

Avaliação operacional da garra florestal no carregamento de toras curtas de eucalipto

Evaluación operacional de la garra forestal en la carga de trozas de eucalipto

Operational evaluation of the forest grapple in the loading of short logs of *eucalyptus*

Danilo Simões*, Flávia Aléssio Marcelino,
Carlos Adolfo Bantel y Paulo Torres Fenner

Recibido: 27-06-08 / Aceptado: 23-07-09

Resumo

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho operacional do conjunto florestal, carregador mecânico de braço hidráulico da marca Caterpillar, modelo 312 BL e garra florestal com capacidade de área útil 0,5 m². O estudo de tempos foi realizado pelo método de tempo contínuo e os rendimentos operacionais foram obtidos através da determinação do volume de carregamento de toras de *Eucalyptus grandis* com 6,0 metros de comprimento. Os operadores florestais possuíam as funções de acionar a garra florestal e transportar a madeira até a indústria. A operação da garra consistia no carregamento das toras alocadas às margens da estrada florestal para o veículo de transporte marca Volvo, modelo FM 12. A pesquisa foi desenvolvida nas coordenadas geográficas 28°48'S e 48°53'O. O rendimento operacional médio do carregamento para os seis operadores foi de 94,75 m³.h⁻¹, com um desvio padrão no carregamento de 18,13 m³.h⁻¹. O rendimento médio por gruada dos operadores que efetuaram o carregamento volume variou de 1,16 m³ a 1,38 m³ por gruada, o desvio padrão foi de 0,08 m³ entre os operadores que trabalharam com a garra florestal de 0,5 m². Ao ponderar que as condições de trabalho eram as mesmas, pode-se supor que as diferenças dos rendimentos operacionais entre os operadores foram em consequência da falta de habilidade de alguns na função de carregamento de madeira.

Palavras chave: ciclo de trabalho, operador, colheita florestal, tempos e movimentos.

* Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Campus de Botucatu, Brasil.
E-mail: danilo@fca.unesp.br.

Resumen

El presente trabajo tuvo por objetivo evaluar El desempeño operacional del conjunto forestal, cargador mecánico de brazo hidráulico de la marca Caterpillar, modelo 312 BL y garra forestal con capacidad de área útil 0,5 m². El estudio de tiempos fue realizado por el método de tiempo continuo y los rendimientos operacionales fueron obtenidos a través de la determinación del volumen de carga de trozas de *Eucalyptus grandis* con 6,0 metros de largo. Los operadores forestales tenían las funciones de accionar la garra forestal y transportar la madera hasta la industria. La operación de la garra consistía en cargar las trozas ubicadas al margen de la carretera para el vehículo de transporte marca Volvo, modelo FM 12. La investigación fue desarrollada en las coordenadas geográficas 28°48'3"S e 48°53'0"O. El rendimiento operacional promedio de carga para los seis operadores fue de 94,75 m³.h⁻¹, con una desviación estándar en la carga de 18,13 m³.h⁻¹. El rendimiento promedio, de levantamiento por volumen de cada carga (cargador mecánico), de los operadores varió de 1,16 m³ a 1,38 m³ por carga, el d desviación estándar fue de 0,08 m³ entre los operadores que trabajaron con a garra forestal de 0,5 m². Al ponderar que las condiciones de trabajo eran las mismas, puede suponerse que las diferencias de los rendimientos operacionales entre los operadores fueron en consecuencia por falta de habilidad de algunos en las funciones de cargar la madera.

Palabras clave: ciclo de trabajo, operador, cosecha forestal, tiempos y movimiento.

Abstract

The present work had an aim to evaluate the operational performance of the forest combination, hydraulic mechanical loader arm branded Caterpillar, model 312 BL and forest grapple with useful area capacity of 0.5 m². Time study was accomplished by the method continuous time and the operational performances were obtained through the determination of *Eucalyptus grandis* logs loading with 6.0 meters length. The forest operators had the functions of setting the forest grapple in motion and transporting the wood to the industry. Operation of the grapple consisted on loading of the logs allocated on the forest road side to the transport vehicle Volvo, model FM 12. The research was developed in the geographical coordinates 28°48'3"S and 48°53'0"W. The medium operational performance of the loading for the six operators was of 94.75 m³.h⁻¹, with a standard deviation in the loading of 18.13 m³.h⁻¹. The medium performance for craned of the operators that made the loading volume varied from 1.16 m³ to 1.38 m³ for craned, the

standard deviation was of 0,08 m³ among the operators that worked with the forest grapple of 0.5 m². When considering that the work conditions were the same ones, it can be supposed that the differences of the operational incomes among the operators were as a consequence of the ability lack of some in the function of wood loading.

Key words: work cycle, operator, forest harvest, times and movement.

Introdução

O setor florestal brasileiro é formado por cerca de 60 mil empresas, proporcionando 2,5 milhões de empregos diretos e indiretos – algo em torno de 11% da população economicamente ativa do país e com contribuições que chegaram a US\$ 3,8 bilhões anuais na arrecadação de impostos no ano de 2005 (Pinheiro, 2008).

Considerada a mais importante parte do ponto de vista técnico-econômico, a colheita florestal é um conjunto de operações efetuadas no maciço florestal para explorar e extrair a madeira até o local de transporte ou utilização. Regida por técnicas e padrões estabelecidos com a finalidade de transformá-la em produto final, a colheita é composta pelas etapas de corte (derrubada, desgalhamento e processamento ou traçamento), descascamento quando executado em campo, extração e carregamento (Santos y Machado, 2001; Machado, 2002; Silva, 2003). Tanaka (1986), por sua vez, considera que o processo envolve as operações de corte, pré-extração, extração, carregamento e descarregamento de madeira.

A introdução da mecanização requer das empresas a adoção de uma série de atitudes, com o intuito de se atingir, rapidamente, a produtividade esperada. Uma dessas atitudes é a escolha adequada de máquinas e equipamentos dentro de determinado sistema, que, via de regra, pode ser realizada por intermédio de diversos ensaios (Lima y Leite, 2002).

Embora a mecanização não seja a única maneira de racionalizar os trabalhos florestais, esta tem elevado destaque nos esforços para reduzir custos, substituir mão-de-obra e tornar mais ameno o trabalho florestal (Stöhr y Baggio, 1981).

O carregamento refere-se à colocação da madeira no veículo para o transporte principal ou para a extração, e o descarregamento é a retirada da

madeira do veículo de transporte, no local de utilização final ou em pátios especiais (Seixas, 2002).

A disponibilidade de veículos de transporte conforme Minette *et al.* (2002), depende de um planejamento eficiente e otimizado, de forma que não faltem veículos de transporte para carregamento e que estes não permaneçam parados por muito tempo.

Para que se possa obter a maximização do uso das máquinas empregadas na colheita florestal, é de suma importância um prévio conhecimento técnico e operacional. Diante disso torna-se necessário a realização de ensaios para a obtenção dos rendimentos operacionais, em diferentes condições de trabalho.

Segundo Fenner (2001), o rendimento operacional pode ser determinado através do estudo de tempos e movimentos do trabalho, cujos objetivos são medir o tempo total e os tempos parciais necessários para realizar determinada tarefa, registrar o resultado do trabalho obtido durante estes tempos (rendimento) e compreender os fatores que exercem influência sobre a atividade que esta sendo desenvolvida.

O objetivo geral deste trabalho foi identificar, o rendimento operacional da garra florestal com capacidade de área útil de 0,5 m² no carregamento de toras de eucalipto, visando oferecer subsídios para o planejamento de operações futuras.

Material e métodos

No presente estudo foi avaliado um carregador florestal equipado com garra florestal com capacidade de área útil de 0,5 m². O estudo foi desenvolvido numa floresta homogênea de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden destinada para a produção de madeira para fabricação de painéis. A área está localizada nas coordenadas geográficas 28°48' de Latitude Sul e 48°53' de Longitude Oeste.

O sistema de colheita florestal era de toras com comprimento médio de 6 metros e com casca, que de acordo com a classificação mais adotada e proposto pela FAO, citado por Stöhr (1978), se enquadram como Sistema de Toras Curtas (*Short-Wood System*). Foram estudadas todas as operações realizadas dentro do ciclo de carregamento da madeira.

Para o transporte da madeira desde a margem da estrada florestal até a fábrica eram utilizados veículos articulados (Tri-trem) marca Volvo, modelo FM 12, equipados com carroceria plana e fueiros laterais, com capacidade máxima de 52 toneladas de carga útil.

O carregador florestal era constituído por uma máquina base retroescavadora da marca Caterpillar modelo CAT 320 BL, equipado com grua para alcance de 9 metros. A garra florestal era da marca Thorco, com capacidade de área útil de 0,5 m².

A coleta dos dados foi realizada empregando-se o método de cronometragem de tempo contínuo. Esse método caracteriza-se pela medição do tempo sem detenção do cronômetro, isto é, de forma contínua. O pesquisador faz a leitura do cronômetro cada vez que acontece um ponto de medição, anotando a hora indicada no cronômetro sem detê-lo, junto ao nome da atividade parcial recém-concluída. O tempo requerido para cada trabalho parcial é calculado durante a avaliação por subtração entre a hora em que terminou a atividade parcial em questão e a hora em que a mesma se iniciou.

Foi realizado um estudo-piloto, para determinar o número mínimo de ciclos necessários para proporcionar um erro de amostragem máximo de 5%, em um nível de 95% de probabilidade, conforme metodologia proposta por Barnes (1968), através da Equação 1.

$$n \geq \frac{t^2 + CV^2}{E^2} \quad (1)$$

em que,

n - número mínimo de ciclos necessários;

t - valor de t, *Student*, no nível de probabilidade desejado e (n-1) graus de liberdade;

CV - coeficiente de variação (%);

E - erro admissível, em porcentagem.

A operação foi subdividida em duas atividades parciais, as quais formavam um ciclo de trabalho e englobavam todos os movimentos planejados que ocorreram repetitivamente durante o decurso do trabalho e que resultaram em produção ou foram necessárias para a realização do trabalho.

Atividades parciais da operação de carregamento:

- **Carga:** iniciava com a abertura dos arcos da grua, levantando e carregando as toras e acondicionando-as dentro da garra florestal e terminando quando o operador descarregava os feixes, depositando-os sobre os veículos de transporte;
- **Bater carga:** tempo dispendido para arrumar a madeira sobre o veículo de transporte, utilizando uma barra de ferro (martelo) acoplada à garra florestal.

O volume da madeira transportada foi fornecido pela empresa, obtido através das medidas da altura e do comprimento da carga de cada veículo utilizado no transporte de madeira, o qual era calculado quando chegava à indústria.

O rendimento operacional foi calculado com base no volume de madeira, em metros cúbicos, e no tempo dispendido para efetuar a operação de carregamento, conforme a Equação 2.

$$R = \frac{v}{T} \quad (2)$$

em que,

R - rendimento operacional ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$);

v - volume, em metros cúbicos (m^3);

T - tempo (h).

Resultados e discussão

Os resultados apresentados referem-se somente as atividades parciais efetivas que compõem os ciclos de trabalhos do conjunto carregador e garra florestal estudada.

Foram avaliados seis operadores, os quais efetuaram o carregamento de 328,02 m^3 de madeira.

Foram estudados 264 ciclos de trabalho, número superior ao calculado como necessário para um erro de amostragem admissível fixado em 5% a 95% de probabilidade.

A atividade parcial “carga” consumiu 3,243 h e “bater carga” despendeu de 0,311 h do tempo total de carregamento.

O tempo médio de carregamento de cada veículo foi de 0,54 h, valor próximo ao encontrado por Neto (2005) em condições semelhantes, durante seu estudo sobre a avaliação do tempo de carregamento e descarregamento de caminhões.

Na Tabela 1 pode ser observado os tempos individuais para cada operador e por atividade parcial. Operador 5 foi o que obteve o menor tempo para o carregamento e o Operador 1 gastou o maior tempo para efetuar o carregamento.

Na Tabela 2 são apresentados os números de deslocamento da grua e o volume da carga no carregamento de madeira do veículo efetuado por cada operador.

Com a utilização da garra florestal com capacidade de área útil de 0,5 m² para o carregamento do veículo de transporte, o volume em metros cúbicos carregados por cada operador, variou de 50,78 m³ a 58,47 m³. O número de deslocamento da grua para uma carga completa por operador variou entre 38 a 48. O tempo médio de carregamento de cada veículo foi de 0,592 h.

Na Tabela 3 são apresentados os rendimentos médios individuais para cada operador no carregamento de madeira no veículo, o rendimento médio operacional variou de 79,01 m³.h⁻¹ a 120,10 m³.h⁻¹. O rendimento operacional médio do carregamento para os seis operadores foi de 94,75 m³.h⁻¹. Esses números estão próximo ao encontrado pelos autores Lopes *et al.* (2006) que apresentaram em seu estudo um rendimento operacional médio para dois modelos diferentes de carregador florestal de 121,15 toneladas por hora efetiva.

Na Figura 1 são apresentados os rendimentos operacionais (m³.h⁻¹) médios por deslocamento da grua, obtidos por cada operador. Pode ser observado que o volume variou de 1,16 m³ a 1,38 m³ por gruada. O desvio padrão foi de 0,08 m³ entre os operadores que trabalharam com a garra florestal de 0,5 m².

Pode ser observado na Figura 2 os rendimentos operacionais obtidos na operação de carregamento com a garra florestal com capacidade de área útil de 0,5 m². O rendimento operacional mínimo foi de 69,98 m³.h⁻¹, enquanto que o rendimento operacional médio foi de 94,75 m³.h⁻¹ e 120,10 m³.h⁻¹ o rendimento operacional máximo.

Tabela 1. Tempos das atividades parciais dos operadores.

Atividades parciais	Op. 1	Op. 2	Op. 3	Op. 4	Op. 5	Op. 6	TOTAL	
	(h)	% AT						
Carga	0,629	0,562	0,660	0,517	0,449	0,426	3,243	91,26
Bater carga	0,096	0,040	0,031	0,017	0,038	0,089	0,311	8,74
ATIVIDADE TOTAL (AT)	0,726	0,603	0,690	0,533	0,487	0,515	3,553	100,00

* Op. = operador; (h) = horas.

Tabela 2. Número de deslocamento da grua e volume da carga no carregamento.

Operadores	Número de deslocamento da grua	Volume (m³)
1	43	50,78
2	46	56,35
3	47	54,54
4	42	55,56
5	48	58,47
6	38	52,32
Total	264	328,02

Tabela 3. Rendimentos operacionais médios dos operadores no carregamento de madeira.

Operadores	Rendimento operacional (m³.h⁻¹)
1	69,98
2	93,53
3	79,01
4	104,18
5	120,10
6	101,69
Média	94,75

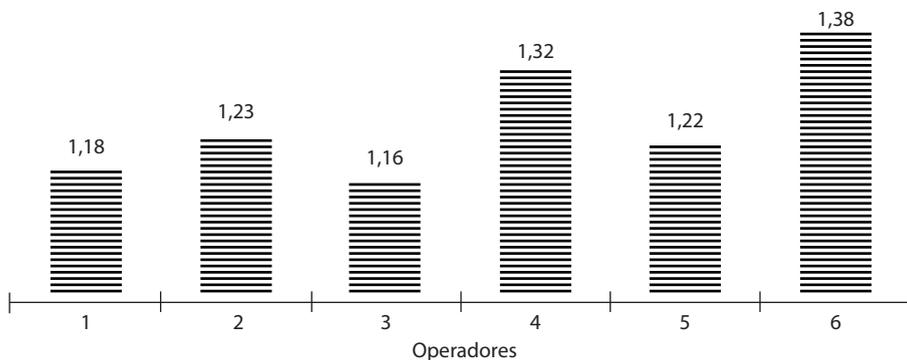


Figura 1. Rendimentos operacionais médios por operador.

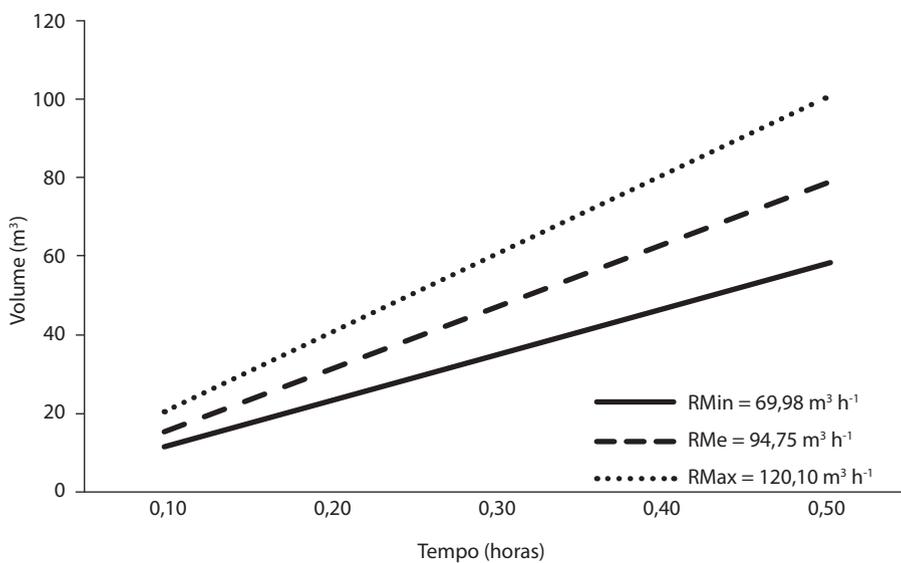


Figura 2. Rendimentos operacionais mínimo, médio e máximo do carregamento.

Conclusões

Os resultados dos rendimentos operacionais médios apresentaram um desvio padrão de $18,13 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, portanto, houve uma diferença significativa entre os rendimentos operacionais médios de carregamento entre os operadores utilizando a garra florestal $0,5 \text{ m}^2$.

O rendimento operacional mínimo foi de $69,98 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ enquanto que o rendimento operacional máximo obtido foi de $120,10 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$.

O tempo dispendido para a atividade parcial “bater carga” não influenciou no resultado do rendimento operacional.

Referências bibliográficas

- Barnes, R.M. 1968. *Motion and time study: design and measurement of work*. 6 ed. New York: John Willey & Sons. 799 p.
- Lima, J. S. S.; Leite, A. M. P. Colheita florestal. 2002. En: Machado, C. C. (Ed.). *Mecanização*. Imprensa Universitária, Viçosa, pp. 33-54.
- Lopes, E. da S. et al. 2006. Avaliação técnica de um sistema de pesagem no carregamento florestal. *Revista Árvore*, 30(4): 575-581.
- Machado, C. C.; Lopes, E. S. Colheita florestal. 2002. En: Machado, C. C. (Ed.). *Planejamento*. Imprensa Universitária, Viçosa, pp. 169-212.
- Minetti, L. J.; Souza, A. P.; Fiedler, N. C. Colheita florestal. 2002. En: Machado, C. C. (Ed.). *Carregamento e descarregamento*. Imprensa Universitária, Viçosa, pp. 129-144.
- Neto, J. M. *Análise do custo do transporte rodoviário de madeira*. 2005. Dissertação Mestrado em Ciência Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Pinheiro, G. *Um apelo ao bom senso: carta à sociedade brasileira*. Recuperado el 7 de enero del 2008 en http://www.sbef.org.br/carta_sociedade.htm.
- Santos, S. L. M.; Machado, C. C. 2001. Avaliação técnica e econômica da extração de madeira com forwarder em diferentes volumes por árvore e comprimentos de toras. *Revista Madera y Bosques*, 7(2): 87-94.
- Seixas, F. Colheita florestal. 2002. En: Machado, C. C. (Ed.). *Extração*. Imprensa Universitária, Viçosa, pp. 89-128.

- Silva, J. R. 2003. *Compactação do solo exercida por tráfego de colheita e transporte de madeira*. 134 p. Tese (Doutorado / Energia na Agricultura) Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade do Estado de São Paulo, Botucatu.
- Stöhr, G. W. D.; Baggio, A. J. L. 1981. Estudo comparativo de dois métodos de arraste principal do desbaste de *Pinus taeda*. *Boletim de Pesquisa Florestal*, 2: 89-131.
- Tanaka, O. K. 1986. Exploração e transporte da cultura do Eucalipto. *Informe Agropecuário*, 12(141): 24-30.