



EFEITO DO TURNO DE TRABALHO NA PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE DE MÁQUINAS DE COLHEITA DE MADEIRA

Estevão Giacomini ALVES¹, Nilton Cesar FIEDLER^{1*}, Flavio Cipriano de Assis do CARMO¹,
Eduardo da Silva LOPES², Edson LACHINI¹, Fernando Coelho EUGENIO¹

¹Departo. de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, Espírito Santo, Brasil.

²Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati, Paraná, Brasil

*E-mail: fiedler@pq.cnpq.br

Recebido em fevereiro/2015; Aceito em agosto/2015.

RESUMO: Com o intuito de aumentar a produção e reduzir as horas de máquinas paradas, o sistema de trabalho em turnos tem sido muito utilizado no setor florestal. O objetivo do trabalho foi analisar a produção e a produtividade de máquinas de colheita florestal mecanizada (harvester e forwarder) em três diferentes turnos de trabalho (manhã, tarde e noite), na região Sul da Bahia. Foram obtidos os dados de produção (número de árvore colhida, volume total, volume médio individual das árvores, número de viagem e carga média por viagem) e produtividade de 30 harvester e 15 forwarder na execução das operações de corte e extração num período de 36 meses. Os resultados mostraram que a produção foi menor no turno da manhã para ambas as máquinas. A produtividade do harvester foi maior no turno da manhã (32,7 m³ por hora) em comparação com os demais. Para o forwarder, a produtividade foi semelhante entre os três turnos de trabalho avaliados. Dessa forma conclui-se que a produção das máquinas é diretamente influenciada pelo número de horas efetivas de trabalho das máquinas, ou seja, a empresa deve sempre que possível otimizar o procedimento de manutenção das máquinas de forma a maximizar a hora efetiva de trabalho destas máquinas.

Palavras chave: técnicas e operações florestais; corte florestal; extração florestal; harvester; forwarder.

EFFECT OF WORK SHIFT IN PRODUCTION AND PRODUCTIVITY OF WOOD HARVESTING MACHINES

ABSTRACT: In order to increase production and reduce the hours of machines stops, the system of shifts work has long been used in forestry sector. The objective of this work was to analyze the production and productivity of mechanized harvesting machines (harvester and forwarder) in three different shifts (morning, afternoon and evening), in the South of Bahia. The data production (cutter tree number, total volume, individual average volume of trees, travel number and average load for travel) and productivity were obtained of the 30 harvesters and 15 forwarders in carrying out the cutting and extraction operations in a period of 36 months. The results showed that production was lower in the morning shift for both machines. The productivity of the harvester was higher in the morning shift (32.7 m³ per hour) compared to the others. For forwarder, productivity was similar among the three shifts of assessed work. Thus, it appears that the production of the machines is directly influenced by the hours number that the machine working, effective, the enterprise should whenever possible to optimize the maintenance procedure of the machine in order to maximize the effective working time of the machines.

Keywords: technique and forest operations; forest harvesting; forest extraction; harvester; forwarder.

1. INTRODUÇÃO

Com a abertura do mercado brasileiro a importação de máquinas e equipamentos florestais a partir da década de 1990, a mecanização das atividades de colheita e transporte florestal intensificou-se significativamente no decorrer dos anos seguintes. As principais máquinas do setor florestal importadas no Brasil, para efetuar a colheita e o transporte florestal são os tratores florestais *harvester*, *feller-buncher*, *skidder* e *forwarder* (MACHADO, 2014). Atualmente, nas

maiores empresas produtoras de madeira são utilizadas as mais modernas máquinas para a colheita. Contudo, visando dar continuidade ao melhor aproveitamento das máquinas, há necessidade de utilização de maiores jornadas de trabalho, aumentando a produção e redução de custos. Uma alternativa é a instalação do trabalho em turnos. Porém, mesmo sendo bastante utilizados, ainda nos dias atuais existem certas lacunas na produtividade das máquinas que podem ser que devem ser pesquisadas e aperfeiçoadas.

Segundo Lima et al., (2014), essas lacunas podem estar relacionadas as condições operacionais, como o modelo e a potência das máquinas e devido as condições da florestas, como volume e declividade do terreno.

Por isso o desenvolvimento de técnicas que visam melhorar o desempenho das máquinas, maximizar a produtividade (capacidade produtiva da máquina por unidade de tempo ou espaço) e reduzir os custos de produção (capacidade produzida pela máquina), torna-se cada vez mais necessário (SILVA et al., 2003). Com o intuito de aumentar a produção e reduzir os custos da produção, o trabalho em turnos tornou-se comum no setor florestal, onde ocorrerá uma continuidade da produção, sendo realizadas em horários diurnos ou não, com ou sem interrupção diária, durante os dias úteis do mês (SILVA, 2008).

Dentre as razões que levaram à implementação do trabalho em turnos pelas empresas, destacam-se a melhor utilização das máquinas, uma vez que possuem um alto custo de aquisição, a manutenção da competitividade e o aumento na demanda decorrente do setor madeireiro (JOHNSON; SHARIT, 2001). Para os trabalhadores, a submissão ao trabalho em turnos geralmente ocorre por razões financeiras ou pessoais.

Com o aumento do trabalho em turnos têm-se a necessidade de um melhor entendimento sobre os reflexos na produtividade das máquinas, dos operadores e na forma de organização do trabalho. Normalmente, a empresa que opta por trabalho em turnos, divide a operação em dois ou três turnos de oito horas de duração (16 ou 24 horas diárias de trabalho). Dessa forma, a avaliação dos turnos de trabalho poderá facilitar e embasar sua organização dentro do planejamento da empresa.

Diante do exposto, objetivou-se analisar a produtividade e produção de máquinas de colheita e extração florestal (*harvester* e *forwarder*) na realização das operações em diferentes turnos de trabalho na região Sul da Bahia, visando subsidiar o planejamento das operações e a melhor utilização dos recursos disponíveis.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado a partir dos dados obtidos em uma empresa florestal localizada na região Sul da Bahia, nos municípios de Alcobaça e Medeiros Neto. O clima da região estudada foi caracterizado como tropical úmido, com precipitação média anual de 1.500 mm, com período chuvoso de outubro a dezembro e período seco de julho a setembro.

As temperaturas absolutas mínimas e máximas variam entre 8 e 38°C, respectivamente. Segundo os dados obtidos pela empresa, o solo é classificado como um Latossolo Amarelo Distrófico e Vermelho-Amarelo Distrófico, enquanto o relevo é caracterizado como plano a suave ondulado.

Os povoamentos eram constituídos por um único clone, que foi o híbrido de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* produzidas por propagação vegetativa. O espaçamento médio de plantio adotado foi de 3x3 metros totalizando aproximadamente 1111 árvores por hectare. A idade média de corte era de 6 anos, com produtividade média de 188 metros cúbicos por hectare.

2.2. Sistema de colheita da madeira

A empresa utiliza o sistema de colheita de toras curtas (cut-to-length) com as operações mecanizadas de derrubada e processamento da madeira em toras de 6 m realizada pelo colhedor florestal (*harvester*). Enquanto a extração na forma de baldeio e empilhamento da madeira na margem do talhão é realizado pelo trator florestal auto carregável (*forwarder*).

2.3. Caracterização das máquinas avaliadas

Os modelos de *harvester* e de *forwarder* apresentam como principais características os seguintes aspectos (Tabela1). Foram analisados os dados de produtividade de 30 *harvesters* e 15 *forwarders*, todos com vida útil média variando de 3 a 5 anos com 10000 a 20000 horas de trabalho.

Tabela 1. Principais características do modelo de *harvester's* e *forwarder's* avaliados.

Características técnicas	Colhedor (<i>harvester</i>)	Autocarregável (<i>forwarder</i>)
Imagem		
Peso (kg)	21000	16800
Motor	E-1 de 6 cilindros, turbo alimentado com aftercooler, 4 tempos, arrefecido a água, injeção direta, 2000 rpm.	6 cilindros injeção direta, 2200 rpm.
Potência motor (HP)	155	150
Rodantes	Esteiras com armação central em "X"	6 pneus

Fonte: Adaptado de Carmo (2013).

2.4. Coleta de dados

Os dados se basearam no banco de dados fornecido pela empresa, referente aos tempos de trabalho e volumes produzidos pelas máquinas no período de janeiro de 2009 a dezembro de 2011, perfazendo um total de 36 meses.

As atividades de colheita de madeira na empresa eram realizadas em três turnos. O turno 1 compreendia o período das 08h00min às 16h00min, o turno 2 ocorria das 16h00min às 24h00min e o turno 3 das 24h00min às 08h00min, com jornada de 8 horas e com pausa de 60 minutos para almoço, lanche ou jantar.

2.5. Características mensuradas

As variáveis abaixo foram obtidas a partir do computador de bordo das máquinas: número de árvores colhidas (utilizada somente para o *harvester*) em unidade; número de viagens (utilizada somente para o *forwarder*) em volume (m³); volumes total e parcial (m³); duração efetiva do ciclo operacional e pausas em horas efetivas (he). Os dados de volume médio individual referem-se para o *harvester* ao volume unitário de cada árvore colhida (m³). Para o *forwarder* se refere ao volume médio de carga transportada (m³), podendo serem determinados a partir da Equação 01.

$$VMI = \frac{V}{n} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que: VMI = Volume médio individual (m³); V = Volume total (m³); n = número de árvores colhidas (*harvester*) ou número de viagens (*forwarder*).

2.6. Determinação da Produção

Com base no número de árvores cortadas por turno (unidades), na duração efetiva do turno (horas efetivas) e no volume médio individual foi calculada a produção para cada turno de trabalho (volume total produzido em m³).

2.7. Determinação da Produtividade

A produtividade das máquinas foi determinada em metros cúbicos sem casca por hora efetiva de trabalho. Para a determinação da produtividade, foi utilizado o relatório de número de árvores colhidas (*harvester*) ou número de viagens carregado (*forwarder*), que foram gerados pelo computador de bordo da máquina, cujo valor foi multiplicado pelo respectivo volume médio individual e dividido pelo número de horas efetivamente trabalhadas, sendo determinados conforme Equação 2.

$$Prod = \frac{(n \times VMI)}{he} \quad (\text{Equação 2})$$

Em que: Prod= Produtividade (m³.h⁻¹); n = número de árvores colhidas ou número de viagens (un); VMI = volume médio por árvore (m³); he = horas efetivas de trabalho (h).

2.8. Análise Estatística

Para as características avaliadas foram observadas as três pressuposições dos testes de normalidade e homogeneidade de variância. A comparação de médias foi feita utilizando o teste de *Tukey*, em nível de 95% de probabilidade, onde utilizou-se cada média mensal como uma unidade amostral.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta os resultados das análises estatísticas realizadas para os elementos do ciclo operacional do *harvester* nos diferentes turnos de trabalho no período estudado. A produtividade das máquinas diferiu estatisticamente entre os turnos. O volume total produzido foi menor no primeiro turno (manhã). Este fato pode ser explicado pelo fato das manutenções preventivas ocorrerem preferencialmente durante o primeiro turno. Além disso, a empresa prioriza a realização do abastecimento das máquinas também no primeiro turno, o que resultou nesta menor eficiência.

Tabela 2. Produção e produtividade do *harvester* nos três turnos estudados (T1, T2, T3).

TT	NAC (un)	VT (m ³)	Dur. (he)	VMI (m ³ .arv ⁻¹)	Prod. (m ³ .he ⁻¹)
T1	480 c	79,4 b	2,5 b	0,17a	32,7 a
T2	605,3 a	100,3 a	3,5 a	0,17 a	29,7 ab
T3	557,7 b	93,8 a	3,4 a	0,17 a	27,9 b

TT= Tratamento; NAC= Numero de Árvore Cortada; VT= Volume Total; Dur.= Duração; VMI= Volume Médio Individual; Prod= Produtividade; he= Hora Efetiva; As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de *Tukey*, em nível de 95% de probabilidade.

A média de tempo efetivamente trabalhado pelo *harvester* não diferiu estatisticamente entre o segundo e

terceiro turno de trabalho, apresentando valores de 3,46 e 3,42 horas trabalhadas, respectivamente, e sendo superiores quando comparados ao primeiro turno, que obteve em média apenas 2,53 horas efetivamente trabalhadas, ou seja, no primeiro turno 68,375% do tempo foi gasto de maneira improdutivo.

Essa diferença das médias no tempo de duração efetiva encontrada no primeiro turno pode ser explicada pois existe um maior número de paradas programadas neste turno, onde eram feitas as revisões e manutenções preventivas consideradas de maior complexidade, ficando apenas as pequenas manutenções realizadas no segundo e terceiro turnos. Estudo de Rocha et al. (2009) realizado em máquinas de colheita florestal mostra que o tempo de interrupções no turno diurno foi de 72,85%, enquanto que as mesmas máquinas no período noturno apresentaram 43,49% de tempo improdutivo.

Como produtividade está diretamente relacionada com o volume cortado e inversamente proporcional à quantidade de horas trabalhadas, obteve-se para os turnos 1, 2 e 3, as produtividades de 32,73 m³.h⁻¹, 29,73 m³.h⁻¹ e 27,90 m³.h⁻¹, respectivamente, dessa forma, verificou-se que somente no terceiro turno houve uma diferença significativa na produtividade das máquinas. A produtividade no primeiro turno é maior pois o trabalhador opera as máquinas com decorrência de iluminação natural, possibilitando assim maior visibilidade e facilidade nas operações, o que não acontece no terceiro turno, onde a iluminação não é de forma natural e menor, além de outros processos como cansaço, fadiga ou sono que podem ocorrer com maior frequência no período noturno e prejudicar as operações. Diversos estudos que relacionam a produtividade com o trabalho em turnos vêm mostrando que a produtividade do turno noturno é relativamente menor em relação aos demais (FOLKARD; TUCKER, 2003; ÅKERSTEDT, 2013).

A Tabela 3 apresenta os resultados das análises estatísticas realizadas para os elementos do ciclo operacional do *forwarder* nos diferentes turnos operacionais nos anos de 2009, 2010 e 2011. Em relação ao número de viagens e volume total transportados pelo *forwarder* no período estudado, notou-se que existiu diferenças significativas entre os turnos analisados, onde o turno 3 e turno 2 apresentaram melhores resultados.

Tabela 3. Produção e produtividade do *forwarder* nos turnos.

TT	NV (m ³)	VT (m ³)	Dur. (he)	CM (m ³ .v. ⁻¹)	Prod. (m ³ .he ⁻¹)
T1	8,59 b	128,9 b	2,33 b	14,99 a	55,37 a
T2	10,13ab	152,0ab	2,74ab	14,99 a	54,82 a
T3	10,41 a	156,2 a	2,95 a	15 a	52,92 a

TT= Turno de Trabalho; NV= Numero de Viagem; VT= Volume Total; Dur.= Duração; CM= Carga Média (m³.viagem⁻¹); Prod= Produtividade; Nota: As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de *tukey*, em nível de 95% de probabilidade.

Como o volume individual transportado não diferiu estatisticamente, essa diferença encontrada para o número de viagens e o volume total transportado por turno é em função do maior tempo efetivamente trabalhado nos turnos 3 e 2. Como a produção total do turno é em função da produtividade e do número de horas efetivamente trabalhadas, encontrou-se as maiores produções para o turno 3 e turno 2, com média de produção de 156,16 m³ e

152,00 m³, respectivamente, enquanto o turno 1 foi inferior apresentando apenas 128,99 m³.

A carga média transportada por viagem não diferiu estatisticamente em nenhum dos turnos avaliados, uma vez que a empresa trabalha com *forwarders* com a mesma capacidade, ocasionando assim médias entre os volumes transportados iguais e comprovando o alto nível de treinamento dos operadores. As médias de tempo efetivamente trabalhado para o *forwarder* não diferiu estatisticamente para segundo e terceiro turno e entre o segundo e o primeiro turno sendo os valores de 2,34, 2,74 e 2,95 horas para o turno 1, 2 e 3, respectivamente.

Devido à produtividade estar relacionada diretamente com o volume transportado e ser inversamente proporcional à quantidade de horas consumidas para transportar determinado volume, têm-se para os turnos as seguintes produtividades: 53,37 m³.h⁻¹, 54,82 m³.h⁻¹ e 52,92 m³.h⁻¹, respectivamente. Em trabalho realizado por Oliveira et al. (2009) foi obtido um valor médio de 31,3 m³.h⁻¹, esta diferença de produtividade pode estar relacionado às diferenças das características da floresta.

4. CONCLUSÕES

A produção das máquinas é diretamente influenciada pelo número de horas efetivas de trabalho das máquinas, ou seja, a empresa deve sempre que possível otimizar o procedimento de manutenção das máquinas de forma a maximizar a hora efetiva de trabalho destas máquinas.

As produções do harvester e forwarder foram menores no primeiro turno, principalmente afetadas pelas paradas programadas para manutenção serem realizadas preferencialmente neste turno.

A produtividade do *harvester* foi menor no terceiro turno de trabalho podendo ser explicada, provavelmente, pelas condições adversas encontradas nessa situação, ou seja, menor visibilidade, sono, maior necessidade de atenção e esforço visual.

Não ocorreram diferenças significativas nas produtividades entre turnos de trabalho para o *forwarder*, embora devido às diferenças de tempo efetivo de trabalho, a produção total foi superior no segundo e terceiro turnos de trabalho.

5. AGRADECIMENTOS

Ao laboratório de colheita, ergonomia e logística florestal (DCFM-CCA-UFES) pela infraestrutura concedida para a execução do trabalho, à Fundação de Amparo a Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) pela concessão de bolsas de mestrado e doutorado, e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsas de doutorado sanduiche e pós doutorado. A Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), pelo apoio logístico e de infraestrutura.

6. REFERÊNCIAS

ÅKERSTEDT, T. Shift work and disturbed sleep/wakefulness. **Occupational medicine**, London, v.53, n.2, p.89-94, mar. 2003.

CARMO, F. C. A. **Logística operacional da colheita florestal no sul da bahia**. 2013 61f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2003.

FOLKARD, S., TUCKER, P. Shift work, safety and productivity. **Occupational medicine**, London, v.53, n.5, p.95-101, jul. 2013.

JOHNSON, M. D.; SHARIT, J. Impact of a change from an 8-h to a 12-h shift schedule on workers and occupational injury rates. **International Journal of Industrial Ergonomics**, Amsterdam, v.27, n.5, p.303-319, maio 2001.

MACHADO, C. C. **Colheita Florestal**. Viçosa: UFV, 2014. 543p.

OLIVEIRA, D. et al. Avaliação técnica e econômica do Forwarder na extração de toras de pinus. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.37, n.84, p.525-533, dez. 2009

ROCHA, E. B. et al. Produtividade e custos de um sistema de colheita de árvores inteiras. **Cerne**, Lavras, v.15, n.3, p.372-381, jul./set. 2009.

SILVA, C. B. et al. Avaliação ergonômica do “feller-buncher” utilizado na colheita de eucalipto. **Cerne**, Lavras, v.9, n.1, p.109-118, jan./mar. 2003.

SILVA, M. P. S. **Sistemas de trabalho em turnos e seus impactos sobre a saúde dos trabalhadores – uma abordagem ergonômica**. 2008. 108f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.