

# Avaliação técnica de um carregador florestal com diferentes sortimentos de madeira

## Technical assessment of a forest loader with different assortments of wood

Maria Dolores dos Santos<sup>1</sup>  
Eduardo da Silva Lopes<sup>2</sup>  
Andrea Nogueira Dias<sup>3</sup>  
Adisnei Barzotto Ribeiro<sup>4</sup>

### Resumo

Este trabalho teve por objetivo realizar a avaliação técnica de um carregador florestal na operação de carregamento com diferentes sortimentos de madeira. Os dados foram coletados em áreas de colheita de madeira de uma empresa florestal na região Sul do Brasil, no carregamento de toras de *Pinus taeda* e *Eucalyptus grandis*. A análise técnica abordou o estudo de tempos e movimentos, onde a operação de carregamento foi dividida em fases do ciclo de trabalho, analisadas individualmente. Para análise dos dados consideraram-se como tratamentos os diferentes tipos e comprimentos de toras e, como repetição, o número de veículos. Os dados foram submetidos ao Teste de Bartlett para verificação da homogeneidade das variâncias dos tratamentos e (submetidos) à Análise de Variância. Os resultados mostraram que os elementos arrumação de pilha e arrumação de carga contribuíram juntos com mais de 70% do tempo total do ciclo operacional; estes foram influenciados pela baixa qualidade das pilhas de madeira localizadas nas margens das estradas. O tempo total médio da operação de carregamento foi de dezoito minutos, equivalente a uma produtividade média de 140,7 toneladas por hora efetiva de trabalho

- 
- 1 Bolsista de Iniciação Científica do CNPq/Departamento de Engenharia Florestal da UNICENTRO-Irati; E-mail: mariadolores.dossantos@yahoo.com.br
  - 2 Dr.; Engenheiro Florestal; Professor do Departamento de Engenharia Florestal da UNICENTRO-Irati; E-mail: eslopes@irati.unicentro.br
  - 3 Dra.; Engenheira Florestal; Professora do Departamento de Engenharia Florestal da UNICENTRO-Irati; E-mail: andias@irati.unicentro.br
  - 4 Aluno de graduação do curso de Engenharia Florestal da UNICENTRO-Irati; E-mail: adisnei@yahoo.com.br

Recebido para publicação em 05/09/2007 e aceito em 26/08/2008

---

Ambiência Guarapuava, PR v.5 n.1 p.13 - 26 Jan./Abr. 2009 ISSN 1808 - 0251

---

e eficiência média 31,8%. A eficiência no carregamento das toras de comprimento de 5,30 m foi superior ao carregamento de toras de menor comprimento.

**Palavras-chave:** carregamento de madeira; produtividade; análise técnica.

## **Abstract**

The research objective was to technically assess a forestry loader in the operation of loading different assortments of wood. The data were collected at wood harvest areas of a forest company in the South Region of Brazil, during the log loading of *Pinus taeda* and *Eucalyptus grandis*. The technical analysis included a motion and time study. The log loading operation was divided into phases of the job cycle, which were analyzed individually. For the purposes of data analyses, the different log types and lengths were considered as treatments, and the amount of vehicles as repetitions. The data were submitted to the Bartlett Test in order to verify the variance homogeneity of the treatments that were the object of Variance Analysis. The results showed that the treatments of log pile arrangement and load arrangement contributed together in more than 70% of the total operational cycle, and were both influenced by the poor quality of wood piles at the road sides. The average total time of the log loading operation was 18 minutes, equivalent to an average productivity of 140,7 tons per effective work hour and average efficiency of 31,8%. The loading efficiency of logs with a length of 5,30 m was superior to the loading of logs with a shorter length.

**Key words:** log loading; productivity; technical analysis.

## **Introdução**

A mecanização da colheita florestal no Brasil intensificou-se significativamente a partir da década de 90, principalmente com a abertura do mercado, pelo governo brasileiro, à importação de máquinas e equipamentos de países de maior tradição florestal. Além disso, outros fatores contribuíram para a mecanização, como aumento da produtividade das florestas, aumento

nos custos da mão-de-obra, necessidade de execução do trabalho com maior segurança operacional e necessidade de redução dos custos de produção. Essas circunstâncias levaram muitas empresas brasileiras a passarem da colheita manual ou semi-mecanizada para sistemas totalmente mecanizados, com máquinas de alta tecnologia, produtividade e custos (LOPES et al., 2006).

Segundo Souza et al. (2006), existe uma tendência mundial para o aumento

do consumo de madeira, sendo que, no Brasil, haverá um crescimento médio em torno de 3% ao ano. Permanecendo esta tendência, aumenta a responsabilidade da colheita florestal para que atenda este incremento na demanda. Além disso, deve-se ressaltar que as atividades de colheita florestal representam o maior custo dentre todas as operações, podendo alcançar mais de 50% dos custos totais da madeira posta na indústria (MACHADO e LOPES, 2000). Assim, torna-se importante a realização de estudos que busquem a redução dos custos operacionais, o que implica a necessidade de aumento no rendimento das operações de colheita e redução dos custos (SILVA et al., 2003).

De acordo com Machado (2002), nas operações de colheita florestal, o melhor desempenho depende diretamente do conhecimento do volume da floresta, das condições locais, do planejamento criterioso das operações de corte, extração, carregamento, transporte e descarregamento.

O carregamento refere-se à operação em que a madeira é colocada no veículo de transporte, sendo o meio de ligação entre a extração e o transporte principal, podendo ser realizada de forma manual ou mecanizada, sendo este último o mais utilizado pelas empresas devido à sua elevada eficiência operacional (MINETTE et al., 2002). As operações de carregamento e descarregamento de madeira influenciam diretamente na produtividade do veículo e no custo do transporte. Conway, (1976) citado por Costa et al. (2003), afirma que o tempo de espera para o carregamento e descarregamento é a principal causa de demoras nessas operações. Para

Machado (1984), a eficiência operacional das máquinas, o arranjo, o tipo de madeira a ser manuseada, a habilidade e o treinamento do operador podem ser considerados também como (outros) fatores que influenciam na produtividade da operação. Portanto, o carregamento de madeira deve ser bem planejado e realizado com eficiência, pois influencia tanto a produtividade quanto o custo do transporte até a indústria.

A redução no tempo de carregamento e descarregamento proporciona ainda um aumento nas horas efetivas de trabalho dos veículos de transporte e no rendimento pelo maior número de viagens realizadas por dia, aumentando, conseqüentemente, o volume de madeira transportada por unidade de tempo e reduzindo o custo do transporte da madeira (COSTA et al., 2003).

O objetivo deste trabalho foi realizar uma análise técnica de um carregador florestal na operação de carregamento com diferentes sortimentos de madeira, visando subsidiar o planejamento e melhor aproveitamento dos recursos disponíveis.

## **Material e Métodos**

### **Caracterização da área de estudo**

O estudo foi realizado em áreas pertencentes a uma empresa florestal na Região Sul do Brasil, em zona bioclimática caracterizada por altitudes entre 650 e 700 m e vegetação do tipo Floresta Ombrófila Mista. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Cfb, subtropical úmido mesotérmico (verões quentes e geadas pouco frequentes no

inverno). A precipitação média anual é de 1.490 mm, distribuídos ao longo dos meses do ano.

### **Descrição do Sistema de Colheita da Madeira**

O sistema de colheita da madeira utilizado na empresa é denominado de “Árvore inteiras”, onde as operações de derrubada e empilhamento são realizadas por um *feller-buncher* e o arraste das árvores até a beira da estrada com uso de um *skidder*. O processamento e sortimento das toras na beira da estrada são realizados por um “cabeçote harvester”. Na operação de carregamento da madeira são utilizados carregadores florestais, composto por uma escavadeira de acionamento hidráulico. A jornada de trabalho na empresa é distribuída em três turnos de oito horas e é composta por quatro equipes por turno.

### **Descrição do Equipamento Avaliado**

O carregador florestal analisado é composto por uma escavadeira de acionamento hidráulico de esteiras, marca Caterpillar CAT 312 L, motor 3066T, Cat Diesel, potência nominal de 138 HP e equipado com garra marca J de Souza de área útil de 1 m<sup>2</sup>, (Figura 1).

### **Coleta dos Dados**

Os dados foram coletados nas operações de carregamento de toras de pinus e eucalipto em veículos de carga articulados tipo bitrem, com capacidade de carga bruta de 57 toneladas. As toras possuíam comprimento médio de 3,60 m; 4,80 m e 5,30 m e diâmetro entre 8 e 40 cm, sendo destinadas ao processo fabril e ao mercado de toras. O carregamento das toras no veículo de transporte é realizado no sentido longitudinal.

**Figura 1.** Carregador florestal utilizado no estudo



*Fonte: Klabin Florestal - Monte Alegre, 2007*

## Análise Técnica

A análise técnica do carregador florestal foi realizada por meio de um estudo de tempos e movimentos, analisando os elementos do ciclo operacional, as interrupções operacionais e não operacionais a produtividade e a eficiência operacional.

## Estudo de Tempos e Movimentos

Foi utilizado o método de tempos contínuos, onde o ciclo operacional do carregamento foi subdividido nas seguintes atividades parciais: Arrumação de Pilha (AP); Deslocamento de Grua Carregada (DGC); Arrumação de Carga (AC) e Deslocamento de Grua Vazia (DGV). As interrupções foram subdivididas em operacionais e não operacionais. As interrupções operacionais compreenderam a manutenção corretiva, abastecimento e lubrificação, emissão de nota, deslocamentos internos e aguarde de veículo de transporte, enquanto as interrupções não operacionais referiram-se à realização de refeições e outras necessidades básicas. No estudo foi utilizado cronômetro centesimal, prancheta e formulários específicos.

### Determinação da Produtividade

A produtividade média do carregador florestal foi dada em toneladas por hora efetiva de trabalho por meio da seguinte expressão:

$$Pr = \frac{t}{he}$$

Onde:

Pr= produtividade (tonelada/hora efetiva);

t= toneladas de madeira carregada (obtido através da balança da fábrica);

he= horas efetivamente trabalhadas.

## Eficiência Operacional

A eficiência operacional é definida como a percentagem do tempo efetivamente trabalhado, em relação ao tempo total programado para o trabalho. A eficiência operacional da máquina foi obtida por meio da determinação dos tempos de trabalho efetivo dividido pelo tempo total de trabalho programado, por meio da seguinte expressão:

$$E.O. = \frac{TT}{TP} \times 100$$

Onde:

E.O.= Eficiência operacional;

TT= Tempo efetivamente trabalhado;

TP= Tempo programado para o trabalho.

## Delineamento Estatístico

Para a realização do estudo, foram estabelecidos três tratamentos, diferenciados segundo a espécie e os sortimentos de madeira carregada sobre o veículo de transporte, os quais foram:

- Tratamento 1: Carregamento de toras de pínus com comprimento de 3,60 m;

- Tratamento 2: Carregamento de toras de pínus com comprimento de 5,30 m; e

- Tratamento 3: Carregamento de toras de eucalipto com comprimento de 4,80 m.

Os tratamentos 1 e 2 corresponderam à madeira de *Pinus taeda* processada na margem da estrada após a realização da extração, enquanto o tratamento 3 correspondeu à madeira de *Eucalyptus grandis*, processada no interior do talhão e baldeada para a margem da estrada.

Inicialmente, os dados obtidos foram analisados pelo Teste de Bartlett para verificação da homogeneidade das variâncias dos tratamentos. A comparação estatística entre os resultados dos tratamentos foi feita pela análise de variância, utilizando o delineamento inteiramente casualizado. Havendo diferença significativa, procedeu-se ao teste de comparação de médias, utilizando o Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, aplicados às variáveis de interesse (AP, DGC, AC e DGV), nos diferentes tipos e sortimentos de madeira.

## Resultados e Discussão

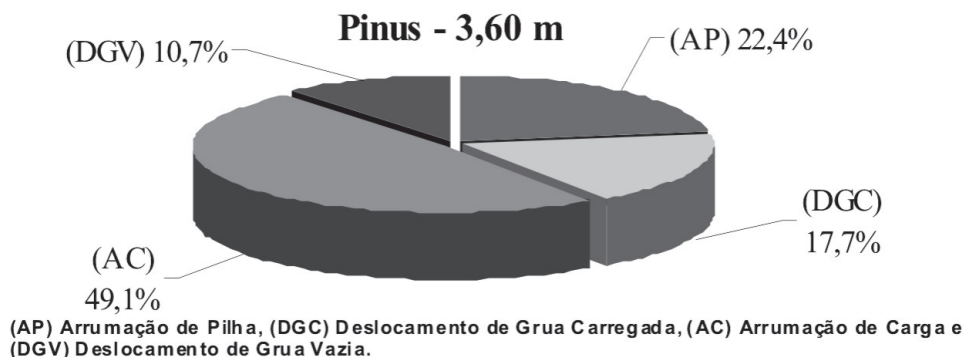
### Estudo de Tempos e Movimentos

A constituição média dos elementos do ciclo operacional do carregador

florestal na operação de carregamento com diferentes sortimentos de toras é mostrada nas figuras 2, 3 e 4. Como pode ser observado na figura 2, para o Tratamento 1 (pínus 3,60 m), os elementos que consumiram a maior parte do tempo do ciclo operacional foram a arrumação de carga e a arrumação de pilha, com 49,1 e 22,4%, do tempo total, respectivamente. O elevado tempo de arrumação de carga foi devido à baixa qualidade das pilhas de madeira na beira da estrada, o que interferiu no carregamento e organização das toras sobre o veículo de transporte. Os resultados mostraram a necessidade de melhorias na operação de processamento, sortimento e empilhamento das toras na beira da estrada, de forma a permitir maior eficiência no carregamento e transporte principal.

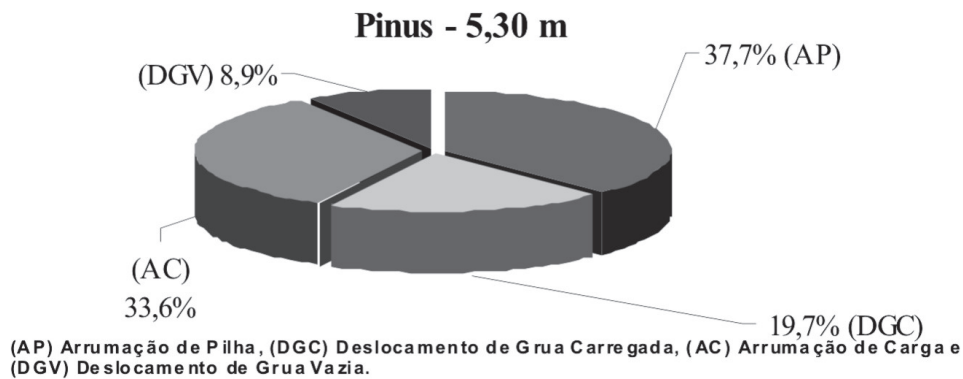
A figura 3 mostra os elementos parciais do ciclo operacional do carregador florestal no carregamento de toras de pínus com 5,30 m (Tratamento 2). Como foi observado, os elementos arrumação de pilha e de carga contribuíram juntos com 71,3% do tempo total do ciclo

**Figura 2.** Composição percentual do ciclo operacional do carregador florestal na operação de carregamento de toras de pinus com 3,60 m



Fonte: Os autores

**Figura 3.** Composição percentual do ciclo operacional do carregador florestal na operação de carregamento de toras de pinus com 5,30 m



Fonte: Os autores

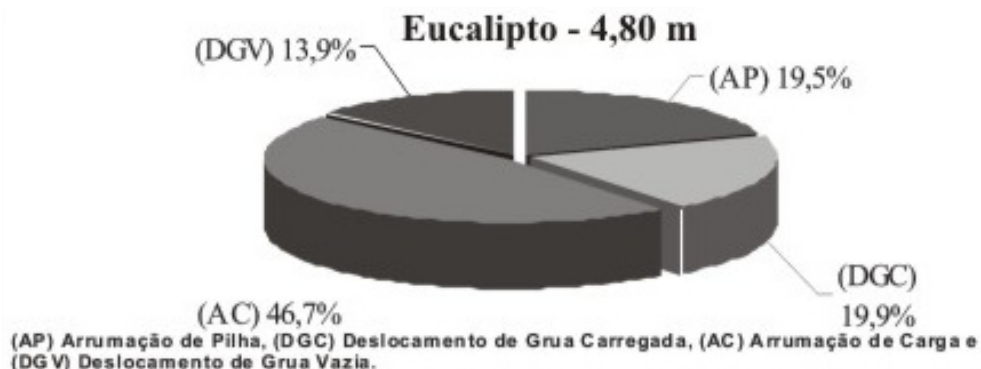
operacional. Tal situação também foi influenciada pela baixa qualidade das pilhas de madeira na beira da estrada. Além disso, a existência de toras com diferentes sortimentos, localizadas próximo às pilhas de sortimento de 5,30 m influenciou negativamente no desempenho do operador, pois o mesmo precisava freqüentemente interromper a operação para separar as toras no solo.

É importante ressaltar que a necessidade de “bateção” de cargas ocasiona perdas significativas de tempo na operação de carregamento e,

consequentemente, perda de produtividade e aumento nos custos operacionais, além de redução da disponibilidade mecânica e vida útil do conjunto (LOPES et al., 2006).

Como pode ser visto na figura 4, no carregamento de toras de eucalipto com sortimento de 4,80 m (Tratamento 3), o elemento que consumiu a maior parte do tempo do ciclo operacional foi à arrumação de carga com 46,7% do tempo total, ocasionado pelo deslizamento das toras descascadas no interior do talhão, baldeadas e empilhadas na margem da estrada.

**Figura 4.** Composição percentual do ciclo operacional do carregador florestal na operação de carregamento de toras de eucalipto com 4,80 m



Fonte: Os autores

O tempo médio efetivo dos elementos do ciclo operacional e o tempo total do carregador florestal para os tratamentos avaliados são mostrados na tabela 1. Como pode ser observado, o menor tempo médio efetivo do ciclo operacional do carregador foi no carregamento de toras de eucalipto com 13,6 minutos, enquanto o maior tempo médio efetivo foi no carregamento de toras de pinus de 5,30 m, com 23,1 minutos.

Na operação do carregador florestal, a constituição média dos tempos dos elementos do ciclo operacional em função do tempo global utilizado é mostrada na figura 5. Como pode ser

observado, o tempo total operacional correspondeu em torno de 30%, enquanto as interrupções corresponderam em torno de 70%, sendo este bastante expressivo, ocorrendo devido ao elevado tempo de espera do carregador florestal pelos veículos de transporte.

A distribuição percentual das interrupções operacionais e não operacionais médias observadas no ciclo operacional do carregador é apresentada na figura 6. É importante destacar que o elemento “aguardando veículo de transporte” correspondeu, em média, a mais de 50% do tempo total das interrupções. Essa situação foi observada

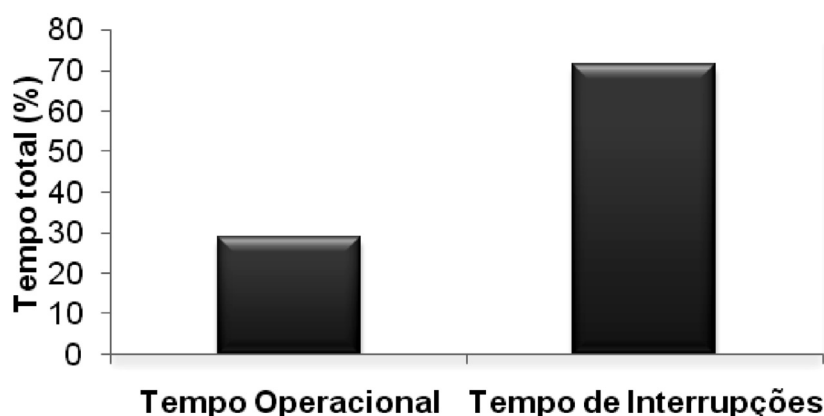
**Tabela 1.** Tempos médios dos elementos do ciclo operacional e total do carregador florestal nos diferentes sortimentos de toras

Tratamentos	Nº de veículos amostrados	Tempo médio de carregamento (min.)				Tempo (min.)
		AP	DGC	AC	DGV	Total
Pinus 3,60 m	8	3,68	2,91	8,07	1,76	16,4
Pinus 5,30 m	8	8,89	4,41	7,82	1,98	23,1
Eucalipto 4,80 m	8	2,65	2,70	6,33	1,89	13,6

Nota: AP = Arrumação de Pilha, DGC = Deslocamento de Grua Carregada, AC = Arrumação de Carga, DGV = Deslocamento de Grua Vazia.

Fonte: Os autores

**Figura 5.** Composição percentual do tempo operacional e interrupções



Fonte: Os autores



nos três tratamentos, explicada pela localização das frentes operacionais de colheita em regiões distintas e devido às grandes distâncias de transporte. Portanto, para a otimização das operações de carregamento e transporte florestal torna-se necessário melhor planejamento das operações, alocando as frentes operacionais próximas uma das outras e disponibilizando veículos para o carregamento.

Os elementos deslocamentos internos da máquina entre talhões (17,1%), manutenção corretiva (10,6%) e refeições (9,3%), foram as principais causas das interrupções, que contribuíram para a baixa eficiência do equipamento nas operações de carregamento com diferentes sortimentos.

### Produtividade e Eficiência Operacional

O tempo total médio geral das operações de carregamento foi de 18 minutos, acarretando uma produtividade média de 140,7 toneladas por hora efetiva de trabalho. A tabela 2 apresenta

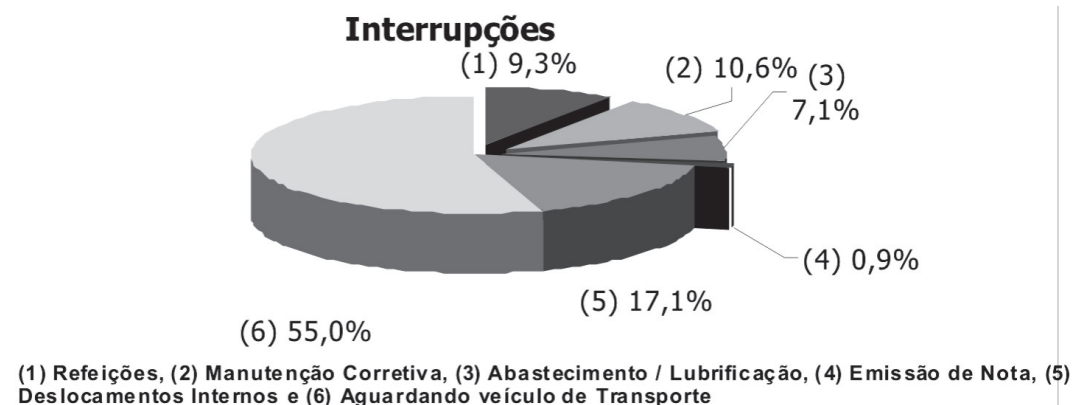
a produtividade em toneladas por hora efetiva de trabalho e a eficiência operacional do carregador florestal nos três tratamentos avaliados.

Como pode ser observado, o carregador apresentou maior produtividade no carregamento de toras de eucalipto com 176,5 toneladas, seguido pelas toras de pinus de 3,60 m, com produtividade média de 141,5 toneladas por hora. A melhoria da produtividade e a eficiência do carregador em todas as situações avaliadas poderá ser alcançada com a melhor organização das pilhas de toras na margem da estrada, possibilitando, conseqüentemente, a redução dos tempos improdutivo de arrumação de cargas e de pilhas. Além disso, ganhos na disponibilidade mecânica e na eficiência operacional da máquina poderão ser obtidos com a redução da necessidade de “bateção” de cargas.

### Análise Estatística

Na análise estatística foram comparados o tempo das variáveis

**Figura 6.** Composição percentual das interrupções operacionais e não operacionais, durante o ciclo operacional do carregamento de madeira



Fonte: Os autores

**Tabela 2.** Produtividade média do carregador florestal nos tratamentos avaliados

Tratamento	Tipo Madeira	Sortimento (m)	Produtividade (ton/hora)	Eficiência Operacional (%)
1	Pinus	3,6	141,5	31,4
2	Pinus	5,3	104,2	38,4
3	Eucalipto	4,8	176,5	25,6
Média	-	-	140,7	31,8

Fonte: autores

de interesse do ciclo operacional do carregador florestal (AP, DGC, AC e DGV) e a produtividade e eficiência operacional para os diferentes sortimentos de madeira estudada.

### **Arrumação da Pilha**

De acordo com as análises estatísticas apresentadas na tabela 3, referente ao elemento Arrumação de Pilha, pôde-se observar que o comprimento da madeira influenciou significativamente nesta variável, conforme a significância do Teste F. Como apresentado na tabela 4, o teste de Tukey revelou que o tratamento 2 (pínus 5,30 m) foi estatisticamente diferente em relação

aos demais tratamentos. Tal fato deveu-se à maior dificuldade de realização da atividade de arrumação de pilha em toras de maior comprimento. Os tratamentos 1 e 3, pínus 3,60 m e eucalipto 4,80 m, respectivamente, não apresentaram diferença estatística entre si.

### **Deslocamento da Grua Carregada**

A tabela 5 mostra que houve diferença significativa, pelo teste F ao nível de 5% de significância, para a variável, Deslocamento da Grua Carregada (DGC). De acordo com o teste de Tukey, cujos resultados são apresentados na tabela 6, verificou-se que o tempo médio de DGC do tratamento 2 (pínus 5,30 m)

**Tabela 3.** Resultados da ANOVA para a variável Arrumação da Pilha

Fonte da Variação	SQ	GI	MQ	F	F crítico
Entre grupos	178,91	2	89,46	46,36**	3,47
Dentro dos grupos	40,525	21	1,930		
Total	219,44	23			

Nota: \*\* significativo a 95% de probabilidade.

Fonte: Os autores

**Tabela 4.** Teste de Tukey para comparação das médias de Arrumação da Pilha, a 5% de significância

Tratamentos	Nº de veículos	Produtividade média (m³/h)	Comparações
Pinus 3,60 m	8	3,7	a
Pinus 5,30 m	8	8,9	b
Eucalipto 4,80 m	8	2,7	a

Fonte: Os autores

**Tabela 5.** Resultados da ANOVA para a variável, Deslocamento da Grua Carregada

Fonte da Variação	SQ	gl	MQ	F	F crítico
Entre grupos	13,858	2	6,929	23,40 **	3,47
Dentro dos grupos	6,2184	21	0,296		
Total	20,076	23			

Nota: \*\* significativo a 95% de probabilidade.

Fonte: Os autores

**Tabela 6.** Teste de Tukey para comparação das médias de Deslocamento da Grua Carregada, a 5% de significância

Tratamentos	Nº de veículos	Produtividade média (m³/h)	Comparações
Pinus 3,60 m	8	2,9	a
Pinus 5,30 m	8	4,4	b
Eucalipto 4,80 m	8	2,7	a

Fonte: Os autores

foi estatisticamente diferente em relação aos demais tratamentos. Os tratamentos 1 e 3, pinus 3,60 m e eucalipto 4,80 m, respectivamente, não apresentaram diferença estatística entre si.

### Arrumação da Carga

A análise estatística apresentada na tabela 7 refere-se à variável Arrumação da Carga, onde se observou não haver diferença significativa entre os tratamentos, pois o F calculado foi não significativo. Esse resultado confirma que o comprimento da tora não interfere no tempo de arrumação da carga, pois em todas as situações estudadas, as toras são depositadas no veículo de transporte

no sentido longitudinal. Entretanto, é importante ressaltar que o tempo de arrumação de carga deve ser eliminado por meio de uma melhor organização da madeira na margem da estrada, por ocasião da extração e processamento da madeira.

### Deslocamento da Grua Vazia

A análise estatística apresentada na tabela 8 refere-se ao elemento do ciclo operacional Deslocamento da Grua Vazia. Como pode ser observado, os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si, explicado pelo fato de que, o comprimento das toras não apresenta influência no tempo consumido para deslocamento da grua vazia.

**Tabela 7.** Resultados da ANOVA para a variável Arrumação da Carga

Fonte da Variação	SQ	gl	MQ	F	F crítico
Entre grupos	14,083	2	7,041	1,75 <sup>ns</sup>	3,47
Dentro dos grupos	84,340	21	4,016		
Total	98,423	23			

Nota: ns - não significativo a 95% de probabilidade.

Fonte: Os autores

**Tabela 8.** Resultados da ANOVA para a variável, Deslocamento da Grua Vazia

Fonte da Variação	SQ	gl	MQ	F	F crítico
Entre grupos	0,199	2	0,0995	1,02 <sup>ns</sup>	3,47
Dentro dos grupos	2,041	21	0,0972		
Total	2,240	23			

*Nota: ns - não significativo a 95% de probabilidade.*

*Fonte: Os autores*

**Tabela 9.** Resultados da ANOVA para Eficiência do Carregamento

Fonte da Variação	SQ	gl	MQ	F	F crítico
Entre grupos	383,10	2	191,55	18,5 **	3,47
Dentro dos grupos	217,39	21	10,35		
Total	600,49	23			

*Nota: \*\* significativo a 95% de probabilidade.*

*Fonte: Os autores*

### **Eficiência Operacional e Produtividade**

A tabela 9 mostra que houve diferença significativa, pelo teste F ao nível de 5% de significância, para a Eficiência Operacional. De acordo com o teste de Tukey, cujos resultados são apresentados na tabela 10, pode-se verificar que a eficiência média do tratamento 1 (pinus 3,60 m) foi estatisticamente diferente em relação aos demais tratamentos.

Os tratamentos 2 e 3, pinus 5,30 m e eucalipto 4,80 m, respectivamente, não apresentaram diferença estatística entre si. A baixa eficiência operacional observada em ambos os tratamentos foi ocasionada pelo elevado tempo em que a máquina permaneceu aguardando os veículos de transporte principal.

A análise estatística apresentada na tabela 11 refere-se à Produtividade do Carregamento, onde se observou que houve diferença significativa, pelo teste F

**Tabela 10.** Teste de Tukey para comparação das médias de Eficiência do Carregamento, a 5% de significância

Tratamentos	Nº de veículos	Produtividade média (m³/h)	Comparações
Pinus 3,60 m	8	13,6	a
Pinus 5,30 m	8	16,4	b
Eucalipto 4,80 m	8	23,1	b

*Fonte: Os autores*

**Tabela 11.** Resultados da ANOVA para Produtividade do Carregamento

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	F crítico
Entre grupos	20909,6	2	10454,8	10,81 **	3,4668
Dentro dos grupos	20311,4	21	967,2		
Total	41221,1	23			

*Nota: \*\* significativo a 95% de probabilidade.*

*Fonte: Os autores*

**Tabela 12.** Teste de Tukey para comparação das médias de Produtividade do Carregamento, a 5% de significância

Tratamentos	Nº de veículos	Produtividade média (m <sup>3</sup> /h)	Comparações
Pinus 3,60 m	8	141,5	A
Pinus 5,30 m	8	104,2	Ab
Eucalipto 4,80 m	8	176,5	b

Fonte: Os autores

ao nível de 5% de significância. De acordo com o teste de Tukey, cujos resultados são apresentados na tabela 12, pôde-se verificar que o tratamento 3 (eucalipto 4,80 m) apresentou maior produtividade no carregamento de toras de eucalipto com 4,80 m, seguido pelas toras de pinus de 3,60 m.

### Conclusões

Os resultados obtidos no presente estudo permitiram concluir que,

- a) De modo geral, em todos os tratamentos estudados, o elemento “Arrumação de Pilha” influenciou negativamente no tempo do ciclo operacional do carregador florestal, contribuindo para perdas de produtividade e eficiência da operação.
- b) Para o aumento da eficiência operacional e produtividade do carregador florestal, tornam-se necessárias melhorias nas operações de extração e no processamento na margem da estrada, por meio de melhoria na qualidade do empilhamento das toras na margem da estrada.
- c) O carregador florestal apresentou baixa eficiência operacional ocasionado pelo elevado tempo em que a máquina permanece aguardando os veículos de transporte principal.
- d) O carregador florestal apresentou maior produtividade no carregamento de toras de eucalipto com 4,80 m, seguido pelas toras de pinus de 3,60 m.

### Referências

- COSTA, F. A.; SOUSA, R. A. T. M ; LEITE, A. M. P. Transporte rodoviário de madeira: um estudo de caso na Amazônia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 6., 2003, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: UFV/SIF, 2003. p.349-363.
- KLABIN FLORESTAL. Carregador Florestal - CAT-320C. Monte Alegre, Klabin, 2007. 1 fot.: color.; 9x13cm.
- LOPES, E. S.; CRISTO, J. F. C.; PIEPER, M. Avaliação Técnica de um Sistema de Pesagem no Carregamento Florestal. *Revista Árvore*, Viçosa, v.30, n.4, p.575-581, 2006.
- MACHADO, C. C. *Planejamento e controle de custos na exploração florestal*. Viçosa: UFV, Impr. Univ., 1984, 138p.

MACHADO, C. C.; LOPES, E. S. Análise da influência do comprimento de toras de eucalipto na produtividade e custo da colheita e transporte florestal. *Revista Cerne*, Lavras, v. 6, n. 2, p. 124-129, 2000.

MACHADO, C. C. *O Setor Florestal Brasileiro*. In: Colheita Florestal / Carlos Cardoso Machado (Org.) Viçosa: UFV, 2002. 468p.: il.

MINETTI, L. J.; SOUZA, A. P.; FIEDLER, N. C.; *Carregamento e descarregamento*. In: Colheita Florestal / Carlos Cardoso Machado (Org.). Viçosa: UFV, v.1, p. 129-144, 2002. 468p. il.

SILVA, R. S.; FENNER, P. T.; CATANEO, A.; EQUIPE TÉCNICA DA DURATEX. Desempenho de máquinas florestais de colheita: derrubador-processador slingshot sobre as esteiras. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 6., 2003, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: UFV/SIF, 2003. p.267-179.

SOUZA, A. P.; MACHADO, C. C.; MINETTI, L. J. .; JACOVINE, A. G. Colheita e transporte. *Revista da Madeira*. Disponível em: <http://www.remade.com.br/pt/mad\_manejo\_item.php?num=3/>. Acesso em: 27 jul. 2006.