

## **CUSTOS DE DESGALHA COM A MOTOPODA E MACHADINHA EM PLANTIOS DE EUCALIPTO**

**BRUNO MEIRA GOMES<sup>1</sup>, ELTON DA SILVA LEITE<sup>2</sup>, ILVÂNIO LUIS GUEDES<sup>3</sup>, LUCAS MOTA AMORIM<sup>1</sup>, EVERALDO PEREIRA OLIVEIRA<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Florestal – UFRB Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - Rua Rui Barbosa, S/n - Centro - Cruz das Almas/BA – CEP 44.380-000. meira\_bruno@hotmail.com; lukasmamorim@gmail.com; velgmfiel@hotmail.com.

<sup>2</sup> Professor Drº Adjunto - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, campus universitário - Rua Rui Barbosa, S/n. Cruz das Almas/BA. eltonslite@gmail.com.

<sup>3</sup> Especialista - Depto de Colheita e Logística na Celulose Nipo-brasileira S/A – CENIBRA. Rodovia BR 381, km 172, Distrito de Perpétuo Socorro, Belo Oriente/ MG, CEP 35.196-000. Ilvanio.guedes@cenibra.com.

Apresentado no  
XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015  
13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro- SP, Brasil

**RESUMO:** A desgalha pode ser de alta relevância na colheita e necessita de estudos científicos para mensurar quanto às opções de uso de machadinha em comparação a motopoda, determinando as alternativas de ganhos em produtividade e redução de custos. Objetivou-se com o presente trabalho realizar uma avaliação técnica e de custos das atividades de desgalha com a motopoda e machadinha em plantios de eucalipto. Foram estudados os estudos de tempos e movimentos, produtividade e custos dos métodos semimecanizado, constituído pelas motopodas das marcas Branca, Stihl e o método manual, pela machadinha. Os resultados mostraram que a atividade de desgalha demandou maior tempo para ambas as motopodas e a atividade de limpeza da machadinha exigiu mais tempo do ciclo operacional. As motopodas proporcionou melhor qualidade do trabalho devido ao menor percentual de tocos de galhos fora do padrão e a motopoda Stihl apresentou maior produtividade. A motopoda Stihl e a machadinha apresentaram os menores custos por metro cúbico de madeira desgalhada. A motopoda Stihl demonstrou maior versatilidade na operação de desgalhamento, mediante isso é viável a substituição da machadinha por motopoda na atividade de desgalhamento, sendo que a motopoda pode apresentar benefícios aos trabalhadores do ponto de vista ergonômico.

**PALAVRAS-CHAVE:** Colheita florestal, produtividade, Stihl, Branco.

### **TECHNICAL EVALUATION AND COSTS OF THE LOPPING BETWEEN CHAINSAW AND HATCHET IN EUCALYPT PLANTATIONS**

**ABSTRACT:** The lopping can be highly relevant in harvesting and need scientific studies to measure the productivity and cost reduction of the hatchet compared to a kind of chainsaw that is used to pruning (brand White, Stihl). The objective of this study was conduct a technical and cost of lopping activities with White chainsaw and hatchet in eucalyptus plantations. Studies of times and movements were studied, productivity and cost of semi-mechanical methods made up of the brands Stihl and White to chainsaw and hatchet that is the manual method. The results showed that the lopping time required higher activity for both and cleaning activity required over the operational cycle time. The White chainsaw provided better quality of work due to the lower percentage of stumps of branches out of standard, and Stihl more productivity. The Stihl chainsaw and the hatchet had the lowest cost per cubic meter of wood delimited. The Stihl chainsaw demonstrated

greater versatility in delimiting operation, it is recommended to replace the hatchet by Stihl chainsaw in delimiting activity, and the Stihl chainsaw can provide benefits to workers ergonomic point of view.

**KEYWORDS:** Harvesting, productivity, Stihl, White.

## INTRODUÇÃO

O setor de florestas plantadas se destaca pela importância e relevância em diversas áreas no Brasil e no mundo. A demanda por madeira só cresce, com a ocorrência de diminuição das florestas nativas, o Brasil vem se destacando por ser um dos grandes detentores desse recurso natural, principalmente pelo crescimento do setor nas últimas décadas. Esse crescimento vem ocorrendo, pois, as florestas plantadas oferecem uma variada gama de produtos madeireiros e não madeireiros, favorecendo principalmente os segmentos de celulose e papel, painéis de madeira reconstituída, siderurgia e carvão vegetal.

Em 2012 o Brasil totalizou 6.664.812 ha de florestas plantadas, somando as áreas de pinus, eucalipto, sendo 76,6% correspondente à área de plantios de Eucalyptus e 23,4% aos plantios de Pinus (ABRAF, 2013). Segundo Machado (2008), existe uma tendência mundial de aumento do consumo de madeira, sendo que no Brasil, a taxa de crescimento anual deverá ser de 3%, em que, permanecendo essa intenção, aumenta-se a importância de se ter um sistema de suprimento de madeira eficiente, que requeira novas alternativas para se praticar uma silvicultura que leve à sustentabilidade técnica, econômica e ambiental.

Visando a diminuição da interferência direta na produtividade e nos parâmetros de qualidade da madeira, dentre as atividades do processo produtivo, a desrama é uma alternativa viável para tal obtenção. Essa atividade tem por objetivo a retirada dos galhos das árvores, reduzindo a quantidade e o tamanho de nós e possibilitando a produção de uma madeira de melhor qualidade (SEITZ, 1995; PAIVA, 2008). Essa atividade pode ser realizada de forma manual, semimecanizada ou mecanizada, envolvendo equipamentos e ferramentas, além de um bom número de trabalhadores que muitas vezes são expostos a condições ambientais desfavoráveis e condições ergonômicas desapropriadas. Tais situações poderão comprometer a produtividade e a qualidade do trabalho, causar o desconforto, aumentar os riscos de acidentes e provocar danos à saúde dos trabalhadores (IIDA, 2005).

O método manual se caracteriza pela utilização de ferramentas simples, como a machadinha, apresentando baixa produtividade individual e baixo custo de aquisição. Já o semimecanizado, se destaca pelo uso de equipamentos com sistema de corte como motosserras, proporcionando maior custo operacional e maior produtividade em comparação ao método manual. As motosserras tiveram importante participação no processo de mecanização, pois, substituíram o machado nas operações de corte (MINETTI, 1996).

Para a realização da desgalha, tendo em vista uma maior produtividade e menores custos, a motopoda surge como uma alternativa, substituindo a motosserra e manifestando ser motivo de estudo para a comparação com a machadinha, nessa etapa da colheita florestal. Diante disso, objetivou-se com esse trabalho realizar uma avaliação técnica e de custos das atividades de desgalha com a motopoda e machadinha em plantios de eucalipto.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em Minas Gerais, em área povoada *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* no espaçamento de 3,0 x 2,5 m, volume médio de 255,98 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> e 0,238 m<sup>3</sup> por árvore.

O solo foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 1997). O clima foi classificado segundo Koppen como sendo, Aw, tropical chuvoso de savana. A precipitação anual é de 1.212 mm e a temperatura média de 22,2 °C (SOUZA et al., 2003). A declividade média do terreno foi de 25,4°.

A operação de desgalhamento foi caracterizada pela remoção de galhos presentes nas árvores de eucalipto procurando cortá-los sempre rente ao fuste, efetuando a destopa quando o diâmetro do fuste atingiu 0,06 m. O sentido de operação foi caracterizado pelo caminhar transversal do terreno e com uso de equipamentos de proteção individual.

A área foi roçada e a derrubada foi realizada com uso de motosserras. Após esta etapa, realizou o desgalhamento por meio dos seguintes tratamentos: 1) motopoda da marca Branco (modelo Stark 42, cilindrada 40,2 cm<sup>3</sup>, potência 2,1 cv/1,6 kW e peso abastecida de 9,2 Kg), 2) motopoda da marca Stihl (modelo KA 85R - HT, cilindrada de 25,4 cm<sup>3</sup>, potência de 0,95 KW de potência e peso abastecida de 6,5 kg) e 3) machadinha (confeccionadas com uma lâmina de aço cortante pesando 1,5 kg, modelo DIN 5131 Forjada Fixada com Cunha ao Cabo Ergonômico Tramontina Master: A 156 mm B 350 mm C 109 mm D 24 mm), dispostos segundo um delineamento inteiramente casualizado, com dezoito repetições. Cada repetição totalizou 200 árvores, 8 linhas por 25 tocos em cada linha.

A operação de corte foi acompanhada em ciclos com 30 minutos de duração, sem considerar pausas para descanso, registrando-se o início e final de cada ciclo, através de um sistema de multimomento, com frequência de coleta de dados a cada 15 segundos. As seguintes atividades foram observadas: a) deslocamento, b) desgalhamento, c) ajustamento, d) pausa pessoal e e) pausa técnica. Para as motopodas foram registrada as atividades de ligar a máquina.

O deslocamento compreendeu ao período decorrido das movimentações do operador entre árvores ou galhos. O desgalhamento referiu ao corte dos galhos junto ao fuste. O ajustamento referiu a acomodação e ajustes dos galhos para corte. A pausa técnica refere-se ao tempo gasto com ajustes técnicos. A pausa pessoal refere-se ao período das necessidades fisiológicas dos operadores. A atividade de ligar a motopoda referiu ao tempo decorrido de puxar o cordão do starter até seu funcionamento.

No ciclo operacional foi registrado a qualidade da operação, determinando por meio do percentual do padrão o corte que refere-se ao corte rente ao tronco na parte inferior e superior da base dos galhos.

A produtividade foi determinada pela equação 1.

$$P = 2 A v \quad (1)$$

em que,

P - produtividade metros cúbicos por hora;

A - número de árvores desgalhadas em 30 minutos (0,5 h), e

v - volume de madeira por árvore (m<sup>3</sup>).

A análise de custos foi determinada acordo com a metodologia proposta pela (ASAE 2001), obtido pelo somatório do custo fixo e do custo variável. O consumo de combustível e óleo lubrificante de corrente foram mensurados em cada parcela, tempo de operação de 30 minutos.

O estudo de tempos e movimentos, produtividade e custos de produção foram avaliados estatisticamente através de análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, processadas utilizando o software R. Os valores médios dos tempos do ciclo operacional e dos custos operacionais foram esboçados graficamente para a motopoda Branco, motopoda Stihl e machadinha.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 apresenta as diferenças dos tempos em minutos dos tratamentos na desgalha, sendo que a motopoda Branco demandou maior tempo (3,48 minutos). Este fato pode ser explicado pelas características da máquina, destacando pelo maior peso e falta de punho da mão esquerda. Os tempos do ciclo operacional da motopoda Stihl e machadinha foram de 2,21 e 2,44 minutos, respectivamente.

O desgalhamento quando realizado com a machadinha necessitou de menor de tempo, em razão de ser realizado por impacto, sendo que a atividade de ajustamento de galhos necessitou de maior tempo do ciclo operacional. Entretanto, a atividade de desgalhamento demandou maior tempo para as motopodas.

O tempo de ajustamento de galhos foi menor na motopoda Stihl, fato explicado pelo melhor equilíbrio da máquina com o operador e praticidade dos corte proporcionado pela haste e punhos nas duas mãos, já a machadinha necessita de melhores acomodações dos galhos para realizar o corte por impacto, fato que evita o contato da lâmina com o solo.

A pausa técnica da motopoda Branco é estaticamente superior à machadinha, isso é devido ao maior tempo gasto para realizar alguns ajustes técnicos na máquina, como ajuste de corrente, regulagens. A pausa pessoal e a atividade de ligar não diferiram entre os tratamentos.

TABELA 1. Comparação das médias dos tempos, em minutos, das atividades do ciclo operacional dos equipamentos na operação de desgalha. **Comparison of the average times in minutes, with the activities of operational cycle of the equipment in prunings operation.**

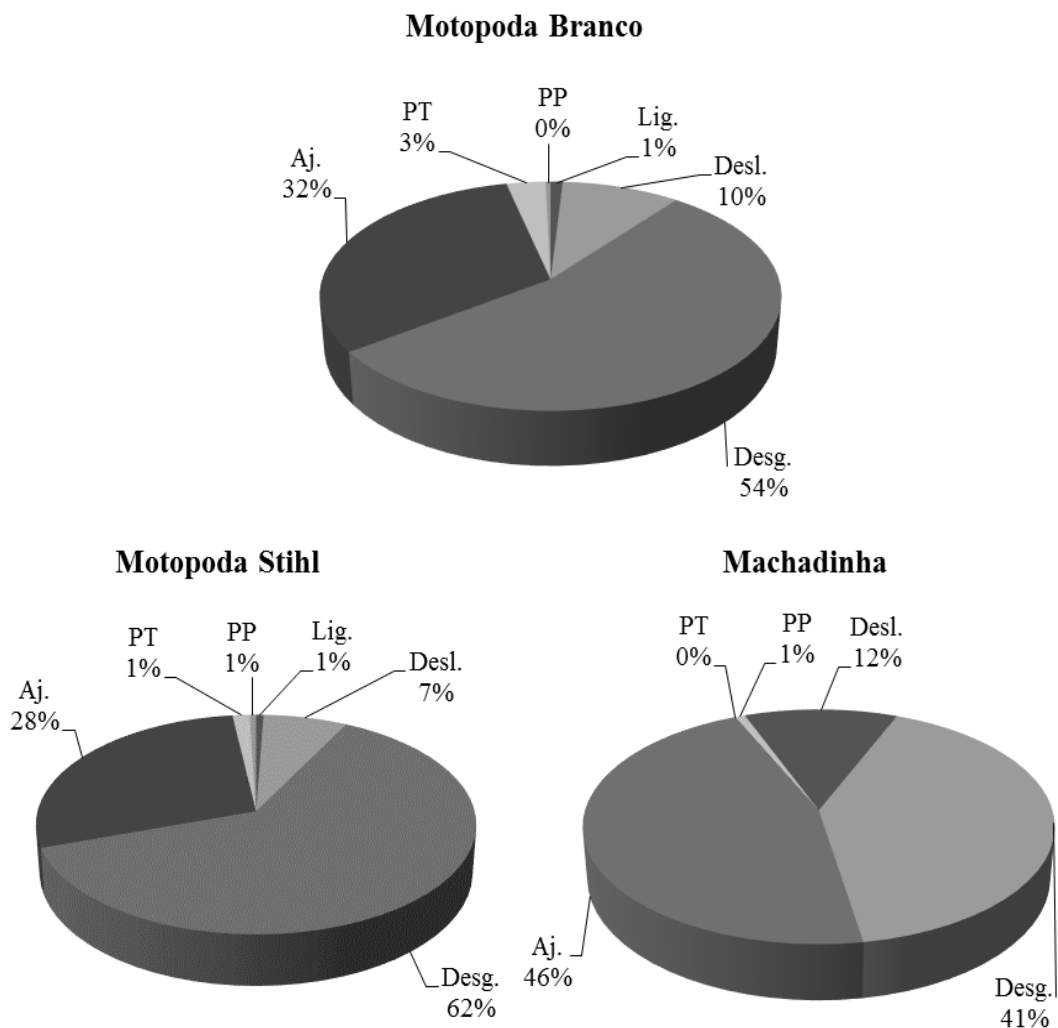
Atividades do ciclo operacional	Motopoda Branco	Motopoda Stihl	Machadinha
Desgalhamento	1,89a	1,37b	1,01 c
Ajustamento	1,10 a	0,63 b	1,12 a
Deslocamento	0,33a	0,15 b	0,29 a
Pausa técnica	0,11 a	0,03 ab	0,00 b
Pausa pessoal	0,01 a	0,01 a	0,02 a
Ligar a motopoda	0,03a	0,01 a	-

As médias seguidas por letras diferentes na mesma linha são diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

O percentual de tempo gasto no estudo de tempos e movimentos pede ser visto na figura 1. Para ambas as motopodas a maior percentagem de tempo ocorreu para o desgalhamento, sendo 54% para a Branco e 62% para a Stihl, seguida da limpeza, fato que se inverteu para a machadinha. Esta diferença ocorreu em virtude do trabalhador permanecer repetidas vezes acomodando os galhos para efetuar o corte por impacto com a machadinha. Já o maior comprimento de cabo e o corte executado por contato reduziu o período de ajustamento dos galhos, porém aumentou o tempo de desgalhamento para ambas as motopodas.

O deslocamento da machadinha exigiu maior tempo quando comparada com as motopodas. Este fato pode ser explicado em razão do menor comprimento do cabo o que proporcionava aos operadores a necessidade de maior tempo de deslocamento da machadinha.

O tempo de ligar a motopoda Stihl foi menor que a motopoda Branco, fato que comprova maior facilidade iniciar o funcionamento da máquina Stihl.



Desl = Deslocamento; Desg = Desgalhamento; Aj = Ajustamento; PT = pausa técnica; PP = Pausa Pessoal; Lig = ligar.

FIGURA 1. Distribuição percentual de tempos das atividades de desgalha com a motopoda Branco, motopoda Stihl e machadinha. **Percentage distribution in times of prunings activities with motopoda White, motopoda Stihl and hatchet.**

Os resultados encontrados neste trabalho apresentam similaridade aos de Sanches (2012), sendo que o autor classifica a atividade como pesada e por isso necessita da inclusão de pausas na jornada de trabalho, sendo a mesma de um valor mínimo de 10 minutos de descanso para cada 50 minutos de trabalho.

Teles e Marzano (2013) estudando a desgalha com a motopoda Stihl KA 85R HT encontraram resultados semelhantes com os determinados no presente trabalho, além de os autores alertarem sobre as vibrações emitidas pela motopoda, sendo que os mesmos não recomendam a utilização da máquina por mais de 312 minutos o que equivale a 65% do tempo total da jornada de trabalho de 8 horas.

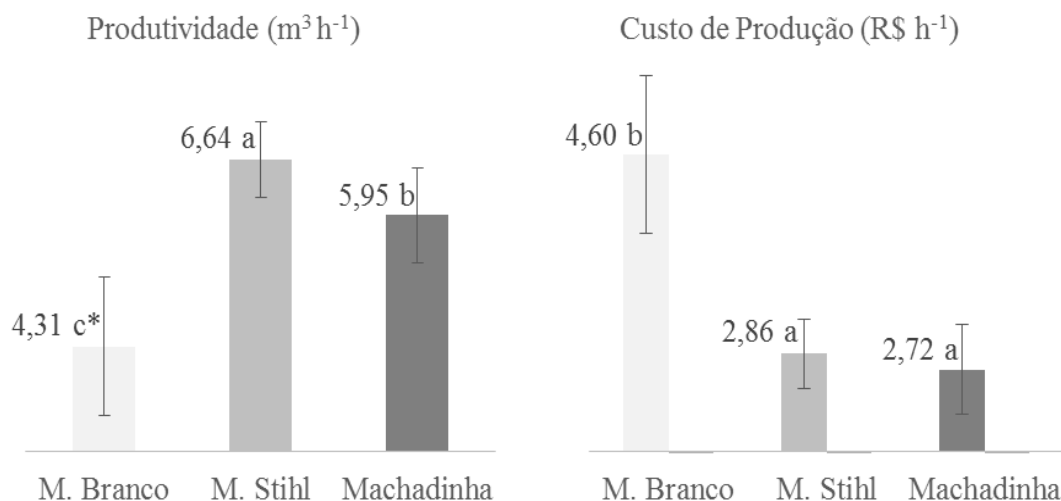
O desgalhamento quando realizado com motosserra representa 49% do tempo total de uso da máquina, porém o desgalhamento realizado por essa máquina é considerado perigoso, com alto risco de acidente (MALINOVSKI e SANT'ANNA, 1999).

Uma grande vantagem da desgalha com a motopoda foi à melhor qualidade dos fustes, pois possibilitou o corte rente ao tronco na parte inferior e superior da base dos galhos, até os galhos que se encontravam entrelaçados na madeira, apresentando 91, 87 e 68% da base dos galhos padronizados para a motopoda Stihl,

motopoda Branco e machadinha. Tal situação por vezes quando realizada com a machadinha deixava pontas de galhos que são indesejáveis no processo, comprometendo o padrão de tocos de galhos.

### Produtividade e Custos

Na figura 2 estão apresentadas as produtividades médias dos equipamentos, sendo que a motopoda Stihl apresentou maior produtividade, em razão do menor tempo do ciclo operacional. A motopoda Stihl e machadinha apresentaram menores custos de produção.



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

FIGURA 2. Produtividade e custos de produção na desgalha com motopodas e machadinha. **Productivity and production costs in the prunings with motopodas and hatchet.**

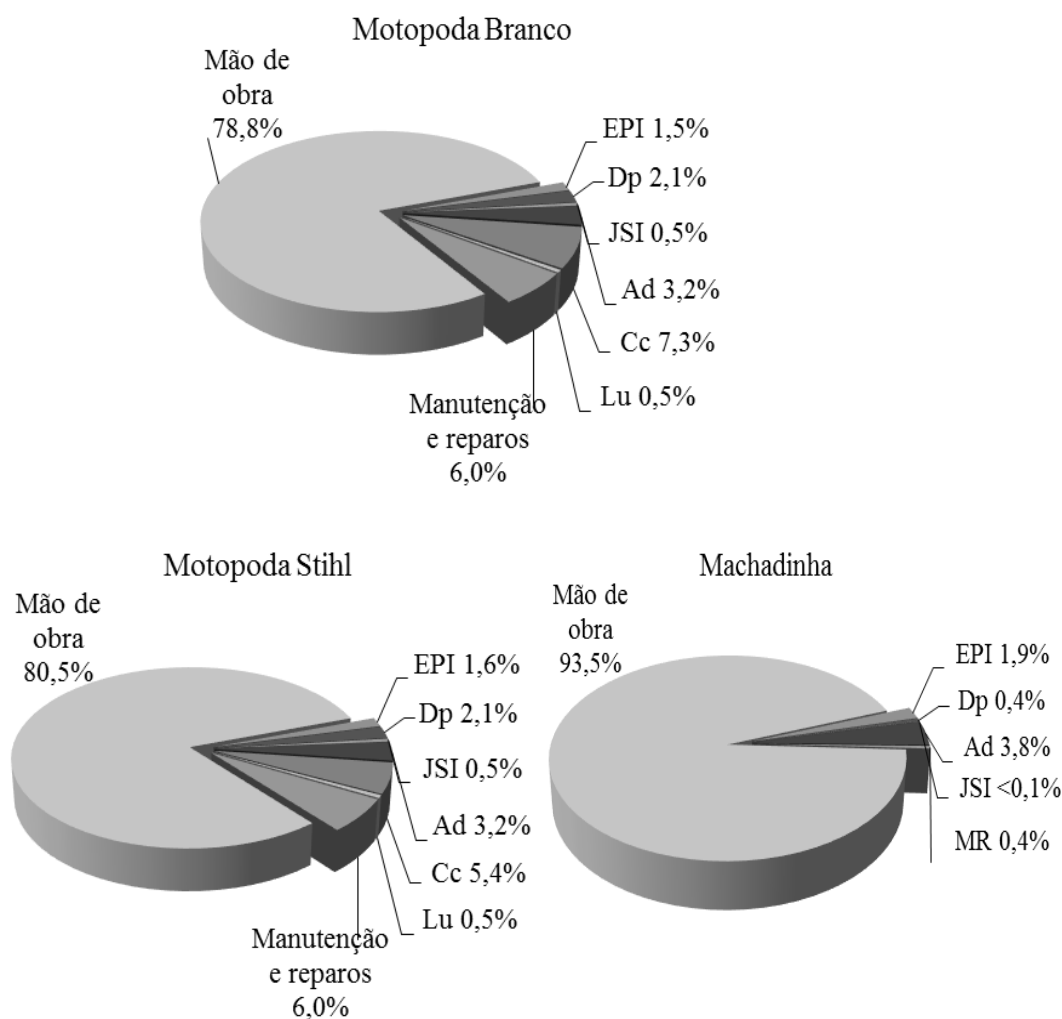
Sanches (2012), avaliando a produtividade do desgalhamento com motopoda encontrou resultados semelhantes com o do presente trabalho.

Em comparada com a motopoda, a motosserra é um equipamento que apresenta maior produtividade, cerca de 9,73 m³ h⁻¹ (BANTEL, 2010).

Dentre os equipamentos estudados a motopoda Branco foi a que apresentou maiores custos tanto operacional como o de produção, R\$ 18,86 e R\$ 4,37 m⁻³, respectivamente. O custo com mão-de-obra desta máquina foi dispendioso representando aproximadamente 78,8% do custo final da máquina, seguido do custo com combustível e manutenção e reparos.

Com relação a motopoda Stihl chegou-se ao custo por hora efetiva de trabalho igual a R\$ 18,45 h⁻¹ e custo de produção de R\$ 2,77 m⁻³.

O consumo de combustível e lubrificante de corrente foi de 0,29 e 0,12 L h⁻¹ para a motopoda Stihl e 0,38 e 0,11 L h⁻¹ para a motopoda Branco, respectivamente. Este fato evidencia 36% maior consumo de combustível para a motopoda Branco, elevando os custos operacionais. Outro fator que contribuiu para elevar os custos foi ao maior valor de aquisição.



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 3. Percentual dos componentes de custo operacional das motopodas e machadinha. **Operational cost of the components of motopodas and hatchet in percentage.**

No que concerne à machadinha, verificou-se um custo operacional de R\$ R\$ 15,88 e custo de produção de R\$ 2,69 m<sup>-3</sup>. Avaliando os componentes do custo operacional do equipamento constatou-se que a mão-de-obra representou 93,5% do custo final da máquina, seguida do custo administrativo.

O baixo custo da machadinha é em virtude desse equipamento não apresentar gastos com combustível, ter baixo valor de aquisição e a única manutenção necessária ser o afiamento que é realizado frequentemente.

Devido à escassez de mão-de-obra, necessidade de qualificação de operadores e aumento de custos sociais, o custo com mão-de-obra tem se tornado cada vez mais oneroso na colheita florestal. Simões (2008) cita que o custo com mão-de-obra é um dos principais componentes dos custos variáveis das máquinas florestais.

Oliveira et al., (2012), realizando uma análise de custo da atividade de poda semimecanizada com uma motopoda Stihl modelo KA 85R encontrou um custo operacional semelhante com o determinado no presente trabalho. Os mesmos autores analisando a atividade de poda de pinus (desrama) e encontraram que o custo de produção no método semimecanizado foi superior ao método manual.

## CONCLUSÕES

A atividade de desgalha do ciclo operacional demandou maior tempo para ambas as motopodas e a atividade de limpeza da machadinha exigiu mais tempo.

As motopodas proporcionaram melhor qualidade do trabalho devido ao menor percentual de tocos de galhos fora do padrão e a motopoda Stihl apresentou maior produtividade. A motopoda Stihl e a machadinha apresentaram os menores custos por metro cúbico de madeira desgalhada.

A motopoda Stihl também demonstrou maior versatilidade na operação de desgalhamento, mediante isso é viável a substituição da machadinha por motopoda na atividade de desgalhamento, sendo que a motopoda pode apresentar benefícios aos trabalhadores do ponto de vista ergonômico.

## REFERÊNCIAS

ABRAF, **Anuário Estatístico da ABRAF: Ano Base 2012/ABRAF**. Brasília, 2013, 142 p.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

MINETTI, L. J. **Análise de fatores operacionais ergonômicos da operação de corte florestal com motosserra**. Tese de Doutorado em Ciências Florestais, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 1996. 211f.

PAIVA, H. N. Florestas de eucalipto: implantação e manutenção. In: SEMANA DE ESTUDOS FLORESTAIS, 10, 2008. Irati. **Anais...** Irati: Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, 2008. 1 CD.

SEITZ, R. A. **Manual de poda de espécies arbóreas florestais**. Curitiba: FUPEF, 1995, 83 p.

BANTEL, A. B. **Estudo de diferentes sistemas de colheita de *Eucalyptus SPP* em área montanhosa**. 2010. 145 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual e métodos de análise do solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

LEITE, E. S. **Modelagem técnica e econômica de um sistema de colheita florestal mecanizada de toras curtas**. 2012. 109 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

MACHADO, C. C.; **Colheita florestal**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 548p. 2008.

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, v. 9, n. 2, p. 75-84, 1999.

OLIVERIA, F. M. et al. 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.

SALMERON, A. **A mecanização da exploração florestal**. Piracicaba-SP, IPEF, Circular Técnica,1980, 10p.

SANCHES, A. L. P. **Metas de produção em função da carga física do trabalho e repetitividade para operações de colheita florestal em terrenos montanhosos.** 2012. 107 f. Dissertação (Mestrado em ciência florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

SANT'ANNA, C. M. Corte florestal. In: MACHADO, C. C. (Org.). **Colheita florestal.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, Imprensa Universitária, 2002. p. 55-88.

SIMÕES, D. **Avaliação econômica de dois sistemas de colheita florestal mecanizado de eucalipto.** 2008. 105 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

SOUZA, M. J. H.; RIBEIRO, A.; LEITE, F. P. Balanço Hídrico e Caracterização Climática de Guanhões, Nova Era e Rio Doce. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 13, 2003, Santa Maria, **Anais...** Santa Maria: SBA, 2003, p.131-132.

TELES, M. T.; MARZANO, F. L. C. Avaliação dos níveis de vibração e ruído de atividades semimecanizadas na colheita de madeira danificada pelo vento. In: VI Workshop de análise ergonômica do trabalho, III encontro mineiro de estudos em ergonomia, VIII simpósio do programa de educação tutorial em economia doméstica, 2013, Viçosa, **Anais...**, Viçosa:UFV, 2013.