

## AVALIAÇÃO DE CUSTOS DO HARVESTER NA ATIVIDADE DE COLHEITA FLORESTAL

REMO MACIEIRA FIGUEIREDO SILVA<sup>1</sup>, FÁBIO LÚCIO SANTOS<sup>2</sup>, HAROLDO CARLOS FERNANDES<sup>3</sup>, LARISSA NUNES DOS SANTOS<sup>4</sup>, JULIANA PINHEIRO DADALTO<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Florestal, Doutorando em Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa-MG, Fone: (33)9131-8504, remo.silva@ufv.br

<sup>2</sup> Engenheiro Agrícola, Professor Adjunto da UFV, Viçosa-MG.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrícola, Professor Titular da UFV, Viçosa-MG.

<sup>4</sup> Engenheira Florestal, Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa-MG.

<sup>5</sup> Engenheira Agrícola Ambiental, Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa-MG.

Apresentado no  
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017  
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

**RESUMO:** Neste trabalho objetivou-se avaliar os custos do trator florestal *harvester* na atividade corte de madeira. Foram utilizadas 8 *forwarders* da marca Komatsu, modelo PC-228. A base de dados utilizada foi fornecida por uma empresa florestal situada no estado de Minas Gerais, contendo todas as informações necessárias para o cálculo do custo operacional das máquinas e análise de sensibilidade. O custo operacional foi obtido através do somatório dos custos fixos e variáveis. Para a análise de sensibilidade foi realizada uma variação de  $\pm 20\%$  (10% para mais e 10% para menos) dos elementos mais representativos do custo total da máquina. Os resultados obtidos para o custo total médio do harvester foi de US\$ 255,71 h-1. A redução de 10% dos custos com manutenção e reparos, mão de obra, combustível e depreciação resultou em uma economia de 9,36% do trator. Estes elementos representaram aproximadamente 88% do custo total da máquina.

**PALAVRAS-CHAVE:** Economia florestal, Colheita florestal, Mecanização.

## COST EVALUATION OF HARVESTER IN FOREST HARVESTING ACTIVITIES

**ABSTRACT:** In this work aimed to evaluate the costs of tractor forestry harvester in the wood cutting activities. Were used eight harvesters of mark Komatsu of model PC-228. The database used was provided by a forestry company located in the state of Minas Gerais, containing all the information necessary for calculating the operating cost of the machines and sensitivity analysis. The operating cost was obtained by the sum of the fixed and variable costs. To sensitivity analysis held was a variation  $\pm 20\%$  (10% for more and 10% for less) of the most representative elements of the total cost of the machine. The results obtained for the average total cost of the harvester was US \$ 255.71 h-1. The reduction of 10% of the costs for maintenance and repairs, labor, fuel and depreciation resulted in a saving of 9.36% of the tractor. These elements represented approximately 88% of the total machine cost.

**KEYWORDS:** Forest economics, Forest harvesting, Mechanization.

**INTRODUÇÃO:** Dentre as atividades florestais a colheita florestal é a operação que gera maior custo à madeira posta na fábrica. Esta atividade é geralmente realizada de forma mecanizada com intuito de

umentar o rendimento e assim reduzir os custos de produção. A principal máquina utilizada para execução do corte florestal no sistema de toras curtas é o *harvester*.

A colheita juntamente com o transporte florestal contribui com mais de 50 % do custo final da madeira. Por este motivo se faz necessária à implementação de estratégias visando à racionalização e dinamização dessas operações, objetivando o aumento da produtividade e a redução dos custos (MINETTE et al., 2008).

Através da análise de custos é possível determinar os custos resultantes do projeto, sendo possível identificar e verificar quais foram as atividades mais onerosas na composição do custo total, e buscar alternativas para redução dos mesmos. Na atividade florestal, qualquer análise financeira requer que, primeiramente os custos sejam computados (GRAÇA et al., 2000). A partir do cálculo do custo operacional é possível realizar a análise de sensibilidade das variáveis mais representativas deste custo permitindo que as atenções do gestor estejam voltadas para as variáveis que realmente são vitais para o resultado final (SILVA; BELDERRAIN, 2004).

Objetivou-se com este trabalho avaliar o custo operacional do *harvester* e identificar e analisar os elementos mais representativos na composição do mesmo até aproximadamente 30.000 horas de trabalho.

**MATERIAL E MÉTODOS:** A pesquisa foi realizada em uma empresa florestal, localizada no estado de Minas Gerais. Foram utilizados 10 *harvesters* utilizados para realização das atividades de derrubada e processamento da madeira (Figura 1), 5 *harvesters* John Deere modelo 1270D, e 5 *harvesters* John Deere modelo 1470D, motor John Deere 6090HTJ, com potência de 215 hp (160 kW) e 241 hp (180 kW) respectivamente, com tração nas seis rodas e esteiras unindo os quatro pneus dianteiros, com cabeçote John Deere modelo H270 *harvester*.



FIGURA 1. *Harvester* John Deere, modelo 1270D.

A análise de custos foi feita através do método contábil, o qual utiliza valores estimados e reais. Os custos foram estimados pelas metodologias propostas pela FAO segundo Machado e Malinovski (1988); pela *American Society of Agricultural Engineers* – ASAE (2001) segundo Simões e Fenner (2010); e Simões; et al. (2010); e por Miyata. (1980) complementada por Moreira (2000), sendo ainda adaptadas de acordo com as particularidades da empresa e dados disponíveis.

Foi ajustado um modelo linear simples para os custos fixos e variáveis e um modelo polinomial de terceira ordem para os custos operacionais do *harvester*, com o objetivo de avaliar o comportamento destes, em função da idade das máquinas.

As análises foram processadas utilizando o software STATISTICA 7.

Na análise de sensibilidade para a determinação dos valores mínimos, médios e máximos das variáveis mais relevantes do *harvester*, foi considerada uma variação de 40% (20% para mais e para menos) nos valores dos principais componentes do custo operacional.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A partir do Tabela 1 pode-se perceber que os anos que apresentaram menor custo operacional foram 2007 (US\$ 133,01 h<sup>-1</sup>) e 2010 (US\$ 169,92 h<sup>-1</sup>) e o de

maior custo foi obtido no ano de 2013 (US\$ 271,94 h<sup>-1</sup>). O menor custo obtido em 2007 pode ser explicado, por nesse ano as máquinas serem novas reduzindo principalmente os custos com manutenção e reparos, no ano de 2010 esse fato pode ser explicado devido ao número médio de horas efetivas de trabalho (4.256,41 h ano<sup>-1</sup>) ter sido maior neste ano. Já em 2013 o alto custo pode ter sido obtido pelo aumento dos custos variáveis em especial os custos de manutenção e reparos e mão-de-obra, uma vez, que as máquinas já estavam velhas e em 2012 aumentou-se o número de operadores por máquina para realização dos trabalhos nos finais de semanas e feriados, além disso, o número médio de horas trabalhadas (2.644,223 h ano<sup>-1</sup>) neste ano foi bastante inferior em relação aos demais. Em média o custo operacional do *harvester* foi de US\$ 190,85 h<sup>-1</sup>, correspondendo 87,42% de custos variáveis e 12,61% de custos fixos.

Ao avaliarem o desempenho do *harvester* John Deere modelo 1270D no seu primeiro ano de aquisição trabalhando em diferentes espaçamentos e declividades Leite et al. (2014), encontraram valores diferentes ao deste trabalho. O custo operacional obtido por estes autores foi de US\$ 145,29 h<sup>-1</sup>. O custo operacional obtido por Burla et al. (2012), ao avaliarem o *harvester* John Deere modelo 1270D economicamente em diferentes condições de operação encontraram este valor da ordem de US\$ 130,29 h<sup>-1</sup>. Fernandes et al. (2013), em uma avaliação econômica do *harvester* em diferentes condições de terreno e produtividade da floresta obtiveram um custo operacional de US\$ 116,46 por hora efetiva de trabalho, sendo 19% destes custos referentes aos custos fixos e 81% aos custos variáveis. O custo operacional encontrado por Martins et al. (2009), foi de US\$ 113,28 h<sup>-1</sup> compreendendo 68% de custos fixos e 32% de custos variáveis. Simões et al. (2010), obtiveram o valor do custo operacional ainda menor de US\$ 92,50 h<sup>-1</sup> correspondendo 29,47% custos fixos e 70,53% de custos variáveis.

TABELA 1. Custos fixos (CF), variáveis (CV), e operacionais (CO) médios por hora efetiva de trabalho de cinco *harvester* John Deere modelo 1270D, e cinco *harvester* John Deere modelo 1470D.

US\$ h <sup>-1</sup>	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Média
CF	22,20	22,93	22,54	22,39	24,46	24,64	29,30	24,07
CV	110,81	147,81	172,59	147,53	159,87	186,22	242,64	166,78
CO	133,01	170,74	195,14	169,92	184,33	210,86	271,94	190,85

Os custos de maior representatividade no custo total foram o de manutenção e reparos, mão-de-obra, combustível e depreciação, sendo estes valores da ordem de 60,21%, 14,29%, 8,90% e 8,24% respectivamente. Os custos com juros sobre capital investido, seguro, taxas administrativas, oficina, lubrificantes e graxas, óleo hidráulico, pneus, esteiras e material de corte corresponderam juntos a 8,35%.

O comportamento dos custos fixos, variáveis e operacionais (US\$ h<sup>-1</sup>) em função da idade do *harvester* segue conforme as Equações 1, 2, e 3. Observa-se a partir dessas Equações que o aumento da vida útil da máquina resulta no aumento dos custos variáveis (devido ao aumento da troca de peças, manutenções e consumo de combustível) e custos operacionais. O aumento dos custos fixos ocorre quase que de maneira constante, uma vez que o seu principal componente a depreciação foi calculado através do método linear. A variação deste custo se deve pelo aumento ou redução do número de horas efetivas trabalhadas em cada ano avaliado.

Os modelos de regressão seguem conforme as Equações 1,2, e 3.

$$CF = 20,2617 + 0,9511 * ID \quad (1)$$

$$r^2 = 0,3962 \quad \text{erro padrão} = 0,6367$$

$$CV = 101,1235 + 16,4145 * ID \quad (2)$$

$$r^2 = 0,6834 \quad \text{erro padrão} = 6,0582$$

$$CO = 41,2966 + 122,5207 * ID - 34,0778 * ID^2 + 3,0449 * ID^3 \quad (3)$$

$$R^2 = 0,8782$$

\* significativo a 5% pelo teste “t”.

em que

CF = custo fixo (US\$ h<sup>-1</sup>);

CV= custo variável (US\$ h<sup>-1</sup>);

CO= custo operacional (US\$ h<sup>-1</sup>); e,

ID = idade da máquina (anos).

#### CONCLUSÕES:

- O custo operacional médio geral do *harvester* foi de US\$ 190,85 h<sup>-1</sup>.
- O custo de produção do *harvester* foi de US\$ 8,46 m<sup>3</sup>.
- As variáveis mais influentes no custo total de operação foram: horas efetivas de trabalho, manutenção e reparos, mão-de-obra, combustível, e depreciação.

**AGRADECIMENTOS:** Os autores agradecem ao Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG e à Celulose Nipo-Brasileira S. A. (CENIBRA) pelo apoio financeiro e oportunidade.

#### REFERÊNCIAS

- AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **ASAE standards 2011:** machinery, equipment and buildings: operating costs. Iowa: Ames, 2001. p. 164-226.
- BURLA, E. R. **Avaliação técnica e econômica do harvester na colheita do eucalipto.** 2008. 79 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2008.
- FERNANDES, H. C.; BURLA, E. R.; LEITE, E. D. 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, 2013.
- GRAÇA, L. R.; RODIGHERI, H. R.; CONTO, A. J. D. **Custos florestais de produção: conceituação e aplicação.** Embrapa Florestas, 2000. 32 f.
- LEITE, E. D. S.; MINETTE, L. J.; FERNANDES, H. C.; SOUZA, A. P. D.; AMARAL, E. J. D.; LACERDA, E. D. G. Desempenho do *harvester* na colheita de eucalipto em diferentes espaçamentos e declividades. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 38, n. 1, p. 000-000, 2014.
- MACHADO, C. C.; MALINOVSKI, J. R. **Ciência do trabalho florestal.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1988. 65 p.
- MARTINS, R. J.; SEIXAS, F.; STAPE, J. L. Avaliação técnica e econômica de um *harvester* trabalhando em diferentes condições de espaçamento e arranjo de plantio em povoamento de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, SP, v. 37, n. 83, p. 253-263, 2009.
- MINETTE, L. J.; SOUZA, A. P. D.; SILVA, E. P. D.; MEDEIROS, N. M. Postos de trabalho e perfil de operadores de máquinas de colheita florestal. **Revista Ceres**, p. 066-073, 2008.
- MOREIRA, F. M. T. **Análise técnica e econômica de subsistemas de colheita de madeira de eucalipto em terceira rotação.** 2000. 148 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2000.
- SILVA, R. M. D.; BELDERRAIN, M. C. N. Considerações sobre diagrama tornado em análise de sensibilidade VII INIC/ IV EPG - UNIVAP 2004. **Universidade do Vale do Paraíba**, p. 8-11 2004.
- SIMÕES, D.; FENNER, P. T. Avaliação técnica e econômica do *forwarder* na extração de madeira em povoamento de eucalipto de primeiro corte. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 40, n. 4, p. 711-720, 2010.
- SIMÕES, D.; FENNER, P. T.; BANTEL, C. A. Custos e rendimentos operacionais da extração de madeira de eucalipto com cabo aéreo. **Revista Cerne**, Lavras, MG, v. 16, n. 2, p. 185-192, 2010.
- SIMÕES, D.; FENNER, P. T.; ESPERANCINI, M. S. T. Avaliação técnica e econômica da colheita de florestas de eucalipto com *harvester*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, SP, v. 38, n. 88, p. 611-618, 2010b.