

AVALIAÇÃO TÉCNICA DA OPERAÇÃO DE EXTRAÇÃO DE *EUCALYPTUS* spp. UTILIZANDO O TRATOR AUTOCARREGÁVEL E O TRATOR FLORESTAL TRANSPORTADOR “FORWARDER” NA REGIÃO SUL DA BAHIA

Luciano José Minette¹; Elizabeth Neire da Silva²; Gabriel de Magalhães Miranda³; Amaury Paulo de Souza⁴; Nilton César Fiedler⁵.

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo avaliar, tecnicamente, a etapa de extração Florestal mecanizada de madeira de eucalipto, utilizando dois diferentes equipamentos de extração, o trator agrícola autocarregável (máquina adaptada) e o trator florestal transportador (*forwarder*). O estudo foi conduzido em povoamentos de *Eucalyptus grandis* de uma empresa do Estado da Bahia. A coleta de dados foi realizada através da amostragem casual simples. Foram realizados os estudos de tempos e movimentos de cada equipamento bem como a análise e variação entre os dois processos de extração e ainda cálculo da produtividade. Os resultados demonstraram que o tempo total do ciclo de trabalho do trator florestal transportador é menor do que o do trator agrícola autocarregável. A produtividade média do trator florestal transportador “forwarder” é de 25,65m³/h sendo considerada maior que a o do trator agrícola autocarregável (23,83 m³/h), o que representa uma diferença de produtividade de 43,68 m³/dia.

Palavras-chave: extração florestal, forwarder, trator florestal autocarregável, trator agrícola autocarregável.

ABSTRACT

Technical evaluation of the *Eucalyptus* spp. extraction operation with the use of the self-loading tractor and the forest transporter “forwarder” tractor in southern Bahia

This study was done to technically evaluate the mechanized extraction of eucalyptus wood using the self-loading agricultural tractor (adapted machine) and the wood transporter tractor (forwarder). The study was conducted in a *Eucalyptus grandis* field of a company located in the state of Bahia. The data were collected using entirely randomized design. The times and movements of each equipment were recorded together with the variation between the two extraction processes and then the productivity was calculated. The results showed that the total work cycle period of the wood transporter tractor is lower than that of the adapted agricultural tractor. The average productivity of the wood transporter tractor “forwarder” was 25.65m³/h compared to only 23.83 m³/h of the agricultural tractor, which represents total productivity difference of 43.68 m³/day.

Keywords: wood extraction, forwarder, Forwarder forest tractor, forwarder agricultural tractor.

¹ Professor do Departamento de Eng^a Elétrica e de Produção – UFV;

² Engenheira Florestal, Mestranda em Ciência Florestal pela UFV;

³ Professor do Departamento de Eng^a Florestal – UNICENTRO – PR;

⁴ Professor do Departamento de Eng^a Florestal - UFV

⁵ Professor do Departamento de Eng^a Florestal – UnB.

INTRODUÇÃO

O setor florestal brasileiro é responsável, anualmente, por aproximadamente 5% do Produto Interno Bruto (PIB), gerando impostos de R\$ 2 bilhões e investimentos anuais de R\$ 264 milhões. O programa de incentivos fiscais proporcionou grandes benefícios sociais com a criação de 700 mil empregos diretos e de dois milhões indiretos (MACHADO, 2002).

A partir da globalização da economia mundial, e o crescimento da economia brasileira, ocorreu uma crescente demanda pelos produtos de origem florestal. Em consequência, o setor florestal brasileiro sofreu várias mudanças, que resultaram na implementação e modernização de máquinas e equipamentos, visando um aumento de produtividade.

Dentre as atividades florestais, as operações de colheita e transporte contribuem na maioria das vezes com mais de 50 % do custo final da madeira. Portanto, é necessário implementar estratégias no sentido de racionalizar e dinamizar tais operações, contribuindo significativamente para o aumento da produtividade e, conseqüentemente para a redução dos custos. Mas, para que se possa intervir no sistema e adotar tais estratégias, é necessário que se conheça, detalhadamente, todo o processo, pois só assim será possível atuar nos pontos deficientes.

Para Arce et. al. (2004), a colheita florestal representa a operação final de um ciclo de produção florestal, em que 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 otimizem a colheita e o beneficiamento da madeira, visando maior aproveitamento do material lenhoso (JACOVINE et. al., 2001).

A colheita mecanizada é uma atividade relativamente recente no Brasil. As máquinas

são, em sua maioria, importadas ou adaptadas de outras e têm custos elevados, o que exige o máximo de aproveitamento de todas as suas funções na execução contínua das tarefas, 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, sendo que, uma análise detalhada dos custos nos diferentes métodos de colheita tem um papel importante, além de facilitar os estudos no sentido 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.

A operação de extração refere-se à movimentação da madeira desde o local de corte até à estrada, o carregador ou pátio intermediário. A madeira no baldeio é transportada apoiada sobre uma plataforma, como um trailer ou um trator autocarregável *forwarder* (SEIXAS, 2002).

A extração de madeira é um dos pontos mais críticos da colheita, uma vez que o custo de unidade de madeira de uma etapa chega a ser 25 vezes maior que o transporte principal, em alguns países (MINETTE, 1988).

Diante do exposto, o objetivo principal deste trabalho foi realizar uma avaliação técnica da extração de madeira de *Eucalyptus grandis*, utilizando os equipamentos trator florestal transportador (*forwarder*) e o trator autocarregável (equipamento adaptado), em áreas de colheita de madeira no Distrito Florestal da Bahia.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido com dados coletados em áreas de colheita de madeira no Distrito Florestal da Bahia. A região de coleta de dados está localizada no município de Entre Rios, com latitude sul de 37°58'25", longitude WGr de 12°04'07" e altitude variando de 0 a 130 metros. A temperatura varia de 18 a 32°C, com média em torno de 24°C. a umidade relativa é de 70 a 80% e a precipitação média anual oscila entre 700mm a 1.600mm. Sua população estimada em 2004 era de 42.538 habitantes. Possui uma área de 1169,34 km².

A espécie predominantemente plantada e o *Eucalyptus grandis*, em espaçamento de 3 por 2 metros, colhido com idade média de sete anos. O comprimento padrão das toras é de 2,80 m e o diâmetro mínimo utilizado de 4 centímetros.

O sistema de colheita utilizado foi o de toras curtas, com operações mecanizadas de corte, processamento e extração. Neste sistema a árvore é processada no local da derrubada, sendo extraída para a margem da estrada ou pátio temporário, em forma de pequenas toras com até seis metros de comprimento, sendo utilizado neste caso o comprimento de 2,80 metros.

Consiste em máquinas com grua hidráulica e caçamba. Podem ser dotado de sistemas de rodados de pneus em tandem ou esteiras, com chassi articulado, A cabine é provida de proteção ao operador, com sistema condicionador de ar e assento giratório, facilitando a ação e visibilidade na operação. O carregamento é feito por um braço hidráulico articulado e telescópio acoplado a uma garra com movimento de abrir e fechar. Sua função é retirar a madeira de dentro dos talhões, levando-a para as margens das estradas. O seu uso é mais comum em sistemas mecanizados. O seu uso é realizado no sistema de colheita mecanizado o corte feito pelo *harvester*. Denomina-se *forwarder* ao trator já fabricado para exercer as funções florestais, e trator agrícola autocarregável o trator agrícola que foi adaptado para exercer funções florestais.

Para conhecer o processo e detectar possíveis pontos de estrangulamento, é necessário que este seja dividido em fases, e que se faça o estudo dos tempos gastos em cada uma dessas fases.

O estudo de tempos é usado principalmente na determinação do tempo padrão, que é o tempo necessário, para que uma pessoa qualificada e bem treinada, execute uma determinada tarefa, trabalhando em um ritmo normal.

Além disso, o estudo de tempos pode ser usado para várias finalidades como, por

exemplo, planejar trabalhos, estimar custos, determinar eficiência de máquinas, etc.

A extração da madeira foi realizada por dois tratores, ou seja, o trator agrícola autocarregável e o trator florestal transportador "forwarder", sendo dividido o ciclo de trabalho nas seguintes fases:

- Carga - tempo de carregamento da carreta dentro do talhão. Descarga - tempo de descarregamento às margens do talhão.
- Deslocamento carregado - tempo gasto no deslocamento entre o final do carregamento e o início do descarregamento.
- Deslocamento descarregado - tempo gasto entre o final do descarregamento e o início do carregamento.
- Distância percorrida - distância percorrida pela máquina entre o ponto final de carregamento e o local de descarregamento às margens da estrada.

A amostragem foi realizada através da amostragem casual simples. O estudo de tempos e movimentos foi realizado, utilizando-se o método de tempos contínuos, em que, se mede o tempo total do ciclo do trator agrícola autocarregável e do trator florestal transportador (*forwarder*), anotando as distâncias em que eram arrastados os feixes até a estrada. Foi realizado previamente o estudo piloto, em que foram feitas cinco tomadas de tempo do ciclo operacional, visando estabelecer quantas repetições para cada distância.

Foram cronometradas as etapas do ciclo de trabalho das atividades, utilizando um cronômetro digital da marca Technos Cronus. O tempo foi registrado em segundos. Para todas as atividades a unidade de observação foi o ciclo operacional.

A análise estatística foi feita através da estatística descritiva para o estudo de tempos e movimentos e análise de variância e análise de regressão para analisar a variação entre os dois processos de extração.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por ser a extração uma atividade bastante estruturada nas empresas florestais, mesmo que se atue intensivamente nesta operação, os ganhos de produtividade nem sempre serão expressivos. Entretanto, qualquer ganho obtido pode, dependendo do montante,

representar valores consideráveis, em função dos altos custos que estas operações representam.

A distribuição dos tempos consumidos em percentual, em cada etapa da operação de extração com o trator agrícola autocarregável e trator florestal transportador "forwarder" é apresentada nas figuras 1 e 2, respectivamente.

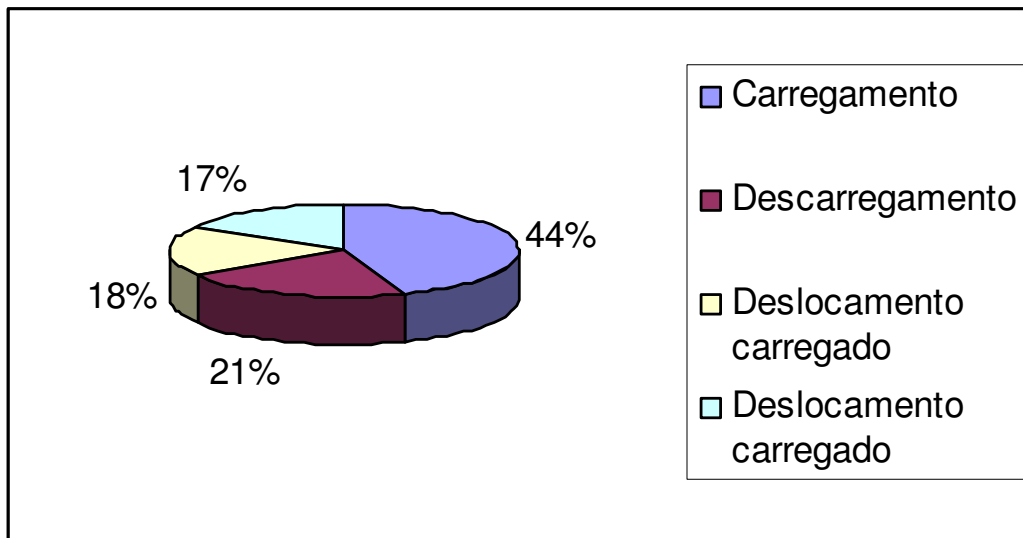


Figura 1. Tempos e Distância Médios da Operação de Extração com o Trator Agrícola Autocarregável.

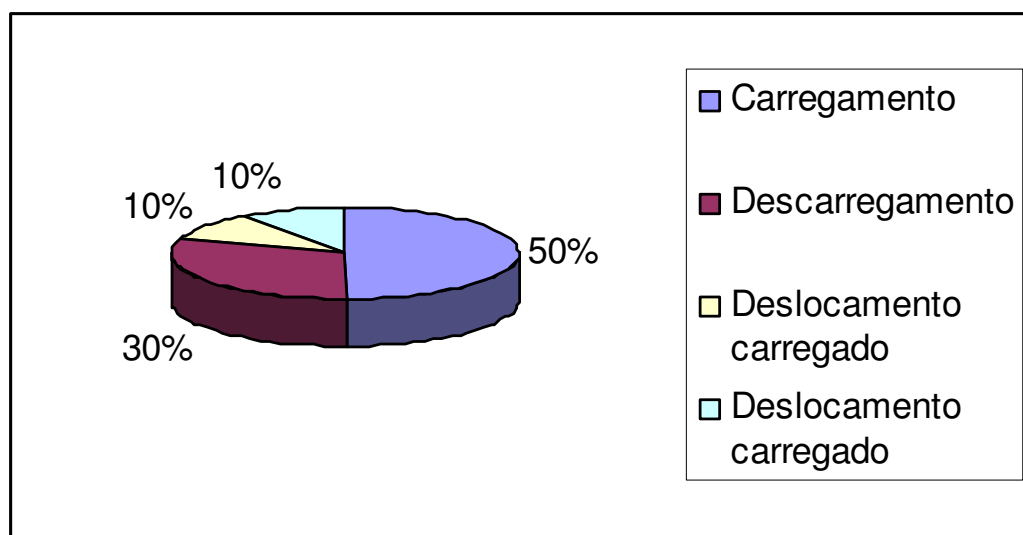


Figura 2. Tempos e distância Médios da operação de Extração com o trator florestal transportador "Forwarder".

Quadro 1. Produtividades da extração.

Sistema	Distância média (m)	Produtividade (m ³ /h)
Trator agrícola autocarregável	321,0	23,83
Trator florestal transportador “forwarder”	153,0	25,65

No ciclo de trabalho, o elemento que consumiu a maior parte do tempo foi a carga com 44,54 e 49,6 % do tempo total do ciclo, respectivamente para o trator agrícola autocarregável e trator florestal transportador.

Observou-se que, o tempo de carregamento era passível de redução, uma vez que a operação de descascamento deixava a madeira no campo com certa desorganização, não sendo ainda ideal para carga. Além disso, o tempo de carga do trator florestal transportador “forwarder” ainda poderia ser reduzido, uma vez que na área, em que a extração era feita com esta máquina, a madeira foi cortada no sistema de 4 linhas, obtendo-se, assim, um menor volume de madeira no eito. Este sistema provocava maiores gastos de tempos com deslocamentos durante o carregamento, razão pela qual a etapa de corte necessita ser reestudada.

Outro fator que influenciava o tempo de carregamento e a produtividade do trator florestal transportador “forwarder” era o comprimento das toras, pois este sendo de 2,80 m, o operador trabalhava carregando dois feixes de madeira, duplicando o número de ciclos da garra e diminuindo o volume de madeira baldeada, devido ao espaço vazio existente entre os dois feixes.

Foram encontradas as distâncias médias de 321 m para o trator agrícola autocarregável e 153 m para trator florestal transportador. A produtividade sofria grande influência da distância de deslocamento, pois, quanto maior a distância percorrida com carga, menor a produtividade. Esta variação foi analisada nos dois processos de extração. Essa análise possibilitou-nos chegar aos seguintes modelos:

• **Trator agrícola autocarregável**

$$Y = e^{3,351416261 - 0,000562606 X} \quad R^2 = 92,19\%$$

• **Trator florestal transportador “forwarder”**

$$Y = e^{3,328843008 - 0,00055215 X} \quad R^2 = 95,76\%$$

Onde:

Y = produtividade, em m³/hora

X = distância percorrida com carga, em m.

R² = coeficiente de determinação

As produtividades encontradas em m³/hora, para trator agrícola autocarregável e para o trator florestal transportador “forwarder” são apresentadas no Quadro 1.

Pode ser observado que o trator agrícola autocarregável possui uma distância média maior em relação ao Trator florestal transportador “forwarder”, que representa uma maior capacidade de coleta de madeira. Entretanto, quando se comparam as produtividades médias, nota-se claramente que a produtividade do trator florestal transportador “forwarder” é maior, em relação ao trator agrícola autocarregável.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados, conclui-se que:

- O tempo total do ciclo de trabalho do trator florestal transportador é menor do que o do trator agrícola autocarregável.
- As atividades de carregamento dos tratores demandaram maior porcentagem do tempo.
- A produtividade do trator florestal transportador “forwarder” é maior do que a o do trator agrícola autocarregável.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

FIEDLER, N.C. **Avaliação Ergonômica de Máquinas Utilizadas na Colheita de Madeira.** Viçosa, MG, UFV, 1995.126p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.

FONTES, J.M. **Desenvolvimento de um sistema informatizado para planejamento e controle de manutenção em máquinas florestais:** SBPLAM. Viçosa, MG: UFV, 1996. 134 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.

JACOVINE, L.A.G. et.al. Avaliação da perda de Madeira em cinco subsistemas de colheita florestal. **Revista Árvore**, v.25, n.4, p.463-470, 2001.

MACHADO, C. C. In: Machado, C. C. Colheita Florestal. Viçosa: UFV, 2002, cap. 1, p. 15-32.

MINETTE, L. J. **Avaliação Técnica e econômica dos tratores florestais transportadores (forwarders) na extração de madeira de eucalipto.** Viçosa: UFV, 1988. 77p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1988.

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).

SEIXAS, F. Extração Florestal. In.: MACHADO C.C., **Colheita Florestal.** 468p. p.89-127. Editora UFV, 2002.