



ANÁLISE OPERACIONAL DO DESCARREGAMENTO DE MADEIRA COM DIFERENTES COMPRIMENTOS EM FÁBRICA DE CELULOSE

ALVES, Rafael Tonetto¹; FIEDLER, Nilton César²; SILVA, Elizabeth Neire da²;
LOPES, Eduardo da Silva³; CARMO, Flávio Cipriano de Assis do⁴

RESUMO – (ANÁLISE OPERACIONAL DO DESCARREGAMENTO DE MADEIRA COM DIFERENTES COMPRIMENTOS EM FÁBRICA DE CELULOSE). O método predominante de transporte de madeira no Brasil é o rodoviário, sendo responsável por até 60% do custo logístico total. Este trabalho teve por objetivo realizar uma análise operacional do descarregamento de madeira com diferentes comprimentos em uma indústria de celulose no Vale do Rio Doce, MG. Foram contemplados três tipos de cargas, sendo carga completa de madeira de 6,0 m proveniente da colheita mecanizada, carga completa de madeira de 2,2 m proveniente da colheita semimecanizada e a carga mista com madeira de 6,0 m e 2,2 m. Foram obtidos os tempos do ciclo operacional do descarregamento, a produtividade e a eficiência operacional. Foi realizada análise estatística dos dados, a fim de verificar a existência de similaridade entre os tipos de madeira transportada. Os resultados obtidos mostraram que no descarregamento de madeira na fábrica, o comprimento tem forte influência no tempo de permanência dos veículos no pátio da fábrica, pois no descarregamento de madeira de 6,0 m as gruas necessitam efetuar um menor número de ciclos comparado ao descarregamento da madeira de 2,2 m, portanto aumentando a eficiência operacional.

Palavras-chave: transporte florestal, estudo de tempos, descarregamento florestal.

ABSTRACT – (OPERATIONAL ANALYSIS OF THE WOOD UNLOADING IN THE PULP FACTORY). The predominant method of transportation of wood in Brazil is the road, being responsible for up to 60% of the total logistics cost. This study aimed to analyze the technical factors on wood unloading in courtyard of a pulp mill factory in vale do Rio Doce, Minas Gerais, contemplating three types of loads, being full load of wood the 6.0 m from the mechanized harvesting, full load of 2.2 m from wood harvesting semi-mechanized and mixed load of wood and 2.2 m 6.0 m. Were obtained the operating cycle times unload, productivity and operational efficiency. Statistical analysis of data was carried out in order to verify the existence of similarity between the types of wood transported. The results showed that when unloading wood at the factory, the length has a strong influence on the time of the vehicles in the courtyard of the factory, because wood unload 6.0 m the cranes need make a fewer number of cycles compared to the unloading of wood of 2.2 m.

Keywords: Forest transport, time study, forest unloading.

¹ Mestre em Ciências Florestais UFES- rafaeltonetto@yahoo.com.br;

² Professor (a) Dr. em Ciência Florestal – Departamento de Ciências Florestais e da Madeira – Centro de Ciências Agrárias – UFES Cx. P. 16 – 29550-000 – Jerônimo Monteiro-ES, fiedler@pq.cnpq.br; elizabeth@cca.ufes.br

³ Professor Dr. Ciência Florestal -Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO-PR, BR 153, Km 7, Riozinho, Cx. P., 21, 84500-000, Irati-PR, eslopes@pq.cnpq.br;

⁴ Mestrando em Ciências Florestais –Universidade Federal do Espírito Santo - CEP 29550-000 – Jerônimo Monteiro-ES, flaviocipriano@hotmail.com.

1. INTRODUÇÃO

O transporte florestal em sua maioria é realizado pelo modal rodoviário, devido a diversos fatores como extensa malha viária, oferta de diferentes tipos de veículos, baixo valor de instalação quando comparado a outros modais existentes (MACHADO *et al.*, 2009). Além disso, a facilidade de escolha de veículos com diferentes capacidades de cargas e rotas permitidas pelo modal rodoviário pode tornar a atividade de transporte mais atraente para a empresa.

Machado *et al.* (2006) cita que a quantidade de carregadores florestais no campo, o número de veículos de transporte rodoviário, as condições das estradas, a distância de transporte, a velocidade média de operação, são os principais fatores de perda de rendimento no processo. Para os autores a fila de transporte não está só relacionada somente com o número de veículos, mas também com o rendimento ou produtividade dos carregadores florestais.

O descarregamento refere-se à operação em que a madeira é retirada do veículo de transporte e posta no pátio da empresa, sendo o meio de ligação entre o transporte principal e o beneficiamento da madeira, 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.*, 2008). As operações de descarregamento de madeira influenciam diretamente a eficiência do processo logístico da empresa e no custo do transporte, devido ao fato, que se ocorra algum gargalo nessa operações, o ciclo de transporte aumenta e assim menor quantidade de madeira é posto em fábrica. Costa *et al.* (2003) citado por Santos *et al.* (2009), afirmam que o tempo de espera e o mau arranjo das toras nos veículos, o tipo de madeira e experiência dos operadores são as principais causas de demoras na operação de descarregamento. Santos *et al.* (2009) analisando carregamento de madeira de eucalipto e pinus, encontraram um valor de 70% de interrupção no ciclo de operação, devido ao grande tempo com espera de veículo para carregar. Portanto, de acordo com Santos *et al.* (2009) a etapa de carregamento e descarregamento de madeira deve ser bem planejada e realizada com eficiência, pois influencia tanto a produtividade quanto o custo final da madeira na fábrica.

A redução dos tempos improdutivos na fase de descarregamento pode acarretar em aumento das horas efetivas de trabalho dos veículos de

transporte e do rendimento pelo maior número de viagens realizadas por dia, de modo que o volume de madeira transportada por unidade de tempo seja maior e o custo final do transporte de madeira seja menor (COSTA *et al.*, 2003).

Por isso, uma grande dificuldade para os profissionais que atuam nas empresas é a falta de pesquisas orientadas para avaliar o desempenho e otimização da logística florestal. A realização de pesquisas que visem à organização, racionalização das operações do transporte florestal rodoviário, identificação dos fatores operacionais e interferência no custo, poderão representar uma grande economia de recursos para as empresas do setor, aumentar a eficiência operacional, a produtividade dos veículos, bem como dar a confiabilidade necessária para a tomada de decisão adequada.

Assim objetivou-se com esta pesquisa realizar uma análise operacional da operação de descarregamento de madeira com diferentes comprimentos em uma indústria de celulose no Vale do Rio Doce, MG.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado em uma empresa de Celulose, localizada no Vale

do Rio Doce no Leste do Estado de Minas Gerais, contemplando a operação de descarregamento de madeira no pátio da indústria.

2.2 Tipos de cargas e veículos utilizados no transporte

Na empresa estudada são transportados três tipos de madeira: carga com toras de 6,0 m de comprimento sem casca (provenientes de áreas de colheita mecanizada); carga com toras de 2,2 m de comprimento com casca (provenientes de áreas com colheita semimecanizada) e carga mista, composta por toras de 6,0 m e 2,2 m colocadas na mesma carga no veículo de transporte (provenientes de áreas com os dois modelos de colheita). O sistema de carga mista ocorre somente com madeira originada da regional de Guanhães. Esse transporte com carga mista só ocorre se ao término da pilha de madeira de determinado comprimento sobrar espaço no veículo. Assim esse espaço é completado com madeira de outro dimensionamento.

O estudo de tempos e movimentos da operação de descarregamento foi realizado com três tipos de veículos de transporte: Bitrem, Tritrem e Rodotrem (Figura 1). É importante ressaltar que neste tipo de estudo, o tipo de veículo não foi prioridade, sendo considerado o tipo de

carga, devido ao fato do tempo máximo admitido para um veículo ficar dentro do pátio durante a atividade ser de 1,25h, independente do tipo de veículo. Todos os

três tipos de veículos transportam os três tipos de madeira (com casca, sem casca ou mista).

Veículo	Visualização	Peso eixo	PBTC*
Bitrem Articulado	 Comprimento Máximo: 19,80m	6t+17t+17t+17t	57t
Tritrem	 Comprimento Máximo: 30,00m	6t+17t+17t+17t+17t	74t
Rodotrem	 Comprimento Máximo: 30,00m	6t+17t+17t+17t+17t	74t

Figura 1. Imagem dos veículos avaliados.

* PBTC: Peso bruto total combinado em toneladas.

2.3. Características do carregador florestal

O descarregamento de madeira na fábrica ocorre por guas de descarga ou por

ponte rolante, sendo que na área da ponte rolante a prioridade é o descarregamento de madeira proveniente do modal ferroviário. Para o estudo, foram realizados somente descarregamento por guas.

2.4. Coleta de Dados

A coleta de dados foi realizada por meio da realização de um estudo de tempos e movimentos da operação de descarregamento da madeira no pátio da indústria. Foi utilizado método de tempos contínuos proposto por Barnes (1977), com a detenção do cronômetro ao final da fase do ciclo de trabalho e com uso de cronômetro digital e formulários

específicos desenvolvidos para o registro dos dados. O acompanhamento das operações e as atividades foram feitos *in loco*, durante o andamento normal das atividades da empresa, sem qualquer interferência.

Para a avaliação do estudo de desempenho operacional, os tempos consumidos em cada etapa do ciclo operacional foram divididos, conforme pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1. Distribuição dos tempos consumidos pelos veículos no descarregamento

Tempos operacionais	Caracterização
Tempo Produtivo (TP):	É a operação efetiva de descarregamento;
Tempo Auxiliar (TA)	É o tempo despendido com funções que obrigatoriamente são exigidas pela operação, sem as quais essa não ocorreria (as atividades consideradas foram: emissão de notas, pesagem do caminhão e deslocamento dos veículos dentro do pátio da):
Tempo Acessório (TAc):	É o tempo despendido com funções obrigatórias, porém não diretamente relacionadas com a operação, como paradas pessoais, paradas por decisões gerenciais e abastecimento;
Tempo Improdutivo (TI)	É o tempo despendido em que o veículo está disponível para a operação, porém não é utilizado em função de aspectos gerenciais do sistema, independentes do veículo, máquina ou implemento florestal utilizados no carregamento ou descarregamento (a atividade considerada foi aguardando descarregamento);
Tempo em Manutenção (TM):	É o tempo despendido com a manutenção preventiva ou corretiva do veículo (foi considerado o tempo gasto para limpeza dos veículos).

2.5. Procedimento Amostral

A amostragem foi definida por meio da realização de um estudo piloto, de modo a definir o tamanho mínimo da amostra de dados a serem utilizados na pesquisa. Esses dados foram analisados por meio da seguinte expressão, proposta por Conaw (1977), citado por Minette (1996):

$$n \geq \frac{t^2 * s^2}{e^2}$$

Em que: n = número de amostras ou pessoas necessárias; t = valor tabelado a 10% de probabilidade (distribuição t de Student); s = desvio-padrão da amostra; e = erro admissível a 10% entorno da média.

Neste estudo foi considerado o número mínimo de amostras necessárias para cada uma das fases que compõe a operação de descarregamento na fábrica.

2.6. Descarregamento de madeira na fábrica

O descarregamento no pátio da fábrica segue um ciclo estabelecido para todos os veículos, conforme pode ser observado na Figura 2.



Figura 2. Ciclo de descarregamento da madeira avaliado na Fábrica.

A contagem do tempo de estadia do veículo dentro da fábrica inicia-se com

a chegada do veículo na balança, sendo que, a partir desse momento, todo e qualquer atraso que ocorrer poderá acarretar em prejuízos financeiros à empresa.

Após a saída dos veículos da balança é retirada a nota que autoriza o descarregamento, momento em que é indicado se a madeira será descarregada diretamente para o processo ou será estocada. Após o descarregamento da madeira, os veículos são levados para uma área de limpeza da carroceria, onde são retirados os restos vegetais e detritos, os veículos são abastecidos e saem novamente pela balança onde é verificado a sua tara e registrado o peso carregado na viagem.

2.7. Análise Estatística

Os resultados referentes aos tempos consumidos no descarregamento da madeira para os três tipos de madeira foram analisadas pela ANOVA à 90% de probabilidade, teste de Tukey à 90% de probabilidade e quando necessário Teste *t-student* à 90% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Estudo dos Tempos de Descarregamento

O tempo máximo definido pela empresa para que não haja o pagamento de

estadia dos veículos é de 1,25 horas. A estadia corresponde a uma multa paga pela empresa contratante às empresas transportadoras pela indisponibilidade dos veículos para o transporte, ocasionadas pelo fato destes ficarem indisponíveis pela

demora no descarregamento.

Na Figura 3 é apresentado o tempo médio que os veículos permaneceram dentro do pátio da empresa para o descarregamento em relação ao tempo máximo permitido.

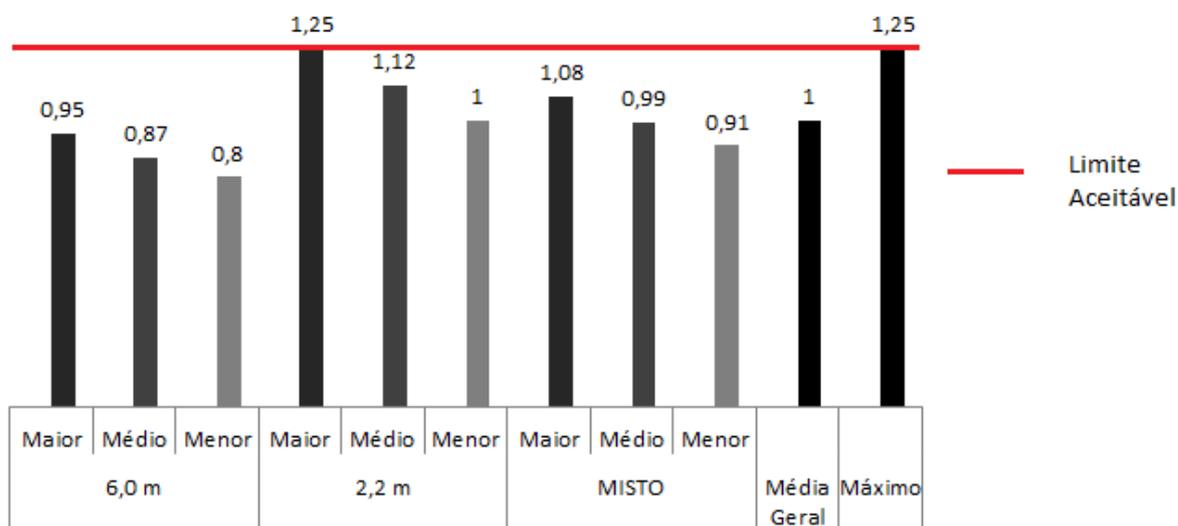


Figura 3. Tempo médio de descarregamento na fábrica para os diferentes tipos de carga.

Como pode ser observado, durante o descarregamento dos diferentes tipos de madeira, não foi detectado nenhum valor de tempo maior que o permitido pela empresa de 1,25 horas (1 hora e 15 minutos). Pode-se observar também que o comprimento de toras influenciou o descarregamento de madeira. O menor tempo de permanência ocorreu na madeira de comprimento de 6,0 m, devido ao fato de necessitar de menos movimentos da grua para a completa descarregamento do veículo.

A média operacional do descarregamento no pátio da empresa foi de aproximadamente 1 h, sendo este o tempo em que um veículo fica dentro do pátio da fábrica. Assim verificou-se que o rendimento da operação está abaixo do estabelecido pelo contrato (1,25h).

A Figura 4, representa a distribuição dos tempos de carregamento dentro do pátio da fábrica de celulose.

Como pode ser observado na Figura 4, o tempo auxiliar corresponde ao maior percentual dentro da operação de

descarregamento da madeira (42,1%), tempo este gasto com emissão de notas fiscais, balança e com deslocamento dos veículos. Já o tempo de manutenção (atividades de limpeza dos veículos), correspondeu a 7,90% do tempo total.

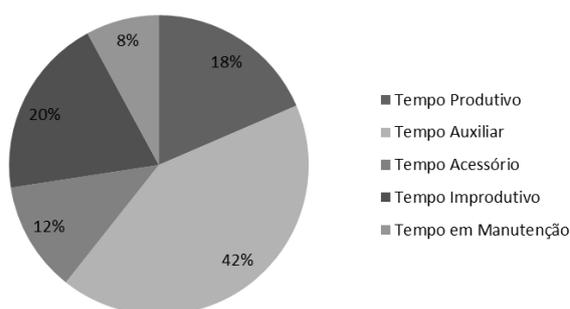


Figura 4. Distribuição dos tempos de descarregamento.

Na Tabela 2, é apresentada a distribuição dos tempos consumidos nas diversas atividades da operação de descarregamento da madeira no pátio da fábrica.

Tabela 2. Distribuição dos tempos durante o descarregamento na fábrica

Atividade	Porcentagem (%)
Descarregamento	18,54
Emissão de nota	13,6
Abastecimento	5,1
Balança	7,7
Limpeza de veículo	7,9
Deslocamento	20,8
Aguardando Descarga	19,5
Outros	6,8
Total	100%

Nota-se que, o maior tempo foi consumido com os deslocamentos dos veículos dentro do pátio da empresa (20,8%), que ocorreu devido o motorista ter que relizar vários percursos desde a guarita de entrada até o local de descarregamento (para procedimentos de pesagem, recebimento de notas fiscais e abastecimento). Assim para que possa diminuir este tempo com deslocamento, o ideal seria realizar um estudo, de modo a detectar pontos de otimização do *layout* do pátio da empresa. Esta alteração pode resultar em menores distancias a serem percorridas pelos veículos, aumentando o rendimento da atividade. O descarregamento propriamente dito consumiu, em média, 18,5% do tempo total do ciclo operacional. Porém, foi identificado que os veículos perdem muito tempo aguardando o descarregamento, consumindo, em média, 19,5% do tempo total (0,17 horas), chegando a casos de espera de 0,75 horas. Assim, um melhor planejamento de entrada e saída de veículos dentro do pátio pode reduzir esse tempo improdutivo, de modo que não falte veículos para descarregar e nem haja fila de espera dentro do pátio. Em seguida, deve-se ressaltar o tempo em que o veículo fica aguardando para emissão de notas (13,6%).

É importante ressaltar que, um fator da ocorrência do tempo de espera do veículo para a realização do descarregamento é resultante do não cumprimento da programação das viagens. Muitas vezes as empresas encaminham grupos de veículos para as viagens quase que ao mesmo tempo, ocasionando filas de espera no carregamento no campo. Além disso, verificou-se a ocorrência de formação de comboios nos percursos do campo à fábrica, situação que não é permitida pela empresa, pois tal situação causa o acúmulo de veículos no momento do descarregamento na fábrica, com consequente perda no processo.

Considerando somente os tempos consumidos nas atividades do ciclo de descarregamento, o tempo total seria de 0,73 horas (44 minutos) aproximadamente (Tabela 3).

Tabela 3. Tempo otimizado do descarregamento

Etapas	Tempo em minutos	% Analisado	% Otimizado
Balança	4,88	7,70	10,41
Emissão de nota	7,93	13,60	18,36
Descarregamento	10,98	18,54	25,07
Limpeza de veículo	4,88	7,90	10,68
Deslocamento	12,81	20,80	28,08
Abastecimento	3,05	5,10	6,85
Total	44,52	73,64	100

Como pode ser observado na Tabela 3, retirando os tempos improdutivos

(aguardando descarga, balança, abastecimento, fila de espera e aguardando passagem do trem) durante a etapa de descarregamento, aumenta-se o percentual das atividades operacionais desta etapa, diminuindo o tempo médio operacional do descarregamento de 60 minutos para aproximadamente 44 minutos, reduzindo 25,80% do tempo gasto para operação e consequentemente reduzindo os custos da atividade de descarregamento.

Na Tabela 4 é apresentada análise estatística entre os tempos de descarregamento.

Tabela 4. Teste *TUKEY* para o tempo de descarregamento carga de madeira 6,0 m x 2,2 m x misto

Fonte de Variação	MÉDIA (horas)		
MCC – 2,2, m	1,12	A	
MISTO – 2,2 m e 6 m	0,99	A	B
MSC 6 m	0,87		B

Nota: MCC; madeira com casca (2,2 m); MSC; madeira sem casca (6 m); MISTO: transporte realizado com os dois tipos de carga.

Observa-se que houve similaridade dos tempos consumidos no descarregamento da madeira proveniente do transporte de carga de 2,2 m e mista, bem como desta em relação à carga de madeira de 6,0 m. Porém, quando comparado o descarregamento de toras de

6 m com as de 2,2 m, pode inferir pelo teste *Tukey* a 90% de probabilidade que o descarregamento realizado com cargas de 6 m apresentou médias superiores aos de cargas de 2,2 m de comprimento. Tal fato deve-se ao menor número de ciclos operacionais da máquina florestal para realizar o descarregamento da madeira, mostrando, portanto, a influência do comprimento da madeira na produtividade e custo do transporte florestal.

4. CONCLUSÃO

O maior tempo consumido no descarregamento foi ocasionado pelo deslocamento do veículo no pátio da empresa, seguido pela realização da operação descarregamento da madeira.

O elevado tempo de espera com a ocorrência de filas de veículos para o descarregamento da madeira deve-se à falta de planejamento na distribuição da frota para realização das viagens.

Os tempos improdutivos na operação de descarregamento (aguardando descarga, balança, abastecimento, fila de espera e aguardando passagem do trem) foram de 25,8% do tempo total gasto dentro do pátio da empresa.

O comprimento da madeira apresentou influência direta no ciclo operacional do

descarregamento e no tempo de permanência dos veículos de transporte no pátio da fábrica.

5. REFERÊNCIAS

BARNES, R.M. **Estudo de movimentos e de tempos: Projeto e medida do trabalho.** Tradução de 6 ed. Americana-SP, Edgard Blucher, 1977. 635p.

BURLA, E. R. **Mecanização de atividades silviculturais em relevo ondulado.** Belo Oriente, 144 p. 2001.

CONAW, P. L. **Estatística.** São Paulo: Edgard Blucher, 1977. 264p.

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., 00, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: UFV/SIF, 2003. p. 349-363.

FREITAS, L.C.; MARQUES, G.N.; SILVA, M.L.; MACHADO, R.R., MACHADO, C.C.. Estudo Comparativo Envolvendo Três Métodos de Cálculo de Custo Operacional do Caminhão Bitrem. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, p. 855-863, 2004.

MACHADO, C.C; LOPES, E.S.; BIRRO, M.H. **Elementos básicos do Transporte Florestal Rodoviário.** Viçosa - MG; Universidade Federal de Viçosa, 167p, 2 ed., 2009.

MINETTE, L. J. **Análise de fatores operacionais e ergonômicos na operação de corte florestal com motosserra.** 1996. 211 p. Tese (Doutorado em Ciência

Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.

MINETTI, L. J.; SOUZA, A. P.; FIEDLER, N. C.; SILVA, E. N. Carregamento e descarregamento. In: **Colheita Florestal** / Carlos Cardoso Machado (Org.). Viçosa: UFV, v.1, p. 129-144, 2008. 468p. il.

SANTOS, M. D.; LOPES, E. S.; DIAS, A. N.; RIBEIRO, A. B. Avaliação técnica de um carregador florestal com diferentes sortimentos de madeira. **Revista Ambiência**, v.5 n.1, p.13 - 26. 2009.