve ser utilizado em formigueiros de até 5 m² e em períodos secos.

A termonebulização também é um método utilizado no controle de formigas cortadeiras, segundo Zanetti et al. (2004) é o método mais caro devido ao custo de aquisição e manutenção do termonebulizador, no entanto, é bastante eficiente. Trata-se da saturação do formigueiro com fumaça juntamente com um princípio ativo.

Segundo Zanetti et al. (2004) o uso de Iscas Granuladas é o método mais prático e econômico para o controle de formigas cortadeiras em reflorestamentos. Podem ser empregadas de duas maneiras, com o auxílio de Porta Iscas (PI) ou de Micro Porta Iscas (MIPIs) (BOARETTO e FORTI, 1997).

As iscas granuladas consistem em um substrato atrativo com um princípio ativo, em formato de pellets. O atrativo é geralmente um extrato de frutas cítricas ou sua polpa desidratada (BOARETTO e FORTI, 1997).

Segundo Alves et al. (2009) nas últimas décadas, tem-se observado um aumento no nível de exigência dos consumidores, principalmente no que diz respeito à qualidade dos produtos, serviços e aos possíveis impactos ambientais e sociais que estes podem causar.

Durante a conferência mundial RIO-92 foram discutidos temas relativos ao meio-ambiente. A partir de então, iniciou-se uma pressão por parte da mídia e das organizações não-governamentais sobre as grandes empresas para que estas adotassem uma postura mais igualitária no âmbito social e ambiental (JACOVINE et al., 2006).

Frente a estas preocupações, em 1993, foi criado um conselho de certificação florestal denominado FSC - *Forest Stewardship Council* (Conselho de Manejo Florestal), uma organização internacional independente, composta por ambientalistas, empresários, produtores florestais, grupos indígenas e grupos comunitários (PINTO e GRANJA, 2013). Segundo Nardelli (2001) um dos maiores padrões de

certificação florestal no mundo, que estabelece princípios para um manejo florestal sustentável voluntário.

Segundo Jacovine et al. (2006) e Pinto e Granja (2013) o objetivo da certificação florestal é auditar e incentivar o “Bom Manejo Florestal” com base em princípios ambientais, sociais e econômicos.

Os princípios ativos mais utilizados no Brasil para o controle de formigas cortadeiras são o Fipronil e a Sulfluramida (COSTA et al., 2011). Esta segunda molécula pertence ao grupo dos Perfluorooctano Sulfonato que vem sofrendo pressões da Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes (COP.6, 2013) que discute sobre a erradicação destes produtos (ARAÚJO, 2011; OLIVEIRA et al., 2014).

A preocupação com as questões ambientais, aliadas a fatores econômicos e sociais, fazem com que as empresas busquem alternativas ao controle químico de formigas cortadeiras (VITORINO, 2015). Segundo Costa et al. (2011) o FSC derogou o uso de alguns princípios ativos para o controle de formigas comercializados no Brasil, entre eles, a Sulfluramida.

Como não existe conhecimento de outra molécula capaz de controlar formigas cortadeiras com a mesma eficiência (OLIVEIRA et al., 2014), a Convenção de Estocolmo considera o uso de Sulfluramida como aceitável para a produção de iscas formicidas (COP.6, 2013).

Existem intensas pesquisas pela busca de novos princípios ativos que sejam eficientes no controle de formigas cortadeiras. No entanto, a pressão por produtos não prejudiciais ao meio ambiente é maior, tornando os processos onerosos (OLIVEIRA et al., 2011).

2.3 USO DA GEOTECNOLOGIA NO CONTROLE DE FORMIGAS CORTADEIRAS

2.3.1 Análise espacial de dados

Segundo Longley et al. (2013) a análise espacial é basicamente um processo de transformação de dados brutos em informações úteis para a busca de descobertas científicas. Dessa forma, torna-se uma ferramenta útil para tomadas de decisão eficientes.

Estas análises fazem a ligação entre o domínio cartográfico e as áreas de análise aplicadas, estatística e modelagem, permitindo que se combinem as variáveis obtidas e desta forma, criem-se novas variáveis. Ou seja, a análise espacial permite a extrapolação de dados e criação de novas informações para melhor compreensão do evento observado (ROSA, 2011).

Os estudos de análise espacial vêm se tornando a cada dia mais comuns devido ao fácil acesso aos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) de baixo custo (CÂMARA et al., 2002). Segundo os mesmos autores, estas análises procuram avaliar relações entre as variáveis medidas, levando em conta a sua localização espacial.

O método do Inverso da Distância Ponderada (IDW) é o método mais comum entre os analistas de SIG (LONGLEY et al., 2013). Trata-se de um método puramente matemático, que não leva em consideração a variabilidade dos dados, características do terreno como relevo, forma e tamanho do espaço a ser avaliado (ANDRIOTTI, 2013).

Este método utiliza a Lei de Tobler, que estima médias desconhecidas a partir das médias ponderadas dos pontos mais próximos. Objetivando assim, criar superfícies cujos valores

dos pontos desconhecidos sejam parecidos com os valores dos pontos mais próximos (LONGLY et al., 2013).

Segundo Andriotti (2013) a interpolação é um procedimento onde se estimam valores de uma variável na área interior aos pontos amostrados, mostrando dentro de um mapa contínuo, o comportamento das variáveis amostradas pontualmente. Desta maneira, a interpolação é necessária sempre que se precise estimar uma variação numérica qualquer, em um ponto no espaço que não possua tal informação (XAVIER et al., 2010).

2.3.2 Uso da geotecnologia no controle de formigas cortadeiras

O uso da tecnologia da informação sobre conhecimento da distribuição espacial dos insetos, segundo Dal-Prá (2011), pode se tornar uma ferramenta importante no monitoramento e manipulação do ambiente produtivo. Deste modo, é possível manejar os sistemas de maneira precisa, promovendo economia na utilização de insumos e reduzindo impactos ambientais.

Conhecer a dinâmica espaço temporal dos insetos pode proporcionar tomadas de decisão com melhor embasamento. Desta maneira é possível realizar o controle somente em áreas específicas. Este pode ser um fator importante para a eficiência das estratégias do Manejo Integrado de Pragas (DAL-PRÁ, 2011). Entre os principais benefícios citados por Pires (2004) estão os aspectos ambientais, além da redução de até 60% no uso de insumos agrícolas.

Segundo Cantarelli (2005) implementar um sistema de SIG/GPS no controle de formigas cortadeiras e apresentar resultados confiáveis, apenas confirma a aplicabilidade de um Manejo Integrado de Pragas de precisão. O mesmo autor ainda cita que a utilização de mapas georreferenciados permite uma

melhor visualização da distribuição espacial e intensidade de formigueiros, permitindo as tomadas de decisão.

Na busca por melhores resultados no controle de insetos-praga, alguns pesquisadores vêm estudando o uso da geoestatística para diferentes culturas. Dal-Prá et al. (2011a) ao testar técnicas geoestatísticas para determinar a distribuição espacial de larvas de *Dilobderus abderus* em cultivos de aveia no Rio Grande do Sul, constataram que a utilização de “grides” de 70 por 70 m seria o suficiente para manter o monitoramento destes insetos.

Soares et al. (2008) avaliando a distribuição de *Quesada gigas* (Hemiptera: Cicadidae) em povoamentos de Paricá, detectaram dependência espacial embora tenha considerado insuficiente a área amostral.

Dentro das culturas de *Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp., Lasmar et al. (2012) utilizando esta técnica para determinar a distribuição espacial e taxa de infestação de formigueiros em plantações de *Eucalyptus* sp. no estado de Minas Gerais notaram que existe uma dependência espacial em ninhos de formigas do gênero *Atta* e que o método de krigagem é um método adequado para indicar a probabilidade de infestação de áreas por formigueiros.

Buratto et al. (2012) ao avaliar danos causados por formigas do gênero *Acromyrmex* em plantios de *Pinus* sp. no planalto sul-catarinense concluíram que a otimização da utilização de iscas pode gerar ganhos econômicos às empresas florestais.

Nickele et al. (2009) avaliando a densidade e tamanho de formigueiros de *Acromyrmex crassipinus* em plantios de *Pinus* sp. com diferentes idades no Planalto Norte catarinense constataram que o tamanho e densidade dos ninhos de formiga variam de acordo com a idade do plantio.

Zanetti et al. (2000) ao estudar o efeito do tamanho e densidade de formigueiros sobre a produção de madeira em eucaliptais, concluíram que o ataque de saúvas sobre árvores

frágeis reduziu a mortalidade por competição, ou seja, com o aumento da densidade de formigueiros em uma área, houve um desbaste natural, diminuindo a competição entre as plantas.

3 AMOSTRAGEM DE FORMIGAS CORTADEIRAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EM PLANTIOS FLORESTAIS NO PLANALTO CATARINENSE

3.1 RESUMO

Os objetivos deste trabalho foram conhecer as espécies de formigas cortadeiras presentes em plantios florestais no Planalto Catarinense e associar a sua ocorrência com diferentes tipos de solos. Para isso foram percorridos plantios florestais em sete municípios no Planalto Catarinense, onde os formigueiros encontrados foram georreferenciados, coletados e identificados. As coletas ocorreram em cinco diferentes tipos de solo (Cambissolo Háplico, Argissolo Vermelho Amarelado, Cambissolo Húmico, Nitossolo Vermelho e Latossolo Bruno). As espécies de formigas cortadeiras observadas foram *Acromyrmex crassispinus*, *Ac. hispidus fallax*, *Ac. laticeps nigrosetosus*, *Ac. lundii*, *Ac. heyeri*, *Atta sexdens piriventris* e *Sericomyrmex* sp. As espécies dominantes e com maior frequência foram *Ac. crassispinus*, *Ac. hispidus fallax* e *Ac. laticeps nigrosetosus* com frequência de 30,23%, 25,58% e 20,93% respectivamente. O valor do Índice de Shannon foi de 0,7273, sendo o primeiro índice de diversidade registrado para esta região. O teste Qui-quadrado apresentou um valor de 53,092, indicando que há uma associação entre as variáveis qualitativas “espécie de formiga” e “tipo de solo”. O valor do coeficiente de Contingência modificado (C*) foi de 0,83, indicando que a associação entre as variáveis qualitativas pode ser considerada de moderada a forte em uma escala que varia de 0 a 1. O maior número de espécies foi coletado em Cambissolo Húmico. Este trabalho demonstra a importância de se conhecer a diversidade de espécies de formigas cortadeiras e

sua ocorrência, pois apresenta a possibilidade de priorizar o monitoramento em áreas com ocorrência de formigas com maior potencial de danos, nas diferentes regiões edafoclimáticas.

Palavras-chave: *Acromyrmex*; Tipos de solo; Monitoramento; Coeficiente de Contingência.

2.4 ABSTRACT

SAMPLING OF LEAF-CUTTING ANTS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) IN *Pinus* AND *Eucalyptus* GENRES PLANTATIONS IN PLATEAU OF SANTA CATARINA

The aims of this work were to know species of leaf-cutting ants in forest plantations in Plateau of Santa Catarina and associate their occurrence with different soil types. For this were covered forest plantations in seven municipalities in Plateau of Santa Catarina where the nests found were georeferenced, collected and identified. The collection occurred in five different soil types (Haplic Cambisol, Red-yellow Podzolic, Humic Cambisol, Red Nitosol and Oxisol). The leaf-cutting ants species observed were *Acromyrmex crassispinus*, *Ac. hispidus fallax*, *Ac. laticeps nigrosetosus*, *Ac. lundi*, *Ac. heyeri*, *Atta sexdens piriventris* and *Sericomyrmex* sp. The dominant species and most frequent were *Acromyrmex crassispinus*, *Ac. hispidus fallax* and *Ac. laticeps nigrosetosus* with frequency of 30,23%, 25,58% and 20,93% respectively. The value of Shannon index was 0,7273, the first diversity index recorded for that region. The Chi-square test showed a value of 53,092, indicating a statistical association between the qualitative variables “ants’ species” and “soil type”. The value for the modified

Contingency Coefficient (C^*) was 0,83, indicating that the association between the variables can be considered moderate to strong, on a scale ranging from 0 to 1. The most number of species was collected in Humic Cambisol. This work shows the importance of knowing the leaf-cutting species and their occurrence, because it shows the possibility to prioritize the monitoring in areas with leaf cutting ants with greater damage potential in different soil and climatic regions.

Key-words: *Acromyrmex*; Soil types; Monitoring; Contingence Coefficient.

2.5 INTRODUÇÃO

Santa Catarina é o estado com a segunda maior área de plantios de *Pinus* sp. e a décima em *Eucalyptus* sp. no Brasil, sendo responsável por 35% e 2% de toda a área de florestas plantadas no país respectivamente. O Estado se destaca no setor florestal por apresentar boas condições para o desenvolvimento de florestas plantadas, sendo que estas áreas estão mais concentradas principalmente no Planalto Serrano, Planalto Norte e Oeste Catarinense (ACR, 2014).

As formigas cortadeiras (Hymenoptera: Formicidae) dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex* são considerados os principais insetos praga nos reflorestamentos brasileiros e apresentam ampla distribuição pelo território nacional (COSTA et al., 2011; LOECK et al., 2003; DELLA LÚCIA e SOUZA, 2011).

Os danos causados pela ocorrência de formigas cortadeiras são devido ao seu forrageamento, causando desfolha que propicia, principalmente, a redução da produtividade das plantas, devido a redução da taxa fotossintética e alterações nas atividades fisiológicas das plantas, mas quando ocorre o corte da gema apical pode levar a

morte da planta (FREITAS e BERTI FILHO, 1994; CANTARELLI et al., 2008; MATRANGOLO et al., 2010). Nickele et al (2012) registraram a mortalidade de 15% de plantas de *Pinus* sp. nos primeiros seis meses após o plantio em plantas com o meristema apical cortado.

Estes insetos têm a ocorrência natural nos países do continente americano (DELLA LÚCIA e SOUZA, 2011). Foram registradas no Brasil 12 espécies do gênero *Atta*, sendo sete consideradas importantes sob o ponto de vista econômico, cinco destas são registradas para a região Sul do Brasil. Em Santa Catarina apenas a espécie *Atta sexdens piriventris* foi registrada. Do gênero *Acromyrmex* são conhecidas 29 espécies no Brasil, sendo 15 consideradas de importância econômica e 19 registradas no Sul do país. Em Santa Catarina foram registradas a ocorrência de 13 espécies (DELLA LÚCIA, 1993; COSTA et al., 2011).

No Planalto Serrano Catarinense foi constatada a presença de uma espécie de Saúva (*A. sexdens piriventris*) e sete espécies de Quenquéns (*Acromyrmex ambiguus*, *Ac. crassispinus*, *Ac. coronatus*, *Ac. heyeri*, *Ac. laticeps*, *Ac. lobicornis* e *Ac. lundi*) (GIESEL, 2007).

Segundo Loeck et al. (2003) as espécies de formigas cortadeiras apresentam comportamentos diferentes em relação ao controle químico. Este fator faz com que seja necessário conhecer a espécie predominante da região, as características bioecológicas destas espécies e suas correlações com as condições edáficas para melhorar as estratégias de monitoramento e controle de formigas cortadeiras.

Com base na importância que o estado de Santa Catarina representa para o cenário florestal nacional, aliado à necessidade de se desenvolver técnicas mais específicas para o manejo de formigas cortadeiras, torna-se necessário conhecer as espécies de formigas dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex* presentes nos plantios dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus* no Planalto Catarinense.

2.6 MATERIAL E MÉTODOS

3.4.1 Descrição do local de estudo

O presente estudo foi realizado em sete municípios do estado de Santa Catarina, sendo cinco pertencentes ao Planalto Serrano Catarinense (Bocaina do Sul, Capão Alto, Campo Belo do Sul, Lages e Otacílio Costa), um pertencente ao Planalto Norte catarinense (Monte Castelo) e um pertencente à região da Grande Florianópolis (Alfredo Wagner - microrregião Serra do Tabuleiro).

Segundo Pandolfo et al. (2002) a classificação climática de Köppen para estes municípios é do tipo Cfb – Clima temperado, com as temperaturas médias inferiores a 18°C e 22°C nos meses mais frios e quentes do ano respectivamente, com verões mais frescos e ausência de uma estação seca definida.

A formação florestal nestes municípios são Campos Naturais (Capão Alto e Lages), Floresta Ombrófila Densa (Alfredo Wagner) e Floresta Ombrófila Mista (Bocaina do Sul, Campo Belo do Sul, Monte Castelo e Otacílio Costa) (VIBRANS et al., 2013).

3.4.2 Coleta de dados

O estudo foi realizado em fazendas pertencentes à empresa Klabin S.A. no período de março de 2014 a março de 2015 em plantios de *Eucalyptus benthamii*, *E. dunnii* e *Pinus taeda* de várias idades.

As fazendas foram percorridas em busca de ninhos de formigas cortadeiras de maneira aleatória. O número de amostras foi casual de modo a respeitar a variação do gradiente ambiental de cada região amostrada.

Os formigueiros encontrados foram georreferenciados com o auxílio de um aparelho de GPS (Sistema de Posicionamento Global) de navegação. Foram coletados aproximadamente 30 indivíduos em trilhas próximas a cada ninho, sendo coletadas as operárias maiores.

Todos os ninhos de formigas cortadeiras foram amostrados independentemente do gênero, cada amostra foi armazenada individualmente em álcool 70% e transportada para o Laboratório de Entomologia do CAV/UDESC. Para a identificação das espécies de formigas foi utilizada a chave de identificação proposta por Mayhé-Nunes (1991) e com auxílio do professor Prof. Dr. Alci Enimar Loeck, da Universidade Federal de Pelotas (UFPel).

Os dados sobre o tipo de solos foram fornecidos pela empresa Klabin S.A que segue as normas brasileiras de classificação de solos proposta pela EMBRAPA (2006).

2.6.3 Análise dos dados

Para o cálculo da diversidade foram estimados os parâmetros Frequência (n) que consiste no número de indivíduos de uma espécie em relação ao total de espécies observadas nas amostras e a constância que é a porcentagem de amostras em que uma determinada espécie é observada (Fórmula 1).

$$C = \frac{p \times 100}{N} \quad (1)$$

Onde C é a Constância, p é o número de amostras com a espécie i e, N é o número total de amostras.

Foram consideradas constante (W) a espécie com mais de 50% de constância; acessória (Y), a espécie entre 25 e 50%

e acidental (Z) a espécie com menos de 25% de constância (SILVEIRA NETO et al., 1976).

O índice de Shannon (H') (Fórmula 2) mede o grau de incerteza que em prever a qual espécie pertence um indivíduo, desta maneira, quanto menor o índice de Shannon, menor a incerteza, podendo-se concluir que a diversidade da amostra é baixa (URAMOTO et al., 2005).

$$H' = - \sum_{i=1}^S (p_i \times \ln p_i) \quad (2)$$

Onde p_i número de indivíduos da espécie, variando de 1 a S (Riqueza de espécies).

Os índices foram obtidos por intermédio do software DivEs (Diversidade de Espécies) (Versão 3.0), descrito por Rodrigues (2015).

Sobre a avaliação da ocorrência de formigas cortadeiras em diferentes regiões edafoclimáticas foi realizada uma Análise Bidimensional de Variáveis Qualitativas através do teste Qui-quadrado (χ^2) para avaliar a associação entre as variáveis (Fórmula 3).

$$\chi^2 = \frac{\sum^l \sum^c (e_{ij} - n_{ij})^2}{e_{ij}} \quad (3)$$

Onde l é o número de linhas, c é o número de colunas, n_{ij} é a frequência observada nas tabelas e e_{ij} é a frequência esperada.

Assume-se as hipóteses H_0 : as variáveis são independentes ou H_1 : as variáveis não são independentes. Segundo Meirelles (2014), trata-se de um dos métodos mais

utilizados para medir o grau de associação entre duas variáveis qualitativas.

Para avaliar o grau de dependência das variáveis estudadas foi utilizado o Coeficiente de Contingência Modificado (C*) que varia em uma escala de 0 a 1, significando fraca e forte associação estatística respectivamente.

$$C^* = \sqrt{\frac{\chi^2}{\chi^2 - N}} \times \sqrt{\frac{k}{k-1}} \quad (4)$$

Onde χ^2 é o Qui-quadrado obtido através das frequências esperadas e observadas, N é o número total de observações na tabela e k é o menor valor entre linhas e colunas nas tabelas.

2.7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No decorrer do período da coleta de formigas cortadeiras foram amostrados 43 formigueiros nos sete municípios avaliados, sendo identificadas sete espécies pertencentes aos gêneros *Acromyrmex*, *Atta* e *Sericomyrmex*, com predomínio de *Acromyrmex* spp. (88,4% das amostras) (Tabela 1; Figura 1).

Todas as espécies de formigas cortadeiras pertencentes aos gêneros *Atta* e *Acromyrmex* observadas no presente estudo são registradas para o estado de Santa Catarina, concordando com os estudos de Della Lúcia (1993) e por Giesel (2007) em levantamento da diversidade de formigas cortadeiras no Planalto Serrano Catarinense.

As sete espécies de formigas cortadeiras constatadas neste estudo foram coletadas em cinco tipos de solo, sendo o Argissolo Vermelho Amarelo, Cambissolo Háplico, Cambissolo Húmico, Latossolo Bruno e Nitossolo Vermelho. Na associação entre as variáveis “Espécie de formiga” e “Tipo de solo” pode-se observar que houve relação das espécies de formigas cortadeiras amostradas nos diferentes tipos de solos das áreas estudadas (Tabela 2).

O valor obtido para o teste χ^2 foi de 53,092, sendo este superior ao valor tabelado ($\chi^2_{(0,05;24)} = 13,848$). Com base neste valor rejeita-se a hipótese H_0 , ou seja, há uma associação estatística entre as variáveis qualitativas. O Coeficiente de Contingência Modificado, que varia de 0 (fraco) a 1 (forte), apresentou um valor de 0,83, sendo considerado de moderado a forte.

Tabela 1 - Diversidade de espécies de formigas cortadeiras (Hymenoptera: Formicidae) identificadas em plantios dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus* nos municípios de Alfredo Wagner, Bocaina do Sul, Campo Belo do Sul, Capão Alto, Lages, Monte Castelo e Otacílio Costa, SC.

Espécie	N	Dominância ¹	Constância ²	H'	
<i>Acromyrmex crassispinus</i>	13	d	30,23	Y	-0,1571
<i>Acromyrmex hispidus fallax</i>	11	d	25,58	Y	-0,1515
<i>Acromyrmex laticeps nigrosetosus</i>	9	d	20,93	Z	-0,1422
<i>Acromyrmex lundii</i>	3	n	6,98	Z	-0,0807
<i>Acromyrmex heyeri</i>	2	n	4,65	Z	-0,062
<i>Atta sexdens piriventris</i>	4	n	9,30	Z	-0,0959
<i>Sericomyrmex sp.</i>	1	n	2,33	Z	-0,038
Total	43				0,7273

¹ d – Dominante, n – Não-dominante; ² W – Constante, Y – Acessória, Z – Acidental.

Tabela 2 - Associação entre espécies de formigas cortadeiras e os diferentes tipos de solos em plantios dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus* nos municípios de Alfredo Wagner, Bocaina do Sul, Campo Belo do Sul, Capão Alto, Lages, Monte Castelo e Otacílio Costa, SC.

Espécie	C.Halp ¹	A.Va ²	C.Húm ³	N.Ver ⁴	L.Brun ⁵	Total
<i>Acromyrmex crassispinus</i>	3	1	5	2	2	13
<i>Axcromyrmex hispidus fallax</i>	1	1	9	0	0	11
<i>Acromyrmex laticeps nigrosetosus</i>	1	1	7	0	0	9
<i>Acromyrmex lundii</i>	2	0	1	0	0	3
<i>Acromyrmex heyeri</i>	0	0	0	1	1	2
<i>Atta sexdens piriventris</i>	0	0	0	4	0	4
<i>Sericomyrmex</i> sp.	0	0	0	0	1	1
TOTAL	7	3	22	7	4	43

¹Cambissolo Háplico; ²Argissolo Vermelho Amarelado; ³Cambissolo Húmico; ⁴Nitossolo Vermelho; ⁵Latossolo Bruno.

A Saúva-limão-sulina, *A. sexdens piriventris*, é considerada uma espécie de importância econômica no Brasil que causa danos em diversas culturas. Sendo a única espécie do gênero *Atta* registrado para Santa Catarina (DELLA LÚCIA, 1993; DIEHL e JUNQUEIRA, 2001; COSTA et al., 2011). Neste estudo, esta espécie foi registrada em plantios de *Eucalyptus benthamii*, sendo que todas as coletas desta espécie foram realizadas em Nitossolo Vermelho no município de Campo Belo do Sul.

As espécies de Quenquéns *Ac. crassispinus* Forel, *Ac. hispidus fallax* e *Ac. laticeps nigrosetosus* foram as espécies de formigas cortadeiras dominantes nas coletas, com constância de 30,2%, 25,3% e 21% respectivamente (Tabela 1).

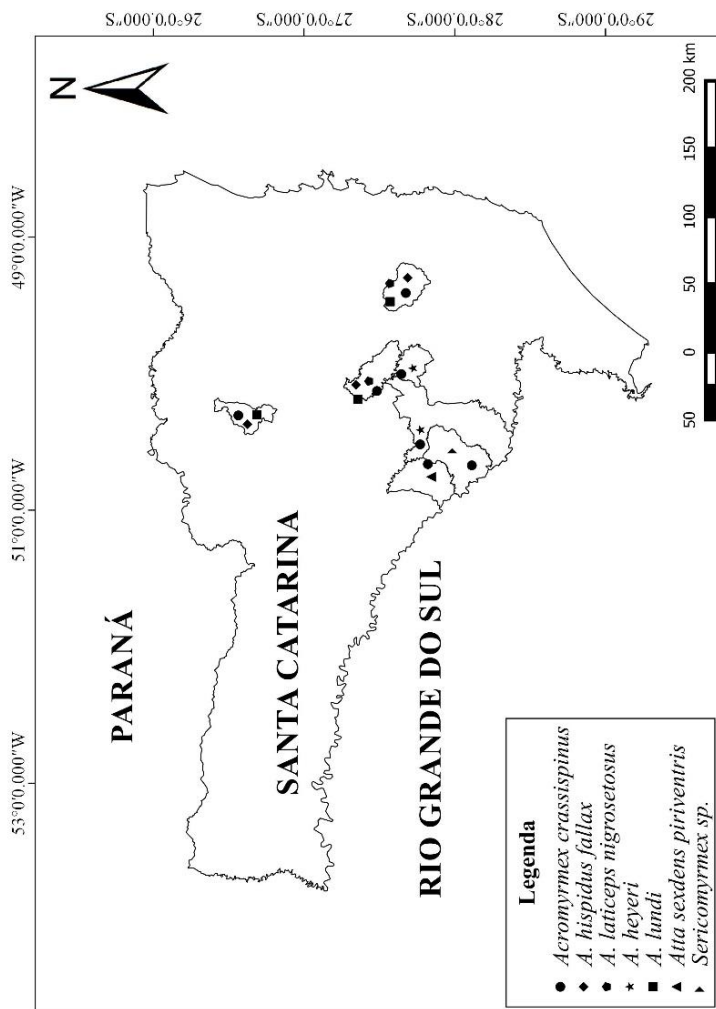
A espécie observada com maior frequência foi a *Ac. crassispinus*, popularmente conhecida como Quenquém-de-

cisco. Essa espécie já foi registrada nos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (DELLA LÚCIA, 1993; NICKELE et al., 2009; COSTA et al., 2011). Sendo considerada a mais comum em plantios de *Pinus* na região sul do Brasil e responsável por conferir elevados prejuízos à silvicultura, devido ao elevado número de ninhos em certas regiões (LINK et al., 2000; NICKELE et al., 2010; NICKELE et al., 2012). Neste estudo, esta espécie foi coletada em plantios de *Eucalyptus benthamii*, *E. dunnii* e *Pinus taeda*, e nos cinco tipos de solo presentes na região amostrada, sendo que 38% das coletas desta espécie foram em Cambissolo Húmico.

A *Ac. hispidus fallax* que foi a segunda espécie dominante na região amostrada foi coletada em plantios de *E. dunnii* e *P. taeda*, sendo que 82% das coletas desta espécie foram realizadas também em Cambissolo Húmico. Esta espécie é conhecida popularmente como Formiga-mineira, segundo Della Lúcia (1993) e Costa et al. (2011) ocorre nos estados do Paraná, Rio Grande do Sul, São Paulo e Santa Catarina, não sendo considerada uma espécie importante sob o ponto de vista econômico. Também não existem muitos estudos sobre a espécie na região, principalmente sobre a sua ecologia e potencial de dano.

Outra espécie dominante nos levantamentos foi a Quenquém-campeira *Ac. laticeps nigrosetosus* que tem ocorrência conhecida em dez estados brasileiros (ANJOS et al., 1998; ZANUNCIO, 1999). Embora seja considerada por Araújo et al. (1997) e Marsaro Júnior et al. (2007) uma espécie com alta densidade em plantios de Eucalipto, todos os exemplares coletados neste estudo foram obtidos em plantios de *Pinus taeda* e 78% destas coletas ocorreram em Cambissolo Húmico.

Figura 1 - Mapa de ocorrência das espécies de formigas cortadeiras (Hymenoptera: Formicidae) coletadas em plantios florestais nos municípios de Alfredo Wagner, Bocaina do Sul, Campo Belo do Sul, Capão Alto, Lages, Monte Castelo e Otacílio Costa, SC.



Fonte: Próprio autor.

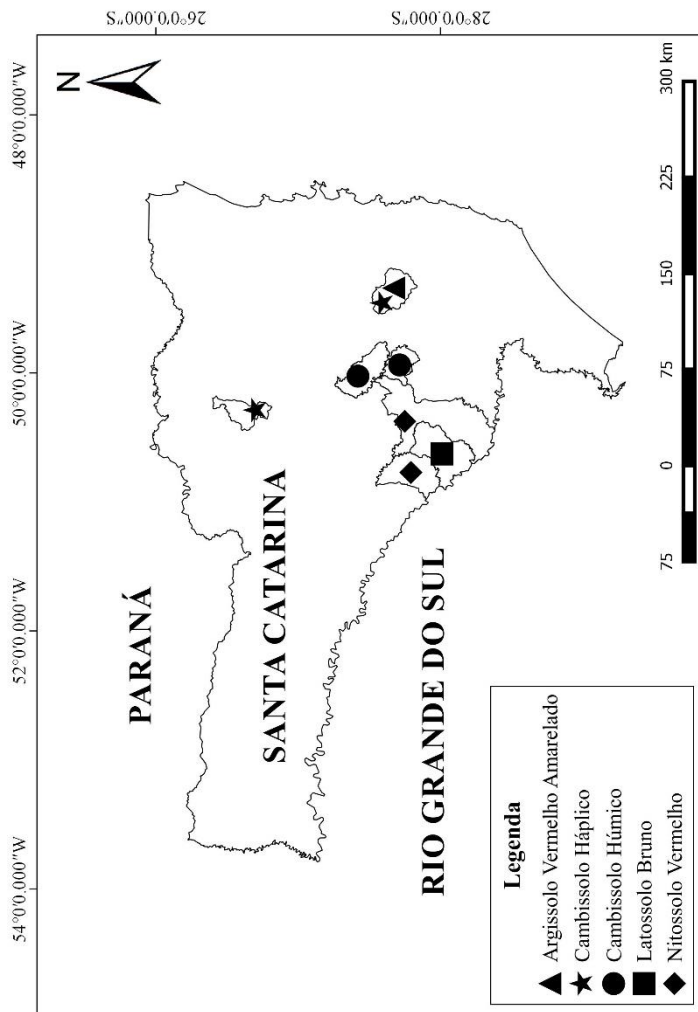
Entre as espécies de quenquéns não dominantes encontram-se *Ac. lundi* e *Ac. heyeri*, conhecidas como Quenquén-mineira e Quenquén-de-monte-vermelha respectivamente (Tabela 1). Sendo que *Ac. heyeri* é considerada uma espécie importante sob o ponto de vista econômico no Brasil (DELLA LÚCIA, 1993; COSTA et al., 2011). Estas espécies foram coletadas em plantios de *E. dunnii* e *P. taeda*, em Cambissolo Háptico, Cambissolo Húmico, Nitossolo Vermelho e Latossolo Bruno (Figura 2).

As formigas pertencentes ao gênero *Sericomyrmex*, são conhecidas popularmente como “peludinhas”, não são muito estudadas quanto à sua distribuição geográfica e taxonomia. Há o registro no Brasil de nove espécies, sendo que a única que apresenta potencial de dano é a *S. moreirai* que não é constatada para o estado de Santa Catarina (ANJOS et al., 1998). Foi realizada somente uma coleta de formigas deste gênero em um plantio de *Pinus taeda* em Latossolo Bruno.

O valor do índice de Shannon para estudo foi de 0,7273. Trata-se de um índice não paramétrico, onde, quanto maior o valor do índice maior é a diversidade da área estudada (SCOLFORO et al., 2008). Pelo fato de não haver estudos apontando a diversidade de formigas cortadeiras nesta região, utilizando esse índice de diversidade, não se pode fazer comparações.

Foi observada a presença de formigas cortadeiras em todos os tipos de solo, sendo que 51% das coletas foram observadas em Cambissolo Húmico, seguido do Cambissolo Háptico e Nitossolo Vermelho com 16%, Latossolo Bruno com 9% e Argissolo Vermelho Amarelado com 7% (Figura 2).

Figura 2 - Mapa de ocorrência dos tipos de solo em plantios florestais nos municípios de Alfredo Wagner, Bocaina do Sul, Campo Belo do Sul, Capão Alto, Lages, Monte Castelo e Otacílio Costa, SC.



Fonte: Próprio autor.

De acordo com Giesel (2014) fatores físicos do solo como o teor de argila, aeração e umidade influenciam na preferência das rainhas para a nidificação, principalmente de *Acromyrmex*, o autor ainda cita que os ninhos de *Atta* apresentam correlação com teor de argila.

Estudos associando a ocorrência de espécies a tipos de solo são mais comuns na área de fitossociologia, geralmente voltados para a conservação de espécies de importância ou indicando espécies para plantio (CURCIO et al., 2006; KOTCHETKOFF-HENRIQUES et al., 2005).

Embora Meirelles et al. (2014) afirmarem que para a utilização destas análises é necessário que em cada célula da tabela de dados cruzados seja necessário no mínimo cinco observações. Este estudo torna-se de grande importância para o controle de formigas cortadeiras, pois poderá ser inferido sobre a ocorrência das espécies nos diferentes tipos de solo.

Apesar de não se conhecer o potencial de dano de todas as espécies de formigas, é possível obter previsões sobre aquelas que já foram estudadas, além da definição de áreas com maior probabilidade de danos, principalmente nas áreas com plantio de primeiro ano. É possível também aplicar um controle mais incisivo sobre as espécies que possuem maior potencial de dano, além de facilitar a localização destas espécies em função dos tipos de solo, priorizando áreas mais críticas. Como observado anteriormente para Cambissolo Húmico com a maior diversidade de espécies de formigas-cortadeiras, inclusive de *Ac. crassispinus* que é considerada a espécie mais importante e abundante em plantios de *Pinus* sp. na Região Sul do Brasil e da saúva-limão-sulina *A. sexdens piventris* também citada como praga de importância econômica, sendo constatada neste estudo somente em Nitossolo Vermelho.

Hernández e Jaffé (1995) apontam a idade do plantio como um fator a ser considerado, pois ao estudar o ataque de *Atta* sobre plantios de *Pinus* com menos de dez anos em solos

arenosos, constataram que a perda de produtividade pode chegar a 50% em relação às áreas livres de formigas. Cantarelli et al. (2008) também constataram perdas no desenvolvimento de *P. taeda* nos primeiros 24 meses quando houve forrageamento por formigas.

Portanto, considera-se importante estudar a diversidade de formigas cortadeiras presentes nos plantios de *Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp. na região Sul do Brasil para conhecer o potencial de forrageamento de cada espécie nos plantios florestais, como afetam o crescimento das plantas, bem como o raio de influência dos formigueiros e os índices de recuperação das plantas. Possibilitando associar o seu potencial de dano com as atividades silviculturais planejadas em determinados locais, inclusive de acordo com os tipos de solo.

Estas variáveis poderão ser consideradas importantes para a criação de novas práticas para o monitoramento de formigas cortadeiras e a aplicação de um controle localizado.

3.6 CONCLUSÃO

Com base neste estudo foi possível concluir que:

- As espécies de formigas cortadeiras coletadas em plantios de *Pinus taeda*, *Eucalyptus dunnii* e *Eucalyptus benthamii* no Planalto Catarinense foram *Atta sexdens piriventris*, *Acromyrmex crassispinus*, *Ac. hispidus fallax*, *Ac. laticeps nigrosetosus*, *Ac. lundii*, *Ac. heyeri* e *Sericomyrmex* sp. de formigas cortadeiras (Hymenoptera: Formicidae);
- As espécies mais constantes foram *Acromyrmex crassispinus*, *Ac. hispidus fallax* e *Ac. laticeps nigrosetosus*;

- O grau de associação entre as espécies de formigas cortadeiras e os tipos de solo foi considerada de moderada a forte;
- No Cambissolo Húmico foi observada a maior diversidade de espécies de formigas cortadeiras;
- A *Ac. crassispinus* foi observada em Argissolo Vermelho Amarelado, Cambissolo Hápico, Cambissolo Húmico, Latossolo Bruno e Nitossolo Vermelho no Planalto catarinense;
- *Ac. hispidus fallax* e *Ac. laticeps nigrosetosus* foram observadas em Argissolo Vermelho Amarelado, Cambissolo Hápico e Cambissolo Húmico;
- A *A. sexdens piriventris* foi observada apenas no Nitossolo Vermelho em plantios de *Eucalyptus benthamii*;

4 AVALIAÇÃO DE DANOS NO CRESCIMENTO DE *Pinus taeda* COM INCIDÊNCIA DE *Acromyrmex* spp. (HYMENOPTERA: FORMICIDAE)

4.1 RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a distribuição espacial de danos causados por formigas cortadeiras em plantios de *Pinus taeda*, através da quantificação dos mesmos e comparar o crescimento destes plantios em áreas com e sem o controle de formigas cortadeiras durante doze meses em Otacílio Costa - SC. Para isso foram utilizados três talhões experimentais, sendo dois deles sem controle de formigas cortadeiras (SC1 e SC2) com áreas de 5,0 e 4,8 hectares respectivamente e um com controle (CC) de 4,0 hectares. Essas áreas foram percorridas na busca por ninhos de formigas cortadeiras que, quando encontrados, foram marcados com estaca de madeira e georreferenciados. Foram alocadas 45 parcelas permanentes de 100 m², contendo 25 plantas cada uma. Em avaliações mensais cada planta recebeu uma nota pontual de dano, sendo 0 – intacta, 1 – desaciculada, 2 – recuperada e 3 – morta. A avaliação espacial foi realizada por interpolações utilizando o método do Inverso da Distância Ponderada (IDW). Nas mesmas avaliações foram medidos o diâmetro de colo (dc) e a altura (h) das plantas para calcular o Índice de Produtividade (IP) para o primeiro ano de plantio. Durante o período de avaliações, foram encontrados 11 ninhos de formigas cortadeiras pertencentes a três espécies (*Acromyrmex lundii*, *Ac. laticeps nigrosetosus* e *Ac. hispidus fallax*), sendo que apenas um formigueiro foi constatado no talhão Com Controle, quatro no talhão SC1 e seis no SC2. O percentual de plantas intactas

decreceu de 96,2% para 81,33% no talhão mais afetado (SC2), o mesmo apresentou um índice máximo de desacícua de 12,3%, enquanto o SC1 obteve 4%. A recuperação de plantas apresentou maior porcentagem no talhão SC2 (12,9%), embora houve a maior mortalidade de plantas (5,9%). O crescimento em diâmetro e altura apresentaram comportamentos semelhantes nas áreas com (CC) e sem controle (SC1), no entanto, o talhão SC2, apresentou perdas significativas comparada ao talhão CC, de 20,5%, 18,3% e 37% no o crescimento em diâmetro de colo, altura e no IP respectivamente.

Palavras-chave: Formigas cortadeiras; Interpolação; Distribuição espacial; Índice de Produtividade.

4.2 ABSTRACT

EVALUATION OF DAMAGE IN *Pinus taeda* GROWTH WITH IMPACT OF *Acromyrmex* spp. (HYMENOPTERA: FORMICIDAE)

The aim of this work was evaluate de spatial distribution of damage caused by leaf-cutting ants in *Pinus taeda* plantations, by their quantification and to compare the plants growth in areas with and without leaf-cutting ants control during 12 months in Otacílio Costa - SC. For this were used three experimental plots, two without leaf-cutting ants control (SC1 and SC2) with 5,0 and 4,8 hectares area respectively and one with control (CC) and area of 4,0 hectares. These areas were covered monthly searching leaf-cutting ants nests and when found they were marked with woodpiles and georeferenced. It was allocated 45 permanent parcels of 100 m², containing 25 plants each one. In monthly evaluations each plant received a

damage punctual note, 0 – intact, 1 – deneedled, 2 – recovered and 3 – dead. The spatial evaluation was realized by interpolations using the Inverse Distance Weighted (IDW) method. In the same evaluations, the stem diameter (dc) height (h) of plants were measured to calculate the Productivity Index (IP) for the first year of planting. During a year, it was found 11 leaf-cutting nests belonging to three species (*Acromyrmex lundii*, *Ac. laticeps nigrosetosus* and *Ac. hispidus fallax*) and just one nest was presented in CC plot, four nests in SC1 plot and six in SC2 plot. The percentage of intact plants declined from 96,2% to 81,33% in the most affected plot (SC2), the same plot presented a maximum deneedling index of 12,3%, while the SC1 plot had 4%. The plants recover presented most percentage in SC2 plot (12,9%) and this plot had the higher mortality (5,9%). The stem diameter and height growth were similar in with (CC) and without control (SC1), however, the SC2 plot presented significant losses compared to CC plot, of 20,5%, 18,3% and 37% in stem diameter, height and IP growth respectively.

Key-words: Leaf cutting ants; Interpolation; Spatial distribution; Productivity Index.

4.3 INTRODUÇÃO

As formigas cortadeiras dos gêneros *Atta* Fabricius (1804) (Saúvas) e *Acromyrmex* Mayr (1865) (Quenquéns) (Hymenoptera: Formicidae), são consideradas as pragas de maior importância nos plantios de *Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp. na região Sul do Brasil (ANTUNES e DELLA LÚCIA, 1999; OLIVEIRA, 2011).

São conhecidas 19 espécies de formigas pertencentes ao gênero *Acromyrmex* na região na região Sul do Brasil, dentre elas, *Ac. ambiguus*, *Ac. crassispinus*, *Ac. coronatus*, *Ac. heyeri*,

Ac. laticeps, *Ac. lobicornis* e *Ac. lundi* que ocorrem no Planalto Serrano Catarinense (DELLA LÚCIA, 1993; GIESEL, 2007; COSTA et al., 2011).

Segundo Boaretto e Forti (1997) a incidência de formigas cortadeiras ocorre principalmente nas fases de pré-corte, logo após o plantio e durante a condução da brotação. Hernández e Jaffé (1995) relatam que os plantios com idade inferior a dez anos sofrem maiores limitações no crescimento após a desfolha. Para Zanetti et al. (2004) e Nickele et al. (2012) a fase mais crítica dos plantios florestais é o período inicial de um a três anos, sendo o período em que ocorrem os ataques mais severos.

O resultado da desfolha consiste em distúrbios fisiológicos que afetam o crescimento das plantas, sendo que o diâmetro da planta é considerada a variável de crescimento mais afetado do que a sua altura (FREITAS e BERTI FILHO, 1994; MATRANGOLO et al., 2010; REIS FILHO et al., 2011).

As perdas no crescimento, geralmente, ocorrem de acordo com a intensidade da desfolha e a idade do plantio, sendo que plantas de *Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp. com desfolha de 50% não tem o seu crescimento afetado ao passo que 100% de desfolha nestas plantas causa mortalidade de até 25% em *Pinus* sp. e 10% em *Eucalyptus* sp. (REIS FILHO et al., 2011). A espécie de formiga, o tamanho e a densidade dos formigueiros e a disponibilidade de material vegetal são fatores que também influenciam para as perdas de crescimento (CANTARELLI et al., 2008).

Não existem muitos trabalhos relacionados à estimativa do efeito das formigas cortadeiras sobre a produção final dos reflorestamentos, principalmente devido à dificuldade de aplicação de metodologias para implementação de estimativas de perdas (Zanetti et al., 2000). Segundo Cantarelli et al. (2008) a quantificação das perdas necessita de um acompanhamento de longo prazo sobre o crescimento das plantas. Outro fator importante que afeta as estimativas de

danos causados por formigas cortadeiras são os poucos estudos sobre a bioecologia das espécies de *Acromyrmex* (ANTUNES e DELLA LÚCIA, 1999).

O conhecimento da distribuição espacial dos insetos pode se tornar um fator aliado para a tomada de decisão. Permitindo o controle de forma mais pontual e mais eficiente no Manejo Integrado de Pragas (DAL-PRÁ, 2011).

A interpolação é um procedimento utilizado para estimar valores de alguma variável dentro dos pontos de dados coletados, permitindo assim, a criação de mapas contínuos sobre o comportamento das variáveis obtidas pontualmente (ANDRIOTTI, 2013). O Inverso da Distância Ponderada (IDW) trata-se de um método simples para a estimativa de valores em um campo contínuo, onde não existem variáveis conhecidas (LONGLEY, et al., 2013).

Na busca de respostas sobre a distribuição espacial dos danos causados por formigas cortadeiras, objetivou-se com este trabalho quantificar os danos causados por formigas cortadeiras em plantios de *Pinus* no Planalto Serrano Catarinense e comparar o crescimento de *Pinus taeda* entre áreas com e sem o controle de formigas cortadeiras.

4.4 MATERIAL E MÉTODOS

4.4.1 Descrição do local de estudo

Para a realização deste estudo foi utilizado um plantio de *Pinus taeda*, em uma fazenda pertencente à empresa Klabin S.A., localizado no interior do município de Otacílio Costa – SC.

Otacílio Costa está localizado no Planalto Serrano Catarinense com altitude de 884 metros acima do nível do mar, a classificação climática de Köppen para este município,

segundo Pandolfo, et al. (2002), é do tipo Cfb (Clima temperado), mesotérmico úmido e com temperatura média anual de 16° C.

Dentro do plantio de *Pinus taeda* foram selecionados três talhões experimentais, sendo dois talhões sem controle de formigas cortadeiras, denominados SC1 e SC2, com áreas de 5,0 e 4,8 hectares, respectivamente, e um talhão de 4,0 hectares com controle de formigas cortadeiras, denominado CC (Figura 2).

Nos três talhões experimentais foram realizadas a colheita de *Pinus taeda* no final do ano de 2013. No mês de março de 2014 foi realizada a operação de subsolagem de 20 cm de profundidade nas linhas de plantio e em seguida nova implantação de *Pinus taeda*, constituindo o ciclo de cultivo.

O controle de formigas cortadeiras no talhão Com Controle (CC) foi realizado pela empresa Klabin S.A. que consistiu na aplicação de Micro Porta Iscas (MIPI's) com princípio ativo a base de sulfluramida. A quantidade utilizada foi de 2 kg.ha⁻¹ nas áreas de pré-plantio (30 dias após o processo de subsolagem) de maneira sistemática (5g a cada 5x5 m).

4.4.2 Coleta de dados

4.4.2.1 Localização e georreferenciamento de formigueiros

A procura por ninhos de formigas cortadeiras aconteceu de forma sistemática em todas as linhas de plantio, compreendendo os três talhões em sua totalidade.

O georreferenciamento dos formigueiros encontrados foi realizado com o auxílio de um aparelho de GPS de navegação. Foram coletados aproximadamente 30 indivíduos de cada formigueiro, acondicionados em álcool 70% e levados

ao laboratório de Entomologia do CAV/UDESC para identificação das espécies. As espécies foram identificadas com base na chave de identificação proposta por Mayhé-Nunes (1991) e com auxílio do professor Prof. Dr. Alci Enimar Loeck, da Universidade Federal de Pelotas (UFPeL). As formigas foram montadas e incorporadas ao Museu de Entomologia do CAV/UDESC.

4.4.2.2 Avaliação dos danos causados por formigas cortadeiras

A avaliação dos danos causados por formigas cortadeiras ocorreu de maio de 2014 a abril de 2015. Foram alocadas de maneira aleatória, 45 parcelas quadradas permanentes nos três talhões experimentais, sendo 15 parcelas em cada talhão (Figura 3). Todas as parcelas apresentavam área de 100 m² (10 x 10 m) com 25 plantas de *Pinus taeda* por parcela.

Dentro das parcelas permanentes cada muda recebeu uma nota pontual de dano, variando de 0 a 3, onde 0 para planta intacta, 1 para planta desfolhada, 2 para planta recuperada (decorrente da observação de plantas desfolhadas, nas avaliações anteriores, que apresentavam a emissão de novas acículas) e 3 para planta morta.

Com base nos valores obtidos foi gerado um índice percentual de cada nota de dano. Estes índices foram submetidos ao software ArcMap 10.1 e interpolados pelo Inverso da Distância Ponderada (IDW) (5).

$$z(x) = \frac{\sum_i w_i z_i}{\sum_i w_i} \quad (5)$$

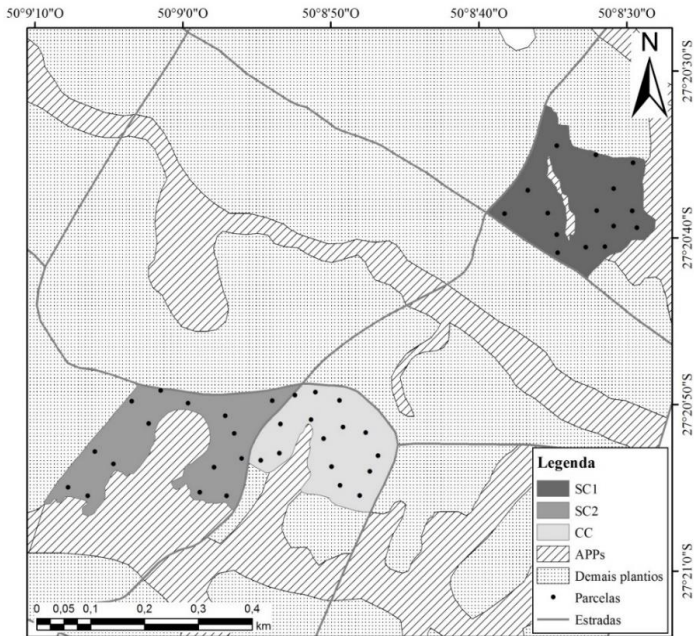
Onde x é um ponto de interesse, $z(x)$ é o valor desconhecido no ponto de interesse x_i , z_i é a medida conhecida

e w_i é o peso atribuído ao ponto com base na distância d_i de x_i para x (6).

$$w_i = \frac{1}{d_i^2} \quad (6)$$

Cada talhão recebeu uma escala de probabilidade de ocorrência para cada tipo de dano, de acordo com os valores obtidos nas avaliações. Foi realizada a sobreposição entre os mapas interpolados e a ocorrência espacial de formigueiros para posteriores análises e considerações sobre a ação de formigas cortadeiras nos plantios avaliados.

Figura 3 - Parcelas permanentes de 10 x 10 m alocadas nos talhões experimentais em plantios de *Pinus taeda* em Otacílio Costa – SC para avaliação de danos causados por formigas cortadeiras.



Fonte: Próprio autor.

4.4.2.3 Avaliação do crescimento de *Pinus taeda* sob o ataque de formigas cortadeiras

As avaliações mensais ocorreram de maio de 2014 a abril de 2015, nas mesmas parcelas permanentes, as quais se iniciaram um mês após o plantio até completar o ciclo de um ano das plantas no campo.

Foram mensurados o diâmetro de colo (dc) das plantas com o auxílio de um paquímetro digital e a altura (h) das plantas com o auxílio de uma trena. Com base nestas variáveis, foi calculado o índice de produtividade (IP) do primeiro ano (Fórmula 7), sugerido por Cantarelli et al. (2008).

$$IP = \frac{(hf - hi) * (dcf - dci)^2}{1000} \quad (7)$$

Onde, IP é o Índice de Produtividade (cm³); hf é altura final (12º mês) (cm); hi é altura total inicial (1º mês) (cm); dcf é diâmetro de colo final (12º mês) (cm) e; dci é diâmetro de colo inicial (1º mês) (cm).

Para a comparação das médias entre os talhões sem controle e o talhão com controle, foi aplicada a Análise de variância pelo teste F e o teste de Dunnet com 5% de probabilidade de erro, com o auxílio do software ASSISTAT 7.7, desenvolvido pelo Prof. Dr. Francisco de A. S. e Silva da Universidade Federal de Campina Grande.

4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.5.1 Distribuição espacial de ninhos de formigas cortadeiras

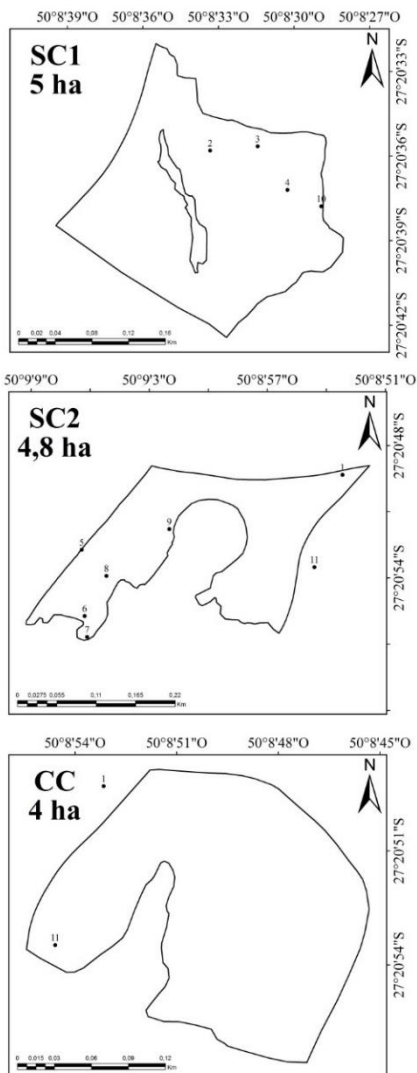
Na área experimental durante o período de avaliação foram encontrados 11 formigueiros de três espécies de formigas cortadeiras (Tabela 3; Figura 4).

Tabela 3 - Relação dos ninhos de formigas cortadeiras (Hymenoptera: Formicidae) coletadas em talhões experimentais de *Pinus taeda* em Otacílio Costa - SC.

Talhão ¹	Formigueiro	Espécie	Data de observação
SC1	2	<i>Acromyrmex laticeps nigrosetosus</i>	11/04/2014
	3	<i>Acromyrmex laticeps nigrosetosus</i>	11/04/2014
	4	<i>Acromyrmex laticeps nigrosetosus</i>	11/04/2014
	10	<i>Acromyrmex hispidus fallax</i>	23/01/2015
SC2	1	<i>Acromyrmex lundii</i>	28/03/2014
	5	<i>Acromyrmex hispidus fallax</i>	11/04/2014
	6	<i>Acromyrmex laticeps nigrosetosus</i>	20/06/2014
	7	<i>Acromyrmex laticeps nigrosetosus</i>	25/08/2014
	8	<i>Acromyrmex laticeps nigrosetosus</i>	09/09/2014
	9	<i>Acromyrmex laticeps nigrosetosus</i>	29/10/2014
CC	11	<i>Acromyrmex hispidus fallax</i>	11/02/2015

¹ SC1 – Sem Controle de formigas cortadeiras, talhão 1; SC2 – Sem Controle de formigas cortadeiras, talhão 2 e; CC – Com Controle de formigas cortadeiras.

Figura 4- Localização espacial dos formigueiros de formigas cortadeiras (Hymenoptera: Formicidae) observados nos talhões experimentais de Pinus taeda durante os meses de maio/2014 a abril de 2015 em Otacílio Costa-SC.



Fonte: Próprio autor

Observou-se a presença de quatro formigueiros no talhão Sem Controle 1 (SC1) e seis no talhão Sem Controle 2 (SC2) ao final de doze meses, enquanto que no talhão Com Controle (CC) foi observado apenas um formigueiro nos meses finais das avaliações, a partir de fevereiro de 2015. Sendo estes pertencentes às espécies *Ac. lundii*, *Ac. laticeps nigrosetosus* e *Ac. hispidus fallax*, com predomínio de formigueiros de *Ac. laticeps nigrosetosus* (64% dos formigueiros).

A ocorrência de formigueiros com atividade de forrageamento pôde ser observada nas áreas sem controle já a partir do mês de março/2014, sendo mais frequente a partir do mês de abril/2014. A temperatura média para estas áreas nestes meses, segundo o site Climate-data.org (2015), foi de 19,1°C e 16,3°C respectivamente.

Nickele et al. (2009) citam a probabilidade de haver maior ocorrência de formigueiros entre os meses de fevereiro, março e abril, devido à instalação dos formigueiros formados durante a revoada antecedente. Podendo ser a temperatura um fator limitante para as atividades de forrageamento das formigas cortadeiras (ARAÚJO, et al., 2002).

Observou-se também um registro constante da atividade de forrageamento de formigueiros em meses mais quentes do ano (setembro, outubro/2014, janeiro e fevereiro/2015), quando as plantas já ultrapassavam o período de seis meses após o plantio. Nesta época do ano havia a presença de plantas espontâneas que segundo Antunes e Della Lúcia (1999) *Ac. laticeps nigrosetosus* também forrageia plantas espontâneas do sub-bosque.

Segundo Araújo e Della Lúcia (1997) *Ac. laticeps nigrosetosus* ocorre em altas densidades em plantios de *Eucalyptus* sp. nas fases de brotação e de corte. No presente estudo esta espécie foi constatada forrageando *Pinus taeda* que se trata de uma gimnosperma. Este resultado discorda das observações realizadas por Gonçalves (1961) as quais

constataram *Ac. laticeps nigrosetosus* forrageando somente plantas de dicotiledôneas.

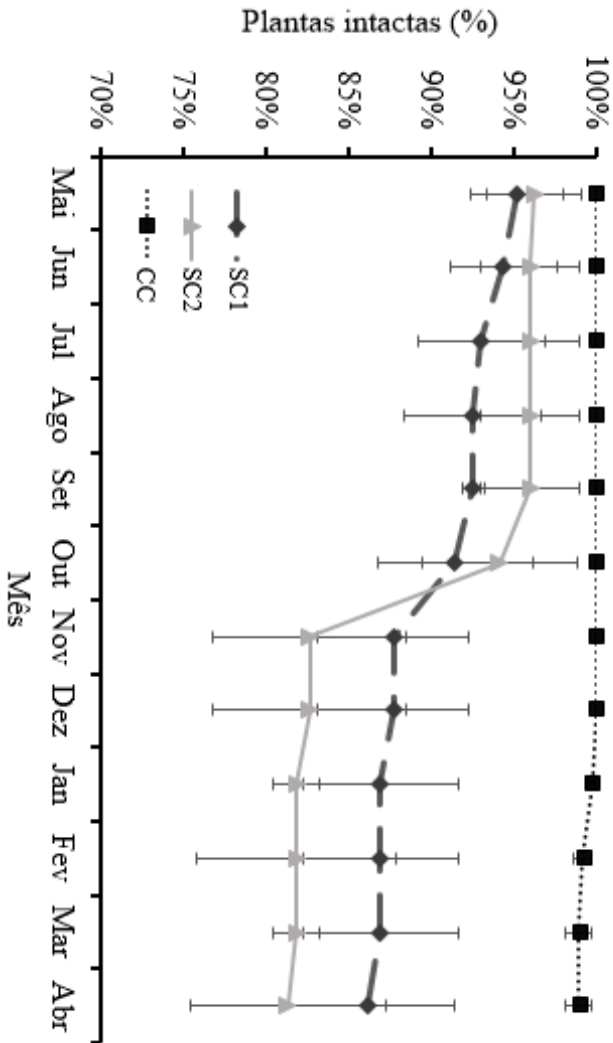
Ao caracterizar os ninhos de *Ac. laticeps nigrosetosus* Gonçalves (1961) e Araújo e Della Lúcia (1997) citam um amontoado de folhas secas sobre as câmaras, geralmente com uma câmara a 11 cm de profundidade, com 28 cm de comprimento, 23 cm de profundidade e 19 cm de altura. Não foram observados montículos de folhas ou terra solta, sobre a entrada das câmaras nos ninhos encontrados, este pode ser um fator que explica a dificuldade da procura por formigueiros durante as atividades de monitoramento dessa praga em plantios florestais, limitando-se somente às horas de forrageamento destas formigas.

O fato de algumas características observadas para as espécies não corresponderem àquelas citadas na literatura, reforça a ideia de que ainda existem poucos estudos sobre o gênero *Acromyrmex* no Brasil, principalmente na região Sul do país (ARAÚJO E DELLA LÚCIA, 1997; ANTUNES E DELLA LÚCIA, 1999; ARAÚJO et al., 2002; MARSARO JÚNIOR et al., 2007).

4.5.2 Avaliação dos danos causados por formigas cortadeiras

Os talhões sem controle (SC1 e SC2) após um mês de plantio apresentavam um índice de plantas intactas de 95,2% e 96,2% respectivamente. Estes valores diminuíram até o sétimo mês, onde o talhão SC2 com 82,6% de plantas intactas diferiu do talhão CC, enquanto o talhão SC1 com 87,7% não diferiu do talhão CC. Este período de avaliação coincidiu com a mudança de estação do ano (primavera) e conseqüentemente, aumento de temperatura, o que pode intensificar as atividades de forrageamento das formigas (Figura 5).

Figura 5 - Porcentagem de plantas intactas em plantios de *Pinus taeda* sem controle (SC1 e SC2) e com controle (CC) para formigas cortadeiras *Acromyrmex* spp. em Otacílio Costa – SC.



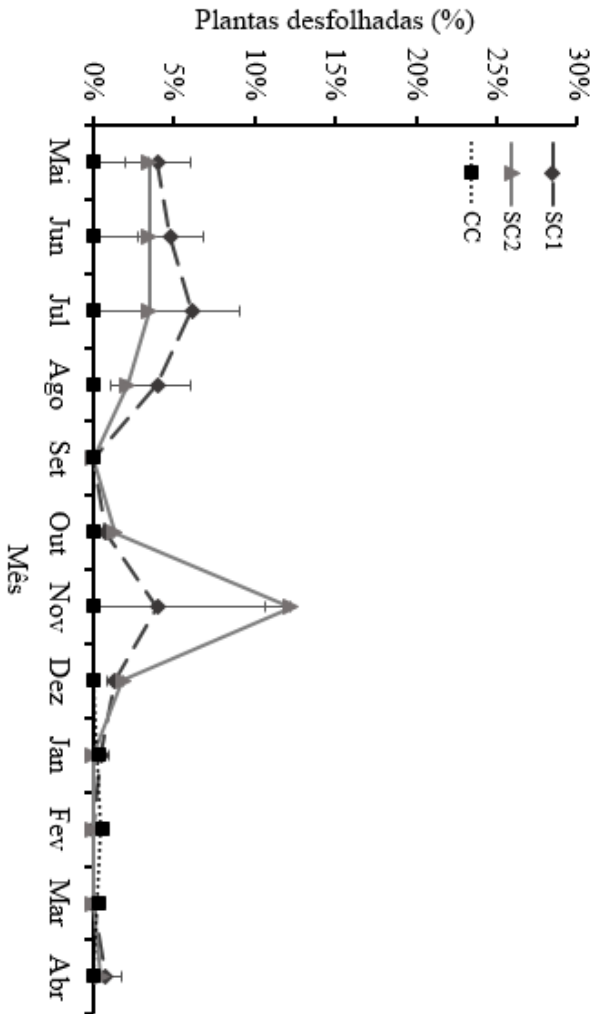
Fonte: Próprio autor.

O hábito de forrageamento é influenciado pela temperatura e umidade, permitindo inferir mais sobre os horários de forrageamento do que as principais épocas, embora as condições do ambiente se modifiquem (RIBEIRO e MARINHO,2011). Neste sentido, o hábito forrageiro de formigas do gênero *Acromyrmex* no Planalto Catarinense é predominantemente noturno (GIESEL, 2007).

No decorrer das avaliações pode-se observar que no talhão experimental SC2 houve maior intensidade de forrageamento de formigas cortadeiras, chegando ao final das avaliações com 81,3% de plantas intactas, sendo que o talhão SC1 apresentou 86,1%. O talhão Com Controle (CC) se manteve até o oitavo mês com 100% de plantas intactas, terminando as avaliações com 98,9%.

A desacíclica causada por formigas cortadeiras foi observada durante o ano todo, com destaque a partir do sétimo mês de avaliação, o qual já foi abordado anteriormente. Neste período a porcentagem de desfolha chegou a 12,3% no talhão SC2 e 4% no talhão SC1, sendo que o talhão com controle (CC) começou a receber notas de desfolha somente a partir do nono mês de avaliação, não ultrapassando de 0,5% das plantas. No entanto, diferenças estatísticas somente foram observadas entre os talhões CC e SC2 no sétimo mês, nas demais avaliações, os índices de desfolha nos talhões sem controle não diferiram do talhão com controle (Figura 6).

Figura 6 - Porcentagem de plantas desfolhadas em plantios de *Pinus taeda* sem controle (SC1 e SC2) e com controle (CC) para formigas cortadeiras *Acromyrmex* spp. em Otacílio Costa – SC.



Fonte: Próprio autor.

As figuras a seguir (Figura 7 e 8) demonstram a dinâmica espacial do índice de plantas desaciculadas (%/100) durante o primeiro, sétimo e décimo segundo mês de avaliação, relacionados com a presença de formigueiros. Os índices foram interpolados pelo método do Inverso da Distância Ponderada (IDW). Estes dados correspondem ao índice de desacícula individual de cada parcela.

No talhão SC1 pode-se observar que o índice de desacícula um mês após o plantio variou de 0 até 28% dentro das parcelas, sendo que o maior índice foi próximo ao formigueiro 3 que é da espécie *Ac. laticeps nigrosetosus*.

Os índices de desacícula sete meses após o plantio variou entre 0 e 24% nas parcelas, no entanto, aumentou o número de parcelas atacadas por formigas cortadeiras, abrangendo uma área maior, mas em locais diferentes aos índices de desacícula do primeiro mês.

Já no décimo segundo mês após o plantio o índice de desacícula foi menor, não ultrapassando 12% nas parcelas, tornando este índice mais restrito a uma área onde não foi observada a presença de formigueiros aparentes. Exceto pelo fato de que se tratava de uma parcela próxima a uma Área de Preservação Permanente – APP que poderia abrigar formigueiros, no entanto na APP não houve avaliações para busca de formigueiros.

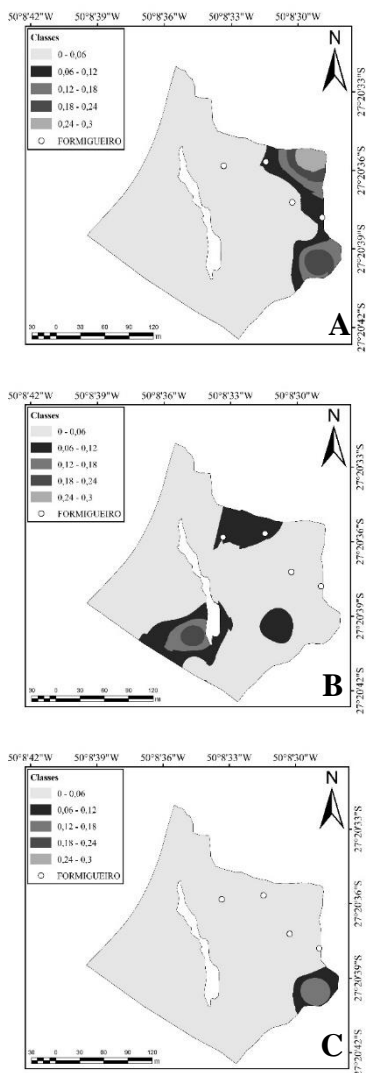
Enquanto que o talhão SC2 foi mais suscetível ao ataque de formigas, sendo que no primeiro mês após o plantio o índice de desacícula chegou a 44% dentro das parcelas, próximo a formigueiros de *Ac. laticeps nigrosetosus*, e aproximadamente 20% próximo a um formigueiro de *Ac. hispidus fallax*. Nos formigueiros dessas espécies foram observadas atividades de forrageamento de acículas de plantas de *Pinus taeda* durante as buscas por formigueiros.

No sétimo mês após o plantio também houve um incremento no ataque de formigas cortadeiras, onde foi observada desfolha em 53% das parcelas com índice de

desacícula médio de 40% nas parcelas, inclusive em uma das extremidades sul desta área em que não foi observada a presença de formigueiro, no entanto, era próxima a uma APP e a um plantio adulto de *Pinus taeda*, os quais não foram avaliados e também poderiam conter formigueiros.

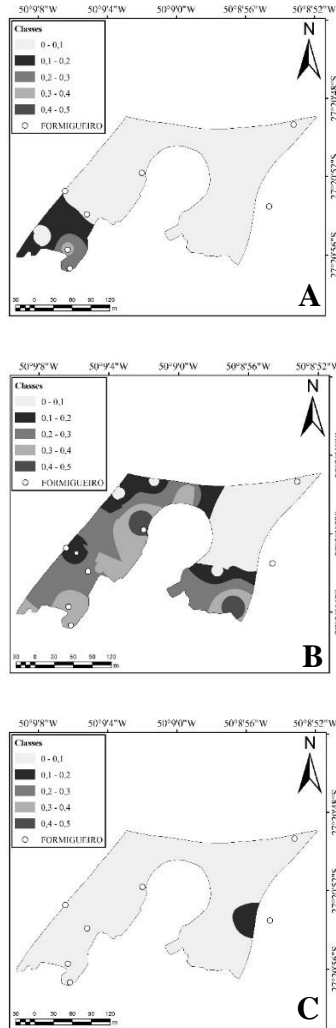
Aos doze meses após o plantio pôde ser observado um início de ataque no talhão com controle (CC) com 8% de desacícula nas parcelas. Foi observada a presença de um formigueiro de *Ac. hispidus fallax* próximo à região atacada, embora não tenha sido observada atividade de forrageamento é provável que este ninho seja o responsável pela desacícula na parcela observada.

Figura 7 - Dinâmica espaço temporal do índice de plantas desaciculadas (%/100) no talhão sem controle (SC1) de *Pinus taeda* em Otacílio Costa - SC, onde A – primeiro mês; B – sétimo mês e; C – décimo segundo mês após o plantio.



Fonte: Próprio autor.

Figura 8 - Dinâmica espaço temporal do índice de plantas desaciculadas (%/100) no talhão sem controle (SC2) de *Pinus taeda* em Otacílio Costa - SC, onde A – primeiro mês; B – sétimo mês e; C – décimo segundo mês após o plantio.

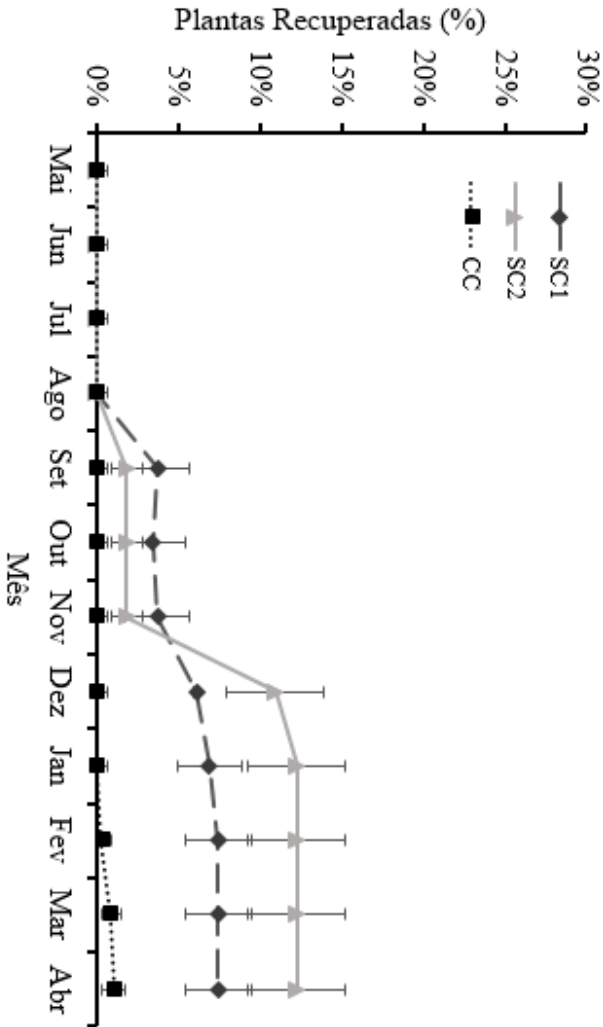


Fonte: Próprio autor.

Os valores de índice de plantas desaciculadas não são acumulativos, pois de acordo com a dinâmica de desenvolvimento as plantas que sofreram danos de formigas cortadeiras podem se recuperar ou morrer. A Figura 9 apresenta um gráfico da evolução do índice de recuperação das plantas atacadas.

A recuperação das plantas começou a ser observada a partir do quinto mês após o plantio, onde no talhão SC1 havia 3,7% de plantas recuperadas, terminando ao final de doze meses após o plantio com 7,5% de plantas recuperadas. Já o talhão SC2 teve um índice de 1,9% um mês após o plantio e 12,9% de plantas recuperadas doze meses após o plantio, mostrando a capacidade de recuperação de *Pinus taeda* após o forrageamento por formigas cortadeiras. O percentual de recuperação de plantas no talhão Com Controle (CC) apresentou 1,1% de plantas recuperadas, onde todas as plantas que foram desfolhadas se recuperaram. O teste de comparação de médias indicou que os índices de recuperação nos talhões sem controle diferiram do talhão com controle, já a partir do oitavo mês de avaliação.

Figura 9 - Porcentagem de plantas recuperadas em plantios de *Pinus taeda* sem controle (SC1 e SC2) e com controle (CC) para formigas cortadeiras *Acromyrmex* spp. em Otacílio Costa – SC.

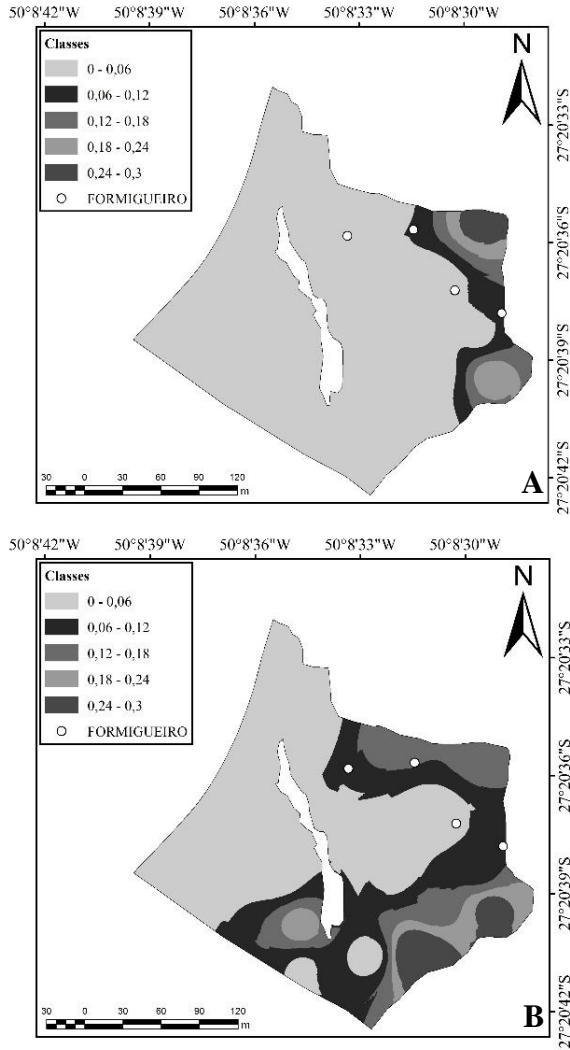


Fonte: Próprio autor.

O maior índice de recuperação de plantas no talhão SC1 foi de 28% (Figura 10), sendo que no quinto mês após o plantio 20% das parcelas apresentaram índices de recuperação variando de 24% a 28% dentro das parcelas e no décimo segundo mês, 53% das parcelas apresentaram índices de recuperação que variavam de 4% a 28% nas parcelas.

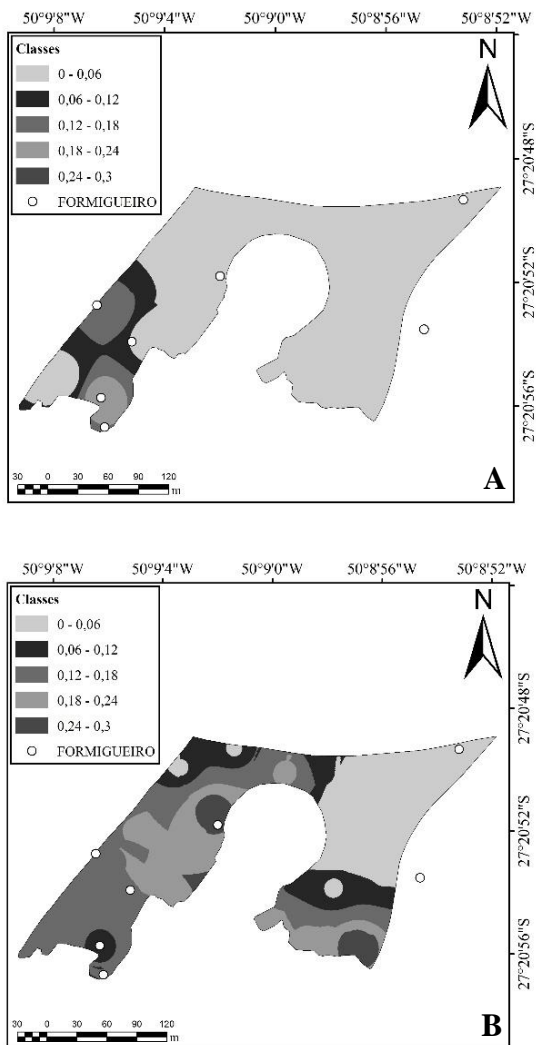
Pode-se observar na Figura 11 que a recuperação do talhão SC2 esteve presente em 13% das parcelas no quinto mês após o plantio, sendo que estes índices variaram de 12% a 16% dentro das parcelas, e no décimo segundo mês, 53% das parcelas apresentaram índices de recuperação variando de 8% até 40% nas parcelas.

Figura 10 - Dinâmica espaço temporal do índice de plantas recuperadas (%/100) no talhão sem controle (SC1) de *Pinus taeda* em Otacílio Costa - SC, onde A – quinto mês e; B – décimo segundo mês após o plantio.



Fonte: Próprio autor.

Figura 11 - Dinâmica espaço temporal do índice de plantas recuperadas (%/100) no talhão sem controle (SC2) de *Pinus taeda* em Otaclício Costa - SC, onde A – quinto mês e; B – décimo segundo mês após o plantio.

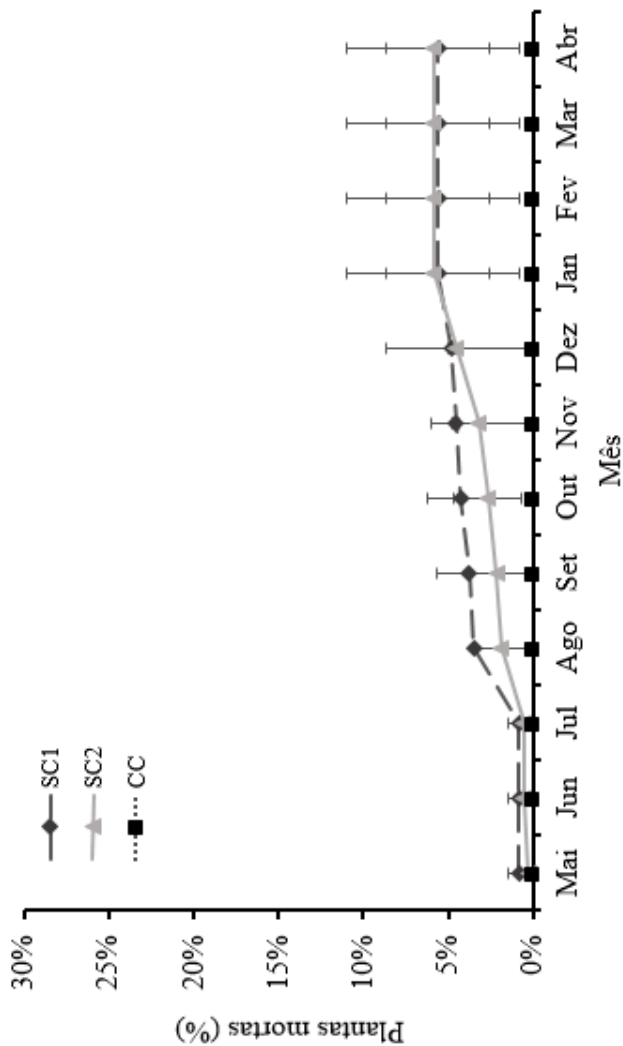


Fonte: Próprio autor.

Pode se observar na Figura 12 que os talhões sem controle (SC1 e SC2) apresentaram índice de mortalidade a partir do primeiro mês após o plantio. O índice de mortalidade no talhão SC1 foi de 0,8% e de 5,6% no primeiro e décimo segundo mês após o plantio; e no talhão SC2 este índice foi de 0,3% e de 5,9% no mesmo período. Não houve o replantio das plantas mortas.

O talhão com controle (CC) se manteve com 0% de mortalidade. Isso reforça a importância da realização do controle de formigas cortadeiras para a garantia de produção esperada no momento da colheita da madeira.

Figura 12 - Porcentagem de plantas mortas em plantios de *Pinus taeda* sem controle (SC1 e SC2) e com controle (CC) para formigas cortadeiras *Acromyrmex* spp. em Otacílio Costa – SC.



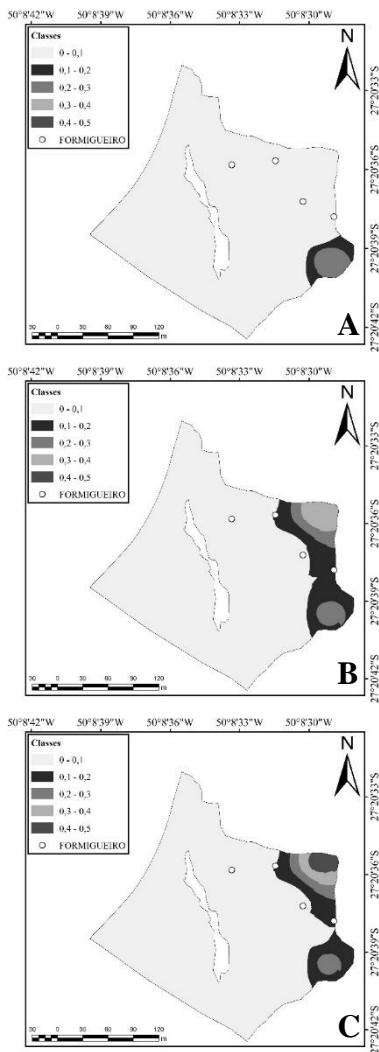
Fonte: Próprio autor.

O índice de mortalidade no talhão SC1 foi de 12% dentro das parcelas no primeiro mês, sendo que a mortalidade foi observada em 6% das parcelas. Aos sete meses após o plantio 33% das parcelas apresentavam índice de mortalidade que variaram de 4% a 32%. Aos doze meses após o plantio os mesmos índices variaram de 4% a 44% dentro das parcelas (Figura 13).

No talhão SC2 a mortalidade ocorreu em 20% das parcelas. No primeiro mês foi observado apenas um índice de 4% de mortalidade nas parcelas. No sétimo mês o índice de mortalidade variou de 4% a 44% dentro das parcelas. Aos doze meses após o plantio, a mortalidade nas parcelas foi de 4% a 80%.

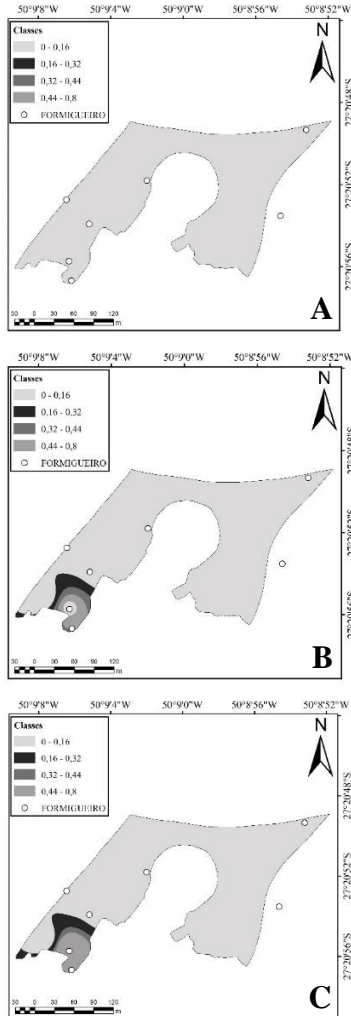
Um fator que poderia explicar o índice de 80% de mortalidade foi a presença de um ninho de *Ac. laticeps nigrosetosus* no interior de uma das parcelas que estava localizada em uma das extremidades ao sul da área (Figura 14), reforçando a importância sobre o conhecimento do potencial de danos das espécies de *Acromyrmex*, além da possibilidade de realizar um controle localizado somente sobre o raio de ação dos formigueiros.

Figura 13 - Dinâmica espaço temporal do índice de plantas mortas (%/100) no talhão sem controle (SC1) de *Pinus taeda* em Otacílio Costa - SC, onde A – primeiro mês; B – sétimo mês e; C – décimo segundo mês após o plantio.



Fonte: Próprio autor.

Figura 14 - Dinâmica espaço temporal do índice de plantas mortas (%/100) no talhão sem controle (SC2) de *Pinus taeda* em Otacílio Costa - SC, onde A – primeiro mês; B – sétimo mês e; C – décimo segundo mês após o plantio.

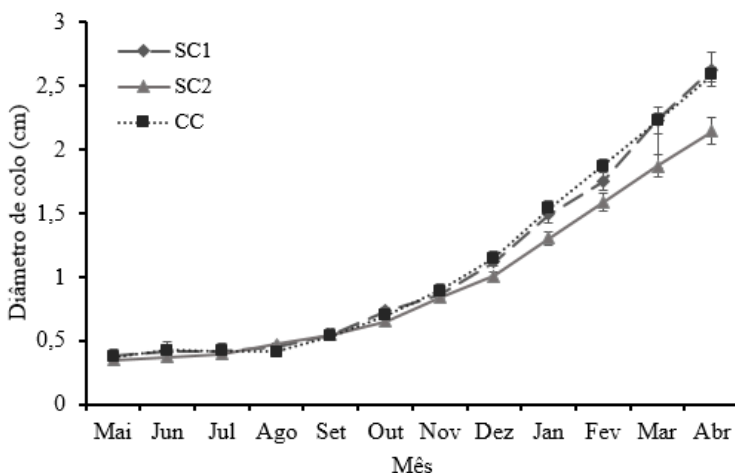


Fonte: Próprio autor.

4.5.3 Avaliação no crescimento de *Pinus taeda* sob o ataque de formigas cortadeiras

O teste de comparação de médias indicou que não houve diferença significativa no crescimento em diâmetro de colo (cm) entre a área com controle (CC) e a área sem controle SC1. Já os diâmetros dos talhões CC e SC2 apresentaram diferença significativa no diâmetro de colo já a partir do primeiro mês após o plantio, onde o talhão com controle (CC) apresentou diâmetro de colo 7,6% maior que no talhão SC2, no décimo segundo mês após plantio, esta diferença foi de 20,6% (Figura 15).

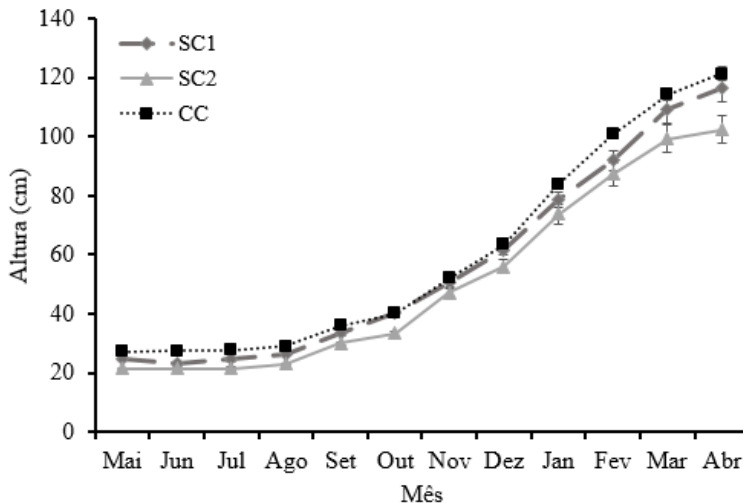
Figura 15 - Crescimento em diâmetro (cm) de *Pinus taeda* em talhões sem controle (SC1 e SC2) e com controle (CC) de formigas cortadeiras no município de Otacílio Costa - SC.



Fonte: Próprio autor.

É possível observar na figura 16 que a diferença de altura das plantas (cm) entre o talhão com controle (CC) e o talhão sem controle (SC1) não apresentou diferenças significativas a partir do sexto mês, somente do primeiro ao quinto mês após o plantio. O talhão com controle (CC) e o talhão sem controle (SC2) apresentaram diferença significativa em todas as avaliações, segundo o teste de comparação de médias, nas quais o talhão CC teve altura 27% superior ao talhão SC2 no primeiro mês e de 18,4% doze meses após o plantio.

Figura 16 - Crescimento em altura (cm) de *Pinus taeda* em talhões sem controle (SC1 e SC2) e com controle (CC) de formigas cortadeiras no município de Otacílio Costa - SC.



Fonte: Próprio autor.

Segundo Freitas e Berti Filho (1994), Matrangolo et al. (2010) e Reis Filho et al. (2011) o crescimento em diâmetro é

mais afetado que a altura. Sendo que as perdas de produção são observadas, mesmo que o ataque ocorra somente uma vez no primeiro ano.

O teste de comparação de médias indica que houve diferença significativa entre o Índice de Produtividade entre o talhão com controle (CC) e o talhão sem controle (SC2) de 37%, onde o talhão com controle foi superior ao talhão sem controle 2. Não houve diferença significativa no Índice de Produtividade entre o talhão com controle (CC) e sem controle (SC1), sendo que a diferença entre estes dois talhões foi de 11% (Tabela 4). O talhão SC2 apresentou maior número de formigueiros, inclusive desde o primeiro mês após o plantio, e foi onde também houve maior intensidade de ataque (desfolha), reforçando a ideia de Antunes e Della Lúcia (1999) ao citarem que a importância das formigas do gênero *Acromyrmex* encontra-se na abundância dentro das áreas florestais.

Tabela 4 - Diâmetro de colo (cm) e altura (cm) medidos em plantas de *Pinus taeda* no município de Otacílio Costa – SC em talhões sem controle (SC1 e SC2) e com controle (CC) de formigas cortadeiras e cálculo do Índice de Produtividade (cm³) para o primeiro ano de plantio.

Tratamento	dci ¹ (cm)	dcf ² (cm)	hi ³ (cm)	hf ⁴ (cm)	IP ⁵ (cm ³)
SC1	0,377±	2,626±	24,52±	116,72±	0,519±
	0,04 a	0,13 a	1,29 b	4,8 a	0,06 a
SC2	0,346±	2,142±	21,47±	102,49±	0,293±
	0,01 b	0,11 b	1,51 b	5,11 b	0,03 b
CC	0,373±	2,583±	27,25±	121,30±	0,467±
	0,01 a	0,01 a	1,58 a	2,38 a	0,00 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si (F, P>0,05);

¹ Diâmetro de colo inicial (1ª avaliação); ² diâmetro de colo final (12ª avaliação); ³ altura inicial (1ª avaliação); ⁴ altura final (12ª avaliação); ⁵ Índice de Produtividade (cm³).

Neste estudo que foi realizado em um plantio de *Pinus taeda*, as perdas de crescimento em diâmetro de colo e altura,

um ano após o plantio, foram de 20,5% e 18,3% respectivamente. Resultados obtidos por Cantarelli et al. (2008) em um plantio de *P. taeda* na Argentina, demonstraram perdas de 17,3% e 12,2% em diâmetro e altura respectivamente, para um ano de plantio sob influência de formigas cortadeiras do gênero *Acromyrmex* spp. Nickele et al. (2012) ao avaliar as perdas causadas por *Ac. crassispinus* em um plantio de *P. taeda* localizado no Planalto Norte de Santa Catarina, constataram perdas de 24% em diâmetro e 25% em altura 36 meses após o plantio quando as plantas foram 100% desaciculadas.

Os resultados obtidos apontam a necessidade de se acompanhar o crescimento das plantas sob influência de formigas cortadeiras em longo prazo, com a finalidade de obter melhores estimativas sobre a produção final das florestas.

4.6 CONCLUSÃO

Com base neste estudo foi possível concluir que:

- A distribuição dos índices de desacícula foram mais observados no sétimo mês após o plantio;
- Ao final de 12 meses 53% das parcelas apresentaram recuperação;
- O índice de mortalidade chegou atingiu até 20% das parcelas em um ano dentro dos talhões;
- O percentual máximo de mortalidade foi de 80% dentro das parcelas;
- Os Índices de mortalidade em talhões sem controle de formigas cortadeiras foi de 5,6% e 5,9% no final do primeiro ano após o plantio;

- A incidência de formigas cortadeiras em áreas de *Pinus taeda* sem controle causou redução de até 20% e 18% no crescimento em diâmetro de colo e altura das plantas;
- O Índice de Produtividade de *Pinus taeda* no talhão SC2 foi reduzido em até 37%.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento sobre as espécies de formigas cortadeiras pode se tornar um grande aliado no monitoramento. Através da classificação das espécies presentes nas áreas, de acordo com o potencial de dano e associar com a ocorrência em diferentes tipos de solos, pode se tornar uma técnica interessante para o monitoramento.

Desta maneira torna-se mais fácil o mapeamento de áreas com probabilidade de ocorrência das espécies de maior potencial de dano conhecido, como *Atta sexdens piriventris* e *Acromyrmex crassispinus*, permitindo um planejamento mais dinâmico sobre as regiões que devem ser priorizadas nas atividades de combate.

Os dados obtidos neste trabalho podem permitir a criação de procedimentos operacionais sobre as atividades de monitoramento de formigas cortadeiras, gerando maior economia no manejo florestal, bem como atendendo as exigências da certificação florestal. Neste contexto um monitoramento de forma mais pontual e dinâmico sobre as áreas de maior fragilidade, torna-se uma ferramenta importante e inovadora.

O conhecimento sobre a distribuição do ataque de formigas cortadeiras torna-se outro grande aliado, pois como observado nas interpolações, os danos foram espacialmente restritos, permitindo a aplicação localizada somente no raio de ação dos formigueiros encontrados, diminuindo o uso de formicidas no campo.

Os índices de mortalidade nas áreas sem controle foram baixos no primeiro mês após o plantio (0,8 e 0,27%), de modo que as empresas florestais, normalmente realizam o replantio quando o índice de mortalidade é de 1% para o mesmo período. Aos doze meses após o plantio, a mortalidade nestas mesmas

áreas foi de 5,6% e 5,9% enquanto no talhão com controle (CC) este índice foi 0%. Pode se observar nos mapas interpolados que os focos ficaram próximos à ocorrência de formigueiros, indicando mais uma vez a importância de se conhecer a ecologia das espécies de formigas cortadeiras.

Foi observada a incidência de formigas cortadeiras durante todos os meses do ano, no entanto, as atividades mais intensas de forrageamento ocorreram nos meses mais quentes (a partir da primavera), com pico no mês de novembro, e este poderia ser um fator limitante ao estabelecimento das plantas no campo se plantadas neste período, considerando o nível de tolerância à mortalidade de 1% para o primeiro mês, sendo que o índice de plantas desaciculadas nas áreas sem controle foi de 4% e 12,3% para este mesmo período.

Além disso, a recuperação de plantas apresentou valores interessantes e as interpolações sobre esta também. Isso pode ser considerado um ponto positivo a partir do momento que se permita um nível de dano econômico menos restritivo para o controle. Ou então, que se permita um planejamento sobre o volume final de madeira a partir destes índices, passando a considerá-los.

Com base nestes fatores, é possível afirmar que o monitoramento de formigas cortadeiras pode ser analisado de forma dinâmica levando em consideração a espécie e ação dos formigueiros, de modo a evitar perdas no crescimento das plantas e mortalidade, bem como a possível otimização do uso de formicidas.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel.
A inserção do setor de papel e celulose no contexto da implementação dos esforços globais para a estabilização do clima. 47 p. 2009.

ACR – Associação Catarinense de Empresas Florestais.
Anuário Estatístico de Base Florestal para o estado de Santa Catarina 2014 (Ano base 2013). 93 p. 2014.

ALVES, R. R; et al; **Certificação florestal e o mercado moveleiro nacional.** Revista *Árvore*. Viçosa, MG. v. 33. n. 3. 583-589 p. 2009.

ANDRIOTTI, J. L. S; **Fundamentos de Estatística e Geoestatística.** 3ª ed. Editora Unisinos. 166 p. 2013.

ANJOS, N; et al., **Guia prático sobre Formigas Cortadeiras em reflorestamentos.** 2ª ed. Editora GraffCor. 97 p. 1998.

ANTONANGELO, A; BACHA, C. J. C; **As fases da silvicultura no Brasil.** Revista Brasileira de Economia. v. 52. n. 1. 207-238 p. 1998.

ANTUNES, E. C; DELLA LÚCIA, T. M. C; **Consumo foliar em *Eucalyptus urophylla* por *Acromyrmex laticeps nigrosetosus* Forel (Hymenoptera: Formicidae).** Revista Brasileira de Ciência e Agrotecnologia. v. 23. n. 1. 208-211 p. 1999.

ARAÚJO, M. S; DELLA LÚCIA, T. M. C; MAYHÉ-NUNES, A. J; **Levantamento de Attini (Hymenoptera: Formicidae) em povoamento de *Eucalyptus* na região de Paraopeba,**

Minas Gerais, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia. v. 14. n. 2. 323-328 p. 1997.

ARAÚJO, M. S; DELLA LÚCIA, T. M. C; **Caracterização de ninhos de *Acromyrmex laticeps nigrosetosus* Forel, em povoamento de eucalipto em Paraopeba, MG.** Anais da Sociedade Entomológica Brasileira. v. 26. n. 1. 205-207 p. 1997.

ARAÚJO, M. S; et al; **Foraging activity of *Acromyrmex laticeps nigrosetosus* Forel (Hymenoptera: Formicidae) in *Eucalyptus* stands.** Acta Scientiarum. v. 24. n. 5. 1321-1325 p. 2002.

ARAÚJO, G. D. F. T; **Incremento da eficiência de iscas destinadas ao controle da formiga cortadeira *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae) mediante ao uso de extrato de glândula de veneno e farinha foliar de gergelim.** Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Produção vegetal. UENF. 75 p. 2011.

BARROS, T. D; **Árvore do conhecimento: Silvicultura.** AGEITEC - Agência Embrapa de Informação Tecnológica. 2015. Disponível em :
<<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fmcqbqwh02wyiv80kxlb36vbkge01.html>>.
Acesso em: 10/07/2015.

BOARETTO, M. A. C; FORTI, L. C; **Perspectivas no controle de formigas cortadeiras.** Série técnica do IPEF. Piracicaba, SP. v. 11. n. 30. 31-46 p. 1997.

BORBA, R. S; et al; **Crescimento do fungo simbiote de formigas cortadeiras do gênero *Acromyrmex* em meios de**

cultura com diferentes extratos. Ciência Rural, Santa Maria, RS. v. 36. n. 3. 725-730 p. 2006.

BRANDÃO, C. R. F; et al., Taxonomia e Filogenia das Formigas Cortadeiras. In.: DELLA LUCIA, T. M. C; **Formigas Cortadeiras: da bioecologia ao manejo.** Editora UFV. 421 p. 2011.

BURATTO, D. A; et al., **Avaliação dos danos causados por formigas-cortadeiras do gênero *Acromyrmex* (Hymenoptera) aos plantios de *Pinus taeda* no Planalto Sul-Catarinense.** Revista Floresta, Curitiba, PR. v. 42. n. 4. 683-690 p. 2012.

CÂMARA, G; et al; **Análise espacial e geoprocessamento.** v. 2. 26 p. 2002.

CANTARELI, E. B; **Silvicultura de precisão no monitoramento e controle de formigas cortadeiras em plantios de *Pinus*.** Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. UFSM. 125 p. 2005.

CANTARELLI, E. B; et al; **Quantificação das perdas no desenvolvimento de *Pinus taeda* após o ataque de formigas cortadeiras.** Ciência florestal. Santa Maria, RS. v. 18. n. 1. 39-45 p. 2008.

Climate-data.org. **Dados climáticos para cidades mundiais.** Disponível em <<http://pt.climate-data.org/>>. Acesso em: 14/05/2015.

CNI – Confederação Nacional da Indústria. **Florestas plantadas: Oportunidades e desafios da indústria brasileira de celulose e papel no caminho da sustentabilidade.** Brasília, DF. 61 p. 2012.

COP 6, Conference of the Parties to the Stockholm Conventions on Persistent Organic Pollutants, Sixth meeting, UNEP, 2013. Disponível em: < chm.pops.int/TheConvention/ConferenceoftheParties/Meetings/COP6>; Acesso em: 14/04/2015.

COSTA, E. C; et al., Entomologia florestal. 2ª ed. Editora UFSM. 244 p. 2011.

CURCIO, G. R; et al; Recomendação de espécies arbóreas nativas, por tipo de solo, para recuperação ambiental das margens da represa do Rio Iraí, Pinhais, PR. Revista Floresta. Curitiba, PR. v. 37. n. 1. 113-122 p. 2006.

CURRIE, C. R; A community of ants, fungi, and bacteria: A multilateral approach to studying symbiosis. Annual reviews in Microbiology. v. 55. n. 1. 357-380 p. 2001.

D'ALMEIDA, M. L. O; ZOUAIN, D. M; Programas interlaboratoriais – Parte I: Importância no setor de celulose e papel. Revista O Papel. v. 71. n. 5. 39-52 p. 2011.

DAL-PRÁ, E; Geoestatística e imagens orbitais para caracterizar a distribuição espacial e danos de larvas de melolontídeos em cereais de inverno. Dissertação de Mestrado; Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola; UFSM; 83 p. 2011.

DAL-PRÁ, E; et al; Uso da geoestatística para caracterização da distribuição espacial de larvas de *Dilobderus abderus*. Ciência Rural. Santa Maria, RS. v. 41. n.10. 1689-1694 p. 2011a.

DELLA LÚCIA, T. M. C; **As Formigas-cortadeiras**. Viçosa, MG. 262 p. 1993.

DELLA LÚCIA, T. M. C; SOUZA, D. J; Importância e história de vida das formigas cortadeiras. In.: DELLA LÚCIA, T. M. C; **Formigas Cortadeiras: da bioecologia ao manejo**. Editora UFV. 421 p. 2011.

DIEHL, E; JUNQUEIRA, L. K; **Seasonal variations of metapleural secretion in the Leaf-cutting ant *Atta sexdens piriventris* Santschi (Myrmicinae: Attini), and lack of fungicide effect on *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin**. Neotropical Entomology. v. 30. n. 4. 517-522 p. 2001.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. 2ª edição. EMBRAPA Solos. Rio de Janeiro. 306 p. 2006.

FREITAS, S; BERTI FILHO, E; **Efeito do desfolhamento no crescimento de *Eucalyptus grandis* Hill Ex Maiden (Myrtaceae)**. Circular técnica do IPEF. Piracicaba, SP. v. 47. 36-43 p. 1994.

GIESEL, A. **Preparados homeopáticos, Iscas fitoterápicas, conhecimento popular e estudo do comportamento para o manejo de formigas cortadeiras no Planalto Serrano Catarinense**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal. UDESC. 95 p. 2007.

GIESEL, A. **Espécies, hábitos e manejo ecológico de formigas cortadeiras dos campos de Lages**. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal. UDESC. 120 p. 2014.

GONÇALVES, C. R; **O gênero *Acromyrmex* no Brasil (Hym. Formicidae)**. Studia Ent. v. 4. Fasc. 1-4. 113-180 p. 1961.

HERNÁNDEZ, J. V; JAFFÉ, K; **Dano econômicos causado por populações de formigas *Atta laevigata* (F. SMITH) em plantações de *Pinus caribaea* MOR. e elementos para o manejo da praga**. Anais da Sociedade Entomológica Brasileira. v. 24. n. 2. 287-298 p. 1995.

IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores; **Relatório Anual 2014 (Ano base: 2013)**. 100 p. 2014. Disponível em: <<http://www.iba.org/pt/>>; Acesso em: 12/04/2015.

IEDE, E. T. **Manejo Integrado de Pragas florestais**. 5 p. 1998. Disponível em: <alice.cnptia.embrapa.br>; Acesso em: 26/04/2015.

JACOVINE, L. A. G; et al; **Processo de implementação da certificação florestal nas empresas moveleiras nacionais**. Revista Árvore. Viçosa, MG. v. 30. n. 6. 961-968 p. 2006.

JAFFÉ, K. **El mundo de las hormigas**. Equinoccio. Ediciones de la Universidad Simon Bolivar. 190 p. 1993.

KOTCHETKOFF-HENRIQUES, O; JOLY, C. A; BERNACCI, L. C; **Relação entre o solo e a composição florística de remanescentes de vegetação natural no município de Ribeirão Preto, SP**. Revista Brasileira de Botânica. v. 28. n. 3. 541-562 p. 2005.

LASMAR, O; et al; **Use of Geostatistics to determine the spatial distribution and infestation rate of leaf-cutting ant nests (Hymenoptera: Formicidae) in Eucalyptus plantations**. Neotropical Entomology. v. 41. n. 4. 324-332 p. 2012.

LINK, H. M; LINK, F. M; LINK, D; **Controle da Formiga-preta-pastadeira, *Acromyrmex crassispinus*, com formicidas em pó.** Ciência Florestal. Santa Maria, RS. v. 10. n. 1. 45-56 p. 2000.

LOECK, A. E; GRUTZMACHER, D. D; COIMBRA, S. M; **Ocorrência de formigas cortadeiras do gênero *Acromyrmex* nas principais regiões agropecuárias do Rio Grande do Sul.** Revista Brasileira de Agrociência. v. 9. n. 2. 129-133 p. 2003.

LONGLEY, P. A; et al; **Sistemas e Ciência da Informação Geográfica.** 3ª ed. Editora Bookman. 540 p. 2013.

LUGO, M. A; et al; **Hongos asociados com dos poblaciones de *Acromyrmex lobicornis* (Formicidae) de San Luis, Argentina.** Boletín de la Sociedad Argentina de botânica. v. 48. n. 1. 5-15 p. 2013.

MARSARO JÚNIOR, A. L; et al; **Preferência de corte de *Eucalyptus* spp. por *Acromyrmex laticeps nigrosetosus* Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae) em condições de laboratório.** Ciência Florestal. Santa Maria, RS. v. 17. n. 2. 171-174 p. 2007.

MATRANGOLO, C. A. R; et al; **Crescimento de eucalipto sob efeito de desfolhamento artificial.** Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, DF. v. 45. n. 9. 952-957 p. 2010.

MAYHÉ-NUNES, A. J. **Estudo de *Acromyrmex* (Hymenoptera: Formicidae) com ocorrência constatada no Brasil: Subsídios para uma análise filogenética.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Entomologia. UFV. 1991.

MEIRELLES, M; **O uso do SSPS (Statistical Package for the Social Sciences) na Ciência Política: uma breve introdução.** Pensamento Plural. Pelotas, RS. v. 14. n. 1. 65-91 p. 2014.

MONTEBELLO, A. E. S; BACHA, C. J. C; **O setor de celulose e papel na economia brasileira.** Revista O Papel. v. 72. n. 4. 47-50 p. 2011.

MOUTINHO, P; NEPSTAD, D. C; DAVIDSON, E. A; **Influence of leaf-cutting ant nests on secondary forest growth and soil properties in Amazonia.** Ecology. v. 84. n. 5. 1265-1276 p. 2003.

NARDELLI, A. M. B; **Sistemas de certificação e visão de sustentabilidade no setor florestal brasileiro.** Tese de doutorado. Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal. UFV. 136 p. 2001.

NICKELE, M. A; et al; **Densidade e tamanho de formigueiros de *Acromyrmex crassispinus* em plantios de *Pinus taeda*.** Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, DF. v. 44. n. 4. 347-353 p. 2009.

NICKELE, M. A; et al; **Distribuição espacial de formigueiros de *Acromyrmex crassispinus* (Forel) (Hymenoptera: Formicidae) em plantios de *Pinus taeda*.** Neotropical Entomology. v. 39. n. 6. 862-872 p. 2010.

NICKELE, M. A; et al; **Leaf-cutting attack in initial pine plantations and growth of defoliated plants.** Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília. DF. v. 47. n. 7. 892-899 p. 2012.

OLVIVEIRA, M. A; et al., Manejo de Formigas-cortadeiras. In.: DELLA LUCIA, T. M. C; **Formigas Cortadeiras: da bioecologia ao manejo**. Editora UFV. 421 p. 2011.

OLIVEIRA, M. A; et al., **The simulated effect of in the growth of the *Eucalyptus grandis***. Chemical Engineering Transactions. v.39, p. 1543-1548. 2014.

PANDOLFO, C; et al; **Atlas climatológico do estado de Santa Catarina**. Florianópolis. Epagri. 13 p. 2002.

PINTO, S. H. B; GRANJA, C. P; **Análise crítica da certificação florestal brasileira – CERFLOR e a Forest Stewardship Council – FSC: Um estudo de múltiplos casos**. XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Salvador, BA. 13 p. 2013.

PIRES, J. F. L; et al; **Discutindo Agricultura de Precisão – Aspectos gerais**. Documentos online. EMBRAPA. n. 42. 21 p. 2004. Disponível em <
http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/p_do42_000fkl0aoyi02wyiv80sq98yqj0l5xns.pdf > Acesso em: 26/04/2015.

REIS FILHO, W; et al; **Danos causados por diferentes níveis de desfolha artificial para simulação do ataque de formigas cortadeiras em *Pinus taeda* e *Eucalyptus grandis***. Pesquisa Florestal Brasileira. Colombo, PR. v. 31. n. 65. 37-42 p. 2011.

RIBEIRO, M. M. R; MARINHO, C. G. S; Seleção e forrageamento em formigas cortadeiras. In.: DELLA LUCIA, T. M. C; **Formigas Cortadeiras: da bioecologia ao manejo**. Editora UFV. 421 p. 2011.

RODRIGUES, W. C; **DivEs – Diversidade de Espécies v 3.0 – Guia do usuário.** Entomologistas do Brasil. 30p. 2015.

Disponível em: <<http://www.dives.ebras.bio.br>>

Acesso em: 29/04/2015.

ROSA, R; **Análise espacial em geografia.** Revista da ANPEGE. v. 7. n. 1. 275-289 p. 2011.

SCOLFORO, J. R; et al; Diversidade, Equabilidade e similaridade no domínio da caatinga. In.: MELLO, J. M; et al; **Inventário Florestal de Minas Gerais: Floresta Estacional Decidual – Florística, Estrutura, Similaridade, Distribuição Diamétrica e de Altura, Volumetria, Tendências de crescimento e Manejo Florestal.** Lavras. UFLA. Cap. 6. 118-133 p. 2008.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Brasil com florestas: Oportunidades para o desenvolvimento de uma economia florestal e a reestruturação necessária do setor.** MMA. Brasília, DF. 40 p. 2012.

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

SOARES, N. S; SOUSA, E. P; SILVA, M. L; **Importância do setor florestal para a economia brasileira.** XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Rio Branco, AC. 16 p. 2008.

URAMOTO, K; WALDER, J. M. M; ZUCCHI, R. A; **Análise quantitativa e Distribuição de populações de espécies de Anastrepha (Diptera: Tephritidae) no Campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.** Neotropical Entomology. v. 34. n. 1. 33-39 p. 2005.

VALVERDE, S. R; et al., **Efeitos multiplicadores da economia florestal brasileira.** Revista Árvore. Viçosa, MG. v. 27. n. 3. 285-293 p. 2003.

VIBRANS, A. C; et al; **Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina: Resultados resumidos.** FURB. Blumenau, SC. 37 p. 2013.

VITORINO, M. D; et al; **Avaliação do uso de Imidacloprid no controle de *Acromyrmex* sp. (Hymenoptera: Formicidae) em plantio de *Pinus taeda*.** Revista Floresta. Curitiba, PR. v. 45. n. 1. 41-48 p. 2015.

WILCKEN, C. F; **Manejo Integrado de Pragas em florestas de eucalipto.** 3º Encontro Brasileiro de Silvicultura. 189-194 p. 2014.

XAVIER, A. C; CECÍLIO, R. A; LIMA, J. S. S; **Módulos em MatLab para interpolação espacial pelo método de Krigagem ordinária e do Inverso da distância.** Revista brasileira de cartografia. v. 62. n. 1. 67-76 p. 2010.

YAMAMOTO, P. T; GRAVENA, S; **Espécies e abundância de Cigarrinhas e Psilídeos (Homoptera) em pomares cítricos.** Anais da Sociedade Entomológica Brasileira. v. 29. n. 1. 169-176 p. 2000.

ZANETTI, R; et al; **Efeito da Densidade e do Tamanho de Sauveiros Sobre a Produção de Madeira em Eucaliptais.** Anais da Sociedade Entomológica Brasileira. v. 29. n. 1. 105-112 p. 2000.

ZANETTI, R; et al; **Manejo Integrado de Pragas Florestais.** Textos acadêmicos. UFLA. Lavras, MG. 119 p. 2004.

ZANÚNCIO, J. C; et al; **Controle de *Acromyrmex laticeps nigrosetosus* (Hymenoptera: Formicidae), em eucaliptal no Pará, com iscas granuladas com Sulfloramida ou Clorpirifós.** Acta Amazonica. Manaus, AM. v. 24. n. 4. 639-645 p. 1999.