

ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DOS TURNOS DE TRABALHO NO PROCESSAMENTO DE ÁRVORES

Thais Aparecida Soares¹ e Renato Cesar Gonçalves Robert²

¹ Universidade Federal do Paraná, Curso de Graduação em Engenharia Florestal, Curitiba, Paraná, Brasil – thais.soares3110@gmail.com

² Universidade Federal do Paraná, Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal, Curitiba, Paraná, Brasil – renatorobert@ufpr.br

Resumo

Para o planejamento das jornadas e turnos de trabalho, se faz necessária a análise dos seus efeitos na produtividade das operações. O presente trabalho teve como objetivo analisar a influência dos turnos de trabalho na produtividade e eficiência operacional da etapa de processamento de toras em um sistema de colheita de árvores inteiras de uma empresa florestal localizada na cidade de Telêmaco Borba – PR e analisar também, a variação da produtividade durante a semana. Foram coletados 360 dados de produção e de horas de efetivo trabalho de um período de 40 meses, sendo 120 dados de cada um dos três turnos de trabalho da empresa com variação apenas de turnos, isto é, as demais fontes de análise foram constantes (mesma máquina, mesmo operador e mesma região florestal). Os resultados mostraram não haver diferença na produtividade dos turnos e que as produções durante a semana também não apresentam significativas alterações de segunda à sexta-feira. Entretanto, o turno que compreende o período das 00h00min às 6h00min, apresentou maior resultado de eficiência operacional que os demais turnos. Com isso conclui-se que as interrupções como por exemplo visitas, treinamento, palestras e manutenção mecânica em campo, que geralmente ocorrem nos dois turnos compreendidos entre às 6h0min e 00h00min, podem afetar significativamente a eficiência operacional do turno. O planejamento dos turnos de trabalho de forma a abranger períodos do dia com menores incidências de interrupções, apresenta-se como uma alternativa para otimizar a eficiência operacional das operações florestais e consequentemente otimizar a produção.

Palavras chave: Eficiência; produção; turnos; colheita florestal; árvores inteiras.

Abstract

Productivity analysis of work shifts for logs processing. Toward the workday and work shifts planning, it is necessary to analyse their effects on the operations productivity. This study aimed to analyse the work shifts influence in the productivity and efficiency of the log processing stage in a full tree harvesting system, in a forestry company located in Telêmaco Borba – PR, also to analyse the productivity variation during the week. In the total were collected 360 production and effective work hours data, during 40 months, where 120 data was collected in each of three work shifts, changing only the shift work, that is, the other analysis sources were constant (same machine, same operator and same forest region). The results indicate that there is no significant difference in the work shifts productivity and also for the production during the week from Monday to Friday. However, the work shift that comprise the period from 12:00 p.m. to 6:00 a.m., was more efficient than the other work shifts. It is concluded that interruptions such as visits, training, lectures and mechanical maintenance in the field, which usually occur in the two work shifts between 06:00 a.m. to 12:00 p.m., could significantly affect the work shift efficiency. The work shifts planning could be an alternative to optimize the efficiency of forest operations and consequently to optimize production, in order to cover day periods with lower incidences of interruptions.

Keywords: Efficiency; production; work shifts; forest harvesting; full tree.

INTRODUÇÃO

A crescente demanda por redução de custos operacionais, a escassez de mão de obra e a preocupação com segurança no trabalho são algumas das razões que explicam a expansão da mecanização das operações de colheita florestal. A colheita florestal é definida por Machado (2006) como um conjunto de operações efetuadas no maciço florestal, que visa preparar e extrair a madeira até o local de transporte, fazendo-se o uso de técnicas e padrões estabelecidos, com a finalidade de transformá-la em produto final. Ainda segundo o mesmo autor, a colheita, parte

mais importante do ponto de vista técnico econômico, é composta pelas etapas de corte (derrubada, desgalhamento e processamento); descascamento quando executado no campo; e extração e carregamento.

Segundo Simões (2010) a aquisição de máquinas empregadas na colheita florestal depende de alto investimento financeiro, o que implica na necessidade de avaliações que possibilitem definir com maior precisão qual será a máquina ou o conjunto mais preconizado para a racionalização dessa operação. No Brasil, os sistemas de colheita propostos são baseados principalmente em relação ao comprimento das toras retiradas da floresta, totalizando cinco sistemas, que são: sistema de toras curtas (*cut-to-length*); sistema de toras longas ou fustes (*tree-length*); sistema de árvores inteiras (*full-tree*); sistema de árvores completas (*whole-tree*); e sistema de cavaqueamento (*chipping*), (ROBERT, 2012). Neste estudo foi avaliada uma fase operacional específica de um sistema de colheita *full tree*, que segundo a *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) consiste no sistema onde a árvore é derrubada e levada para a margem da estrada ou para o pátio intermediário, onde é processada, a fase analisada foi a de processamento na qual a máquina opera na beira da estrada, pegando árvores dos feixes de toras arrastados e realizando o desgalhamento e traçamento dos fustes formando posteriormente pilhas de toras seccionadas para o carregamento. A utilização planejada de sistemas mecanizados de colheita florestal permite a organização, a racionalização e a otimização das atividades, contribuindo para a melhoria da qualidade do produto e do serviço, melhoria das condições de trabalho do ser humano, aumento de produtividade das operações e redução dos custos operacionais e de produção (FIEDLER *et al.*, 2008).

De acordo com Alves (2015), 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. Para reduzir o impacto do elevado custo com equipamento e aumentar os lucros globais, algumas empresas de exploração madeireira utilizam jornadas de trabalho prolongadas, (PASSICOT, 2013). Ao longo das últimas três décadas, foram realizados experimentos com expansão das jornadas de trabalho, especialmente o aumento do número de turnos de trabalho, e não obtiveram resultados positivos em algumas partes do mundo, porém em muitos países tem sido utilizado com êxito durante muitos anos para aumentar a produção. Em alguns países, como a Austrália, a Nova Zelândia, a Suécia, o Brasil, o Uruguai, o Chile e o sudeste dos EUA, há um interesse renovado por operações em mais de um turno. Atender à demanda crescente por retornos monetários otimizados, aumentar a eficiência da produção e reduzir a obsolescência dos equipamentos florestais são algumas razões para o interesse desses países, (MURPHY, 2013). De acordo com o mesmo autor, é necessário mais planejamento das jornadas de trabalho para entender os efeitos de longas jornadas e de diferentes turnos de trabalho sobre a produtividade e a recuperação do custo das operações florestais mecanizadas, permitindo melhor gestão da oferta de madeira.

Pelo exposto, o presente trabalho teve como objetivo analisar a influência dos turnos na produtividade e eficiência operacional da etapa de processamento de toras em um sistema de colheita de árvores inteiras, possibilitando uma base para planejamento de turnos e jornadas de trabalho mais eficientes em busca de otimização da produção por hora efetiva de trabalho e redução dos custos com a colheita, uma das etapas mais onerosas da cadeia produtiva florestal.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Os dados utilizados na análise são de operações de processamento realizadas em áreas de colheita de madeira de *Eucalyptus sp.* com casca, de uma empresa florestal localizada na cidade de Telêmaco Borba, município que se encontra na região dos Campos Gerais do estado do Paraná situada a 737 metros de altitude entre as coordenadas geográficas 24°19'28" de Latitude Sul e 50°36'59" de Longitude Oeste, (CIDADE BRASIL, 2012).

Descrição da atividade de processamento de árvores

No presente estudo foi avaliada uma fase operacional específica de um sistema de colheita de árvores inteiras, o processamento. O processamento de árvores neste sistema de colheita pode variar com a composição do sistema e conseqüentemente com o grau de mecanização. Na empresa na qual foram tomados os dados para posterior análise, a máquina opera na beira da estrada, pegando árvores dos feixes arrastados pelo *skidder* e realizando o desgalhamento e traçamento, que constitui o corte da tora nas especificações desejadas, medidas requeridas pelos clientes e/ou propícias para o transporte que baseiam-se em um padrão mínimo de aproveitamento


de madeira sendo toras com medidas igual ou superior a 8 cm de diâmetro e 2,30m de comprimento, formando pilhas de toras seccionadas com comprimentos variando com o objetivo do cliente para serem posteriormente carregadas.

Descrição da máquina avaliada

A análise da produtividade e eficiência operacional dos turnos se baseou em dados de produção de uma mesma máquina. O processador era composto por uma máquina base modelo Caterpillar 320D FM cujas características técnicas estão especificadas na Tabela 1 e cabeçote processador modelo Log Max 7000C. No período correspondente aos anos que foram coletadas as unidades amostrais analisadas, a máquina possuía 5.000 e 19.100 horas de trabalho em março de 2013 e julho de 2016 respectivamente.

Tabela 1. Principais características técnicas da máquina avaliada.

Table 1. Main technical characteristics of the evaluated machine.

Características técnicas	Processador
Imagem	
Peso (kg)	25.500 (máquina base sem cabeçote) e 27.127 total
Potência do motor (HP)	157
Rodante	Esteira

Fonte: Adaptado de Caterpillar, 2009.

Descrição do operador avaliado

As amostras de produção da atividade de processamento foram tomadas de um mesmo operador que entre os anos de 2013 e 2016 trabalhou nos três diferentes turnos da empresa por períodos de tempo satisfatórios para serem analisados. O operador em questão é do sexo masculino, com 51 anos de idade e possui 21 anos de experiência como operador de máquinas de apoio à produção florestal na empresa que disponibilizou os dados. A empresa faz uma reciclagem a cada dois anos a partir de 5 anos de experiência do operador e o treinamento oferecido consiste em 16 horas de teoria e 24 horas de treinamento prático com instrutor no campo, perfazendo um total de 40 horas.

Coleta de dados

Foram disponibilizados do banco de dados da empresa, dados de produção em metros cúbicos de madeira processada e o tempo de trabalho efetivo em horas. O período analisado foi correspondente aos meses de março de 2013 a julho de 2016, totalizando 40 meses. Dentre os dados coletados houve variação apenas de turnos, isto é, as demais fontes de análise foram constantes (mesma máquina, mesmo operador e mesma região florestal). Foram coletados 360 dados sendo 120 de cada um dos três turnos de trabalho adotados na empresa, o turno 1 que compreendia o período das 00h00min às 6h00min, o turno 2 das 6h00min às 15h00min e o turno 3 das 15h00min às 00h00min, considerados respectivamente como madrugada, diurno e noturno. Para definir se o número de dados utilizados era suficiente para proporcionar um erro máximo admissível de 10% foi calculada a intensidade amostral

de cada turno (Equação 1) e então após a confirmação do número de dados ser satisfatório foi dada sequência à análise estatística.

$$n \geq \frac{t^2 \times CV^2}{E^2} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde: n = número de observações necessárias; t = valor de t de student para nível de probabilidade desejados e graus de liberdade (número de amostras – 1); CV = coeficiente de variação; E = erro admissível em porcentagem.

Foram coletados dos relatórios do computador de bordo da máquina informações de número de árvores processadas e volume total de produção do turno de trabalho e a partir desses dados foram estimados os volumes médio individuais (equação 2) dos períodos correspondentes a cada um dos turnos analisados.

$$VMI = \frac{v}{n} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde: VMI = volume médio individual (m^3); v = volume total de produção (m^3); e n = número de árvores processadas.

Foram analisados dados de processamento de *Eucalyptus sp.* com volumes médios individuais (VMI) apresentados na Tabela 2, onde pode-se observar que a média do volume individual das árvores correspondentes às observações do turno da madrugada foi $0,32497 m^3$, do turno diurno foi $0,38639 m^3$ e do turno noturno foi $0,37583 m^3$. A média de VMI de cada turno foi obtida a partir de 35 unidades amostrais de VMI de cada turno.

Tabela 2. Volume médio individual dos períodos dos três turnos.

Table 2. Individual volume average of each three work shifts periods.

Turno de trabalho	VMI (m^3)
Madrugada 0:00 às 6:00	0,32497
Diurno 6:00 às 15:00	0,38639
Noturno 15:00 às 0:000	0,37583

Para analisar a produtividade durante a semana foram agrupados os dados de cada turno em dias de semana. Embora os turnos diurno e noturno operem de segunda-feira à sábado, o turno da madrugada apresentou dados de apenas cinco dias da semana, deste modo foram considerados e analisados cinco dias de trabalho compreendidos entre segunda e sexta-feira.

Análise técnica

A produção em metros cúbicos obtida do banco de dados da empresa foi estimada em metros cúbicos de madeira processada com casca por hora efetiva de trabalho ($m^3 \cdot he^{-1}$) pela equação 3.

$$P = \frac{v}{he} \quad (\text{Equação 3})$$

Onde: P = produtividade ($m^3 \text{ cc} \cdot he^{-1}$); v = volume de madeira (m^3); e he = horas de efetivo trabalho (h).

Segundo Oliveira et al (2009), a eficiência operacional é a porcentagem do tempo efetivamente trabalhado em relação ao tempo programado para o trabalho, sendo determinada pela equação 4.

$$EO = \frac{he}{he + hp} 100 \quad (\text{Equação 4})$$

Onde: EO = eficiência operacional (%); he = horas de efetivo trabalho (h); e hp = horas paradas (h).

Análise Estatística

Para a análise estatística das variáveis de interesse foram realizadas quatro composições de testes de normalidade e homogeneidade de variância. Os dados foram submetidos à comparação de médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para análise da produtividade ($m^3 \text{ cc} \cdot he^{-1}$) dos turnos, eficiência dos

turnos e VMI (m³) foram utilizados delineamento inteiramente casualizado e para análise da produtividade (m³ cc. he⁻¹) entre os dias da semana foi utilizado delineamento em blocos casualizados onde os turnos foram considerados blocos e os dias da semana foram considerados os tratamentos.

Estudo de Tempos e Movimentos

Em adjacência foi realizado estudo de tempos e movimentos dos elementos parciais do ciclo operacional utilizando o método de multimomentos que consiste em anotar o movimento que está sendo realizado a cada intervalo de tempo previamente determinado que no presente estudo foi de 10 segundos com unidade amostral de dois minutos e 30 repetições para cada turno. Intervalos de tempo muito longos poderiam não abranger os movimentos do ciclo operacional da atividade de processamento.

Os movimentos considerados foram: “Posicionando cabeçote” para os movimentos que o operador faz com a grua em busca de árvore, levando árvore para a pilha de processamento e outros movimentos necessários do cabeçote, “Pegando toras” referente ao movimento de abertura de garras para pegar árvore até o momento de reposicionar o cabeçote sobre as pilhas de processamento e “Processando toras” que consiste no momento de desganhamento e traçamento das árvores após posicionadas sobre a pilha. Os materiais utilizados foram prancheta, caneta, tabelas de anotação específica para tomada de cada movimento seguindo o método proposto e cronômetro para acompanhar o tempo.

RESULTADOS

Produtividade nos turnos de trabalho

Com o cálculo da intensidade amostral para os dados de produtividade, utilizando a Equação 1, foi obtido um n de 113 para o turno da madrugada, 42 para o turno diurno e 95 para o turno noturno. Para cada um dos turnos foram utilizadas 120 observações, superando o número de observações necessárias (n) para proporcionar um erro máximo admissível de 10%.

A Tabela 3 apresenta os resultados das análises estatísticas realizadas nos dados de produtividade (m³ cc.he⁻¹) dos três turnos de trabalho. O teste de Tukey mostrou não haver diferenças entre as médias de produtividade a 5% de probabilidade, ou seja, estatisticamente os turnos apresentam a mesma produtividade por hora efetiva de trabalho.

Tabela 3. Produtividade dos três turnos analisados.

Table 3. Three analyzed work shifts productivity

Turno de trabalho	Produtividade (m ³ cc.he ⁻¹) *	F
Madrugada 0:00 às 6:00	42,5 a	2.3471 ns
Diurno 6:00 às 15:00	40,1 a	
Noturno 15:00 às 0:000	37,2 a	

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade; F = Estatística do teste F; ns = não significativo.

Produtividade nos dias da semana

Os resultados das análises estatísticas da produtividade (m³ cc.he⁻¹) nos dias de trabalho da semana são apresentados na Tabela 4. Novamente a comparação das médias pelo teste de Tukey mostrou não haver diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade, tanto da produtividade (m³ cc.he⁻¹) nos dias da semana (de segunda a sexta-feira), quanto nos dias da semana entre os turnos.

Tabela 4. Produtividade nos dias de trabalho da semana.

Table 4. Workdays productivity.

Dia de trabalho	Produtividade (m ³ cc.he ⁻¹) *	F TT	F DT
Segunda-feira	39,8 a	3.7273 ns	0.6220 ns
Terça-feira	38,4 a		
Quarta-feira	37,6 a		
Quinta-feira	41,8 a		
Sexta-feira	41,3 a		

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade. F TT = Estatística do teste F dias da semana entre turnos de trabalho; F DT = Estatística do teste F entre dias da semana ns = não significativo.

Eficiência operacional dos turnos

Na Tabela 5 são apresentados os resultados das análises estatísticas da eficiência operacional dos três turnos analisados. Para os dados de eficiência operacional, foi determinado pela Equação 1 um $n = 9$ para o turno da madrugada, $n = 17$ para o turno diurno e $n = 7$ para o turno noturno e foram analisadas 120 observações totais de cada turno, superando o número de observações necessárias (n).

O resultado desta análise mostrou que as médias de eficiência operacional dos três turnos analisados diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 1% de probabilidade. O turno da madrugada (00h00min às 6h00min) apresenta maior eficiência operacional, com resultado de 92,7%. Seguido pelo turno noturno (15h00min às 00h00min) com 78,2% e turno diurno (6h00min às 15h00min) com 68,6%.

Tabela 5. Eficiência dos três turnos analisados.

Table 5. Efficiency of the three analyzed work shifts.

Turno de trabalho	Eficiência Operacional (%) *	F
Madrugada 0:00 às 6:00	92,7 a	109.2631 **
Diurno 6:00 às 15:00	68,6 c	
Noturno 15:00 às 0:000	78,2 b	

*Médias seguidas de letra diferente diferem entre si pelo teste de Tukey com 1% de probabilidade; F = Estatística do teste F; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Volume médio individual - VMI (m³)

Para os dados de VMI, foi determinada a intensidade amostral pela Equação 1, obtendo um n de 22 para o turno da madrugada, 5 para o turno diurno e 4 para o turno noturno e foram analisadas ao todo 35 observações de volume médio individual para cada turno, superando o número de observações necessárias (n) para proporcionar um erro máximo admissível de 10%.

O resultado da análise estatística das médias dos volumes médios individuais apresentado na Tabela 6, mostra que no período que foram coletados os dados do turno da madrugada, o volume médio individual (VMI) era menor, ou seja, foi comprovado pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade que a média de VMI do turno da madrugada difere estatisticamente das médias dos turnos diurno e noturno, enquanto as médias do VMI dos turnos diurno e noturno não diferem entre si à 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 6. Volume médio individual dos períodos dos três turnos analisados.

Table 6. Individual volume average of each three work shifts periods analyzed.

Turno de trabalho	vmi (m ³ cc) *	F
Madrugada 0:00 às 6:00	0,32497 b	10.6535 **
Diurno 6:00 às 15:00	0,38639 a	
Noturno 15:00 às 0:000	0,37583 a	

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade e médias seguidas de letra diferente diferem entre si pelo teste de Tukey com 1% de probabilidade; ; F = Estatística do teste F; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Tempos e movimentos

O resultado do estudo de tempos e movimentos é apresentado na Figura 1. O elemento do ciclo operacional que apresentou maior percentual de representatividade foi “Processando toras” com mais da metade do tempo total do ciclo operacional nos três turnos de trabalho. O segundo elemento com maior representatividade percentual de tempo do ciclo operacional foi “Posicionando cabeçote” entre 26% (turno madrugada e noturno) e 27% (turno diurno), seguido por “Pegando toras” (entre 20% e 24% de tempo do ciclo operacional).

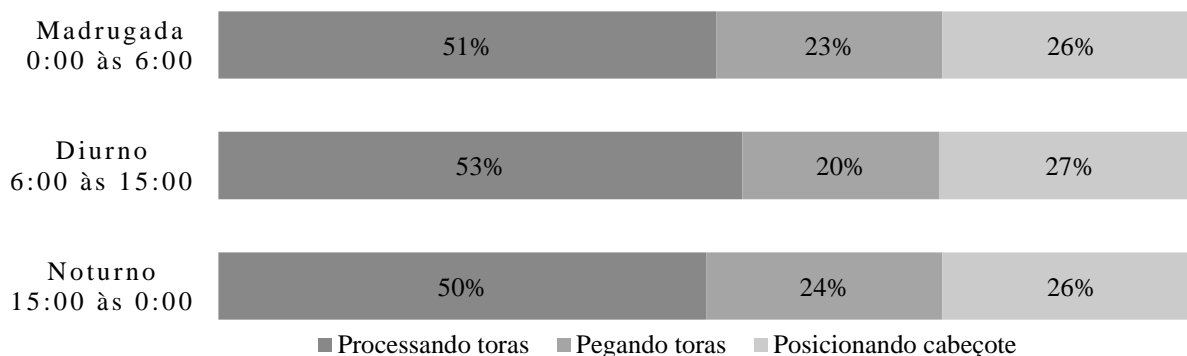


Figura 1: Representação percentual de tempo dos elementos do ciclo operacional nos três turnos de trabalho.

Figure 1: Elements percentage representation of time of the operational cycle in each three work shifts.

DISCUSSÃO

A atividade de processamento de árvores em um sistema de colheita *full tree*, por constituir uma operação que ocorre na beira da estrada de maneira monótona, não demanda consideráveis deslocamentos da máquina pelo talhão, isto é, normalmente a máquina se movimenta pelo estaleiro em curtas distâncias pois os feixes de fustes são arrastados próximo ao processador, de maneira que o operador necessite movimentar apenas a grua para alcançar os fustes e posteriormente alocar o cabeçote processador posicionando a árvore sobre a pilha de toras processadas para concluir a operação com o seccionamento dos fustes. Deste modo entende-se que a produção por hora de efetivo trabalho da máquina não iria sofrer variações durante o dia de trabalho, independente dos turnos. Os resultados da análise de produtividade ($m^3 \text{ cc} \cdot \text{he}^{-1}$) confirmaram que não há diferença na produção por hora de efetivo trabalho entre os três turnos, conforme a Tabela 3. De acordo com os operadores da empresa, não existe uma condição de um específico turno que dificulte a operação de processamento, os operadores alegam que não veem desvantagens em algum dos turnos. Este resultado concorda com o que foi obtido em estudo realizado no Chile e em estaleiro de processamento de uma floresta na Nova Zelândia, a análise dos dados de produtividade do processador indicou que não houve diferença estatisticamente significativa na produtividade entre as horas diurnas com luminosidade natural e as horas escuras no turno da noite para ambas as regiões, o autor afirma que a diferença da produtividade dos turnos de trabalho diurno e noturno pode ser minimizada para operações de colheita floresta com a escolha de um pacote de iluminação de qualidade, (MURPHY, 2013).

Segundo Malinovski *et al.*, (2006) a variável sortimento influencia a produtividade das máquinas de colheita de madeira que derrubam, desgalham e seccionam as árvores. Ainda segundo o mesmo autor, o aumento do número de sortimentos tende a diminuir a produtividade das máquinas, devido ao aumento de tempo necessário para se medir e optar pela melhor condição de traçamento da árvore e sistemas informatizados de mensuração e sortimento podem diminuir o impacto desta variável sobre a produtividade das máquinas. Essa condição caracteriza a máquina analisada e os seus procedimentos operacionais. A máquina faz o desgalhamento e o traçamento das árvores de acordo com o sortimento previamente especificado e todas as medições de diâmetro e comprimento das toras para o processamento são feitas automaticamente através do computador de bordo da máquina e de sensores de diâmetro e comprimento alocados no cabeçote, o que atenua a influência do sortimento na produtividade da máquina.

A produtividade da atividade de processamento é de $41,8 \text{ m}^3 \cdot \text{he}^{-1}$ na quinta-feira, maior produtividade que é encontrada durante a semana, de segunda à sexta feira, como pode ser visto na Tabela 4. Entretanto, o

teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade mostrou que as médias de produtividade não diferem estatisticamente entre si, isto é, tendem a ser constante independente dos turnos de trabalho e dos dias da semana, ou seja, os dias da semana não interferem na produtividade por hora efetiva de trabalho. Associando o dia da semana que apresenta maior produtividade (não significativa) e turno de trabalho (diferença não significativa estatisticamente) teríamos que nas quintas-feiras de madrugada seriam observados os melhores resultados de produtividade ($\text{m}^3 \cdot \text{he}^{-1}$). Em estudo sobre o impacto dos turnos de trabalho e horas do dia na produtividade das operações florestais é enfatizado a importância de estudar também o fator humano, permitindo por exemplo, que os colaboradores optem pelo turno de trabalho que melhor lhes convém (GELLERSTEDT, 1997 citado por MURPHY, 2013).

Alguns fatores podem explicar o resultado da eficiência operacional dos turnos de trabalho ser maior no turno da madrugada e noturno se comparado ao turno diurno, tais como a maior ocorrência de interrupções no horário compreendido entre 8:00 e 17:00 de supervisores, visitas, treinamentos, manutenção em campo, abastecimento da máquina, entre outros. Esse período que mais ocorrem interrupções agregam os turnos diurno e noturno, os dois turnos que mostraram menor eficiência operacional. Em estudo realizado por Alves (2015) analisando a influência dos turnos na produtividade de máquinas florestais, o autor encontrou resultados semelhantes, o turno compreendido entre 8h00min e 16h00min foi o que apresentou menor eficiência operacional, conseqüentemente foi o mais improdutivo (32,625% de eficiência operacional) quando comparado aos demais turnos compreendidos no período entre 16h00min e 8h:00min e segundo o autor esse resultado é justificado pela maior ocorrência de paradas programadas para este turno.

Para Malinovski *et al.* (2006), dentre as principais variáveis externas que influenciam na produtividade das máquinas nas operações de colheita florestal, estão a altura e o volume individual das árvores. Isso pode indicar que a produção do turno da madrugada poderia ser maior. Esse turno poderia ser mais produtivo se tivesse processado o mesmo VMI que os demais turnos e poderia ser considerado, com as devidas análises, além de mais eficiente como foi comprovado, também mais produtivo. Outros autores obtiveram resultados semelhantes em estudos de comparação de produtividade com turnos (PASSICOT 2013; MITCHELL 2008 citado por Passicot 2013).

O resultado do estudo de tempos e movimentos indica bom desempenho e treinamento satisfatório do operador avaliado, o qual utiliza mais da metade do tempo total de operação no elemento parcial que resulta em produtividade, ou seja, o próprio processamento de toras. Tarnowski *et al.*, (1999) encontraram uma porcentagem um pouco maior (57,6%) para a etapa de processamento com comprimento de 2,8 m e produtividade de $43,30 \text{ m}^3 \text{ cc he}^{-1}$ em um estudo com *Eucalyptus grandis* de VMI 0,38 m^3 no Estado da Bahia, mostrando assim similaridade com os resultados deste estudo. Oliveira (2013) estudando um processador John Deere 903J com cabeçote Waratah HTH622B em Telêmaco Borba processando árvores com VMI de $0,36 \text{ m}^3$ de *Eucalyptus grandis* obteve 45% do percentual do tempo correspondente ao processamento final em toras com 7,2 m de comprimento e uma produtividade de $33,6 \text{ m}^3 \text{ cc he}^{-1}$ e Santos e Machado (1995) encontraram produtividade de $28,5 \text{ m}^3 \text{ cc he}^{-1}$ para o processamento de toras com 6 m de comprimento. Por outro lado, Simões *et al.*, (2014) analisaram um processador encontrando produtividades que variavam de $131,10 \text{ m}^3 \text{ cc he}^{-1}$ a $148,68 \text{ m}^3 \text{ cc he}^{-1}$ com VMI variando de $0,2190 \text{ m}^3$ a $0,2336 \text{ m}^3$ para processamento de toras com 6 m de comprimento. A grande diferença encontrada entre a produtividade deste estudo e outros estudos (Santos e Machado, 1995; Tarnowski *et al.*, 1999 e Oliveira, 2013) com relação ao estudo de Simões *et al.*, (2014) pode estar relacionada ao tipo de cabeçote analisado pelos últimos autores onde se analisou um processador MSU modelo GF 1295, obtendo maiores valores de produtividade.

Em estudo realizado no Chile, a análise dos dados de produtividade do processador mostrou que, embora a produção diária aumentasse com a utilização de mais de um turno, o aumento da produção provavelmente seria insuficiente para reduzir os custos unitários de produção abaixo daqueles de um turno único, (MURPHY, 2013). O presente estudo assim como o estudo de caso nas condições chilenas, confirmam a necessidade de analisar as influências do turno de trabalho nas operações florestais, buscando a otimização da produção por hora efetiva de trabalho e redução dos custos com as operações.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos das análises dos dados possibilitaram definir as seguintes conclusões:

- Os turnos de trabalho não influenciam significativamente na produção em metros cúbicos com casca por hora de efetivo trabalho da etapa de processamento de árvores do sistema de colheita *full tree*;
- A produtividade não sofre alterações significativas entre os dias de trabalho da semana, tanto de segunda à sexta-feira quanto entre os turnos de trabalho;
- A eficiência operacional apresenta diferença entre os turnos de trabalho. O turno da madrugada, compreendido entre o período das 0h00min às 6h00min, mostrou maior eficiência operacional que os demais turnos por estar inserido em um intervalo com menor quantidade de horas com incidência de luz natural e consequentemente menos interrupções na operação;
- A etapa “processando toras” consome mais de 50% do tempo total do ciclo operacional da atividade de processamento nos três turnos de trabalho.

REFERÊNCIAS

ALVES, E. G.; FIEDLER, N. C.; CARMO, C. A.; LOPES, E.S.; LACHINI, E.; EUGÊNIO, F. C. **Efeito do Turno de Trabalho na Produção e Produtividade de Máquinas de Colheita de Madeira**. Nativa, Sinop, v. 03, n. 03, p. 201-204, 2015.

CATERPILLAR. **320D FM Florestal**. 2009. Disponível em: <http://www.cat.com/pt_BR/products/new/equipment/forest-machines/forest-machines/17546126.html>. Acesso em 31 out. 2016.

CIDADE-BRASIL. **Município de Telêmaco Borba**. 2012. Disponível em: <<http://www.cidade-brasil.com.br/municipio-telemaco-borba.html>>. Acesso em 09 nov. 2016.

FIEDLER, N. C.; ALVES, E. G.; CARMO, F. C. A.; LOPES, E.S.; LACHINI, E.; EUGENIO, F. C. **Análise da produtividade de um sistema de colheita de árvores inteiras no norte do estado de Goiás**. FLORESTA, Curitiba, PR, v.38, n.4, p.577-586, 2008.

MACHADO, C. C. **Colheita Florestal**. Viçosa: UFV, 468p., 2006.

MALINOVSKI, R. A. *et al.* **Análise das variáveis de influência na produtividade das máquinas de colheita de madeira em função das características físicas do terreno, do povoamento e do planejamento operacional florestal**. FLORESTA, Curitiba, PR, v.36, n.2, 2006.

MURPHY, G. *et al.* **Shift Length and Time of Day Impacts on Forest Operations Productivity and Value Recovery in Southern Hemisphere Plantations**. Council on Forest Engineering Annual Meeting, 2013.

OLIVEIRA, D. **Análise operacional e custos de sistemas de colheita de madeira em povoamentos de eucalipto**. 2013. 101f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati, 2013.

OLIVEIRA, D.; LOPES, E.S.; FIEDLER, N.C. **Avaliação técnica e econômica do Forwarder em extração de toras de pinus**. Scientia Forestalis, Piracicaba, v.37, n.84, p.525-533, 2009.

PASSICOT, P. *et al.* **Effect of workschedule design on productivity of mechanised harvesting operations in Chile**. New Zealand Journal of Forestry Science 2013.

ROBERT, R. C. G. **Guia prático de Operações Florestais na Colheita de Madeira**. Curitiba: Ed. do Autor, 112p., 2012.

SIMÕES, D.; FENNER, P. T.; ESPERANCINI, M. S. T. **Avaliação técnica e econômica da colheita de florestas de eucalipto com harvester**. Scientia Forestalis, Piracicaba, SP, v. 38, n. 88, p. 611-618, 2010.

SIMÕES, D.; FENNER, P. T.; ESPERANCINI, M. S. T. **Produtividade e custos do feller-buncher e processador florestal em povoamento de eucalipto de primeiro corte.** Ciência Florestal, Santa Maria, RS, v. 24, n. 3, p. 621-630, 2014.

TARNOWSKI, B.C.; SCHNEIDER, P.R.; MACHADO, C.C. **Produtividade e custos do processador trabalhando em povoamento de Eucalyptus grandis Hill ex Maiden.** Ciência Florestal, Santa Maria-RS, v.9, n.2, p. 103-115, 1999.