

**BENEFÍCIOS DO DESEMPENHO DA MOTOPODA NO DESGALHAMENTO DA COLHEITA FLORESTAL**Elton da Silva Leite¹, Ilvânio Luiz Guedes² & Edvaldes José do Amaral³

1 - Engenheiro Florestal, Professor UFRB, Cruz das Almas-BA, eltonslite@gmail.com

2 - Engenheiro de Produção, CENIBRA, Belo Oriente-MG, ilvanio.guedes@cenibra.com.br

3 - Engenheiro Mecânico, CENIBRA, Belo Oriente-MG, edvaldes.amaral@cenibra.com.br

Palavras-chave:eucalipto
extração
machadina
mecanização
produtividade**RESUMO**

A desgalha é de alta relevância na colheita florestal e necessita de estudos científicos para mensurar as opções de uso manual e semimecanizado. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o desempenho técnico e de custos na atividade de desgalhamento na colheita de eucalipto com a motopoda e machadina. Os estudos de tempos e movimentos mostraram que a atividade de desgalhamento demandou maior tempo para a motopoda e a atividade de limpeza exigiu maior tempo para a machadina. O custo de produção foi similar para a motopoda e a machadina. A motopoda apresentou maior produtividade e melhor qualidade do trabalho, evidenciando benefícios no processamento de desgalhamento na colheita florestal.

Keywords:eucalyptus
extraction
hatchets
mechanization
productivity**BENEFITS OF POLE PRUNER PERFORMANCE IN THE DELIMBING OF FOREST HARVEST****ABSTRACT**

Delimiting is highly relevant in forest harvesting and it requires scientific studies to compare the manual and semi mechanized methods. The aim of this study was to evaluate the technical and costs performance in delimiting activity in the eucalyptus harvesting with pole pruners and hatchets. The studies of timing and movements demonstrated that delimiting required more time using the pole pruner, while the cleaning activity required more time using the hatchet. The cost of production was similar for the pole pruners and the hatchet. The pole pruners presented higher productivity and better work's quality, evidencing benefits in the forest harvest's delimiting process.

INTRODUÇÃO

A colheita florestal destaca-se pela importância econômica na produção de madeira, tornando a atividade parte de um processo contínuo de melhorias das condições de operação dos sistemas de colheita (LEITE *et al.*, 2014b). A colheita representa mais de 50% dos custos (MACHADO & LOPES, 2000) e é uma atividade complexa, devido ao grande número de variáveis que afetam a produtividade e, conseqüentemente, os custos operacionais (CANTO *et al.*, 2006; LEITE *et al.*, 2013).

Variáveis operacionais, como declividades elevadas e floresta de baixa produtividade elevaram os custos da colheita florestal em mais de 200% (FERNANDES *et al.*, 2013). Em terrenos declivosos, onde não trafegam máquinas, adotar sistemas manuais e semimecanizados, por meio de motosserras e machados, pode ser uma alternativa. Leite *et al.* (2014a) afirmam que o sistema semimecanizado é produtivo em ambientes com condições adversas à mecanização.

O processamento de árvores na colheita, especificamente o desganhamento, apresenta grande relevância e carece de estudos científicos para mensurar o impacto técnico e econômico do uso da motopoda em comparação à machadinha no processamento de árvores de eucalipto. Esta avaliação visa aumentar a produtividade, segurança e reduzir custos na atividade de desganhamento, contribuindo para a redução de acidentes, atendendo a NR 17, e para certificações nas empresas florestais.

Em substituição ao machado e motosserra, a motopoda pode realizar as atividades de desganhamento, destopo e operar em diversas condições de floresta, solo e declividade. Esta máquina foi testada na derrama de árvores de pinus e concluíram que é viável técnica e economicamente, além de apresentar melhor qualidade e possíveis benefícios ergonômicos aos trabalhadores (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

Necessitando gerar informações de benefícios do

processamento semimecanizado e manual em locais declivosos, objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho técnico e de custos na atividade de desganhamento de eucalipto com a motopoda e machadinha.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no município de Belo Oriente-MG, em área povoada com híbridos clonais de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* no espaçamento de 3,0 x 3,33m, volume médio de 0,253m³ por árvore. A área foi roçada e a derrubada foi realizada com uso de motosserras.

O solo foi classificado como Latossolo vermelho-amarelo (SANTOS *et al.*, 2013). O clima foi classificado como Aw, inverno seco e verão chuvoso.

O desganhamento foi realizado pela motopoda da marca Stihl (modelo KA 85R - HT, cilindrada de 25,4cm³, potência de 0,95kW de potência e peso abastecido de 6,5kg) e pela machadinha (confeccionada com uma lâmina de aço cortante, encabada com comprimento do cabo de 0,90m, pesando 1,5kg).

A operação de desganhamento foi caracterizada pela remoção de galhos presentes nas árvores de eucalipto, procurando cortá-los sempre rente ao fuste, efetuando o destopo para o diâmetro mínimo de 0,06m. O sentido de operação foi caracterizado pelo caminhamento transversal do terreno e com o uso de equipamentos de proteção individual.

O ciclo operacional foi determinado pelo método multimomento, com frequência de coleta de dados a cada 15 segundos (LEITE *et al.*, 2014a; FERNANDES *et al.*, 2013; LEITE *et al.*, 2013), sendo acompanhado o turno de trabalho de 7:00 às 16:00 horas. As seguintes atividades foram observadas: a) deslocamento; b) corte; c) ajustamento; d) pausa pessoal; e) pausa técnica e f) ligação da máquina (Tabela 1). A atividade de ligar a máquina foi registrada apenas para a motopoda.

Tabela 1. Atividades do ciclo operacional no desganhamento da colheita florestal.

Atividade	Descrição
Deslocamento	Compreendeu ao período decorrido das movimentações do operador entre árvores ou galhos.
Corte	Referiu ao seccionamento dos galhos junto ao fuste e destopo.
Ajustamento	Referiu à acomodação e ajustes dos galhos para corte.
Pausa técnica	Referiu ao tempo gasto com ajustes técnicos.
Pausa pessoal	Referiu ao período das necessidades fisiológicas dos operadores.
Ligar a motopoda	Referiu ao tempo decorrido de puxar o cordão do <i>starter</i> até o funcionamento do motor.

O número mínimo dos ciclos operacionais dos sistemas de desgalhamento foi determinado pela proposta por Barnes (2001), considerando o erro de amostragem máximo de 5% (Equação 1). Os números dos ciclos operacionais registrados foram 200 para a motopoda e 200 para a machadinha, valores acima do estimado que era de 67 para a motopoda e 98 para a machadinha, caracterizando representatividade dos percentuais das atividades do ciclo operacional.

$$n \geq \frac{t^2 CV}{E^2} \quad (1)$$

em que,

n = número mínimo de ciclos necessários;
t = valor de t, *Student*, para o nível de probabilidade desejado;
CV = coeficiente de variação (%); e
E = erro admissível (%).

A qualidade da operação de desgalhamento foi determinada pelo percentual de “corte desejável” (corte rente ao fuste e ausência de fração de galho ou filete) e “corte irregular” (presença de fração de galho ou filete) (Figura 1). O corte irregular desfavorece o baldeio e transporte, influenciando na distribuição e acomodação, aumentando os espaços vazios da carga.

A eficiência operacional foi calculada através da porcentagem do tempo efetivamente trabalhado

em relação ao tempo total, Equação 2.

$$EO = \frac{he}{ht} 100 \quad (2)$$

em que,

EO - Eficiência operacional (%);
He - Horas de trabalho efetivo (h); e
HT - horas totais (h).

A produtividade teórica foi determinada pela Equação 3 e a produtividade efetiva foi calculada pela Equação 4.

$$P = nv \quad (3)$$

$$Pe = Pe \quad (4)$$

em que,

P = produtividade teórica metros cúbicos por hora ($m^3 h^{-1}$);
n = número de árvores desgalhadas por hora;
v = volume por árvore de madeira com casca por árvore (m^3);
Pe = produtividade efetiva ($m^3 h^{-1}$); e
e = eficiência (%).

Os custos operacionais foram determinados de acordo com a metodologia ASAE (2001), obtidos



(A)

Corte desejável – ausência de fração de galho ou filete.



(B)

Corte irregular – presença de fração de galho ou filete.

Figura 1. Qualidade da operação de desgalhamento na colheita de eucalipto.

pelo somatório do custo fixo e do custo variável, utilizado por Leite *et al.* (2014b). O consumo de combustível e de óleo lubrificante de corrente da motopoda foram mensurados.

O custo de produção de desgalhamento foi determinado pela divisão dos custos operacionais (R\$ h⁻¹) em relação à produtividade (m³ h⁻¹), expresso em R\$ m⁻³ (Equação 5), sendo um dólar valendo R\$ 3,18, cotado em 01 de janeiro de 2018.

$$CP = \frac{C}{P} \quad (5)$$

em que,

CP = custo de produção (R\$ h⁻¹);

C = custos operacionais (R\$ h⁻¹); e

P = produtividade teórica metros cúbicos por hora (m³ h⁻¹).

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com dois tratamentos (desgalhamento pela motopoda e machadinha) e 18 repetições. As médias dos tempos do ciclo operacional, da produtividade e dos custos de produção foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, processadas no programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A motopoda demandou menor tempo por ciclo operacional (2,21 minutos), 10% menor do que a machadinha (2,49 minutos). As atividades de corte e ajustamento consumiram maiores tempos do ciclo operacional (Figura 2).

Para a machadinha, a operação ajustamento (46%) necessitou de maior tempo para ajustar e condicionar os galhos em pré-corte. Os tempos para efetuar o corte foi menor para machadinha (41%), proporcionado pelo efeito do impacto entre a lâmina e os galhos. Para a motopoda, o corte foi realizado por contato da corrente e galhos, elevando os tempos de corte para 62%. Assim, observou-se diferenças significativas nos tempos dos movimentos de corte e ajustamento no ciclo

operacional (Tabela 2).

O maior comprimento de cabo da motopoda contribuiu para o maior alcance e a facilidade de posicionar o sabre em diversas direções, reduziu o tempo de ajustamento dos galhos e de deslocamento do operador, em relação ao tempo da machadinha. Estes maiores tempos da machadinha foram verificados pela necessidade de acomodar os galhos e para posicionar o empunho de corte, que era realizado sempre no mesmo sentido.

A motopoda e a machadinha obtiveram menores tempos do ciclo operacional em relação à motosserra, segundo os resultados de Leite *et al.* (2013). Entretanto, a motosserra apresenta a capacidade de realizar o traçamento, atividade não exercida, neste estudo, pela motopoda e machadinha.

Avaliando a motosserra, Malinovski e Sant'anna (1999) obtiveram tempos intermediários entre a motopoda e a machadinha, evidenciando pequenas diferenças. Os autores ainda destacaram que a motosserra pode ser considerada perigosa e oferece alto risco de acidente, sendo a motopoda uma alternativa em potencial, pois o operador está distante do sistema de corte.

A motopoda destacou maior qualidade da operação de desgalhamento, tendo 91% dos cortes desejáveis ao desgalhamento. A machadinha aferiu 32% dos cortes irregulares, com presença de fragmentos de galhos. A motopoda possibilitou o corte rente ao fuste, até os galhos que se encontravam entrelaçados, resultado similar ao encontrado por Oliveira *et al.* (2012) na poda de pinus.

A eficiência operacional foi similar para a motopoda e machadinha (média de 58%). Este baixo valor está condicionado as paradas que foram realizadas (15 minutos para cada hora de trabalho e período para necessidades fisiológicas).

A figura 3 apresenta as produtividades e os custos médios dos equipamentos, sendo que a motopoda apresentou maior produtividade teórica, proporcionado pelo menor tempo do ciclo operacional. A produtividade efetiva foi de 3,85m³ h⁻¹ para a motopoda e 3,45m³ h⁻¹ para a machadinha.

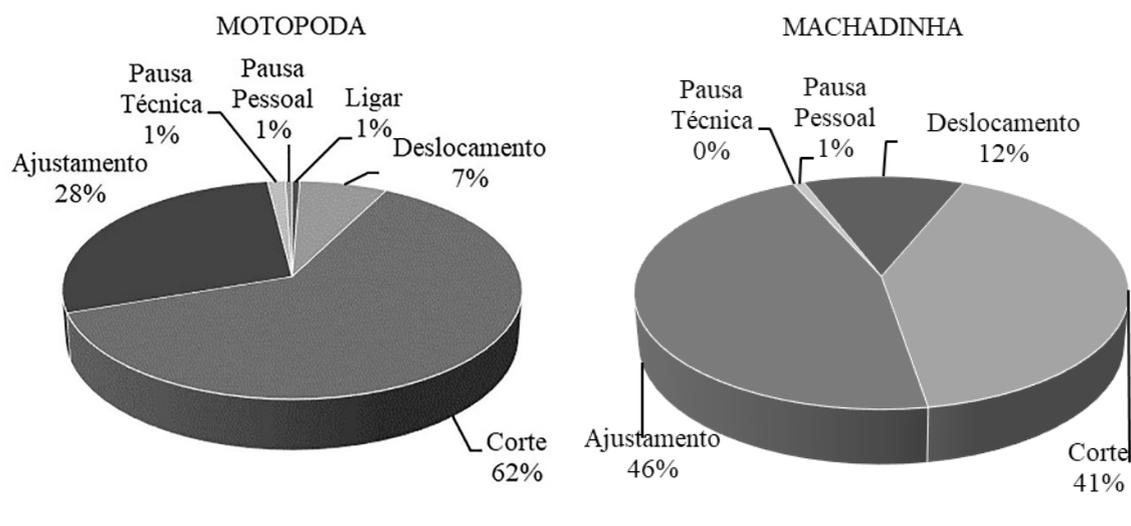
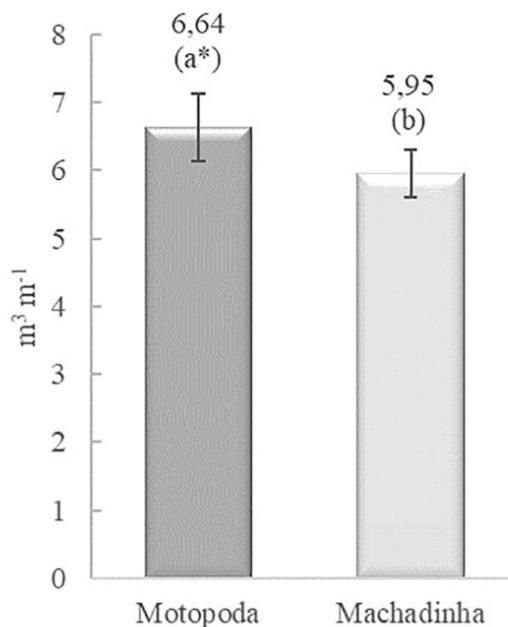


Figura 2. Distribuição percentual de tempos das atividades de desgalha com a motopoda e machadinha.

Tabela 2. Médias dos tempos, em minutos por árvore, das atividades de desgalhamento com as motopodas e machadinha.

Atividades do ciclo operacional	Motopoda	Machadinha
Corte	1,37 a	1,01 b
Ajustamento	0,62 b	1,12 a
Deslocamento	0,15 b	0,29 a
Pausa técnica	0,03 a	0,05 a
Pausa pessoal	0,01 a	0,02 a
Ligar a motopoda	0,03	ns

As médias seguidas por letras diferentes na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de significância, (ns) não se aplica para a motosserra.



* Médias seguidas pela mesma letra não diferem estaticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Figura 3. Produtividade na desgalha com a motopoda e machadinha.

BENEFÍCIOS DO DESEMPENHO DA MOTOPODA NO DESGALHAMENTO DA COLHEITA FLORESTAL

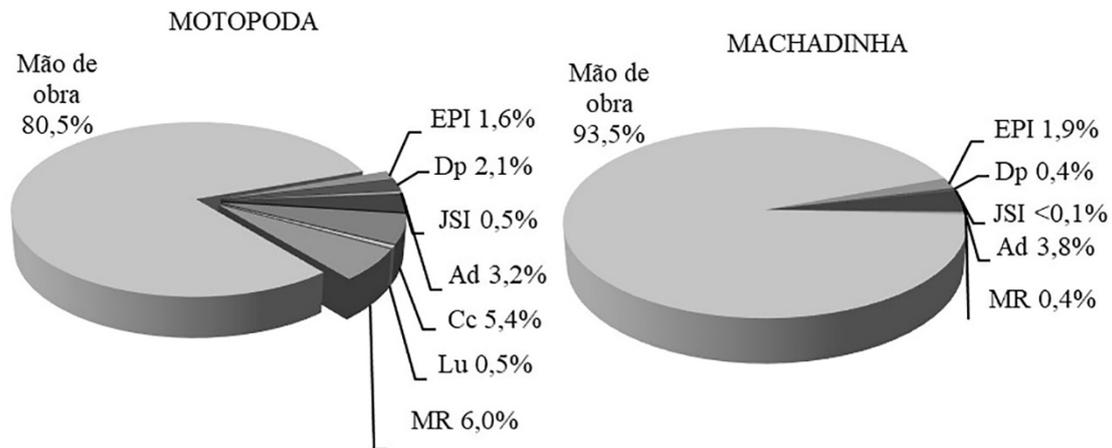
Os custos totais foram R\$18,45 h⁻¹ para a motopoda e R\$15,88 h⁻¹ para a machadinha. Os menores custos da machadinha foram proporcionados pela ausência de gastos de combustível e do baixo valor de aquisição e de manutenção, apenas afiamento da ferramenta.

O custo de mão-de-obra da operação de desgalhamento apresentou os maiores valores do custo operacional, seguido do custo com combustível, manutenção e reparos para a motopoda (Figura 4). Para a machadinha, o custo

da mão de obra chegou a 93,5% do custo total.

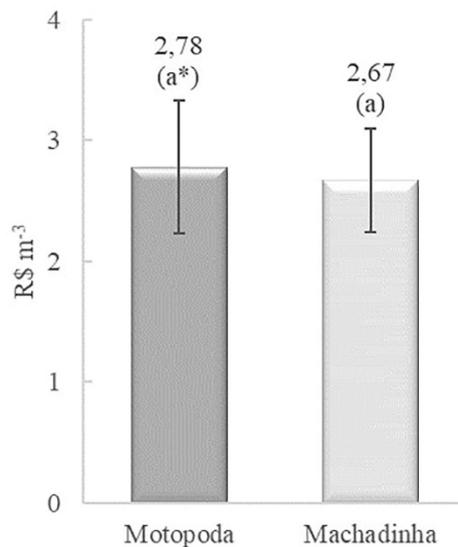
O consumo de combustível foi 0,11 L h⁻¹ e lubrificante de corrente foi 0,12 L h⁻¹, para a motopoda. Os menores custos com a machadinha foram decorrentes da ausência de gastos com combustível e menor custo de aquisição.

Os custos de produção foram similares para a machadinha (R\$2,78m⁻³ ou US\$0,84m⁻³) e motopoda (R\$2,78m⁻³ ou US\$0,87m⁻³) (Figura 5). O custo de produção da motopoda foi menor pela maior produtividade na desgalha de eucalipto.



EPI = equipamento de proteção individual; Dp = depreciação; JSI = juros, seguros e impostos; Ad = custo administrativo; Cc = custo de combustível; Lu = Lubrificante de corrente; MR = manutenção e reparos.

Figura 4. Percentual dos componentes de custo operacional da motopoda e machadinha.



* Médias seguidas pela mesma letra não diferem estaticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Figura 5. Custos de produção na desgalha com a motopoda e machadinha.

Em comparação com os resultados da motosserra avaliada por Leite *et al.* (2013) e Leite *et al.* (2014a), observou-se que a motopoda apresenta menor custo operacional e menor custo de produção.

Os custos operacionais da motopoda foram semelhantes aos encontrados por Oliveira *et al.* (2012) na avaliação da atividade de poda de pinus. Entretanto, os autores encontraram maiores custos de produção para a motopoda em comparação ao sistema manual. Estes resultados diferem dos encontrados neste estudo, devido à maior produtividade da motopoda neste trabalho.

CONCLUSÕES

- A atividade de corte para a motopoda e de ajustamento de galhos para a machadinha demandaram maiores tempos do ciclo operacional.
- A motopoda apresentou maior produtividade, maior qualidade de desgalhamento e similaridade nos custos de produção com a machadinha.
- A motopoda apresenta benefícios na atividade de desgalhamento em relação à machadinha.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASAE - AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **ASAE standards 2001**: machinery, equipment and buildings: operating costs. Iowa: Ames, 2001. p.164-226.

BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho**. São Paulo, 635p, 2001.

CANTO, J.L.; MACHADO, C.C.; GONTIJO, F.M.; JACOVINE, L.A.G. Colheita e transporte florestal em propriedades rurais fomentadas no estado do Espírito Santo. **Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.6, p.989-998, 2006.

FERNANDES, H.C.; BURLA, E.R.; LEITE, E.S.; MINETTE, L.J. Avaliação técnica e econômica de um “Harvester” em diferentes condições de terreno e produtividade da Floresta. **Scientia Forestalis**, Piracicaba-SP, v.41, n.97, p.145-151, mar. 2013.

LEITE, E.S.; FERNANDES, H.C.; GUEDES, I.L.; AMARAL, E. J. Análise técnica e de custos do corte florestal semimecanizado em povoamentos de eucalipto em diferentes espaçamentos. **Cerne**, Lavras-MG, v.20 n.3, p.637-643, 2014a.

LEITE, E.S.; FERNANDES, H.C.; GUEDES, I.L.; FURTADO JÚNIOR, M.R. Avaliação do estudo de tempo e movimentos, produtividade e custo de produção no processo de corte semimecanizado em plantios de eucalipto. **Magistra**, Cruz das Almas-BA, v.25, n.2, p.84-93, abr./jun. 2013.

LEITE, E.S.; FERNANDES, H.C.; MINETTI, L.J.; SOUZA, A.P.; LEITE, H.G.; GUEDES, I.L. Modelagem do desempenho da extração de madeira pelo “forwarder”. **Árvore**, Viçosa-MG, v.38, n.5, p.879-887, 2014b.

MACHADO C.C.; LOPES E.S. Análise da influência do comprimento de toras de eucalipto na produtividade e custo da colheita e transporte florestal. **Cerne**, Lavras-MG, v.6, n.2, p.124-129, 2000.

MALINOVSKI, J.R.; SANT’ANNA, C.M. Avaliação da segurança no trabalho de operadores de motosserra no corte de eucalipto em região montanhosa. **Ciência Florestal**, Santa Maria-RS, v.9, n.2, p.75-84, 1999.

OLIVEIRA, F.M.; LOPES, E.S.; MALINOVSKI, J.R.; SILVA, R.H.; RODRIGUES, C.K. Avaliação técnica e de custos de poda manual e semimecanizada em plantios de *Pinus Taeda*. **Floresta**, Curitiba-PR, v.42, n.4, p.691-700, 2012.

SANTOS, H.G.; et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3.ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353p.

R Development Core Team. **R - A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing; Vienna, Austria: 2015. Disponível em: <http://www.R-project.org>. Acesso em: 11 dez. 2017.