

## PEST MANAGEMENT

### Nível de Dano Econômico para Formigas-Cortadeiras em Função do Índice de Produtividade Florestal de Eucaliptais em uma Região de Mata Atlântica

A SOUZA<sup>1</sup>, R ZANETTI<sup>2</sup>, N CALEGARIO<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Fac Anhanguera de Dourados, Dourados, MS, Brasil

<sup>2</sup>Depto de Entomologia, <sup>3</sup>Depto de Engenharia Florestal, Univ Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil

#### Keywords

*Atta*, site index, monitoring

#### Correspondence

ALAN DE SOUZA, Rua Espanha, 96, Jardim Jacy, 79006-580, Campo Grande, MS; [alandesouza7@gmail.com](mailto:alandesouza7@gmail.com)

Edited by Herbert Siqueira – UFRPE

Received 14 November 2008 and accepted 01 March 2011

#### Abstract

Economic Damage Level for Leaf-Cutting Ants in Function of the Productivity Index of Eucalyptus Plantations in an Atlantic Forest Region

The production and quality of eucalyptus plantations have been studied in areas with different densities of ant nests, being important to estimate losses caused by leaf-cutting ants. The effects of leaf-cutting ant on wood production in different productivity sites were studied in eucalyptus plantations in the region of Atlantic Forest, Minas Gerais State, Brazil from 2003 to 2006. Data of plots of the continuous forest inventory and data of leaf-cutting ant monitoring in eucalyptus plantations were obtained. Each unitary increment in the area of *Atta* spp. nests per hectare reduced the wood production of the eucalyptus forest between 0.04 and 0.13 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, resulting in a level of economic damage for leaf-cutting ants between 13.4 and 39.2 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>, in this region. Moreover, this study innovated when using indices of forest productivity (site index) that promote better adjustment of the models and produce estimate more accurate of the level of economic damage for leaf-cutting ants in cultivated forests, allowing to conclude that the increase of the total area of ant nests reduces the wooden volume of eucalyptus, proportionally to the productive potential of the forest.

#### Introdução

As formigas-cortadeiras são importantes insetos-praga de florestas cultivadas na maior parte da Região Neotropical (Della Lucia *et al* 1993). As desfolhas provocadas por elas causam perdas significativas a essas florestas, sendo necessário o seu controle (Zanetti *et al* 2003a,b). No entanto, o controle requer o monitoramento prévio das populações dessas formigas. Os produtores florestais adotam sistemas de monitoramento de formigas-cortadeiras que fornecem diagnósticos sobre as populações da praga por talhão (Oliveira *et al* 1993).

A utilização desses sistemas proporciona vantagens econômicas e ecológicas, pois permite reduzir o custo de controle e a aplicação de inseticidas no ambiente (Zanetti *et al* 1999). Porém, seu uso vantajoso depende do conhecimento dos efeitos das formigas sobre a produção florestal, que é base para a criação de ferramentas precisas de tomada de decisão de controle, como o nível de dano econômico.

O potencial dano de formigas-cortadeiras e seus efeitos na produção e qualidade de eucaliptais é estudado usando dados de desfolha natural causada pelas formigas (Hernández & Jaffé 1995, Zanetti *et al* 2000a,

2003c) ou por simulações de desfolhas (Freitas & Berti Filho 1994, Silva *et al* 1995, Oliveira 1996, Cantarelli *et al* 2008, Matrangolo *et al* 2010). No entanto, nenhum trabalho avaliou os efeitos da área e da densidade de ninhos de formigas-cortadeiras sobre a produção vegetal considerando o potencial produtivo de cada local (índice de sítio), que permitem estimativas mais precisas que a média regional (Gomes *et al* 1997, Schneider *et al* 2001, Calegario *et al* 2005).

O presente estudo foi realizado com o objetivo de estimar perdas de produção de madeira de eucalipto causadas por *Atta* spp. (Hymenoptera: Formicidae) em diferentes sítios de produtividade florestal, em região de Mata Atlântica do Vale do Rio Doce, em Minas Gerais. A hipótese testada foi a de que o aumento da área e/ou da densidade de ninhos de formigas-cortadeiras reduz o volume de madeira de eucalipto, de maneira proporcional ao potencial produtivo da floresta.

## Material e Métodos

### Coleta dos dados

O estudo foi conduzido em eucaliptais localizados na região do Vale do Rio Doce (19°19'06,83"S e 42°23'37,47"O), com altitude média de 550 m, na região leste de Minas Gerais. Os dados foram coletados nos municípios de Açucena, Alvinópolis, Bom Jesus do Amparo, Catas Altas, Guanhães, Iapu, Ipaba, Naque, Nova Era, Peçanha, Sabinópolis, Santa Bárbara, São Gonçalo do Rio Abaixo, São João Evangelista e de Virginópolis.

Foram selecionados 384 talhões cultivados com eucalipto, os quais foram inventariados continuamente entre os anos de 2003 e 2006. As coletas de dados foram anuais, por talhão, em parcelas com área média de 635,13 m<sup>2</sup> (uma a cada 25 ha), com as seguintes informações: ano do inventário, área do talhão (ha), área da parcela (m<sup>2</sup>), data do plantio (ano), idade da floresta (anos), número de árvores por parcela (N), material genético e procedência de eucalipto, altura das árvores dominantes e codominantes (Hdc) (m), área basal (G) (m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>) e volume de madeira (V) (m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>).

O monitoramento de ninhos de saúvas foi executado anualmente nos mesmos talhões e anos do inventário. Foram coletados os dados de ano do monitoramento, área de saúvas (m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>) e densidade de saúvas (n.ha<sup>-1</sup>) em parcelas com largura de três ruas de plantio e comprimento igual ao da linha de plantio, lançadas a partir da terceira linha e a cada 96 m até o término do talhão (Reis 2005), sendo aproximadamente cinco parcelas por talhão, resultando na intensidade amostral de 6,9%.

Todos os dados foram ordenados em planilha eletrônica e processados no programa SAS 9.1.3 (Statistical Analysis System 2004), relacionando-se

dados do inventário florestal com os do monitoramento de formigas-cortadeiras, com cada talhão representando uma unidade amostral.

### Estimativa do índice de sítio para o cálculo do volume de madeira

Foram calculados os índices de sítio de cada talhão, independente do material genético cultivado. Para estimar tais índices, foram utilizadas equações baseadas na altura de árvores dominantes e codominantes (Hdc) (m), variável essa que melhor expressa a qualidade do sítio de determinado local (Burkhart & Tennent 1977, Stout & Shumway 1982). O cálculo foi feito por meio das seguintes equações:

$$\hat{LnHdc}_i = \beta_0 + \beta_1 * \frac{1}{Id_i} + \varepsilon_i \quad (1)$$

$$\hat{LnS}_i = \beta_0 + \beta_1 * \frac{1}{7} + \varepsilon_i \quad \text{e} \quad \beta_0 = LnS_i - \beta_1 * \frac{1}{7} + \varepsilon_i \quad (2)$$

Logo, substituindo (2) em (1), tem-se:

$$\hat{LnHdc}_i = \hat{LnS}_i - \beta_1 * \frac{1}{7} + \beta_1 * \frac{1}{Id_i} + \varepsilon_i$$

então:

$$\hat{LnS}_i = \hat{LnHdc}_i + \beta_1 * \left( \frac{1}{7} - \frac{1}{Id_i} \right) + \varepsilon_i$$

em que: LnHdc<sub>i</sub> = logaritmo neperiano da altura de árvores dominantes e codominantes (m); 7 = idade de corte das árvores; Id<sub>i</sub> = idade (anos) das árvores de eucalipto; LnS<sub>i</sub> = logaritmo neperiano do índice de sítio; β = coeficientes; ε<sub>i</sub> = erro aleatório.

Em seguida, os valores de índice de sítio foram ordenados na mesma planilha eletrônica dos dados referentes ao inventário e ao monitoramento de ninhos de formigas-cortadeiras, tendo como unidade amostral o talhão.

### Efeito dos saúvas sobre o volume de madeira de eucaliptais

Para estimar o efeito dos saúvas sobre o volume de madeira de eucaliptais foi realizada análise de correlação (Pearson, P ≤ 0,05) entre as variáveis do inventário florestal e do monitoramento de ninhos de formigas-cortadeiras. Em seguida, análises de regressão linear múltipla foram feitas para estimar o volume de madeira em função da idade das árvores, da área basal das árvores, do número de árvores, do índice sítio, da densidade e da área de saúvas, por meio do modelo linear múltiplo:

$$\hat{\text{LnV}}_i = \beta_0 + \beta_1 * \frac{1}{\text{Id}_i} + \beta_2 * \text{LnG}_i + \beta_3 * \text{LnN}_i + \beta_4 * \text{LnS}_i + \beta_5 * \text{LnDs}_i + \beta_6 * \text{As}_i + \varepsilon_i$$

em que:  $\text{LnV}_i$  = logaritmo neperiano do volume de madeira ( $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ );  $\text{Id}_i$  = idade (anos) das árvores de eucalipto;  $\text{LnG}_i$  = logaritmo neperiano da área basal das árvores ( $\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ );  $\text{LnN}_i$  = logaritmo neperiano do número de árvores;  $\text{LnS}_i$  = logaritmo neperiano do índice de sítio;  $\text{LnDs}_i$  = logaritmo neperiano da densidade de saueiros ( $\text{n}.\text{ha}^{-1}$ );  $\text{As}_i$  = área de saueiros ( $\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ );  $\beta$  = coeficientes;  $\varepsilon_i$  = erro aleatório.

Com base nas equações ajustadas de volume de madeira para cada sítio, em função da área e/ou densidade de saueiros, simulou-se o efeito de diferentes áreas e/ou densidades de saueiros na produção volumétrica de eucaliptais, para então calcular o prejuízo (Pr) ( $\text{US}\$. \text{ha}^{-1}$ ) decorrente, pela fórmula:  $\text{Pr} = P \times \text{Vp}$ , em que:  $P$  = perda de madeira ( $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ ); e  $\text{Vp}$  = valor da madeira ( $\text{R}\$. \text{m}^{-3}$ ) (preço de mercado da madeira em pé na região de estudo), sendo que:  $P = V_0 - V_i$  em que:  $V_0$  = volume de madeira ( $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ ) obtido com a área e/ou densidade de saueiros igual à zero; e  $V_i$  = volume de madeira ( $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ ) obtido com a área e/ou densidade de saueiros maior que zero (Zanetti *et al* 2003c).

Dessa forma, o nível de dano econômico para formigas-cortadeiras em eucaliptais foi a área e/ou a densidade de saueiros por hectare, que produziu uma perda na produção de madeira de igual valor ao custo de controle médio da região.

## Resultados e Discussão

### Estimativa do índice de sítio para o cálculo do volume de madeira

O ajuste linear do logaritmo neperiano da altura de árvores dominantes e codominantes ( $\text{LnHdc}$ ) em relação ao inverso da idade ( $1/\text{Id}$ ) das árvores de eucalipto de cada talhão resultou na seguinte equação:

$$\hat{\text{LnHdc}} = 3,69(\pm 0,01) - 2,35(\pm 0,08) * \frac{1}{\text{Id}_i}$$

Com base nos valores de  $\beta_1$  (-2,35), foram encontrados os valores de índice de sítio de cada talhão, conforme as equações a seguir:

$$\hat{\text{LnS}} = \hat{\text{LnHdc}} - 2,35 * \left( \frac{1}{7} - \frac{1}{\text{Id}_i} \right)$$

Para a obtenção dos valores de índice de sítio de cada talhão para a população estudada, com base na altura média de árvores dominantes e codominantes, foi considerada

a idade de corte de sete anos, uma vez que, a partir do quinto ano de vida, o povoamento tem um padrão de desenvolvimento mais definido em altura (Scolforo 1992).

O aumento no índice de sítio resultou em aumento no volume de madeira produzido, independentemente da infestação por formigas-cortadeiras (Tabela 1). Tais resultados já eram esperados, pois a produção de madeira é influenciada significativamente pelo sítio (Gomes *et al* 1997). Nesse contexto, são vários os métodos utilizados para a classificação de sítio florestal, sendo que aquele que emprega a altura das árvores dominantes é considerado o mais prático e usual (Selle *et al* 1994). Além disso, predomina o uso da altura dominante e codominante em vários trabalhos realizados no Brasil para a classificação de sítio (Machado *et al* 1997, Schneider *et al* 2001, Calegario *et al* 2005).

Dessa forma, à medida que os sítios são classificados, de acordo com a potencialidade produtiva de cada local (talhão), tal classificação torna-se fundamental para a determinação e o planejamento da produção, pois tabelas de produção podem ser construídas com base nos índices de sítio.

Tabela 1 Estimativa de produção (V) e de perda (P) no volume de madeira e de nível de dano econômico (NDE) para formigas-cortadeiras, em diferentes sítios de produtividade de eucaliptais aos sete anos de idade, em uma região de Mata Atlântica do Vale do Rio Doce, MG.

N	$\hat{G}$ ( $\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ )	S	V ( $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ )	P ( $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ ). $\text{m}^{-2}$ ninho	NDE* ( $\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ )
992	9,21	15	108,5	0,04	39,21
1339	12,60	20	156,4	0,06	27,19
1339	16,75	25	209,8	0,08	20,26
992	20,15	30	263,5	0,11	16,14
1211	22,44	35	316,7	0,13	13,44

G = área basal das árvores ( $\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ ); S = índice de sítio; N = número de árvores. $\text{ha}^{-1}$ ; P = perda no volume de madeira ( $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ ). $\text{m}^{-2}$  área de ninho; NDE = nível de dano econômico ( $\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ ).

\*Área total de terra solta de saueiros, que provoca um prejuízo de valor igual ao custo de controle dessa praga ( $\text{R}\$ 50,72.\text{ha}^{-1}$ ), considerando um valor de mercado da madeira em pé na região de  $\text{R}\$ 30,00.\text{m}^{-3}$  (valores médios estimados na região de estudo).

### Efeito dos saueiros sobre o volume de madeira de eucaliptais

A área e a densidade de ninhos de formigas-cortadeiras apresentaram correlações negativas com o volume de madeira, porém, somente a área de saueiros apresentou correlações significativas e negativas com o volume de madeira e com a área basal das árvores ( $P \leq 0,05$ ) (Tabela 2). Isso demonstra que as injúrias das saúvas

Tabela 2 Correlação (Pearson,  $P \leq 0,05$ ) entre as variáveis logaritmo neperiano do volume de madeira (LnV), inverso da idade das árvores de eucalipto (Invt), logaritmo neperiano da área basal de árvores (LnG), logaritmo neperiano do número de árvores (LnN), logaritmo neperiano do sítio (LnS), logaritmo neperiano da densidade de sauveiros (LnDs), logaritmo neperiano da área de sauveiros (LnAs), referentes a talhões cultivados com eucalipto, em uma região de Mata Atlântica do Vale do Rio Doce, MG, 2003 a 2006.

Variável	Invt	LnG	LnN	LnS	LnDs	LnAs
LnV	-0,46792 (P < 0,0001)	0,99747 (P < 0,0001)	0,68035 (P < 0,0001)	0,29734 (P < 0,0001)	-0,07500 (P = 0,0990)	-0,12974 (P = 0,0042)
Invt		-0,43150 (P < 0,0001)	-0,24060 (P < 0,0001)	-0,00004 (P = 0,9993)	-0,05807 (P = 0,2017)	0,01680 (P = 0,7122)
LnG			0,071221 (P = 0,0001)	0,26677 (P < 0,0001)	-0,06895 (P = 0,1294)	-0,12081 (P = 0,0077)
LnN				-0,09014 (P = 0,0473)	-0,02469 (P = 0,5875)	-0,06112 (P = 0,1790)
LnS					0,03931 (P = 0,3877)	-0,00285 (P = 0,9501)
LnDs						0,94335 (P < 0,0001)

influenciam negativamente o crescimento em diâmetro das árvores e, conseqüentemente, a produção por meio de desfolhas, à medida que os ninhos crescem em tamanho. Resultado semelhante foi observado por Matrangolo *et al* (2010) que verificaram que o desfolhamento afeta mais o diâmetro das plantas do que a altura, pois o crescimento do primeiro é mais dependente da fotossíntese corrente do que das reservas acumuladas na árvore; enquanto o crescimento em altura é mais dependente das reservas da árvore do que da produção corrente (Kramer & Kozlowski 1972).

Tanto a área de sauveiros quanto a densidade de sauveiros não apresentaram relação com a idade das árvores de eucalipto (Invt), número de árvores (LnN) e índice de sítio (LnS). A densidade (LnDs) e área de sauveiros (LnAs) estão altamente relacionadas ( $P < 0,0001$ ) (Tabela 2), pois, na região estudada, a maioria dos ninhos eram pequenos, com aproximadamente 1 m<sup>2</sup>. Reis (2005), na mesma região, verificou que 88,9% dos ninhos de saúvas eram menores que 1m<sup>2</sup>. Resultados semelhantes foram encontrados em áreas cultivadas com *Eucalyptus* spp., em João Pinheiro, MG, sendo que 75,4% dos formigueiros apresentaram área de terra solta com até 1m<sup>2</sup> (Zanetti *et al* 2000b). O mesmo foi verificado por Caldeira *et al* (2005) em eucaliptais de Bocaiúva, MG, onde 67,3% de sauveiros eram pequenos e menores de 1m<sup>2</sup> de terra solta.

A análise de correlação demonstrou que a área de sauveiros foi a melhor variável para estimar a influência negativa das formigas-cortadeiras na produção de eucaliptais. Conforme citado anteriormente, tal variável demonstrou influenciar o volume de madeira e a área basal das árvores, o que justifica a sua inserção no modelo para estimar o volume de madeira por meio de regressão

linear. Resultados semelhantes foram encontrados por Hernández *et al* (1999), para colônias de *Atta laevigata* (Smith) em plantios de pinus e por Zanetti *et al* (2000a, 2003c), para colônia de *Atta sexdens rubropilosa* Forel em talhões de eucalipto, ao realizarem análises de correlação e de regressão múltipla para estimarem o volume por meio de modelo linear múltiplo.

O volume de madeira de eucalipto (LnV) apresentou relação positiva ( $P < 0,0001$ ) com a área basal de árvores (LnG), com o número de árvores (LnN), com o índice de sítio (LnS) e com a idade das árvores de eucalipto (Id) (Tabela 2). Tais resultados já eram esperados, pois à medida que as árvores crescem em diâmetro, permanecem vivas em número ao longo do tempo, favorecem o desenvolvimento da planta e, conseqüentemente, aumentam o volume de madeira. Isso foi comprovado por diversos estudos desenvolvidos no Brasil para florestas plantadas com espécies de crescimento rápido do gênero *Eucalyptus* (McTague *et al* 1989, Guimarães & Leite 1996, Batista 1997) e do gênero *Pinus* (IFSP 1974, Couto & Vettorazzo 1999, Tonini *et al* 2001), que se basearam em variáveis como o diâmetro da área basal, a altura, o número e a idade das árvores.

Quanto maior for o índice de sítio, maior será a potencialidade de determinado local e, conseqüentemente, maior será o volume de madeira, uma vez que o cálculo de tal índice baseia-se na altura média das árvores dominantes e codominantes e na idade de referência. O índice de sítio é utilizado mundialmente para definir a potencialidade de sítios florestais (Machado *et al* 1997, Schneider *et al* 2001, Calegario *et al* 2005), por meio da soma de fatores ambientais que podem ser expressos de forma numérica.



A relação diretamente proporcional ( $P < 0,0001$ ) entre o volume de madeira e a área basal de árvores ( $t = 8,69$ ) expressou a melhor estimativa do volume de madeira, seguida pela idade das árvores ( $t = 11,54$ ) e pelo índice de sítio ( $t = 14,82$ ) (Tabela 3). Isso porque, à medida que aumenta a área basal, a idade e o índice de sítio das árvores, aumenta o volume de madeira ( $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ).

Por outro lado, por meio da mesma análise, observou-se relação inversamente proporcional entre a área de saúveiros e o volume de madeira (Tabela 3), indicando que as desfolhas provocadas por saúvas reduzem a produção dos eucaliptais. Hernández & Jaffé (1995) encontraram resultados semelhantes na variável densidade de saúveiros, ao estimarem a produção volumétrica de *Pinus caribaea*, na Venezuela. Do mesmo modo, Zanetti et al (2000a) encontraram resultados semelhantes ao avaliarem a relação entre a produção de madeira em eucaliptais e a densidade de saúveiros por hectare.

O ajuste do modelo da estimativa do volume de madeira produzido ( $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) em função das variáveis estudadas mostrou que a idade das árvores de eucalipto ( $1/Id$ , anos), área basal das árvores ( $LnG$ ,  $\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ ), índice de sítio ( $LnS$ ) e área de saúveiros ( $AS$ ,  $\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) foram as variáveis que expressaram significativamente essa estimativa (Tabela 3), resultando na seguinte equação:

$$\hat{LnV} = 1,6265 - 1,6134 * \frac{1}{Id} + 0,2104 * \hat{LnG} + 1,0428 * \hat{LnS} - 0,0004014 * AS$$

Quando se atribuíram valores à variável área de saúveiros, mantendo constantes os valores das outras variáveis da equação, verificou-se que as formigas-cortadeiras reduzem a produtividade de madeira entre 0,04 a 0,13  $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ , para cada  $\text{m}^2$  de área de terra solta de saúveiro, a depender do sítio cultivado com eucalipto em áreas de Mata Atlântica (Tabela 1), o que resulta em nível de dano econômico entre 13,4 a 39,2  $\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ . Zanetti et al (2003c) verificaram que densidades de saúveiros de área

Tabela 3 Regressão linear múltipla para o logaritmo neperiano volume de madeira de eucalipto ( $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) em função do inverso da idade das árvores de eucalipto ( $InvId$ ), logaritmo neperiano da área basal de árvores ( $LnG$ ), logaritmo neperiano do índice de sítio ( $LnS$ ) e área de saúveiros ( $AS$ ), em uma região de Mata Atlântica do Vale do Rio Doce, MG, 2003 a 2006.

Variáveis independentes	Coefficientes	t	P
Intercepto	1,6265 ± 0,2172	7,49	< 0,0001
InvId (anos)	-1,6134 ± 0,1398	-11,54	< 0,0001
LnG ( $\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ )	0,2104 ± 0,0242	8,69	< 0,0001
LnS (m)	1,0428 ± 0,0703	14,82	< 0,0001
AS ( $\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ )	-0,0004 ± 0,00001	-2,50	< 0,0005

igual a 2,76  $\text{m}^2$  de terra solta por hectare reduz em 0,87% o volume de madeira de *Eucalyptus* spp. em plantios comerciais no Cerrado. Isso resultou em estimativa de dano econômico entre 7,02 e 34,86  $\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ . Hernández & Jaffé (1995) concluíram que densidades superiores a 30 saúveiros por hectare de *Atta laevigata*, em plantios de *Pinus caribaea* nas Savanas da Venezuela, podem reduzir em mais de 50% a produção de madeira.

Diferentemente dos demais estudos sobre nível de dano econômico para formigas-cortadeiras em florestas cultivadas, este estudo inovou ao utilizar índices de produtividade florestal (índices de sítio). Esses índices permitem melhor ajuste local dos modelos e produzem resultados mais precisos do que a média regional por espécie, como os obtidos por Zanetti et al (2003c). O estudo permite concluir que o aumento da área total de ninhos de saúvas reduz o volume de madeira de eucalipto, de maneira proporcional ao potencial produtivo da floresta.

## Agradecimentos

À Celulose Nipo-Brasileira S.A. (Cenibra) pelo apoio técnico, além de recursos, como transporte, hospedagem, alimentação e disponibilidade de todos os dados biológicos, fatores indispensáveis para a execução desta pesquisa. Ao CNPq e à FAPEMIG pelo apoio financeiro.

## Referências

- Batista JLF (1997) Modelos biométricos visando a prognose da produção de florestas plantadas de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*: fase 2 - equações volumétricas: relatório técnico apresentado à Eucatex, Salto, SP. Piracicaba, IPEF/ESALQ - USP, 33p.
- Burkhardt HE, Tennent R B (1977) Site index equations for radiata pine in New Zealand. N Z J For Sci 7: 708-16.
- Caldeira MA, Zanetti R, Moraes JC, Zanuncio JC (2005) Distribuição espacial de saúveiros (Hymenoptera: Formicidae) em eucaliptais. Cerne 11: 34-39.
- Calegario N, Daniels RF, Maestria R, Neiva R (2005) Modeling dominant height growth based on nonlinear mixed-effects model: a clonal *Eucalyptus* plantation case study. For Ecol Manag 204: 11-20.
- Cantarelli EB, Costa EC, Pezzutti R, Oliveira LS (2008) Quantificação das perdas no desenvolvimento de *Pinus taeda* após o ataque de formigas cortadeiras. Ci Fl 18: 39-45.
- Couto H T Z, Vettorazzo S (1999) Seleção de equações de volume e peso seco comercial para *Pinus taeda*. Cerne 5: 69-80.
- Della Lucia TMC, Fowler HG, Moreira DDO (1993) Espécies de formigas cortadeiras no Brasil, p.26-30. In Della Lucia TMC (ed) As formigas cortadeiras. Viçosa, Editora Folha de Viçosa, 262p.

- Freitas S, Berti Filho E (1994) Efeito do desfolhamento no crescimento de *Eucalyptus grandis* Hill Ex. Maiden (Myrtaceae). Revista IPEF 47: 36-43.
- Gomes FS, Maestri R, Sanquetta CR (1997) Avaliação da produção em volume total e sortimento em povoamentos de *Pinus taeda* L. submetidos a diferentes condições de espaçamento inicial e sítio. Ci Fl 7: 101-126.
- Guimarães D, Leite HG (1996) Influência no número de árvore na determinação de equação volumétrica para *Eucalyptus grandis*. Sci For 50: 37-42.
- Hernández JV, Jaffé K (1995) Dano econômico causado por populações de formigas *Atta laevigata* (F. Smith) em plantações de *Pinus caribaea* Mor. e elementos para o manejo da praga. An Soc Entomol Brasil 24: 287-298.
- Hernández JV, Ramos C, Borjas M, Jaffé K (1999) Growth of *Atta laevigata* (Hymenoptera: Formicidae) nests in pine plantations. Fla Entomol 82: 97-107.
- Instituto Florestal de São Paulo (1974) Tabelas de volume para algumas espécies do gênero *Pinus*. Bol Téc Inst Flor 12: 15.
- Kramer PJ, Kozłowski TT (1972) Physiology of trees. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 742p.
- Machado SA, Oliveira EB de, Carpanezi AA, Bartoszeck ACPS (1997) Classificação de sítio para bracingais na região metropolitana de Curitiba. Bol Pesq Fl 35: 21-37.
- Matrangolo CAR, Castro RVO, Della Lucia TMC, Della Lucia RM, Mendes AFN, Costa JMFN, Leite HG (2010) Crescimento de eucalipto sob efeito de desfolhamento artificial. Pesq Agropec Bras 45: 952-957.
- McTague JP, Batista JLF, Steint L (1989) Equações de volume total, volume comercial e forma do tronco para plantações de *Eucalyptus* no Estado de São Paulo e Rio de Janeiro. Revista IPEF 41/42: 56-63.
- Oliveira AC de, Barcelos JAV, Moraes EJ de, Freitas GD de (1993) Um estudo de caso: o sistema de monitoramento e controle de formigas cortadeiras na Mannesmann Fi-EL Florestal Ltda., p.242-255. In Della Lucia TMC (ed) As formigas cortadeiras. Viçosa, Editora Folha de Viçosa, 262p.
- Oliveira MA (1996) Identificação de formigas cortadeiras e efeito do desfolhamento simulado em plantios de *Eucalyptus grandis*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 61p.
- Reis MA (2005) Estudo de métodos aleatório e de distâncias para amostragem de formigas cortadeiras em eucaliptais. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 55p.
- Schneider PR, Fleig FD, Finger CAG, Spathelf P (2001) Produção de madeira e casca verde por índice de sítio e espaçamento inicial de Acácia-Negra (*Acacia mearnsii* De Wild). Ci Fl 11: 151-165.
- Scolforo JR (1992) Curvas de índice de sítio para *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. Revista IPEF 45: 40-47.
- Selle GL, Schneider PR, Finger CAG (1994) Classificação de sítio para *Pinus taeda* L., através da altura dominante, para a região de Cambará do Sul, RS, Brasil. Ci Fl 4: 77-95.
- Silva MA, Della Lucia TMC, Anjos N (1995) Simulação de ataques de formigas cortadeiras em árvores jovens de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, p.110. In International Pest Ant Symposium, 6., 1995. Ilhéus. Anais... Ilhéus, UESC.
- Statistical Analysis System (2004) Software SAS: version 9.1.3. Cary, NC, 1CD.
- Stout BB, Shumway DL (1982) Site quality estimation using height and diameter. For Sci 28: 639-645.
- Tonini H, Finger CAG, Schneider PR, Spathelf P (2001) Crescimento em altura de *Pinus elliottii* Engelm., na região de Piratini no Rio Grande do Sul, Brasil. Cienc Rural 31: 417-423.
- Zanetti R, Jaffé K, Vilela EF, Zanuncio JC, Leite HG (2000a) Efeito da densidade e do tamanho de saueiros sobre a produção de madeira em eucaliptais. An Soc Entomol Brasil 29: 105-112.
- Zanetti R, Vilela EF, Zanuncio JC, Leite HG, Freitas GD (2000b) Influência da espécie cultivada e da vegetação nativa circundante na densidade de saueiros em eucaliptais. Pesq Agropec Bras 35: 1911-1918.
- Zanetti R, Zanuncio JC, Mayhé-Nunes AJ, Medeiros AGB, Souza-Silva A (2003a) Combate sistemático de formigas-cortadeiras com iscas granuladas, em eucaliptais com cultivo mínimo. Rev Árvore 27: 387-392.
- Zanetti R, Zanuncio JC, Souza-Silva A, Abreu LG de (2003b) Eficiência de isca formicida aplicada sobre o monte de terra solta de ninhos de *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae). Rev Árvore 27: 407-410.
- Zanetti R, Zanuncio JC, Vilela EF, Leite HG, Della Lucia TMC, Couto L (1999) Efeito da espécie de eucalipto e da vegetação nativa circundante sobre o custo de combate a saueiros em eucaliptais. Rev Árvore 23: 321-325.
- Zanetti R, Zanuncio JC, Vilela EF, Leite HG, Jaffé K, Oliveira AC (2003c) Level of economic damage for leaf-cutting ants (Hymenoptera: Formicidae) in *Eucalyptus* plantations in Brazil. Sociobiology 42: 433-444.