

Avaliação técnica e econômica de uma garra traçadora operando em diferentes produtividades

Technical and economical evaluation of a slacher, operating under different productivities

Sebastião Eudes Lopes¹, Haroldo Carlos Fernandes²,
Nerilson Terra Santos³ e Paula Cristina Natalino Rinaldi⁴

Resumo

Este estudo foi conduzido em povoamentos de eucalipto de uma empresa florestal do Estado de Goiás, com o objetivo de avaliar técnica e economicamente o trabalho de uma garra traçadora. A análise técnica consistiu do estudo de tempos e movimentos, além da produtividade, da disponibilidade mecânica e da eficiência operacional da máquina. A análise econômica consistiu na determinação dos custos operacionais e de produção. Foi utilizado um delineamento estatístico inteiramente casualizado, com 6 repetições em esquema de parcelas subdivididas. Adotaram-se como parcelas as operações que compõem o ciclo operacional das máquinas e como subparcelas os níveis de produtividade do povoamento 100, 200 e 300 m³ ha⁻¹. A máquina apresentou um custo de produção de 0,97; 0,75 e 0,63 US\$ m⁻³ para as produtividades de 100, 200 e 300 m³ ha⁻¹, respectivamente. O menor rendimento energético foi obtido para a maior produtividade do talhão.

Palavras-chave: Máquinas Florestais, Produtividade e Composição de Custos

Abstract

This study was carried out in *Eucalypts* stands of a forest company in the State of Goiás, aiming at a technical and economic evaluation of a slacher. The technical analysis was based on a study of times and movements, of productivity, mechanical availability and operational efficiency of the machine. The economic analysis consisted of determining machine operating and production costs. Slacher data were evaluated in a complete randomized design, with six replications, in a split-plot arrangement, with the phases of the machine operating cycle in whole plots and the levels of productivity 100, 200 and 300 m³ ha⁻¹ in subplots. The slasher recorded costs of 0.97; 0.75; and 0.63 US\$ m⁻³ for the forest productivities 100, 200 and 300 m³ ha⁻¹ respectively. The smallest energy expended corresponded to the highest productivity of a plot.

Keywords: Forest Machines, Productivity and Costs Composition

INTRODUÇÃO

A avaliação dos sistemas de colheita de madeira, independente do grau de mecanização utilizado, é um procedimento fundamental para correções ou qualquer alteração do processo de produção, visando à racionalização e otimização dos recursos utilizados. Trata-se ainda de uma técnica indispensável na comparação de diferentes métodos ou equipamentos.

A introdução de máquinas para a realização de tarefas, que antes eram realizadas manualmente, desencadeou várias pesquisas voltadas à implantação do melhor sistema de colheita florestal (MACHADO, 2002). Como as condições do trabalho são variáveis, determinados sistemas não são devidamente adaptados, seja por questões de mão-de-obra desqualificada, pelo destino final da madeira, ou pela variabilidade produtiva da floresta.

¹Doutor em Engenharia Agrícola pelo Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG - 36570-000 - E-mail: industria@jatiboca.com.br

²Professor Associado do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa - Viçosa, MG - 36570-000 - E-mail: haroldo@ufv.br

³Professor Adjunto do Departamento de Informática da Universidade Federal de Viçosa - Viçosa, MG - 36570-000 - E-mail: nsantos@dpi.ufv.br

⁴Mestranda em Mecanização Agrícola pelo Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa - Viçosa, MG - 36570-000 - E-mail: pcnrinaldi@yahoo.com.br

Com o desenvolvimento tecnológico, passou-se a buscar o aperfeiçoamento da relação custo-benefício e homem-máquina, com a finalidade de adequar o sistema de colheita ao local específico de trabalho e impor ao homem uma carga de trabalho mais suave, visando à redução da fadiga e, conseqüentemente, o aumento da produtividade do sistema (MENEZES *et al.*, 1985).

No Brasil, embora a mão-de-obra não qualificada ainda seja mal remunerada, os custos com este fator de produção têm sido incrementados pela evolução dos custos sociais.

Machado (2002) classifica os custos em diretos, indiretos e casuais. Os custos diretos são os relacionados com a mão-de-obra, materiais e outras despesas que afetam diretamente o custo total. Indiretos seriam os custos com aluguel, seguros, impostos e depreciação. Já os custos casuais são aqueles esporádicos, tais como multas ou prêmios por atraso ou entrega antecipada, respectivamente. Porém, há outros métodos de cálculo que consideram os custos com seguro e depreciação como custos diretos.

Para Miyata (1980) o custo operacional dos equipamentos é a base de cálculo para as avaliações econômicas e estudos comparativos entre sistemas, através da variação das grandezas de seus parâmetros. Os seus componentes são: valor de aquisição; vida útil, valor residual, taxa de remuneração, seguros e outras taxas, utilização anual, mão-de-obra, combustível e manutenção dos maquinários (pneus, esteiras, peças etc.). Já Valverde (1995) utilizou esta metodologia acrescentando o custo de administração.

O sistema de mecanização exige uso de máquinas que apresentem custos compatíveis com mínimo impacto ao meio ambiente e proporcione ao operador boas condições de trabalho (MINETTE, 1988).

Seixas *et al.* (2004) consideram o estudo de tempos e movimentos uma técnica muito importante no desenvolvimento de sistemas de colheita de madeira, pois o tempo consumido para cada um dos elementos do ciclo de trabalho permite: a organização do trabalho, com o objetivo de otimizar o sistema operacional com o mínimo de tempos improdutivos; deduzir a produtividade e o custo por unidade produzida em relação a certos fatores relevantes e; em combinações com medidas ergonômicas, estabelecer o esforço humano requerido para cada uma das atividades.

Uma das técnicas utilizadas no planejamento e na otimização das atividades de colheita é o estudo de tempos (ANDRADE, 1998). O ob-

jetivo básico é determinar o tempo necessário para a realização de uma atividade definida, estabelecida por método racional e executada em cadência normal por uma pessoa qualificada e habituada a determinada técnica.

Objetivou-se com este trabalho fazer uma análise técnica e econômica de uma garra traçadora operando em plantios de eucalipto em diferentes produtividades.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

O trabalho foi conduzido em povoamentos florestais de uma empresa Mineradora do grupo Anglo-América na região de Niquelândia no Estado de Goiás. O município está situado a 14° 28' 26" de latitude sul e 48° 27' 35" de longitude oeste, com 583 m de altitude. Este município possui clima tropical úmido sendo que sua temperatura média anual situa-se em torno de 32 °C. O tipo de solo predominante na região é o Latossolo Vermelho distrófico típico álico (Lvd), Horizonte A moderado, com textura de média a arenosa e relevo plano a suave ondulado (EMBRAPA, 1999).

O sistema de colheita mecanizado utilizado na empresa é o de toras longas, que envolve o corte e desgalhamento das árvores no local de corte, extração das mesmas e posterior processamento à margem da estrada ou no pátio. As máquinas que compõem o sistema são: um trator derrubador-amontoador "feller-buncher", um trator arrastador ("skidder") e uma escavadora hidráulica equipada com uma garra traçadora.

Neste estudo foi avaliado o sistema de traçamento de madeira operando em três níveis de produtividade do povoamento; 100, 200 e 300 m³ ha⁻¹, considerado de alta, média e baixa produtividade, respectivamente.

A metodologia adotada para o estudo de tempos e movimentos foi a mesma adotada por Valverde (1995) e Moreira (2000). Os tempos gastos nas etapas dos ciclos foram medidos utilizando três cronômetros com precisão de 0,01 s, sendo um para medir as etapas do ciclo, outro para o tempo total e um terceiro de reserva. A segunda etapa consistiu na determinação dos custos operacionais e de produção de cada máquina, obtendo-se assim subsídios para uma avaliação econômica do sistema estudado.

Descrição do sistema de traçamento

A etapa final do sistema consistia no processamento da madeira, realizado pela garra

traçadora, que se deslocava em uma faixa de 4 metros entre os feixes arrastados pelo "skidder" e as pilhas formadas pela madeira já processada, sendo a galhada depositada entre os feixes arrastados pelo "skidder" e a pilha formada na margem do talhão.

O processamento consistia na fixação de algumas árvores dos feixes arrastados pelo "skidder", sendo então suspensas e movimentadas até o ponto em que seriam formadas as pilhas, onde foram seccionadas em toras de 6 metros de comprimento.

Características da máquina analisada

A máquina é composta por uma escavadora hidráulica com esteiras, marca Caterpillar, modelo 320 CL com 103 kW de potência nominal do motor, adaptado com uma garra para traçamento da madeira, conforme Figura 1.

Após o correto posicionamento e fixação da garra nas árvores, realiza-se o traçamento das mesmas. Assim que é traçado o feixe de toras com o comprimento de 6 metros, o operador repete este procedimento até os feixes não mais

permitirem o traçamento no comprimento desejado, iniciando-se assim a etapa de empilhamento dos mesmos.

Descrição do ciclo operacional da máquina

A operação da garra traçadora começava com o elemento deslocamento vazio que correspondia ao movimento da garra para busca de toras e ao somatório dos deslocamentos feitos na hora do corte. Logo após dava-se início ao elemento recolhimento de árvores. O corte começava com o acionamento do sabre e finalizava com o desligamento do mesmo. Foram registrados os tempos que se consomem para colocar a tora de madeira utilizada para padronização do tamanho e o tempo de posicionamento de madeiras utilizadas como suporte para as demais toras.

Para a coleta dos dados do ciclo operacional foram utilizados um cronômetro sexagesimal, uma prancheta e formulários específicos onde foram registrados os dados. Os tempos dos elementos do ciclo foram registrados na forma sexagesimal e posteriormente convertidos para a forma centesimal.



Figura 1. Vista geral da garra traçadora.
Figure 1. View of the slacher.

Utilizou-se o delineamento estatístico inteiramente casualizado com 6 repetições em esquema de parcelas subdivididas na avaliação dos dados. Adotaram-se como parcelas as operações que compõem o ciclo operacional das máquinas e como sub parcelas os níveis de produtividade 100, 200 e 300 m³ ha⁻¹. Os valores foram submetidos à análise de variância e teste Tukey a 5 % de probabilidade.

Grau de disponibilidade mecânica

É a percentagem do tempo de trabalho programado em que a máquina está mecanicamente apta a realizar trabalho produtivo. Pode ser expressa pela equação 1:

$$Dm = \frac{He}{(He + Tm)} * 100 \quad (1)$$

Em que:

Dm = grau de disponibilidade mecânica (%);

He = tempo de trabalho efetivo (horas);

Tm = tempo de permanência em manutenção (horas).

Eficiência operacional

É a percentagem do tempo efetivamente trabalhado, em relação ao tempo total programado para o trabalho. Pode ser expressa pela equação 2:

$$f = \frac{te}{(te + tp)} * 100 \quad (2)$$

Em que:

f = eficiência operacional (%);

te = tempo de trabalho efetivo (horas);

tp = tempo de paradas (horas).

Determinação da produtividade efetiva

Foi feita mediante os dados do inventário realizado preliminarmente, onde se obteve o valor de volume médio por árvore em cada parcela, sendo esse valor multiplicado pelo número de árvores, gerando o volume médio existente em cada parcela. Com o acompanhamento da atividade da máquina, obteve-se o número de horas efetivamente trabalhadas em cada parcela. Esse tempo foi considerado como o número total de horas trabalhadas menos as interrupções mecânicas e operacionais. Com isso chegou-se ao dado de produtividade da máquina em cada parcela, por meio da equação 3:

$$Prod = \frac{na * va}{te} \quad (3)$$

Em que:

na = o número de árvores foi obtido através de um censo completo realizado a priori em cada parcela experimental (un);

va = o volume médio por árvore dentro da parcela, sendo este dado obtido através do inventário da área (m³);

te = tempo de trabalho efetivo (horas), correspondendo as horas efetivas de trabalho gastas por cada máquina em cada parcela.

Determinação do custo efetivo da máquina analisada

Na determinação do custo de produção considerou-se apenas a porção do tempo total durante o qual a máquina foi programada para executar um trabalho produtivo, ou seja, o tempo no trabalho.

Optou-se por utilizar no cálculo dos custos efetivos dados sobre eficiência operacional da máquina, cedidos pela empresa, provenientes de uma série histórica mais completa.

Neste trabalho, o método de custo efetivo das máquinas é o descrito por Miyata (1980), acrescido do custo de administração, utilizado por Valverde (1995). O custo operacional foi dividido em custos fixos e variáveis, expressos em dólares por hora efetiva de trabalho (US\$ he⁻¹).

Os custos fixos (CF) não variam com as horas de operação: são compostos de custo de depreciação, juros e seguros.

Para cálculo da depreciação (*Dp*), de acordo com a equação 4, foi utilizado o método linear:

$$Dp = \frac{Va - Vpn - Vr}{N * he} \quad (4)$$

Em que:

Dp = depreciação linear da máquina (US\$ he⁻¹);

Va = valor de aquisição da máquina (US\$);

Vr = valor residual da máquina (%);

Vpn = valor de um jogo de pneus (US\$);

N = vida útil estimada (anos);

he = horas efetivas de uso anual.

Para os Juros sobre o capital (*J*) utilizou-se uma taxa real de juros de 12% a.a, sendo calculada pela equação 5:

$$J = \frac{IMA * i}{he} \quad (5)$$

Em que:

J = custos com juros (US\$ he⁻¹);

i = taxa de juros (%);

he = horas efetivas de uso anual;

IMA = investimento médio anual (US\$), calculado de acordo com a equação 6.

$$IMA = \frac{(Va - Vr) * (N+1)}{2 * N} + Vr \quad (6)$$

Em que:

Va = valor de aquisição da máquina (US\$);

Vr = valor residual da máquina (%); e

N = vida útil estimada (anos).

A taxa de seguros utilizada foi de 4% a.a, segundo os dados fornecidos pela empresa.

Os Custos variáveis (CV) variam proporcionalmente, com a quantidade produzida ou com o uso da máquina. Fazem parte deles os custos de combustíveis, lubrificantes, óleo hidráulico, pneus, remuneração de pessoal, manutenção, transporte de pessoal e maquinário e pessoal operacional.

Para efeito de estimativa do custo de combustível (CC) tomou-se como base o consumo da máquina indicado pelo fabricante, sendo calculado pela equação 7:

$$CC = Pu * C \quad (7)$$

Em que:

CC = custo de combustível (óleo diesel) (US\$ he^{-1});

Pu = preço de um litro de óleo diesel (US\$ L^{-1});

C = consumo de óleo diesel por hora efetiva ($L he^{-1}$).

O Custo de lubrificantes e graxas (CLG) foi considerado como um percentual dos custos com combustíveis, podendo ser calculado pela equação 8:

$$CLG = ILG * CC \quad (8)$$

Em que:

CLG = custo com lubrificantes e graxas (US\$ he^{-1});

ILG = índice de custos por máquinas com lubrificantes e graxas ;

CC = custos com combustíveis (US\$ he^{-1}).

O Custo do óleo hidráulico (COH) foi considerado como um percentual dos custos com combustíveis, podendo ser calculado pela equação 9:

$$COH = 0,5 * CC \quad (9)$$

Em que:

COH = custo com óleo hidráulico (US\$ he^{-1});

CC = custos com combustíveis (US\$ he^{-1}).

O Custo de pneus/esteiras (CPE) pode ser afetado por condições do terreno, ambiente, alinhamento, manutenção dos pneus e habilidade do

operador, podendo ser calculado pela equação 10:

$$Cr = \frac{Nr * Vr}{Hr} \quad (10)$$

Em que:

Cr = custo dos rodados (US\$ he^{-1});

Vr = valor de um pneu/esteira da máquina (US\$);

Nr = número de rodados (pneus/esteiras) por máquina;

Hr = vida útil do pneu/esteira, em horas efetivas (he).

Os custos relacionados com a manutenção e reparos mecânicos, transporte de pessoal e de maquinário, pessoal operacional e de administração foram fornecidos pela empresa em valores mensais e divididos pela quantidade de horas trabalhadas por mês.

O custo operacional total (CT) foi obtido pela soma dos custos fixos, variáveis e os custos de administração, podendo ser obtido pela equação 11:

$$CT = CF + CV + CA \quad (11)$$

Em que:

CT = custo operacional total de cada máquina (US\$ he^{-1});

CF = custos fixos (US\$ he^{-1});

CV = custos variáveis (US\$ he^{-1});

CA = custo de administração (US\$ he^{-1}).

O custo de produção da máquina foi obtido pela divisão dos custos operacionais (US\$ he^{-1}) pela produtividade ($m^3cc he^{-1}$) da máquina (equação 12), tendo sido dado em US\$ m^3cc .

$$CPr = \frac{CT}{Prod} \quad (12)$$

Em que:

CPr = custo de produção da máquina analisada (US\$ m^3cc);

CT = custo operacional total da máquina analisada (US\$ he^{-1});

$Prod$ = produtividade da máquina analisada ($m^3cc he^{-1}$).

O consumo energético específico da máquina foi obtido pela razão entre o consumo específico de combustível ($g kW^{-1} h$) e a produtividade ($m^3 cc.h^{-1}$) da máquina, de acordo com a equação 13, e sendo expresso em $g.kW^{-1} m^3 cc$.

$$CE = \frac{Ce}{Prod} \quad (13)$$

Em que:

CE = consumo energético específico da máquina analisada ($g\ kW^{-1}\ m^{-3}\ cc$);

Ce = consumo específico de combustível da máquina analisada ($g\ kW^{-1}\ h$);

RESULTADOS

As médias dos tempos gastos nas operações que compõem o ciclo operacional da garra traçadora são mostradas na Tabela 1: ela apresenta uma síntese da análise de variância entre as operações que compõem o ciclo operacional e as produtividades analisadas.

O teste de média da interação entre os tempos gastos nas operações que compõem o ciclo operacional da garra traçadora e a produtividade da floresta é mostrado na Tabela 2.

Tabela 1. Síntese da análise de variância entre as operações que compõem o ciclo operacional.

Table 1. Synthesis of the analysis of variance among the activities, which compose the operational cycle.

Fonte de Variação	G.L.	QM	F	α
Operação	6	3609,63	319,05	0,00
Resíduo (a)	28	11,31		
Produtividade	2	3205,65	459,11	0,00
Operação *	12	231,45	33,15	0,00
Resíduo (b)	56	6,98		
Total	104			

Coefficiente de Variação (Parcela) = 13,40%

Coefficiente de Variação (Subparcela) = 10,53%

Tabela 2. Teste de média da interação entre os tempos gastos nas operações que compõem o ciclo operacional da máquina e a produtividade da floresta.

Table 2. Test of averages of the interaction between times spent in the activities which compose the operational cycle of the machine and forest productivity.

Operações	Produtividade $m^3\ ha^{-1}$		
	100	200	300
Deslocamento vazio	32,88 Ac	47,71 Ab	55,51 Ba
Interrupção	6,59 Cb	9,90 Db	15,21 Fa
Pegar feixe	9,63 Cc	18,99 Cb	26,87 Da
Ajuste	6,36 Cc	12,89 Db	19,64 Ea
Acerto tora	9,48 Cb	12,42 Da	13,84 Fa
Traçamento	23,26 Bc	45,22 Ab	68,88 Aa
Acerto final	18,69 Bc	32,02 Bb	40,79 Ca

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

O traçamento do feixe foi a operação que gastou o maior tempo dentro da produtividade de $300\ m^3\ ha^{-1}$, seguido do deslocamento vazio e acerto final na pilha. Para $200\ m^3\ ha^{-1}$ o deslocamento vazio e o traçamento gastaram os maiores tempos, e na produtividade de $100\ m^3\ ha^{-1}$ o deslocamento gastou o maior tempo seguido do traçamento e acerto final da pilha.

O traçamento, o deslocamento vazio e acerto final na pilha registraram diferenças significativas nas três produtividades analisadas, mostrando que o volume de madeira tem influência no rendimento da máquina. Este rendimento é justificado devido ao volume de madeira do talhão, que sendo maior é capaz de concentrar no determinado ponto e não disperso ao longo da estrada. Foi observado que o deslocamento vazio da máquina e o acerto da madeira na pilha estão associados a esse volume.

Nas Tabelas 3 e 4 são apresentados a análise de variância e os testes de médias para os valores dos tempos totais das operações que completam o ciclo operacional da garra traçadora.

A garra traçadora gastou 240,77; 179,19 e 106,93 segundos para realizar um ciclo que foi correspondido a 5,12; 3,24 e 1,49 m^3 de madeira respectivamente (Tabela 4).

Tabela 3. Análise de variância das operações do ciclo operacional da máquina nas produtividades analisadas.

Table 3. Analysis of variance of the activities of the operational cycle of the machine, in the analyzed productivities.

Fonte de Variação	G.L.	QM	F	α
Produtividade	2	22439,74	70,67	0,00
Resíduo (a)	12	317,49		
Total	14			

Coefficiente de Variação = 10,145

Tabela 4. Teste de média dos tempos gastos (segundos) nas operações do ciclo operacional da máquina nas produtividades analisadas.

Table 4. Worn-out times (second) average tests of the machine operational cycle in the analyzed productivities.

	Produtividade $m^3\ ha^{-1}$		
	100	200	300
Tempo Total	106,93 c	179,19 b	240,77 a

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de significância.

A garra traçadora produziu por hora efetivamente trabalhada 50,16; 64,87 e 76,55 $m^3\ he^{-1}$ para as produtividades de 100, 200 e 300 $m^3\ ha^{-1}$, respectivamente.

A produtividade da garra traçadora cresceu com o aumento do volume de madeira. A quantidade de árvores traçadas para as produtividades de 100, 200 e 300 $m^3\ ha^{-1}$ foram de 485, 364 e 262 árvores, respectivamente.

Considerando-se taxa de juros de 12% a.a., eficiência operacional de 62 %, chegou-se ao custo/hora efetivamente trabalhada de US\$ 48,59.

Os custos fixos, neste caso, corresponderam a aproximadamente 22,90%, custos variáveis 72,68% dos custos totais e o custo de administração foi da ordem de 4,42 % dos custos totais. A Figura 2 apresenta a composição desses custos.

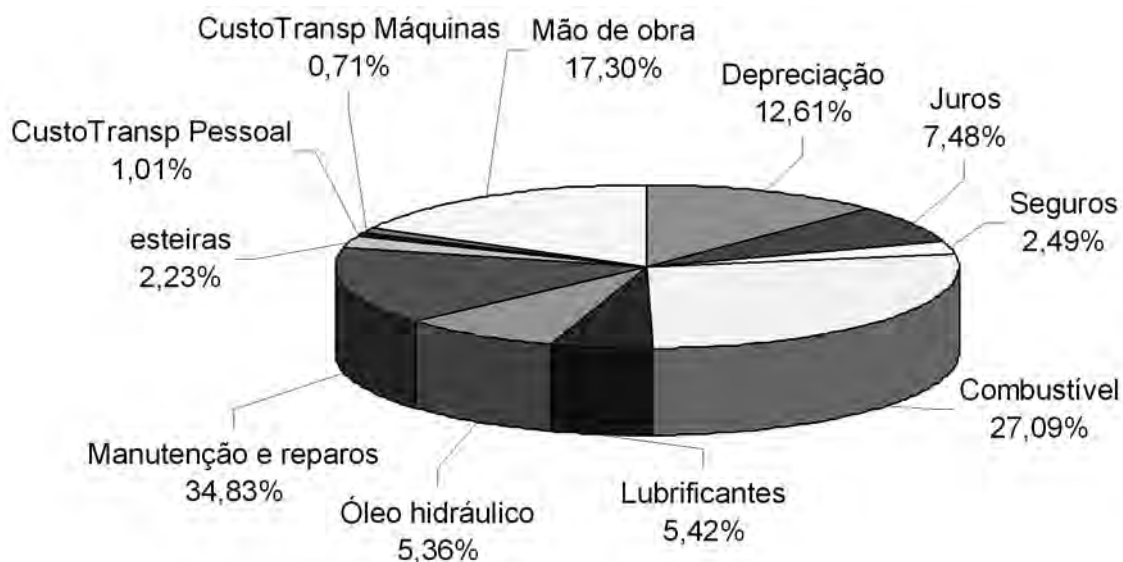


Figura 2. Distribuição percentual dos itens que compõem o custo operacional da garra traçadora.
Figura 2. Percentage distribution of the items which compose the operational cost of the Slacher.

Na Tabela 5 são mostrados os custos de produção e o rendimento energético da garra traçadora nas produtividades analisadas.

Tabela 5. Custo de produção e rendimento energético da garra traçadora.

Table 5. Productivity cost and energetic expenditure of the slacher.

Produtividade (m ³ ha ⁻¹)	Produção (m ³ he ⁻¹)	Custo produção (US\$ m ⁻³)	Rendimento energético (g m ⁻³)
100	50,05	0,97	3,11
200	65,16	0,75	2,39
300	76,57	0,63	2,03

A garra traçadora apresentou um consumo específico de combustível de 155,53 g kW h⁻¹. Os rendimentos energéticos foram obtidos dividindo-se o consumo específico de combustível pela produção.

À medida que a produtividade do talhão aumentou, a produtividade da máquina também aumentou e os valores do custo de produção e do rendimento energético diminuíram, demonstrando que a produtividade do talhão influenciou diretamente no custo de produção da garra traçadora.

Observou-se que o custo de produção e o rendimento energético da máquina estão diretamente associados ao volume de madeira.

CONCLUSÕES

Nas condições em que o estudo foi conduzido, pode-se concluir que:

- O custo por hora efetivamente trabalhada foi de US\$ 48,59;
- O consumo energético específico da máquina é afetado pelo volume de madeira;

- As operações que demandaram os maiores tempos foram o traçamento, o deslocamento vazio e o acerto final da pilha;
- O item manutenção e reparos é o de maior peso na composição de custos da máquina;
- A produtividade da garra traçadora aumentou com o acréscimo do volume de madeira.
- A produtividade da máquina foi diretamente proporcional à produtividade da floresta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, S.C. *Avaliação técnica, social, econômica e ambiental de dois subsistemas de colheita florestal no litoral norte da Bahia*. 1998. 125p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília: Embrapa Solos, 1999. 412p.
- MACHADO, C.C. *Colheita florestal*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 468p.
- MENEZES, J.F; MAZIEIRO, J.V.G; YAMASHITA, R.Y; CORRÊA, I.M; PASSARELA NETO, A.; FENZ, E.; MILAN, M. *Avaliação de características de visibilidade apresentadas por um grupo de tratores de rodas*. Campinas, SP: Instituto Agrônomo de Campinas, 1985. 18p.
- MINETTE, L.J. *Avaliação técnica e econômica dos tratores florestais transportadores (Forwarders) na extração de madeira de eucalipto*. 1988. 77p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1988.

MIYATA, O.P. Custo operacional de máquinas utilizadas na exploração e transporte da cultura do eucalipto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, n.141, p.24–30, 1980.

MOREIRA, F.M.T. **Análise técnica e econômica de subsistemas de colheita de madeira de eucalipto em terceira rotação**. 2000. 148p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

SEIXAS, F.; BARBOSA, R.F.; RUMMER R. Tecnologia protege saúde do operador. **Revista da madeira**, Curitiba, v.14, n.82, p.68-73, 2004.

VALVERDE, S.R. **Análise técnica e econômica do subsistema de colheita de árvores inteiras em povoamentos de eucalipto**. 1995. 123p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

Recebido em 04/10/2007
Aceito para publicação em 16/10/2008