

AVALIAÇÃO DE CUSTOS DO FORWARDER NO SISTEMA DE COLHEITA FLORESTAL MECANIZADO

REMO MACIEIRA FIGUEIREDO SILVA¹, HAROLDO CARLOS FERNANDES², LARISSA NUNES DOS SANTOS³, JULIANA PINHEIRO DADALTO⁴, DIEGO WESLLY FERREIRA DO NASCIMENTO SANTOS⁵

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

² Engenheiro Agrícola, Professor Adjunto da UFV, Viçosa-MG.

³ Engenheiro Agrícola, Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa-MG.

⁴ Engenheira Florestal, Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa-MG.

⁵ Engenheiro Florestal, Doutorando 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 *forwarder* na atividade extração de eucalipto. Foram utilizadas 6 *forwarders* da marca Komatsu, modelo 890.3. 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. O resultado obtido para o custo operacional médio *forwarder* foi de US\$ 199,82 h⁻¹. A redução de 10% dos custos com manutenção e reparos, mão de obra, combustível e depreciação resultou em uma economia de 9,06% do *forwarder*. Estes elementos representaram aproximadamente 90% do custo total do *forwarder*.

PALAVRAS-CHAVE: Extração de madeira, Máquinas florestais, Análise de sensibilidade.

COST EVALUATION OF FORWARDER IN THE MECHANIZED FORESTRY HARVESTING SYSTEM

ABSTRACT: In this work aimed to evaluate the costs of tractor forestry the forwarder in activities extraction of eucalyptus. Were used 6 forwarders of brand Komatsu, 890.3 model. 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 analysis sensitivity 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 the forwarder was US \$ 199.82 h⁻¹. The reduction of 10% of the costs for maintenance and repairs, labor, fuel and depreciation resulted in a saving of 9.06% of forwarder. These elements represented approximately 90% of the total cost of the forwarder.

KEYWORDS: Wood extraction, Forest machines, Sensitivity analysis.

INTRODUÇÃO: A extração florestal corresponde à condução da madeira do interior dos talhões para as margens das estradas florestais ou pátios (SIMÕES; FENNER, 2010). A principal máquina utilizada para execução da extração da madeira no sistema de toras curtas é o *forwarder*. O *forwarder* é um trator florestal transportador, utilizado no processo de extração da madeira do interior do talhão para as margens das estradas, onde são empilhadas ficando prontas para a realização do transporte (LEITE, 2012).

Em razão do alto custo desta máquina é necessária à realização de pesquisas visando o aumento da produtividade por unidade de tempo das mesmas através de formas mais eficientes de colher, treinamento dos operadores, da melhoria técnica-tecnológica e métodos de preservação do maquinário utilizado, uma vez que este tem uma vida útil dentro da empresa de aproximadamente 5 anos e até o final desse período precisa estar em perfeitas condições de uso para tornar a atividade florestal mais competitiva e lucrativa.

Através da análise de custos é possível determinar os custos resultantes do projeto, sendo possível identificar e verificar quais foram às atividades mais onerosas na composição do custo total, e buscar alternativas para redução dos mesmos. A análise de sensibilidade permite que o gestor visualize o comportamento dos elementos mais representativos na composição dos custos totais da máquina através de sua variação para mais e para menos.

Objetivou-se com este trabalho determinar o custo operacional do *forwarder* 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 sete *forwarder* John Deere modelo 1710D, motor John Deere 6081H, com potência de 215 hp (160 kW), tração nas oito rodas e esteiras unindo os quatro pneus traseiros, com garra Hultdins 360S com 0,36 m² de área (Figura 1).



FIGURA 1. *Forwarder* John Deere, modelo 1710D.

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, variáveis e operacionais do *forwarder*, com o objetivo de avaliar o comportamento destes, em função da tempo de uso das máquinas.

As análises foram processadas utilizando o software STATISTICA 7.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O menor custo operacional médio foi de US\$ 117,51 por hora efetiva de trabalho obtido para o ano de 2007. O de maior custo foi obtido em 2013 correspondendo a US\$ 200,75 h⁻¹. O custo operacional médio geral foi de US\$ 147,80 h⁻¹. A representatividade dos custos variáveis no custo total médio geral foi de 87,63% (Tabela 1).

Simões e Fenner (2010), ao avaliarem um *forwarder* em povoamentos de primeiro corte, eficiência operacional de 82,21% obtiveram um custo operacional de US\$ 92,47 h⁻¹, correspondendo 35,83% de custos fixos e 64,17% custos variáveis. Camargo Júnior (2013), ao analisarem o trator florestal *forwarder* com produtividade horária de 41,63 m³ e eficiência operacional de 81,93% encontraram valores para o custo operacional da ordem de US\$ 94,55 h⁻¹. Minette et al. (2004), avaliando um trator

florestal *Forwarder* com eficiência de 80% e produtividade de 40,15 m³ h⁻¹ obtiveram o custo operacional ainda menor equivalendo a US\$ 60,70 h⁻¹. Esse fato pode ser justificado uma vez que a eficiência operacional das máquinas avaliadas neste trabalho foi em média 54% e a produtividade média foi de 33,22 m³ h⁻¹.

O custo operacional médio no ano de 2007 foi influenciado pela quantidade de horas trabalhadas (1.380,13 h⁻¹) de uma das sete máquinas avaliadas, como este custo é resultante do somatório dos custos fixos e variáveis e estes são obtidos em função da quantidade de horas efetivamente trabalhadas pela máquina, houve o acréscimo no valor dos custos fixos e variáveis e conseqüentemente no custo operacional.

TABELA 1 Custos fixos (CF), variáveis (CV), operacionais (CO) médio por hora efetiva de trabalho de sete *forwarder* John Deere modelo 1270D.

(US\$ h ⁻¹)	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Média
CF	22,33	18,59	17,79	19,60	22,19	22,71	24,83	21,15
CV	95,19	99,69	114,23	116,95	132,11	152,47	175,92	126,65
CO	117,51	118,29	132,03	136,56	154,30	175,18	200,75	147,80

Os custos de maior representatividade no custo total geral foram o de manutenção e reparos, mão-de-obra, combustível e depreciação, sendo estes valores da ordem de 57,77%, 17,01%, 8,79% e 8,29% 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 8,14%.

O comportamento dos custos em função da idade da máquina segue conforme as Equações 1, 2, e 3. Observa-se que o custo fixo aumentou quase de maneira constante de acordo com aumento da vida útil da máquina. Os custos operacionais aumentaram na mesma proporção dos custos variáveis.

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

$$CF = 14,8114 + 1,3679 * ID \quad (1)$$

$$r^2 = 0,4874 \quad \text{erro padrão} = 0,9340$$

$$CV = 63,4700 + 15,1112 * ID \quad (2)$$

$$r^2 = 0,8035 \quad \text{erro padrão} = 4,9758$$

$$CO = 78,2814 + 16,4792 * ID \quad (3)$$

$$r^2 = 0,7919 \quad \text{erro padrão} = 5,6244$$

* significativo a 5% pelo teste "t".

em que

CF = custo fixo (US\$ h⁻¹);

CV = custo variável (US\$ h⁻¹);

CO = custo operacional (US\$ h⁻¹); e,

ID = idade da máquina (anos).

Através da análise de sensibilidade do *forwarder* obteve-se a seguinte sequência na influência da composição do custo operacional: horas efetivas de trabalho, manutenção e reparos, mão-de-obra, combustível, e depreciação.

Simulando uma situação em que a empresa consiga uma economia real de 10% em cada um desses itens e aumento de 10% na quantidade de horas efetivas trabalhadas, ela poderá reduzir seu custo operacional em média de 23,96%.

Para Robert (2013) as variáveis mais relevantes na composição do custo operacional do *forwarder* são o valor de aquisição da máquina, o preço do combustível, vida útil, depreciação, mão-de-obra; taxa de juros e manutenção e reparos.

A redução do custo operacional através da simulação da redução de 10% das variáveis mais representativas deste custo pela empresa obtida neste trabalho diferiu do encontrado por Leite (2012). Para este autor com a redução de 10% dos itens de maior expressão (valor de aquisição da máquina, manutenção e reparos, preço do combustível, vida útil econômica, depreciação e taxa de juros) e aumento de 10% na vida útil do *forwarder* a empresa poderia reduzir 15% do seu custo operacional.

CONCLUSÕES:

- O custo operacional médio geral do *forwarder* foi de US\$ 147,80 h⁻¹.
- O custo de produção médio geral encontrado foi de US\$ 4,58 m³.
- 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.
- CAMARGO JÚNIOR, R. R. D. **Análise de sistemas de colheita de povoamentos de eucalipto com baixa produtividade**. 2013. 116 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP, 2013.
- LEITE, E. D. S. **Modelagem técnica e econômica de um sistema de colheita florestal mecanizada de toras curtas**. 2012. 130 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2012.
- MINETTE, L. J, et al. Análise técnica e econômica do *forwarder* em três subsistemas de colheita de florestas de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 28, n. 1, p. 91-97, 2004.
- 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.
- ROBERT, R. C. G. **Análise técnica e econômica de um sistema de colheita mecanizada em plantios de *Eucalyptus spp.* em duas condições de relevo acidentado**. 2013. 113 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2013.
- 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.