

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

THAIS DE CAMARGO LOPES

ANÁLISE DE CUSTOS DA APLICAÇÃO MECANIZADA DE ISCA FORMICIDA
EM POVOAMENTOS FLORESTAIS DE *Eucalyptus sp.*

CURITIBA

2016

THAIS DE CAMARGO LOPES

**ANÁLISE DE CUSTOS DA APLICAÇÃO MECANIZADA DE ISCA FORMICIDA
EM POVOAMENTOS FLORESTAIS DE *Eucalyptus sp.***

Trabalho apresentado como requisito parcial à obtenção do grau de MBA em Gestão Florestal no curso de pós graduação em Gestão Florestal, Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Ms. Iris Cristiane Magistrali

CURITIBA

2016

AGRADECIMENTOS

À Dinagro Agropecuária Ltda. pelo apoio e incentivo concedido para a realização deste curso;

À Iris Cristiane Magistrali pela orientação e prestatividade na elaboração deste trabalho;

À UFPR pela oportunidade em realizar o curso e aperfeiçoar o conhecimento técnico;

À Maria Fernanda pela ajuda com o material bibliográfico e com o levantamento dos resultados;

À todos que contribuíram na coleta e análise dos dados;

Ao Msc. David Buratto e ao Dr. William Folmann pelas preciosas dicas;

À minha família que sempre confiou em mim e incentivou meus estudos e o desenvolvimento de minha carreira.

RESUMO

Formigas cortadeiras estão entre os principais insetos-praga dos cultivos florestais. Por causarem danos frequentes e significativos à produtividade florestal em todas as fases de desenvolvimento da floresta, é necessário controlar os formigueiros. Atualmente, o controle mais eficiente é o químico e a opção mais viável é a utilização de iscas granuladas à base de sulfluramida. Os gêneros de maior importância econômica são *Atta* e *Acromyrmex*. Devido aos danos que esta praga pode ocasionar aos povoamentos florestais, constantes pesquisas são desenvolvidas de modo a aperfeiçoar a aplicação de químicos e a buscar alternativas mais sustentáveis. Deste modo, o objetivo deste trabalho foi analisar os custos da aplicação manual e mecanizada de isca formicida no controle de formigas do gênero *Atta* e as vantagens e desvantagens de cada tipo de controle. Para verificação do melhor método de controle optou-se por analisar os custos operacionais das aplicações manuais e mecanizadas de três empresas reflorestadoras da região Centro Oeste do Estado de São Paulo. Os dados foram informados pelas empresas, as quais utilizam mesma tecnologia de aplicação, porém com metodologias diferenciadas e adaptadas aos seus monitoramentos e às condições de suas áreas (relevo, infestação e fase da floresta). Os resultados mostraram que o controle mecanizado pode ou não ser viável em detrimento de diversos fatores envolvidos no controle de cortadeiras, tais como os de ordem biológica. A partir deste estudo conclui-se que a escolha do método depende das condições de infestação de cada área, da acurácia do monitoramento de formigas e da disponibilidade de mão de obra regional.

Palavras-chave: controle, pragas, sulfluramida.

SUMMARY

Cutting ants are among the main insect pests of forest crops. Because they cause frequent and significant damage to forest productivity at all stages of forest development, it is necessary to control the anthills. Currently the most efficient control is the chemical and the most viable option is the use of granulated baits based on sulfluramide. The genres of greater economic importance are *Atta* and *Acromyrmex*. Due to the damage that this pest can cause to the forest stands, constant research is developed in order to improve the application of chemicals and to look for more sustainable alternatives. Thus, the objective of this work was to analyze the costs of the manual and mechanized application of formicidal bait in the control of ants of the genus *Atta* and the advantages and disadvantages of each type of control. To verify the best control method, we opted to analyze the operational costs of the manual and mechanized applications of three reforestation companies in the Midwest region of the State of São Paulo. The data were informed by the companies, which use the same application technology, but with different methodologies adapted to their monitoring and the conditions of their areas (relief, infestation and forest phase). The results showed that mechanized control may or may not be feasible at the expense of several factors involved in the control of cutters, such as those of a biological nature. From this study it is concluded that the choice of method depends on the infestation conditions of each area, the accuracy of ants monitoring and the availability of regional labor.

Key words: control, pests, sulfluramide.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – APLICADOR/DOSADOR DE ISCA FORMICIDA.....	17
FIGURA 2 – DOSADOR DE ISCA MECANIZADO.....	18
FIGURA 3 – DOSADOR DE ISCA MECANIZADO ACOPLADO À MÁQUINA BASE.....	19

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Valores médios das atividades no Estado de São Paulo para o ano de 2016.	23
TABELA 2 - Custo da aplicação manual x mecanizada por hectare.	24
TABELA 3 - Custo do controle manual de formigas cortadeiras das Empresas 1, 2 e 3, em R\$.	25
TABELA 4 - Custo do controle mecanizado de formigas cortadeiras das Empresas 1, 2 e 3, em R\$.	25
TABELA 5 - Custo total com controle de formigas cortadeiras para as Empresas 1, 2 e 3, em R\$.	27

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVO	4
2.1 OBJETIVO GERAL	4
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
3 REVISÃO DE LITERATURA	5
3.1 SETOR FLORESTAL BRASILEIRO	5
3.2 FORMIGAS CORTADEIRAS	5
3.3 ASPECTOS BIOLÓGICOS E MORFOLÓGICOS DO GÊNERO <i>Atta</i>	7
3.4 CONTROLE DE FORMIGAS CORTADEIRAS	9
3.5 MONITORAMENTO	11
3.6 CUSTOS DE CONTROLE	13
4 MATERIAL E MÉTODOS	14
4.1 ÁREA DE ESTUDO	15
4.2 COLETA DE DADOS	15
4.3 CONTROLE DE FORMIGAS CORTADEIRAS	16
4.3.1 Controle manual	16
4.3.2 Controle mecanizado	17
4.3.2.1 Equipamento	18
4.3.3 Isca Formicida	19
4.3.4 Monitoramento	19
4.4 ANÁLISE DOS DADOS	20
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5.1 CUSTO DA APLICAÇÃO POR HECTARE	23

5.2. CUSTOS DE CONTROLE EM ÁREA TOTAL	24
5.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO CONTROLE MECANIZADO	27
.....	27
6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÃO.....	29
REFERÊNCIAS	30

1 INTRODUÇÃO

O setor florestal brasileiro tem se expandido a cada ano em decorrência do aumento da demanda por madeira. Em algumas regiões brasileiras, as empresas de reflorestamento têm enfrentado algumas barreiras de crescimento, como por exemplo, o déficit de mão de obra. Por esta razão, as empresas florestais têm investido constantemente em tecnologia e inovação de modo a superar o problema. No controle de formigas cortadeiras, algumas empresas já estão utilizando implementos agrícolas e florestais adaptados para aplicação de isca formicida distribuídas a granel ou em micro porta isca, pois além de suprir a carência de mão de obra, o sistema apresenta menor custo, menor risco de exposição dos aplicadores ao produto químico, alta eficiência, aumento da segurança na aplicação e possibilidade de trabalho em mais turnos (DIAS, 2015).

As formigas cortadeiras que causam danos econômicos aos povoamentos florestais pertencem aos gêneros *Atta* (saúvas) e *Acromyrmex*, (quenquéns) (FORTI; BOARETTO, 1997). Atualmente, estão entre os principais insetos-praga em reflorestamentos brasileiros (DELLA LUCIA; VILELA, 1993), pois causam danos frequentes e significativos em plantios de *Eucalyptus spp.* a partir do corte de folhas e ramos tenros, podendo destruir completamente as plantas (OLIVEIRA, 1996).

Formigas do gênero *Atta* podem causar redução de até 13 % no volume final de madeira, além disso, um formigueiro adulto de espécies desse gênero podem consumir até uma tonelada de folhas por ano, o que corresponde a aproximadamente 86 árvores adultas (OLIVEIRA, 1996). A desfolha total de uma árvore gera perdas de quase metade da produtividade esperada, além disso, indivíduos submetidos às desfolhas sucessivas apresentam perdas em produção, além de redução na homogeneidade no plantio (PIZZI, 2016). Devido aos inúmeros danos que esta praga pode ocasionar aos povoamentos florestais, o controle de formigas cortadeiras nas áreas plantadas e no seu entorno é imprescindível (MAGISTRALI; ANJOS, 2011).

Existem diversos métodos de controle para formigas cortadeiras. Entretanto, esses insetos apresentam inúmeros mecanismos de defesa, o que dificulta a utilização de alguns métodos (SOUZA, 2016). O método mais eficiente aos povoamentos florestais é o método químico a partir do uso de iscas granuladas (ZANUNCIO et al., 1980). Dentre as vantagens deste método pode-se destacar: maior segurança ao aplicador (LOECK; NAKANO, 1984), menor custo operacional, e, maior rendimento no campo (CRUZ et al., 1984). Atualmente, o principal ativo utilizado em iscas granuladas é a sulfluramida na concentração de 0,3%, por apresentar baixa toxicidade, ação lenta no controle, baixa persistência no ambiente e degradação rápida (ZANUNCIO et al., 1992). Além disso, estudos recentes mostraram que este ativo não deixa resíduos detectáveis no solo e apresenta risco baixo ao ambiente em função da forma de aplicação, do comportamento do forrageamento e das condições de uso (PITELLI, 2016).

As iscas formicidas podem ser encontradas no mercado em embalagens de 500g e 5kg da isca a granel ou em micro porta iscas de 5g e 10g. A recomendação da bula dos produtos é que a aplicação seja feita de forma localizada a partir da medição da área de terra solta dos formigueiros, de modo a garantir a eficiência do controle e a redução do uso de químicos no campo (SIMÕES; LOPES, 2016).

O uso da aplicação mecanizada é crescente, pois um de seus atrativos como já citado, é o rendimento operacional que tem apresentado resultados de 25 a 30 ha/dia. No entanto, apesar de existirem diversas opções de equipamentos, a maioria é aplicada de forma sistemática. Dessa forma, alguns fatores devem ser considerados, cautelosamente, para obter resultados satisfatórios de controle tais como: dosagem, espaçamento, tamanho dos ninhos, população de formigas e a distribuição destes ninhos no campo. A questão do consumo é ainda mais preocupante às empresas certificadas pelo Forest Stewardship Council - FSC, pois este sistema ocasiona maior uso de formicida e uma das exigências da certificação é a restrição ao uso da sulfluramida e, portanto a obrigatoriedade de redução de uso do mesmo. (BONETTI FILHO, 2012).

É importante ressaltar também que tanto na aplicação manual, como na mecanizada, é essencial que se faça o monitoramento, pois o mesmo auxilia na identificação de áreas prioritárias ao controle, detecta a distribuição dos ninhos e

seus tamanhos médios e ainda, apresenta uma recomendação de quantidade de formicida a se utilizar nas áreas indicadas ao controle. Isso vem a colaborar para a racionalização do uso de isca formicida e na determinação de prioridades (JUNQUEIRA, 2015).

Apesar da necessidade de mecanização do controle de formigas cortadeiras em muitas empresas, há carência de informações em relação as vantagens deste tipo de aplicação de isca formicida. Isso se deve ao fato da dificuldade em controlar adequadamente este inseto-praga e em detrimento da necessidade de redução do uso da sulfluramida nos povoamentos florestais brasileiros. Desta forma, este trabalho visa apresentar dados referentes aos custos inerentes ao controle mecanizado e manual de formigas cortadeiras do gênero *Atta* em áreas florestais em municípios da região Centro Oeste do estado de São Paulo.

2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar os custos da aplicação mecanizada de isca formicida.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Determinar os custos do controle mecanizado e manual de formigas cortadeiras;
- b) Comparar o custo da aplicação mecanizada com a aplicação manual;
- c) Analisar as vantagens e desvantagens deste procedimento operacional.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 SETOR FLORESTAL BRASILEIRO

Conforme dados da indústria brasileira de árvores IBÁ (2015), em 2014 o Brasil possuía cerca de 7,74 milhões de hectares com florestas plantadas, um aumento de 1,8% em relação ao ano anterior. Isso corresponde a 0,9% do território nacional. Além disso, o setor florestal brasileiro é responsável por 91% de toda a madeira produzida para fins industriais no país.

Os plantios de eucalipto ocupam 5,56 milhões de hectares de área plantada, ou seja, 71,9% do total. Os estados onde se concentram as plantações de eucalipto são principalmente Minas Gerais (25,2%), São Paulo (17,6%) e Mato Grosso do Sul (14,5%). Deste total, 4,88 milhões de hectares são certificados por organizações como o FSC (Forest Stewardship Council) e CERFLOR (Programa Nacional de Certificação Florestal). A certificação é a garantia internacionalmente reconhecida, que permite identificar bens produzidos com padrões sustentáveis e incentiva a exportação (IBÁ, 2015).

O eucalipto foi trazido ao Brasil, em 1904, por Edmundo Navarro de Andrade, para ser empregado na construção das estradas de ferro da Companhia Paulista. Na década de 60, devido aos incentivos fiscais, a área de plantio de eucalipto no Brasil aumentou consideravelmente (VALVERDE, 2009).

Segundo Angeli (2005), o gênero *Eucalyptus*, pertence à família *Myrtaceae* e possui mais de setecentas espécies catalogadas. No entanto, poucas destas são empregadas nos plantios com fins de produção. De modo geral, a maioria das espécies do gênero são originárias da Austrália. É uma espécie com fácil adaptação e por esta razão apresentou sucesso produtivo diante das condições edafoclimáticas brasileiras (LOPES, 2004). Por esta razão, atualmente o Brasil é reconhecido pelo seu sucesso na indústria nacional de base florestal, pois apresenta alta produtividade em seus plantios de eucalipto comerciais.

3.2 FORMIGAS CORTADEIRAS

Formigas cortadeiras são insetos sociais que apresentam castas reprodutoras e não reprodutoras e vivem em colônias permanentes. Pertencem à Ordem Hymenoptera, Família Formicidae, Subfamília Myrmicinae. Os gêneros de maior importância econômica são *Atta* e *Acromyrmex* (ZANETTI, 2006).

As cortadeiras do gênero *Atta*, conhecidas por saúvas possuem ampla distribuição em todo o Brasil, em especial *Atta sexdens rubropilosa* e *Atta laevigata*. Já as do gênero *Acromyrmex*, conhecidas popularmente por “quenquéns” apresentam maior diversidade de espécies na região Sul do país. Entretanto, também são comumente encontradas em outras regiões. O Brasil é o país que apresenta maior número de espécies de saúvas e quenquéns. Ao todo são 10 espécies de saúvas e 20 de quenquéns (FORTI; BOARETTO, 1997).

As saúvas são insetos americanos, não estão presentes em outros continentes como a Europa, Ásia, África e Oceania. Na América sua área de dispersão vai do sul dos Estados Unidos (latitude 33° N) até o norte da Argentina (latitude 33° S) (MARICONI, 1979). No continente americano, não há saúvas no Chile, sendo que a principal hipótese para esses insetos não ocorrerem é a presença da Cordilheiras dos Andes, a qual é considerada uma restrição física para a dispersão das formigas. Além disso, não há registros em algumas ilhas das Antilhas e no Canadá. No Brasil só não se registrou a presença deste inseto na ilha de Fernando de Noronha (GALLO et al., 2002).

Estes insetos-praga ocorrem durante o ano todo e podem ou não apresentar redução na sua população, além disso, atacam plantas de todas as idades (DELLA LUCIA; ARAÚJO, 2000). Por esta razão e devido aos danos intensos e constantes que causam às plantas são consideradas as principais pragas dos reflorestamentos brasileiros. Segundo Zanetti (2006) representam aos produtores 75% dos custos e do tempo gasto com controle de pragas florestais.

Diante de todas essas características comportamentais e biológicas, pode-se concluir que as formigas cortadeiras são insetos de difícil controle, pois possuem diversos recursos para reduzir a ação de compostos químicos prejudiciais a elas, ao fungo ou a ambos (MARINHO et al., 2006).

Além das dificuldades de controle conferidas pela biologia e comportamento das cortadeiras, questões econômicas e ambientais obrigam

empresas reflorestadoras a melhorarem suas técnicas de controle e buscarem tecnologias que tornem a atividade eficiente e sustentável (CARDOSO, 2010).

3.3 ASPECTOS BIOLÓGICOS E MORFOLÓGICOS DO GÊNERO *Atta*

As formigas cortadeiras do gênero *Atta* (saúvas) possuem três pares de espinhos no dorso de seu tórax. Em suas colônias são encontradas muitas operárias pequenas com menos de 2 mm de comprimento de corpo e algumas grandes com mais de 1,5 cm (FORTI; BOARETTO, 1997). Segundo alguns autores (CARVALHO, 1935; JACOBY, 1950; JUSTI *et al.*, 1996), o tamanho e a forma dos indivíduos de um saueiro variam em função do trabalho executado por cada um, o que compõe as seguintes castas: 1) fêmeas e machos férteis; 2) fêmeas estéreis.

- Fêmeas férteis: em cada colônia existe uma única fêmea fértil que é a rainha, sendo conhecida também como içá ou tanajura. São responsáveis pela formação e reprodução do formigueiro do saueiro permanecendo na colônia até a extinção da mesma. As içás aladas apresentam cabeça, mandíbulas, tórax e gáster bastante desenvolvidos e sua coloração varia de marrom avermelhada a marrom escura;

- Machos férteis: também conhecidos como bitús, são alados, possuindo cabeça e mandíbulas pouco desenvolvidas e pernas mais avantajadas. A coloração varia de marrom avermelhada a marrom escura.

- Fêmeas estéreis: são denominadas operárias, constituem a grande maioria do saueiro, são ápteras e sua coloração varia de acordo com a espécie. Estão divididas em três categorias gerais que apresentam um gradiente de tamanho:

- a) Jardineiras: são as de menor tamanho, trituram partes de vegetais dentro da colônia, dispondo-as para o cultivo do fungo em câmaras especiais (painéis). São dotadas de grande capacidade olfativa, refugando qualquer material estranho que tenha sido trazido ao formigueiro;

b) Cortadeiras: são as de tamanho médio, cortam e transportam pedaços de vegetais para dentro da colônia, recuperam a vegetação e escavam o ninho.

c) Soldados: são as de tamanho grande, possuem cabeça e mandíbulas bem desenvolvidas e sua função é a de proteger a colônia.

Alguns autores ainda citam as generalistas, que são de tamanho intermediário e desempenham vários tipos de atividades como a degradação da vegetação antes da incorporação ao jardim de fungo, transporte de outras operárias, assistência à prole durante a ecdise ou muda, cuidados com a rainha, descarte do lixo e reconstrução das esponjas de fungo (DELLA LÚCIA, 1993).

Para Mariconi (1970), formigueiros adultos possuem mais de 38 meses de idade. Apenas em formigueiros com este grau de desenvolvimento, além da população normal de operárias, há também os machos e as fêmeas férteis, popularmente conhecidos por “Bitus” e “Içás” ou “Tanajuras” (AUTUORI, 1941).

Nestas colônias maduras de *Atta*, anualmente os machos e fêmeas alados abandonam o ninho onde foram produzidos para fundarem novas colônias e assim perpetuarem a espécie. A dispersão na região Sudeste ocorre geralmente entre os meses de setembro e dezembro, o que coincide com o período das chuvas (FORTI; BOARETTO, 1997).

Zanetti (2006) relata que um formigueiro é composto por ninhos subterrâneos com dezenas ou centenas de câmaras ligadas entre si e com o exterior por meio de galerias. Portanto, um formigueiro é constituído por:

- Painéis de fungo: câmaras que contém a cultura do fungo ou jardins de fungo;
- Painéis de lixo: câmaras destinadas ao depósito de resíduos de vegetal esgotado, fungos exauridos e cadáveres de formigas;
- Painéis vazias: câmaras vazias à espera de lixo ou fungo;
- Painéis de terra: câmaras que possuem terra solta em seu interior;
- Olheiro: aberturas externas dos ninhos;
- Canais: túneis que interligam as câmaras e os olheiros;
- Carreiro ou trilha: caminhos externos percorridos pelas formigas para captura de alimento.

Entre as atividades externas do formigueiro, a mais significativa é representada pelo trabalho desenvolvido pelas formigas no corte e carregamento do material vegetal para o interior da colônia (JURUENA, 1980).

Segundo Autuori (1942), a longevidade do formigueiro depende da rainha, pois quando ela morre não será substituída por outra e, não havendo mais postura de ovos, a colônia vai se extinguindo. Segundo Loeck (2007), uma rainha de sauveiro pode chegar até seus 22 anos, aproximadamente. Além disso, a rainha fecundada, durante toda a sua vida, pode pôr cerca de 300 milhões de ovos, que é a capacidade de armazenamento de espermatozóides de sua espermoteca (FORTI, 1987).

3.4 CONTROLE DE FORMIGAS CORTADEIRAS

A associação das cortadeiras com o fungo simbiote, que lhes serve de alimento e é cultivado em câmaras nos ninhos subterrâneos, também é outro fator que limita a ação de substâncias tóxicas ao fungo, pois ele funciona como um “estômago externo” que digere a celulose, e, ainda, transforma aleloquímicos vegetais em substâncias palatáveis para as formigas (MARTIN; WEBER, 1969).

Para as formigas cortadeiras manterem a cultura de fungo, estas desenvolveram um complexo processo de seleção de plantas no ambiente em que vivem. Esta seleção exercida pelas formigas dentro de uma determinada área provedora de recursos naturais, denomina-se território de forrageamento. Tal território compreende a área ao redor dos ninhos, as trilhas tronco (FOWLER; STILES, 1980) e os túneis de forrageamento (PRETTO, 1996).

Dentre as características biológicas que podem servir como entraves no controle das cortadeiras, cita-se o próprio fato de serem insetos sociais, ou seja, uma colônia de formigas é, frequentemente, tida como um superorganismo, porque ela exhibe fenômenos sociais, como cuidados e cooperação entre companheiras de ninho, divisão de tarefas, em que cada casta realiza sua função e, ainda a sobreposição de gerações (WILSON, 1971).

O controle de formigas cortadeiras depende das condições da área reflorestada, do clima, do custo operacional e de suas implicações no ambiente

(ANJOS et al., 1993). Há diversos tipos de controle, entre estes, químico, mecânico, biológico, cultural, resistência de plantas a insetos e comportamental (DELLA LUCIA; VILELA, 1993), no entanto o mais utilizado por apresentar resultados satisfatórios e econômicos é o controle químico (GRANDEZA et al., 1999).

O tamanho e a orientação da área de forrageamento das formigas cortadeiras podem afetar seriamente os métodos de controle, principalmente aquele que consiste na aplicação de iscas tóxicas distribuídas uniformemente na área. As implicações práticas nesse sentido são inúmeras tais como, colônias que apresentam território de forrageamento consideravelmente menor que outras situadas no mesmo local, podem não ter acesso à quantidade correta de iscas para causar sua morte e, dessa forma, escapar ao controle. O inverso também pode ocorrer.

Considerando todos os fatores limitantes ao controle, conferidos pela complexidade biológica, comportamental e estrutural de formigueiros, Marinho et al. (2006) ressaltam a importância de um controle eficiente, como o químico e ainda, se utilizar de uma molécula que tenha ação lenta e retardada de modo a propiciar que a maioria dos indivíduos da colônia tenham contato com a mesma e que isso resulte na morte do ninho.

Atualmente como já frisado, o controle químico é o mais utilizado. O produto que tem oferecido maior segurança de aplicação e evidenciado resultados satisfatórios são as iscas formicidas que podem ser encontradas com diversos ingredientes ativos. Os mais comuns são o fipronil, sulfluramida, deltametrina e fenitrothion (ZANETTI, 2007).

Dentre os métodos de controle existentes para formigas cortadeiras, Zanuncio et al. (1980) verificaram que o uso de iscas granuladas teve destaque por oferecer maior segurança ao operador (LOECK e NAKANO, 1984), menor custo de mão de obra e maior rendimento no campo (CRUZ et al., 1984). Boaretto e Forti (1997) também observaram que as empresas de reflorestamento empregam o controle químico de formigas cortadeiras através de iscas granuladas devido aos aspectos econômicos e ambientais.

A recomendação ao controle com iscas formicida é a aplicação localizada, a partir da medição da área de terra solta dos formigueiros, com doses que

variam de 6 a 10g de isca granulada/m² de terra solta, dependendo do tamanho do ninho. A aplicação deve ser feita nas dosagens corretas, distribuídas ao lado de olheiros e carreiros ativos e respeitando o tamanho do formigueiro (SIMÕES; LOPES, 2016).

Além da aplicação localizada é comum as empresas reflorestadoras realizarem aplicações de forma sistemática nas fases iniciais da floresta cultivada. Este procedimento auxilia no controle de outras espécies de formigas como as do gênero *Acromyrmex* em detrimento da dificuldade de localização de seus ninhos. No entanto, pouco se conhece sobre a efetividade no controle operacional de cortadeiras desta forma de aplicação em áreas de floresta em fase de manutenção, principalmente quando realizado de forma mecanizada (REIS et al., 2015).

Desta forma, a avaliação da melhor forma de aplicação de iscas e sua eficácia são fundamentais para o controle desta praga florestal. Além disso, permite obter controles mais efetivos e com menor impacto ambiental (NAGAMOTO et al., 2007; REIS et al., 2007; REIS et al., 2008).

3.5 MONITORAMENTO

Devido ao dano econômico que formigas cortadeiras podem ocasionar nos plantios florestais, o controle é indispensável. Entretanto, é fundamental realizar um monitoramento prévio das populações de formigas presentes nas áreas de interesse. O monitoramento tem por finalidade avaliar constantemente a ocorrência e a intensidade dos prejuízos que as formigas causam aos plantios florestais. Reflorestadoras adotam sistemas de monitoramento de formigas cortadeiras que geram dados referentes à população da praga no talhão (OLIVEIRA et al., 1993).

Monitoramentos de formigas podem ser utilizados também para determinar a necessidade de aplicações sistemáticas, a dosagem e o espaçamento da aplicação. Estes programas geralmente estão associados ao mapeamento geoestatístico e são fortes aliados no controle mecanizado também (BONETTI FILHO, 2012).

O sistema de monitoramento proporciona vantagens econômicas e ecológicas, pois reduz o custo do controle e a quantidade de formicida a ser aplicada, já que só se fará aplicação em áreas consideradas prioritárias (ZANETTI et al., 1999). O monitoramento em geral requer informações como: número de focos de ocorrência e o tamanho do pior foco, intensidade de desfolha nas árvores, quantidade de formigueiros, tamanho das colônias, número de olheiros ativos, espécie de formiga, etc. Além disso, é imprescindível o levantamento das características gerais da área monitorada como, por exemplo, a idade do povoamento, finalidade, existência de mato competição e de colônias nas adjacências das áreas reflorestadas, etc. Contudo, para que o monitoramento seja um aliado, é necessário ter conhecimento sobre o efeito da ação das formigas na produção florestal, pois esta será a base para a tomada de decisões (SOUZA et al., 2011).

Os principais métodos de amostragem de formigas cortadeiras em florestas cultivadas são parcelas aleatórias (OLIVEIRA et al., 1993; REIS; ZANETTI, 2005) e transectos (CALDEIRA, 2002; ZANUNCIO et al., 2004; REIS et al., 2005), mas recentemente tem-se estudado o uso de quadrantes (REIS et al., 2007) e da amostragem sequencial (ZANETTI; MENDONÇA, 2005).

Os programas de manejo integrado de formigas cortadeiras em florestas cultivadas são fundamentados por planos de amostragem desses insetos nos plantios, utilizando principalmente parcelas e transectos em faixas. O erro amostral operacional desses planos varia entre 10 e 30%, com 95% de confiabilidade, por isso são necessários estudos para reduzir esse erro e aumentar o rendimento operacional desses métodos, pois as informações geradas são usadas para dinamizar os níveis de tomada de decisão, avaliar a qualidade das operações, selecionar os procedimentos de combate químico, estimar as perdas de produção e prognosticar os riscos para cada intensidade de controle, entre outros aspectos (ZANETTI, 2007).

Os resultados mais importantes, e, recentes comprovam que os planos de amostragem utilizados em programas de monitoramento de formigas cortadeiras em florestas cultivadas no Brasil, diferem em função das características ambientais do local, do tipo de manejo adotado, época do ano, prioridade de combate, entre outros fatores. Portanto, locais diferentes necessitam de planos de

amostragem específicos, os quais não podem ser generalizados, e sim regionalizados e de acordo com a fase da floresta (ZANETTI, 2007; LARANJEIRO, 2013).

3.6 CUSTOS DE CONTROLE

A concepção econômica de custos, e em essência toda a teoria econômica, gira em torno da visão de que os recursos existentes são limitados ou escassos. Nesta concepção, todo processo de produção passa também, necessariamente, a ser um processo de escolha, já que os recursos utilizados em um determinado processo produtivo não estarão mais disponíveis para serem usados em qualquer outra alternativa de produção (IUNES, 1995).

Para Martin et al. (1994), os custos também permitem a estimativa do custo de produção para diferentes atividades e a análise destes tem assumido destaque aos processos de decisões de agronegócios, pois a partir deste estudo pode-se escolher o melhor custo-benefício e sua margem de redução ao longo do tempo. Bilas (1980) reforça esta posição expressando que “o custo dos fatores para uma empresa é igual aos valores destes mesmos fatores em seus melhores usos alternativos”.

O conhecimento do custo de determinada atividade é essencial para se saber se, dado o preço, o serviço ou produto oferecido é viável ou não e, ainda se é passível de redução tendo em vista o aumento da margem de lucro do empreendimento ao longo do tempo (MARTINS, 2003).

A Food and Agriculture Organization (FAO), em 1956, desenvolveu uma metodologia de cálculo, em forma esquemática, dos custos operacionais, a qual foi aceita pela maioria dos países europeus e utilizada desde então (FREITAS, et al., 2004)

Em plantios de *Eucalyptus*, é prática comum, o combate às formigas cortadeiras durante todo o ciclo florestal, representando custos considerados elevados às empresas florestais (REIS FILHO; NICKELE, 2014).

O controle de formigas cortadeiras pode representar até 75% dos custos de controle com pragas em reflorestamentos de eucalipto (VILELA, 1986; ZANETTI,

2006) e ainda, 30% dos gastos totais com manejo da floresta até o terceiro ciclo (ALÍPIO, 1989). O não controle de formigas cortadeiras, por sua vez, pode gerar prejuízos da ordem de bilhões de dólares (ABRAISCA, 2016).

Portanto, qualquer redução no custo do controle de formigas cortadeiras é significativo e desta forma, buscar métodos mais eficientes e menos custosos é imprescindível (CRUZ, et al., 1984).

Desta forma, empresas reflorestadoras têm investido constantemente em pesquisas que tem por objetivo encontrar um método de controle eficiente, econômico e que venha a suprir a escassez de mão de obra, para a realização do controle manual de cortadeiras e uma das alternativas encontradas foi a implantação de sistemas de aplicação mecanizada de iscas granuladas (REIS FILHO; NICKELE, 2014).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

Esta pesquisa foi conduzida a partir do levantamento de informações obtidas em três empresas florestais (Empresa 1, Empresa 2 e Empresa 3) situadas na região Centro Oeste do Estado de São Paulo, entre os municípios de Agudos, Lençóis Paulista, São Manuel, Botucatu e Itatinga, que utilizam a aplicação mecanizada de isca formicida em seus controles de formigas cortadeiras do gênero *Atta*.

Todas as empresas utilizam a mesma tecnologia de aplicação mecanizada de formicida, mas com metodologia diferenciada em detrimento das condições dos talhões e de seus monitoramentos, mas possuem características edafoclimáticas semelhantes, facilitando a comparação dos dados.

Este estudo foi realizado no estado de São Paulo, pelo fato do mesmo ter sido pioneiro na aplicação mecanizada de isca formicida (SALVADOR, 2013). A escolha do gênero do inseto, foi fundamentada nos maiores danos que as formigas do gênero *Atta* (saúvas) oferecem aos plantios florestais de *Eucalyptus* sp. devido ao fato desta espécie sofrer ataques de saúvas, desde o plantio até a época de colheita, implicando em diversas intervenções ao longo do ciclo de produção (SIMÕES; LOPES, 2016).

4.2 COLETA DE DADOS

Os dados foram informados pelos gestores de área das empresas consultadas. As informações correspondem as médias da quantidade de insumo utilizada nas aplicações manuais, e, mecanizadas nas áreas de manutenção (idade do povoamento entre 1 e 6 anos), e, na quantidade de área controlada no ano de 2016 conforme recomendação do monitoramento das áreas de cada uma das empresas. O controle de formigas cortadeiras ocorreu no período de abril a setembro de 2016, ou seja, no período mais seco do ano.

O monitoramento é executado por empresa terceirizada, e, ocorre por meio de estratificação das áreas considerando o pior foco. O monitoramento aponta o nível de infestação, nível de dano na floresta, atividade do formigueiro, presença de sub-bosque, entre outros fatores que possam ser relevantes ao controle de formigas cortadeiras. A vistoria e coleta de dados consideram o cálculo da densidade de ninhos, densidade de ninhos por classe de tamanho e a infestação total, assim:

$$\text{Infestação total} = \frac{\text{número de ninhos}}{\text{área total}} * \frac{\text{área de terra solta}}{\text{ninhos}}$$

Estes resultados são determinantes para a tomada de decisão sobre quais áreas devem ser controladas e qual o método de controle indicado. O nível de dano aceitável varia para cada uma das empresas.

4.3 CONTROLE DE FORMIGAS CORTADEIRAS

O controle de formigas em área de manutenção ocorreu em 16.500 hectares da Empresa 1, sendo 12.200 hectares realizados de forma manual e 4.300 hectares de forma mecanizada, em 25.800 hectares da Empresa 2, sendo 21.700 hectares de forma manual e 4.100 hectares de forma mecanizada e em 114.900 hectares da Empresa 3, sendo 102.500 hectares de forma manual e 12.400 hectares de forma mecanizada, conforme recomendação do monitoramento das empresas. Vale frisar que, a aplicação mecanizada foi recomendada de modo geral para as áreas de baixa e média infestação. Não há estudos científicos que determinem os níveis de infestação, no entanto, de forma empírica as empresas consideram que:

- Baixa infestação (recomendações \leq a 1,2 Kg/ha)
- Média infestação (recomendações $>$ 1,2 Kg/ha e $<$ 5,0 Kg/ha)
- Alta infestação (recomendações \geq 5,0 Kg/ha)

4.3.1 Controle manual

O controle manual em todas as empresas foi realizado por empresas prestadoras de serviços. Este tipo de controle é realizado a partir do uso de aplicador/dosador costal de isca formicida (Figura 1), calibrado para doses de 10 gramas. A metodologia de aplicação é a medição de área de terra solta dos saueiros através de passadas de um metro. A recomendação de controle é de 10 gramas por metro quadrado de terra solta. A isca granulada deve ser aplicada ao lado de olheiros, e, carreiros de alimentação do formigueiro. Os custos do controle manual incluem os custos fixos e variáveis dos equipamentos aplicadores e de proteção individual, os custos com pessoal, incluindo encargos sociais e, os custos administrativos. Desta forma, o preço da mão de obra manual (média entre as empresas) foi de R\$ 46,51 por hectare controlado. O custo com insumo não está incluso neste valor.



FIGURA 1 - APLICADOR/DOSADOR DE ISCA FORMICIDA
FONTE: CATEC (2016)

4.3.2 Controle mecanizado

O controle mecanizado também é realizado por empresas prestadoras de serviços, e, ao se discriminar a mão de obra da aplicação mecanizada, consideram-se inclusos os custos com maquinário (custos fixos e variáveis), com pessoal, incluindo encargos sociais e, os custos administrativos. O custo da mão de obra mecanizada (média entre as empresas) foi de R\$ 34,73 por hectare controlado. O custo com insumo não está incluso neste valor.

4.3.2.1 Equipamento

A tecnologia empregada na operação mecanizada consistiu em uma máquina base (trator agrícola), com um dosador de isca mecanizado acoplado (Figuras 2 e 3). Este implemento possui capacidade para armazenar 80kg de isca formicida. A distribuição da isca pode ser de forma intermitente, contínua ou conjugada, conforme orientação do gestor da empresa. A distância entre pontos é regulada por um temporizador, sensor de ponto instalado na roda do trator, que é ajustado manualmente. As aplicações nestes casos, ocorreram a cada 3 ou 5 entrelinhas de plantios, esta variação se deveu ao nível de infestação que foi apontado pelo monitoramento.



FIGURA 2 - DOSADOR DE ISCA MECANIZADO

FONTE: ICIADDEC (2016)



FIGURA 3 - DOSADOR DE ISCA MECANIZADO ACOPLADO À MAQUINA BASE.
FONTE: DINAGRO (2016)

4.3.3 Isca Formicida

Utilizou-se para o controle de formigas cortadeiras, isca formicida granulada, a base de sulfluramida. Este ingrediente ativo é um inseticida/formicida do grupo químico sulfonamida fluoralfática. A isca tóxica é composta por 0,3% de N-ethyl perfluoro-octane 1-sulfonamide (sulfluramida), e, 99,7% de ingredientes inertes (DINAGRO, 2016). Segundo Cicolin (informação verbal), o preço médio de comercialização da isca formicida direto da fábrica em 2016 foi de R\$ 6,30, o qual foi utilizado para os cálculos.

4.3.4 Monitoramento

Para cada empresa, a quantidade de área vistoriada foi diferente em detrimento de suas particularidades técnicas, no entanto, para efeito de cálculo utilizou-se da média do preço do monitoramento que foi de R\$ 9,50/ hectare (Pretto, informação verbal). Em 2016, as áreas monitoradas nas empresas foram

de 18 mil hectares na Empresa 1, 43 mil hectares na Empresa 2 e 230 mil hectares na Empresa 3.

4.4 ANÁLISE DOS DADOS

Para analisar os dados, calculou-se o custo da aplicação manual e mecanizada para as empresas de forma individualizada. Considerou-se a quantidade de área controlada em cada um dos métodos de controle, o volume médio de isca formicida utilizado na área total, tanto na aplicação manual quanto na mecanizada, o preço por hectare (ha) da mão de obra manual, e, mecanizada (média entre os valores praticados nas empresas consultadas), e o custo do monitoramento extrapolado para a área total monitorada em uma única passada anual.

Para cálculos de estudos comparativos entre os tipos de controle de cortadeiras utilizam-se de dados referentes à mão de obra, equipamentos e insumos. No cálculo da mão de obra utilizou-se da metodologia da FAO (Food and Agriculture Organization), conforme citado por Freitas et al. (2009), para estimativa de custos operacionais, onde os custos são classificados como:

- Custo maquinário (custos fixos + custos variáveis);
- Custos com pessoal (mão de obra);
- Custos administrativos.

Portanto, o custo total operacional é a somatória entre os custos com maquinário, pessoal e administrativo, sendo assim:

$$CT_{\text{operação}} = CM (CF + CV) + CP + CA$$

Nesta pesquisa ao se discriminar o custo da mão de obra, tem-se que:

$$MO = CT_{\text{operação}}$$

Em que:

MO = Mão de obra manual ou mecanizada;

CT_{operação} = Custo total da operação manual ou mecanizada;

CF = Custo fixo maquinário (juros, impostos e depreciação);

CV = Custo variável maquinário (combustível, lubrificantes, óleo, pneus manutenção e reparos);

CP = custo com pessoal (incluindo os encargos sociais);

CA = custo administrativo (custos indiretos com administração de trabalho e máquinas).

As informações referentes à área total de manutenção controlada, volume médio de isca formicida utilizado por hectare e quantidade de área controlada via manual ou mecanizada foram concedidas pelas empresas objeto de estudo e baseadas na recomendação de seus monitoramentos, os quais apontaram quais eram as áreas que deveriam receber o controle de formigas cortadeiras e qual o tipo de controle deveria ser empregado (manual ou mecanizado) de acordo com o nível de infestações dos talhões.

Para cálculo do custo total de insumo consumido, ou seja, de isca formicida, utilizou-se da seguinte equação:

$$CT_{insumo} = AT * VM * P$$

Em que:

CT_{insumo} = custo total do insumo, em R\$;

AT = área total controlada via manual ou mecanizada, em ha;

VM = volume médio de isca formicida aplicada via manual ou mecanizada, em Kg/ha;

P = preço de compra da isca formicida, R\$/Kg.

Já para a realização do cálculo do custo total da mão de obra, a equação utilizada foi:

$$CT_{mão\ de\ obra} = AT * PMO$$

Em que:

$CT_{mão\ de\ obra}$ = custo total da mão de obra, em R\$;

AT = área total controlada via manual ou mecanizada, em ha;

PMO = preço da mão de obra terceirizada, R\$/ha.

O custo total de controle manual e mecanizado, portanto, se deu pela soma entre o custo total do insumo e o custo total da mão de obra:

$$CT = CT_{\text{insumo}} + CT_{\text{mão de obra}}$$

Para o cálculo de monitoramento, utilizou-se o produto do preço por hectare do serviço terceirizado e do total de área monitorada, ou seja:

$$CM = AT * PM$$

Em que:

CM = custo total do monitoramento, em R\$;

AT = área total controlada via manual + mecanizada , em ha;

PM = preço do monitoramento, em R\$/ha.

A partir dos resultados de todos os cálculos, pode-se verificar os custos de cada tipo de controle de acordo com o que foi realizado pelas empresas, e, também inferir sobre as vantagens e desvantagens do emprego da aplicação mecanizada no controle de formigas cortadeiras do gênero *Atta* em povoamentos de *Eucalyptus sp.*, em fase de manutenção.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos valores coletados nas três empresas reflorestadoras que utilizam a aplicação mecanizada de isca formicida, e que possuem áreas de manutenção na região Centro-Oeste do Estado de São Paulo. Pode-se observar que para cada empresa os resultados são diferentes, e, isto mostra o quanto é importante analisá-los e discuti-los para a definição do melhor método a ser empregado no controle de formigas cortadeiras, pois como ressaltado por Reis et al. (2015), a mecanização no controle de formigas cortadeiras ainda é incipiente e pouco se conhece sobre o desempenho operacional dos aplicadores tratorizados de isca formicida, incluindo a capacidade operacional e a distribuição do insumo. Além disso, não há definição de espaçamento ideal e, isso interfere diretamente no custo da produção e na efetividade do controle.

A Tabela 1 apresenta os preços médios utilizados nos cálculos das Empresas 1, 2 e 3.

TABELA 1 - Valores médios das atividades no Estado de São Paulo para o ano de 2016.

Item	Valores médios (R\$/hectare)
Mão de obra manual	46,51
Mão de obra mecanizada	34,73
Monitoramento	9,50

Com base nos custos de mão de obra, monitoramento e insumo descritos, montou-se tabelas com o custo das operações mecanizadas para cada uma das três empresas estudadas. O preço de aquisição da isca formicida aplicado aos cálculos foi de R\$ 6,30.

5.1 CUSTO DA APLICAÇÃO POR HECTARE

A Tabela 2 mostra os valores de cada uma das variáveis de custo envolvidas na atividade de controle de formigas cortadeiras para cada tipo de aplicação (manual e mecanizada).

TABELA 2 - Custo da aplicação manual x mecanizada por hectare.

Tipo de aplicação	Custo médio mão de obra (R\$/ha)	Consumo médio de isca formicida (Kg/ha)	Custo médio de isca formicida (R\$/ha)	Custo Total (R\$/ha)
Manual	46,51	2,9	18,27	64,78
Mecanizada	34,73	3,1	19,53	54,26

A partir dos resultados apresentados pode-se dizer que, a aplicação de isca formicida mecanizada é mais viável economicamente quando comparada à aplicação manual. Entretanto, em áreas com alta infestação de formigueiros, onde o monitoramento recomenda a aplicação de mais de 5 kg de formicida por hectare, não há indicação do uso da aplicação mecanizada pela falta de metodologia e controle que garanta o sucesso no combate à formigueiros maiores.

Sendo assim, a grosso modo, a aplicação mecanizada é mais barata quando puder ser utilizada na totalidade das áreas e com eficiência no controle de todos os níveis de infestação de formigas.

5.2. CUSTOS DE CONTROLE EM ÁREA TOTAL

Os valores referentes à quantidade de insumo e ao custo total da operação manual e mecanizada referentes às Empresas 1, 2 e 3 estão apresentados nas Tabelas 3 e 4.

TABELA 3 - Custo do controle manual de formigas cortadeiras das Empresas 1, 2 e 3, em R\$.

Empresa	Área total controlada (ha)	Consumo médio de isca formicida (Kg/ha)	Preço total isca formicida (R\$)	Preço total mão de obra manual (R\$)	Custo total (R\$)
Empresa 1	12.200	2,8	215.208,00	563.762	778.970,00
Empresa 2	21.700	2,5	341.775,00	1.009.267,00	1.351.042,00
Empresa 3	102.500	3,39	2.189.092,50	4.767.275,00	6.956.367,50

TABELA 4 - Custo do controle mecanizado de formigas cortadeiras das Empresas 1, 2 e 3, em R\$.

Empresa	Área total controlada (ha)	Consumo médio de isca formicida (Kg/ha)	Preço total isca formicida (R\$)	Preço total mão de obra mecanizada (R\$)	Custo total (R\$)
Empresa 1	4.300	2,2	59.598,00	149.339,00	208.937,00
Empresa 2	4.100	4,5	116.235,00	142.393,00	258.628,00
Empresa 3	12.400	2,49	194.518,80	430.652,00	625.170,00

Em todas as empresas, a área total controlada via aplicação mecanizada foi inferior à controlada via manual. Considerando que o monitoramento recomenda o controle mecanizado apenas em áreas que apresentam baixa ou média infestação, isto significa que, em todas as empresas a maior parte das áreas apresentou alta infestação, e, devido a melhor precisão e eficiência que a aplicação manual oferece, todas as empresas optaram por fazer este tipo de controle nas áreas de maior risco.

De modo geral, na aplicação mecanizada de isca formicida utiliza-se maior volume de insumo por hectare quando se compara à manual, no entanto, conforme podemos observar nas Tabelas 3 e 4, com exceção da Empresa 2, as demais tiveram menor consumo de isca formicida na aplicação mecanizada. Esta

situação deve-se provavelmente ao fato das máquinas terem rodado apenas em áreas com baixa infestação de formigueiros.

O preço do formicida não apresentou impacto, pois este é verificado quando se tem diferença de pelo menos duas vezes no volume de produto consumido por hectare entre os tipos de controle, conforme foi verificado no trabalho desenvolvido por Reis (2009), contudo isso não ocorreu nestes casos avaliados. Entretanto, em detrimento do maior reajuste no preço da mão de obra manual em relação à mecanizada, no ano de 2016, e também devido à maior quantidade de áreas controladas via manual, o preço da mão de obra foi muito impactante no custo total do controle manual, já que a diferença de preço entre os controles é de R\$11,78 / ha controlado e, em todas as empresas a quantidade de área destinado ao controle manual foi superior à 70% em relação à mecanizada.

Desta forma, considerando que a diferença de preço de mão de obra manual e mecanizada continue na faixa dos 25%, o custo de controle de cortadeiras precisa ser otimizado e isto pode ser feito a partir de pesquisas que viabilizem o controle mecanizado em todos os níveis de infestação, a partir de melhorias nas técnicas de controle, tais como redução no volume de isca formicida aplicado e na melhor distribuição do insumo no campo, pois além de ser mais econômico, a aplicação mecanizada pode apresentar bons resultados de controle e ainda, rendimento operacional superior ao manual (REIS, 2009).

Mateus (2013) estudando a eficiência da aplicação mecanizada observou resultados acima de 80% de controle e ainda, encontrou uma economia de 18 a 34% na aplicação mecanizada.

A Tabela 5 apresenta os resultados de custo total do controle de formigas cortadeiras por empresa (insumo + mão de obra manual e mecanizada + monitoramento).

TABELA 5 - Custo total com controle de formigas cortadeiras para as Empresas 1, 2 e 3, em R\$.

Empresa	Área monitorada (ha)	Preço total monitoramento (R\$)	Área total controlada (ha)	Custo (insumo + mão de obra manual e mecanizada) (R\$)	Custo total (insumo + mão de obra + monitoramento) (R\$)
Empresa 1	18.000	171.000,00	16.500	987.907,00	1.158.907,00
Empresa 2	43.000	408.500,00	25.800	1.609.670,00	2.018.170,00
Empresa 3	230.000	2.185.000,00	114.900	7.581.537,50	9.766.537,50

De modo a conhecer o custo total do controle de formigas cortadeiras e a verificar a diferença monetária que o monitoramento gera às mesmas, calculou-se o preço total do monitoramento e o somou ao custo do insumo e da mão de obra manual e mecanizada. Nota-se que, o custo com monitoramento de formigas nas empresas cresceu em 17,3% o custo total da atividade na Empresa 1, 25,4% na Empresa 2 e 28,8% na Empresa 3.

5.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO CONTROLE MECANIZADO

Tendo em vista os resultados apresentados, as empresas têm optado pelo sistema mecanizado em maior parte em suas áreas de manutenção que apresentam baixa ou média infestação de acordo com o levantamento feito pelas equipes de monitoramento das empresas, isso porque a técnica de aplicação mecanizada necessita ser refinada de modo a atingir eficiência de controle superior a 90% que é considerável aceitável ao controle de formigas cortadeiras em áreas de alta infestação, o que atualmente só é atingida no controle manual (SIMÕES; LOPES, 2016).

Além disso, existem outras dificuldades que vêm sendo encontradas no uso do sistema mecanizado, entre estas as condições ruins dos equipamentos (trava, entupimento, etc), necessidade de adaptações específicas para determinadas áreas sem padronização, a alta dosagem de formicida que o

sistema requer já que nem sempre localiza os formigueiros, a falta de controle sobre a vazão de formicida, a dificuldade do tratorista em medir formigueiros de cima do trator e a impossibilidade da máquina adentrar talhões com declividades acentuadas (SALVADOR, 2013).

No entanto, como há a necessidade de mecanizar para reduzir custos, reduzir dosagem, trabalhar em mais turnos e utilizar o sistema em todas as etapas, muitos estudos vem sendo desenvolvidos para superar estes desafios e permitir que o sistema seja ainda mais apurado que o manual (DIAS, 2016).

Além disso, em termos de eficiência de controle, Reis et al. (2015) também verificaram em um estudo em Minas Gerais que, a aplicação sistemática mecanizada proporciona carregamento semelhante no controle manual e mecanizado e ainda, oferece qualidade de distribuição da isca formicida sob o ponto de vista do controle estatístico do processo. Mateus (2013) também estudando a viabilidade técnica e econômica da aplicação mecanizada de formicida detectou que a aplicação mecanizada é mais econômica quando não apresenta diferença significativa na quantidade de insumo a ser aplicada.

Portanto, fica claro que os dois métodos de controle apresentam vantagens e desvantagens, mas em um mercado competitivo e com necessidade de otimização de custos de produção, observa-se que a aplicação mecanizada de formicida é uma ferramenta muito importante. Entretanto, faz-se necessário acertar os pontos de melhoria para conseguir aproveitar ao máximo a tecnologia e economizar com a atividade.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÃO

As empresas reflorestadoras devem analisar suas condições de disponibilidade de mão de obra, monitoramento, nível de infestação, relevo e outros fatores antes da tomada de decisão, pois para cada empresa o método mais viável pode ser diferente;

O método de controle mecanizado só é mais viável economicamente se houver economia na quantidade de insumo utilizada;

O controle manual ainda é considerado o mais eficiente em detrimento da falta de metodologia definida para o controle mecanizado sob todas as condições de controle;

Há a necessidade de dar continuidade nas pesquisas de modo a adequar os sistemas de monitoramento de formigas à aplicação mecanizada e melhorar a técnica de controle de modo a proporcionar eficiência de controle em todos os níveis de infestação com uso sustentável de insumo conforme exigência das certificadoras.

REFERÊNCIAS

ABRAISCA. Associação Brasileira de Empresas Fabricantes de Iscas Inseticidas. Notícias. **Disponível em:** <http://www.abraisca.org.br/index.php/noticias>. Acesso em: nov/2016.

ALIPIO, A.S. Controle de formigas cortadeiras. Belo Horizonte: **Normas técnicas da Pains Florestal**, 1989, 8 p.

ANGELI, A. Indicações para escolha de espécies de Eucalyptus: identificação de espécies florestais. IPEF, 2005. **Disponível em:** <<http://www.ipef.br/identificacao/eucalyptus/indicacoes.asp>>. Acesso em: jun. 2016.

ANJOS, N.; MOREIRA, D.D.O.; DELLA LUCIA, T.M.C. Manejo integrado de formigas cortadeiras em reflorestamentos. In: DELLA LÚCIA, T. M. C. As formigas cortadeiras. Viçosa, Folha de Viçosa, 1993, 262 p.

AUTUORI, M. Contribuição para o conhecimento da saúva (*Atta* spp. Hymenoptera, Formicidae). I – Evolução do saueiro (*Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.12, p.127-228, 1941.

AUTUORI, M. Contribuição para o conhecimento da saúva (*Atta* spp. Hymenoptera, Formicidae). II – O saueiro inicial (*Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.13, p. 67-86, 1942.

BILAS, R. **A teoria microeconômica**. 8 ed. Rio de Janeiro. Forense-Universitária, 1980.

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

BONETTI FILHO, R.Z. A aplicação mecanizada de iscas. **Disponível em:** <http://www.ciflorestas.com.br/conteudo.php?id=8093>. Acesso em: abril de 2016.

CALDEIRA, M.A. Planos de amostragem de saueiros em eucaliptais. **Dissertação** (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002, 39 p.

CARDOSO, S.R.S. Morfogênese de ninhos iniciais, mortalidade de *Atta* spp. (Hymenoptera, Formicidae) em condições naturais e avaliação da ação de fungos entomopatogênicos. **Tese** (Doutorado em Agronomia - Proteção de Plantas) – UNESP. 2010.

CARDOSO, P. A importância do eucalipto no Brasil. **Painel Florestal**, Campo Grande, cap. 1, março, 2011. Disponível em: <http://painelflorestal.com.br/noticias/australia/10971/aimportancia-do-eucalipto-no-brasil>. Acesso em: 15 fev. 2012.

CARVALHO, J. H. de. Combate à saúva. Ministério da Agricultura. **Serviço de defesa sanitária vegetal**. v.3, p.1-18, Rio de Janeiro, 1935.

CRUZ, J. M.; NOGUEIRA, S. B.; PEREIRA, A. R. Adaptação de uma motocicleta para termonebulização no controle de formigas saúvas (*Atta spp.*), em áreas reflorestadas de cerrado. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 8, n. 2, p. 104-111, jul./dez, 1984.

DELLA LÚCIA, T. M. C. **As formigas cortadeiras**. Viçosa, 1993. 262p.

DELLA LUCIA, T. M. C.; VILELA, E. V. Métodos atuais de controle e perspectivas. **In:** DELLA LÚCIA, T. M. C. *As formigas cortadeiras*. Viçosa: Folha de Viçosa, p. 163-190, 1993.

DELLA LUCIA, T. M. C.; ARAUJO, M. S. Formigas cortadeiras: atualidades no combate. **In:** ZAMBOLIM, L. (Ed.). *Manejo integrado: doenças, pragas e plantas daninhas*. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, p.245-273, 2000.

DELLA LUCIA, T.M.C. **Formigas cortadeiras: da Bioecologia ao manejo**. 1 ed. Viçosa: UFV, 2011.

DIAS, A. O gerenciamento das operações de controle da formiga cortadeira como ferramenta para resultados efetivos – Mecanização. **Revista Referência Florestal**. v. 17, n. 163, 2015.

DINAGRO. Bula Isca Formicida Dinagro-S. Disponível em: <http://www.dinagro.com.br/produtos/dinagro-s/>. Acesso em: nov/2016.

FORTI, L. C.; CROCOMO, W. B.; GUASSU, C. M. O. Bioecologia e Controle das Formigas Cortadeiras de Folhas em Florestas Implantadas. São Paulo. FEPAF. **Boletim didático** n.4, 1987. 30p.

FORTI, L.C.; BOARETTO, M.A.C. **Formigas Cortadeiras. Biologia, Ecologia, Danos e Controle**. Botucatu, 1997.

FOWLER, H.G.; STILES, E.W. Conservative resource management by leaf-cutting ants: the role of foraging territories and trails, and environmental patchiness. **Sociobiology**, v.5, n.1, p.25-41, 1980.

FREITAS, L.C.; MARQUES, G.M.; SILVA, M.L.; MACHADO, R.R.; MACHADO, C.C. Estudo comparativo envolvendo três métodos de cálculo de custo operacional do caminhão bitrem. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 28, n. 6, pg. 855-863, nov/dez, 2009.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIN, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. v.10. Piracicaba, SP: FEALQ, 2002.

GRANDEZA, L.A.O.; MORAES, J.C.; ZANETTI, R. Estimativa do crescimento externo de ninhos de *Atta sexdens rubropilosa* Forel e *Atta laevigata* (F. Smith) (Hymenoptera: Formicidae) em áreas de reflorestamento com eucalipto. **Anuário Sociedade Entomologia Brasileira**, 1999.

HASSE, Geraldo. **Eucalipto**: histórias de um imigrante vegetal. Porto Alegre: JA Editores, 2006. p.127.

IBÁ – Indústria brasileira de árvores. **Anuário estatístico da indústria brasileira de árvores**: Ano base 2014. Brasília, DF, 2015, 80 p.

IUNES, R.F. A concepção econômica de custos. In: PIOLA, S.F.; VIANNA, S.M. Conceito e contribuição para a gestão da saúde. IPEA. Brasília, p. 227-247, 1995.

JACOBY, M. A saúva: uma inteligência nociva. Ministério da Agricultura. Serviço de Informação Agrícola. 2º Edição. Rio de Janeiro, 1950.

IBÁ - **Indústria Brasileira de Árvores**. Ano base 2014. Brasília, DF 2015. p. 28. Disponível em: http://iba.org/images/shared/iba_2015.pdf. Acesso em: 03 de jun. 2016.

JUNQUEIRA, L.R. Tecnologia da informação se torna forte aliada no combate às formigas cortadeiras- Na prática. **Revista Referência Florestal**, v.17, n. 166, ago-2015.

JURUENA, L. Espécies de formigas cortadeiras ocorrentes no estado do Rio Grande do Sul. Governo do Estado do Rio Grande do Sul. Secretaria da Agricultura. Departamento de Pesquisa. INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS. **IPAGRO Informativo** n. 23, Julho de 1980.

JUSTI JR., J.; IMINES, S. L.; BREGMANN, E. C.; CAMPOS-FARINHA, A. E. C.; ZORZENON, F. J. Formigas cortadeiras. **Boletim Técnico do Instituto Biológico**, São Paulo, v.4, p.5-31, 1996.

LARANJEIRO, A.J. Uso de tecnologias no monitoramento de formigas cortadeiras. **In:** 5º Workshop de Formigas Cortadeiras. Piracicaba, 2013.

LOECK, A. E.; NAKANO, O. Efeito de novas substâncias visando o controle de saueiros novos de *Atta laevigata* (Smith, 1858) (Hymenoptera: Formicidae). **O Solo**, Piracicaba, v. 76, n. 1, p. 25-30, jan./jun. 1984.

LOECK, A. E. Longevidade de uma rainha de *Atta sexdens*. **Informativo da Sociedade Entomológica do Brasil**, a.32, v.32, n3, p.3, dez. 2007.

LOPES, J. L. W. Produção de mudas de *Eucalyptus grandis* (W.Hill ex. Maiden) em diferentes substratos e lâminas de irrigação. 2004. 100 f. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia/Irrigação e Drenagem)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

MAGISTRALI, I.C; ANJOS, N. Avaliação de saueiros externos em eucaliptais de Minas Gerais. **Ciência Florestal**, v.21, n. 2, p. 349-354, 2011.

MARINHO, C.G.S; DELLA LUCIA, T.M.C.; PIKANÇO, M.C. Fatores que dificultam o controle das formigas cortadeiras. **Bahia Agrícola**, v.7, n.2, p. 18-21, abr. 2006.

MARICONI, F.A.M. **As Saúvas**. Editora Agronômica CERES. São Paulo, 1970. Universidade de São Paulo Luiz de Queiroz, Piracicaba, São Paulo, Brasil. Capítulo 4: Saúvas da América e do Brasil. Livro.

MARICONI, F.A.M. As saúvas. **Circular Técnica Nº 77**. IPEF. Piracicaba, 1979. 7 p.

MARTIN, M. M.; WEBER, N. A. The cellulose utilizing capability of the fungus cultured by the Attini *Atta colombica tonsipes*. **Anais...** Entomological Society of America, v.62, n.6, p.1386-1387, 1969.

MARTIN, N.B., SERRA, R.; ANTUNES, J.F.G.; OLIVEIRA, M.D.M.; OKAWA, H. Custos: sistema de custo de produção agrícola. **Informações econômicas**. São Paulo, v. 24, n.9, p. 97-122, set – 1994.

MARTINS, E. **Contabilidade de custos**. Editora Atlas S.A. São Paulo, 9 ed., 2003, 262 p.

MATEUS, G. S. Operacionalização do combate mecanizado de formigas cortadeiras nos plantios de eucalipto: Estudo de viabilidade técnica e econômica. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Especialização em Gestão Florestal). UFPR, Curitiba, 2013.

MORA, A.L.; GARCIA, C.H. **A cultura do Eucalipto no Brasil. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura.** 112p.,2000.

NAGAMOTO, N. S.; FORTI, L. C.; RAETANO, C. G. Evaluation of the dequacy of dixubenzuron and dechlorane in toxicbaits for leaf-cutting ants (Hymenoptera: Formicidae) based on formicidal activity. **Journal of Pest Science**, Heidelberg, v. 80, n. 1, p. 9–13, 2007.

OLIVEIRA, A.C.; BARCELOS, J.A.V.; MORAES, E.J.; FREITAS, G.D. Um estudo de caso: o sistema de monitoramento e controle de formigas cortadeiras na Mannesmann Fiel Florestal Ltda. **In: DELLA LUCIA, T.M.C. (Ed.). As formigas cortadeiras.** Viçosa: Folha de Viçosa, p.242-255, 1993.

OLIVEIRA, M. A. Identificação de formigas cortadeiras e efeito do desfolhamento simulado em plantios de *Eucalyptus grandis*. **Dissertação** (Mestrado em Entomologia),UFV, Viçosa, 1996. 61 f.

PITELLI, R.A. Estudos ambientais relativos ao uso da sulfluramida no controle de formigas cortadeiras em cultivos de eucalipto. **In: 6º Workshop de Formigas Cortadeiras.** Piracicaba, 2016.

PIZZI, M.B. Perda de produtividade em clones de eucalipto submetidos à desfolhas sucessivas. **In: 6º Workshop de Formigas Cortadeiras.** Piracicaba, 2016.

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. Botucatu, 1996. 109p. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia/Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agrônômicas. Universidade Estadual Paulista.

REIS, M.A.; ZANETTI, R. Distribuição espacial e tamanho ótimo de parcelas para amostragem de formigueiros em eucaliptais da Cenibra. **In: Simpósio de Mirmecologia. Resumos.** Campo Grande, p.271-273, 2005.

REIS, M.A.; ZANETTI, R.; SCOLFORO, J.R.S; FERREIRA, M.Z.; RIZENTAL, M.S. Desenvolvimento e validação de um plano de amostragem de formigas cortadeiras em eucaliptais pelo método de transectos em faixa. **In: Simpósio de Mirmecologia. Resumos.** Campo Grande, p.428-430, 2005.

REIS, M.A.; ZANETTI, R.; SCOLFORO, J.R.S; FERREIRA, M.Z.; ZANUNCIO, J.C. Sampling of leaf-cutting ant (Hymenoptera: Formicidae) nests in eucalyptus plantations using quadrant and prodan methods. **Sociobiology**, v.50, p.1-7. 2007.

REIS, M.A.; ZANETTI, R.; SCOLFORO, J.R.S.; FERREIRA, M.Z.; ZANUNCIO J.C. 2008. Sampling of leaf-cutting ant nests (Hymenoptera: Formicidae) in eucalyptus plantations using quadrant and Prodan methods. **Sociobiology, Chicago**, v. 51, n. 1, p. 21-29, 2008.

REIS, M.A. Avaliação e aperfeiçoamento de programas de manejo de formigas cortadeiras (Hymenoptera: Formicidae) em eucaliptais. **Tese** (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

REIS, M.A., CUNHA, J.P.A.R.; ZANETTI, R.; FERNANDES, B.V.; REIS, J.M.R. Aplicação sistemática mecanizada de isca formicida granulada em eucaliptais em fase de manutenção. **Revista Cerne**, v.21, n.3, p. 423-428, 2015.

REIS FILHO, W.; NICKELE, M.A. Redução de custos no combate às formigas cortadeiras em plantios florestais. **In: 3º Encontro Brasileiro de Silvicultura. Campinas. Anais...**, 2014.

SALVADOR, J.F. Monitoramento e controle mecanizado de formigas cortadeiras na Duratex. **In: 5º Workshop de Formigas Cortadeiras. PROTEF. Piracicaba**, 2013.

SIMÕES, M.F.S; LOPES, T.C. Saúva Club. Formigas Cortadeiras. **Aplicativo**. 2016.

SIMÕES, M.F.S; LOPES, T.C. Manejo de formigas cortadeiras: monitoramento e aplicação mecanizada de isca formicida. **Revista Referência Florestal**. v. 18, n. 177, p. 42-47, ago/2016.

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**, v.40, n. 4, p. 483-488, 2011.

VALVERDE, S. R. Esclarecimentos sobre as plantações de eucalipto no Brasil. Texto técnico. 2009. **Disponível em:** <http://www.ciflorestas.com.br/arquivos/doc_esclarecimentos_brasil._14660.pdf. 2009>. Acesso em: jun. 2016.

VILELA, E.F. Status of leaf-cutting and control in forest plantations in Brazil. **In: LOFGREEN, C.S.; VANDER MEER, R.C. Fire and leaf-cutting ants: biology and management. Boulder. Westview Press, 1986, p. 399-408.**

ZANETTI, R.; ZANUNCIO, J.C., VILELA, E.F.; LEITE, H.G.; DELLA LUCIA, T.M.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. 321-325, 1999.

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

ZANETTI, R., DIAS, N.; REIS, M.; SOUZA-SILVA, A; MOURA, M.A. Eficiência de iscas granuladas (sulfluramida 0,3%) no controle de *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908. **Ciência Agrotécnica**, v. 28, n.4, p. 878-882, 2004.

ZANETTI, R. & MENDONÇA, L.A. Plano de amostragem sequencial de formigas cortadeiras em reflorestamentos da Cenibra em Belo Oriente, MG. In: Simpósio de Mirmecologia. Resumos. Campo Grande, p.408-410, 2005.

ZANETTI, R. Entomologia: Manejo integrado de pragas. **Notas de aula**. UFLA, 2006.

ZANETTI, R. Monitoramento de formigas cortadeiras (Hymenoptera: Formicidae) em florestas cultivadas. **Anais...XVIII** Simpósio de Mirmecologia, São Paulo, v.69, p. 129-131, 2007.

ZANUNCIO, J.C.; VILELA, E.F.; NOGUEIRA, S.B. Emprego de iscas granuladas e pós secos no controle de *Atta laevigata* no município de Curvelo, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.2, n.4, p.221-226, ago. 1980.

ZANUNCIO, J.C.; COUTO, L.; SANTOS, G.P.; ZANUNCIO, T.V. Eficiência da isca granulada Mirex-S, à base de sulfluramida, no controle da formiga-cortadeira *Atta laevigata* (Hymenoptera; Formicidae). **Revista Árvore**, Viçosa, v.3, n.16, p.357-361, dez. 1992.

ZANUNCIO, J.C.; LOPES, E.T.; LEITE, H.G.; ZANETTI, R.; SEDIYAMA, C.S.; FIALHO, M.C.Q. Sampling methods for monitoring the number area of colonies of leaf cutting ants (Hymenoptera: Formicidae) in Eucalyptus plantations in Brazil. **Sociobiology**, v.44, p.337-344, 2004.

WILSON, E. O. **The insect societies**. Cambridge: Harvard University, 1971. 548p.

VITAL, M. H. F. Impacto Ambiental de Florestas de Eucalipto. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 28, p. 235-276, 2007.