

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

VALDAIR FERREIRA DE LIMA

**ANÁLISE COMPARATIVA DE PRODUÇÃO FLORESTAL E CONSUMO DE  
COMBUSTÍVEL EM HARVESTERS NO SISTEMA FULL TREE**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

PONTA GROSSA

2017

VALDAIR FERREIRA DE LIMA

**ANÁLISE COMPARATIVA DE PRODUÇÃO FLORESTAL E CONSUMO DE  
COMBUSTÍVEL EM HARVESTERS NO SISTEMA FULL TREE**

Trabalho de Monografia apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Engenharia de Produção, do Departamento de Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof.<sup>o</sup> Dr.<sup>o</sup> João Luiz Kovalesk

PONTA GROSSA

2017



Ministério da Educação  
**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**CAMPUS PONTA GROSSA**  
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
Curso de Especialização em Engenharia de Produção



## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

### **ANÁLISE COMPARATIVA DE PRODUÇÃO FLORESTAL E CONSUMO DECOMBUSTÍVEL EM HARVESTERS NO SISTEMA FULL TREE.**

por

**Valdair Ferreira de Lima**

Esta monografia foi apresentada no dia dezoito de março de dois mil e dezessete como requisito parcial para a obtenção do título de ESPECIALISTA EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. O candidato foi argüido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

**Prof. Dr. João Luiz Kowaleski (UTFPR)**  
Orientador

**Prof. Dr. Ariel Orlei Michaloski (UTFPR)**  
Membro

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Juliana Vitória Messias  
Bittencourt (UTFPR)**  
Membro

Visto do Coordenador:

---

**Prof. Dr. Ariel Orlei Michaloski**  
Coordenador  
UTFPR – Câmpus Ponta Grossa

## **AGRADECIMENTOS**

Aos amigos que nesse período me incentivaram e compartilharam de seus conhecimentos que tornaram possível a conclusão deste trabalho.

A todos os meus familiares que, direta ou indiretamente, possibilitaram a realização deste trabalho em especial minha esposa e meu irmão que sempre me apoiou nas decisões.

A Deus pelo dom da vida e capacidade de adquirir novos conhecimentos.

## RESUMO

LIMA, Valdair Ferreira. **Análise comparativa de produção florestal e consumo de combustível em *Harvesters* sistema *FullTree* 2017**. 34 f. Monografia. (Especialização em Engenharia da Produção). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.

A colheita florestal mecanizada no Brasil tem sua atenção voltada para eficiência operacional devido a buscas por metas de produções estabelecidas para atender uma demanda do mercado com foco em menor custo final e um baixo índice de acidente de trabalho relacionado às atividades do setor florestal, sendo a principal preocupação a integração entre ambiente seguro e o trabalhador proporcionando melhores condições ergonômicas de trabalho, e sistema de produção mais garantido. Este trabalho teve como objetivo a comparação quantitativa de produção de máquina a máquina de colheita florestal com cabeçote igual em mesmas situações topográficas e floresta com as mesmas condições em turno rotativo. Com sistema de análise quantitativo onde os dados foram coletados no período de dois meses através de medições diárias em máquinas individuais onde todos os dados foram apontados em boletins manuais e enviados para escritório administrativo e lançados na planilha. Os resultados ainda não foram finalizados, mas estima-se que, com base em dados de outros estudos já realizados, a viabilidade de cada equipamento deve-se ao sistema em que vai implantar para cada operação. Espera-se que após análise quantitativa dos dados possa-se concluir a viabilidade de uma máquina conforme sistema proposto onde as atividades de colheita mecanizada proporcionam a integração das atividades em um só equipamento com isso garante a otimização de mão de obra no processo com um nível de segurança superior, devido a novas tecnologias avançadas das máquinas e equipamentos sendo superiores quando comparadas com às atividades semi-mecanizadas, pode-se destacar a contínua evolução ao longo do tempo em conceitos, técnicas e padrões de qualidade que representa um importante avanço ao sistema produtivo do setorflorestal.

**Palavras-chave:** *FellerBuncher*. *Skidders*. *Forwarder*. Máquinas florestais. Colheita florestal mecanizada.

## ABSTRACT

LIMA, Valdair Ferreira. **Comparative Analysis of Forest Production and Fuel Consumption in Harvesters FullTree System.** 2017. 35 f. Monografia. (Especialização em Engenharia da Produção). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.

The automated forest crop in Brazil has his attention returned for operational efficiency due to searches for goals of established productions to assist a demand of the market with focus in smaller final cost and a low index of work accident related to the activities of the forest section, being the main concern the integration between safe atmosphere and the worker providing better ergonomic conditions of work, and more guaranteed production system. This work had as I aim at quantitative comparison of machine production the machine of forest crop with same headstock in same topographical situations and forest with same conditions in rotative shift. With system of it analyzes quantitative where the data were collected in the period of two month are slant of daily measurements in individual machines where all data were pointed in manual bulletins and correspondents for administrative office and thrown in the spreadsheet. The results still were not concluded, but he is considered that with base in data of other studies accomplished already that the viability of each equipment is due to the system in that will implant for each operation. It is waited that after analysis quantitative of the data viability of a machine can be ended according to proposed system where to the activities of automated crop they provide the integration of the activities in only one equipment with that guarantees the optimization of work hand in the process with a level of superior safety, due to new technologies advanced of the machines and equipment's being superior when compared with the activity are semi-automated, it can stand out continues it evolution along the time in concepts and techniques and quality patterns that it represents an important progress to the productive system of the forest section.

**Keywords:** Feller Buncher. Skidders. Forwarder. Forestry Machinery. Mechanized forest harvesting.

## LISTA DE FIGURA

Figura 1 - <i>FellerBuncher</i> .....	16
Figura 2- <i>Harvester</i> .....	17
Figura 3 - <i>Skidder</i> .....	18
Figura 4 - <i>Forwarder</i> .....	19
Figura 5 - Traçador.....	20
Figura 6 - Localização da coleta de dados .....	22
Figura 7 – <i>Harvester JOHN DEERE 2154 D</i> utilizado neste trabalho .....	24
Figura 8 - <i>Harvester CAT 320 d</i> utilizado neste estudo.....	25
Figura 9 - Cabeçote do <i>Harvester</i> estudado.....	26
Figura 10 - Processo de medição produção.....	27

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Especificações Técnicas JOHN DEERE 2154 D. ....	24
Tabela 2 - Características técnicas da máquina-base CAT 320.....	25
Tabela 3 - Características técnicas do cabeçote processador do <i>Harvester</i> .....	26
Tabela 4 - Análise estatística da produção do processamento, pelo Teste T.....	29

## LISTA DE QUADROS e GRÁFICOS

Quadro 1 - Sistema de colheita de madeira .....	15
Gráfico 1 - Média de produção turno .....	28
Gráfico 2 - Gráfico Média de consumo combustível.....	30

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
1.1 JUSTIFICATIVA .....	11
1.2 OBJETIVOS .....	11
1.2.1 Objetivos Geral .....	11
1.2.2 Objetivos Específicos .....	11
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>12</b>
2.1 HISTÓRICO DA COLHEITA FLORESTAL NO BRASIL .....	12
2.2 COLHEITA FLORESTAL.....	13
2.2.1 Definição.....	13
2.2.2 Conceito .....	14
2.3 SISTEMA DE COLHEITA DA MADEIRA.....	14
2.4 PRINCIPAIS MÁQUINAS .....	15
2.4.1 - <i>FellerBuncher</i> .....	16
2.4.2 <i>Harvesters</i> .....	16
2.4.3 <i>Skidders</i> .....	17
2.4.4 <i>Forwarder</i> .....	18
2.4.5 Traçador .....	19
2.5 IMPORTÂNCIA DA PRODUTIVIDADE NA COLHEITA FLORESTAL .....	20
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>22</b>
3.1 ÁREA DE ESTUDO .....	22
3.2 POVOAMENTOS FLORESTAIS ESTUDADOS.....	22
3.3 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA .....	22
3.4 CICLO DE TRABALHO .....	23
3.5 MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS ESTUDADOS.....	23
3.5.1 John Deere 2154 D.....	24
3.5.2 Escavadeira Hidráulica cat 320 D.....	24
3.5.3 Cabeçote Waratah 616C .....	25
3.6 COLETA DE DADOS.....	26
3.6.1 Produção .....	26
3.6.2 Abastecimentos.....	27
3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	27
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>28</b>
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	<b>31</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>32</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A colheita florestal no Brasil tem sua atenção voltada para eficiência operacional devido à busca de metas de produção estabelecidas para atender a demanda do mercado, isso se deve ao crescimento acelerado das indústrias de seguimento madeireiro, levando em consideração o fator de baixo custo operacional.

Por meio da mecanização pode-se evidenciar o baixo índice de acidente de trabalho relacionado às atividades do setor florestal, sendo a principal preocupação a integração entre ambiente seguro e o trabalhador proporcionando um sistema de produção mais garantido. E ainda, a melhora nas condições ergonômicas de trabalho, proporcionando aumento na produção devido à flexibilidade da jornada de trabalho.

Com a colheita florestal mecanizada os custos foram otimizados devido à produção ser altamente elevada e executada com menos mão de obra, o que se torna mais viável. Os estudos das máquinas e equipamentos individuais são indispensáveis para determinar a quantidade de máquinas necessárias para se obter a produção necessária a suprir uma demanda específica bem como determinar o sistema mais viável de colheita a ser implantado ou melhorado.

Na colheita florestal mecanizada é de suma importância determinar qual sistema a ser implantado levando em consideração o fator indispensável à topografia do terreno e idade do povoamento a ser extraído, onde cada sistema lhe beneficiará de uma forma a atingir a produção desejada.

As atividades de colheita mecanizada proporcionam a integração das atividades em um só equipamento com isso garante a otimização de mão de obra no processo, devido a novas tecnologias avançadas das máquinas e equipamentos sendo superiores quando comparadas com as atividades semi-mecanizadas. Pode-se destacar a contínua evolução ao longo do tempo em conceitos e técnicas e padrões de qualidade que representa um importante avanço ao sistema produtivo do setor florestal.

Segundo Machado (2002) a colheita florestal pode ser definida como um conjunto de operações efetuadas no maciço florestal, que envolvem desde a preparação e a extração da madeira até o local de transporte, mediante uso de

técnicas e de padrões estabelecidos, visando à transformação da madeira em produto final. Sendo assim, é importante realizar estudos que demonstrem a real capacidade produtiva das máquinas de colheita de madeira, de forma a subsidiar a tomada de decisão na empresa florestal.

Este estudo teve como objetivo a comparar quantitativa a produção com máquina de colheita florestal vinculada ao mesmo cabeçote processador nas mesmas situações de topográficas em florestas da mesma idade com turnos rotativos, para verificar a viabilidade de aquisição da melhor máquina com menor custo.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

A atividade de colheita mecanizada possui importância significativa para o setor florestal pela sua complexidade e alto custo, onde as aquisições de equipamentos não compatíveis podem gerar prejuízos financeiros e produtivos. Desta forma, torna-se necessária a realização de pesquisas e planejamentos para conhecer as capacidades de produção, portanto este trabalho justifica-se pela importância da pesquisa de capacidade de produção e consumo de combustível por máquina, determinando qual viabilidade financeira para aquisição da máquina que atenda o volume de produção e qualidade com menor custo de investimento.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivos Geral

Identificar e comparar a produção e consumo combustível de duas máquinas diferentes de colheita florestal mecanizada no sistema *full-tree*, processadas por cabeçote processador de esteira com as mesmas condições topográficas em um determinado período.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Analisar dados de produção e consumo combustíveis.
- Comparar a produtividade entre máquinas e entretornos.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 HISTÓRICO DA COLHEITA FLORESTAL NO BRASIL

Segundo Malinovski e Malinovski (1998), na década de 80, vieram os tratores derrubadores (*Feller-bunchers*) procurando-se diminuir os riscos de acidentes e melhorar as condições de trabalho e maximizar a disponibilidade dos equipamentos,

Conforme citado por YAMASHITA (2002) muitas empresas guiadas pela necessidade de redução de custos operacionais, bem como redução da mão de obra de algumas regiões, passam a adotar em seu processo mecanizado de colheita tecnologias baseadas na otimização do sistema.

A escolha do tipo de sistema mecanizado a ser utilizado deve contar com algumas variáveis que se não forem levadas em consideração podem resultar em problemas operacionais e ineficiência, tais como, a experiência e a habilidade da mão-de-obra disponível, as características morfológicas da espécie florestal para adaptação da máquina àquelas características, o produto primário, a distância de arraste e transporte, a eficiência da máquina, o capital requerido e as características do terreno de acordo com tipo de solo e topografia (SALMERON, p.1-10,1981);

Segundo Silva *et al.* (2004) fica evidente a necessidade de análise de custos bem como a análise de produtividade como forma de planejar a produção, dessa forma, pode-se visar a minimização dos custos e a maximização do rendimento das atividades, tornado, assim, o projeto viável tanto técnico quanto economicamente.

Tendo em vista essa grande expansão dos plantios florestais que, no final da década de 70 e início da de 80, a indústria nacional passou a desenvolver novas tecnologias, fabricando outros tipos de máquinas e equipamentos de portes leve e médio para atender o setor florestal, particularmente a colheita de madeira, entre os quais os auto carregável ou mini *skidders* (tratores agrícolas + carreta florestal equipada com grua), *skidders* e *forwarders*. Ainda, no decorrer da década de 80, vieram os *Fellerbunchers* de tesoura e de sabre, montados em triciclos e a grade desgalhadora.

No passado a colheita florestal brasileira era chamada de exploração florestal, principalmente de modo como era conduzida. As primeiras técnicas eram rudimentares, realizadas de maneira manual e o com forças animal, caracterizados principalmente pelo elevado esforço físicos, além do elevado grau de periculosidade. Na época de 1970,

iniciou o processo de modernização, com a chegada dos primeiros motosserras profissionais, tratores florestais, que intensificou na década de 1990, devido á abertura do mercado para as importações e o aumento do custo da mão de obra (PEREIRA, p. 138, 2010).

No início das atividades de reflorestamento poucas empresas utilizavam a mecanização nas operações de colheita. Até a década de 40, praticamente não havia emprego de maquinas na colheita florestal onde durante muitos anos, estas dependeram do uso de equipamentos adaptados dos setores agrícolas e industriais para a sua operação. (MACHADO, 2006).

Segundo Leite e Souza (2002) a grande expansão dos maciços florestais que ocorreu na década de 70 e 80, quando as indústrias nacionais passam a desenvolver inovações tecnológicas para atender o setor florestal em especial a colheita de madeira, por meio de máquinas e equipamentos de porte leve e médio, com destaque para os auto carregáveis ou mini *Skidders* (tratores agrícolas + carreta florestal equipada com grua) *skidders e forwarders*. Ainda neste período chegaram os *Feller-bunchers* equipados com tesoura e de sabre, dispostos em triciclos e possuíam gradedesgalhadora.

A colheita florestal mecanizada segundo Machado (2006) teve no Brasil anos 80 com as empresas de médio e pequeno porte, onde surgiu a modernização dos equipamentos florestais.

Em 1994 com a abertura das importações e a necessidade de executar as atividades de colheita mecanizada com mais qualidades e de forma segura visando o bem-estar ergonômico do operador com mais eficiência e baixo custo ocorreu a importação de várias máquinas destinadas a colheita.

## 2.2 COLHEITA FLORESTAL

### 2.2.1 Definição

Na atividade florestal, a colheita de madeira é a etapa mais importante do ponto de vista econômico. (SANTOS *et al.*, 2000).

No Brasil a modernização surgiu na década de 60, 70, com o surgimento das primeiras motosserras, chamadas “Damas da Modernização”. (WALDRIGUES, 1983).

O processo mais intenso iniciou na década de 70, com a produção de maquinário de porte médio e leve para fins florestais pela indústria nacional, neste período surgiram os *mini-skidders*, *skidderse* auto carregáveis, (SALMERON, 1981).

Conforme citado por Oliveira Junior (2005) que destaca o potencial produtivo do setor florestal brasileiro no qual possui taxas elevadas de produção, com volume de 40m<sup>3</sup> a 50m<sup>3</sup> de madeira por hectare / ano de produção.

Segundo Bramucci (2001) no Brasil ainda temos acesso a poucos dados a respeito da capacidade produtiva das máquinas e equipamentos nas diversas condições e situações de trabalho existentes. As estimativas de produtividade e de custos são com bases em dados fornecidos pelos fabricantes ou conseguidos em pesquisas realizadas em outros países que se tornam pouco confiáveis, pelo fato de serem dados obtidos em condições distintas no que diz respeito ao sistema silvicultural, ao clima e à formação profissional do operador.

## 2.2.2 Conceito

Colheita florestal é processo de derrubada e processamento de árvores para atender uma demanda.

Tanaka (1986) define colheita de madeira como o conjunto de operações praticadas no setor florestal, com o objetivo de organizar e transportar a madeira no destino final, por meio da aplicação de processos e modelos estabelecidos, visando o beneficiamento do produto final.

Conceitualmente, a colheita de madeira é composta de duas atividades básicas ou etapas que são o corte e a extração. Dependendo do grau de mecanização e das máquinas e equipamentos utilizados, o corte pode ser realizado totalmente no interior do talhão, podendo as árvores serem ou não processadas na margem das estradas ou pátio intermediário. A extração é responsável pela remoção da madeira do interior para a margem do talhão ou pátio intermediário (MACHADO *et al*, 2008).

## 2.3 SISTEMA DE COLHEITA DA MADEIRA

Os sistemas de colheita são baseados na demanda do mercado e

implantados após um estudo de viabilidade e consistem em quatro sistemas.

Segundo Machado (1994), os princípios básicos da análise de sistemas são comparar máquinas e métodos convencionais e desenvolver novos métodos, máquinas e equipamentos para a colheita de madeira. Entretanto, essa análise depende de certas condições, como dados do terreno, distância de extração, custos operacionais, espécie florestal, dimensões das árvores, época do ano, mão de obra, condições climáticas, recursos físicos e financeiros.

Para Machado *et al.* (2008) os sistemas de colheita podem variar de acordo com diversos fatores, dentre eles topografia do terreno, rendimento volumétrico do povoamento, tipo de floresta, uso final da madeira, máquinas, equipamentos e recursos disponíveis.

Mac Donagh (1994) conceitua os sistemas de colheita como sendo a ligação entre matéria-prima (árvores em pé, na floresta) e as indústrias de transformação da madeira através do conjunto de operações responsáveis pelo abastecimento das mesmas.

Sistemas de colheitas	Descrições
Sistema toras curtas ( <i>Cut-to-length</i> ):	A árvore é processada no local de derrubada, sendo extraída para beira da estrada ou pátio destinado para armazenamento temporário e carregamento.
Sistema de toras cumpridas ( <i>Tree-length</i> ):	A árvore é semi-processadas no local (desgalhamento, destopamento) e levadas as margens das estradas ou pátios de armazenamento temporário em forma de fustes com mais de seis metros de comprimentos.
Sistema de arvores inteira ( <i>Full-tree</i> ):	A árvore é derrubada e levada para a margem da estrada ou de pátio intermediário, onde é processada.
Sistema de arvores completa ( <i>Whole-tree</i> ):	A árvore é arrancada com parte de seu sistema radicular e levada para a margem da estrada ou para pátio temporário, onde é processada.
Sistema de cavaqueamento ( <i>Chipping</i> )	A árvore é derrubada e processada no próprio local, sendo levada em forma de cavacos para um pátio de estocagem ou diretamente para indústria.

Quadro 1 - Sistema de colheita de madeira

Fonte: Adaptado (MACHADO, 2002).

## 2.4 PRINCIPAIS MÁQUINAS

#### 2.4.1 - *FellerBuncher*

Equipamento projetado em algumas séries com nivelamento da cabine que proporciona segurança e ergonomicamente ao operador na execução de suas atividades conforme figura 1.

*FellerBuncher* é um trator florestal cortador-acumulador consiste de um trator de pneus ou esteira que realiza a atividade de corte individual das árvores, agrupando uma a uma nos braços acumuladores, e finaliza direcionando os feixes de 5 a 6 árvores na perpendicular com ângulo de 45º graus formando os feixes. (MACHADO, p. 468.2002).



Figura 1 - *FellerBuncher*  
Fonte: O autor (2016)

#### 2.4.2 *Harvesters*

Conforme definido por Malinovski e Malinovski (1998) *Harvester* ou colhedora é um trator que pode executar, simultaneamente, as operações de derrubada, desgalhamento, traçamento, descascamento e empilhamento da madeira e é composto de uma máquina base de pneus ou esteira, uma lança hidráulica e um cabeçote. Definido por um conjunto motriz de alta mobilidade e estabilidade.

Segundo Machado (2002) este trator conhecido como colhedor e, ou, processador florestal, é automotriz e tem a finalidade de cortar e processar árvores dentro da floresta. Suas características principais são definidas por um conjunto-motriz de alta mobilidade e boa estabilidade.

Leite (2012) define o *Harvester* como colhedor, um trator florestal

definido como automotriz constituído de uma máquina base automotriz com rodado de pneus BPAF (baixa pressão e alta flutuação), esteiras metálicas ou mistos (pneu com esteiras), com uma lança hidráulica para alcance das árvores e um cabeçote que pode executar simultaneamente, as operações de derrubada, desgalhamento, descascamento, traçamento e embandeiramento da madeira.



Figura 2-Harvester  
Fonte: Autor (2016)

### 2.4.3 Skidders

Máquina projetada para trabalhar nos sistemas de toras compridas, onde sua atividade operação limita-se apenas a movimentação, processo este, que ocorre após a derrubada das árvores executando o arraste de feixes de madeira até a margem de estrada ou pátio provisório para seguida ser processadas, máquinas que em algumas séries implemento lâmina frontal para auxiliar o acesso a remoção das árvores conforme figura3.

O *Skidders* é composto por uma máquina base de pneus ou esteira equipada com garra ou guincho. (MACHADO, 2006).

Segundo Machado (2002) alguns modelos são adaptados com uma garra traseira telescópica acionada pelo sistema hidráulico ou sistema de cabos de aço para arraste dos feixes de toras.



Figura 3 - *Skidder*  
Fonte: O autor (2016)

#### 2.4.4 *Forwarder*

Máquinas desenvolvidas com objetivo de realizar auto carregamento e transporte da madeira processada até a margem da estrada, pátio provisório ou descarga direta no meio de transporte final conforme figura 4. No conjunto operacional sua atividade inicia após o processamento da madeira no sistema *Cut-to-length* (toras curtas).

De acordo com Machado (2008), originalmente fabricados no Canadá e aprimorados na Escandinávia, os *Forwarder*, são máquinas, em sua maioria, articuladas, com suspensão da plataforma de carga sobre o chassi traseiro e capacidade de carga variando de 5.000 a 22.000 kg e potência que varia de 95 kW a 205 kW, além de uma grua hidráulica usada no carregamento e descarregamento da própria máquina, conforme mostra a Figura 4. Projetados para serem utilizados no sistema de toras curtas (*Cut-to-length*), executam a extração de madeira da área de corte para a margem da estrada ou pátio intermediário.



Figura 4 - *Forwarder*  
Fonte: O autor (2016)

#### 2.4.5 Traçador

Conforme conceitua Machado (2002), traçador trata-se de uma máquina denominada como garra traçadora, no qual sua operação ocorre sobre o solo, sendo que está adaptada a uma retroescavadeira conforme figura 5 com esteira ou pneu, tendo como principal atividade o traçamento de fuste com grande volume ao mesmo tempo, com preferência de uso no eucalipto, Seu uso intensificou-se nos últimos anos, substituindo as atividades de traçamento de pilhas completas, realizadas no passado pelos motosserristas.



Figura 5 - Traçador

Fonte: Centro de Formação de Operadores de Máquinas Florestais (2016)

## 2.5 IMPORTÂNCIA DA PRODUTIVIDADE NA COLHEITA FLORESTAL

A colheita florestal tem sua importância, pois é relacionada aos resultados onde nosso mercado competitivo busca por resultados satisfatórios e rentáveis.

Segundo Polzl *et al.* (2003) o segmento madeireiro do setor florestal organiza-se em duas direções uma longitudinal e outra transversal. Do ponto de vista transversal, distinguem-se os processos sucessivos de transformação que levam a madeira de um estado bruto a um estado considerado como final. Essa sucessão compreende as seguintes atividades: silvicultura, colheita florestal, primeira transformação, segunda transformação, terceira transformação e consumidor final.

Alguns macros indicadores dessa importância se baseiam na formação do PIB, na geração de divisas e na contribuição para a melhoria da qualidade de vida da sociedade. De fato, o setor florestal brasileiro contribui com cerca de 5% na formação do PIB nacional e com 8% das exportações; gera 1,6 milhão de empregos diretos, 5,6 milhões de empregos indiretos e uma receita anual de R\$ 20 bilhões; recolhe anualmente R\$ 3 bilhões de impostos; conserva uma enorme diversidade biológica (com 6,4 milhões de hectares de florestas plantadas, sendo 4,8 milhões com florestas de produção de pinus e eucaliptos; mantém 2,6 milhões de hectares de florestas nativas) (IPEF, 2003).

Sendo a colheita florestal uma operação de custos altos desde a aquisição dos equipamentos até o produto final da madeira processada, torna-se importante a produção para o atendimento à demanda do mercado bem como alcançar as metas estabelecidas de produção onde se garante coberturas de todos os custos operacionais e se obtém resultados esperados.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

Este trabalho foi realizado nas áreas florestais de uma empresa no estado do Paraná, município de Arapoti, localizada a 841 metros de altitude, com as coordenadas geográficas de Latitude: 24° 8' 43" Sul e Longitude: 49° 49' 8" Oeste, com terreno plano, conforme os talhões em que foram efetuados o processo de colheita florestal (Figura 6).



Figura 6 - Localização da coleta de dados  
Fonte: Google Earth® (2016)

#### 3.2 POVOAMENTOS FLORESTAIS ESTUDADOS

O plantio florestal deste estudo foi composto por reflorestamento de *Pinus taeda* de 12 anos de idade, plantio no espaçamento de 3 x 2 m, com poda efetuada na altura de 4,5 metros, sem desbaste, com densidade de 1667 árvores/há, onde suas madeiras foram destinadas para produção de papel, MDF (fibra de média densidade), madeira serrada e processos em gerais.

#### 3.3 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A classificação da pesquisa pode ocorrer de várias formas, de acordo com os requisitos seguidos. Isto significa que, conforme Prodanov e Freitas (2013) pode haver vários tipos de pesquisas que variam conforme seus gêneros

e suas peculiaridades próprias.

Do ponto de vista da natureza caracteriza-se como pesquisa aplicada, que conforme cita Kauark (2010, p. 27) “objetiva gerar conhecimentos para a aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais”.

Com relação à abordagem do problema, a pesquisa caracteriza-se por ser quantitativa, a qual interpreta em números, opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. (PRODANOV; FREITAS, 2013). Requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas.

Quanto aos fins é classificada como descritiva. Conforme Prodanov e Freitas (2013) este tipo de pesquisa observa, registra, analisa e ordena dados, sem manipulá-los, sendo assim, não existe a interferência do pesquisador.

Referente aos procedimentos trata-se de pesquisa bibliográfica, a qual houve a leitura e pesquisa sobre o tema abordado e estudo de caso, pois conforme Prodanov e Freitas (2013) pode ser compreendido em coleta e análise de informações.

### 3.4 CICLO DE TRABALHO

Atividade de trabalho de processamento de madeira realizada em três turnos rotativos de 8 horas cada, no qual possuem intervalos de 1 hora para refeições, totalizando 48 horas semanais. Cada operador possui sua respectiva máquina por turno, o que facilitou a coleta e comparação de dados.

A atividade de processamento da madeira foi realizada por ambas as máquinas. Na margem da estrada, próximo às pilhas de árvores arrastadas, o processador posicionava o cabeçote, abria as facas de desganhamento, retirando uma árvore por vez do estaleiro e posicionando o cabeçote na base da árvore para retirada do destopo. Em seguida acionava-se a pré-seleção, realizando de modo automático o desganhamento seguido do processamento conforme já programado no display pelo operador. Este procedimento operacional do cabeçote seguiu os dados informados com base na demanda do mercado.

### 3.5 MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS ESTUDADOS

### 3.5.1 John Deere 2154 D

Sistema hidráulico atualizado com maior alcance e capacidade de elevação com torque de maior alcance e capacidade de elevação com torque de giro aumentada sendo uma máquina desenvolvida exclusivamente para atividades de extração de madeira.

Tabela 1 - Especificações Técnicas JOHN DEERE 2154D.

<b>Especificações Técnicas <i>Harvester JOHN DEERE 2154 D</i></b>	
Potência Máxima	119 kW (159 hp)
Fluxo Hidráulico Máximo	472 L/m (124,6 gpm)
Torque de Giro	74.606 Nm (54.857 lbf.)
Força da Tração da Barra	22.634 kg (49.900 lb.)

Fonte: John Deere (2016).



Figura 7 – *Harvester JOHN DEERE 2154 D* utilizado neste trabalho.  
Fonte: O autor (2016).

### 3.5.2 Escavadeira Hidráulica cat 320 D.

Escavadeira Hidráulica adaptada com motor C6.4 com a Tecnologia ACERT™ trabalha no ponto de combustão para otimizar o desempenho do motor fornecer baixas emissões de escape para atender os regulamentos sobre

emissões.

Tabela 2 - Características técnicas da máquina-base CAT 320

<b>Características técnicas da máquina-base CAT320D</b>	
Modelo do motor Cat®	C6.4 ACERT™
Potência líquida no volante	103 kW 138 hp
Cilindrada	6,4 L 389 pol3
Peso de operação	21.570 kg 47.554 lb
Sistema hidráulico	260 L 69 gal

Fonte: CAT320D Brasil (2016).



Figura 8 - *Harvester* CAT 320 d utilizado neste estudo.  
Fonte: O autor.

### 3.5.3 Cabeçote Waratah 616C

O cabeçote *Harvester* HTH616C pode ser facilmente instalado em transportadores para desbastar e fazer o corte final da madeira em um diâmetro ideal de 40 cm (16 pol.). Este equipamento oferece os mesmos recursos dos cabeçotes maiores: tração sincronizada, serra destopadeira, entre outros.

O cabeçote dispõe de braços acumuladores, capazes de segurar e levantar a árvore após o corte. Corte esse realizado por uma serra, um disco ou sabre, onde a árvore é posicionada horizontalmente, e através de rolos dentados em movimentos vai-e-vem promove o descascamento e desgalhamento através de uma estrutura metálica

de corte. Para o 27 “OneGripHarvester”, o cabeçote corta, desgalha e traça, e para o “TwoGripHarvester” o cabeçote tem somente a função de corte, os equipamentos para desgalhamento e traçamento se encontram sobre o eixo traseiro da máquina base. (MALINOVSKI e MALINOVSKI, p. 138. 1998).

Tabela 3 - Características técnicas do cabeçote processador do *Harvester*.

<b>Características técnicas do cabeçote processador do <i>Harvester</i>.</b>	
Peso (base)	1.680 kg/3.696 lb
Peso (base c/ serre superior)	1.800 kg/3.960 lb
Requisitos hidráulicos	35 MPa/5.075 psi
Abertura máx. do rolo de alimentador	68 cm/27 pol.
Largura (máx.):	160 cm/63 pol

Fonte: WARATAH (2016).



Figura 9 - Cabeçote do *Harvester* estudado.  
Fonte: WARATAH (2016).

## 3.6 COLETA DE DADOS

### 3.6.1 Produção

Os dados foram coletados através de boletins de produção diários, onde são efetuadas medições da produção, esta atividade foi realizada por uma equipe composta por um Técnico Florestal e dois auxiliares. A medição foi realizada com auxílio de uma trena de 50 metros e tinta para demarcação da produção por turno e sortimento. O processo de medição seguiu um procedimento estabelecido por questões de segurança, no qual é sempre

efetuado um dia após o processamento, sendo assim fica restrito neste período o carregamento.

Após a coleta de dados, as informações foram lançadas em uma base de dados na qual é realizada a compilação.



Figura 10 - Processo de medição produção  
Fonte: O autor (2016)

### 3.6.2 Abastecimentos

Os dados foram coletados do sistema de controle CTAPLUS onde é alimentado via rede telefônica através de cada abastecimento efetuado pelo caminhão comboio onde utiliza um sistema eletrônico de chaveiro para cada máquina cadastrada onde ocorre abastecimento a cada 8 horas e todo abastecimento gera dados no sistema controlado pelo escritório para acompanhamentos diários sendo eles individuais para cada máquina.

### 3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

No processo de comparação das médias de produção foi utilizado o programa Microsoft Excel®, bem como a tabulação dos dados de produção por máquina e posteriores análises preliminares seguidos do teste T.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Pode-se visualizar no Gráfico 1 a variação das médias de produção, em metros cúbicos, entre os turnos trabalhados pelas máquinas estudadas. De um modo geral, pode-se observar que a John Deere 2154 D apresentou diferenças mínimas na produção, quando comparado à CAT 320 D.

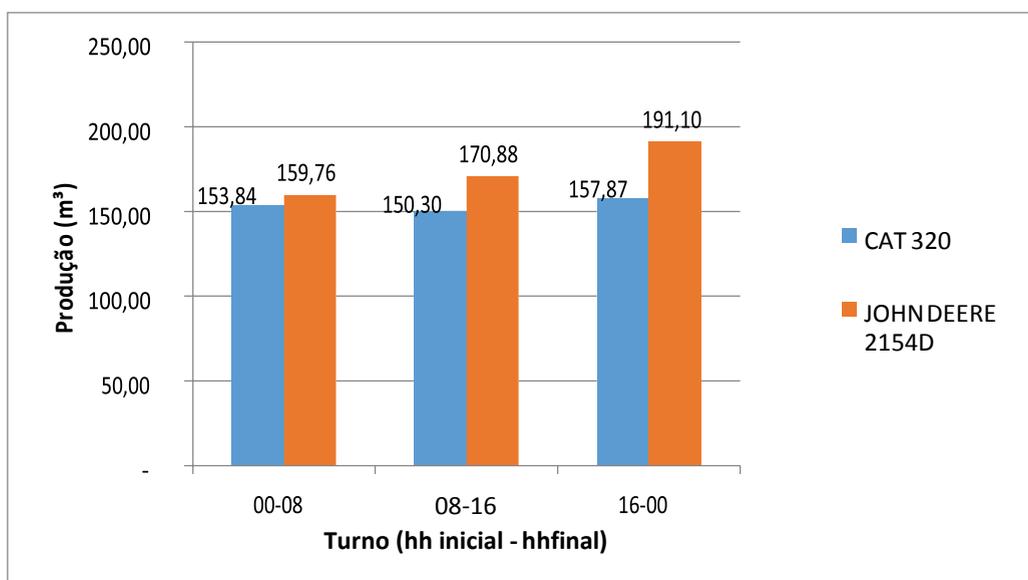


Gráfico 1 - Média de produção turno  
Fonte: Boletim de produção empresa (2016)

Analisando os resultados apresentados por Pereira (2012), o qual observou em seu estudo valores de produção de toras curtas, observa-se que a produtividade, quando analisada nos sistemas *full-tree* apresentaram resultados semelhantes aos encontrados neste trabalho.

Segundo Borges (2011) no que diz respeito às paradas de ordem mecânica, o fator mais impactante é o sistema elétrico das máquinas, apresentando valores de representativos.

Através das análises realizadas por Bertin (2010) na colheita mecanizada nos modais sistemas, *Harvester e Feller-Buncher* + Processador Florestal, pode concluir que trabalhando nas mesmas condições, o conjunto *Feller-Buncher* + Processador Florestal o rendimento operacional apresentou superioridade, tornando-se o mais indicado para a colheita florestal de eucalipto em primeira rotação.

Apesar da aparente superioridade da John Deere 2154D, foi realizado um teste de média para verificar se os valores de produção eram estatisticamente diferentes entre si. Na tabela 4 pode ser visto os resultados do teste de Tukey para as médias das produções por turno, entre ambas as máquinas estudadas.

Tabela 4 - Análise estatística da produção do processamento, pelo Teste T

<b>Análise estatística da produção do processamento, pelo Teste T.</b>			
Turno	00h às 08h	08h às 16h	16h às 00h
T calculado	0,3822	1,1739	2,4659
T tabelado	2,0106	2,0195	2,0106

\*se T calculado é maior que T tabelado, as médias são estatisticamente diferentes, pelo teste T a 95% de probabilidade.

Fonte: Boletim de produção.

Como pode ser observada, a produção estudada entre os três turnos estudados, apenas o turno das 16h às 00h apresentou diferença estatística, pelo teste T, visto que o valor de T calculado (2,4659) foi maior do que o valor de T tabelado (2,0106). Isto pode ser explicado pelo trânsito de pessoas e veículos ser menor no decorrer deste turno, não cumprimentos de regras de segurança, pressão psicológica, manutenções mecânicas.

Já nos turnos das 00h às 08h e das 08h às 16h, houve homogeneidade devido ao T calculado ter apresentado resultado menor do que o T tabelado, ou seja, as produções se mantiveram estatisticamente sem diferenças significativas, pelo teste T. Desta vez, a explicação é de que no turno das 08h às 16h se concentram a maior parte das manutenções, o abastecimento e lubrificação completa, além de haver maior fluxo de pessoas tanto da equipe como de empresas terceirizadas presentes nas áreas.

Em contrapartida, no turno das 00h às 08h há o fato das quebras ou falhas, onde a correção nem sempre é possível ser efetuada no momento, assim ficando para a parte do dia, ou seja, comprometendo a produção e deixando a máquina parada à espera do conserto.

Segundo Silva *et al.* (2004) fica evidente a necessidade de análise de custos, bem como a análise de produtividade, como forma de planejar a

produção, dessa forma, pode-se visar a minimização dos custos e a maximização do rendimento das atividades, tornado, assim, o projeto viável tanto técnico quanto economicamente.

Analisando o consumo médio de combustível no mesmo período de produção foi evidenciado uma diferença significativa entre as médias da CAT320D conforme Gráfico 2 quando comparada com a JOHN DEERE 2154D.

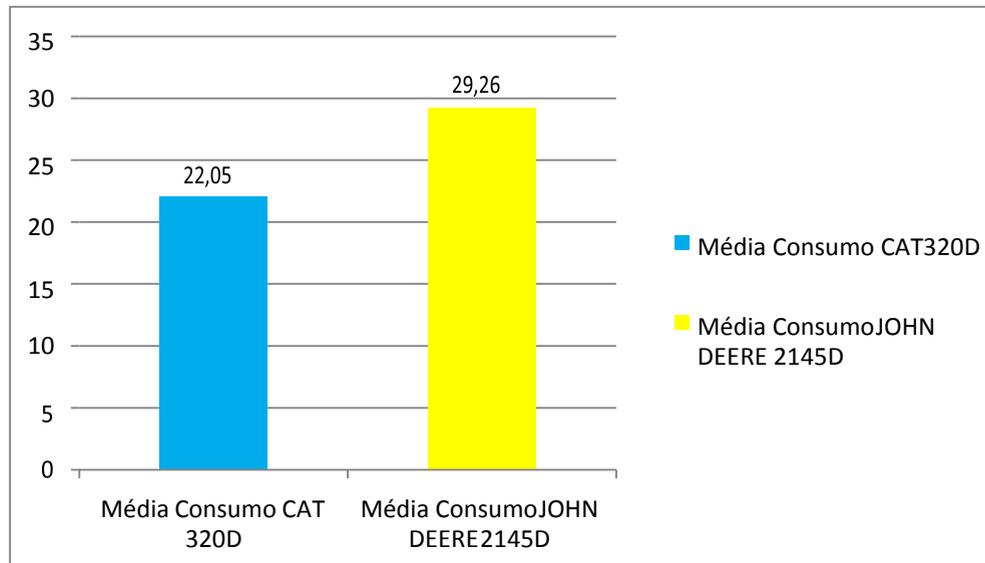


Gráfico 2 - Gráfico média de consumo combustível  
Fonte: <http://ctaplus.com.br:8080/SvAdmIndex>

## 5 CONCLUSÕES

Por meio observação dos aspectos analisados foi possível identificar e comparar a produção dos equipamentos, de modo que os valores de produção apresentados pela máquina John Deere 2154D não apresentaram diferenças significativas comparados aos da CAT 320D nos turnos 00h às 08h e das 8h às 16h, porém no turno das 16h às 0h demonstrou diferenças significativas de produção pela menor quantidade de intervenções mecânicas preventivas realizadas, sendo que sempre ocorrem durante o turno das 08 às 16 onde demanda tempo e do turno das 00 às 08 ocorre falhas do sistema que dependem de análise técnica especializada e não são corrigidas no momento por falta de qualificação do mecânico ficando equipamento parado aguardando manutenção no início do dia, assim tornando mais produtiva no turno das 16 às 00 e bem como pelo menor fluxo de pessoas na área de colheita.

Deste modo ao analisar o consumo de combustível e comparar a média entre as máquinas, a CAT 320D apresentou uma diferença significativa de 33% quando comparada ao consumo da JOHN DEERE 2154D, porém analisando as médias de produção dos turnos, mesmo não apresentando diferenças significativas a JOHN DEERE 2154D produz 60 m<sup>3</sup> a mais por dia que representa R\$7.440,00 que supera o consumo elevado identificado na média de consumo combustível das máquinas.

Salienta-se a importância da continuidade deste trabalho em estudos futuros devido à necessidade de otimização dos custos visando sempre a alta produtividade nas operações de colheitas florestais mecanizadas, analisando as manutenções em geral objetivando o menor custo final.

## REFERÊNCIAS

BRAMUCCI, M.: **Determinação e quantificação de fatores de influência sobre a produtividade de “harvesters” na colheita de madeira**, Dissertação de Mestrado- ESALQ, Piracicaba, 2001.

CATTERPILAR, Brasil, **Características técnicas da máquinas Base 320D** Disponível em: [http://www.cat.com/pt\\_BR/products/new/equipment/excavators/medium-excavators/16917542.html](http://www.cat.com/pt_BR/products/new/equipment/excavators/medium-excavators/16917542.html) Acesso em 11 dez. 2016 .

CENTRO DE FORMAÇÃO OPERADORES DE MÁQUINAS FLORESTAIS, **Garra Traçadora**. 2016. Disponível em <http://site.ufvim.edu.br/ctflor/imagens/garra-tracadora> Acesso em 15 out.2016.

Google Earth® (2016) **Localização da coleta de dados**. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/place/Arapoti,+PR> Acesso: 03 Jan 2016.

[http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira\\_materia.php?num=1422&subject=Colheita%20Florestal&title=A%20mecaniza%C3%A7%C3%A3o%20da%20colheita%20florestal%20no%20Brasil](http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1422&subject=Colheita%20Florestal&title=A%20mecaniza%C3%A7%C3%A3o%20da%20colheita%20florestal%20no%20Brasil): **Rev.** da madeira edição nº 121 –Novembro de 2009.

<http://ctaplus.com.br:8080/SvAdmIndex>.

IPEF – INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS. Ciência e tecnologia no setor florestal brasileiro: **Diagnóstico, prioridades e modelo de financiamento**. Disponível em: **Acesso** em: 14 nov 2016.

JOHN DEERE, Brasil 2016. **Especificações Técnicas Harvester 2154 D** Disponível [https://www.deere.com.br/pt\\_BR/products/equipment/forestry\\_swing\\_machines/2154d/2154d.page](https://www.deere.com.br/pt_BR/products/equipment/forestry_swing_machines/2154d/2154d.page) Acesso em 04 set 2016.

KAUARK, F B. da; MANHÃES, F. C.; MEDEIROS, C. H., **Metodologia da Pesquisa: um guia prático**. Itabuna: Via Litterarum, 2010.

LEITE, P. M. A.; SOUZA, M.T.R. **Exploração e Transporte Florestal**. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAehpoAG/apostila-colheita-florestal> Acesso em: 25 set. 2016.

LEITE, A. M. P. **Análise da terceirização na colheita florestal no Brasil**. 2002. 300 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2002.

MAC DONAGH, P. M. **Avaliação técnico-econômica da extração de Pinus spp. Utilizando tratores com garra no sul do Brasil**. Curitiba, 1994. 156 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

MACHADO, C. C. **Planejamento e controle de custos na exploração**

**florestal**. Viçosa: UFV; Imprensa Universitária, 1994. 138 p.

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.

MACHADO, C. C.; LOPES, E. S. **Planejamento**. In: MACHADO, C. C. (Ed.). **Colheita florestal**. Viçosa, MG: UFV, Imprensa Universitária, 2002. 468 p.

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. 501 p.

MACHADO, C. C.; SILVA, E. N.; PEREIRA, R. S. O setor florestal brasileiro. In: MACHADO, C. C. (Coord.) Colheita florestal. 2. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2008. Cap. 1, p. 15-42.

MACHADO, C.C. **Colheita Florestal**. Viçosa-MG: UFV, 2002. 468 p.

OLIVEIRA JUNIOR, E. D. **Análise energética dois sistemas de colheita mecanizada eucalipto**. Tese Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros-Piracicaba - SP, 2005 91 p.

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

PEREIRA, R. S. Inovações da colheita e transporte de madeira. **Revista Opiniões**, Ribeirão Preto, SP, v. 20, p. 20, jun./ago. 2010. Disponível em: <<http://www.revistaopinioes.com.br/cp/materia.php?id=670>>. Acesso em: 27 de nov.de 2016.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. **Metodologia e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

SALMERON, A. **A mecanização da exploração florestal**. Piracicaba: IPEF, 1981. p.1-10 (Circular Técnica, 88).

SANTOS, S. M. *et al.* Avaliação técnica econômica do corte florestal semimecanizado em diferentes volumes por árvore e comprimentos de toras. **Revista Árvore**, Viçosa/MG. v. 24, n.4. p. 417-422, 2000.

SILVA, K. R.; MINETTI, L.J.; FIEDLER, N. C.; VENTUROLI, F.; MACHADO, E. G. B.; SOUZA, A. P. Custos e rendimentos operacionais de um plantio de eucalipto em região de cerrado. **Revista Árvore**, v.28, n.3, p.361-366, 2004.

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

WALDRIGUES, O. M. P. **Produtividade no setor florestal**. Curitiba, 1983. 40 f. Monografia (Disciplina de Ciência do Trabalho Florestal) – Setor de Ciências

Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

YAMASHITA, R. Y. **Avaliação das condições de trabalho e da exposição à vibração do operador de máquinas na colheita florestal** [dissertação]. Piracicaba: Escola Superior de Agronomia Luis de Queiroz; 2002.

WARATAH. **Características Cabeçote Processador do Harvester 616C**. Disponível em <http://pt-la.waratah.net/hth616c.html>. Acesso em: 15 set. 2016