

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PATRÍCIA CARVALHO ALVARENGA

COMPARAÇÃO ENTRE APONTAMENTOS MANUAL E ELETRÔNICO DE  
PRODUÇÃO EM UM *HARVESTER*

CURITIBA  
2017



PATRÍCIA CARVALHO ALVARENGA

COMPARAÇÃO ENTRE APONTAMENTOS MANUAL E ELETRÔNICO DE  
PRODUÇÃO EM UM *HARVESTER*

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de MBA em Gestão Florestal do Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná como pré-requisito para a obtenção do título.

Orientador (a): Renato Cesar Gonçalves Robert

CURITIBA  
2017

## RESUMO

Considerando que o conhecimento das variáveis que interferem no rendimento das máquinas é fundamental para a otimização das operações na colheita florestal e que uma destas variáveis está relacionada ao método de apontamento de indicadores de produção, objetivou-se com este trabalho comparar os dados operacionais apontados manualmente pelo operador com as informações registradas eletronicamente pela máquina, analisando a distribuição de horas totais e o impacto da forma de apontamento nos índices de desempenho do equipamento. Foram utilizados dados operacionais de um *harvester* referentes ao mês de outubro de 2016, sendo analisadas informações referentes a 93 turnos de trabalho. Com base nestes dados, foram calculados a produtividade, a eficiência operacional e a disponibilidade mecânica das máquinas. No período, houve 28 horas apropriadas como sendo produtivas, quando na realidade, segundo o apontamento eletrônico, não houve operação, da mesma forma, houve mais horas de paradas operacionais do que as registradas pelo operador, 32 horas no período. Devido à maior quantidade de horas de máquina parada apontadas automaticamente, houve uma queda de 5% no índice de eficiência operacional, enquanto a produtividade é cerca de  $1 \text{ m}^3 \text{ he}^{-1}$  maior do que o dado apontado manualmente. No que diz respeito à disponibilidade mecânica, esta se manteve constante, devido às horas de manutenção não terem sofrido variações significativas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Máquinas florestais, colheita florestal, eficiência operacional

## ABSTRACT

Considering the knowledge on variable elements that affect machines efficiency is essential for optimizing operations in forest harvesting and one of this variable is related to the registration method of the performance index. The study aimed to compare operational data from operator's manuals notes with automatic data registred by the machine, analyzing the distribution of the total working hours and the registration mathod impact on the machine performance indexes. Were collected operacional data from a harvester machine in October 2016, were anilyzed data from 93 work shifts. Based on these data machine productivity, operational efficiency and mechanical availability were calculate. There were 28 hours appropriate as productive, when in fact, accorting to the automatic information, the machine was unproductive. At the same time, the machine spent more time in technical downtimes, 32 hours in a month. According to the results, the operational efficiency decrease 5% and the productivity increase  $1 \text{ m}^3 \text{ he}^{-1}$ . The machanical availability remained constant.

**KEYWORDS:** Forestry equipment, forestry harvesting, operational efficiency

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>4</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA.....</b>	<b>5</b>
2.1. Fatores de produção .....	5
2.2. Perdas produtivas.....	6
2.3. Monitoramento do processo.....	7
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>8</b>
3.1. Caracterização da área de estudo .....	8
3.2. Sistema de colheita .....	8
3.3. Análise operacional .....	9
3.4. Tratamento estatístico.....	11
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>12</b>
4.1. Distribuição de horas por atividade .....	12
4.2. Índices de desempenho .....	13
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>16</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo Ibá (2016), nos últimos anos o setor brasileiro de florestas tornou-se um dos mais expressivos no cenário global. Com uma área de 7,8 milhões de hectares de árvores plantadas, é responsável por 91% de toda a madeira produzida para fins industriais no país. Em 2015, o setor empregou, diretamente, 540 mil pessoas. Estima-se que, no total, o número de postos de trabalhos da atividade florestal entre diretos, indiretos e resultantes do efeito renda, tenha sido da ordem de 3,8 milhões.

A colheita de madeira é uma das etapas da produção florestal, e consiste em um conjunto de operações realizadas no maciço florestal, visando preparar e transportar a madeira até o seu local de utilização (TANAKA, 1986). É composta pelas etapas de corte (derrubada, desgalhamento e processamento ou traçamento), descascamento, quando executado no campo, e de extração e carregamento (MACHADO *et al.*, 2008).

Para compreensão do ritmo da operação de colheita, é comum a utilização do preenchimento de fichas de campo onde o operador relata todas as atividades a que a máquina se submeteu no decorrer do expediente, como produção, horas operadas, paradas mecânicas, paradas para refeições, etc. Por haver dependência humana, o apontamento das ocorrências de campo resulta em falta de confiabilidade e possível extravio, atraso e desfragmentação de informações.

Novas ferramentas têm surgido para tornar esta tarefa mais fácil e precisa, com o advento dos computadores de bordo, a coleta de dados para obtenção de indicadores de desempenho tornou-se mais confiável. As funcionalidades do sistema consistem no sensoriamento das máquinas em campo, que permitem a quantificação da produção, a parametrização dos apontamentos operacionais produtivos e de paradas.

O presente trabalho teve como objetivo comparar os dados operacionais apontados manualmente pelo operador, que são utilizados para controle das florestas da empresa, e as informações registradas eletronicamente pela máquina. Analisando a distribuição das horas totais em ambas as formas de apontamento e o impacto nos índices de desempenho dos equipamentos.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

Devido à busca do aumento da produtividade e a necessidade de redução dos custos de produção, a colheita é a atividade florestal que mais passa pelo processo de mecanização (FONTES, 1996).

A realização de estudos que visem a conhecer a capacidade produtiva e as possíveis variáveis que interferem no rendimento de máquinas e equipamentos de colheita florestal tornou-se uma preocupação crescente das empresas florestais, visando ao desenvolvimento de técnicas que melhorem o desempenho operacional e a eficiência das máquinas (SILVA *et al.* 2003).

### 2.1. Fatores de produção

A colheita de madeira é a etapa mais importante economicamente da produção florestal, devido sua elevada participação no custo final do produto e, conseqüentemente dos riscos de perdas envolvidos (LOPES, 2001; MACHADO *et al.*, 2008). Esta atividade, de acordo com Fontes (1996), é a que também mais enfrenta processos de mecanização, devido à busca por aumento da produtividade e a necessidade de redução dos custos da produção.

Segundo Filho (2007) a produtividade é uma medição da eficiência econômica que mostra como efetivamente os recursos disponíveis são convertidos em produtos/ serviços. Sua medição técnica é a relação entre o *INPUT* (soma dos fatores de produção mobilizados) e o *OUTPUT* (o resultado produzido por uma certa atividade), quanto mais eficiente for esta relação, ou seja, quanto maior a otimização dos recursos empregados para a maximização dos resultados desejados, maior a produtividade.

A utilização dos fatores de produção (*INPUT*) gera custos, e na exploração mecanizada, as máquinas são um fator de custos muito importante. O custo operacional de uma máquina é o montante de todos os custos oriundos de sua aquisição e operação, podendo ser divididos em variáveis e fixos, enquanto os primeiros são proporcionais ao nível de produção, a proporção dos custos fixos por unidade produzida diminui com o aumento da produção em razão de uma melhor distribuição destes.

Segundo Vieira *et al.* (2016), para os *harvesters* no que diz respeito aos custos variáveis, os gastos com combustível são os mais significativos e quanto aos custos fixos, o maior deles é a depreciação, em virtude dos elevados valores de aquisição destes equipamentos.

Quanto mais próximo o aproveitamento do fator de produção estiver de 100% da sua capacidade, menores os custos unitários, devido a diluição do custo fixo com o aumento da quantidade produzida (POKORNY *et al.*, 2011). Para que haja redução destes custos, o planejamento é indispensável, sendo necessário que as atividades da colheita de madeira sejam otimizadas, por meio de redução das perdas produtivas (REZENDE *et al.*, 1997).

## **2.2. Perdas produtivas**

Como em muitas outras atividades do cotidiano humano, o processo de trabalho pode estar relacionado a rotinas improdutivas, que comprometem muitos dos recursos da empresa. Em 1911, Taylor (1978) já preconizava a necessidade de se estimar os desperdícios diários oriundos da rotina do trabalho. De acordo com Brunt (1992), à medida que o tempo passa, torna-se imprescindível analisar criteriosamente cada procedimento, a fim de se buscar novas formas minimizadoras de custo.

A eficiência de um sistema de colheita de madeira depende, basicamente, do ambiente onde o mesmo é trabalhado, devendo ser considerados fatores como o clima, o terreno, a espécie vegetal, a infraestrutura, o nível de desenvolvimento e a tradição do sistema utilizado (MALINOVSKI e MALINOVSKI 1998). Além disso, o desempenho é diretamente influenciado pelo número de horas efetivas de trabalho das máquinas, diminuindo nos turnos da noite devido a menor visibilidade, o sono, maior necessidade de atenção e esforço visual (Alves *et al.*, 2015)

Segundo Pagnussat e Lopes (2017) o perfil comportamental do operador influencia a capacidade de produção das máquinas. Os maquinários utilizados também são considerados variáveis operacionais que podem afligir a eficiência, são eles: o estado dos elementos de desgaste, a qualidade das peças de reposição, o estado dos pneus e esteiras, dependência de outros equipamentos e modalidade de manutenção adotada (MALINOVSKI; CAMARGO, 2001), sendo que os módulos

próprios, tendem a ser mais produtivos que os terceirizados (LACERDA et al., 2015).

Esses fatos levaram as empresas adotarem sistemas mais eficientes de manutenção mecânica e treinamento de operadores, que recebem atenção especial, responsáveis pela otimização e economia das operações de colheita de madeira ao atingir a máxima utilização dos equipamentos, que deve ocorrer com o mínimo de interrupções, causada por falhas mecânicas ou de planejamento de trabalho (SEIXAS, 2002).

### **2.3. Monitoramento do processo**

De forma a aumentar a eficiência das máquinas e equipamentos, na colheita florestal, é necessário conhecer os motivos que ocasionam as perdas de tempo nas atividades, de forma a diminuir o tempo que estas máquinas ficam paradas (CECHIN, 2000).

Os *harvesters* e *forwarders* equipados com computador de bordo possuem recursos de monitoramento de tempo e eficiência, realizado por meio digital através do barramento CAN (*Controller Area Network*). Segundo Godoy *et al.* (2010) CAN é um protocolo de comunicação desenvolvido para troca rápida de informações. Assim é possível monitorar o uso do tempo e a parada dos operadores, a taxa de uso, consumo, parada da máquina e horas de funcionamento, e outros dados específicos da máquina durante um período de tempo.

A partir de tais informações, é possível antecipar os problemas e estabelecer as rotinas e as alternativas operacionais que levem ao cumprimento das metas de produção estabelecidas no planejamento geral da empresa (WADOUSKI, 1987).

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1. Caracterização da área de estudo

A pesquisa foi desenvolvida em povoamentos de uma empresa do setor florestal, localizados no município de Belo Oriente, Estado de Minas Gerais, que possui um processo operacional de produção de celulose que vai do plantio de eucalipto, passando pela produção e logística da celulose. A fábrica tem produzido cerca de 1,2 milhão de toneladas de celulose branqueada de eucalipto por ano.

Localizada entre os paralelos de latitude 19°13'12"Sul e longitude 42°29'01"Oeste, com uma altitude média de 300 m. O solo da região foi classificado como Latossolo Amarelo (LA), textura argilosa, com precipitação anual de, aproximadamente, 1.200 mm, e temperatura média de 24,5°.

Com povoamentos que apresentam, em média, 7 anos, os dados referentes às suas características dendrométricas estão discriminados na Tabela 1.

**Tabela 1** - Características do povoamento florestal.

Espécie	<i>Eucalyptus urograndis</i>
Altura média da árvore (m)	27
DAP médio (cm)	17
Volume médio por árvore VMI (m <sup>3</sup> /árvore)	0,28 - 0,40
Volume médio por ha (m <sup>3</sup> /ha)	280 - 400
Árvores/ha (unidades)	1000
Umidade – base úmida (%)	42

Fonte: Autor, 2017



#### 3.2. Sistema de colheita

O sistema de colheita de madeira utilizado no corte raso do povoamento de eucalipto da empresa é o *Cut-to-Length*, composto pelas máquinas florestais *harvester* e *forwarder*, sendo a primeira responsável pelo corte, desgalhamento, descascamento e traçamento e a segunda pelo carregamento e descarregamento das toras.

O regime de trabalho ocorre 365 dias no ano, na forma de 3 turnos diários de 8 horas cada, sendo que, para cada turno é programada 1 hora para alimentação, havendo, portanto, 21 horas diárias para operação.

As características das máquinas e implementos utilizados no processo estão descritas na Tabela 2.

**Tabela 2** - Características da máquinas e implementos utilizados na empresa

Atividade	Máquina	Especificações e características
Derrubada e processamento	<p><i>Harvester</i></p> 	<p>Máquina-base: Marca John Deere, modelo 1270E 6x6, potência do motor 228 Hp, peso operacional de 19,25 t (sem guincho).</p> <p>Cabeçote: Marca Waratah, modelo H270EII, peso operacional de 1,35 t, diâmetro máximo de corte de 650 mm.</p> <p>Guincho de tração: Marca HAAS, peso operacional de 1,5 t, capacidade de tração 9 t e comprimento do cabo de 300 m.</p>
Baldeio	<p><i>Forwarder</i></p> 	<p>Máquina-base: Marca John Deere, modelo 1910E 8x8, potência do motor 249Hp, peso operacional de 21,23 t (sem guincho).</p> <p>Guincho de tração: Marca HAAS, peso operacional de 1,5 t, capacidade de tração 9 t e comprimento do cabo de 300 m.</p>

Fonte: John Deere, 2017

### 3.3. Análise operacional

A metodologia empregada consistiu em uma análise comparativa entre os dados operacionais apontados manualmente pelo operador, que são utilizados atualmente como base para elaboração de relatórios das atividades florestais da empresa, e as informações registradas automaticamente pela máquina.

Foram utilizados dados operacionais de um *harvester* referentes ao mês de outubro de 2016, sendo analisadas informações referentes a 93 turnos de trabalho. A máquina base possui vida útil de 30.000 horas e o cabeçote 15.000 horas. No período o equipamento apresentava cerca 21.000 horas de trabalho, enquanto o cabeçote se encontrava na faixa das 6.000 horas.

Nos relatórios utilizados, constam informações a respeito das horas efetivas de trabalho, da produção gerada no período, das horas paradas e dos motivos pelos quais estas máquinas estiveram paradas (devido ao tempo de deslocamento,

manutenção corretiva e preventiva e outros). O desempenho operacional do *harvester* foi determinado por meio da análise das horas de trabalho (horas programadas, efetivas e paradas), a partir das quais foi calculado sua disponibilidade mecânica, eficiência operacional e produtividade.

#### a) Disponibilidade mecânica

Disponibilidade mecânica é definida como o percentual do tempo de trabalho em que a máquina se encontra mecanicamente apta a desenvolver suas operações, o qual consiste em se desconsiderar o tempo despendido para efetuar reparos ou manutenção preventiva e/ou corretiva (Simões e Fenner, 2010). O cálculo foi obtido pela expressão 1:

$$DM = \frac{TP - TM}{TP} \times 100 \quad (1)$$

Onde,  $DM$  = grau de disponibilidade mecânica (%);  $TP$  = tempo programado para o trabalho (horas) e;  $TM$  = tempo de permanência em manutenção (horas).

#### b) Eficiência operacional

A eficiência operacional é a percentagem do tempo efetivamente trabalhado em relação ao tempo total programado para o trabalho (BIRRO, 2002), sendo determinada pela expressão 2:

$$EO = \frac{TE}{TP} \times 100 \quad (2)$$

Onde,  $EO$  = eficiência operacional (%);  $TE$  = tempo de trabalho efetivo (horas) e;  $TP$  = tempo programado para o trabalho (horas).

#### c) Produtividade

A determinação da produtividade do *harvester* objeto deste estudo foi obtida por meio do volume médio individual das árvores, fornecido pelo inventário da empresa (Fiedler *et al.*, 2017), sendo o seu valor multiplicado pelo número total de árvores cortadas, extraídas e processadas, obtendo-se assim, o volume total, que posteriormente foi dividido pelas horas efetivamente trabalhadas, conforme a expressão 3, sugerida por Minette *et al.* (2004):

$$Pr = \frac{N \times V}{TE} \times 100 \quad (3)$$

Onde,  $Pr$  = produtividade ( $m^3 \text{ he}^{-1}$ );  $N$  = número total de árvores derrubadas, extraídas ou processadas;  $V$  = volume médio por árvore com casca ( $m^3$ ) e;  $TE$  = tempo de trabalho efetivo (horas).

### 3.4. Tratamento estatístico

De forma a verificar se a forma de apontamento (manual ou eletrônico) produz diferenças significativas na quantificação das horas operacionais, será utilizado o teste *t*-Student pareado para um nível de significância  $\alpha = 0,01$ , devendo ser testada a hipótese nula ( $H_0$ ).

Para teste da hipótese deve ser calculado o valor de *t* conforme equação 4:

$$t = \frac{\bar{d}}{\frac{s_D}{\sqrt{n}}} \quad (4)$$

Onde,  $\bar{d}$  = média das diferenças entre as amostras;  $s_D$  = desvio padrão amostral;  $n$  = tamanho da amostra.

foi utilizado o teste bicaudal, no qual o *t* calculado é comparado ao *t* crítico, caso a hipótese nula seja refutada, a diferença entre as médias será considerada estatisticamente significativa, seguindo os critérios demonstrados nas equações 5, 6 e 7:

$$\text{Se, } t < -t_c, \text{ rejeita } H_0 \quad (5)$$

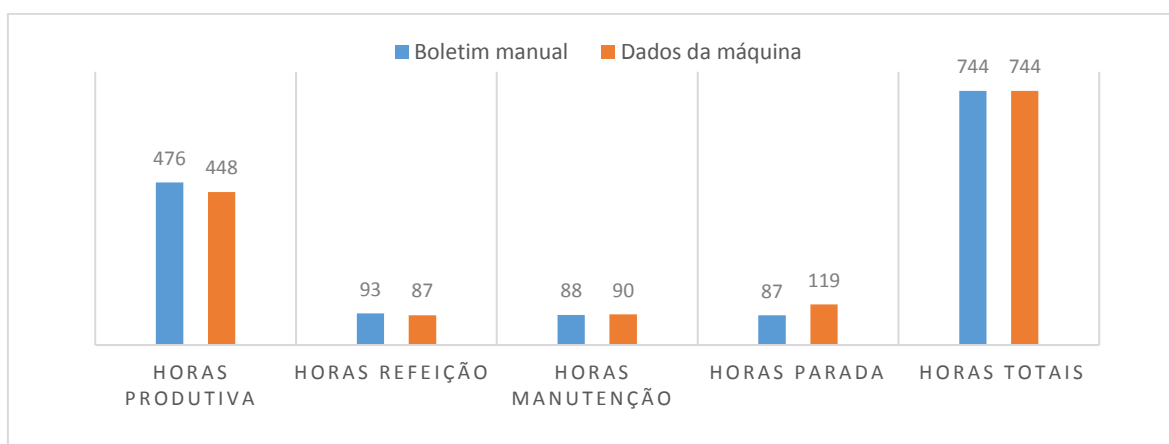
$$\text{Se, } -t_c < t < +t_c, \text{ não rejeita } H_0 \quad (6)$$

$$\text{Se, } t > +t_c, \text{ rejeita } H_0 \quad (7)$$

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Distribuição de horas por atividade

A partir dos dados coletados no campo pelos métodos de apontamento manual e os registros da máquina, foram comparadas as informações no que diz respeito à distribuição de horas por atividade (Figura 1), composta de horas efetivas de operação, de paradas de manutenção e operacionais e de horas destinadas a alimentação.

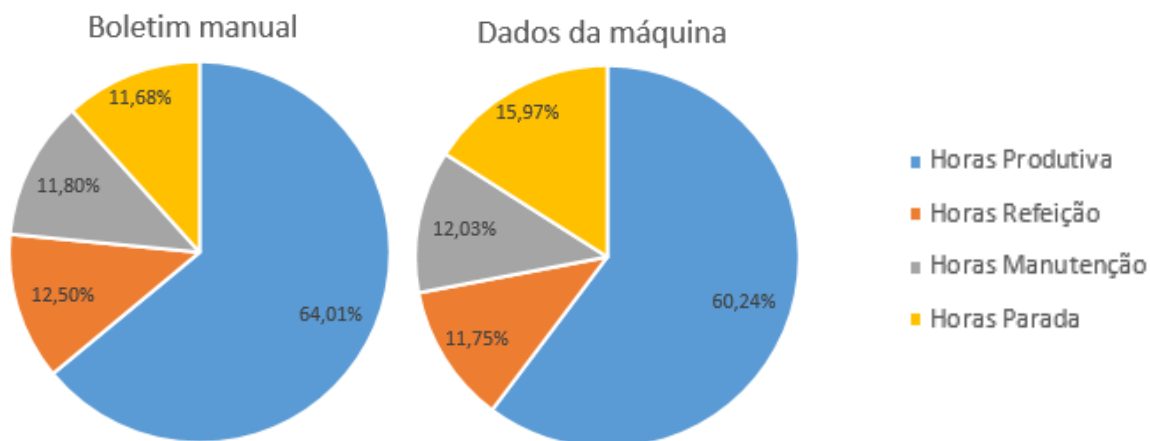


**Figura 1** - Total de horas por atividade com base no boletim manual e nos dados da máquina

Fonte: Autor, 2016

Pode-se observar que no período analisado, correspondente a 1 mês de operação, houve 28 horas que foram apropriadas pelo operador como sendo produtivas, quando, segundo os dados do equipamento, não houve operação. Da mesma forma, houve mais horas de paradas operacionais do que as registradas no boletim pelo operador, 32 horas no período. No que diz respeito as horas de manutenção e refeição houve variação de 2 e 6 horas, respectivamente.

As variações percentuais das horas em relação ao total são apresentadas na Figura 2.



**Figura 2** - Percentual de horas por atividade em relação ao total  
 Fonte: Autor, 2016

De forma a verificar se as diferenças entre a distribuição de horas que ocorreram entre ambos os tipos de apontamento são estatisticamente significativas, foi utilizado o teste *t*-Student, considerando os dados dos 93 turnos de trabalho ocorridos no período. Foi utilizada a comparação entre as médias de horas de cada tipo de apontamento e calculado o valor de *t* (Tabela 3).

**Tabela 3** - Valores de *t* calculados

	<i>Horas Produtiva</i>	<i>Horas Refeição</i>	<i>Horas Manutenção</i>	<i>Horas Parada</i>
<i>t</i>	3,32	-0,35	0,13	-2,96

Fonte: Autor, 2016

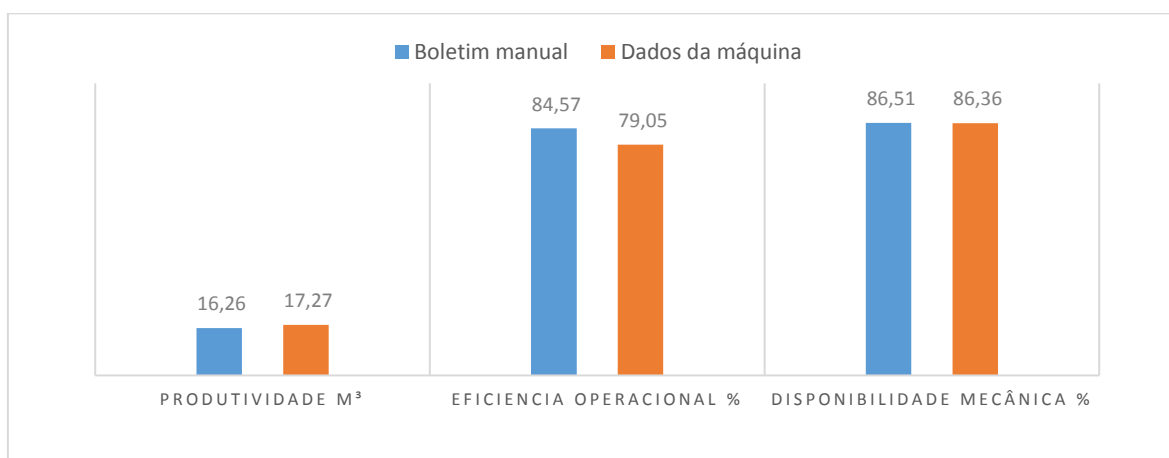
Segundo a tabela *t*-Student, *t* crítico é igual a  $\pm 2,63$ , portanto, podemos considerar que para as horas produtivas e horas paradas  $H_0$  é rejeitado a 1% de significância, ou seja, há uma diferença estatisticamente relevante entre as médias. O mesmo não ocorre quando se trata das horas de refeição e manutenção onde  $H_0$  não é rejeitado, não havendo impacto nas médias devido a forma de apontamento.

#### 4.2. Índices de desempenho

As diferenças apresentadas na distribuição de horas nas duas formas de apontamento refletem nos índices de desempenho dos equipamentos e na forma de quantificar a quantidade de trabalho executada na unidade de tempo.

Foram calculadas a produtividade, eficiência operacional e disponibilidade mecânica no período, para ambos os casos os casos. Considerando que, segundo

levantamento da empresa, a produção gerada no período foi de 7.743 m<sup>3</sup>, estes resultados são apresentados na Figura 3.



**Figura 3 - Índices de desempenho**  
Fonte: Autor, 2016.

Devido à maior quantidade de horas de máquina parada apontadas pelo computador da máquina houve uma queda de cerca de 5% no índice de eficiência operacional. Machado (1994) afirma que a eficiência operacional é consequência direta do trabalho do homem, uma vez que a mesma depende de fatores como a organização e a racionalização das operações florestais.

Outro benefício em se obter maior confiabilidade das informações, é conhecer a real produtividade dos equipamentos, neste caso, podemos observar, que a produtividade é cerca de 1 m<sup>3</sup>/h maior do que o dado apontado manualmente. Para Malinovski e Malinovski (1998), a determinação da produtividade real, é importante no dimensionamento da quantidade necessária de máquinas para que a empresa possa alcançar a produção diária.

A disponibilidade mecânica se manteve constante em ambos os apontamentos, devido às horas de manutenção não terem sofrido variações significativas. Não se pode esquecer, porém, que o controle destas horas é de extrema importância quando se trata de reduzir o número de falhas ocorridas, aumentar a rapidez com que estas são corrigidas e melhorar os procedimentos de trabalho e logística, bem como a interdependência destes fatores (FONTES e MACHADO 2002).

## **5. CONCLUSÃO**

A partir das análises dos apontamentos realizadas no período, conclui-se que há diferença significativa na distribuição de horas no que diz respeito às apontadas manualmente e as apontadas pela máquina, em relação às horas produtivas e paradas. O apontamento realizado pela máquina, além da maior confiabilidade elimina os riscos de extravio, atraso e desfragmentação das informações.

Verifica-se a importância da confiabilidade das informações, considerando que conhecer o motivo e duração das paradas produtivas é essencial no sentido de aumentar a eficiência das máquinas e equipamentos e reduzir perdas produtivas.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

ALVES EG, FIEDLER NC, CARMO FCA, LOPES ES, LACHINI E, COELHO FE. **Efeito do turno de trabalho na produção e produtividade de máquinas de colheita de madeira.** *Nativa*, 2015;3(3):201-14.

BIRRO, M.H.B. **Avaliação técnica e econômica da extração de madeira de eucalipto com “track-skidder” em região montanhosa.** Viçosa, MG: UFV, 2002. 29 f. (Dissertação de Mestrado em Ciência Florestal), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

BRUNT, P.D.: **Como reduzir custos.** São Paulo, Ed. Nobel, 1992.

CECHIN, F. N. **Análise da eficiência e do desempenho operacional das máquinas e dos equipamentos utilizados no corte raso de povoamentos florestais na região do planalto norte de Santa Catarina.** 2000. 136 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

FIEDLER, N. C., CARMO, F. C. de A. do, MINETTE, L. J., & S., AMAURY P. de. (2017). **Operational analysis of mechanical cut-to-length forest harvesting system.** *Revista Árvore*, 41(3), e410301. Epub August 24, 2017.

FILHO, M. P. **Gestão da Produção Industrial.** Curitiba. IBPEX. 2007.

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

FONTES, J. M.; MACHADO, C. C. Manutenção mecânica. In: MACHADO, C. C. (Ed.). **Colheita florestal.** Viçosa: UFV, 2002. p. 243-291.

GODOY, E. P., LOPES, W. C., SOUSA, R. V., PORTO, A. J., INAMASU, R. Y. (2010). Modelagem e simulação de redes de comunicação baseadas no protocolo CAN - Controller Area Network. **SBA: Controle & Automação. Sociedade Brasileira de Automática**, 21, 425-438.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES – IBÁ. **Relatório IBÁ 2016.** Brasília, 2016.

LACERDA L. C., FIEDLER N. C., CHICHORRO F. J., CARMO F. C. A, MENDONÇA A. R. **Análise operacional da extração florestal mecanizada em módulos próprios e terceirizados.** *Nativa*. 2015;3(3):205-9.

LOPES, E.S. **Aplicação do programa SNAP III (Scheduling and Network Analysis Program) no planejamento da colheita e do transporte florestal.** Viçosa, MG: UFV, 2001. 150 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MACHADO, C. C. **Planejamento e controle de custos na exploração florestal**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa - Imprensa Universitária, 1994.

MACHADO, C. C. **Exploração Florestal**. VI Parte. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa - Imprensa Universitária, 1989.

MACHADO, C. C.; SILVA, E.N.; PEREIRA, R.S. **O setor florestal brasileiro e a colheita florestal**. In: MACHADO, C.C. (Ed.). Colheita florestal. 2 ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. p. 15-42.

MALINOVSKI, J. R., CAMARGO, C.M.S. A Eucaliptocultura no contexto brasileiro, **Revista Madeira**, Brasília, nº 59, Set., 2001. Disponível em: <[http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira\\_materia.php?num=11&subject=Eucaliptocultura&title=A%20Eucaliptocultura%20no%20Contexto%20Brasileiro](http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=11&subject=Eucaliptocultura&title=A%20Eucaliptocultura%20no%20Contexto%20Brasileiro)>. Acesso em: 23 dez. 2016.

MALINOVSKI, J. R.; MALINOVSKI, R. A. **Evolução dos sistemas de colheita de Pinus na Região Sul do Brasil**. Curitiba-PR, FUPEF, 1998. 138p.

MARCON, E. J. **A manutenção preventiva de equipamentos e veículos como fator de segurança na disponibilidade operacional**. VI Seminário de Atualização sobre Sistemas de Exploração e Transporte Florestal. Anais... Curitiba : FUPEF, 1989. p.217-224.

MINETTE, L. J.; MOREIRA, F. M. T.; SOUZA, A. P.; MACHADO, C. C.; SILVA, K. R. Análise técnica e econômica do forwarder em três subsistemas de colheita de florestas de eucalipto. **Revista Árvore**, v. 28, n. 1, p. 91-97, 2004.

MOLIN, J. P., MILAN, M., NESRALLAH, M. G. T., CASTRO, C. N., GIMENEZ, L. M. Determinação de Parâmetros de Desempenho de Colheita Mecanizada Utilizando dados geo-referenciados. In: Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão, **Anais...**, Piracicaba: Universidade de São Paulo / Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2002. 9 p.

POKORNY, B.; PALHETA, C.; STEINBRENNER, M. **Custos de operações florestais: noções e conceitos**. (Documentos / Embrapa Amazônia Oriental, ISSN 1983-0513; 373). Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2011.

PAGNUSSAT, M. B., & LOPES, E. da S. (2017). **The behavioral profile of harvester operators**. *Revista Árvore*, 41(2), e410210. Epub June 26, 2017.

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. Olho na terra. **Revista Cultivar Máquinas**, Pelotas, v.2, n.07, p.15–17, 2002.

SILVA, C. B.; SANT'ANNA, C. M.; MINETTE, L. J. Avaliação ergonômica do "Feller-buncher" utilizado na colheita de eucalipto. **Revista Cerne**, Lavras, v. 9, n. 1, p. 109-118, 2003.

SIMÕES, D.; FENNER, P. T. Avaliação técnica e econômica do forwarder na extração de madeira em povoamento de eucalipto de primeiro corte. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 40, n. 4, p. 711-720, out./dez. 2010.

TANAKA, O.P. Exploração e transporte da cultura do eucalipto. **Informe Agropecuário**, n. 141, p. 24-30, 1986.

TAYLOR, F.W.: **Princípios de administração científica**. 7ª ed., São Paulo, Ed. Atlas, 1978.

VIEIRA G. C, FREITAS L. C, CERQUEIRA P. H. A, BRITO G. S, SILVA E. F, SOUZA A. M. **Custos operacionais e de produção na atividade mecanizada de corte florestal**. *Nativa*, 2016;4(5):201-14.

WADOUSKI, L. H.; **O planejamento operacional na exploração de florestas**. Simpósio sobre Exploração, Transporte, Ergonomia e Segurança em Reflorestamentos. Anais... Curitiba, 1987. p. 28-39.