

INFLUÊNCIA DO NÚMERO DE HORAS DE TRABALHO DO FORWARDER NA RENTABILIDADE DA OPERAÇÃO DE EXTRAÇÃO FLORESTAL

LARISSA NUNES DOS SANTOS¹, HAROLDO CARLOS FERNADES², REMO MACIEIRA FIGUEIREDO SILVA³, JULIANA PINHEIRO DADALTO⁴

¹ Engenheira Florestal, Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa-MG, Fone: (31) 99414-0951, larissa.nunes@ufv.br

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

³ Engenheiro Florestal, Doutorando em Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa-MG.

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

Apresentado no
XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2016
24 a 28 de julho de 2016 - Florianópolis - SC, Brasil

RESUMO: Objetivou-se com este trabalho, determinar o número de horas anuais de trabalho do *forwarder* que proporcione um custo operacional horário mínimo. Para tanto foi utilizado um *forwarder* John Deere modelo 1710D, motor John Deere 6081H, com potência de 215 hp (160 kW). Os cálculos dos custos e da rentabilidade da atividade de extração foram realizados para um período de cinco anos. Os custos foram obtidos através do somatório dos custos fixos e variáveis. Enquanto a rentabilidade da operação foi obtida através do cálculo da TIR. O menor custo operacional horário da operação de corte utilizando o *forwarder* foi obtido ao se trabalhar 4.000 h ano⁻¹, sendo sua TIR de 36,80%. A maior TIR (61,03%) foi obtida quando se trabalhou 5.000 h ano⁻¹. Apesar do aumento das horas de trabalho terem aumentado principalmente os custos de manutenção e reparos, e combustível e consequentemente o custo operacional da máquina, o aumento da produtividade fez com que os custos de extração fossem diluídos, resultando assim em uma maior TIR. Para que a atividade de extração florestal seja rentável o *forwarder* terá que trabalhar efetivamente acima de 3.000 h ano⁻¹.

PALAVRAS-CHAVE: Análise de custos; Economia florestal; Colheita florestal mecanizada.

INFLUENCE OF THE NUMBER OF WORKING HOURS OF THE FORWARDER IN THE PROFITABILITY OF FOREST EXTRACTION OPERATION

ABSTRACT: The objective of this work was to determine the number of annual hours of work forwarder that provides a minimum hourly operating cost. For this we used a forwarder John Deere 1710D model John Deere 6081H engine, with an output of 215 hp (160 kW). The calculations of the costs and profitability of the activity of extraction were carried out for a period of five years. Costs were obtained through the sum of the fixed and variable costs. While the profitability of the operation was obtained by calculating the TIR. The lower cost operating of the extraction operation using the forwarder was obtained when working 4,000 h year⁻¹, with its TIR 36.80%. The higher TIR (61.03%) was obtained when worked 5,000 h year⁻¹. Despite the increase in hours of work have mainly increased maintenance costs and repairs, and fuel and hence the operating cost of the machine, increased productivity did with than the extraction costs were diluted, resulting in a higher TIR. To that forest extraction activity be profitable the forwarder will have to work effectively above 3,000 h year⁻¹.

KEYWORDS: Cost analysis; Economy forestry; forest harvesting mechanized.

INTRODUÇÃO: A máquina florestal mais utilizada para execução da atividade de extração de madeira no sistema de toras curtas no Brasil é o *forwarder*. Esta máquina tem a função de retirar a

madeira de dentro do talhão para as margens da estrada deixando-as empilhadas prontas para o transporte.

Devido ao alto preço de aquisição do *forwarder* é necessário conhecer o retorno do investimento de sua compra. Para tanto uma análise que pode ser realizada é a taxa interna de retorno (TIR). A TIR está associada a estudos de viabilidade econômica em que se busca verificar se a rentabilidade do empreendimento é superior, inferior ou igual ao custo do capital que será utilizado para financiar o projeto (REZENDE, et al., 2006). O projeto será economicamente viável quando a TIR for maior que a taxa básica de remuneração ou taxa de mínima atratividade (TMA) (HERINQUES et al., 2010; MALINOVSKI et al., 2006; NISHI, et al., 2005).

Uma das variáveis de grande influência sobre a TIR é o custo operacional anual da máquina, o qual é influenciado, principalmente, pela eficiência operacional e pela jornada de trabalho (BURLA et al., 2012). Sabe-se que quanto maior for o número de horas efetivamente trabalhadas pelo *forwarder* menores serão os custos, no entanto não existem trabalhos que relatem o número ideal de horas que a máquina deve trabalhar visando à máxima TIR.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi determinar o número de horas anuais de trabalho do *forwarder* que proporcione um custo operacional horário mínimo e máxima TIR.

MATERIAL E MÉTODOS: A pesquisa foi realizada em uma empresa florestal, localizada no estado de Minas Gerais. Foi utilizado um *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); e Leite (2012).

Os valores utilizados para cálculo dos custos fixos, variáveis e totais do *forwarder* seguem conforme a Tabela 1. Estes custos foram obtidos em dólares por hora efetiva de trabalho (US\$ h⁻¹), utilizando a taxa de câmbio de 1US\$ = R\$ 3,8988 de 24/10/2015.

TABELA 1. Valores utilizados no cálculo do custo total do *forwarder*.

ITENS	VALORES
Valor de aquisição da máquina (US\$)	230.100,80
Valor de revenda da máquina (US\$)	46.020,16
Vida útil (anos)	5,00
Taxa anual de juros simples (decimal)	0,12
Consumo de combustível (L h ⁻¹)	21,50
Preço de um litro de combustível (US\$ L ⁻¹)	0,58

Número de pneus por máquina	8,00
Valor de um pneu (US\$)	2.308,40
Vida útil do pneu (h unidade ⁻¹)	12.500,00
Salário mensal dos operadores (US\$)	384,73
Número de operadores	3,00
Taxa de encargos	0,75
Meses no ano	12,00
Produtividade horária	33,22

A taxa interna de retorno utilizada para determinar a taxa média de crescimento do investimento foi obtida conforme com a Equação 1 (REZENDE e OLIVEIRA, 2013). A taxa de mínima atratividade (TMA) utilizada foi à taxa Selic de 14,15% do dia 28/10/2015.

$$\sum_{j=0}^n R_j(1 + TIR)^{-j} = \sum_{j=0}^n C_j(1 + TIR)^{-j} \quad (1)$$

em que,

R_j = valor atual das receitas;

C_j = valor atual dos custos;

i = taxa de juros;

j = período em que a receita ou custo ocorrem; e,

n = número total de períodos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Como pode ser verificado na Tabela 2 os custos fixos diminuiram com o aumento do número de horas de trabalho da máquina, enquanto os custos variáveis aumentaram. Este fato já era esperado uma vez, que os custos fixos ocorrem independentemente da máquina estar em operação, sendo assim o maior número de horas fará com que o custo fixo horário diminua. Em contrapartida os custos variáveis dependem da quantidade de trabalho realizada pela máquina, sendo que quanto maior for o número de horas trabalhadas maior será este custo, devido ao maior consumo de combustível, óleo lubrificante, manutenção e troca de peças.

TABELA 2. Influência das horas anuais de trabalho do *forwarder* nos custos fixos, variáveis, totais e TIR.

Horas de trabalho (ano ⁻¹)	Custo fixo (US\$ h ⁻¹)	Custo variável (US\$ h ⁻¹)	Custo total (US\$ h ⁻¹)	TIR (%)
3.000,00	19,87	41,42	61,30	13,38%
3.500,00	17,03	42,69	59,72	25,05%
4.000,00	14,90	44,24	59,14	36,80%
4.500,00	13,25	45,98	59,23	48,77%
5.000,00	11,92	47,86	59,78	61,03%

O custo total diminui com o aumento do número de horas de trabalho até um ponto de mínimo. A partir desse momento observou-se um aumento destes custos ocasionado pelo maior desgaste da máquina, o que resultou na realização de um número maior de reparos e troca de peças. As máquinas florestais apresentam o ponto de mínimo do processo produtivo para viabilizar seu uso, determinando o limite operacional (MACHADO, 2014). Este ponto foi encontrado quando o *forwarder* trabalhou 4.000 h ano⁻¹.

Nota-se ainda a partir desta tabela que apesar do aumento do número de horas de trabalho terem aumentado o custo total do *forwarder*, a maior TIR (61,03%) foi obtida a 5.000 horas de trabalho por ano⁻¹. Esse fato pode ser justificado uma vez que quanto maior for o trabalho efetivo, maior também será a produção e assim os lucros da atividade. Neste caso, os valores das receitas aumentaram mais

do que os dos custos, o que fez com que o retorno do investimento de compra da máquina fosse maior com o aumento do número de horas trabalhadas.

A atividade de extração florestal só foi lucrativa quando a máquina trabalhou acima de 3.000 h ano⁻¹. Quando a máquina trabalhou 3.000 h ano⁻¹ sua TIR foi menor que a TMA (14,15%) definida neste trabalho, mostrando que a operação nestas condições de trabalho não foi rentável.

Ao analisar economicamente sete *forwarders* Santos (2014) obteve uma taxa interna de retorno de 34% após cinco anos de aquisição da máquina. Este valor diferiu do encontrado neste trabalho devido ao alto custo operacional e menor número de horas trabalhadas pelas máquinas avaliadas por este autor. Leite (2012), ao avaliarem um *forwarder* encontrou rentabilidade de 13% para o sentido de operação em aclave e 122,86% para o sentido de operação em declive. Esses valores diferiram dos encontrados neste trabalho, uma vez que foi obtida a rentabilidade total do povoamento independentemente do seu sentido de operação.

CONCLUSÕES:

- O menor custo operacional foi obtido quando o *forwarder* trabalhou 4.000 h ano⁻¹;
- O número de horas de trabalho teve influência direta sobre os custos, receitas, e, portanto, rentabilidade da operação de extração.

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.; FERNANDES, H. C.; MACHADO, C. C.; LEITE, D. M.; FERNANDES, P. S. Avaliação técnica e econômica do *harvester* em diferentes condições operacionais. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v. 20, n. 5, p. 412-422, 2012.
- HENRIQUES, M. B.; MACHADO, I. C.; FAGUNDES, L. Análise econômica comparativa dos sistemas de cultivo integral e de “engorda” da ostra do mangue *Crassostrea* spp. No estuário de cananéia, São Paulo, Brasil. **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, v. 36, n. 4, p. 307-316, 2010.
- 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.
- MACHADO, C. C.; MALINOVSKI, J. R. **Ciência do trabalho florestal**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1988. 65 p.
- MACHADO, C. C. **Colheita florestal**. 3. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2014. 543p.
- MALINOVSKI, R. A.; BERGER, R.; SILVA, I. C.; MALINOVSKI, R. A.; BARREIROS, R. M. Viabilidade econômica de reflorestamentos em áreas limítrofes de pequenas propriedades rurais no município de São José dos Pinhais – PR. **Floresta**, Curitiba, PR, v.36, n. 2, 2006.
- NISHI, M. H.; JACOVINE, L. A. G.; SILVA, M. L.; VALVERDE, S. R.; NOGUEIRA, H. P.; ALVARENGA, A. P. Influência dos créditos de carbono na viabilidade financeira de três projetos florestais. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.29, n. 2, p. 263-270, 2005.
- REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. D. **Análise econômica e social de projetos florestais**. 3. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2013. 358 f.
- REZENDE, J. L. P.; PADUA, C. T. J.; OLIVEIRA, A. D.; SCOLFORO, J. R. S. Análise econômica do fomento florestal com eucalipto no estado de Minas Gerais. **Cerne**, Lavras, MG, v.12, n.3, p. 221-231, 2006.
- SANTOS, L. N. **Avaliação econômica da colheita florestal mecanizada com *harvester* e *forwarder***. 2014. 128 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, MG, 2014.