



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

**Tamires Louise Santos Lima**

**INFESTAÇÕES DE FORMIGAS CORTADEIRAS (HYMENOPTERA:  
FORMICIDAE) EM PLANTIO DE EUCALIPTO COM DIFERENTES DENSIDADES  
DE SUB-BOSQUE NA REGIÃO DE CAMPOS GERAIS DO ESTADO DO PARANÁ**

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Elen de Lima Aguiar Menezes  
Orientadora

SEROPÉDICA, RJ  
JUNHO – 2019



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

**TAMIRES LOUISE SANTOS LIMA**

**INFESTAÇÕES DE FORMIGAS CORTADEIRAS (HYMENOPTERA:  
FORMICIDAE) EM PLANTIO DE EUCALIPTO COM DIFERENTES DENSIDADES  
DE SUB-BOSQUE NA REGIÃO DE CAMPOS GERAIS DO ESTADO DO PARANÁ**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. ELEN DE LIMA AGUIAR MENEZES  
Orientadora

SEROPÉDICA, RJ  
JUNHO – 2019

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S732i Santos Lima, Tamires Louise , 1993-  
Infestações de formigas cortadeiras (Hymenoptera:  
Formicidae) em plantio de eucalipto com diferentes  
densidades de sub-bosque na região de Campos Gerais  
do estado do Paraná / Tamires Louise Santos Lima. -  
Rio de Janeiro, 2019.  
37 f.: il.

Orientadora: Elen de Lima Aguiar Menezes.  
Trabalho de conclusão de curso(Graduação). --  
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,  
Graduação em Engenharia Florestal, 2019.

1. Atta. 2. Acromyrmex. 3. Eucalyptus. 4. dinâmica  
populacional. 5. diversidade vegetal. I. de Lima  
Aguiar Menezes, Elen, 1967-, orient. II Universidade  
Federal Rural do Rio de Janeiro. Graduação em  
Engenharia Florestal III. Título.

**INFESTAÇÕES DE FORMIGAS CORTADEIRAS (HYMENOPTERA:  
FORMICIDAE) EM PLANTIO DE EUCALIPTO COM DIFERENTES DENSIDADES  
DE SUB-BOSQUE NA REGIÃO DE CAMPOS GERAIS DO ESTADO DO PARANÁ**

**TAMIRES LOUISE SANTOS LIMA**

Aprovada em: 18/06/2019

Banca Examinadora:

---

Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. ELEN DE LIMA AGUIAR MENEZES – UFRRJ  
Orientador

---

Prof. Dr. ACACIO GERALDO DE CARVALHO – UFRRJ  
Membro

---

M. Sc. THIAGO SAMPAIO DE SOUZA – UFRRJ  
Membro

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha família: meus pais, João e Cylene, e minhas irmãs Winnee e Jordana, que me apoiaram sempre durante a graduação. Eles me deram todo o suporte, e sempre me incentivaram a ser uma pessoa melhor. Se atualmente tenho vontade de ser uma profissional que quer um mundo melhor, foram eles que começaram a plantar essa sementinha em mim.

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, que transformou minha pessoa, e me proporcionou inúmeras experiências e aprendizados nesses anos todos, que eu não imaginaria viver da forma tão intensa e maravilhosa que foi, se não fosse aqui.

A minha orientadora, Elen Menezes, que me ajudou muito na condução desse trabalho de final de curso, e, anteriormente, na oportunidade de estágio como bolsista de Bolsa de Apoio Técnico Acadêmico do Programa de Bolsa para Atividades de Apoio Técnico-Acadêmico da Reitoria, no Centro Integrado de Manejo de Pragas (CIMP). Aprendi muito em ambas as oportunidades! Gratidão.

A todos os meus amigos da Rural: Jéssica Souza, Iago Cabral, Gabriela Alves, Aline Neves, Avner Vianna, Jean Andrade, João Gabriel, Mateus Cerqueira, Marjorie Ochoski, Aloísio Werneck, Heron Casati. Vocês são demais! Agradeço de todo o coração pela companhia e amizade nesse tempinho.

A Klabin S.A., pela oportunidade de ter estagiado por um ano numa excelente empresa. Agradeço em especial à Mariane Camargo, que conduziu meu segundo semestre de estágio na empresa, e me colocou frente a tantos assuntos que me fizeram crescer muito como estudante. Expresso minha gratidão também, a equipe de campo da Fitossanidade, Tiago, Rivair, “Seu” Oliveira, e Anderson, que me ensinaram muito também, e sempre tornavam meus dias mais engraçados. Ainda, agradeço ao Cristiano Stetz, do SIG, que também me ajudou nesse trabalho.

Aos amigos que fiz em Telêmaco Borba, e me ampararam nesse tempo que fiquei no interior do Paraná: Giovanne Serrau, Gabriela Dolenc, Caroline Fausto, Lorena Soares, Livia Queiroz e Carlos Silva.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa do programa Ciência Sem Fronteiras, que foi uma oportunidade única que tive durante a graduação. Estudar em uma das melhores universidades da Nova Zelândia foi um tanto desafiador, e apaixonante. A todos os amigos que fiz durante o programa: Guilherme, Sarah, Stephanie Simioni, Camila, Stephanie Santos, Deborah, João, Filipi, Thiago, Pedro e Nicollas. Obrigada por todas as aventuras!

A todos que contribuíram para esse trabalho de alguma forma e me ensinaram algo durante a graduação, minha gratidão.

## RESUMO

LIMA, Tamires Louise Santos. **Infestações de formigas cortadeiras (Hymenoptera: Formicidae) em plantio de eucalipto com diferentes densidades de sub-bosque na região de Campos Gerais do estado do Paraná.** 2019. 37p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal). Instituto de Floresta, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

No Brasil, as formigas cortadeiras, conhecidas vulgarmente como saúvas e quenquéns, são uma das principais pragas do setor florestal. Em cultivos de eucalipto, o desfolhamento causado por formigas cortadeiras no 1º ano do plantio pode reduzir em 30% a produção de madeira do ano seguinte. O controle químico, principalmente através da aplicação sistemática de isca formicida granulada, é mais comumente utilizado para o controle dessa praga nos povoamentos florestais homogêneos. Contudo, a presença de sub-bosque nos plantios de eucalipto tem sido considerada uma forma de aumentar a diversidade biológica e ainda auxiliar no controle de formigas cortadeiras. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a infestação de formigas cortadeiras nas áreas de cultivo de eucalipto da empresa Klabin S.A, localizada no interior do estado do Paraná, a partir do monitoramento pré-corte dos talhões, e relacionar com a densidade do sub-bosque presente nessas áreas, bem como na área de um talhão com sub-bosque de densidade média e relacionar com o nível de desfolha e as áreas de sua bordadura. Do total de 398 talhões, não detectou a presença de formigueiros em 80%. Os 20% restantes apresentaram formigueiros de *Atta* spp. ou *Acromyrmex* spp. Um número maior de formigueiros foi encontrado em áreas onde a densidade da vegetação do sub-bosque foi considerada baixa. De forma geral, foram encontrados mais formigueiros com menos de 3 m<sup>2</sup> de terra solta, sendo que formigueiros maiores (acima de 3 m<sup>2</sup>) foram encontrados em maior número na presença de sub-bosque médio e baixo. No talhão BMO H4A (34,2 hectares), com sub-bosque de densidade média, o sensoriamento remoto identificou diferenças na vegetação do talhão, sendo que 18,05 hectares da vegetação foi classificada como sadia e o restante (13,95 hectares) foi encontrada desfolha considerável. Os resultados obtidos permitem concluir que a manutenção do sub-bosque no cultivo de eucalipto deve ser considerada para auxiliar no controle de formigas cortadeiras.

**Palavras-chave:** *Atta*, *Acromyrmex*, *Eucalyptus*, dinâmica populacional, diversidade vegetal.

## ABSTRACT

LIMA, Tamires Louise Santos. **Infestations of leaf-cutting ants (Hymenoptera: Formicidae) in eucalyptus plantation with different densities of understory in the region of Campos Gerais of the state of Paraná.** 2019. 37p. Monograph (Graduation in Forest Engineering). Forest Institute, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

In Brazil, the leaf-cutting ants are one of the main pests in the forestry sector. Defoliation made by leaf-cutting ants in *Eucalyptus* plantations in the first year of establishment can reduce in 30% the wood production of subsequent year. Chemical control, especially through the systematic application of formicide granulated baits, is the most adopted method to control these pests in homogeneous forests stands. However, the understory presence in eucalyptus plantations have been considered a manner to improve the biological diversity and help in leaf-cutting ants controlling. The objective of the present work was to evaluate the leaf-cutting ants infestation in eucalyptus cultivation areas of the company Klabin S.A., located in interior Parana state, from the pre-cutting monitoring of the stands, and correlate with the understory density in those areas, as well as in another stand with medium understory density, detecting the defoliation level and the edge areas. From the 398 stands, there were not found any nest in 80% of those. In the remaining 20%, were found nests of *Atta* spp. or *Acromyrmex* spp. More nests were found in areas where the understory was classified as low. In general, there were found more nests with less than 3 m<sup>2</sup> of loose soil, and the larger nests (more than 3m<sup>2</sup>) were found in greater number where the understory was low or medium. In BMO H4A stand (34.2 hectares), with medium understory, the remote sensing identified differences on the vegetation. Thus, 18.05 hectares were classified as healthy, and the remaining (13.95 hectares) had considerably defoliation. The obtained results enable to conclude that the understory maintenance should be considered as a tool in leaf-cutting ants controlling.

**Keywords:** *Acromyrmex*, *Atta*, *Eucalyptus*, population dynamics, plant diversity.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	viii
LISTA DE FIGURAS .....	ix
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	2
2.1 Importância da Cultura do Eucalipto no Brasil .....	2
2.2 Formigas Cortadeiras.....	3
2.2.1 Formação de ninhos e colônias de formigas cortadeiras.....	6
2.3 Contribuição do sub-bosque no controle formigas cortadeiras .....	8
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	9
3.1 Área de estudo .....	9
3.2 Monitoramento de formigas pré-corte.....	11
3.3 Mapeamento da desfolha por formigas cortadeiras em um talhão específico.....	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	14
4.1 Infestação dos talhões por formigueiros.....	14
4.2 Desfolha do eucalipto por formigas cortadeiras do talhão BMO H4A .....	17
5. CONCLUSÕES.....	20
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	21
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22
ANEXO .....	27
ANEXO. Continuação.....	28

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Espécies de <i>Atta</i> (saúvas) e Estados em que ocorrem no Brasil.....	4
<b>Tabela 2.</b> Algumas espécies de <i>Acromyrmex</i> no Brasil.....	5
<b>Tabela 3.</b> Distribuição dos talhões de eucalipto da empresa Klabin S.A. na região dos Campos Gerais, estado do Paraná.....	10
<b>Tabela 4.</b> Número de formigueiros por classificação de sub-bosque e gêneros de formigas cortadeiras infestantes na empresa Klabin S.A., na região de Campos Gerais do estado do Paraná, no período de junho a novembro de 2018. ....	14
<b>Tabela 5.</b> Número de formigueiros distribuídos por tamanho de área ocupada, número total dos formigueiros em função da densidade do sub-bosque (A = Alto, M = Médio, B = Baixo) dos talhões de eucalipto da empresa Klabin S.A., na região de Campos Gerais do estado do Paraná. ....	15
<b>Tabela 6.</b> Infestação de <i>Atta</i> spp. por classe de tamanho dos formigueiros no talhão BMO H4A de eucalipto da empresa Klabin S.A., na região de Campos Gerais do estado do Paraná. ....	19

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Diferenças morfológicas entre os gêneros *Atta* e *Acromyrmex*. A. Operárias maiores de *Atta* apresentam 3 pares de espinhos no tórax enquanto as *Acromyrmex* podem ter 4 a 5 pares, B. Rainha de *Atta* com cultura de fungo inicial e ovos, C. Rainha de *Acromyrmex* possui tamanho bem menor que a rainha de *Atta* (FORTI e BOARETTO, 1997). Fotos originais de L. C. Forti. .... 3
- Figura 2.** Localização do município de Telêmaco Borba no estado do Paraná, Brasil ..... 9
- Figura 3.** Procedimento de caminhada pelo talhão para monitoramento de formigueiros na Klabin S.A em 2018. .... 11
- Figura 4.** Representações das 3 classificações da densidade do sub-bosque nos talhões de eucalipto: A e B representam sub-bosque baixo, C e D, médio, E e F, sub-bosque alto. .... 12
- Figura 5.** (A) Proporção em número de talhões de eucalipto infestados por formigas cortadeiras e respectiva área ocupada em relação ao total de talhões avaliados da empresa Klabin S.A., na região de Campos Gerais do estado do Paraná, (B) Proporção da infestação por gênero de formiga encontrado..... 14
- Figura 6.** Área de plantio de eucalipto com sub-bosque denso e diversificado da empresa Klabin S.A., na região de Campos Gerais do estado do Paraná, em 2018. .... 17
- Figura 7.** Áreas com e sem desfolha por saúva classificadas e mensuradas através de imagens de satélite do talhão de eucalipto BMO H4A da empresa Klabin S.A., na região de Campos Gerais do estado do Paraná. A. índice de vegetação: verde – sadia (sem desfolha), amarelo – desfolha média, vermelho – desfolha total; B. vermelho – área do talhão com eucalipto com desfolha total e em verde - área do talhão com eucalipto sem desfolha (sadia).....18
- Figura 8.** Árvores com desfolha intensa (A) e ninho de saúva (B) do talhão de eucalipto BMO H4A da empresa Klabin S.A., na região de Campos Gerais do estado do Paraná.....18

## 1. INTRODUÇÃO

A madeira é um produto primordial para o homem desde os primórdios do desenvolvimento da sua civilização, usando-a na construção de suas habitações e na confecção de utensílios para diferentes finalidades (PERLIN, 2005). Desde então, a madeira apresenta uma gama de utilização no ambiente rural e urbano.

As florestas plantadas visam suprir a crescente demanda de madeira como matéria-prima em vários segmentos, como produção de painéis de madeira, pisos laminados, celulose, papel, produção energética e biomassa. As principais espécies florestais plantadas são dos gêneros *Eucalyptus* L'Hér. (Myrtaceae) e *Pinus* L. (Pinaceae). A área cultivada com espécies florestais no Brasil corresponde a aproximadamente 9,8 milhões de hectares, sendo 7,40 milhões de hectares com *Eucalyptus* spp., 2,03 milhões de hectares com *Pinus* spp. e 408 mil hectares com outras espécies (IBGE, 2017). A área de cultivo de eucalipto no Brasil vem crescendo nos últimos anos, tornando essencial identificar quais fatores afetam a diversidade da biota dos plantios para a conservação das espécies, além do fato de ocupar a maior área plantada com floresta no país (SYDOW, 2010).

A produção de uma floresta saudável depende de inúmeros fatores, os quais se forem ignorados podem comprometer o rendimento do cultivo de forma significativa (SERRAU, 2018). São inúmeros profissionais envolvidos na implementação de uma floresta, tendo início nas etapas de melhoramento vegetal, buscando clones de qualidade até sua propagação em viveiros. Após inúmeras etapas, essas mudas prontas e saudáveis para ir à campo são transportadas para a área em que será realizado o plantio, local que já passou por outras operações como controle de plantas daninhas, preparo de solo, adubação e controle de pragas. Este último é, sem dúvida, um dos mais importantes, pois os insetos, quando se tornam pragas, podem comprometer o rendimento da floresta caso sejam ignorados.

As pragas florestais mais importantes têm os insetos como agentes causais, destacando-se as formigas cortadeiras como as principais do setor (ALMEIDA e ALVEZ, 1982; ZANETTI et al., 2000). Técnicas de manejo, como controle químico (controle localizado e sistemático com iscas granuladas), e em menor escala o controle físico, são mais comumente utilizadas para o controle.

Entretanto, para o sucesso do controle da infestação de formigas cortadeiras é necessário entender muito bem seu comportamento e suas interações com o ambiente, uma vez que são animais de biologia e comportamento complexos. É bastante conhecido que a silvicultura moderna consegue ótimos resultados na produtividade e facilidade de manejo com a prática de formar povoamentos florestais homogêneos, onde os efeitos de competição interespecífica são eliminados. Uma possível alternativa para se conseguir alguma diversidade biológica nestes povoamentos florestais é a presença do sub-bosque (ALMEIDA e ALVES, 1982; OLIVEIRA et al., 2011).

A silvicultura brasileira sempre viu no sub-bosque das florestas de rápido crescimento um inimigo, apontando problemas no combate das pragas, principalmente de saúvas, e na produtividade das florestas. Contudo, há empresas do setor florestal que já comprovaram que o controle do sub-bosque após o terceiro ano de plantio não influencia negativamente na produtividade das florestas, dependendo da região o qual o plantio será implementado (ALMEIDA e ALVES, 1982). Além disso, a manutenção e conservação de um sub-bosque é importante para manter a conectividade entre fragmentos de mata nativa, sendo benéfico para a transição e estabelecimento de fauna.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a infestação de formigas cortadeiras nas áreas de cultivo de eucalipto da empresa Klabin S.A, localizada no interior do estado do Paraná, a partir do monitoramento pré-corte dos talhões, e relacionar com a densidade do sub-

bosque presente nessas áreas, bem como na área de um talhão com sub-bosque de densidade média e relacionar com o nível de desfolha e as áreas de sua bordadura.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Importância da Cultura do Eucalipto no Brasil

A economia brasileira depende de diversos setores para seu desenvolvimento, sendo a produção de povoamentos de *Eucalyptus* e *Pinus* uma contribuição essencial para a construção de uma economia mais verde. O setor brasileiro de árvores plantadas é responsável por mais de 90% de toda a madeira produzida para fins industriais e 6,1% do PIB Industrial no país, apesar de sua área representar menos de 1% do território brasileiro (IBA, 2018)

Atualmente, a área plantada com *Eucalyptus* e *Pinus* representa de 7,84 milhões de hectares, cujos 467 mil hectares de plantios são de produtores fomentados (parceria com médios e pequenos produtores) (IBA, 2018).

O setor florestal brasileiro demonstrou grande crescimento nos quesitos rentabilidade e quantidade de plantações para fins comerciais, e esse crescimento vem acontecendo ano após ano, principalmente quando trata-se da cultura do eucalipto (ABRAF, 2013), já que as espécies desse gênero encontraram no Brasil condições muito favoráveis para o desenvolvimento, se destacando pelo rápido crescimento e adaptação, inclusive demonstrando produtividade superior à de países tradicionais, como por exemplo, a Austrália (berço de grande parte das espécies do gênero *Eucalyptus*). Além disso, possui potencial para suprir diversos segmentos do setor industrial brasileiro, pois os produtos derivados, quando finalizados, englobam os segmentos industriais de Papel e Celulose, Painéis de Madeira Industrializada, Madeira Processada Mecanicamente, Siderurgia e Carvão Vegetal e Biomassa (ABRAF, 2013), substituindo outras espécies, uma vez que ajudam a diminuir a pressão sobre as florestas nativas. Dessa forma, esse cenário favorece o aumento do uso diversificado da madeira de espécies do gênero *Eucalyptus* (SOUZA et al., 2012).

É importante ressaltar o papel das empresas na conservação de áreas naturais: de acordo com a IBA (2018), para cada um hectare plantado, outro 0,7 é conservado, na forma de Reservas Legais (RL), Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), e há mais 35 mil hectares em processo de recuperação pelas empresas associadas a IBA.

Além disso, gerou mais de R\$ 10 bilhões em tributos federais, estaduais e municipais em 2016, o que representa 0,8% da arrecadação nacional (MENDES et al., 2016). A balança comercial do setor alcançou até o fim de 2015 acréscimo de 17,3% em relação ao ano anterior, num saldo de US\$ 6,5 bilhões (IBA, 2018). Somente a celulose representou 80% do total, com US\$ 5,2 bilhões. Em receita, as exportações do setor alcançaram em 2015 a cifra de US\$ 7,8 bilhões, com acréscimo de 6,1% em relação ao mesmo período de 2014 (MENDES et al., 2016).

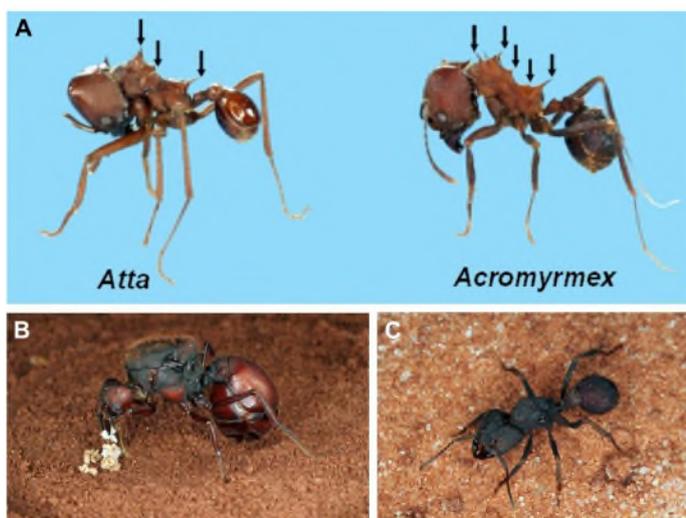
Socialmente, o setor gerou 4,4 milhões de empregos, de acordo com a ABRAF em 2013, e um investimento de R\$497 milhões no ano de 2017 em programas de inclusão social, educação e meio ambiente, beneficiando de pessoas e municípios localizados nas regiões de influência das empresas, consolidando o setor brasileiro de base florestal como indutor de desenvolvimento econômico e social do país (IBA, 2018).

Esse cenário ideal para o cultivo florestal, aliado à tecnologia aplicada pelas empresas e instituições de pesquisa, permite que o Brasil ocupe posição de destaque no cenário mundial (FERREIRA et al., 2012). Entretanto, problemas que comprometem o sucesso ideal do reflorestamento podem ocorrer, como a presença de insetos-praga, sendo as formigas

cortadeiras os mais agressivos inimigos de um plantio de eucalipto (AMANTE, 1967; HERNANDEZ e JAFFÉ, 1995).

## 2.2 Formigas Cortadeiras

As principais pragas dos reflorestamentos no Brasil são as formigas cortadeiras, *Atta* (saúvas) e *Acromyrmex* (quenquéns), devido a sua vasta distribuição geográfica, sua voracidade e sua grande quantidade de colônias e de indivíduos por colônias, sendo considerado fator limitante para a produtividade das florestas plantadas (COSTA et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2011). Essas espécies se diferenciam morfológicamente com a presença de espinhos no tórax. As operárias maiores (soldados) de *Atta* apresentam de 2 a 3 pares de espinhos no tórax, enquanto os de *Acromyrmex* apresentam de 4 a 5 (Figura 1A). A rainha (Figuras 1B e 1C) é a fêmea que produz ovos na colônia. Durante todo o período de sua vida e durante o ano todo a içá colocará ovos para a produção de operárias estéreis (jardineiras, cortadeiras, escoteiras e/ou carregadeiras e soldados) e, apenas durante um período do ano, colocará ovos para produzir novas rainhas e novos machos, os quais no início da época quente chuvosa de cada ano sairão para fundar novas colônias (FORTI e BOARETTO, 1997). Esta praga pertence a ordem Hymenoptera, família Formicidae, subfamília Myrmicinae e tribo Attini.



**Figura 1.** Diferenças morfológicas entre os gêneros *Atta* e *Acromyrmex*. A. Operárias maiores de *Atta* apresentam 3 pares de espinhos no tórax enquanto as *Acromyrmex* podem ter 4 a 5 pares, B. Rainha de *Atta* com cultura de fungo inicial e ovos, C. Rainha de *Acromyrmex* possui tamanho bem menor que a rainha de *Atta* (FORTI e BOARETTO, 1997). Fotos originais de L. C. Forti.

No Brasil, são nove espécies de saúvas (Tabela 1) e as quenquéns são 21 espécies e nove subespécies taxonômicas (Tabela 2) (DELABIE, 1998; DELLA LÚCIA, 1993). Contudo não são todas com importância econômica, por não causarem danos econômicos significativos a agricultura e a silvicultura, e ocorrerem em áreas pouco utilizadas por esses agrossistemas. Segundo Zanetti (2006), somente cinco espécies de saúva e nove de quenquém são importantes sob o ponto de vista econômico: *Atta sexdens*, *Atta laevigata*, *Atta bisphaerica*, *Atta capiguara* e *Atta cephalotes*.

As formigas cortadeiras têm distribuição geográfica em todo o continente americano, desde o sul dos Estados Unidos, seguindo pela América Central (exceto em algumas ilhas das Antilhas), e com ocorrência registrada descendo por todos os países da América do Sul,

exceto no Chile, até no centro da Argentina (GONÇALVES, 1961; DELLA LUCIA et al., 1993; MARICONI, 1970; WEBER, 1970).

**Tabela 1.** Espécies de *Atta* (saúvas) e Estados em que ocorrem no Brasil.

Espécie	Nome vulgar	Ocorrência
<i>Atta bisphaerica</i> Forel, 1908	saúva-mata-pasto	MG, RJ, MT e SP
<i>Atta capiguara</i> Gonçalves, 1944*	saúva-parda	MG, MT, MS, SP, PR e RS
<i>Atta cephalotes</i> (L., 1758) *	saúva-da-mata	AM, RO, RR, PA, AP, MA, PE e BA
<i>Atta goiana</i> Gonçalves, 1942	saúva	GO e MT
<i>Atta laevigata</i> (F. Smith, 1858) *	saúva-de-vidro	AM, RR, PA, MA, CE, PE, AL, BA, MG, RJ, GO, MT, SP e PR
<i>Atta opaciceps</i> Borgmeier, 1939	saúva-do-sertão-do-nordeste	PI, CE, RN, PB, PE, SE e BA
<i>Atta robusta</i> Borgmeier, 1939	saúva-preta	RJ
<i>Atta sexdens piriventris</i> Santschi, 1919	saúva-limão-sulina	SP, PR, SC e RS
<i>Atta sexdens rubropilosa</i> Forel, 1908	saúva-limão	MG, GO, ES, RJ, MT, SP e PR
<i>Atta sexdens</i> (L., 1758) *	formiga-da-mandioca	AM, AC, RO, RR, PA, AP, MT, GO, MA, PI, CE, RN, PB, PE, AL, SE, BA e MG
<i>Atta silvai</i> Gonçalves, 1982	saúva	BA
<i>Atta vollenweideri</i> Forel, 1939*	saúva	MT e RS

Fonte: modificado de Della Lúcia (1993).

\*Espécies de saúvas importantes sob o ponto de vista econômico no Brasil

Segundo Forti e Boaretto (1997), as espécies *Atta laevigata* (saúva-de-cabeça-de-vidro) e *Atta capiguara* (saúva-parda) são espécies que estão se expandindo pelo Brasil. *Atta laevigata* foi registrada nas margens das estradas recentemente abertas nos estados de Rondônia, Acre e Amapá. A atividade agrícola também pode contribuir para a expansão das espécies. Os autores citaram o exemplo de *A. capiguara*, que não ocorria no noroeste do Paraná antes de 1975 e atualmente ocorre em áreas próximas do município de Paranaíba, PR. Até 1975 no noroeste do Paraná cultivava-se café, e, a partir desta data os cafezais foram substituídos por pastagens.

As saúvas e as quenquéns podem cortar partes de plantas, como flores e folhas ou utilizar esses pedaços já desprendidos do vegetal (REIS FILHO et al, 2007). Elas são conhecidas pela complexidade de suas preferências, que são profundamente estudadas para entender seu comportamento, para assim, controlá-las nos agrossistemas. Parâmetros químicos e físicos da espécie vegetal influenciam na aceitação da mesma como alimento pelas formigas (FOWLER e STILES, 1980).

O grande prejuízo causado pelo desfolhamento é a redução da área foliar da árvore, aonde acontece a fotossíntese. Essa redução promove um desarranjo fisiológico nas plantas, já que os fotoassimilados são utilizados agora para emissão de novas folhas, interferindo no crescimento (FREITAS e BERTI FILHO, 1994). Quando ocorre a desfolha total, a redução do

incremento de madeira pode ser elevada, já que o crescimento depende primariamente da fotossíntese (KOZLOWSKI, 1963).

**Tabela 2.** Algumas espécies de *Acromyrmex* no Brasil.

Espécie	Nome vulgar	Ocorrência
<i>Acromyrmex ambiguus</i> Emery, 1887	quenquém-preto-brilhante	BA, SP e RS
<i>Acromyrmex aspersus</i> (F. Smith, 1858)*	quenquém-rajada	BA, MG, ES, RJ, SP, MT, PR, SC e RS
<i>Acromyrmex coronatus</i> (Fabricius, 1804)*	quenquém-de-árvore	SP, PA, CE, BA, ES, MG, RJ, MT, GO, SC e MS
<i>Acromyrmex crassispinus</i> Forel, 1909	quenquém-de-cisco e quenquém	SP, RJ, PR, SC, RS, MG e DF
<i>Acromyrmex diasi</i> Gonçalves, 1983	quenquém	DF e SP
<i>Acromyrmex disciger</i> Mayr, 1887	quenquém-mirim e formiga-carregadeira	SP, RJ, MG, PR e SC
<i>Acromyrmex heyeri</i> Forel, 1899	formiga-de-monte-vermelha	PR, SC, RS e SP
<i>Acromyrmex hispidus fallax</i> Santschi, 1925	formiga-mineira	PR, SC, SP e RS
<i>Acromyrmex landolti balzani</i> Emery, 1890*	formiga-rapa, boca-de-cisco, formiga-meialua	SP, MG, SC, GO, MS
<i>Acromyrmex rugosus rugosus</i> (F. Smith, 1858)*	formiga-mulatinha, formiga-lavradeira	MS, RS, SP, PA, MA, PI, CE, RN, PB, PE, SE, BA, MG, MT e GO
<i>Acromyrmex subterraneus subterraneus</i> Forel, 1893*	caiapó	SP, AM, CE, RN, MG, RJ, MT, PR, SC e RS

Fonte: modificado de Della Lúcia (1993).

Estudos com plantios de *Eucalyptus* instalados em região de Mata Atlântica mostraram que a produtividade de madeira foi reduzida entre 0,04 a 0,13 m<sup>3</sup>/ha para cada m<sup>2</sup> de terra solta de saueiro, ocasionando um nível de dano econômico entre 13,4 a 39,2 m<sup>2</sup>/ha

(SOUZA et al., 2011). Em avaliação de dois tratamentos, onde no primeiro foi realizada apenas uma desfolha completa em árvores de eucalipto na fase inicial do desenvolvimento, e no segundo foram realizadas três desfolhas completas, houve perda de 37,9% e 79,7% em volume total, respectivamente (MATRANGOLO et al., 2010). No caso de 100% de desfolha, *E. grandis* apresentou redução de 45,5% na produção individual de madeira (FREITAS e BERTI FILHO, 1994).

Apesar de serem consideradas pragas, as formigas cortadeiras são importantes para os ecossistemas onde estão inseridas e desempenham um papel importante na ciclagem de nutrientes devido à matéria orgânica que carregam para os ninhos (MOUTINHO et al., 2003). Elas cortam cerca de 29 a 77% das plantas nos ambientes naturais (FORTI, 1985).

Alguns gêneros de plantas são mais atrativos para o corte do que outros. Por exemplo, algumas saúvas, tais como *A. sexdens* e *A. cephalotes*, cortam preferencialmente dicotiledôneas, enquanto *A. capiguara* e *A. bisphaerica* preferem gramíneas (MARICONI, 1970), ocasionando em perdas significantes em pastagens e em cultivos de cereais e cana-de-açúcar (AMANTE, 1972). A espécie *A. laevigata* pode cortar tanto dicotiledôneas quanto gramíneas, o que a torna uma espécie de grande importância econômica e interessante do ponto de vista biológico (FORTI e BOARETTO, 1997).

Há consideravelmente mais estudos sobre as espécies do gênero *Atta* do que as *Acromyrmex*. Contudo, as quenquéns ocupam, cada vez mais, lugar de importância em áreas de pastagens e de reflorestamento, e podem superar as saúvas em abundância (FORTI e BOARETTO, 1997).

De maneira geral pode-se dizer que os Estados do Sul do Brasil possuem maior número de espécies de *Acromyrmex* (quenquéns) (Tabela 2). *Acromyrmex landolti*, também cortadeira de grama, ocorre nos Estados do Amapá, Roraima, Pará e Amazonas. Somente no Estado de São Paulo ocorrem 11 espécies de *Acromyrmex*, e no Paraná 9 espécies. Algumas espécies possuem ampla ocorrência em grandes áreas territoriais como *Acromyrmex balzani*, *Acromyrmex rugosus*, *Acromyrmex subterraneus* e *Acromyrmex coronatus* (FORTI e BOARETTO, 1997).

### 2.2.1 Formação de ninhos e colônias de formigas cortadeiras

Quando adultas, as colônias produzem formas aladas de fêmeas (içás) e machos (bitus), que fazem a revoada logo após o início do período de chuvas e calor, para fundar novas colônias e perpetuar a espécie. As colônias de *Atta* spp. chegam à maturidade próximo dos 3 anos de idade (AUTUORI, 1942). O período de chuvas pode variar de acordo com as diferentes regiões do país. No chamado Brasil central é durante os meses de setembro a dezembro, de setembro a abril na região Norte, dezembro a abril no Nordeste e junho a dezembro no Sul (FORTI e BOARETTO, 1997).

As fêmeas e os machos alados saem em revoada, e acontece o voo nupcial, cuja cópula ocorre em ar. Antes do voo nupcial, a rainha retira uma pequena porção do jardim de fungo da colônia de origem, e alojando-a na cavidade infra bucal. Posteriormente a isso, o macho morre. A fêmea que é fecundada de 3 a 8 machos pousa no solo, destaca suas asas, e inicia a escavação de um novo ninho (AUTUORI, 1942). O canal é vedado com o solo escavado pela própria rainha. Após a construção do ninho a rainha se enclausura, após 48 horas, ela regurgita o pellet de fungo e este é cultivado com secreções e fezes, até o surgimento das primeiras operárias, entre 80 a 100 dias. Logo após esse período as operárias cortadeiras/carregadeiras retiram a terra que estava vedando o pequeno canal e saem para o exterior para cortar as plantas que começarão a trazer folhas para dentro do ninho para cultivo do fungo simbiote. Durante esse tempo a rainha coloca ovos de alimentação (grandes) que

servirão para nutrição das larvas e ovos pequenos que dão origem a operárias, tanto jardineiras como carregadeiras. Essas operárias cuidam do fungo, das larvas e promovem a limpeza mútua e da rainha, bem como, alojam as larvas, a rainha, além de transportar a prole dentro da pequena câmara (FORTI e BOARETTO, 1997). Após 5 dias da fundação do ninho inicial pela rainha, surgem os primeiros ovos, 25 dias as primeiras larvas, posteriormente, após 22 dias as primeiras pupas, e em seguida, os primeiros adultos (10 dias), totalizando 62 a 75 dias (AUTUORI, 1942; CAMARGO et al., 2011). À medida que a colônia cresce, a rainha coloca os ovos que originarão todos os tamanhos de operárias.

Uma colônia de saúva é dividida em diferentes classes sociais bem organizadas, cuja função na colônia é diferente uma da outra e as formas e os tamanhos dos indivíduos são diferentes também. Essas classes são chamadas de castas. Há as castas de reprodutores e de operárias. Algumas formas são fixas na colônia, como a rainha que fundou a colônia e as operárias que são fêmeas estéreis. As formas sexuadas aladas, como as fêmeas (içás ou tanajuras) e os machos (bitus) são temporários (FORTI e BOARETTO, 1997).

As operárias constituem a grande população das colônias e são responsáveis pela alimentação da colônia. De acordo com seu tamanho divide-se as operárias em 4 categorias: soldados, generalistas, cortadeiras, escoteiras.

As maiores operárias são os “soldados” (Figura 1A) e estão relacionadas com a defesa da colônia. As operárias médias, denominadas “cortadeiras”, como o próprio nome sugere, cortam e transportam os fragmentos de folhas para o interior da colônia. As menores operárias denominadas de “jardineiras”, juntamente com as generalistas, cortam os fragmentos de folhas em pedacinhos e os colocam na cultura de fungo (FORTI e BOARETTO, 1997). Assim, as formigas cortadeiras cultivam o fungo do qual se alimentam.

As saúvas nidificam diferentemente das quenquéns, e isso influencia muito na forma como esses formigueiros são monitorados e controlados em povoamentos florestais. Os formigueiros de *Acromyrmex* são bem menores que os sauveiros, e, geralmente, são constituídos de poucas panelas, sendo assim, mais facilmente combatidos do que os sauveiros; todavia, são mais difíceis de ser encontrados (COSTA et al., 2008).

As espécies do gênero *Acromyrmex* apresentam diferenças interespecíficas em relação à profundidade dos seus ninhos (FOWLER e CLAVER, 1991). Algumas espécies constroem ninhos superficiais, com o jardim de fungo localizado acima do nível do solo cobertos por fragmentos vegetais ou um monte de palha. Outras espécies constroem ninhos compostos por várias câmaras a uma profundidade de até 3 metros (FOWLER, 1985; GONÇALVES, 1961; ANDRADE, 2002). Mesmo assim, os ninhos construídos por este gênero são menores e menos complexos quando comparados com os de *Atta* (FORTI et al., 2011).

Os ninhos de *Atta* são constituídos por um monte de terra solta ou “murundus” com orifícios nas partes externamente visíveis, que são ligados a partes mais profundas debaixo do solo, formadas por túneis de variados diâmetros e formas, onde as formigas deslocam-se (FORTI et al., 2011). A forma e o tamanho do monte de terra solta é o principal parâmetro para identificação da espécie de *Atta* que está cortando, podendo haver pequenas ou grandes variações, e é importante para o cálculo de dosagem de produtos químicos de controle (FORTI e BOARETTO, 1997; FORTI et al., 2011).

Saindo dos ninhos e olheiros há as trilhas de forrageamento em direção às plantas exploradas, cujos caminhos são bem definidos e com menos vegetação e resíduos (FORTI e BOARETTO, 1997). Algumas espécies de *Atta* possuem padrão de local para instalação de seus ninhos. Segundo Mariconi (1970), *A. laevigata* constrói tanto em locais ensolarados como sombreados. Já a espécie *Atta sexdens* nidifica somente em locais sombreados (MARICONI, 1970; PRETTO, 1996). *Atta bisphaerica* e *A. capiguara* constroem os ninhos em locais com grande insolação (MARICONI, 1970; ANDRADE et al., 2005). *Atta opaciceps* pode construir seus ninhos tanto em áreas abertas quanto sombreadas e é a espécie que possui

mais tolerância a baixa umidade e altas temperaturas, tanto que constrói seus ninhos até em regiões de Caatinga.

### 2.3 Contribuição do sub-bosque no controle formigas cortadeiras

O sub-bosque sempre foi visto como um inimigo das florestas de rápido crescimento, nos quesitos de controle às pragas, principalmente de saúvas, e de produtividade das florestas (ALMEIDA e ALVES, 1982).

Contudo, pesquisas realizadas na antiga Aracruz Florestal demonstraram um efeito benéfico do sub-bosque no controle inicial das formigas cortadeiras, principalmente quando associados a outros métodos de controle, e mostraram que a manutenção do sub-bosque após o 3º ano pouco influi no crescimento das árvores (ALMEIDA e ALVES, 1982). Esse efeito resultou principalmente do aumento do número de aves insetívoras que auxiliaram no controle biológico das saúvas. De acordo com esses autores, o sub-bosque é um local essencial para a fixação de território para muitas espécies de aves, incluindo as insetívoras, sendo um local de alimentação e estabelecimento de ninhos. Se não houver a presença dessa vegetação, apenas indivíduos transitórios serão eventualmente encontrados. Esses autores observaram que nos povoamentos com sub-bosque denso, que são próximos de áreas de vegetação natural, a colonização por diversas espécies de aves é constante. As aves silvestres tiveram um papel fundamental no controle de formigueiros iniciais, predando içás durante o voo nupcial.

Além de ser benéfico ao dificultar o estabelecimento de novos saúveiros, a presença do sub-bosque exerce um papel importante reduzindo as médias de reinfestações nas áreas. Em um experimento realizado na antiga Aracruz Florestal, avaliou a reinfestação numa área onde o sub-bosque foi eliminado antes do controle de saúvas com porta-iscas, e em outra onde o sub-bosque foi mantido. Na primeira área houve 18% de redução do número de saúveiros entre a primeira data e a data da avaliação (após 18 meses), e na segunda área, houve 91% de redução na reinfestação por essa praga (ALMEIDA e ALVES, 1982).

Almeida et al. (1983a) demonstraram que a infestação por saúveiros em áreas sem sub-bosque foi 18 vezes maior do que em áreas com sub-bosque denso. Almeida et al. (1983b) constataram o número de instalações de novas colônias de saúvas foi reduzido em 11,5 vezes em plantios de *Eucalyptus urophylla* quando se permitiu o desenvolvimento do sub-bosque nas áreas onde estava ausente. Contudo, a quantidade e o tamanho de saúveiros aumentaram 8,2 e 14,2 vezes, respectivamente, nas áreas sem sub-bosque durante um período de 9 meses, enquanto em outra área com sub-bosque, esses aumentos foram de apenas 1,7 e 2,8 vezes, respectivamente. Ao contrário de um solo nu, um solo com vegetação rasteira diversa age como obstáculo para a colonização de novos formigueiros após a revoada (ARAÚJO et al., 2003).

Além disso, é importante que as melhores proporções de florestas naturais sejam mantidas, a fim de haver a transição e estabelecimento de animais que são predadores naturais das rainhas de *Atta* spp. pelos povoamentos de rápido crescimento (ZANETTI et al., 2000). As áreas de florestas naturais devem ser também enriquecidas, visando aumentar a oferta de alimentos à fauna silvestre, propiciando a diversidade. Para isso, é necessário evitar a implementação de contínuos em grandes extensões de formações homogêneas, mantendo um distanciamento o mais regular dos fragmentos de espécies vegetais nativas (ALMEIDA e ALVES, 1982; OLIVEIRA et al., 2011).

O sub-bosque também desempenha papel importante como corredores de fauna entre os povoamentos florestais (ZANETTI et al., 1999). Sendo não competitivo, além de oferecer alimento e abrigo para inimigos naturais, é um outro possível substrato para o fungo das formigas, especialmente se alternativas conhecidas por serem atrativas estão presentes (DELLA LUCIA et al., 2013).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Área de estudo

A área do estudo compreendeu 398 talhões de *Eucalyptus* spp., que fazem parte das plantações da empresa brasileira de papel e celulose Klabin S.A, e que estão nos municípios vizinhos de Telêmaco Borba, região de Campos Gerais do estado do Paraná (Figura 2), onde se localiza a sede da empresa.



**Figura 2.** Localização do município de Telêmaco Borba no estado do Paraná, Brasil.

Os talhões estão distribuídos nos municípios paranaenses de Imbaú ( $24^{\circ}26'42''S$   $50^{\circ}45'39''O$ ), Ivaí ( $25^{\circ}00'39''S$   $50^{\circ}51'32''O$ ), Ortigueira ( $24^{\circ}12'30''S$   $50^{\circ}56'58''O$ ), Pinhalão ( $23^{\circ}47'33''S$   $50^{\circ}03'21''O$ ), Reserva ( $24^{\circ}39'01''S$   $50^{\circ}51'02''O$ ), São Jerônimo da Serra ( $23^{\circ}43'39''S$   $50^{\circ}44'28''O$ ), Sengés ( $24^{\circ}06'46''S$   $49^{\circ}27'49''O$ ), Telêmaco Borba ( $24^{\circ}19'26''S$   $50^{\circ}36'56''O$ ), Tibagi ( $24^{\circ}30'34''S$   $50^{\circ}24'49''O$ ) e Ventania ( $24^{\circ}14'45''S$   $50^{\circ}14'34''O$ ) (Tabela 3). A idade dos talhões variou desde 4,4 até 47,7 anos. Inicialmente, todos os talhões já estavam programados para corte das árvores num período de, pelo menos, 3 meses após o monitoramento de formigas cortadeiras. O destino da produção dos plantios era celulose e comércio da madeira (inclui serraria nessa modalidade), por isso a diferença das idades.

O clima predominante é subtropical transicional para o temperado, úmido, mesotérmico, sem estação seca definida (Cfa/Cfb). O verão é quente e tende à concentração alta de chuvas, e, no inverno, as geadas ocorrem com pouca frequência. Os meses que mais chovem são janeiro e fevereiro (KLABIN, 2019).

**Tabela 3.** Distribuição dos talhões de eucalipto da empresa Klabin S.A. na região dos Campos Gerais, estado do Paraná.

Municípios	Talhões		Área total (hectares)
	N <sup>1</sup>	Código	
Imbaú	6	CIRM9A, COQV4A, COQV8A, COQB9A, COQB7A e COQV7A	117,8
Ivaí	3	DVEI6B, DVEI9B e DVEI6C	11,6
Ortigueira	56	CCAH3A, CLAC2A, CLAC2A, CLAC7A, CLAD2A, CPIG4A, CPIG1A, CPIX4A, CMJJ3A, CMJJ4A, CMJJ5A, CMJJ6A, CMJJ7A, CMJJ8A, CMJJ9A, CLGC4A, CLGA7A, CLGA1A, CLGC1A, CLGB1A, CLGB3A, CLAC5A, CLAC8A, CLAC7B, CMJJ0A, CMJI0A, CMJH4A, CMJH2A, CMJH1A, CMJH0A, CMJE7A, CMJI3A, CMJH5A, CMJH3A, CMJG9A, CMJG0A, CMJF9A, CMJF3A, CMJE6A, CMJE5A, CMJE4A, CMJE0A, CMJD9A, CMJD8A, CMJD7A, CMJD6A, CMJD4A, CMJD3A, CMJD1A, CMJC7A, CMJC2A, CMJC1A, CMJB0A, CMJA2A e CMJA1A	672,7
Pinhalão	16	ACIB1A, ACIA7A, ACIA4A, ACIA1A, ACIA0A, AIAA3A, ACIA5A, ACIA2A, ACIA9A, ACIA8A, ACIB0A, ACIC0B, ACIB4A, ACIB3A, ACIB2A, ACIB5A	53,6
Reserva	66	COQI6A, COQJ7A, COQL0A, COQM3A, COQK1A, COQK5A, COQJ9A, COQK0A, COQL8A, COQL9A, COQN8A, COQR6A, COQQ0A, COQR0A, COQO7A, COQQ8A, COQR5A, COQS4A, COQS7A, COQU7A, CFAG7A, CFAF9B, CFAH6A, CFAA8A, CFAA7A, CFAA5A, CFAA4A, CFAA3A, CFAA2A, CFAA1B, CFAA1A, CGIA6A, CGIA8A, CGIB2A, CGIB4A, DVEZ1A, DVEY3A, DVEZ6B, DVEY1A, DVEY0A, DVEY0B, DVEZ7A, DVEY0C, DVEO7A, DVEO9A, DVEO6A, DVEN6A, DVEM4A, DVEM5A, DVEM7A, DVEM8A, DVEN1A, DVEP8A, DVEQ2A, DVET4A, DVEV9A, DVEV8A, DVEI3C, DVEI3B, DVEV1A, DVEU5B, DVEU2A, DVEU1A, DVET8A, DVEO0A, DVEP6B, DVEP7A, DVEP6A, DVEP2A	180
São Jerônimo da Serra	31	ALZA3B, ALZA3A, ALZA4B, ALZA2A, ALZA1A, ALZA5A, ALZA5B, ALZA5C, ALZA0A, ALZA4A, ASTA0A, ASTA1A, ALVA7A, ALVA7B, ALVA9A, ALVB4A, ALVA6B, ALVB0A, ALVA5A, AFSA3A, AFSA2A, AFSA1A, AFSA0A, AMGA1B, AMGA0A, AMGA2A, AMGA1A	406,2
Sengés	9	VSTG8A, VSTG1A, VSTE8A, VSTH7A, VSTH0A, VSTA2A, VSTA3A, VSTA4A, VSTA5A	141,3
Telêmaco Borba	148	ABOB1A, ABOB1F, ABOB1H, ABOB1G, ABON2A, ABON3A, ABOI3B, ABOB5C, ABOB4A, ABOL1A, BMOK9A, BMOG1H, BMOH4A, BMOG4A, BMOH2E, BMOH2B, BMOH2C, BMOH8A, BMOH8C, BMOH9B, BMOH3B, BMOH7A, BMOG7A, BMOG6B, BMOH6A, BMOG9A, BMOI1A, BMOG9S, BMOH6C, BMOE0E, BMOD8G, BMOD9C, BMOG4D, BMOH2D, BMOH2A, BMOH1B, BMOH1A, BMOH0A, BMOF8B, BFIH6D, BFIC1A, BFIK0B, BFIK0A, BFIJ9A, BFIL3A, BFIL4A, BFIL5A, BFIL6A, BFIJ2A, BFIJ0A, BFIK8A, BFIK6A, BFIM1A, BFIL8A, BFIL9A, ARES5A, ARED6A, AREC9B, AREB8A, AREG8A, AREH2A, AREF6A, ACOS4A, ACOL8A, ACOL8C, ACOH5A, ACOH4B, ACOG8B, ACOE5A, ACOE4A, ACOF1A, ACOG3A, ACOF6B, ACOG7C, ACOG7D, ACOG7A, ACOD9A, ACOD3A, ACOD1A, ACOD6B, ACOL4A, ACOK9C, ACOK9B, ACOK9A, ACOK8A, ACOK7B, ACOK4A, ACOK2B, ACOI1A, ABRN6A, APIK2A, APIF1A, AJGX0A, AJGG6A, AJGX2A, AJAQ6B, CMNP2A, CMNO8B, CMNM2A, CMNM1A, CMNO3B, CMNP8A, CMNK1A, CMNQ1B, CMNO3D, CMNE0D, CMNK0A, CMNJ9C, CMNJ9B, CMNJ7A, CMNJ1A, CMNJ1B, CMNJ8A, CMNQ2A, CMNP6B, CMNP3A, BTRH3A, BTRH4A, BMIH8A, BMIH9A, BMID6A, BMID5A, BCEE3C, BCEE3E, BCED3D, BCES0A, BCEC9C, CIBB5A, CIBB4A, CIBB3A, CIBE2A, CIBA8A, CIBA7A, CIBA4A, CIBA3A, CIBA1A, CIBG5A	1966,5
Tibagi	36	CODC3A, CODC3B, CODD1A, CODB5A, CODC2A, CODB4A, CODC0A, CODD8A, CODB8A, CODE8A, CODE5A, CODE7A, CODE0A, CODE1A, COAD6A, COAA7D, DBAA9A, DBAA5A, DBAA4A, DBAA2A, DBAA1A, DBAD5A, DBAC2A, DBAC1A, DBAC0A, DBAB2A, DBAB0A, DBAA8A, DSMX8A, DSMV1A, DSMV0A, DSME5C, DSME5B, DSME5A, DSME4A, DSME2A	368,8
Ventania	17	APXR5A, APXQ6A, APXR6A, APXW1A, APXT4A, APXV7A, APXD3B, BCES4A, APXC8B, APXC9B, APXA7B, APXA6B, APXW5A, APXU5A, APXW4A, APXV9A, APXW0A	290,8
<b>Total</b>	<b>398</b>		<b>1748,6</b>

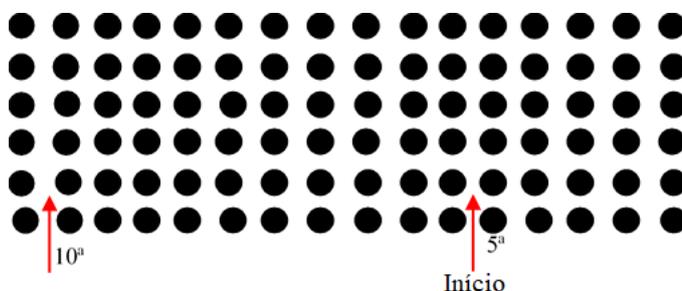
<sup>1</sup>N = número de talhões.

### 3.2 Monitoramento de formigas pré-corte

A atividade de monitoramento de formigas cortadeiras pré-corte começou a ser realizada na empresa em junho de 2018, e consistiu na realização do levantamento da presença ou ausência do ataque de saúvas (*Atta* spp.) ou quenquéns (*Acromyrmex* spp.) (Hymenoptera: Formicidae) nos talhões cujo planejamento para colheita já estava programado. Contudo, os dados dos monitoramentos analisados nesse estudo compreenderam o período de junho a novembro de 2018.

Inicialmente foram escolhidas áreas cuja colheita estava programada para acontecer em, pelo menos, três meses após o monitoramento das formigas cortadeiras. A justificativa foi identificar, mensurar e controlar os formigueiros nas áreas anteriormente à entrada das máquinas de colheita florestal (*Harvester*, *Feller Buncher* e Processadores) que causam a desestruturação dos formigueiros, quando presentes.

A equipe de monitoramento foi composta por dois ajudantes de campo que percorreram o interior de cada talhão, com procedimentos operacionais adotados pela empresa para essa atividade. Nesses procedimentos as primeiras 5 linhas do talhão não eram monitoradas; e a caminhada pelo talhão iniciava-se com um ajudante entrando entre a quinta e a sexta linha de plantio, indo até o final dessa, enquanto que o outro ajudante entra nesse talhão a 10 linhas de distância percorrendo até o outro lado do talhão (Figura 3). Ao final de cada linha a pessoa retorna à outra extremidade a partir da décima linha após a que ele estava percorrendo ou que o outro ajudante estava, como se segue na Figura 3. Durante a caminhada, observou-se se havia desfolha das árvores de eucalipto ao longo do talhão e presença de formigueiros na linha da caminhada e nas linhas vizinhas até a outra linha que está sendo monitorada.

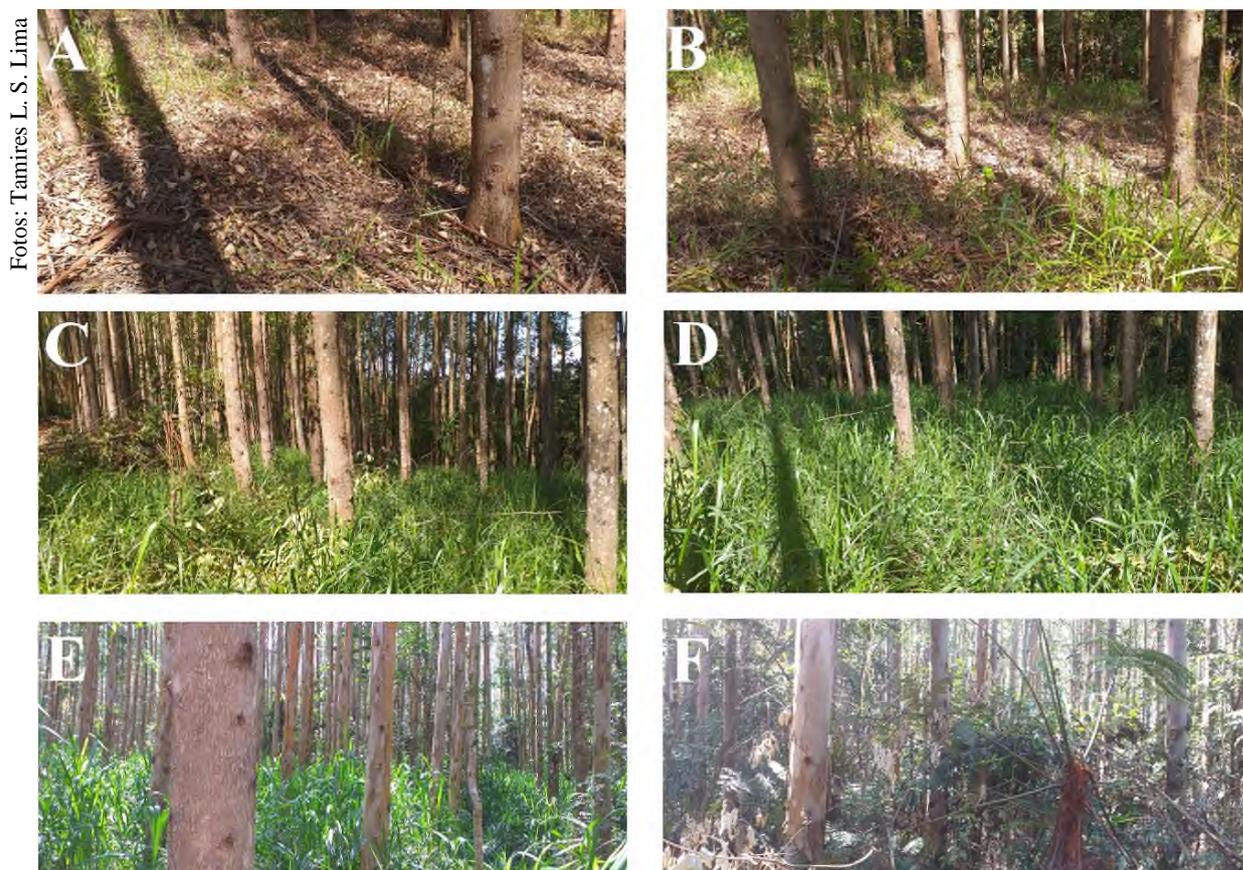


**Figura 3.** Procedimento de caminhada pelo talhão para monitoramento de formigueiros na Klabin S.A em 2018.

Quando da presença de formigueiros, estes eram medidos para realização da análise de infestação da área e a recomendação de dosagem de isca formicida para controle. A diferenciação dos gêneros de formiga cortadeira infestante era feita com base na característica dos ninhos, e também na diferenciação quanto a morfologia de *Atta* e *Acromyrmex*: os sauveiros apresentavam um monte de terra solta (“murudum”), e se não tinham essa característica, era avaliados se eram ninhos de quenquém (*Acromyrmex* spp.). Quando os ninhos de saúvas (*Atta* spp.) eram encontrados, verificava-se se a distância de um ninho para o outro era de mais ou menos de 1 metro, se o monte estava há mais de um metro um do outro, eram considerados sauveiros diferentes. Caso contrário, eram o mesmo formigueiro. A área do sauveiro foi medida multiplicando-se o maior comprimento pela maior largura. Assim, também foram registrados o número de formigueiros por classe de tamanho (até 3 m<sup>2</sup>, entre 3 e 9 m<sup>2</sup>, entre 9 e 25 m<sup>2</sup>, entre 25 e 50 m<sup>2</sup> e maior que 50 m<sup>2</sup>) por talhão avaliado. Quando os formigueiros encontrados foram de *Acromyrmex* spp., foram registrados apenas o número de

olheiros encontrados. Foram registrados também se os formigueiros contabilizados e mensurados eram encontrados na bordadura dos talhões e próximos a estrada, na bordadura e limítrofes com de fragmentos de nativas ou se estavam no interior dos talhões percorridos.

Outro aspecto também registrado dentro dos talhões foi a densidade do sub-bosque, que foi dividido em três categorias: baixo, médio e alto. Sub-bosque classificado como baixo é quando, além do plantio, havia pouca vegetação secundária (poucas manchas de outras plantas), ou o solo estava sem essa vegetação (solo nu ou limpo) (Figura 4A e 4B). O sub-bosque foi considerado médio quando a vegetação secundária estava na altura do joelho (aproximadamente 50-60 cm), sem visualização de solo nu e possibilidade de caminhar no talhão sem grande dificuldade (Figura 4C e 4D). O sub-bosque alto foi quando a incidência de vegetação secundária se encontrava na altura acima do joelho (mais de 70 centímetros), sendo o acesso ao talhão dificultado (Figura 4E e 4F).



**Figura 4.** Representações das 3 classificações da densidade do sub-bosque nos talhões de eucalipto: A e B representam sub-bosque baixo, C e D, médio, E e F, sub-bosque alto.

Os dados dos 398 talhões de número, classe de tamanho e local dos formigueiros, densidade de sub-bosque, presença de resíduos na área foram tabulados em planilha Excel para avaliar o comportamento das infestações dentro dos talhões e a influência das densidades do sub-bosque e proximidade da bordadura do talhão.

### 3.3 Mapeamento da desfolha por formigas cortadeiras em um talhão específico

O talhão BMO H4A foi selecionado para construção de um mapa da distribuição do nível de desfolha na área causada por formigas cortadeiras. A partir das imagens de satélite por meio do programa ArcMap® 10.5 (ESRI, 2018) foram construídos vários mapas para

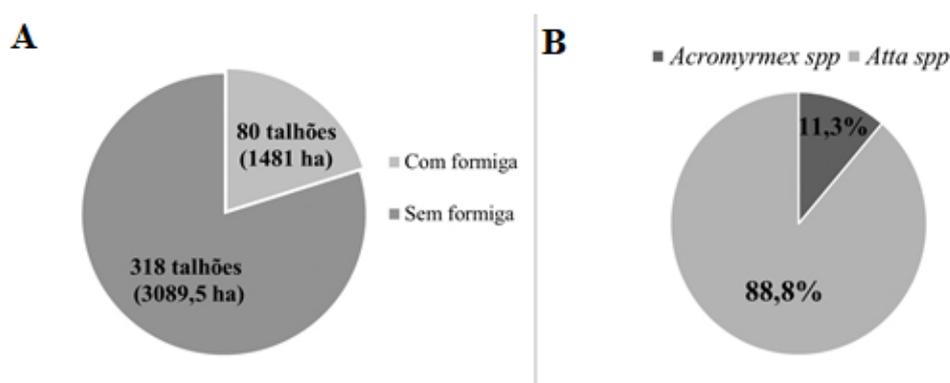
obtenção do mapa final com as áreas sadias (sem desfolha), com desfolha média e desfolha total. Esse talhão foi escolhido para essa análise, porque o mapa seria útil para outros projetos da mesma linha de pesquisa, que necessitavam o retorno a ele para as coletas de dados. Ademais, a área localizava-se próximo à sede da empresa, facilitando a locomoção para o local.

O talhão tinha 34,2 hectares, com plantio de eucalipto urograndis (*Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*) de 7 anos, margeado com mata nativa secundária de sucessão avançada e outras margens com talhão de plantio da mesma espécie e idade. A densidade do sub-bosque desse talhão foi caracterizada como média (Figura 4C e 4D).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Infestação dos talhões por formigueiros

Do total de 398 talhões (4570 ha), 80 apresentaram formigueiros, totalizando 1481 hectares (Tabela 4 e Figura 5A, ANEXO), e no restante não foi detectada a presença de formigueiros. Dos talhões infestados, cerca de 88% foram por *Atta* spp. e 11% por *Acromyrmex* spp. (Figura 5B).



**Figura 5.** (A) Proporção em número de talhões de eucalipto infestados por formigas cortadeiras e respectiva área ocupada em relação ao total de talhões avaliados da empresa Klabin S.A., na região de Campos Gerais do estado do Paraná, (B) Proporção da infestação por gênero de formiga encontrado.

Dentre os 80 talhões monitorados, onde foi observado infestação de formigas cortadeiras, houve maior número de talhões com sub-bosque de médio (49%) para baixo (33%), ao mesmo tempo que há mais áreas infestadas por saúvas do que por quenquéns, sendo que ambas ocorreram nas três categorias de sub-bosque (Tabela 4).

**Tabela 4.** Número de formigueiros por classificação de sub-bosque e gêneros de formigas cortadeiras infestantes na empresa Klabin S.A., na região de Campos Gerais do estado do Paraná, no período de junho a novembro de 2018.

Sub-bosque	Nº talhões	Gênero de formiga	
		<i>Atta</i>	<i>Acromyrmex</i>
Alto	15	12	3
Médio	39	35	4
Baixo	26	24	2
Total	80	71	9

Rando (2002) observou que a saúva *Atta sexdens rubropilosa* está presente em todas as regiões do Brasil o que reflete a sua adaptabilidade às diversas condições ambientais do país. No entanto, o Paraná se destaca, visto que em 50% dos municípios há registro da espécie. Dessa forma, justifica-se em partes a maior ocorrência do gênero *Atta* nos registros

de monitoramento de formigas pelos cultivos da Klabin. No Paraná, o autor encontrou em levantamento as seguintes espécies de saúva: *A. laevigata*, *A. sexdens rubropilosa*, *A. capiguara* e *Atta sexdens piriventris*. Na região da empresa, as espécies de saúva encontradas são *Atta sexdens rubropilosa* e *Atta laevigata*, e de quenquéns são *Acromyrmex aspersus*, *Acromyrmex coronatus*, *Acromyrmex heyeri*, *Acromyrmex niger*, *Acromyrmex subterraneus* e *Acromyrmex crassipinus* (Ferronato, 2013). Todavia, a susceptibilidade do eucalipto às formigas cortadeiras varia com espécie de saúva e quenquém e com espécie e clone do eucalipto (SANTANA e ANJOS, 1989; MASARO Jr. et al., 2017).

A maior ocorrência de saúvas comparado a quenquéns é esperada, assim como em outros trabalhos, não somente por ser uma espécie mais ocorrente no Paraná, mas também pela maior facilidade de enxergar os montes de terra solta das saúvas, quando comparados aos ninhos das quenquéns, que são camuflados por folhas ou até galhos em cima dos olheiros, podendo passar despercebidos, uma vez que há presença de muita serapilheira ou sub-bosque.

Zanetti et al. (2003) definiram o dano econômico de formigas cortadeiras em plantios de eucalipto no Brasil como sendo de 80 saúveiros (de área igual a 2,76 m<sup>2</sup> de terra solta) por hectare, pois densidades superiores podem reduzir em mais de 50% a produção de eucalipto na idade de corte (84 meses). Nos talhões com sub-bosque alto, o maior número de formigueiros foi de 31 (talhão BCE E3C de 27,2 ha), com sub-bosque médio, o máximo encontrado foi de 60 formigueiros (talhão CIB B5A de 19,2 ha) e com sub-bosque baixo, o talhão VST H0A (39,9 ha) apresentou 128 formigueiros (Tabela 5). De forma geral, foram encontrados mais formigueiros com menos de 3 m<sup>2</sup> de terra solta, podendo-se constatar que esses são formigueiros iniciais (Tabela 5).

**Tabela 5.** Número de formigueiros distribuídos por tamanho de área ocupada, número total dos formigueiros em função da densidade do sub-bosque (A = Alto, M = Médio, B = Baixo) dos talhões de eucalipto da empresa Klabin S.A., na região de Campos Gerais do estado do Paraná.

Categoria do sub-bosque	Número de formigueiros/classe de tamanho					Total
	< 3m <sup>2</sup>	3 – 9 m <sup>2</sup>	9 – 25 m <sup>2</sup>	25 – 50 m <sup>2</sup>	> 50 m <sup>2</sup>	
A	90	7	9	4	6	116
M	256	53	42	50	39	440
B	314	28	34	38	26	440
Total	660	88	85	92	71	996

O número menor de formigueiros das classes de tamanhos maiores se deve ao fato de que muitos formigueiros iniciais não persistem após seus primeiros meses ou anos de existência; em sua maioria devido a predação por outros animais. Ademais, o controle de formigueiros iniciais é esperado ser mais fácil do que formigueiros maiores, tanto por predadores, quanto para a estratégia de manejo adotada.

A classificação de densidade de sub-bosque em cada talhão foi relacionada com a quantidade de ninhos encontrados, e foi observado que o número de formigueiros é inversamente proporcional ao sub-bosque, ou seja: um número maior de formigueiros foi encontrado em áreas onde o sub-bosque era médio, e esse número foi consideravelmente superado em áreas com sub-bosque baixo (Tabela 5).

Na empresa Klabin S.A. o controle de sub-bosque não é realizado após o terceiro ano de idade em plantios de eucalipto. Mediante experimentos e estudos previamente efetuados na empresa, avaliou-se que a vegetação de sub-bosque não atrapalha na produtividade do plantio,

sendo um custo que pode ser evitado. As operações de controle de mato competição envolvem um dos custos mais elevados da silvicultura. Almeida e Alves (1982) comentou que a manutenção do sub-bosque após o 3º ano pouco irá influir no crescimento das árvores. Contudo, deve ser avaliada a realidade local do plantio, uma vez que esse cenário pode ser alterado de acordo com o local que é implementado.

Almeida e Alves (1982) constatou, em experimento realizado na antiga Aracruz Florestal, a interação do sub-bosque e da avifauna no controle de saúvas. Em áreas com sub-bosque denso (65% de obstrução da visão, contra 22,85% de obstrução em área de sub-bosque escasso) foram capturadas mais aves (104 aves, contra apenas 49 do outro tratamento), e menos formigueiros (9 formigueiros, contra 169 no outro talhão avaliado). A hipótese é que nos plantios atuais da Klabin aconteça semelhante. Foi observado diversas vezes, em áreas com sub-bosque adensado, durante período de revoada de içás e bitus não somente bastante aves em voo os locais de revoada, quanto a predação dessas formigas.

A maioria das espécies de aves de floresta precisam do sub-bosque para estabelecer seu território. Sobretudo nos povoamentos plantados, cujo perfil arbóreo é caracterizado por uma única espécie, condicionando o ambiente a uma inevitável pobreza biológica, se comparado a uma área de mata nativa conservada, o sub-bosque é indispensável, sendo local de alimentação e instalação dos ninhos (ALMEIDA e ALVES, 1982).

Contudo, é comentado na literatura que as aves silvestres desempenham um efetivo controle na densidade de formigueiros iniciais, reduzindo o número de içás durante o vôo nupcial (ALMEIDA e ALVES, 1982), assim como observado nas plantações da Klabin S.A. Consequentemente, haverá menos formigueiros em locais onde as içás poderiam se estabelecer para fundar seus ninhos.

Segundo o IPEF (2016), como constatado em pesquisas realizadas pelas organizações florestais, foi evidenciada a presença e permanência de fauna nas UMF (Unidades de Manejo Florestal). Esses levantamentos evidenciam que espécies de animais, predadoras de insetos, estão presentes não somente nas áreas de conservação, como também estabelecendo-se no interior dos cultivos florestais, a exemplo dos tatus e aves, sendo assim outra consequência positiva do sub-bosque. Dados de ocorrência destas espécies de animais são frequentemente levantadas em estudos pelas Organizações (considerando a escala e intensidade do manejo) e são demonstradas aos órgãos certificadores nas auditorias de monitoramento, uma vez que fazem parte de outros requisitos do FSC (Forest Stewardship Council).

Algumas empresas de plantações florestais têm buscado manter o sub-bosque nos plantios, cujo efeito na criação de um ambiente de maior diversidade soma-se à manutenção das áreas de conservação (Áreas de Preservação Permanente – APPs e Reservas Legais - RL), e, portanto, sendo possível a manutenção de plantios florestais de eucalipto, pinus, teca e outras árvores cultivadas com o sub-bosque. Nos casos cuja legislação estadual é insuficientemente regulamentada, as organizações têm realizado operações para suprimir o sub-bosque, uma vez que possuem obrigação legal de fazê-lo, o que é reforçado pelo Princípio 1 do FSC (“Conformidade com as leis e Princípios do FSC”). Contudo, as organizações florestais reivindicam que se regule a questão e se permita o desenvolvimento do sub-bosque (IPEF, 2016).

Na Klabin S.A as plantações são em modelo conhecidos como mosaicos, ou seja, os blocos de plantio de diferentes idades são rodeados por fragmentos de floresta nativa, formando um grande mosaico, havendo o trânsito da fauna. Taylor et al. (1993) ressaltaram a necessidade de uma conectividade entre as diferentes formações florestais presentes em uma paisagem em mosaico. De acordo com esses autores, o trânsito entre um fragmento e outro é tão crítico, sendo necessário que haja alguma conectividade. O plantio manejado em mosaicos de áreas reflorestadas, conforme Sydow (2010) faz com que muitas espécies da fauna local

reapareçam, uma vez que isso é possibilitado pela diversidade ocasionada por várias espécies nativas (Figura 6) que conseguem colonizar o sub-bosque de plantio de eucalipto.

Foto: Tamires L. S. Lima



**Figura 6.** Área de plantio de eucalipto com sub-bosque denso e diversificado da empresa Klabin S.A., na região de Campos Gerais do estado do Paraná, em 2018.

O planejamento ecológico das áreas de reflorestamentos, com uma melhor distribuição das reservas de vegetação natural e a manutenção do sub-bosque nos povoamentos homogêneos são medidas que favorecem os inimigos naturais, e devem ser incrementadas nas florestas implantadas (ALMEIDA e ALVES, 1982).

Sydow (2010) comenta que a preservação de áreas cobertas por vegetação primária e Unidades de Conservação são insuficientes para a conservação de espécies. Atualmente plantios homogêneos adquiriram também a função, nem que temporária, de possíveis habitats alternativos para animais e podem contribuir para a conservação da biodiversidade. Nesse contexto, o sub-bosque torna o ambiente dos plantios mais adequado e diverso.

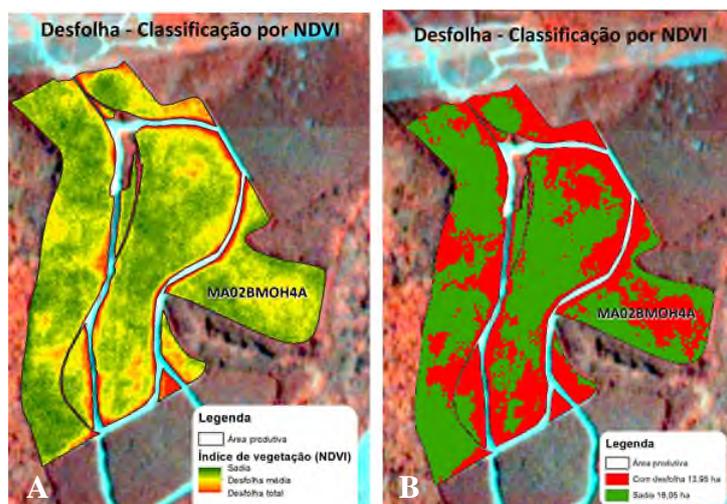
As áreas de preservação da vegetação natural constituem-se nas indispensáveis fontes de colonização, aumentam a diversidade e quantidade de inimigos naturais, que contribuem para regulação da população de diversos insetos praga (ALMEIDA e ALVES, 1982; IPEF, 2016).

Dentre as áreas onde não foram encontrados formigueiros ou nenhum sinal de desfolha (316 talhões), 32,6% (103 talhões) foi registrado com acesso limitado, devido a uma densidade alta de sub-bosque, impossibilitando a entrada no plantio, e conferência se, de fato, não havia nenhum ninho de formigas cortadeiras. Entretanto, pela ocorrência de não haver desfolha visível no local, assumiu-se que ali não há formiga cortadeira causando danos, e uma recomendação de controle pré-corte (colheita) não é necessário. Adicionalmente, nas áreas cuja quantidade de ninhos foi nula e o acesso foi possível, 48% tinham sub-bosque alto, 31,2%, médio, e 20,8%, baixo.

#### **4.2 Desfolha do eucalipto por formigas cortadeiras do talhão BMO H4A**

As formigas cortadeiras que estavam infestando o talhão BMO H4A foram identificadas pertence ao gênero *Atta* (saúvas). A partir da análise da vegetação por sensores remotos que medem a intensidade da atividade clorofilana, foi possível classificar e mensurar no talhão BMO H4A as áreas com desfolha por formigas cortadeiras e sem desfolha (Figura

7). A reflectância das áreas saudias e com ausência de área foliar é diferente, e, por isso, foi possível identificar diferença na vegetação do talhão pelas imagens obtidas por satélite.



**Figura 7.** Áreas com e sem desfolha por saúva classificadas e mensuradas através de imagens de satélite do talhão de eucalipto BMO H4A da empresa Klabin S.A., na região de Campos Gerais do estado do Paraná. A. índice de vegetação: verde – sadia (sem desfolha), amarelo – desfolha média, vermelho – desfolha total; B. vermelho – área do talhão com eucalipto com desfolha total e em verde - área do talhão com eucalipto sem desfolha (sadia).

Dos 34,2 hectares do talhão de eucalipto, somente 18,05 hectares da vegetação foi classificada como sadia. No restante, 13,95 hectares, foi encontrada desfolha considerável, assim como mostram as fotos da Figura 8.



**Figura 8.** Árvores com desfolha intensa (A) e ninho de saúva (B) do talhão de eucalipto BMO H4A da empresa Klabin S.A., em 2018, na região de Campos Gerais do estado do Paraná.

Algumas espécies de *Atta* preferem fazer seus ninhos em lugares mais ensolarados e limpos de serapilheira. Mariconi (1970) comentou que os ninhos de *Atta leavigata* são construídos tanto em locais ensolarados quanto sombreados. Já os ninhos de *Atta sexdens* são construídos somente em locais sombreados. Outras espécies de saúva podem preferir nidificar em locais com alta insolação. De forma geral, as bordaduras dos talhões são locais com maior incidência solar, propiciando condições mais adequadas para a espécie de saúva infestante do talhão BMO H4A. Foi observado que nas áreas onde havia mais formigueiros a densidade do

sub-bosque era menor ou o solo possuía pouca presença dessa vegetação. Almeida et al. (1983a) verificaram que a densidade de saúveiros em talhões de *Eucalyptus* foi 18 vezes menor em áreas com sub-bosque denso em comparação com áreas sem sub-bosque.

No monitoramento realizado em 18 de agosto de 2018, foram encontrados 36 ninhos de saúva (Tabela 6), sendo que 27 estavam localizados nas bordas com estradas, e somente 9 encontravam-se no interior do talhão, o que se justifica a ausência de área foliar nas bordas com estradas mostradas na figura 7. Adicionalmente foram encontrados no talhão alguns formigueiros de classes de tamanho maiores (mais do que 25 m<sup>2</sup>), sendo formigueiros antigos, e indicando que a desfolha no local ocorre há pelo menos 3 anos. Segundo Autuori (1942) em ninhos de *Atta* spp., as colônias chegam à maturidade próximo aos 3 anos de idade.

**Tabela 6.** Infestação de *Atta* spp. por classe de tamanho dos formigueiros no talhão BMO H4A de eucalipto da empresa Klabin S.A., na região de Campos Gerais do estado do Paraná, em agosto de 2018.

Nº formigueiros por classe de tamanho e total					
< 3 m <sup>2</sup>	3 – 9 m <sup>2</sup>	9 – 25 m <sup>2</sup>	25 – 50 m <sup>2</sup>	> 50 m <sup>2</sup>	Total
19	3	4	9	1	36

É importante ressaltar que um estudo de fauna presente nos talhões, relacionando com a densidade do sub-bosque, seria interessante para analisar se essa fauna é predadora das formigas cortadeiras.

## 5. CONCLUSÕES

A densidade do sub-bosque influencia na infestação de formigas cortadeiras em plantios de eucalipto, de modo que quanto mais denso o sub-bosque, menor é o número de formigueiros.

O número de formigueiros iniciais (menores que 3 m<sup>2</sup>) é mais do que 3 vezes menor para talhões cujo sub-bosque foi caracterizado como alto, em comparação a talhões com sub-bosque baixo.

As bordaduras do talhão apresentam maior número de formigueiros e maior número de árvores de eucalipto desfolhadas.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Considerando as informações obtidas durante esse estudo, o registro das espécies das formigas cortadeiras de ocorrência nas áreas de cultivo de eucalipto por parte de uma empresa florestal, mantendo monitoramento mais acurado por espécie de formiga para cada espécie de eucalipto, pode constituir um instrumento importante para conservação ambiental, visto que nem toda espécie de formiga cortadeira encontrada numa área pode estar desfolhando os eucaliptos, mas pode servir como alimento alternativo para fauna de predadores, como os pássaros insetívoros, além de que pode significar redução de custo de controle dessa praga.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, A. F.; ALVES, J. E. M. **Controle integrado de saúvas na Aracruz Florestal**. Aracruz: Aracruz Florestal, 1982. 72 p.
- ALMEIDA, A. F.; ALVES, J. E. M.; MENDES FILHO, J. M. A.; LARANJEIRO, A. J. A avifauna e o sub-bosque como fatores auxiliares no controle biológico das saúvas em florestas implantadas. **Silvicultura**, v. 8, n. 28, p. 145-150, 1983a.
- ALMEIDA, A. F.; ALVES, J. E. M.; MENDES FILHO, J. M. A. Manutenção de sub-bosque em florestas de *Eucalyptus urophylla* e a distribuição regular de porta-isca, visando o controle preventivo de saúvas (*Atta* spp.). **Silvicultura**, v. 8, n. 28, p. 142-144, 1983b.
- AMANTE, E. Prejuízos causados pela formiga saúva em plantações de *Eucalyptus* e *Pinus* no estado de São Paulo. **Silvicultura em São Paulo**, v. 6, p. 355-363, 1967.
- AMANTE E. **Influência de alguns fatores microclimáticos sobre a formiga saúva *Atta laevigata* (F. Smith, 1858), *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908, *Atta bisphaerica* Forel, 1908, e *Atta capiguara* Gonçalves, 1944 (Hymenoptera, Formicidae), em formigueiros localizados no estado de São Paulo**. 1972. 175 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil. 1972.
- ANDRADE, A. P. P. **Biologia e Taxonomia das subespécies de *Acromyrmex subterraneus* Forel, 1893 (Hymenoptera, Formicidae) e a contaminação por iscas tóxicas**. 2002. 168 f. Tese (Doutorado em Zoologia) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, Brasil. 2002.
- ANDRADE, A. P. P.; FORTI, L. C.; ROCES, F.; CAMARGO, R. S.; VERZA, S. S. Arquitetura dos ninhos de *Atta capiguara*, Gonçalves 1944 (Hymenoptera, Formicidae). In: FERNANDES, W. D.; SILVESTRE, R.; ARANDA, R. (Eds.), **Mirmecologia-Biodiversidade e Bioindicação**, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, Brasil, pp. 490-493, 2005.
- ARAÚJO, M. S.; DELLA LUCIA, T. M. C.; SOUZA, D. J. Estratégias alternativas de controle de formigas cortadeiras. **Bahia Agrícola**, Salvador, v. 6, p. 71-74, 2003.
- ABRAF (Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas). **Anuário estatístico da ABRAF: ano base 2012**. Brasília: ABRAF 2013. 142p.
- AUTUORI, M. 1942. Contribuição para o conhecimento da saúva (*Atta* spp.- Hymenoptera-Formicidae). II. O saúveiro inicial (*Atta sexdens rubropilosa*, Forel, 1908). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 13, n. 7, p. 67-86.
- BOARETTO, M. A. C.; FORTI, L. C. Perspectivas no controle de formigas cortadeiras. **Série Técnica IPEF**, São Paulo, v. 11, n. 30, p. 31-46, 1997

CAMARGO, R. S.; FORTI, L. C.; FUJIHARA, R. T.; ROCES, F. Digging effort in leaf-cutting ant queens (*Atta sexdens rubropilosa*) and its effects on survival and colony growth during the claustral phase. **Insectes Sociaux**, v. 58, p. 17-22, 2011.

COSTA, E. C.; D'ÁVILA, M.; CANTARELLI, E. B.; MURARI, A. B.; MANZONI, C. G. **Entomologia florestal**. Santa Maria: UFSM, 2008. 240p.

ESRI (Environmental Systems Research Institute). ArcMap 10.5. Redlands, California. 2017. Disponível em: < <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/>>. Acesso em: 30 outubro 2018.

DELABIE, J. H. *Atta silvai* Gonçalves, sinônimo júnior de *Atta laevigata* (Fred. Smith) (Hymenoptera, Formicidae, Attini). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 41, n. 2, 339-341, 1998.

DELLA LUCIA, T. M. C.; VILELA, E. F. Métodos atuais de controle e perspectivas. In: DELLA LUCIA, T.M.C. (Ed.). **As formigas cortadeiras**. Ed. Folha Nova de Viçosa, pp. 163-190, 1993.

DELLA LUCIA, T. M.; GANDRA, L. C.; GUEDES, R. N. Managing leaf-cutting ants: peculiarities, trends and challenges. **Pest Management Science**, v. 70, n. 1, 14–23, 2013.

FERREIRA, S. M.; PETRAUSKI, C.; MARQUES, G. M.; SILVA, M. L.; CORDEIRO, S. A.; SOARES, N. S. Competitividade do Brasil no mercado internacional de madeira serrada. **Cerne**, v. 18, n. 1, p. 99-104, 2012.

FERRONATO, M. Z.; SOUSA, N. J.; SOUZA, M. D.; CAMARGO, M. B.; ROGLIN, A. Distribuição espacial e densidade de formigueiros dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex* em áreas de pré-plantio de Eucalyptus, no município de Telêmaco Borba, PR. **Enciclopédia Biosfera**. v.9, n.16; p.769. 2013

FORTI, L. C. **Ecologia da saúva *Atta capiguara* Gonçalves, 1944 (Hymenoptera, Formicidae) em pastagem**. 234 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” / USP, Piracicaba, 1985.

FORTI, L. C.; MOREIRA, A. A.; ANDRADE, A. P.; CASTELLANI, M. A.; CALDATO, N. Nidificação e arquitetura de ninhos de formigas-cortadeiras. In: DELLA LUCIA, T. M. C. (Ed.), **Formigas-Cortadeiras da Bioecologia ao Manejo**. Viçosa: Ed. UFV, pp. 102-125, 2011.

FORTI, L.C. BOARETTO, M.A.C. **Formigas cortadeiras: biologia, ecologia, danos e controle**. Botucatu: Departamento de Defesa fitossanitária, Universidade Estadual Paulista, 1997. 61f.

FOWLER, H. G., STILES, E. W. Conservative foraging by leaf-cutting ant? The role of foraging territories and trails and environmental patchiness. **Sociobiology**, v. 5, 25-41, 1980.

FOWLER, H.G.; CLAVER, S. Leaf-cutter ant assemblies: effects of latitude, vegetation, and behavior. In: HUXLEY, C. R., CUTLER, D. F. (Eds.), **Ant-plant interactions**. Oxford University Press, Oxford, pp. 51-59, 1991.

FREITAS, S.; BERTI FILHO, E. **Efeito do desfolhamento no crescimento de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden (Myrtaceae)**. IPEF, n. 47, p. 36-43, 1994.

GONÇALVES, C. R. O gênero *Acromyrmex* no Brasil (Hymenoptera: Formicidae). **Studia Entomologica, Petrópolis**, v. 4, n. 1-4, p. 113–180, 1961.

HERNÁNDEZ, J. V.; JAFFÉ, K. Dano econômico 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 do Brasil**, v. 24, n. 3, p. 287-298, 1995.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). Sumário Executivo, 2018. Disponível em: <https://www.iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/digital-sumarioexecutivo-2018.pdf>. Acesso em: 6 maio 2019.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Produção da Extração Vegetal e Silvicultura 2017. Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/74/pevs\\_2017\\_v32\\_informativo.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/74/pevs_2017_v32_informativo.pdf). Acesso em: 8 jun 2019.

IPEF (Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais). Derrogação para uso de fipronil em florestas certificadas FSC® no Brasil. **Documentos Técnicos IPEF**, v. 3, n. 3, p. 1-23, 2016.

KLABIN S. A. **Resumo Público 2018: Plano de Manejo Florestal Telêmaco Borba – PR**. Disponível em: <https://www.klabin.com.br/wp-content/uploads/2019/04/klabin-resumo-publico-2018.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2019.

KOZLOWSKI, T. T. Growth characteristics of forest trees. **Journal of Forestry**, Washington, v. 61, n. 9, p. 655-662, 1963.

MASARO, A. L.; MOLINA-RUGAMA, A. J.; LIMA, C. A.; DELLA LUCIA, T. M. C. Preferência de corte de *Eucalyptus* spp. por *Acromyrmex laticeps nigrosetosus* Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae) em condições de laboratório. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 2, p. 171-174, 2007.

MARICONI, F. A. M. **As saúvas**. São Paulo: Agronômica Ceres. 1970. 167 p.

MATRANGOLO, C. A. R.; CASTRO, R. V. O.; DELLA LUCIA, T.MC.; DELLA LUCIA, R.M.; MENDES, A.F.M.; COSTA, J.M.F.N.; LEITE, H.G. Crescimento de eucalipto sob efeito de desfolhamento artificial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 9, p. 952-957, 2010.

MENDES, L., TREICHEL, M., BELING, R. R. **Anuário brasileiro da silvicultura 2016**. Ano base 2015. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2016. 56 p.

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, p. 1265–1276, 2003.

OLIVEIRA, M. A., ARAÚJO, M. S., MARINHO, C. G. S., RIBEIRO, M. M. R., DELLA LUCIA, T. M. C. Manejo de formigas-cortadeiras. In: DELLA LUCIA, T. M. C. **Formigas-cortadeiras: da bioecologia ao manejo**. Viçosa: Ed. UFV, pp. 400-419, 2011.

PERLIN, J. A. **Forest journey: the role of wood in the development of civilization**. Vermont: The Countryman Press, 2005. 445 p.

PRETTO, D. R. **Arquitetura dos túneis de forrageamento e do ninho de *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae), dispersão de substrato e dinâmica do inseticida na colônia**. 1996. 110 f. Tese (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, São Paulo, SP, Brasil. 1996.

RANDO, J. S. S. **Ocorrência de espécies de *Atta Fabricius, 1804* e *Acromyrmex Mayr, 1865* em algumas regiões do Brasil**. 2002. 114 f. Tese (Doutorado em Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo, SP, Brasil. 2002.

REIS FILHO, W., IEDE, E. T., NICKELE, M. A., CALDATO, N., & FERREIRA, A. C. 2007. Reconhecimento dos danos causados por formigas cortadeiras do gênero *Acromyrmex* em plantios iniciais de *Pinus taeda* no Sul do Brasil. Circular técnica 189. Embrapa/Florestas.

SANTANA, D. L. Q.; ANJOS, N. Resistência de *Eucalyptus* spp. (Myrtaceae) a *Atta sexdens rubropilosa* e *Atta laevigata* (Hymenoptera: Formicidae). **Revista Arvore**, Viçosa, v.13, n.2, p.174-181, 1989.

SERRAU, G. B. A. **Eficiência de controle da saúva-limão *Atta sexdens* (Hymenoptera: Formicidae) com diferentes iscas formicidas**, 2017. 24 f. Relatório de Trabalho de Curso em Engenharia Florestal - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo, SP, Brasil. 2017.

SOUZA, A.; ZANETTI, R.; CALEGARIO, N. Nível de dano econômico para formigas-cortadeiras em função do índice de produtividade florestal de eucaliptais em uma região de Mata Atlântica. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 40, n. 4, p. 483-488, 2011.

SOUZA, J. T.; TREVISAN, R.; DENARDI, L.; STANGERLIN, D. M.; VIVIAN, M. A.; HASELEIN, C. R.; SANTINI, J. E. Qualidade da madeira serrada provenientes de árvores dominantes e média de *Eucalyptus grandis* submetidos a secagem. **Cerne**, v. 18, n. 1, p. 167-174, 2012.

SYDOW, V. G. **Vegetação de sub-bosque em monocultura de *Eucalyptus saligna* Sm. (Myrtaceae)**. 2010. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil.

TAYLOR, P. D.; FAHRIG, L.; HENEIN, K.; MERRIAM, G. Connectivity is a vital element of landscape structure. **Oikos**, v. 68, p. 571-573, 1993.

TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. **Fundamentos em Ecologia**. Porto Alegre: Artmed, 2010. 576 f.

WEBER, N.A. Northern extent of Attine ants (Hymenoptera: Formicidae). **Proceedings of the Entomological Society**. v. 72, p. 414-5, 1970

ZANETTI, R.; ZANUNCIO, J. C.; VILELA, E. F.; LEITE, H. G.; DELLA LUCIA, M. T. C.; COUTO, L. Efeito da espécie de eucalipto e da vegetação nativa circundante sobre o custo de combate a saúveiros em eucaliptais. **Revista Árvore**, v. 23, p. 321–326, 1999.

ZANETTI, R.; JAFFE, K.; VILELA, E. F.; ZANUNCIO, J. C.; LEITE, H. G. Efeito da densidade e do tamanho de saúveiros sobre a produção de madeira em eucaliptais. **Anais Sociedade Entomológica Brasileira**, v. 29, p. 105–117, 2000.

ZANETTI, R.; ZANUNCIO, J. C.; MAYHÉ-NUNES, A. J.; MEDEIROS, A. G. B.; SILVA, A. S. Combate sistemático de formigas cortadeiras com iscas granuladas, em eucaliptais com cultivo mínimo. **Revista Árvore**, v. 27, n. 3, p. 387-392, 2003.

## ANEXO

Número de formigueiros por classe de tamanho (área ocupada) e o número total de formigueiros por talhão gênero de formigas cortadeiras infestantes e densidade do sub-bosque (A = Alto, M = Médio, B = Baixo) de cada talhão de eucalipto da empresa Klabin S.A., na região de Campos Gerais do estado do Paraná (Continua).

Talhão	Área (ha)	Gênero Formiga	Nº formigueiros (classe de tamanho, m <sup>2</sup> )					Total	Categoria do sub-bosque
			< 3	3 - 9	9 - 25	25 - 50	> 50		
CMNM1A	9,8	<i>Atta</i>	0	0	1	0	0	1	A
BMI H8A	13,5	<i>Atta</i>	0	0	1	0	0	1	A
BMI D6A	2,3	<i>Atta</i>	4	1	0	0	0	5	A
VST G1A	12,2	<i>Atta</i>	1	0	1	0	0	2	A
CLG C4A	18,6	<i>Atta</i>	2	0	0	0	0	2	A
BMI E1A	46,4	<i>Atta</i>	2	1	2	2	0	7	A
BMI I3A	35,3	<i>Acromyrmex</i>	0	0	1	0	0	1	A
BFI K0B	10,9	<i>Atta</i>	13	1	1	0	0	15	A
BFI K0A	4,5	<i>Atta</i>	5	0	1	0	1	7	A
BFI J2A	12,2	<i>Atta</i>	16	2	0	1	1	20	A
BCE E3C	27,2	<i>Atta</i>	31	2	0	0	2	35	A
BCE E3E	14,9	<i>Atta</i>	4	0	0	0	0	4	A
CLG A1A	31,8	<i>Atta</i>	9	0	1	1	2	13	A
CIB B3A	3	<i>Acromyrmex</i>	2	0	0	0	0	2	A
AFS A2A	10,3	<i>Acromyrmex</i>	1	0	0	0	0	1	A
BMOK9A	7,9	<i>Atta</i>	5	0	2	2	0	9	M
ARE S5A	7,4	<i>Atta</i>	2	0	2	0	0	4	M
CMN J9C	8,9	<i>Atta</i>	1	0	0	1	0	2	M
AJG X0A	3,5	<i>Atta</i>	3	0	0	0	0	3	M
AJG X2A	6,8	<i>Atta</i>	1	0	0	0	0	1	M
CLA C2A	43,7	<i>Atta</i>	3	0	1	0	1	5	M
CLA C2A	43,7	<i>Atta</i>	1	0	0	1	2	4	M
CLA D2A	38,2	<i>Atta</i>	1	0	0	0	0	1	M
CLA D2A	38,2	<i>Atta</i>	0	0	2	1	2	5	M
ACI A3A	3,8	<i>Atta</i>	11	1	0	2	0	14	M
VST G8A	8,4	<i>Atta</i>	7	1	4	2	1	15	M
VST E8A	5,4	<i>Atta</i>	0	0	1	0	0	1	M
VST H7A	25,3	<i>Atta</i>	19	3	3	6	2	33	M
AST A0A	31,2	<i>Atta</i>	3	1	3	1	4	12	M
AST A1A	58,6	<i>Atta</i>	14	1	0	6	5	26	M
AST A1A	58,6	<i>Atta</i>	3	1	2	10	9	25	M
BMOH4A	34,2	<i>Atta</i>	19	3	4	9	1	36	M
BFI J9A	19,9	<i>Atta</i>	0	0	1	0	0	1	M
BFI J0A	8,8	<i>Atta</i>	6	1	0	1	0	8	M
BCE C9C	94	<i>Atta</i>	7	1	1	0	0	9	M
APX W5A	4,7	<i>Atta</i>	2	0	0	0	0	2	M
CMN P3A	13,3	<i>Acromyrmex</i>	10	0	0	0	0	10	M
CLA C5A	47,1	<i>Atta</i>	1	0	0	0	0	1	M

ANEXO. Continuação.

Talhão	Área (ha)	Gênero Formiga	Nº formigueiros (classe de tamanho, m <sup>2</sup> )					Total	Categoria do sub-bosque <sup>1</sup>
			< 3	3 - 9	9 - 25	25 - 50	> 50		
CLA C7B	72	<i>Atta</i>	1	1	1	2	2	7	M
CIB B5A	19,2	<i>Atta</i>	60	7	9	3	8	87	M
CIB A1A	3,1	<i>Atta</i>	12	0	0	0	1	13	M
CIB G5A	11,7	<i>Atta</i>	13	5	6	3	1	28	M
COD B5A	24,8	<i>Atta</i>	0	1	0	0	0	1	M
APX W4A	15,5	<i>Atta</i>	2	0	0	0	0	2	M
APX V9A	18,2	<i>Atta</i>	3	0	0	0	0	3	M
APXW0A	21,7	<i>Atta</i>	5	0	0	0	0	5	M
ALVB0A	6,8	<i>Acromyrmex</i>	1	0	0	0	0	1	M
ALVA5A	10,5	<i>Acromyrmex</i>	1	0	0	0	0	1	M
COQV4A	38,6	<i>Atta</i>	26	0	0	0	0	26	M
AMGA0A	10,3	<i>Atta</i>	1	0	0	0	0	1	M
BMOH6A	26,3	<i>Atta</i>	5	0	0	0	0	5	M
BMOG9A	8,6	<i>Acromyrmex</i>	5	0	0	0	0	5	M
BMOH6C	5,8	<i>Atta</i>	0	1	0	0	0	1	M
BMOF8B	4,9	<i>Atta</i>	2	0	0	0	0	2	M
ACI B1A	7,2	<i>Atta</i>	13	0	1	2	0	16	B
ACI A4A	0,6	<i>Acromyrmex</i>	0	1	0	0	0	1	B
ACI A1A	5,2	<i>Atta</i>	7	1	2	2	1	13	B
ACI A0A	2,3	<i>Atta</i>	12	1	0	0	0	13	B
ACI A5A	3,6	<i>Atta</i>	19	1	0	0	0	20	B
ACI A2A	1,1	<i>Atta</i>	3	1	1	0	0	5	B
ACI B4A	0,2	<i>Atta</i>	3	0	0	0	0	3	B
ACI B3A	1,2	<i>Atta</i>	3	1	0	0	0	4	B
ACI B2A	9,4	<i>Atta</i>	2	0	0	0	0	2	B
ACI B5A	10	<i>Atta</i>	1	0	0	0	0	1	B
BTR H3A	10,5	<i>Atta</i>	8	0	1	1	1	11	B
BTR H4A	19,3	<i>Atta</i>	3	0	1	1	1	6	B
APX Q6A	16,8	<i>Atta</i>	1	0	0	0	0	1	B
VST H0A	39,9	<i>Atta</i>	128	42	24	27	18	239	B
VST A3A	39	<i>Atta</i>	1	0	1	0	0	2	B
VST A5A	2,7	<i>Atta</i>	5	1	1	0	0	7	B
ACO F6B	14,3	<i>Atta</i>	13	0	1	4	5	23	B
BMOH2E	1,7	<i>Atta</i>	5	0	1	0	0	6	B
BMOH8C	11,3	<i>Atta</i>	6	0	0	0	0	6	B
BCE S0A	25,4	<i>Atta</i>	1	2	0	0	0	3	B
BCE S4A	46,8	<i>Atta</i>	10	2	0	0	0	12	B
CIB A7A	5,6	<i>Atta</i>	6	0	0	1	0	7	B
ALV A7A	6,9	<i>Atta</i>	2	0	0	0	0	2	B
ALV A7B	3,7	<i>Atta</i>	16	0	0	0	0	16	B
BMOG7A	30,3	<i>Atta</i>	45	0	0	0	0	45	B
BMOH2A	3,5	<i>Acromyrmex</i>	1	0	0	0	0	1	B
Total	1481		660	88	85	92	71	996	