

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

**MAURICIO DE LIZ FARIAS**

**COLHEITA MECANIZADA COM GTA – GUINCHO DE TRAÇÃO AUXILIAR E  
COLHEITA SEMI MECANIZADA:**

**UM COMPARATIVO PRODUTIVO E FINANCEIRO**

**CURITIBA**

**2016**

MAURICIO DE LIZ FARIAS

COLHEITA MECANIZADA COM GTA – GUINCHO DE TRAÇÃO AUXILIAR E  
COLHEITA SEMI MECANIZADA:

UM COMPARATIVO PRODUTIVO E FINANCEIRO

Trabalho apresentado como requisito parcial à  
obtenção do grau de Pós-Graduação em  
Gestão Florestal, Departamento de Economia  
Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias  
da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof.Dr. Tiago de Oliveira Godinho

CURITIBA

2016

## RESUMO

O setor florestal sempre busca avanços tecnológicos em todas as fases da produção, consegue utilizar o que há de melhor em todo o mundo, importando sementes, fertilizantes, máquinas e caminhões, porém, a maior restrição que existe é o uso da mão-de-obra, que tende a ser local. Na fase da colheita, florestas em áreas com declividades acentuadas, são extraídas por meio da colheita semi mecanizada, onde existe um grande número de pessoas envolvidas e baixa produtividade. Empresas do ramo florestal investem em alternativas de mecanização para o aumento de produção e para suprir a necessidade de mão-de-obra e conseguir mecanizar a colheita em áreas íngremes. O presente trabalho analisou sistemas de colheita florestal, comparando a colheita mecanizada utilizando *harvester* e *forwarder* com implementos auxiliares GTA – Guincho de Tração Auxiliar, com sistema de colheita semi mecanizada em áreas com topografia irregular. A colheita em estudo foi realizada na espécie florestal de *Pinus spp.*, no estado de Santa Catarina, realizando comparativos de produtividade entre os sistemas. A operação com GTA mostrou-se mais atrativa economicamente em relação à colheita semi mecanizada, inicialmente com maior custo de investimento na implantação, porém, tendo igualdade de investimentos entre os sistemas aos trinta meses, devido ao menor custo operacional e grande redução de mão-de-obra.

Palavras-Chave: Produtividade. *Pinus*. Declividades.

## ABSTRACT

The forestry sector is always looking for technological advances in all stages of production. It can make use of the best technologies from around the world, importing seeds, fertilizers, machinery and trucks. The greatest limit to production, however, is the use of labor, which tends to be local. At the harvest stage, forests in areas with marked slopes are extracted through semi-mechanized harvesting, where there is a large number of people involved and low productivity. Forestry companies invest in alternative mechanization to increase production, to meet the need for labor, and to mechanize the harvest in steep areas. Guincho Auxiliary Traction (GTA) is a semi-mechanized harvesting system used in areas with irregular topography. A study was carried out in the forest species *Pinus* spp., in the state of Santa Catarina, comparing productivity among various systems. The operation with GTA proved to be the most economical among the semi-mechanized harvest systems studied. Initially there was a higher investment cost in the implementation; however, by the end of the 30-month period, investments between the systems were equal, due to lower operational costs and a substantial reduction of labor.

Keywords: Productivity. *Pinus*. Declivities.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>5</b>
<b>2 OBJETIVO .....</b>	<b>8</b>
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>9</b>
3.1 COLHEITA FLORESTAL .....	9
3.2 COLHEITA MECANIZADA.....	9
3.3 <i>HARVESTER</i> .....	10
3.4 GUINCHO.....	13
3.5 <i>FORWARDER</i> .....	14
<b>4 CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DO ESTUDO.....</b>	<b>18</b>
<b>5 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>20</b>
5.1 COLHEITA MECANIZADA.....	20
5.1.1 <i>Harvester</i> com GTA .....	20
5.1.2 <i>Forwarder</i> com GTA – Guincho de Tração Auxiliar .....	26
5.2 COLHEITA SEMI MECANIZADA .....	29
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>33</b>
6.1 PRODUTIVIDADE DO <i>HARVESTER</i> .....	33
6.2 PRODUTIVIDADE DO <i>FORWARDER</i> .....	35
6.3 PRODUTIVIDADE SEMI MECANIZADA.....	37
<b>7 COMPARATIVOS DE INVESTIMENTOS .....</b>	<b>41</b>
<b>8 CONCLUSÕES .....</b>	<b>52</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>54</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As florestas plantadas são as principais fontes de suprimento da cadeia produtiva florestal, que compõe diversos segmentos industriais de grande relevância para o desenvolvimento do setor florestal e do país. Nas últimas décadas, as principais fontes de suprimento de madeira para a indústria de base florestal do Brasil têm sido os plantios com *Pinus* e *Eucalyptus*, os quais, embora ocupem apenas 1,4% da área com florestas no país (nativas e plantadas), responderam em 2014 por 82% da produção e suprimento nacional de madeira em tora industrial. O Brasil concentra 7,74 milhões ha com florestas plantadas, sendo 1,59 milhão de ha com *Pinus*. Os plantios com *Pinus* se concentram na Região Sul, representando 88% da participação do total nacional (ACR – ASSOCIAÇÃO CATARINENSE DE EMPRESAS FLORESTAIS, 2016).

A cadeia produtiva florestal acrescentou R\$ 60,6 bilhões ao Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil em 2014, correspondente a 1,1% do total nacional. A área com floresta plantada no Brasil, se concentra principalmente na indústria de celulose e papel (34,0%), seguida por produtores independentes e fomentados (26,8%) e a indústria siderúrgica à carvão vegetal (15,2%). O restante pertence aos investidores financeiros (10,2%), indústria de painéis reconstituídos (6,8%), e em menor escala nos segmentos de serrados, móveis e outros produtos sólidos (3,6%) e outros usos (3,4%), conforme estatística de 2014, (IBÁ – INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2015).

Grande parte da área coberta por florestas plantadas com *Pinus spp.*, no Brasil, tem vínculo direto com empresas que necessitam da matéria-prima, em suas atividades industriais. São as chamadas “empresas verticalizadas”. Este grupo de empresas inclui, basicamente, as indústrias de celulose e papel, as de chapas de partículas de madeira aglomerada, serrarias, laminadoras e indústrias de processamento de resina (EMBRAPA, 1987). Demonstrado o grande potencial do setor, essas empresas verticalizadas, buscam seus melhores desempenhos em

todas as fases da cadeia produtiva, partindo do preparo de solos, plantio, manejos e chegando à colheita florestal, sempre buscando avanços produtivos.

A colheita florestal busca maior produtividade, aproveitando-se de novas alternativas tecnológicas de colheita. Segundo Machado (1989), a colheita tem grande importância do ponto de vista econômico, pois contribui, muitas vezes, com mais de 50% dos custos da madeira posta na indústria, além de ser composta pelas operações de corte e extração que são de grande complexidade e influenciada por aspectos diversos, como técnicos, ambientais e de segurança.

No decorrer dos anos, os sistemas de colheita passaram por várias mudanças, saindo de sistemas manuais para semi-mecanizadas e chegando atualmente a total mecanização da colheita. De acordo com a classificação da *Food and Agriculture Organization of the United Nations, (FAO)*, os sistemas de colheita podem ser classificados quanto à forma da madeira na fase de extração, ao local onde é realizado o processamento final e ao grau de mecanização. Em muitos trabalhos adotam-se os critérios quanto à forma da madeira na fase de extração: sistemas de toras curtas, compridas e árvores inteiras. Entretanto, Machado (1985), propôs a seguinte classificação de sistemas:

**Sistema de toras curtas, (*Cut-to-length*):** a árvore é processada no local de derrubada, sendo transportada para a margem da estrada ou para o pátio temporário em forma de pequenas toras, com menos de seis metros de comprimento.

**Sistema de toras compridas (*tree-length*):** a árvore é semiprocessada (desgalhamento e destopamento) no local de derrubada e levada para a margem da estrada ou o pátio temporário em forma de fuste, com mais de seis metros de comprimento.

**Sistema de árvores inteiras (*full-tree*):** a árvore é derrubada e levada para a margem da estrada ou para o pátio intermediário, onde é processada.

**Sistema de árvores completas (*whole-tree*):** a árvore é arrancada com parte de seu sistema radicular e levada para a margem da estrada ou para o pátio temporário, onde é processada.

**Sistema de cavaqueamento (*chipping*):** a árvore é derrubada e processada no próprio local, sendo levada em forma de cavacos para um pátio de estocagem ou diretamente para a indústria.

Diante do exposto a colheita mecanizada encontra um problema em áreas íngremes, onde as máquinas florestais não conseguem trabalhar. Nessas áreas, exige-se uma colheita semi mecanizada com muitas pessoas envolvidas para alcançar a mesma produtividade do sistema de colheita mecanizada.

Esse estudo em colheita mecanizada utilizando o GTA em florestas de *Pinus*, demonstra indicadores de produtividade de máquinas realizando colheita em áreas de topografias íngremes com reduções de custos além de minimizar acidentes de trabalho, comparados com a colheita semi mecanizada.

## 2 OBJETIVO

Esse trabalho tem por objetivo, estudar métodos de utilização de equipamentos de Colheita Florestal, em um sistema de colheita mecanizada de toras curtas (*Cut-to-length*), buscando avaliar produtividade de *harvester* modelo 1470 da marca *John Deere* e o *forwarder* modelo 1710 da marca *John Deere* com GTA da marca *Haas*, em colheita de áreas de topografia íngremes, realizando um comparativo com sistema de colheita semi mecanizada em um sistema de colheita de toras compridas (*tree-length*) para estudar produtividades e buscar determinar custos operacionais dos sistemas em florestas de *Pinus*, no sul do Brasil.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 COLHEITA FLORESTAL

A colheita florestal no Brasil ocorre de três formas, as quais são:

- Manual – Utiliza ferramentas manuais como machados, facões, serrotes e etc., necessitando a utilização de grande quantidade de mão-de-obra, tempo de exploração, além de ocasionar muitos acidentes de trabalho;
- Semi-mecanizada – Consiste no método mais utilizado na colheita florestal. No Brasil, têm-se a utilização de motosserras e causa a grande maioria dos acidentes de trabalho;
- Mecanizada – A colheita ocorre com a utilização de tratores florestais, onde o operador não apresenta contato direto com a árvore, sendo este, um método utilizado em florestas que apresentam boa uniformidade e situado em terrenos com topografia regular (RODRIGUES 2004).

Atualmente, com a utilização dos implementos de guincho auxiliar\*, o conceito de colheita florestal sofre alteração. Conforme citado acima, o método de colheita mecanizada utilizado em florestas que apresentam boa uniformidade e situada em terrenos com topografia regular, passa também a ser utilizado em topografia irregular.

#### 3.2 COLHEITA MECANIZADA

Segundo Machado (2008), determinados processos de produção no setor florestal são considerados mecanizados, quando realizados com máquinas-motoras,

---

\* Área com topografia irregular até 35°, são mecanizadas utilizando o GTA

utilizando mecanismos que contêm movimentos relativos ao acionamento direto, e, ou, quando se empregam equipamentos e ferramentas adaptados a uma máquina.

Há algum tempo, admitia-se que o maior benefício da mecanização nas operações florestais fosse a redução dos custos operacionais. Entretanto, com a diminuição da mão-de-obra disponível e o aumento dos custos sociais, a mecanização das operações tornou-se peça importante na busca do acréscimo da produtividade e do controle mais efetivo dos custos e das facilidades administrativas, Machado (2008, apud MENDONÇA FILHO, 1987, p.44). Nos últimos anos, as atividades florestais estão passando por um processo intenso de mecanização, o que certamente tem afetado positiva ou negativamente os custos de produção. Na colheita, os custos vão do corte até a extração da madeira, ou seja, desde a derrubada da árvore, até a sua colocação na estrada, para ser transportada Machado (2008, apud JACOVINE, *et al.*, 1997, p.44).

### 3.3 HARVESTER

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. O seu sistema de rodados pode ser com pneus em *tandem*\* ou esteiras. Existem no mercado várias marcas e modelos.

Hoje, algumas empresas florestais estão adotando o trator com rodados de esteiras, por entenderem que, assim, menor pressão será aplicada ao solo, contribuindo para menor compactação mecânica. Alguns modelos desenvolvidos e utilizados são oriundos da adaptação de uma retroescavadeira. A cabina, devidamente fechada, contém sistema condicionador de ar e proteção contra queda

---

\* Eixos duplos

de galhos e árvores. A estrutura da cabina permite movimentação de 180 graus de giro e boa visão, facilitando a ação do operador (FIGURA 1).



FIGURA 1 – HARVESTER

FONTE: AUTOR (2016)

O cabeçote de múltiplas funções é acoplado ao braço hidráulico (lança) da retroescavadeira. Este cabeçote de *harvester*, em associação com a estrutura da retro, é comumente chamado de trator *harvester*. A altura máxima e o comprimento do braço hidráulico articulado são, em alguns modelos com movimentação telescópico, pontos importantes na seleção. O cabeçote é constituído de braços acumuladores (preensores), que têm a finalidade de segurar e levantar a árvore após o corte. Este, em alguns modelos, é realizado por uma serra, um sabre ou um disco.

Após o corte, a árvore é posicionada na horizontal e movimentada por rolos dentados ora para a esquerda, ora para a direita, de forma que o descasque e o desgalhamento seja realizado por uma estrutura metálica de corte. Então, iniciam-se a toragem e o empilhamento, de acordo com a finalidade da madeira colhida.

Nesse tipo de trator, a movimentação e o acionamento dos dispositivos que compõem o cabeçote são realizados pelo operador, que empunha um *joystick*. Alguns modelos têm um sistema de informação que determina e registra o volume de madeira processada no turno de trabalho. A potência do motor varia, conforme os modelos disponíveis, entre 70 e 170kw, e o peso total, entre 8,5 e 16,5 t. Este trator

tem sido muito utilizado em povoamentos florestais de alta produtividade (Machado 2008). Cabeçote (Figura 2):



FIGURA 2 – CABEÇOTE

FONTE: AUTOR (2016)

Em trabalho realizado por Lopes *et al.*, (2007), no qual os autores estudaram o corte de madeira de *Pinus* em diferentes condições operacionais com um *harvester* de esteiras, foram observadas produtividades médias entre 31,6 e 34,4 m<sup>3</sup>/h, com eficiências operacionais médias entre 76,5% e 85%. Os autores afirmaram que, o elemento que consumiu a maior parte do tempo do ciclo operacional foi o processamento da madeira, com aproximadamente 55% do tempo total, em todas as condições operacionais avaliadas. A produtividade de uma máquina de colheita de madeira irá depender de diversos fatores dos quais se destacam: extensão da área de trabalho, aspectos climáticos, capacidade de suporte do terreno, relevo, características das árvores; características da floresta e do sistema de colheita; e capacitação do operador, (SEIXAS, 1998; MALINOVSKI *et al.*, 2002).

### 3.4 GUINCHO

Segundo o MANUAL DO TÉCNICO FLORESTAL (1986), temos uma definição de guincho, onde o guincho trabalha pelo princípio helicoidal; o cabo é enrolado em um tambor por movimento giratório. Por meio do cabo de aço, a força de tração do guincho é ligada à carga.

Servindo de implemento adicional, o sistema com GTA parte do mesmo princípio da definição acima do guincho, porém é sincronizado na transmissão das máquinas bases e o guincho pode ser utilizado como GTA em *harvester* ou *forwarder*, para realizar as operações de colheitas mecanizadas em terrenos íngremes (FIGURA 3).



FIGURA 3 – HARVESTER COM GUINCHO GTA

FONTE: AUTOR (2016)

Na ilustração abaixo, o guincho GTA, de implemento ao *harvester* com nivelamento do guincho, para facilitação nas descidas, evitando o contato direto do cabo com o solo, (evitando danificações do cabo e rompimento do mesmo em bater contra pedras) em áreas íngremes. O guincho pesa 2,5 t, contém cabo com espessura de 14 mm, e comprimento de 300 m, (FIGURA 4).



FIGURA 4 – GUINCHO GTA

FONTE: AUTOR (2016)

A sincronia do guincho com a transmissão ocorre através de uma rede *Can\**, fazendo o auxílio por meio da ancoragem, quando a máquina base possui dificuldade de aderência ao solo e dificulta o retorno no active.

### 3.5 FORWARDER

Segundo Machado (2008), originalmente fabricados no Canadá, e aprimorados na Escandinávia, os tratores florestais autocarregáveis são em sua maioria máquinas articuladas com suspensão da plataforma embaixo do chassi traseiro, com capacidade de carga variando entre 5 e 20 t. A razão entre o peso movimentado e a potência do veículo oscila entre 140 e 280 kg/HP, com a maioria situando-se entre 160 e 180 kg/HP. A velocidade não é uma característica essencial desse trator, pois, a maior parte do seu tempo operacional é gasta com carga e descarga. Ele se destaca muito mais, em razão da sua capacidade de superar as condições adversas encontradas no campo.

Os sistemas de tração são apresentados em distribuição de 4X4, 6X6 ou 8X8. Atualmente, as principais marcas que concorrem no mercado brasileiro são:

---

\* Rede de conectividade eletrônica

*John Deere, Caterpillar, Komatsu Forest, Ponsse e Logset*, (CENTRO DE FORMAÇÃO DE OPERADORES FLORESTAIS - CENFOR 2015), (FIGURA 5).



FIGURA 5 – FORWARDER

FONTE: AUTOR (2016)

Essas máquinas possuem uma caixa de carga e um carregador hidráulico que pode ser montado tanto no chassi de carga como no dianteiro. O carregador geralmente, conta com a capacidade de carga que varia entre 300 e 1.800 kg por ciclo de alcance entre 3 e 12 metros.

Faz parte do carregador hidráulico uma grua, que é formada por um suporte rígido, o qual une uma base giratória ao chassi do trator, dois braços articulados (podendo o segundo ser telescópico) e uma garra, que se une ao segundo braço por meio de um rotator. Obtém-se o movimento graças ao sistema de rotação da base, das duas articulações, ao alargamento do segundo braço e ao rotator. Todos esses elementos movem-se por acionamento hidráulico, por meio de uma linha de pressão que alimenta uma bomba conectada com os elementos de transmissão do trator e que reparte o fluido mediante um distribuidor hidráulico (MACHADO 2008), (FIGURA 6).



FIGURA 6 – GRUA

FONTE: AUTOR (2016)

A grua deve realizar as operações de carregamento e descarregamento o mais rápido possível, o que vai depender da capacidade de carga da garra e da rapidez de ação de cada um de seus elementos. Para escolher a secção de abertura da garra, deve-se levar em conta o peso da madeira. Se ela tem baixa densidade e são curtas, pode-se optar por garras de maior abertura (movem muito volume e pouco peso). Se a madeira for densa e de maior comprimento, deve-se considerar as garras de secção menor Machado (2008, apud PEÑA *et al.*, 1993, p. 120).

A rapidez de movimento da grua também depende da velocidade de movimento dos seus elementos e do desenho dos braços e das articulações. Se a grua está dimensionada para maior alcance, a duração da fase de carregamento será maior, por serem maiores as distâncias a serem percorridas. Deve-se optar sempre por guas que tenham alcance adequado, de acordo com a disposição espacial da madeira sobre o terreno. A maior rapidez da grua irá exigir maior potência e menor capacidade de carga (MACHADO 2008).

Esses tratores podem trabalhar em terrenos acidentados até em aclive de 30% ou declive de 60%. Trata-se de um equipamento com custo de aquisição elevado, que exige florestas de boa produtividade e operador qualificado, com as distâncias médias de extração, situando-se entre 200 e 300 metros e rendimentos operacionais em torno de 30 m<sup>3</sup>/hora (SEIXAS, 1987; SOUZA *et al.*, 1988).

A relação entre porcentagem e ângulo de uma inclinação é em função da tangente. Transformando a citação acima de Seixas, de um aclave de 31% corresponde a  $17^\circ$ , onde a literatura afirma que a máquina poderia trabalhar. Com o sistema de GTA, acompanhado no presente trabalho, os tratores conseguiram trabalhar em terrenos com aclave até de  $35^\circ$  ou 70%, (FIGURA 7).

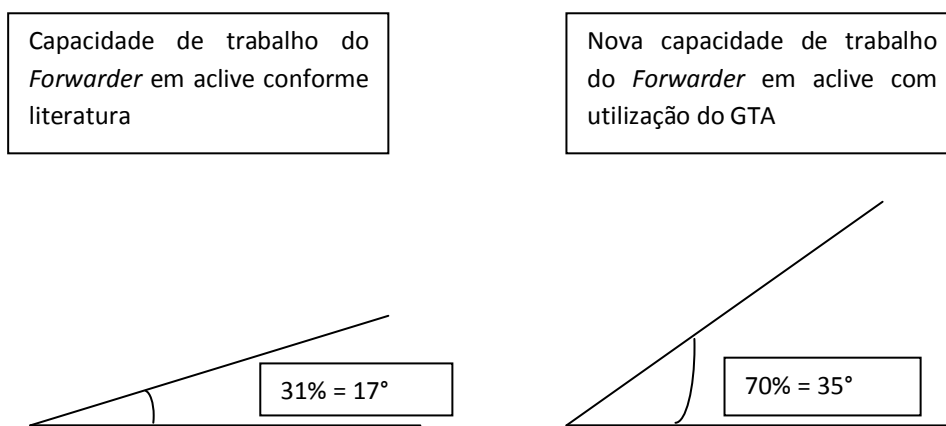


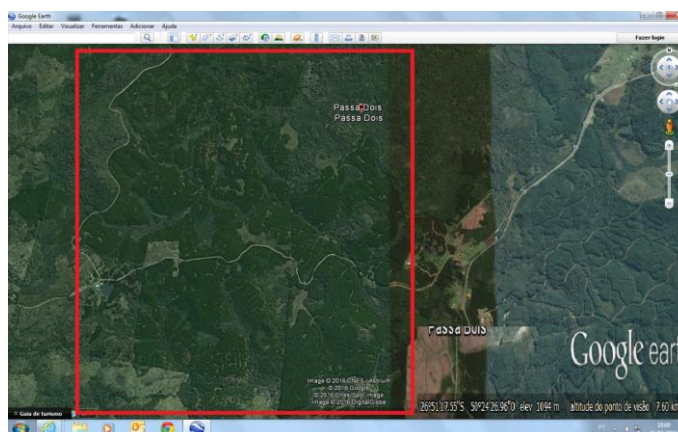
FIGURA 7 – CAPACIDADE DE TRABALHO DO *FORWARDER* EM TERRENOS ACIDENTADOS

#### 4 CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DO ESTUDO

O presente trabalho com operação de colheita mecanizada foi desenvolvido em uma empresa florestal, na Região Sul do Brasil, localizada no município de Santa Cecília, Planalto Serrano do Estado de Santa Catarina. A classificação climática de acordo com Köppen é Cfb, com precipitação anual média de 1.756mm, com temperatura média do ar de 15,4°C, a altitude média do município é 1.101mts ao nível do mar. O município está inserido no bioma de Mata Atlântica e possui área de 1.145,810km<sup>2</sup> (IBGE).

A declividade foi medida com aparelho Clinômetro Haglöf, onde foi encontrada a declividade média de 47% nas áreas do estudo.

A fazenda possui área total de 2.370ha, com 1.245ha de plantio de *Pinus*. O espaçamento de plantio é 2,5mt entre árvores e 2,5mt entre linhas. A implantação da floresta foi entre os anos de 1996 e 1997. O VMI - Volume Médio Individual por árvore é 0,5 m<sup>3</sup>. (FIGURA 8).



COORDENADAS 26°51'17.55"S 50°24'26.96"O. ELEVAÇÃO 1.094m

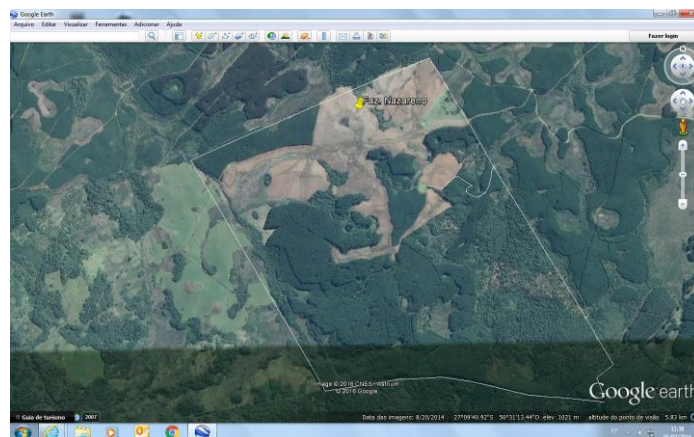
FIGURA 8 – FAZENDA COM COLHEITA MECANIZADA

FONTE: GOOGLE EARTH (2016)

O trabalho comparativo com colheita semi mecanizada foi desenvolvido em uma fazenda também localizada na Região Sul do Brasil, no município de Ponte Alta do Norte, Planalto Serrano do Estado de Santa Catarina. A classificação climática de acordo com Köppen é Cfb, com precipitação anual média de 1.756mm, com temperatura média do ar de 15,6°C, a altitude média do município é 1.027mts ao nível do mar, está inserido no bioma de Mata Atlântica e possui área de 400.972km<sup>2</sup>. (IBGE).

A declividade foi medida com aparelho Clinômetro Haglöf, onde foi encontrada a declividade média de 45% nas áreas do estudo.

A fazenda possui área total de 546 ha, com 300 ha de plantio de *Pinus*. O espaçamento de plantio é 2,5mt entre árvores e 2,5mt entre linhas. A implantação da floresta foi no ano de 1996. O VMI é de 0,6 m<sup>3</sup>. (FIGURA 9).



COORDENADAS 27°09'40.92"S 50°31'13.44"O. ELEVAÇÃO 1021m

FIGURA 9 – FAZENDA COM COLHEITA SEMI MECANIZADA

FONTE: GOOGLE EARTH (2016)

## 5 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1 COLHEITA MECANIZADA

O presente estudo de caso está aplicado em colheita florestal, buscando entender o sistema de colheita mecanizada, utilizando-se o GTA, fixados em *harvester* e *forwarder*. Posteriormente foi realizado comparativos com sistema de colheita semi-mecanizada.

Os equipamentos utilizados no acompanhamento do trabalho de Colheita Mecanizada foram:

- *Harvester 1470E John Deere* com Cabeçote H290;
- *Forwarder 1710E John Deere*; e,
- Guincho auxiliar *Haas*.

Durante o acompanhamento das atividades, foram acompanhados relatórios de produções que são exemplificados no item 6 Resultados e Discussão.

Em todas as atividades também foram realizados questionamentos verbais aos operadores. Não foi aplicado questionário escrito, pois como se trata de uma atividade em implantação e ainda em desenvolvimento na empresa, as respostas foram por meio de depoimentos relatados durante o acompanhamento das operações.

Nos próximos itens, são demonstrados como é realizado o uso dos equipamentos com GTA, para melhor entendimento das operações.

#### 5.1.1 *Harvester* com GTA

A colheita mecanizada com *harvester* com implemento GTA em áreas irregulares/acidentadas é realizada sempre em condições de tempo bom e solo seco, evitando a ancoragem com chuva e/ou terreno molhado. Em dias de chuva, o *harvester* realiza o abate em áreas planas nos topos ou nas áreas abaixo dos declives, evitando o risco de incidentes com a atividade de ancoragem.

Nos dias que a atividade de ancoragem é realizada seguem-se as seguintes etapas:

- **Análise de linhas de colheita onde o *harvester* vai descer:**

Sempre é observado o local para conseguir descer entre linhas, evitando risco de tombamento lateral.

As distâncias onde a máquina irá descer são analisadas, pois o comprimento de cabo é de 300 m;

- **Análise de cepas para fixar cabo de ancoragem:**

São observadas alturas e “saias” das cepas para não ocorrer o risco de subir o cabo, escapando desta. Analisar, por meio de inspeção visual, o tipo de solo, evitando cepas onde há solo raso ou com evidências de banhados;

- **Sinalização de segurança da ancoragem:**

Caso seja realizada ancoragem em cepas que estejam para outro lado da estrada, realizar interdição em ambos os lados desta, e sinalizar o cabo;

- **Amarração do cabo na cepa escolhida:**

Sempre é utilizado EPI's – Equipamentos de proteção Individual, recomendados para a função e luvas de raspa ou vaqueta, evitando risco de acidentes com o cabo de aço.

A aplicação da laçada de ancoragem, também poderá ser realizada em árvores antes do abate, porém este procedimento acarreta maior risco, pois com o efeito de pêndulo das árvores, as mesmas podem cair, causando o desengate do cabo e podendo gerar danos materiais na máquina base. Se realizado este procedimento, deverá ser muito bem analisado, utilizando mais árvores para ancoragem;

- **Teste de resistência da cepa com aplicação de força de tração por meio do controle remoto do guincho:**

O teste deve ser realizado por meio do controle remoto do guincho, aplicando 2t de tração e observando o equipamento parado. Caso a cepa apresente movimento, deverá ser trocada; caso a máquina base tenha movimento, a cepa está aprovada para ancoragem (FIGURA 10).



FIGURA 10 – TESTE DE RESISTÊNCIA DA CEPA

FONTE: AUTOR (2016)

- **Abate e traçamento das árvores e descida do *harvester* na área acidentada:**

Durante o processamento das árvores o operador deve deixar o empilhamento organizado, separando a madeira por tipos de classificações, facilitando a retirada posterior com o *forwarder*. Sempre aplicar no solo, estacas na vertical, provenientes da própria parte fina do tronco das árvores, que servirão de obstáculo para evitar o rolamento das toras na área declivosa (FIGURA 11).



FIGURA 11 – DESCIDA REALIZANDO ABATE, TRAÇAMENTO E ENLEIRAMENTO

FONTE: AUTOR (2016)

Durante a descida, sempre observar o computador de controle de graus, não ultrapassando 40° de declividade frontal e mantendo cuidado ao chegar em 12° lateral por questões de segurança, evitando tombamento lateral (FIGURA 12).



FIGURA 12 – MONITOR DO COMPUTADOR DO *HARVESTER* INFORMANDO INCLINAÇÃO FRONTAL E LATERAL EM GRAUS

FONTE: AUTOR (2016)

- Após finalizar o corte nas linhas, retorno do *harvester* utilizando o GTA - Guincho de tração auxiliar:

O operador deve acompanhar, no monitor instalado dentro da cabine da máquina base, as imagens transmitidas pela câmera instalada dentro do guincho, verificando o correto enrolamento do cabo (FIGURA 13).



FIGURA 13 – MONITOR DA CÂMERA INTERNA DO GTA

FONTE: AUTOR (2016)

O operador também deve ter o máximo de cuidado em observar o painel de controle do guincho que informa a distância, em que a máquina base está da cepa de ancoragem, evitando que aconteça o “engolimento” da laçada de fixação do cabo. Como mostra figura abaixo, Cabo: - 10m(dez metros para chegar à cepa). (FIGURA 14).



FIGURA 14 – DISPLAY DE OPERAÇÃO DO GTA

FONTE: AUTOR (2016)

- **Retirar a amarração da ancoragem:**

Sempre utilizar EPI's – Equipamentos de proteção individual recomendados para a função e luvas de raspa ou vaqueta, evitando risco de acidentes com o cabo de aço. (FIGURA 15).



FIGURA 15 – LAÇADA PARA AMARRAÇÃO NA CEPA

FONTE: AUTOR (2016)

### 5.1.2 *Forwarder* com GTA – Guincho de Tração Auxiliar

Diferentemente do *harvester*, o *forwarder*, muitas vezes, não necessita ancorar. Com a construção de estradas na parte inferior dos declives, é possível descer entre linhas sem âncora e realizar baldeio ou carregamento não necessitando subir o aclive carregado. Outra facilidade é que o *forwarder* pode escolher outras linhas com menor aclive para descer e que não necessite ancoragem. Somente haverá a ancoragem em situações que não tenha acesso na parte inferior ou não exista possibilidade de escolher outras linhas com menos inclinação.

Quando da necessidade de ancorar segue-se as seguintes etapas:

- **Análise de linhas onde o *forwarder* vai descer:**

Sempre observando o local para conseguir descer entre linhas não havendo risco de tombamento lateral. (FIGURA 16).



FIGURA 16 – TOMBAMENTO LATERAL

FONTE: AUTOR (2016)

Uma característica interessante do *forwarder John Deree*, em estudo é o sistema de cremalheira torcional, que quando acontece o tombamento lateral, tomba somente a caixa de carga, preservando o trator.

Realizando análise da situação ilustrada acima, observa-se que deve ser evitada, pois o tombamento poderá ocasionar custos de mangueiras, conexões e danificar demais componente da máquina. Analisar caminhos onde o *forwarder*, deve descer, pois a capacidade de Cabo é 300 m. Proceder análise de cepas para fixar cabo de ancoragem, sinalização de segurança da ancoragem, amarração na cepa escolhida e teste de resistência da cepa com aplicação de força de tração por meio do controle remoto do guincho, idem os procedimentos do *harvester* (Item 5.1.1 *Harvester* com GTA).

- **Descida do aclave para carregamento das toras:**

Ao descer ancorado, o operador deverá sempre ir até a parte final das toras estaleiradas com o *forwarder* vazio e subir efetuando o carregamento.

Ao descer, o operador deverá sempre programar o GTA, que está sincronizado na transmissão do *forwarder*, para capacidade de 6 t. de auxílio. (FIGURA 17).



FIGURA 17 – DESCIDA DO *FORWARDER* ANCORADO PARA CARREGAMENTO

FONTE: AUTOR (2016)

- **Subindo o aclave com GTA após o carregamento:**

Ao efetuar o carregamento, a carga não deve estar acima da altura da grade da caixa de carga, evitando risco de deslizamento das toras e incidentes com a cabine das máquinas. (FIGURA 18)



FIGURA 18 – FORWARDER COM GTA ANCORANDO

FONTE: AUTOR (2016)

Ao subir o aclave, o operador deverá programar o GTA, com capacidade de 9 t. de Auxílio.

O operador também deve ter o máximo de cuidado em observar o painel de controle do guincho que, informa a distância, que a máquina base está, até a cepa da ancoragem, evitando que aconteça o “engolimento” do cabo da laçada da ancoragem.

- **Retirar a amarração da ancoragem:**

Sempre utilizar EPI's, recomendados para a função e luvas de raspa ou vaqueta, evitando risco de acidentes com o cabo de aço.

## 5.2 COLHEITA SEMI MECANIZADA

Os equipamentos utilizados no acompanhamento do trabalho de colheita semi-mecanizada foram:

- Motosserra MS 381 *Stihl*;
- Trator 6165J *John Deere*;
- Lâmina Dianteira *Stara*;
- Guincho TMO 33t(Guincho rápido com acionamento eletrônico);
- Trator 6145J *John Deere*;
- Carregador *Penz Saur 7,78WH*; e,
- Baldeadeira TMO 12t.

A colheita semi mecanizada consiste na junção da operação manual com a mecanizada. A derrubada e o desgalhamento são realizados manualmente com utilização de motosserra. Para o arraste é utilizado trator agrícola com guincho acoplado e pessoas que trazem o cabo do guincho até as árvores, onde são amarrados e o arraste é realizado pelo guincho. Novamente, durante o traçamento, a operação realizada é manual com motosserrista efetuando os cortes nas árvores, em comprimentos de toras pré definidos, em locais denominados estaleiros e o carregamento é realizado por máquinas(trator/baldeadeira/carregador).

- **Derrubada e Desgalhamento das árvores:**

A derrubada e desgalha é realizada manualmente com utilização de motosserras, utilizando técnicas apropriadas. Uma das características do corte florestal é ser um trabalho com alto risco de acidentes. Os trabalhadores atuam expostos às condições climáticas, em diferentes tipos de terreno e de florestas, sujeitos ainda a acidentes com animais peçonhentos (SODERSTROM, 1982). Deve-

se ter muito cuidado com acidentes de trabalho em situações de rebotes do motosserra, cortes, bater contra, quedas de árvores, etc. (FIGURA 19).



FIGURA 19 – DERRUBADA E DESGALHAMENTO

FONTE: AUTOR (2016)

- **Guinchamento e Arraste das árvores para estaleiro:**

O guinchamento das árvores é realizado com um trator com lâmina frontal e acoplado a um guincho.

O trator é posicionado na parte superior do aclive, onde dois auxiliares descem puxando o cabo do guincho; um auxiliar se posicionando ao meio do aclive dividindo o peso total a ser deslocado do cabo e o outro auxiliar fazendo a amarração nas árvores, que podem ser arrastadas individualmente ou em grupos, conforme o posicionamento das mesmas. Após a amarração, os auxiliares deslocam-se em distâncias seguras para evitar acidentes com rebote de árvores. (FIGURA 20).



FIGURA 20 – GUINCHAMENTO DE ÁRVORES

FONTE: AUTOR (2016)

- **Traçamento em estaleiro:**

Para o traçamento das árvores o operador de motosserra que estava realizando o abate é deslocado para a parte superior do aclive onde retira o cabo das árvores. O operador do trator utiliza a lâmina frontal acoplada, para remontar as árvores e, em seguida, retorna para novo guinchamento. Nesse momento, o operador de motosserra efetua traçamento das árvores nos comprimentos selecionados para as toras. (FIGURA 21).

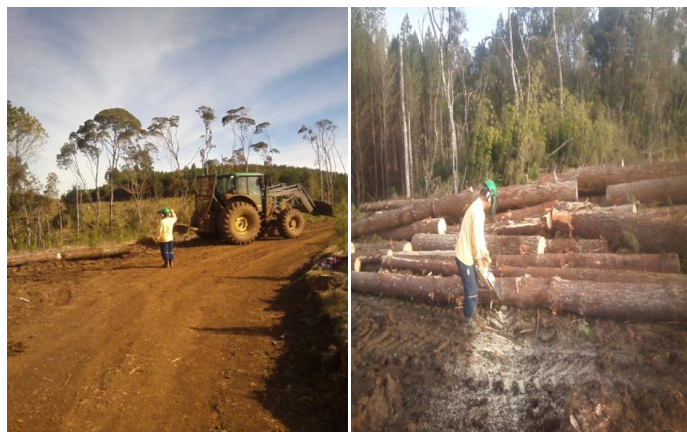


FIGURA 21 – TRAÇAMENTO EM PÁTIO TEMPORARIO OU MARGEM DA ESTRADA

FONTE: AUTOR (2016)

- **Carregamento:**

O carregamento pode ser realizado no local onde a madeira foi estaleirada, ou quando não há o acesso, removida por baldeadeiras para as estradas de melhor acesso para os caminhões. Na foto (FIGURA 22), é visível toda a operação Semi-Mecanizada com as cinco pessoas:

- ✓ 2 Auxiliares;
- ✓ 1 Operador de Motosserra;
- ✓ 1 Operador de Trator Guincho; e,
- ✓ 1 Operador de Trator Carregador.



FIGURA 22 – OPERAÇÃO SEMI MECANIZADA

FONTE: AUTOR (2016)

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 PRODUTIVIDADE DO HARVESTER

A derrubada é uma das etapas que compõem a colheita de madeira e é condicionada por diversos fatores, tais como: declividade, solo, operador, tipo de floresta, volume por árvore, espaçamento, tratamentos silviculturais, sistema de colheita, turno de trabalho, finalidade da madeira, capital disponível entre outros. Miyajima, Tonin, Passos e Fenner (2015, VALVERDE *et al.*, 1996; BRAMUCCI; SEIXAS, 2002; MALINOVSKI *et al.*, 2006; FERNANDES *et al.*, 2009; OLIVEIRA *et al.*, 2009). No entanto, Lopes *et al.* (2008), afirmam que, embora pouco avaliada cientificamente, a experiência e a habilidade dos operadores são fatores chave que também influenciam na produtividade. Segundo Akay *et al.*, (2004), em condições de maior declive, o *harvester* pode aumentar o tempo de processamento por árvore e, por conseguinte, diminuir a produtividade.

A coleta de dados do sistema de colheita mecanizada do *harvester* ocorreu por meio do preenchimento do relatório de produção de um operador com 12 meses de experiência – (Operando 5 meses em Escavadeira com cabeçote e 7 meses no *harvester* de Pneu com o implemento GTA). Foi analisado o mês de Abril de 2016, com atividades de 18 dias úteis conforme Tabela 1 – Produção do *harvester*.

**Tabela 1 - Produção do *harvester***

RELATÓRIO DIÁRIO DE PRODUÇÃO		
MÊS: ABRIL 2016		
MÁQUINA: HARVESTER 1470E – CABEÇOTE H290 – GTA		
FAZENDA:	CIDADE: SANTA CECÍLIA	ESTADO:

								SC
Data	Hora Inicial	Hora Final	Número Horas Trabalhadas	Combustível Litros	Produção m³	Produção m³/h	Produção Ancorado 27° - 35° (m³/h)	Produção até 26°
01/04/2016	1048	1055	7	86	437	62,43		62,43
02/04/2016	1055	1062	7	170	372	53,14		53,14
04/04/2016	1062	1069	7	124	250	35,71	35,71	
05/04/2016	1069	1076	7	200	250	35,71	35,71	
07/04/2016	1076	1085	9	70	330	36,67		36,67
08/04/2016	1085	1091	6	175	155	25,83	25,83	
11/04/2016	1091	1097	6			35,00	35,00	
12/04/2016	1097	1105	8	262	403	50,38		50,38
13/04/2016	1105	1111	6	68	191	31,83	31,83	
14/04/2016	1111	1115	4	118	41	10,25	10,25	
15/04/2016	1115	1124	9		330	36,67		36,67
18/04/2016	1124	1131	7	293	180	25,71	25,71	
19/04/2016	1131	1140	9		207	23,00	23,00	
20/04/2016	1140	1149	9	243	156	17,33	17,33	
21/04/2016	1149	1156	7	134	157	22,43	22,43	
22/04/2016	1156	1163	7	155	155	22,14	22,14	
25/04/2016	1163	1172	9	90	141	15,67	15,67	
29/04/2016	1172	1177	5	167	87	17,40	17,40	
							Produção Ancorado m³/h	Produção s/ Ancora m³/h
							24,46	47,86

FONTE: AUTOR (2016)

A fórmula a seguir foi usada para obtenção da produtividade em m³/h

$$P(\text{m}^3/\text{h}) = \frac{\text{Produção m}^3}{\text{N}^\circ. \text{ h. trab.}}$$

**N° h. trab.**

em que:

$P(\text{m}^3/\text{h})$  = Produtividade em metros cúbicos/hora

Produção  $\text{m}^3$  = Produção diária em metros cúbicos

N° h. trab. = Número de horas trabalhadas

Observa-se na Tabela 1, que o *harvester* foi acompanhado em duas condições:

- Condição 1 - (cor cinza na tabela): Trabalhou sem ancorar em áreas até 26° de declividade produzindo em média 47,86  $\text{m}^3/\text{h}$  de madeira;
- Condição 2 - (cor amarela na tabela): Trabalhou ancorado em áreas de 27° - 35° de declividade produzindo em média 24,46  $\text{m}^3/\text{h}$  de madeira.

Conforme depoimento do operador do *harvester*, em outros meses não acompanhados no estudo, teve resultados ainda maiores em situações de colheita em áreas irregulares, chegando a realizar colheita em áreas com até 40° de declividade.

## 6.2 PRODUTIVIDADE DO *FORWARDER*

A coleta de dados do sistema de colheita mecanizada do *forwarder*, ocorreu por meio do acompanhamento de um operador com oito meses de experiência de *forwarder*, (operador possuía vinte e uma horas de experiência de implemento GTA).

Para o estudo foi acompanhado o mês de Abril de 2016, com atividades de 18 dias úteis, porém as tomadas de tempo nas ancoragens foram acompanhadas somente em seis horas de utilização de GTA no dia 01 de Julho de 2016, conforme apresentado na TABELA 2 – Produção do *forwarder*. Os demais dias o *forwarder*, não realizou atividade ancorado, como citado e explicado no item 5.1.2 *Forwarder* com GTA – Guincho de Tração Auxiliar.

**Tabela 2 - Produção do *forwarder***

RELATÓRIO DIÁRIO DE PRODUÇÃO								
MÊS: ABRIL DE 2016								
MAQUINA: FORWARDER 1710 – CTA								
ATIVIDADE: BALDEIO ANCORADO								
FAZENDA:					CIDADE: SANTA CECÍLIA		ESTADO: SC	
Data	H. Inicial	H. Final	Nº H.Trab.	Combs L	Combs L/h: 15,17			
01/07/2016	1795	1801	6	91				
CAMINHÃO	ANCORAGENS				MANUTENÇÃO		TEMPO	PESO Kg
	1ª anc.	2ª anc.	3ª anc.	4ª anc.	Alarmes	Abastec		
Bi-trem eixos 9	60 min	38 min	30 min	32 min	20min		180 min	48.940
Bi-trem eixos 7	37 min	37 min	41min			10 min	125 min	35.140
Distância Ancorado(área 27° - 35°): 80 m							5,08h	84.080
Distância de baldeio para carregar caminhão área < 27°: 90m							kg/h	
							16.551	

FONTE: AUTOR (2016)

A produtividade do *forwarder* foi analisada por tomada de tempo, em uma área entre 27° e 35°, com um declive de 80m de extensão. Após ancoragem, o *forwarder*, deslocou-se por 90m em topografia plana e efetuou o carregamento dos caminhões para que fosse pesada a madeira. Após conversão do peso, apresentou rendimento de 16,88 m<sup>3</sup>/h. Com o rendimento apresentado é necessário o número de 1,45 *forwarder* para remover a produção do *harvester* com GTA de uma hora, como mostra a TABELA 3:

**Tabela 3 - Necessidade de *forwarder* com GTA para remover a madeira produzida pelo *harvester* com GTA:**

FORWARDER COM GTA				
Fator Conversão 1m <sup>3</sup> = 0,98 t				FORWARDER
	m <sup>3</sup>	Fator de conversão	kg	1,45
HARVESTER	24,46	0,98	23.970	
FORWARDER	16,88		16.551	

FONTE: AUTOR (2016)

### 6.3 PRODUTIVIDADE SEMI MECANIZADA

O estudo de tempos e movimentos é uma ferramenta que pode ser utilizada para buscar essas melhorias, e, que pode ser empregada no planejamento, controle e racionalização das operações podendo resultar em aumento de rentabilidade, o qual se manifesta por meio do aumento da produtividade ou pela redução dos custos de produção (VALVERDE et al., 1996; SEIXAS et al., 2004; FERNANDES et al., 2009; SIMÕES et al., 2014). De uma forma geral, o estudo de tempos e movimentos auxilia à compreensão dos fatores que exercem influência sobre a atividade que está sendo desenvolvida.

Portanto, foi realizado um estudo de tempo com utilização de cinco pessoas, conforme modelo citado acima, em uma área de topografia irregular com declividade média de 45%.

Para o estudo foi acompanhado o mês de Junho de 2016, com atividades de 22 dias úteis. De acordo com a TABELA 4, fica exemplificado o acompanhamento de dois dias de tomadas de tempo, onde foram abatidas e desgalhadas 100 árvores e posteriormente, realizado guinchamento e traçamento no estaleiro.

A madeira produzida foi baldeada e carregada em dois caminhões e pesada, onde foi encontrado o número de 4.820,61 kg/h, conforme TABELA 4:

**Tabela 4 – Produção do sistema de colheita semi mecanizada**

RELATÓRIO COLHEITA SEMI MECANIZADA							
DATA: 23/06/2016 – 25/06/2016							
DISTÂNCIA MÉDIA DE ARRASTE: 35 m							
CLASSIFICAÇÃO:			TORAS > 18 cm/diâmetro x 4,15 m comprimento				
			TORAS < 17,9 cm/diâmetro x 4,15 m comprimento				
FAZENDA: Nazareno			CIDADE: PONTE ALTA DO NORTE			ESTADO: SC	
Máquina	Função	Nº Pessoas	Operação	Nº árvores	H. Relógio	H. Máquina	Comb. Gasol.
Motosserra	Op. Motosserra	1	Abate e Desgalha	100	7		4
	Ajudante de Cabo	2	Descida com cabo		9,5		
			Op. Motosserra traçando				2,22
Trator/Guincho	Operador de Guincho	1	Guinchar/estaleirar			9,1	
Trator/Carregador/Baldeadeira	Operador de Carregador	1	Baldeio Carregamento			6,9	
TOTAL		5		100	16,5		6,22
Obs: Foi realizado baldeio de 100m da madeira traçada para estrada principal com trator carregador acoplado com baldeadeira para carregamento dos caminhões							

	Peso kg/100 árvores	
	Toras	60.600
<b>PRODUÇÃO SISTEMA SEMI MECANIZADA kg/h</b>	Torete	18.940
<b>4.820,61</b>	Total	79.540

FONTE: AUTOR (2016)

Com base na produção do sistema mecanizado, que produziu 24,46m<sup>3</sup> de madeira que foi transformado em Kg, utilizando um fator de conversão m<sup>3</sup>/t, de 0,98, o valor encontrado foi 23.970kg de madeira.

Sendo assim, são necessárias por meio do sistema semi mecanizado que produz 4.820,61 kg/h, um total de cinco equipes de colheita semi mecanizada para mesma produção do sistema mecanizada com GTA, conforme TABELA 05:

**Tabela 05 – Necessidade de equipes semi mecanizadas para mesma produção do sistema mecanizada com GTA**

CONVERSÃO EQUIPE MECANIZADA GTA / SEMI MECANIZADA PARA MESMA PRODUÇÃO				
Fator Conversão 1m <sup>3</sup> = 0,98t				
m <sup>3</sup>		Kg		N° Equipes Semi Mecanizada
24,46	0,98	23.970	4,97	5
		4.820,61		

FONTE: AUTOR (2016)

As áreas em estudo possuem VMI, diferentes. O estudo de caso buscando entender os sistemas e realizar comparativos entre colheita mecanizada e semi mecanizada, mesmo com o VMI da área semi mecanizada sendo maior que a mecanizada com GTA, não teve influência, pois essa diferença deu vantagem ao sistema semi mecanizada em níveis de produção x hora, porém o sistema com GTA mostrou-se mais interessante, mesmo tendo desvantagem ao VMI.

A declividade média, entre as áreas em estudo mostrou-se muito similar, entretanto a área com maior declividade média encontra-se na área do sistema com GTA, que aumenta a dificuldade de colheita para o sistema e também não influenciou nos resultados, pois mesmo com maior dificuldade para o sistema, teve melhor resultado.



Nos valores acima, estão considerados os impostos vigentes no momento para faturamento de São Paulo para o estado de Santa Catarina, podendo ser alterados pelo Governo Brasileiro a qualquer momento.

Preços em **Dólares, posto Lençóis Paulista – SP**, serão faturados em Reais (R\$), de acordo com a taxa do Dólar PTAX, de Venda do dia anterior ao faturamento.

Além dos valores de investimentos das máquinas foi considerado um carro para transporte de operadores da colheita mecanizada (com motorista), este motorista (encarregado ou operador reserva, mecânico). Também foi considerado ponto de refeição para operadores e instalação sanitária. Os valores de investimentos em carro, pontos de refeição e instalação sanitária foram repassados pelo setor de compras da empresa, onde foi realizado o trabalho. Após, calculados os investimentos foram solicitados ao setor de RH – Recursos Humanos da empresa, os salários, encargos e previsões para cada função dos operadores, para realizar os comparativos entre sistemas, conforme TABELA 7:

**Tabela 7 – Investimentos do sistema mecanizada com GTA**

INVESTIMENTOS					SALÁRIOS(MENSAL)	
	Qt. Máq.	Moeda	Valor Máq.	Valor Máq. R\$	Operador	Salários+Encargos e Previsões
<i>Harvester</i>	1	<i>USD</i>	640.000	2.150.400,00	1	3.816,44
<i>Forwarder</i>	1	<i>USD</i>	470.000	1.579.200,00	1	3.318,26
Guinchos	2	<i>E€</i>	112.000	857.920,00		
Veículo Gol	1		37.000	37.000,00		
Motorista					1	3.603,88
Ponto de Refeição	1		6.000	6.000,00		
Banheiros	1		1.600	1.600,00		
Total				R\$ 4.632.120,00	3	R\$ 10.738,58
Calculado Valor do <i>Dólar</i> 23/06/2016			R\$ 3,36			
Calculado Valor do <i>Euro</i> 23/06/2016			R\$ 3,83			

FONTE: AUTOR (2016)

Com o setor de segurança, foram adquiridos os custos de EPI's para as funções, conforme TABELA 8:

**Tabela 8 – Custo de EPI's mecanizada com GTA**

CUSTO DE EPI'S			
Operador de Máquinas	Custo annual	Nº Operadores	Custo Total
1	R\$ 552,89	3	1.658,67

FONTE: AUTOR (2016)

O setor de manutenção da empresa informou as médias anuais dos equipamentos em estudo do sistema mecanizado, para realizar comparativos de consumo de combustível TABELA 9:

**Tabela 9 – Consumo de combustível sistema mecanizada com GTA**

CONSUMO DIESEL 24,46 m³		
MAQUINA	DIESEL l/h(média anual empresa)	TOTAL R\$
<i>Harvester 1470</i>	17,64	51,84
<i>Forwarder 1710</i>	16,88	
Compensação <i>Forwarder</i> 1,45	24,48	71,93
Valor Diesel R\$ 2,939		R\$ 123,779

FONTE: AUTOR (2016)

Os informativos de custo de alimentação dos colaboradores foram repassados pelo setor contábil que calculou gasto anual com alimentação dos colaboradores incluídos no processo TABELA 10.

**Tabela 10 – Custo de Alimentação**

ALIMENTAÇÃO MENSAL (22 dias)		
Operador	Custo diário R\$ / Op.	Custo Mensal 3 Op.
3	11,41	R\$ 753,06

FONTE: AUTOR (2016)

Com os valores convertidos para cinco equipes, foram levantados os seguintes investimentos de máquinas, operadores, mecânico e veículos para suprir as necessidades de produção TABELA 11:

**Tabela 11 - Investimentos do sistema semi mecanizada**

INVESTIMENTOS				SALÁRIOS(MENSAL)		
	Qt. Máq	Valor Máq.	Valor Invest. Máq. R\$	Op.	Salários+Encargos e Previsões (individual)	Salários+Encargos e Previsões (total)
Motosserra MS 381	5	2.100,00	10.500,00	5	2.456,99	12.284,95
Motosserra MS 381 "reserva"	1	2.100,00	2.100,00	1	2.456,99	2.456,99
Ajudantes de Cabo				10	2.456,78	24.567,80
Ajudante de Cabo "reserva"				1	2.456,78	2.456,78
Trator 6165J	5	255.000,00	1.275.000,00	5	2.791,80	13.959,00
Guincho 33t	5	64.500,00	322.500,00			
Lâmina Dianteira	5	32.000,00	160.000,00			
Trator 6165J	1	255.000,00	255.000,00	1	2.791,80	2.791,80
Carregador <i>Penz Saur</i> 7,78WH	1	176.000,00	176.000,00			
Baldeadeira TMO 1250(12t)	1	75.000,00	75.000,00			
Operador "reserva p 6 tratores"				1	2.791,80	2.791,80
Ônibus usado (37 lugares)	1	60.000,00	60.000,00	1	3.603,88	3.603,88
Mecânico				1	5.751,03	5.751,03
Carro Veículo L-200	1	112.000,00	112.000,00			
Ponto de Refeição	2	6.000	12.000,00			
Banheiros	3	1.600	4.800,00			
Total			R\$ 2.464.900,00	26		R\$ 70.664,03

FONTES: AUTOR (2)

O consumo de combustível para produzir 4.820,61kg/h, é demonstrado conforme TABELA 12:

**Tabela12 – Consumo de combustível do sistema semi mecanizada**

CONTROLE DE ABASTECIMENTO				
MÁQUINA	DISEL(l)	GASOLINA(l)	H. MÁQUINA	L/h
Motosserra(abate/desgalha)		4	7	0,57
Motosserra(traçamento)		2,22	9,1	0,24
Trator/Guincho	78,53		9,1	8,63
Trator/Carregador/Baldeadeira	50,72		6,9	7,35
Total	129,25	6,22		

FONTE: AUTOR (2016)

Cálculo anual de custo de Epi´s conforme TABELA 13:

**Tabela 13 – Custo de EPI´s do sistema semi mecanizada**

CUSTO DE EPI'S			
Operador de Máquinas	Custo anual	Nº Op.	Custo Total
1	R\$ 552,89	20	11.057,80
Operador de Motosserra			
1	R\$ 982,08	6	5.892,48
Custo Anual		26	16.950,28

FONTE: AUTOR (2016)

Foram calculados os custos com alimentação considerando-se vinte e dois dias trabalhos durante o mês TABELA 14:

**Tabela 14 – Custo de alimentação**

ALIMENTAÇÃO MENSAL (22 dias)		
Operador	Custo diário R\$ / Op.	Custo Mensal 26 Op.
26	11,41	R\$ 6.526,52

FONTE: AUTOR (2016)

O consumo de combustível e custo da operação das equipes semi mecanizadas mensal são demonstrados conforme TABELA 15:

**Tabela 15 – Custo de combustível mensal do sistema semi mecanizada**

CONSUMO lt DIESEL MENSAL CONSIDERANDO MESMA PRODUÇÃO DO GTA				
MÁQUINA	Horas Trabalhadas	Litros/hora	Consumo Litros	Consumos(22 dias/ 7 horas/dia) 5 equipes
Trator Guincho	9,1	8,63	78,533	6.645,10 L
Trator Carregador(sem baldeadeira)	6,9	7,35	50,715	1.131,90 L
Total			129,248	7.777 L
Consumo Diesel R\$ para Produção 24,46m <sup>3</sup>	R\$ 2,939			R\$ 22.856,60

FONTE: AUTOR (2016)

Consumo de gasolina para motosserras do sistema semi mecanizado TABELA 16:

**Tabela 16 – Custo de gasolina mensal do sistema semi mecanizada**

CONSUMO GASOLINA 4,82t/h				
MÁQUINA	H. Trab	L/h	Consumo Litros	Consumo(22 dias/ 7 horas/dia) 5 equipes
Motosserra(abate/desgalha)	7	0,57	4	440 L
Motosserra(traçamento)	9,1	0,24	2,20	186,15 L
Total			6,20	626,15 L
Consumo Diesel R\$ para Produção 24,46m³	R\$ 3,599			R\$ 2.253,53

FONTE: AUTOR (2016)

O número de tratores com guinchos foi determinado um para cada equipe, pois é necessário em tempo cheio para a atividade, porém, para o carregamento somente foi considerado um trator. Considerando 4,82t/h por equipe e que cada equipe trabalhe 7h/dia, em 22 dias no mês chega-se à produção de 3.711,4 kg onde um trator com carregador e baldeadeira consegue realizar baldeio e carregamento mensal, não necessitando maior número de carregador.

Foram comparados valores de investimentos entre os sistemas e as diferenças de custos mensais entre salários, combustíveis, alimentação e Epi's e foi encontrado o número de meses necessários para os sistemas chegarem à igualdade de valores conforme TABELA 17:

**Tabela 17 – Igualdade de valores de investimentos do sistema de colheita mecanizada com GTA em relação ao sistema semi mecanizada**

IGUALDADE DE INVESTIMENTOS				
	MECANIZADA	SEMI MECANIZADA	DIFERENÇA	
VALOR DE INVESTIMENTO	R\$ 4.632.120,00	R\$ 2.464.900,00	R\$ - 2.167.220,00	
CUSTOS MENSAIS				DIFERENÇA
SALÁRIOS OPERADORES	R\$ 10.738,58	R\$ 70.664,03		R\$ 59.925,45
ALIMENTAÇÃO	R\$ 753,06	R\$ 6.526,52		R\$ 5.773,46
EPI's	R\$ 138,22	R\$ 1.412,52		R\$ 1.274,30
DIESEL	R\$ 19.061,95	R\$ 22.856,60		R\$ 3.794,65
GASOLINA		R\$ 2.253,53		R\$ 2.253,53
			R\$ - 2.167.220,00	R\$ 73.021,39
TEMPO DE IGUALDADE DE VALORES DE INVESTIMENTO (meses)				29,68
TEMPO DE IGUALDADE (anos)				<b>2,5</b>

FONTE: AUTOR (2016)

### Custos de Produção

O custo operacional é obtido por meio da soma dos custos fixos e custos variáveis. Após calcular o custo operacional, é possível calcular o custo de produção, usando a equação abaixo (ROBERT 2013):

$$CPr = \frac{CT}{Prod}$$

Onde:

CPr = Custo de produção da máquina analisada

CT= Custo operacional total da máquina analisada

Prod= Produtividade da máquina analisada

Considerando os custos mensais relatados (Combustível, Epi's, Alimentação, Salários, encargos mais previsões) das operações comparadas, e depreciando os equipamentos investidos em cinco anos, foi encontrado o custo R\$/m<sup>3</sup> de produção, conforme Tabela 18:

**Tabela 18 – Custos de produção**

		MECANIZADA GTA			SEMI MECANIZADA		
		R\$	Depreciação (meses)	R\$	R\$	Depreciação (meses)	R\$
<b>Custo de Aquisição</b>	Máquinas	4.632.120	60	77202	2.464.900	60	41081,67
<b>Custo Fixo</b>	Salários			10738,58			70664,03
<b>Custo Fixo</b>	Alimentação			753,06			6526,52
<b>Custo Fixo</b>	Epi's			138,22			1412,52
<b>Custo Variável</b>	Diesel			19061,95			22856,6
<b>Custo Variável</b>	Gasolina						2253,53
<b>Custos Totais</b>				107893,81			144794,87
Produção	m <sup>3</sup> /h	h/dia	dias úteis	Produção mensal			Produção mensal
	24,46	7	22	3766,84			3766,84
				<b>Custo R\$/m<sup>3</sup></b>			<b>Custo R\$/m<sup>3</sup></b>
				28,64			38,44

<b>CUSTO R\$ / m<sup>3</sup></b>	
<b>SEMI MECANIZADA</b>	<b>MECANIZADA CTA</b>
38,44	28,64

FONTE: AUTOR (2016)

## 8 CONCLUSÕES

Essa nova tecnologia de guinchos fixados nos equipamentos de colheita e baldeio, mudam alguns conceitos de mecanização pois, áreas íngremes que seriam colhidas somente com sistema manual ou semi-mecanizado a partir deste momento, poderão ser colhidas de forma mecanizada.

Comparando a produtividade entre os sistemas e valores de investimentos, a colheita mecanizada inicialmente, necessita de maior valor em investimento, porém, no decorrer dos meses, reduz os custos mensais em comparação com a semi mecanizada. Essa redução de custos faz acontecer igualdade dos sistemas no trigésimo mês, ou seja, no segundo ano e meio das atividades. Essas reduções refletem no custo de produção, que, mesmo com o valor do investimento maior pelo sistema mecanizado, seu custo de produção é menor que a semi mecanizada, ficando em R\$ 28,64 m<sup>3</sup>, enquanto no sistema semi mecanizada é de R\$ 38,44 m<sup>3</sup>.

Porém, a maior redução é de pessoas envolvidas na produção. O sistema mecanizado utiliza somente três pessoas para colher e remover 24,46 m<sup>3</sup>; já na operação semi mecanizada, necessita-se vinte e seis pessoas para colher o mesmo volume de madeira. Com esse grande número de colaboradores na atividade semi mecanizada, aumenta-se os riscos de acidentes, pois, estão expostas as inúmeras situações adversas de clima (frio, neblina, garoas, calor), topografia (quedas, torções, bater contra), animais peçonhentos, operacionais (risco de acidentes com motosserra (rebotes, cortes, quedas de árvores), além da grande rotatividade de pessoas. No apontamento de número de pessoas no sistema semi mecanizada foram incluídos dois “reservas”, pois com as situações citadas acima, são necessários para o andamento do trabalho, seja pelo absenteísmo ou pela escassez de mão de obra.

Outra grande diferença entre os sistemas, é que em períodos de chuva o mecanizado, mesmo não realizando âncora em áreas de declive, pode trabalhar em outras áreas planas, aumentando 51,11% a produção, enquanto o sistema semi

mecanizado tende a não ter produção, mantendo vinte e seis colaboradores parados em pontos de refeições ou abrigos e mantendo-se seus custos.

Na atualidade empresas florestais, com certificações florestais, têm seus cuidados redobrados em exigências, com o bem estar dos colaboradores.

## REFERÊNCIAS

AHRENS, S. **A Concepção de regimes de manejo para plantação de *Pinus spp.* No Brasil.** Curitiba, EMBRAPA-CNPQ, 1987. 23p.(EMBRAPA-CNPQ. Circular Técnica, 10).

AKAY, A.E.; ERDA, O.; SESSIONS, J. Determining productivity of mechanized harvesting machines. **Journal of Applied Sciences**, v. 4, n.1, p. 100-105, 2004.

**ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE BASE FLORESTAL PARA O ESTADO DE SANTA CATARINA 2016** (ANO BASE 2015), Elaboração STCP Engenharia de Projetos Ltda.

### **KÖPPEN'S CLIMATE CLASSIFICATION MAP FOR BRAZIL.**

LEITE, A. **Exploração e transporte florestal, Notas de Aula, FENF – Faculdade de Engenharia Florestal, UFMT, Cuiabá-MT.** 1996. 106p.

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. 150p. (Tese de Doutorado em Ciência Florestal), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

LOPES, E. S.; CRUZIANINI, E; DIAS, A. N.; FIEDLER, N. C. **Avaliação técnica e econômica do corte de madeira de pinus com cabeçote harvester em diferentes condições operacionais.** *Floresta*, Curitiba, PR, v. 37, n. 3, set/dez. 2007.

MACHADO, C. C. **Colheita Florestal.** 2. Ed. Atual e ampl. – Viçosa. MG. Ed. UFV. 2008. 501p.

MACHADO, C.C. **Exploração florestal**, 6. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Imprensa Universitária, 1989. 34p.

MALINOVSKI, J.R; CAMARGO, C.M.S; MALINOVSKI, R.A. Sistemas. In: MACHADO, C.C. (Ed). **Colheita florestal**. Viçosa, MG: UFV, 2002.

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

**MANUAL DO TÉCNICO FLORESTAL**; Apostilas do Colégio Florestal de Irati-PR. Campo Largo, Ingra S.A., 1986. 4 v., ilustr. Volume 2.

MIYAJIMA, R.H.; TONIN, R.P.; PASSOS, J.R.S.; FENNER, P.T. **A influência da declividade do terreno e do tempo de experiência dos operadores no rendimento do *feller buncher***. 2015. 10p. Artigo *Scientia Forestalis*.

ROBERT, R. C. G; **Análise técnica e econômica de um sistema de colheita mecanizada em plantios de *eucalyptus* spp. Duas condições de relevo acidentado**. 2013. 112p. Tese com requisito parcial à obtenção do título de Doutor em engenharia florestal. UFPR – Universidade Federal do Paraná.

RODRIGUES, P. M. C; **Levantamento dos riscos dos operadores de motosserra na exploração de uma floresta nativa**. 2004. 82 p. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Universidade Federal de Mato Grosso, Mato Grosso.

**OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS FLORESTAIS: FORWARDER**. Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO, Irati-PR , 2015. CENFOR – Centro de Formação de operadores Florestais. 31 p.

SEIXAS, F. **Mecanização e exploração florestal**. Piracicaba, SP: LCF/ESALQ/USP, 1998. 130p. (Apostila de Colheita Florestal).

SODERSTROM, N. **Chainsaw savvy**: um guia completo. New York: Morgan & Morgan, 1982.144p.

[www.iba.org/](http://www.iba.org/); acessado em 26/05/2016

[www.acr.org.br](http://www.acr.org.br); acessado em 26/05/2016

[www.cidades.ibge.gov.br](http://www.cidades.ibge.gov.br); acessado em 19/06/2016

[www.ipef.br](http://www.ipef.br); acessado em 20/06/2016

[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br); acessado em 02/07/2016