

OTIMIZAÇÃO DA EXTRAÇÃO E CARREGAMENTO DE CASCALHO PARA ESTRADAS FLORESTAIS

FERNANDO ZANCAN PISSININ¹, JAQUELINE OTTONELLI², GUILHERME CASASSOLA BORTOLOTTI³, CATIZE BRANDELERO⁴, MARCELO ALBERTO HILGERT⁵.

¹ Engenheiro Florestal, Duratex S.A./Taquari - RS, (0XX 51) 95997704, fzancan@yahoo.com.br.

² Engenheira Florestal, Pós-graduanda em Educação Ambiental, UFSM/Santa Maria - RS, (55) 32208000 ramal 8175, jaqueline.ottonelli@gmail.com.

³ Engenheiro Florestal, Fibraplac S.A./Glorinha - RS, (0XX55) 96382421, guilherme_bortolotto@hotmail.com.

⁴ Engenheira Florestal, Prof^a Adj. Departamento de Engenharia Rural, Centro de Ciências Rurais, UFSM/Santa Maria - RS, catizebrandelero@gmail.com.

⁵ Graduando em Engenharia Florestal, UFSM/Santa Maria - RS, marcelohilgert@yahoo.com.br.

Apresentado no

XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015

13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro - SP, Brasil.

RESUMO: As estradas florestais influenciam na totalidade das instalações de um projeto florestal e são importantes na determinação das vias de acesso às regiões de extração de madeira. O objetivo deste trabalho foi otimizar o processo de extração de solo e cascalho, e o carregamento de caminhões, utilizando máquinas escavadoras, na região dos Campos Gerais/PR. Foi testada a produtividade da máquina *Hyundai*® LC7 para carregamento do cascalho nos caminhões e para o carregamento do solo da máquina *Komatsu*® PC200. Foi verificada a disponibilidade mecânica e a eficiência operacional, a fim de conhecer as perdas de tempos inerentes ao processo. A produtividade foi de 140,83m³/h e 168,96m³/h para o carregamento de cascalho e solo respectivamente. Obteve-se também grau de utilização da máquina na atividade com solo igual à eficiência operacional (78,48%), e a eficiência com a máquina com cascalho de 96,97% para 5,26 horas avaliadas. Conclui-se que para melhor aproveitamento dos tempos operacionais e para evitar as paradas, se faz necessário planejar a distribuição dos caminhões de acordo com as distâncias até o local de descarga do produto para que sempre tenham caminhões disponíveis para não afetar a logística de carregamento.

PALAVRAS-CHAVE: Estradas florestais, Logística florestal, Planejamento.

OPTIMIZATION OF EXTRACTION AND LOADING OF GRAVEL TO FOREST ROADS

ABSTRACT: The forest roads influence in all facilities of a forest project and are important in determining the access roads to logging areas. The objective of this study was to optimize the soil and gravel extraction process, and the loading of trucks, using excavators in the Campos Gerais region/PR. Productivity *Hyundai* LC7 machine was tested for loading gravel trucks for loading and soil the machine *Komatsu* PC200. Mechanical availability and operational efficiency was verified in order to meet the losses of time inherent in the process. The productivity was 140,83m³/h 168,96m³/h for loading gravel and soil respectively. Obtained degree also of the machine in the activity with soil equal to the operational efficiency (78.48%), and the efficiency with machine with gravel 96.97% to 5.26 hours evaluated. In conclusion, for better utilization of operating times and to avoid the stops, it is necessary to plan the distribution of trucks according to the distances to the product discharge location so they always have trucks available to not affect the loading logistics.

KEYWORDS: Forest roads, Forest logistics, Planning.

INTRODUÇÃO: As estradas florestais são um segmento importante na determinação da viabilidade um empreendimento, apresentando papel importante para implantação, proteção e, principalmente, para a colheita e transporte de madeira (LOPES et al, 2002). Normalmente, as estradas florestais têm

como principal característica o tráfego reduzido ou temporário e de elevado peso (MACHADO et al., 2000).

Machado (2004), afirma que os custos inerentes à estrada-transporte incidem expressivamente no valor final da madeira. Machado et al. (2003), enfatiza que construção de estradas florestais não implica no uso de uma metodologia instrumental de alta precisão como as utilizadas em autoestradas; as estradas florestais são construídas segundo o aspecto de rapidez e baixo custo. Logo, seguem-se algumas diretrizes gerais como: abertura de ramal; construção de bueiros e pontes; terraplanagem e revestimento (cascalhamento).

O revestimento é a construção de uma estrutura sobre o leito da terra da estrada, que varia na espessura e no tipo dos materiais utilizados, com a finalidade de resistir e distribuir ao terreno os esforços verticais provenientes do tráfego; resistir aos esforços horizontais, tornando-se durável; melhorar as condições de rolamento, proporcionando segurança de tráfego (RANGEL, 1980). Os materiais utilizados na execução do revestimento das estradas florestais podem ser granulares como cascalho, seixo rolado ou não, pedregulho, areia, subprodutos industriais, ou mistura de quaisquer uns deles, bem como cimentantes e estabilizantes químicos (B. FOREST, 2015).

Este trabalho teve como objetivo otimizar o processo de extração de cascalho e carregamento de caminhões com máquinas escavadoras, de acordo com a produtividade destas e a disponibilidade dos caminhões no carregamento.

MATERIAL E MÉTODOS: O estudo foi realizado em uma área destinada a extração de cascalho na região dos Campos Gerais do Estado do Paraná. Todas as atividades realizadas na área de extração de cascalho estão legalizadas junto ao órgão ambiental. Para a avaliação da operação de extração de cascalho, foi testada a máquina base *Hyundai® LC7* com rodado de esteiras equipada com concha para carregamento. No carregamento de caminhões com cascalho e/ou solo, foi avaliada a máquina base *Komatsu® PC200* com rodado de esteiras equipada com concha para carregamento (Figura 1).

Foi calculada a produtividade da máquina para carregamento dos caminhões com cascalho e para o carregamento do solo, proveniente da limpeza de banca para o descarte. Para a máquina responsável pela extração do cascalho foi calculada apenas sua eficiência operacional.

Na operação de carregamento de caminhões com diferentes capacidades volumétricas (12, 13, 14 e 15m³) foram coletadas amostras representativas de 112 cargas de cascalho e 27 cargas de solo, com suficiência amostral adequada para um erro máximo de 5%, sendo que a suficiência amostral indicou um total de 36 amostras. Utilizou-se a produtividade (m³/h) como variável para determinar a suficiência amostral, conforme metodologia proposta por Barnes (1977), utilizando a equação (1).

$$\eta = (Cv^2t^2) / E^2 \quad (1)$$

Em que:

η = número mínimo de unidades;

t = valor de t, para o nível de probabilidade desejado e (n - 1) graus de liberdade;

Cv = coeficiente de variação;

E = erro admissível.



FIGURA 1. Extração de cascalho (A), extração e carregamento de cascalho (B), carregamento de cascalho (C e D). Fonte: Pissinin (2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Com a máquina *Komatsu® PC200*, foram avaliadas 11,02 horas de operação de carregamento com cascalho e 2,34 horas com solo. Obteve-se uma produtividade média de 140,84 m³/h e 168,96 m³/h para o carregamento de cascalho e solo respectivamente.

A tabela 1, abaixo mostra que não houve diferença significativa para os diferentes materiais (cascalho e solo) para um nível de significância de 95%.

Tabela 1 – ANOVA para carregamento de cascalho e solo

GRUPO	CONTAGEM	SOMA	MÉDIA	VARIÂNCIA
Cascalho	112	33642,03546	300,3753166	2972,406
Solo	27	8269,454194	306,2760812	2683,202

FONTE DA VARIAÇÃO	SQ	GL	MQ	F	VALOR-P	F CRÍTICO
Entre grupos	757,5016	1	757,5016207	0,259639	0,611188	3,910234083
Dentro dos grupos	399700,3	137	2917,520485			
Total	400457,8	138				

Na tabela 2 são apresentados os indicadores operacionais obtidos da máquina utilizada para as atividades de carregamento com cascalho e solo (*Komatsu® PC200*).

Tabela 2 – Indicativos operacionais da máquina *Komatsu® PC200* na atividade de carregamento.

INDICATIVOS	CASCALHO	SOLO
Eficiência operacional (%)	63,98	78,48
Disponibilidade mecânica (%)	95,14	100,00
Grau de utilização (%)	70,36	78,48
Produtividade média (m ³ /h)	140,84	168,96
Produtividade (m ³ /he)	300,38	306,28
Tempo médio de carregamento (minutos)	2,85	2,94

O grau de utilização da máquina na atividade com solo foi o mesmo que a eficiência operacional (78,48%) uma vez que ele é referente à disponibilidade mecânica que apresentou 100%. Isso deve ao fato da máquina avaliada não ter realizado paradas mecânicas. Paschoalin Filho e Carvalho (2003) em estudo com retroscavadoras hidráulicas na movimentação de terra obtiveram uma produtividade de 60m³/h, o que foi considerado um rendimento alto, sabendo que a máquina realizava descolocamento constante. Para a máquina *Hyundai® LC7* utilizada na atividade de extração de cascalho obteve-se uma eficiência operacional de 96,97% para 5,26 horas avaliadas. A produtividade média do carregamento com solo foi maior do que com cascalho, embora o tempo de carregamento mostrou-se maior para a atividade com solo. Isso se deve ao fato de que na atividade com solo eram carregados caminhões com uma maior capacidade de carga.

A figura 2 abaixo apresenta a subdivisão dos elementos de tempo do ciclo operacional da máquina utilizada nas atividades de carregamento como: carregamento, ajeitando banca, espera de caminhão, manutenção, parada para instrução, abastecimento e deslocamento. Os elementos de tempo descritos referem-se às manobras de execução da operação de carregamento, totalizando 13,36 horas de avaliação. O elemento “ajeitando banca” refere-se ao tempo em que a máquina estava realizando a desfragmentação do material e sua alocação para facilitar e otimizar o carregamento do caminhão, o elemento de “espera do caminhão” refere-se ao tempo destinado para o caminhão realizar o transporte até o local de descarga.

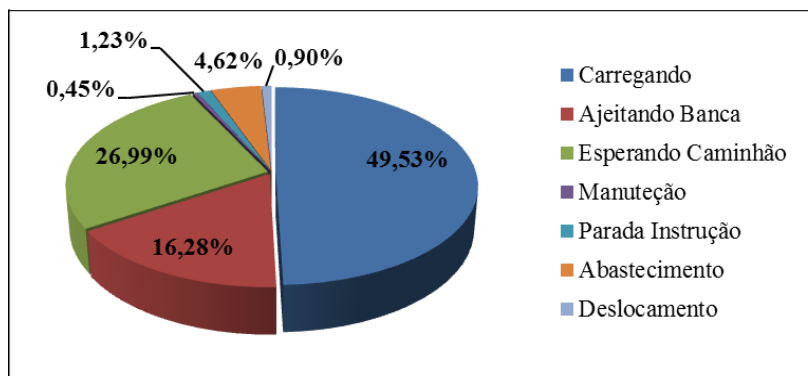


FIGURA 2 – Distribuição dos elementos do ciclo de operação da máquina *Komatsu® PC200*.

A figura 3 indica a distribuição das horas de operação da máquina subdividida em horas de produção, horas de perdas operacionais e horas de perdas mecânicas.

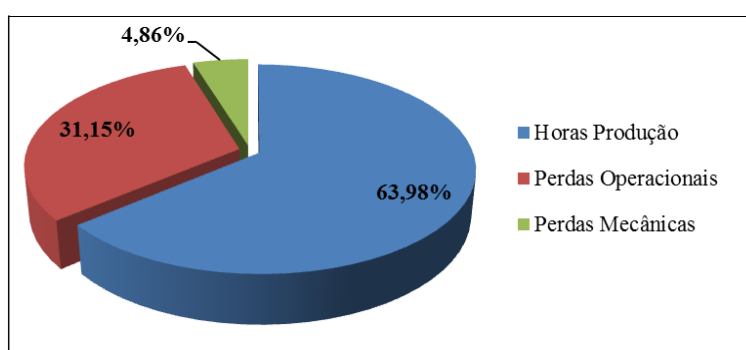


FIGURA 3 – Distribuição das horas de operação da máquina base *Komatsu® PC200*.

Analisando a atividade na cascalheira, identificou-se uma possível melhoria quanto à otimização da máquina no carregamento de cascalho, uma vez que os elementos do ciclo operacional da máquina mostram que em mais de 26% do tempo esta encontrou-se parada, esperando os caminhões retornarem da descarga. Quando as atividades de limpeza e de carregamento estiverem sendo desenvolvidas, recomenda-se a utilização de duas máquinas escavadoras, caso contrário, uma única máquina, tem de interromper a atividade e se deslocar até a área de carregamento de cascalho para fazer o carregamento dos caminhões que chegam ao local de carga. Isso gera tempo improdutivo tanto dos caminhões quanto da máquina.

CONCLUSÕES: Para melhor aproveitamento dos tempos operacionais e para evitar assim as paradas, indicou-se planejar a distribuição dos caminhões de acordo com as distâncias até o local de descarga do produto, para assim otimizar a atividade, fazendo com que sempre tenha caminhões disponíveis para carregar material.

REFERÊNCIAS

- B. FOREST: A revista eletrônica do setor florestal. Curitiba, edição 06, ano 02, n. 03, mar. 2015. 33p.
- LOPES, E. S.; MACHADO, C. C.; SOUZA, A. P. Classificação e custos de estradas em florestas plantadas na região sudeste do Brasil. R. Árvore, Viçosa-MG, v. 26, n. 3, p. 329-338, 2002.
- MACHADO, C. C. Colheita florestal. Viçosa, MG: UFV, 2004. 468p.
- MACHADO, C. C.; LOPES, E. S.; BIRRO, M. H. Elementos básicos do transporte florestal rodoviário. Viçosa, MG: UFV, 2000. 167p.
- MACHADO, C. C.; SANT'ANNA, G. L.; PEREIRA, R. S. Pavimentação de estradas florestais: emprego do alcatrão de madeira de eucalipto. Revista da Madeira, n. 73, p. 56-62, 2003.
- PASCHOALIN FILHO, J. A.; CARVALHO, D. Máquinas no aterro. Revista cultivar máquinas, Pelotas. p 10-13. Setembro 2003.
- RANGEL, A. C. R. Pavimentação de estradas florestais. Piracicaba: IPEF. Circular técnica, n. 122. 1980. 8p.