

DETERMINAÇÃO DO NÚMERO IDEAL DE HORAS A SEREM TRABALHADAS PELO HARVESTER

LARISSA NUNES DOS SANTOS¹, HAROLDO CARLOS FERNANDES², REMO MACIEIRA FIGUEIREDO SILVA³, DIEGO WESLLY FERREIRA DO NASCIMENTO SANTOS⁴

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 Engenheiro Florestal, Doutorando 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: Na colheita florestal mecanizada uma das variáveis de maior influência sobre o custo operacional de máquinas é o número de horas efetivamente trabalhadas. Entretanto não é conhecido o número de horas anuais que forneça um custo horário mínimo. Por este motivo, objetivou-se com este trabalho, determinar o número ótimo de horas anuais de trabalho do *harvester*. Para tanto foi utilizado um *harvester* John Deere modelo 1270D, motor John Deere 6090HTJ, com potência de 215 hp. Os cálculos dos custos e da rentabilidade da atividade de corte foram realizados para os anos de 2009-2013, em inclinações prioritariamente até 23°. 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 (US\$ 59,14 h⁻¹) da operação de corte utilizando o *harvester* foi obtido ao se trabalhar 4.000 h ano⁻¹, sendo sua TIR de 34,90%. A maior TIR foi obtida quando se trabalhou 5.000 h ano⁻¹. Observou-se que o aumento do número de horas anuais de trabalho exerce influência direta sobre os custos e a rentabilidade da operação de corte florestal, uma vez que o aumento das horas de trabalho resultou no aumento da TIR.

PALAVRAS-CHAVE: Análise de custos; Rentabilidade do investimento; Corte florestal mecanizado.

DETERMINING OF OPTIMAL NUMBER OF HOURS TO BE WORKED BY THE HARVESTER

ABSTRACT: In mechanized forest harvesting one of the most influential variables on the cost of operating machines is the number of hours actually worked. However it is not known the number of hours per year that provides a minimum hourly cost. For this reason, the aim of this work was to determine the optimal number of annual hours of harvester work. For this we used a harvester John Deere 1270D model, John Deere 6090HTJ engine with power of 215 hp (160 kW). The calculations of the costs and profitability of cut activities were carried out for the years 2009-2013, mainly on inclinations up to 23°. 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 harvester was obtained when working 4,000 h year⁻¹, with its TIR 34.90%. The higher TIR was obtained when worked 5,000 h year⁻¹. It was observed that the increase in the number of working hours has a direct influence on the costs and profitability of forestry cut.

KEYWORDS: Cost analysis; Return on investment; Forest cut mechanized.

INTRODUÇÃO: O corte da madeira é a etapa inicial da colheita florestal e tem enorme importância na execução das próximas ações (MACHADO, 2014). No sistema de toras curtas a principal máquina

utilizada para execução desta operação é o trator florestal *harvester*, o qual tem por função derrubar, desgalhar, traçar e empilhar a madeira (LINHARES et al., 2012).

Devido ao alto custo de aquisição do *harvester* é necessário conhecer o retorno do investimento, resultante de sua compra. Existem diversas metodologias que podem ser empregadas na determinação da rentabilidade de um investimento, a Taxa Interna de Retorno (TIR) é uma delas. A TIR pode ser descrita como a taxa que torna o Valor Presente Líquido (VPL) de um fluxo de caixa igual à zero (COELHO; COELHO, 2012; GUIO, 2015). 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).

O número de horas efetivamente trabalhadas pela máquina florestal tem influência direta sobre os custos de uma máquina, e assim sobre a rentabilidade do investimento. Apesar de existirem inúmeros trabalhos que avaliem economicamente a operação de corte, não é sabido o número ideal de horas que a máquina deve trabalhar que forneça um custo operacional mínimo e otimize a TIR.

Portanto, objetivou-se com este trabalho, determinar o número ótimo de horas anuais de trabalho do *harvester* que proporcione um menor custo operacional.

MATERIAL E MÉTODOS: A pesquisa foi realizada em uma empresa florestal, localizada no estado de Minas Gerais. O *harvester* utilizado para realização das atividades de derrubada e processamento da madeira (Figura 1), foi um John Deere modelo 1270D, motor John Deere 6090HTJ, com potência de 215 hp (160 kW), 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); e Leite (2012).

Os valores utilizados para cálculo dos custos fixos, variáveis e totais do *harvester* 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 *harvester*.

Itens	Valores
Valor de aquisição da máquina (US\$)	260.015,29
Valor de revenda da máquina (US\$)	52.003,06
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	6,00

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	23,69

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: Com base na Tabela 1 observa-se que o aumento do número de horas efetivamente trabalhadas pelo *harvester* ocasionou na redução dos custos fixos e no aumento dos custos variáveis. Como os custos fixos independem do uso da máquina o aumento das horas fez com que este custo fosse diluído. Já o aumento dos custos variáveis foi resultado do maior desgaste da máquina decorrente de um maior período de uso.

Os custos totais começaram altos e foram diminuindo até certo ponto de mínimo encontrado quando a máquina trabalhou 4.000 h ano⁻¹, logo depois estes voltaram a aumentar. Este ponto indica o número ideal de horas a serem trabalhadas pela máquina.

TABELA 2. Influência das horas anuais de trabalho do *harvester* 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%

A maior rentabilidade do investimento de compra do *harvester* foi obtida quando a máquina trabalhou 5.000 h ano⁻¹, sendo este valor da ordem de 61,03%. Observa-se que a atividade de corte da madeira começou a ser rentável após 3.000 h ano⁻¹, onde a TIR encontrada foi maior do que a TMA de 14,15%. Apesar do aumento do número de horas efetivamente trabalhadas pelo *harvester* resultar no aumento da rentabilidade do seu investimento, nota-se que em algum momento os custos totais serão tão altos que a atividade deixará de ser lucrativa, devido o desgaste acelerado da máquina propiciar no maior consumo de combustível, troca de peças e manutenções, não sendo suficientes as receitas geradas.

Santos (2014) avaliando dez *harvesters* durante sete anos encontrou rentabilidade de 67,43% no quinto ano, para uma jornada de trabalho entre 3.300 e 4.300 horas de trabalho por ano, produtividade anual de 17,15 m³ a 28,13 m³ e preço de aluguel de US\$ 8,61 m⁻³. O valor encontrado por este autor diferiu dos encontrados neste trabalho pelo fato dos custos operacionais e horas anuais de trabalho não

apresentarem comportamento linear, fazendo com que a diferença entre as receitas e custos siga a mesma tendência e assim influenciem a TIR por esta ser obtida em função do ganho obtido com o passar dos anos. Leite (2012), ao avaliar um *harvester* trabalhando 4.711 h ano⁻¹ encontrou rentabilidade de 34,56% para o sentido de operação em aclave e 6,26% para o sentido de operação em declive. Esses valores diferiram dos encontrados neste trabalho, uma vez que a máquina trabalhou na área como um todo (tanto em declive como em aclave) resultando em uma rentabilidade total do povoamento independentemente do seu sentido de operação, além dos custos totais obtidos por este autor ter sido maior do que o deste trabalho.

CONCLUSÕES:

- O número ideal de horas a serem trabalhadas pelo *harvester* vai depender de diversos fatores relacionados principalmente a qualificação do operador e as condições do terreno. Neste caso o número de horas que propiciou um custo total mínimo foi 4.000 h ano⁻¹.
- O número de horas de trabalho exerceu influência direta sobre os custos, receitas, e, portanto, rentabilidade da operação de corte.

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.
- COELHO, M. H.; COELHO, M. R. F. Potencialidades econômicas de florestas plantadas de *Pinus Elliottii* em pequenas propriedades rurais. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, Curitiba, n.123, p.257-278, 2012.
- GUIO, D. P. **Análise econômica do desbaste em plantio de eucalipto**. 2015. 50f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Espírito Santo, ES, 2015.
- 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.
- LINHARES, M.; JÚNIOR, C. R. S.; CAMPOS, F.; YAMAJI, F. M. Eficiência e desempenho operacional de máquinas *harvester* e *forwarder* na colheita florestal. **Pesquisa Agropecuária**, Goiânia, GO, v. 42, n. 2, p. 212-219, 2012.
- MACHADO, C. C.; MALINOVSKI, J. R. **Ciência do trabalho florestal**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1988. 65 p.
- 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.
- 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.