



Análise técnica e econômica da colheita florestal mecanizada em Niquelândia, Goiás

Luciano J. Minette¹, Elizabeth N. da Silva², Karla E. de Freitas³, Amaury P. de Souza⁴ & Emilia P. Silva⁵

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar técnica e economicamente as etapas da colheita mecanizada de madeira de eucalipto correspondentes ao corte, extração, processamento e transporte. Na análise técnica, comparou-se diferentes modos de produção em termos de produtividade por hora efetiva e observou-se os tempos dos elementos do ciclo operacional de cada máquina estudada. Economicamente, determinou-se os custos de produção de cada máquina que atuam nestas etapas. Concluiu-se que o maior custo de produção foi o da máquina Feller-Buncher, que atua na etapa de corte. Os diferentes modos de produção não se diferenciaram estatisticamente dos modos para o Feller-Buncher e para o Traçador florestal. Entretanto, para o Carregador florestal obteve diferença estatística entre o tempo de preenchimento dos dois diferentes tamanhos de carga.

Palavras-chave: mecanização florestal, custo, produtividade

Technical and economical analysis of the automated forest harvesting in Niquelândia, Goiás

ABSTRACT

The objective of this paper was to technically and economically analyze the stages of the automated harvest of eucalyptus wood relating to its cutting, extraction, processing and transport. In the technical analysis, different production modes were compared in productivity terms per effective hour and the time for the elements of the operational cycle of each studied machine was observed. Economically, the costs of production of each machine that act in these stages were determined. It was observed that the highest production cost was for the Feller-Buncher machine used in the cut stage. The different production modes did not differ statistically from the modes for Feller-Buncher and for the Tracer forest. However, for the forest Loader there was a statistical difference for the time of filling of the two different load sizes.

Key words: forest mechanization, cost, productivity

¹ Departamento de Engenharia de Produção/UFV, CEP 36570-000, Viçosa, MG, Fone: (31) 3899-2861. E-mail: minetti@ufv.br

² Mestranda em Ciência Florestal/UFV. Fone: (31) 9172-9903. E-mail: e_neire@yahoo.com.br

³ Engenheira de Produção/UFV, Fone: (31) 3899-2861. E-mail: ks_ufv@yahoo.com.br

⁴ Departamento de Engenharia Florestal/UFV, Fone: (31) 3899-3229. E-mail: amaurysouza@ufv.br

⁵ Mestre em Ciência Florestal/UFV, Fone: (31) 3899-2861. E-mail: emiliapiosilva@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

O setor florestal brasileiro tem sido responsável, anualmente, por aproximadamente 4% do Produto Interno Bruto (PIB), gerando 600.00 empregos diretos, US\$ 4,5 milhões em arrecadação de impostos e US\$ 4,1 bilhões em divisas de exportação (Garlipp, 1995). A partir da década de 1990, com o crescimento da economia brasileira, e conseqüentemente uma crescente demanda pelos produtos de origem florestal, o setor florestal brasileiro sofreu várias mudanças que resultaram na implementação e modernização de máquinas e equipamentos, visando um aumento de produtividade.

Isso acarretou em um aumento da demanda por madeira e a redução da disponibilidade de mão-de-obra, principalmente nas regiões mais industrializadas, onde a mecanização das atividades de colheita passou a ser mais estudada, pois apresenta um potencial de aumentar a produtividade, reduzindo os custos e melhorando as condições de trabalho (Moreira, 2000).

Segundo Machado (1989), no setor florestal, a colheita da madeira é uma das atividades mais importantes economicamente, pois representa 50% ou mais no custo final do produto.

Para Arce et al. (2004) a colheita florestal representa a operação final de um ciclo de produção florestal, na qual são obtidos os produtos mais valiosos, constituindo um dos fatores que determinam a rentabilidade florestal. Esta atividade é, a que também mais sofre o processo de mecanização. De acordo com Fontes (1996), as principais causas da crescente mecanização desta atividade são: a busca do aumento da produtividade e a necessidade de redução dos custos de produção. Entretanto, este processo de mecanização requer investimentos iniciais muito altos e, dependendo da forma de condução do sistema, pode haver grande desvalorização do produto final. Portanto, faz-se necessária e urgente a procura de técnicas que tomem a colheita e o beneficiamento do material lenhoso, visando maior aproveitamento do material lenhoso (Jacovine, 2001).

A colheita mecanizada é uma atividade relativamente recente no Brasil. As máquinas são, em sua maioria, importadas ou adaptadas de outras, de custos elevados, o que exige o máximo de aproveitamento de todas as suas funções na execução de forma contínua, das tarefas a elas atribuídas, além de maior demanda de pesquisas para as suas adequações às condições brasileiras de trabalho (Fielder, 1995).

Segundo Rezende et al. (1997), a redução dos custos da colheita é, vital para qualquer empresa, e uma análise detalhada, por partes dos custos nos diferentes métodos de colheita tem um papel importante no entendimento dos mesmos, além de facilitar os estudos com o objetivo de reduzi-los. Logo, o aumento da qualidade, a racionalização dos processos e a otimização de custos são itens de suma importância para um melhor desempenho desta atividade.

O objetivo principal deste trabalho foi avaliar técnica e economicamente a colheita florestal mecanizada em Niquelândia, estado de Goiás. Os objetivos específicos foram identificar e analisar os elementos do ciclo operacional de cada máquina, avaliar e comparar diferentes métodos de produção nas etapas de corte, processamento e transporte, e determinar os custos operacionais e de produção das máquinas

que atuam nas etapas do sistema de colheita florestal.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

O estudo foi conduzido em povoamentos de eucalipto de uma empresa do setor de Mineração, localizada no Sudeste do município de Niquelândia, no Estado de Goiás, Brasil. Com 650 m de altitude este município possui clima tropical úmido sendo que a temperatura média do município situa-se em torno de 32 °C.

Descrição do sistema de colheita florestal e das máquinas analisadas

O sistema de colheita florestal utilizado pela empresa para fins deste trabalho foi o de árvores inteiras com operações mecanizadas de corte, extração, processamento e transporte.

Na operação de corte foi utilizado o Trator florestal derubador-embandeirador de disco (Feller-Buncher), formado por uma escavadeira hidráulica com esteiras e um cabeçote de corte acumulador com disco de corte. Na extração foi utilizado o trator florestal arrastador (Skidder), que de acordo com Machado (1989), é um trator arrastador projetado com finalidades exclusivas para as operações de exploração florestal. O Skidder utilizado possui uma lâmina frontal e uma pinça na parte traseira.

Durante o processamento, a madeira acumulada na beira da estrada é transformada em feixes menores e padronizados. O equipamento utilizado foi o Traçador florestal que é uma retro-escavadeira com grua adaptada com um sabre com corrente na garra do equipamento. Após o processamento faz-se o empilhamento dos feixes de madeira, através de um Carregador florestal, em caminhões transportadores. O carregador utilizado neste estudo é também um trator de esteiras com a função de trabalhar como grua.

Coleta de dados

O trabalho foi compreendido de duas etapas básicas. Inicialmente, houve um acompanhamento, seguido de uma coleta de dados dos elementos do ciclo operacional e de alguns diferentes modos de produção dessas máquinas de acordo com a necessidade da empresa. Logo após, determinou-se o custo operacional das quatro máquinas que operam na colheita florestal.

Primeiramente foi realizado um estudo piloto do subsistema analisado, buscando definir o número de observações necessárias para proporcionar um erro de amostragem máximo de 5%, segundo a metodologia proposta por Barnes (1968), por meio da Eq. 1:

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

em que:

- n – Número mínimo de ciclos necessários
- t – Valor de f, para o nível de probabilidade desejado
- (n-1) – graus de liberdade

CV – Coeficiente de Variação, em porcentagem e
E – Erro admissível, em porcentagem.

Para um erro de amostragem de 5%, foram coletados 412 ciclos operacionais do Feller-Buncher. Para o Skidder foram coletados em cada um dos oito pontos de diferentes distâncias 35 ciclos operacionais. Foram coletados para o Traçador florestal 268 ciclos e para o Carregador florestal, foram coletados 251 ciclos.

Análise técnica

Definiu-se alguns parâmetros de comparação de diferentes modos produtivos nas etapas de corte, extração, processamento e transporte. Para o estudo do tempo dos ciclos operacionais, foram coletados dados dos elementos parciais de um ciclo completo de operação das máquinas.

Para a máquina Feller-Buncher os elementos parciais foram o deslocamento vazio (que ocorria com a procura de árvores para o abate), o corte (que se iniciava com o apoio do cabeçote ao chão e terminava com o corte da última árvore e o abraçamento da mesma) e o descarregamento (que ocorria logo após o corte e finalizava-se com o depósito das árvores no chão).

Na etapa de corte há a opção de desligar o motor do disco cortante pertencente ao Feller-Buncher entre os elementos corte e descarregamento das árvores do ciclo operacional. Desligando-se o motor uma maior facilidade para deslocamento da máquina. Entretanto, o disco gasta um tempo para retomar à sua rotação ideal para o corte. Para grau de comparação foi coletado o número médio de árvores cortadas por três operadores com o motor do disco ligado direito e desligando-se o motor do disco.

Para o Skidder, o primeiro elemento do ciclo operacional foi a viagem vazia, que se iniciava com o deslocamento do mesmo para procura dos feixes de madeira e finalizava-se quando o elemento carregamento dava início. Esse, por sua vez terminava após o fechamento das garras da pinça. O elemento arraste iniciava-se com o deslocamento do Skidder com as toras para a beira da estrada. Logo após, começava-se o elemento descarregamento que terminava com a liberação do feixe pela pinça, incluindo também as manobras realizadas na estrada.

A operação do Traçador florestal 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 da corrente do disco de corte e finalizava com o desligamento do mesmo. Outros elementos estudados foram o registro do tempo que se consome 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 etapa de processamento, o Traçador florestal pode sofrer ajustes na pressão da corrente pertencente à sua garra traçadora. Esta pressão pode variar entre 680 a 780 psi. Para uma pressão mais alta, há maior força no corte, entretanto, a velocidade de corte diminui; para uma pressão mais baixa ocorre o contrário. Para efeitos de comparação coletaram-se dados com a garra ajustada em duas diferentes pressões que

foram de 690 e 720 psi.

Para análise do Carregador florestal foram destacados o elemento deslocamento vazio, definido pelo deslocamento da garra da máquina no percurso do caminhão até o depósito de madeira, o elemento pega das toras que se iniciava com as manobras para recolhimento das toras e terminava com o fechamento da pinça, o elemento depósito da madeira que ocorria com o deslocamento da pinça cheia e o seu esvaziamento em cima do caminhão e, por último, as manobras adicionais que ocorriam quando se fazia o acerto das toras no caminhão. Para a etapa de carregamento, o tamanho da carga nos caminhões pode variar. Para o preenchimento de uma carga considerada “normal” gasta-se um tempo padrão. O estudo analisou se para o acréscimo de algumas toras além desta capacidade normal este tempo padrão de preenchimento pode ou não aumentar consideravelmente, tendo em vista as dificuldades de colocação das últimas toras de madeira.

Em todas as máquinas analisadas houve registro das interrupções e suas justificativas. Estas se classificaram em interrupções mecânicas e em dificuldades operacionais que ocorriam durante o processamento, por motivos diversos. De acordo com a necessidade da empresa, foram definidos alguns parâmetros de comparação para diferentes modos de operação, descritos a seguir:

Análise econômica

A análise econômica dos equipamentos baseou-se na metodologia proposta por Harry et al. (1991) e complementada por Moreira (2000). Analisou-se o custo operacional de cada máquina subdividindo-os em custos fixos, variáveis e administrativos, que foram expressos em dólares por hora efetiva de trabalho.

Custos fixos

São considerados fixos todos os custos que, periodicamente, oneram a empresa, independentemente do nível de atividade (Souza & Clemente, 1998); logo, o tempo e a intensidade de funcionamento da máquina não alterarão estes custos. Estes subdividem-se em:

a) Depreciação

A depreciação pode ser definida como um processo que registra a perda de valor (devido a desgastes, danos e obsolescência) no decorrer de sua vida útil. A depreciação por linha reta é considerada um método onde o preço decresce linearmente de um valor constante (Eq. 2).

$$D_p = \frac{(V_a V_{pn} - V_r)}{(N \times h_f)} \quad (2)$$

em que:

- D_p – Custo de depreciação horária do capital, US\$/hf
- V_a – Valor de aquisição dos equipamentos acrescidos de impostos, fretes e comissões de venda, US\$
- V_r – Valor de revenda do equipamento, US\$
- V_{pn} – Valor de um jogo de pneus, US\$
- N – Vida útil em anos
- h_f – Horas efetivas de uso anual

b) Juros e seguros

As Eqs. 3 e 4 descrevem a forma de cálculo para juros e seguros.

$$JS = \frac{(IMAxi)}{hf} \quad (3)$$

$$IMA = \frac{[(Va - Vr)x(N + 1)]}{2xN + Vr} \quad (4)$$

em que:

JS – Custo com juros e seguros, US\$ por hora efetiva, hf

I – Taxa de juros anuais + seguros anuais, %

hf – Hora efetiva de uso anual

IMA – Investimento médio anual

Custos variáveis

São todos os custos e despesas que variam proporcionalmente ao nível de atividade. Esses custos e despesas dependem do nível de atividade (volume produzido x volume vendido) por período (Souza & Clemente, 1998).

Nessa categoria estão incluídos os materiais diretos, os materiais auxiliares, as utilidades (força, vapor, insumos de processo, etc.), bem como as comissões de venda. Neste trabalho foi calculado:

a) Custo de combustíveis

De acordo com Harry et al. (1991), o consumo de combustível de uma máquina é função da potência do motor, do fator de carga, da altitude, da temperatura, do tipo de combustível, etc. Para efeito de estimativa do custo de combustível podemos nos basear no consumo da máquina indicado pelo fabricante.

$$CC \text{ (US\$/ hf)} = Pu \times c$$

em que:

CC – Custo de combustíveis, US\$ por hora efetiva, hf

Pu – Preço de um litro de diesel, US\$

c – Consumo de óleo diesel por hora efetiva, L/hf

b) Custo de lubrificantes e graxas

$$CLG(\text{US\$/hf}) = Plg \times Clg$$

em que:

CLG – Custo de lubrificantes e graxas, US\$ por hora efetiva, hf

Plg – Preço unitário dos lubrificantes e graxas, US\$/L

Clg – Consumo horário de lubrificantes e graxas, L/hf

c) Custo de óleo hidráulico

$$COH \text{ (US\$/hf)} = Po \times Co$$

em que:

COH – Custo de óleo hidráulico, US\$ por hora efetiva, hf

Po – Preço unitário de óleo hidráulico, US\$/L

Co – Consumo horário de óleo hidráulico, L/hf

d) Custo de pneus

A Eq. 5 demonstra os cálculos para custo de pneus

$$CP \text{ (US\$/hf)} = \frac{(N \times Vp)}{H} \quad (5)$$

em que:

CP – Custo de pneus, US\$ por hora efetiva, hf

N – Número de pneus da máquina

VP – Valor de aquisição do pneu, US\$

H – Vida útil do pneu em horas efetivas, hf

e) Custo de manutenção e reparos

O custo de manutenção e reparos será estimado de acordo com o coeficiente técnico estipulado pela empresa que é de 60% do valor do custo de depreciação.

$$CMR \text{ (US\$/hf)} = 0,6 \times Dp$$

em que:

CMR – Custo de Manutenção e Reparos, US\$ por hora efetiva, hf

Dp – Depreciação, US\$/hf

f) Custo de pessoal operacional e manutenção (COM)

De acordo com Moreira (2000), estes custos referem-se aos custos com salários diretos mais os benefícios e encargos sociais, como 13º salário, férias, seguros, cuidados médicos, alimentação, vestuário, etc.

g) Custo de administração

São os custos indiretos relacionados com a administração do trabalho e do maquinário. É calculado aplicando-se um coeficiente que varia de 5 a 15% sobre os custos do maquinário e pessoal (Harry et al., 1991).

$$CA \text{ (US\$/hf)} = C \times k$$

em que:

CA – Custo de administração, US\$/hf

C – Soma parcial dos custos fixos e variáveis, US\$/hf

k – Coeficiente de administração, %. Para este trabalho foram considerados como valores para k: 6,8 e 12%.

h) Custo operacional total

Este custo será a soma dos custos fixos, custos variáveis e os custos de administração encontrados para cada etapa da colheita.

$$CT \text{ (US\$/hf)} = CF + CV + CA$$

em que:

CT – Custo operacional total, US\$ por hora efetiva, hf

CF – Custo fixo total, US\$ por hora efetiva, hf

CA – Custo de administração total, US\$ por hora efetiva, hf

i) Custo da produção

Este custo refere-se ao custo operacional total da máquina dividido pela produtividade de cada máquina (Eq. 6).

$$Cpr \text{ (US\$/mst)} = \frac{CT}{P} \quad (6)$$

em que:

Cpr – Custo de produção da máquina
 CT – Custo operacional total da máquina, US\$/hf
 P – Produtividade da máquina analisada, mst/hf

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise técnica

Feller-Buncher: Para o equipamento *Feller-Buncher* o elemento que gastou mais tempo foi o corte; que consumiu 53% do tempo do ciclo operacional, como pode ser observado na Figura 1. Isto equivale a 37,59 s em um ciclo unitário. Para o deslocamento vazio e o descarregamento o tempo médio foi respectivamente de 6,80 e 4,41 s.

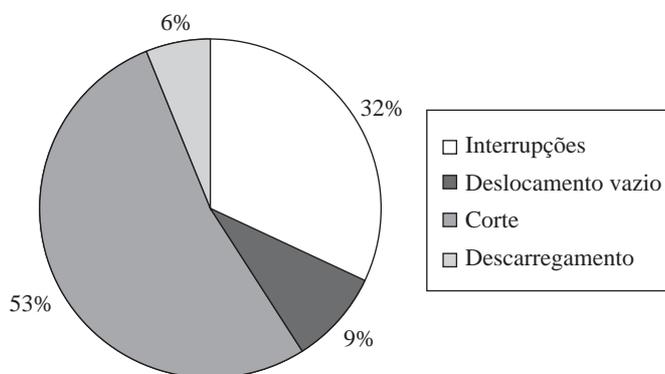


Figura 1. Elementos do ciclo operacional do Feller-buncher

Observou-se que, para o elemento corte que o tempo gasto variava de acordo com o modo de produção dos operadores da máquina. Alguns operadores preferiam acumular um maior número de árvores e, conseqüentemente aumentavam o tempo gasto. Quando foi feito um menor acúmulo de árvores, as manobras para o corte eram facilitadas, entretanto o tempo total do elemento depósito das árvores era maior.

As interrupções observadas estavam relacionadas com a eliminação de árvores de outras espécies que se encontravam em grandes quantidades em certos talhões próximos a matas nativas. As interrupções mecânicas ocorreram, em sua maioria, devido ao vazamento de óleo em alguma das mangueiras do cabeçote da máquina. Geralmente, os problemas mecânicos eram resolvidos nos próprios talhões em que a máquina atuava, o que reduzia o tempo parado do Feller-Buncher.

Após aplicar teste de Tukey a 5% de probabilidade, observa-se que não houve diferença estatística pelo entre os fatores motor ligado direto e interrupção do motor, como pode ser verificado no Tabela 1. Considerando-se que os dados foram coletados com todos três operadores desta máquina e que cada um possui diferentes preferências de modo operacional, percebe-se uma certa habilidade de cada um em trabalhar com o motor ligado direto ou pausando-o, sem afetar o trabalho final.

Tabela 1. Análise estatística das variáveis motor ligado direto e motor com interrupções

Repetições	Estado do Motor (árvores/hf)	
	Motor Ligado	Motor com interrupção
1	282	330
2	294	288
3	213	204
4	300	315
5	247	262
Média	269,2 a	279,8 a

As médias seguidas das mesmas letras não se diferem, estatisticamente, entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Skidder: Analisando-se o Skidder, pode-se observar uma mínima diferença de consumo de tempo entre os elementos arraste e deslocamento vazio onde o tempo médio correspondeu a 54,90 e 54,49 s, respectivamente (Figura 2). Outro elemento parcial que consumiu grande parte do tempo do ciclo foi o descarregamento, com tempo médio de 49,96 s. Já o carregamento consumiu um valor bem menor, equivalente a um tempo médio de 3,75 s por ciclo. Notou-se que os elementos carregamento e descarregamento eram basicamente influenciados pela habilidade dos operadores e pela quantidade de feixes transportados. Quanto menor o feixe mais facilmente era realizado o seu carregamento e descarregamento.

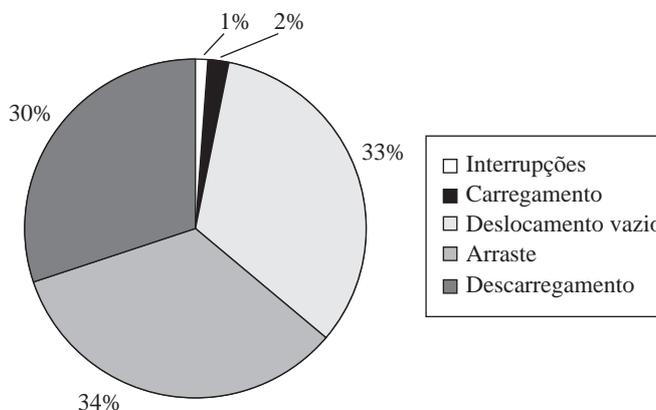


Figura 2. Análise dos elementos operacionais do Skidder

A relação tempo gasto para o arraste versus distância percorrida foi definida pela seguinte relação linear:

$$T = 0,52d - 6,45$$

em que: T – tempo gasto para percorrer a distância d.

Após o cálculo do coeficiente linear de regressão percebe-se que aproximadamente 97% da variação no tempo gasto do elemento arraste é explicado pela distância percorrida. Os 3% restantes são explicados pelos obstáculos naturais presentes no caminho.

As interrupções observadas foram poucas consumindo apenas 1% do tempo do ciclo total. Em sua maioria corresponderam a rearranjos no empilhamento na beira da estrada

e de alguns feixes na pinça que estavam mal colocados.

Traçador florestal: Para o Traçador florestal os elementos de corte das toras e deslocamento vazio consumiram praticamente o mesmo tempo médio por ciclo equivalendo a 19,51 e 19,68 s, respectivamente. Os ajustes gastaram um tempo médio por ciclo de 5,54 s. Já os elementos que ocorriam aleatoriamente aos ciclos correspondentes ao posicionamento para suporte, ao recolhimento das árvores e ao deslocamento da tora padrão consumiram respectivamente 9, 5 e 3% do tempo total (Figura 3). As interrupções corresponderam à limpeza do vidro que ficava embaçado quando chovia e a manutenções nas mangueiras da máquina onde frequentemente ocorria o vazamento de óleo.

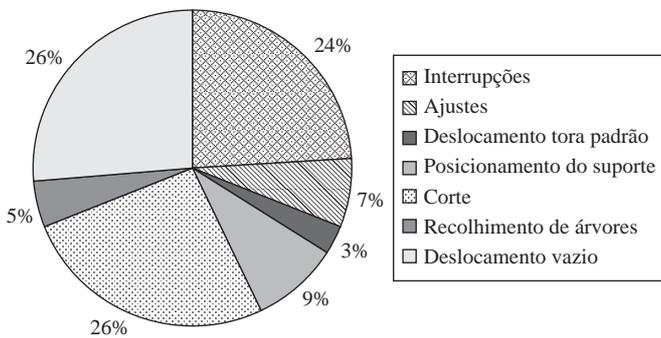


Figura 3. Análise dos elementos operacionais do Traçador Florestal

Quando realizamos a análise da influência da pressão da garra no tempo de corte nota-se que, não houve diferença estatística significativa, quando realizado o teste de Tukey a uma probabilidade de 5%, em relação ao tempo de corte nas pressões da garra ajustadas em 690 e 720 psi. O tempo médio de corte é mostrado na Tabela 2.

Tabela 2. Análise estatística das variáveis pressões na correia da garra 690 e 720 psi

Pressão da Correia (psi)	690	720
Tempo de corte	21,88 a	20,57 a

Carregador Florestal: Durante a análise do carregador florestal, notou-se que, a atividade que demandou maior tempo foi o depósito das toras nos caminhões, a qual utilizou metade do tempo do ciclo operacional, correspondente a um tempo médio de 42,67 s. A seguir veio a pega das toras que utilizou um tempo médio de 19,69 s. Em terceiro lugar ficaram as manobras adicionais, absorvendo em média 9,08 s por ciclo. Logo após, veio o deslocamento vazio consumindo 8% do tempo total, conforme pode ser observado na Figura 4. As interrupções ocorreram principalmente com ajustes das toras nas carretas dos caminhões o que foge do padrão normal do ciclo. Isto era devido principalmente a pouca visibilidade do operador em relação à colocação das toras na carreta e ao não entendimento das instruções dadas pelo caminhoneiro através de um rádio comunicador.

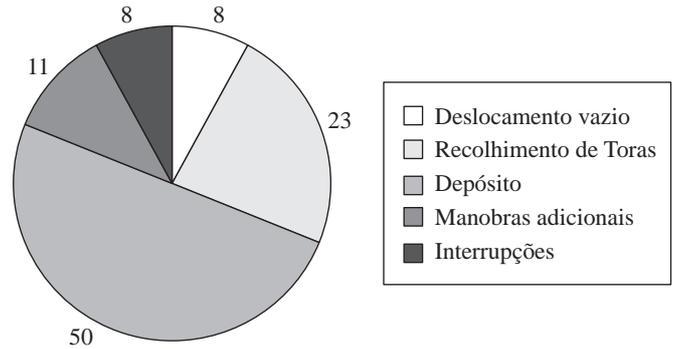


Figura 4. Composição percentual o tempo do ciclo operacional do Carregador

Os resultados demonstraram que para completar a carga do caminhão apenas com algumas toras foi gasto 23% do tempo de um ciclo total (Figura 5), o que aproxima de 38,05% do tempo de carga com o preenchimento do caminhão até à sua capacidade considerada normal. Estes resultados demonstram o grande gasto de tempo para preenchimento com apenas algumas toras, acarretando também em um aumento de custo operacional da máquina.

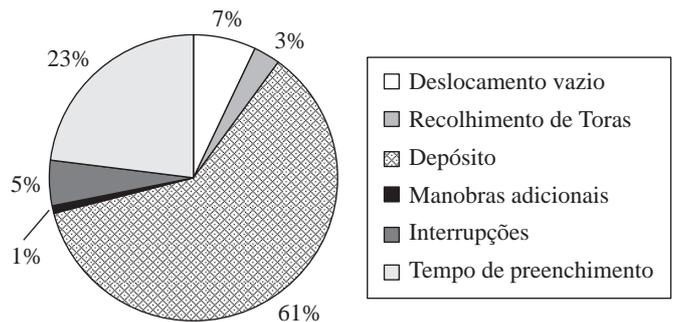


Figura 5. Composição percentual do tempo do ciclo total do Carregador com o preenchimento de carga além do limite considerado normal

Análise econômica

Após a coleta dos dados, foram realizados os cálculos dos custos operacionais de todas os equipamentos. Verificou-se que o Skidder foi o equipamento que possuiu o maior custo fixo, sendo que a depreciação foi o fator que mais se destacou com 66% do total de custos fixos desta máquina. Os custos variáveis totais analisados se equipararam, numa média de 25% para cada.

Verificou-se que não houve diferença estatisticamente significativa, através do Teste de Tukey para os custos administrativos de cada máquina, sendo que o maior custo administrativo encontrado foi o do Skidder, que em um nível de 12% do custo parcial apresentou 26% dos custos em relação às outras máquinas.

Os custos de produção, para um custo administrativo de 12% dividiram-se em 33% para o Feller-Buncher, 32% para o Skidder, 24% para o Traçador florestal e 11% para o carregador florestal. A Tabela 3 representa o detalhamento dos custos operacionais das máquinas.

Tabela 3. Relação dos custos operacionais das máquinas

Custos Operacionais (US\$ hf ⁻¹)	Feller-buncher	Skidder	Traçador florestal	Carregador florestal
Custos fixos	9,00	10,78	7,31	9,51
Custos variáveis	48,73	48,26	48,75	45,85
Custos administrativos - 6%	3,46	3,54	3,36	3,62
Custos administrativos - 8%	4,62	4,72	4,49	4,43
Custos administrativos - 12%	6,93	7,08	6,73	6,64
Custos produção - CA 6%	1,47	1,46	1,08	0,49
Custos produção - CA 8%	1,49	1,48	1,10	0,50
Custos produção - CA 12%	1,55	1,54	1,14	0,52

CONCLUSÕES

1. Pode-se afirmar que o maior custo de produção foi o da máquina Feller-Buncher. O Carregador florestal obteve o menor custo de produção.

2. Estatisticamente, não houve diferença nos modos de produção do Feller-Buncher e do Traçador florestal; entretanto, para o Carregador florestal, houve estatisticamente diferença entre o tempo de preenchimento nos tamanhos de carga.

3. Na análise do ciclo operacional do Feller-Buncher o elemento que consumiu mais tempo foi o corte, correspondendo a 53% do ciclo total. As interrupções consumiram 32% do tempo.

4. Para o Skidder o elemento que consumiu mais tempo foi o arraste, demandando 34% do ciclo, as interrupções observadas foram poucas influenciando apenas em 1% do tempo total.

5. Para o Traçador florestal os elementos corte das toras e deslocamento vazio foram os que mais demandaram tempo, consumindo cada um 26% do tempo do ciclo total. As interrupções corresponderam a 24% do ciclo.

6. O elemento que demandou maior tempo para o Carregador florestal foi o depósito das toras nos caminhões, que utilizou metade do tempo total do ciclo. As interrupções consumiram 8% do tempo total.

7. Para todas as máquinas, observou-se uma grande influência do modo de operação dos trabalhadores, o que não significa que não deva existir um modo ideal de operação que otimize as habilidades de cada funcionário.

LITERATURA CITADA

- Arce, J. E.; Macdonagh, P.; Friedl, R. A. Geração de padrões ótimos de corte através de algoritmos de traçamento aplicados a fiastes individuais. *Revista Árvore*, v.28, n.2, p.383-391, 2004.
- Barnes, R. M. Motion and time study: design and measurement of work. 6.ed. New York: John Wiley & Sons, 1968. 799p.
- Fiedler, N. C. Avaliação ergonômica de máquinas utilizadas na colheita de madeira. Viçosa: UFV, 1995.126p. Dissertação Mestrado
- Fontes, J. M. Desenvolvimento de um sistema informatizado para planejamento e controle de manutenção em máquinas florestais: SBPLAM. Viçosa: UFV, 1996. 134p. Dissertação Mestrado
- Garlipp, R. C. D. O boom da certificação florestal: é preciso garantir a credibilidade. *Revista Silvicultura*, v.14, n.61, p.17-22, 1995.
- Harry, G. G.; Fontes J. M.; Machado, C. C.; Santos, S. L. Análise dos efeitos da eficiência no custo operacional de máquinas florestais. In: Simpósio Brasileiro sobre Exploração e Transporte Florestal, 1991, Belo-Horizonte. Anais... Belo Horizonte: UFV/SIF, 1991. p.57-75.
- Jacovine, L. A. G. Avaliação da perda de madeira em cinco subsistemas de colheita florestal. *Revista Árvore*, v.25, n.4, p.463-470, 2001.
- Machado, C. C. Planejamento e controle de custos na exploração florestal. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1989. 138p.
- Moreira, F. M. T. Análise técnica e econômica de subsistemas de colheita de madeira de eucalipto em terceira rotação. Viçosa: UFV, 2000. 148p. Dissertação Mestrado
- Rezende, J. L.; Fiedler, N. C.; Mello, J. M.; Souza, A. P. Análise técnica e de custos de métodos de colheita e transporte florestal Lavras: UFLA, 1997. 50p. Boletim Agropecuário, 22
- Souza, A.; Clemente, A. Análise econômico-financeira de projetos, São Paulo, 1998. In: Clemente A. Projetos empresariais e públicos, São Paulo: PUC, 1998. p.144-179.