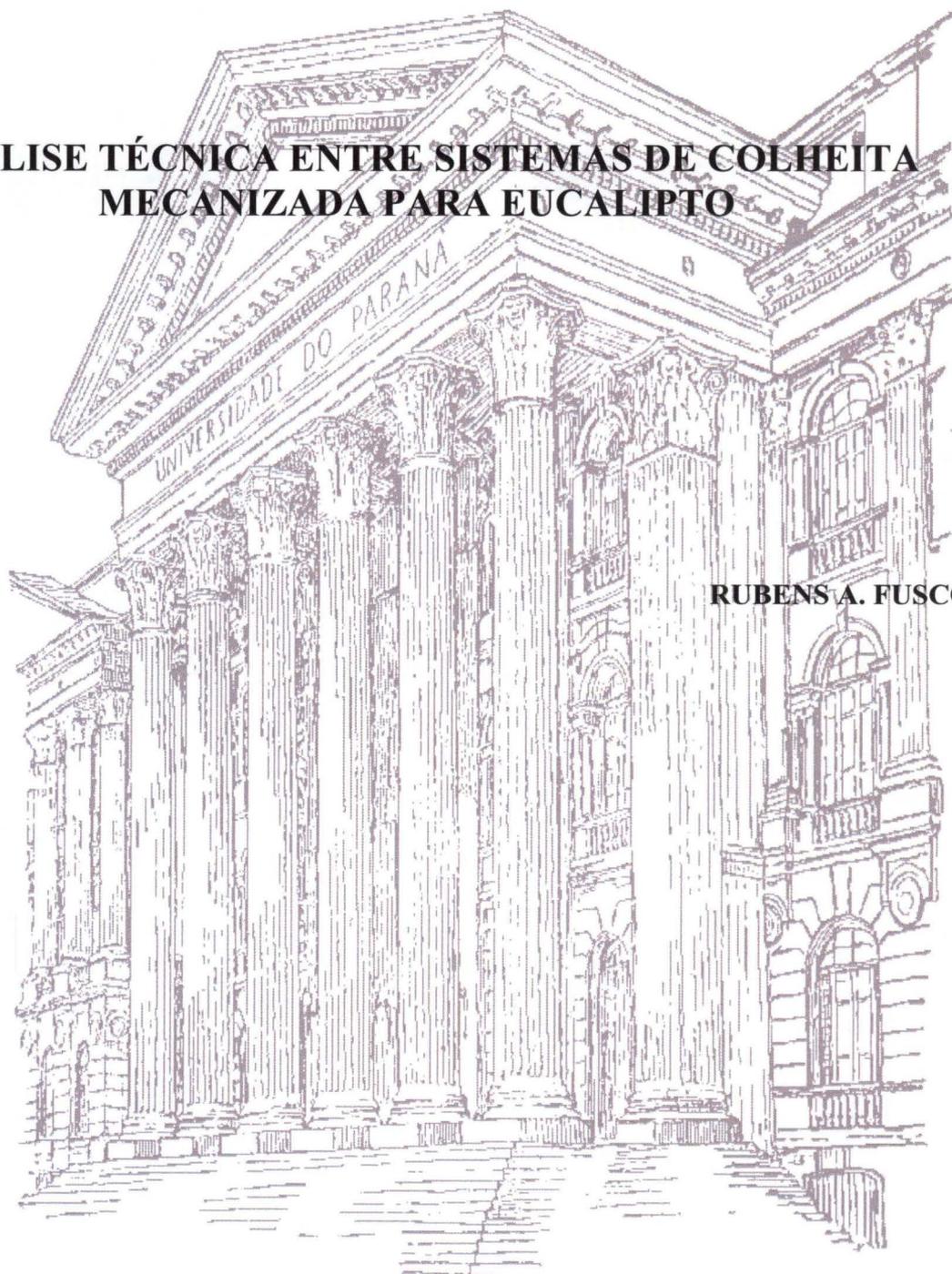


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

**ANÁLISE TÉCNICA ENTRE SISTEMAS DE COLHEITA
MECANIZADA PARA EUCALIPTO**



RUBENS A. FUSCO

**CURITIBA
2010**

RUBENS A. FUSCO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

**ANÁLISE TÉCNICA ENTRE SISTEMAS DE COLHEITA
MECANIZADA PARA EUCALIPTO**

Monografia apresentada como requisito
parcial para obtenção de título de
Especialista em Gestão Florestal no
Curso de Pós Graduação em Gestão
Florestal, setor de Ciências Agrárias
Universidade Federal do Paraná

Prof. Dr. João Padilha

**CURITIBA
2010**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos colegas da empresa, em especial aquelas que em nenhum momento deixaram de me ajudar ao longo deste curso.

AGRADECIMENTO

*A minha esposa, Janete Fusco,
Aos meus filhos, João Alexandre
E Lara Fusco*

EPÍGRAFE

*“Não nos percamos em nossa grandeza.
Retenhamos as vantagens de uma pequena
empresa, a harmonia, a flexibilidade e o
respeito pelas pessoas”*

Louis B Neumiller

RESUMO

ANÁLISE TÉCNICA ENTRE SISTEMAS DE COLHEITA MECANIZADA PARA EUCALIPTO

O objetivo deste trabalho foi analisar técnica e economicamente as etapas de colheita mecanizada de madeira de eucalipto correspondentes ao corte, baldeio e processamento. Na análise técnica, comparou-se dois sistemas de colheita mecanizado, analisando produção / produtividade das máquinas por sistemas. Economicamente, determinou os custos por máquina, formulando um custo por sistema. Conclui-se que o custo do sistema *Feller / Skidder* / Traçador é economicamente mais viável comparado ao sistema *Harvester / Forwarder*

Palavras chave: colheita mecanizada, corte, baldeio, processamento

ABSTRACT



Technical Analysis Between Systems For Eucalyptus Mechanized Harvesting

The objective of this study was to technically and economically the steps of mechanical harvesting of eucalyptus wood to its cutting, Motorized and processing. In technical analysis, we compared two mechanized harvesting systems, analyzing production / productivity of machines by systems. Economically, the cost per machine, making a cost per system. Concludes that the cost of the system Feller / Skidder / Tracer is more economically viable compared to the system Harvester and Forwarder

Key words: mechanical harvesting, cutting, Motorized, processing

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

RESUMO

ABSTRACT

1. CARACTERIZAÇÃO DO TEMA.....	12
2. JUSTIFICATIVA	13
3. OBJETIVO.....	14
3.1 OBJETIVO GERAL	14
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
3.2.1 ANALIZAR A VIABILIDADE ENTRE OS SISTEMAS.....	15
3.2.2 ANALIZAR DANOS A BROTAÇÃO	15
4. REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA.....	16
4.1 HISTORIA DO TEMA.....	16
4.2 DEFINIÇÕES E CARACTERÍSTICA.....	18
5. MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
5.1 ÁREA EXPERIMENTAL.....	20
5.2 DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA.....	20
5.3 SISTEMA DE COLHEITA E MÁQUINAS UTILIZADO.....	20
5.4 INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO	20
5.5 FORMAÇÃO DOS CUSTOS DE PRODUÇÃO.....	21
5.5.1 CUSTOS FIXOS.....	22
5.5.2 CUSTOS VARIÁVEIS.....	22
5.5.3 CUSTOS ADMINISTRATIVOS.....	22
5.5.4 CUSTOS DE INVESTIMENTOS.....	22
5.6 MODELOS DE SISTEMAS DE MECANIZAÇÃO PARA ESTUDO.....	22
5.7 PRINCIPAIS MÁQUINAS UTILIZADAS.....	23
5.8 PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DAS MÁQUINAS.....	24
5.8.1 <i>HARVESTER</i>	24
5.8.2 <i>FORWARDER</i>	26
5.8.3 <i>FELLER BUNCHER</i>	27
5.8.4 <i>SKIDDER</i>	27
5.8.5 GARRA TRAÇADORA.....	29

5.9 AVALIAÇÃO DA BROTAÇÃO.....	30
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
6.1 RESULTADOS DOS ESTUDOS DE TEMPO.....	33
6.2 RESULTADOS DE PRODUTIVIDADE.....	36
6.3 NÚMERO DE MÁQUINAS POR SISTEMA.....	37
6.4 NÚMERO DE FUNCIONÁRIOS POR SISTEMA.....	38
6.5 CUSTO DE INVESTIMENTO TOTAL POR MÓDULO.....	39
6.6 CUSTO TOTAL DA COLHEITA POR SISTEMA.....	40
6.6.1 CUSTO SISTEMA 1: <i>FELLER / SKIDDER / GARRA</i> TRAÇADORA..	40
6.6.2 CUSTO SISTEMA 2: <i>HARVESTER /FORWARDER</i>	41
6.7 DADOS DO LEVANTAMENTO DOS INDICES DE BROTAÇÃO.....	42
6.7.1 BROTAÇÃO.....	43
7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	46
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	48

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 3.1 – foto de um *Harvester*

Figura 3.2 – Foto de um *Forwarder*

Figura 3.3 – *Feller -Buncher* na operação de derrubada

Figura 3.4 – Foto de um *Skidder* com garra 4 x 4

Figura 3.5 – Foto de um *Skidder* com garra 6 x 6

Figura 3.6 – Foto de uma Garra Traçadora

Quadro 1 - Resultados de estudo de tempo na operação de derrubada das árvores

Quadro 2 – Resultados dos estudos de tempo na operação de arraste / baldeio das árvores inteiras

Quadro 3 - Resultados de estudo de tempo na operação de traçamento das árvores em toras de 2,25 m

Quadro 4 - Resultados dos estudos de tempo na operação de derrubada, desgalhamento e traçamento das árvores em toras de 2,25 m

Quadro 5- Resultados dos estudos de tempo na operação de baldeio das toras

Quadro 6 - Comparativo entre produtividade, m³/ hora / máquina por sistema

Quadro 7 - Comparativo entre números de máquinas utilizados por sistema / mês para uma cota de 50.000 m³

Quadro 8 - Comparativo entre número de funcionários utilizada por mês para uma cota de 50.000 m³, utilizando turno de revezamento em 3 letras (8:00 h / turno) com folga aos domingos

Quadro 9 - Demonstrativo de investimento com máquinas por sistema

Quadro 10 - Demonstrativo referente a custo departamental do Sistema 1 (*Feller / Skidder / Traçador*)

Quadro 11 - Demonstrativo de custo do Sistema 2 (*Harvester / Forwarder*) em R\$ /m³

Gráfico 1. Comparação entre colheita com o sistema *Harvester / Forwarder* (verde) e com o *Feller / Skidder / traçador* (cinza)

Foto 1 – Talhão onde ocorreu a colheita de madeira com os dois sistemas analisados, na parte superior da figura a colheita foi realizada com o sistema 2 (*Harvester / Forwarder*), esta

brotação esta atualmente com 4 meses e na parte inferior da figura ocorreu a colheita com o sistema 1 (*Feller / Skidder / traçador*), porem a brotação esta com 3 meses

Foto 2 – Esta figura mostra dois talhões que foram colhidos mecanizados, do lado direito com *Harvester / Forwarder* (7 meses) e a do lado esquerdo com *Feller / Skidder / Traçador* (5 meses)

Foto 3 – Esta figura demonstra o índice e qualidade da brotação dentro de um talhão onde ocorreu a colheita com sistema 2 (*Harvester / Forwarder*), esta brotação tem 5 meses de idade

Foto 4 – Esta figura mostra a necessidade de efetuar o replantio na soma de processamento (local onde a garra traçadora trabalha), ao fundo a brota do à brotação esta com 4 meses

1. CARACTERIZAÇÃO DO TEMA

No início das atividades de reflorestamento no Brasil, poucas empresas utilizavam a mecanização nas operações de colheita. Até a década de 1940, praticamente não havia emprego da máquina na colheita florestal. Durante muitos anos, estas dependeram do uso de equipamentos adaptados dos setores agrícola e industrial para a sua operação. Nesse período, os sistemas manuais e semi mecanizados foram amplamente usados por falta de alternativas, empregando grande contingente de mão de obra, tornando as operações onerosas e com alto risco de acidente (MACHADO, 2002).

A modernização das operações de colheita florestal teve início na década de 70, quando a indústria nacional começou a produzir maquinário de portes leve e médio. Neste período, surgiram as motosserras profissionais, tratores agrícola equipado com pinça hidráulica traseira ou *Mini Skidder* e os autocarregáveis. Na década de 1980, vieram os *Feller-bunchers* de tesoura e de sabre, montados em triciclos e teve inicio a utilização das grades desganhadoras. Com a abertura das importações em 1994, o aumento do custo da mão de obra, a necessidade de executar o trabalho de forma mais ergonômica, de se ter eficiência e diminuição dos custos de produção, muitas empresas iniciaram a mecanização da colheita de forma mais intensa. Com isso obtiveram ganhos significativos na utilização da mão de obra, reduzindo os índices de acidentes e obtendo, por conseguinte, bons resultados econômicos. A partir daí a mecanização teve um aumento acentuado, fazendo com que algumas das operações sejam realizadas mecanicamente. A evolução da mecanização trouxe progresso para a colheita florestal, com máquinas com *design* ergonômico; motosserras mais leves e com menos vibrações e ruídos, máquinas com cabeçotes de corte e acumuladores (*Feller-Buncher*), que permitem fazer feixes para o arraste e máquinas com cabeçote de corte (garra traçadora) que deixam a madeira pronta para o carregamento (ANDRADE, 1998).

2. JUSTIFICATIVA

As empresas florestais no Brasil, bem como a atividade de colheita florestal, têm caminhado para sua sustentabilidade. Neste processo de mudança, muitas barreiras foram ultrapassadas, mas ainda existem outras a serem vencidas, para que o setor realmente alcance o tão almejado desenvolvimento sustentável. No passado, pouco ou nenhum cuidado foi tomado em relação aos efeitos da colheita sobre o meio ambiente, qualquer tipo de sistema de colheita era adotado para a retirada da madeira das florestas, não obedecendo nem um critério técnico para essa atividade (MACHADO, 2002).

Os recursos florestais foram desperdiçados e pouca atenção foi dada aos danos causados ao solo, água e a fauna. Hoje obter uma produção sustentável, sem causar efeitos indesejáveis ao meio ambiente é desejo de todos, por isso, é imprescindível a adoção de sistemas de colheita de madeira que possibilita a utilização dos recursos florestais, levando em consideração aspectos ambientais e econômicos (ANDRADE, 1998).

3. OBJETIVO

Com o crescimento da economia brasileira a partir da década de 90, o setor florestal sofreu varias mudanças como implementação de modernas máquinas e equipamentos para adaptação ao mundo globalizado e a abertura do mercado nacional.

Inúmeras evidências nos esclarecem a interdependência entre as variáveis que definem a implantação e colheita florestal. Solos, águas, insetos e demais orgânicos, todos inter-relacionados numa comunidade florestal conhecida como ecossistema.

Mudanças ocorrem dentro de todos os ecossistemas, considerando a sociedade e o meio ambiente, minuciosos sistemas de planejamento podem direcionar alterações rumo às necessidades presente e futura.

Nós que exploramos recursos naturais, temos um nome para este tipo de manejo: sustentabilidade florestal ou manejo florestal sustentável. “A essência da diferença entre “floresta” e “ floresta sustentável” repousa na complexidade de escala de relações entre “pessoa” e “árvores” que estão agora devidamente reconhecidas para definir florestas e motivar as ações que afetam ambas. O manejo florestal sustentável, não fornece um regime de ações para responder a tais circunstâncias emergentes e tamanha prioridade de mudanças.

Muito mais que isto, o manejo sustentável se caracteriza pela constante busca de inovação em ciência e tecnologia, organização de propriedades florestais, desenvolvimento de negócios, mercados e instituições, formação de interesses políticos e engajamento popular que o manejo convencional não considera. O manejo sustentável nos desafia a apreciar mudanças, respeitar diferenças, encorajar inovações e desenvolver meios para absorver e aplicar as experiências que ele produz.

3.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é fazer uma análise entre os sistemas de colheita mecanizado dentro da empresa a ser trabalhada, acreditando na sustentabilidade do manejo florestal em todo o seu processo, desde a implantação de novos povoamentos até a colheita dessas florestas.

3.2 Objetivos Específicos

3.2.1 Analisar a viabilidade entre os sistemas de colheita mecanizado para madeira de eucalipto com comprimento de 2,25 m.

3.2.2 Analisar os danos causados na brotação dessas florestas para uma possível condução desses povoamentos.

4. REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA

4.1 História do Tema

No setor florestal, a colheita e o transporte de madeira são as etapas mais importantes economicamente, dadas a sua alta participação no custo final do produto e os riscos de perdas envolvidos nessas atividades.

Segundo Andrade (1998) em torno de 40% a 50% dos custos de produção de celulose são devidos aos produtos florestais e destes cerca de 50% referem-se aos custos de colheita florestal e transporte.

O processo evolutivo da colheita de produtos florestais no Brasil pode ser visto até mesmo pelos termos utilizados para definir o procedimento de transferência da madeira desde a floresta até as unidades consumidoras (SANTOS, 1993).

Assim, o termo empregado passa a ser colheita, com o objetivo de caracterizar a produção florestal, principalmente as das grandes empresas, como um processo contínuo, mas em algumas regiões do País ainda se usa o termo exploração.

Ao analisar a evolução da colheita dos produtos florestais no Brasil, observou-se que o progresso foi muito grande em tão pouco tempo. Na década de 1960 a derrubada das árvores era realizada na maior parte com machado, em alguns casos com serras a mão ou a motor, isso variava de acordo com o volume das árvores, pois florestas de baixo volume ficariam inviáveis a realização dessa operação com serras a motor ou a utilização de motosserra.

O baldeio ou remoção da madeira já cortadas de dentro da área até as estradas de onde a madeira era transportada para seu destino final era realizada com muares, bovinos, tratores agrícolas adaptados. Quando se usavam muares, eles transportavam a madeira em cangalhas, arrastavam carretas ou até mesmo carroças. No caso dos bovinos, as madeiras eram arrastadas por mais de um a junta de bois, que puxavam as carretas. Os tratores agrícolas adaptados com carretas eram utilizados somente em empresas grandes, que na época já utilizavam desta prática (MACHADO, 2002).

Após a remoção a madeira era empilhada em locais próprios e deixada para secar por um período determinado, variando de acordo com a empresa há qual ela seria utilizada.

O transporte na época era realizado com tratores agrícolas que puxavam carretas em distâncias curtas e caminhões onde a distância fosse maior. Essa situação mudou muito a

partir de década de 1970, quando então foram iniciados os estudos que visavam a racionalização e melhoria da colheita dos produtos florestais (MACHADO, 2002).

De acordo com Malinovski (1993), os primeiros equipamentos de colheita florestal eram o machado e a trançadeira. Somente no final da década de 1960 é que surgiram no mercado nacional as primeiras motosserras, o que constituiu o primeiro passo na direção de um processo contínuo e moderno de mecanização da colheita florestal.

Os primeiros carregadores florestais chegaram ao país em 1970, no entanto, sua disponibilização efetiva no mercado se deu a partir de 1976 com as grandes empresas. Dentro da linha de melhorar a mecanização da colheita, principalmente na atividade de derrubada de árvores, em 1975 tentou-se introduzir uma máquina, que, no entanto, só se tornou disponível no mercado nacional a partir de 1988 (MACHADO, 2002).

Apesar dos avanços alcançados nos sistemas de colheita de madeira Malinovski (1993) afirmou que as indústrias que utilizam madeira oriunda de reflorestamento aplicam métodos tradicionais de colheita e também avançada tecnologia da Escandinávia, da Europa Central e da América do Norte. Em particular, nas indústrias de polpa e papel predominam sistemas de colheita que são caracterizados por sua alta produtividade de mão de obra, custos baixos e principalmente um curto espaço de tempo entre a colheita e a fábrica, trazendo benefícios para o processo fabril.

Segundo Souza (1998), o que se verifica é que a colheita, genericamente falando, apresenta três grandes divisões. De um lado, as grandes empresas que dispõem de máquinas leves, médias e pesadas, altamente sofisticadas e produtivas, de outro lado, as empresas pequenas que continuam a utilizar métodos rudimentares, tradicionais, com base não mão de obra não especializada e barata e por fim as maiorias das empresas que são as médias utilizam sistemas intermediários, baseados ao mesmo tempo em máquinas leves, fabricadas no Brasil e no emprego de mão de obra especializada, procurando tirar maior proveito de seu uso.

Atualmente, com as empresas brasileiras investindo em pesquisas com o objetivo de melhorar a colheita florestal, exemplo a busca de equipamentos e máquinas mais confortáveis (ergonômicas) e a realização de vários congressos e seminários objetivando trocas de informações entre fabricantes de equipamentos e empresas de base florestal.

4.2 Definições e Características

A celulose é um dos principais produtos de origem vegetal que o Brasil exporta para vários países do mundo, razão pela qual o reflorestamento apresenta alto interesse econômico para o país, tendo no eucalipto seu principal produto. Assim há necessidade de ampliação da capacidade produtiva o que impõe o uso de equipamentos florestais em larga escala (MACHADO, 2002).

Com a globalização da economia, aumentou a concorrência internacional que trouxe consigo exigências crescentes de qualidade e produtividade. Para acompanhar o incremento da produção e garantir o abastecimento das indústrias a custos compatíveis, as empresas do setor da celulose acharam que na maioria das vezes a solução é aumentar o nível de mecanização das operações de colheita da madeira, para obter produções elevadas e baixos custos operacionais (SOUZA, 1998).

O setor florestal brasileiro vem modernizando dia a dia, principalmente nas áreas de florestamento e reflorestamento. Essas áreas, por serem florestas homogêneas, possuem excelentes condições para a mecanização das atividades de colheita florestal, visando maiores rendimentos e menores custos por metro cúbico de madeira produzida (LADEIRA, 2002).

Por possuir um imenso território, o Brasil detém grande parte dos recursos naturais mundiais, o que contribui para fazê-lo destaque neste setor em nível internacional, gerando diversos empregos e aumentando o faturamento do país. O crescimento da demanda dos produtos florestais incentivou o melhor planejamento dos processos produtivos das empresas, valorizando conseqüentemente o grau de competitividade das empresas (MALINOVSKI, 1993).

Cabe ressaltar que, enquanto não ocorre à substituição dos sistemas manuais ou semimecanizados por sistemas totalmente mecanizados, não devem ser desprezados as avaliações e o controle operacional como instrumento para a otimização do sistema utilizado. Os testes operacionais e a busca do desenvolvimento de equipamentos e aperfeiçoamento de equipamentos e sistemas adaptados a situação de cada empresa são o caminho para atingir níveis crescentes de produtividades, menores custos e qualidade do processo e do produto (SANTOS, 1995).

O empenho em aperfeiçoar o rendimento de sistemas de produção pouco mecanizados deve ser constante, pois deve-se considerar que há determinadas condições topográficas que praticamente impedem a mecanização com os atuais equipamentos. Assim, certa parcela da

produção, provavelmente ainda continuará a ser realizada com métodos similares ou derivados dos atualmente empregados por um tempo relativamente longo. Embora muitas empresas florestais ainda utilizem sistemas semimecanizados de colheita de madeira, é de conhecimento de todos os profissionais da área que no Brasil nos últimos dez anos houve um significativo incremento do grau de mecanização das operações de colheita florestal (MACHADO, 2002).

Segundo Malinovski (1992), a mecanização das atividades florestais nem sempre é a melhor prática para se racionalizar o trabalho, pois é necessário que haja combinação de fatores técnicos, econômicos e ambientais. Em muitos casos, uma modificação no decurso do trabalho nas atividades de colheita de madeira, pode trazer melhores resultados que a implantação de processos mecanizados.

Com relação à mão de obra, um ponto importante a considerar é o treinamento, para o sucesso da colheita florestal há que se combinar com boa eficiência, serviços de assistência técnica local, operadores e mecânicos bem preparados. Investir em treinamento significa reduzir custos de produção, riscos de acidente e danos ao meio ambiente. Também na colheita florestal a terceirização é uma realidade que tende a crescer a cada dia. No Brasil, atualmente, grande partes dos serviços florestais são terceirizados. Essa nova opção, que vem sendo adotada por muitas empresas, tem apresentado resultados bastante satisfatórios (LADEIRA, 2002).

As atividades de colheita por serem consideradas as últimas etapas do processo de produção da madeira, devem ser realizadas dentro dos princípios da Qualidade Total, de forma que seja possível atender em todos os aspectos as exigências crescentes do mercado. A idéia da Qualidade Total é obter um produto / serviço de grande qualidade a menor custo possível, que ofereça ao cliente o que a empresa quer, na hora e na quantidade certa. Aos funcionários é importante que se ofereçam boas condições de trabalho e segurança, para que eles se sintam satisfeitos e motivados. Ao consumidor, no caso as fábricas, deve ser oferecido um produto final seguro (ANDRADE, 1998).

O propósito do trabalho é uma análise dos sistemas de colheita onde será analisado; produtividade das máquinas, custo por sistema em mts m³, aspectos e impactos ambientais e retorno do capital investido.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Área Experimental

O estudo foi conduzido em um povoamento de eucaliptos com idade de 6,5 anos de uma empresa localizada na região central do estado de São Paulo, com 636 metros de altitude, este município possui clima tropical úmido, sendo que a temperatura media situa-se em torno de 22° C e com índice pluviométrico anual entre 1300 a 1400 mm ano, com solo argiloso e sua topografia plana.

5.2 Desenvolvimentos da Metodologia

O trabalho foi compreendido em duas etapas básicas. Primeiramente, determinou-se os talhões que os dois sistemas seriam avaliados, ambos com os mesmos volumes individuais por árvore (0,22 m) e com o mesmo volume de m³ por hectares (230m). Logo após definidos os talhões houve o estudo de tempo e movimento, buscando através desses estudos as produtividades para elaboração da planilha de custo.

5.3 Sistemas de Colheita e Máquinas Utilizadas

O sistema de colheita utilizado será de toras com 2,25m para ambas as situações com operações mecanizadas de colheita. No primeiro sistema foi utilizado um Feller- Buncher na operação de derrubada, um Skidder na operação de arraste e uma Escavadeira Hidráulica como garra traçador, no segundo sistema foi utilizado um Harvester na operação de derrubada e processamento das toras e um Forwarder para baldeio das toras de dentro do talhão até a estrada.

5.4 Instrumentos de Medição

O MTM, Methods-Time Measurement, é um sistema de tempo pré-determinados que foi desenvolvido por H. B. Maynard, G. J. Stegemerten em 1948. Tem como base o estudo de tempos e movimentos para melhorar as operações em linha de produção.

O MTM possibilita achar o tempo padrão de cada parte desse movimento, depois compondo o tempo do movimento completo. Com isso é possível determinar a capacidade de produção de uma máquina ou uma linha de montagem. Avalia-se com maior precisão o espaço necessário e o número de pessoas a serem utilizadas na operação. Em uma linha de produção já estabelecida, o MTM é uma grande ferramenta para diminuir a influencia negativa das restrições na produção. O principal resultado alcançado é a eliminação dos desperdícios com conseqüente diminuição dos custos de produção (MIRNA, 2000).

Há muitas vantagens em utilizar os estudos de pré-determinados. Conforme Barnes (1963), “pode-se determinar com antecedência o tempo necessário para execução de uma operação, simplesmente examinando-se um esquema do local de trabalho e uma descrição do método a ser empregado. Da mesma forma, pode-se fazer uma avaliação precisa de diversos métodos de trabalho ou de diferentes projetos de ferramenta”.

Para proporcionar uma maior consistência nos estudos, o ciclo foi a cada 15 segundos, totalizando 10 horas para cada máquina.

5.5 Formação dos Custos de Produção

Um ponto extremamente interessante e que merece ser destacada está no valor do investimento, apesar de um valor de aquisição maior dos equipamentos de grande porte, o investimento a ser realizado é menor quando analisado no seu contexto completo, basicamente pela alta produção desses. Para ambos os sistemas, na formação dos custos foram utilizados o mesmo valor de salário, benefício e participação de resultados. Para o combustível e lubrificante foi utilizado à média de consumo das respectivas máquinas. Para o suprimento, a manutenção (externa e peças) as despesas gerais (seguro) foi utilizado um histórico de 1 ano. Para a depreciação foi utilizado 4 anos e a manutenção própria (Oficina móvel) rateado para todas as máquinas em seus sistemas. As empresas florestais, em geral adotam sistemas de colheita diferenciados, de acordo com suas conveniências, como o destino final de seus produtos.

Dependendo do sistema adotado, a empresa terá composição diferenciada para os custos de colheita. Esses valores foram obtidos através de uma media de preço disponibilizada pelo fabricantes, com relação ao *Skidder*, ficamos apenas com um fabricante, devido ser o único com um trator 6 x 6 disponível no momento.

Custos operacionais de cada sistema subdividindo-se em custos fixos, variáveis e administrativos.

5.5.1 Custos Fixos

São considerados custos fixos todos os custos que, periodicamente, oneram a empresa, independentemente do nível de atividade (SOUZA e CLEMENTE, 1998).

5.5.2 Custos Variáveis

Os custos variáveis são todos os custos e despesas que variam proporcionalmente ao nível de atividade. Esses custos e despesas dependem do nível de atividade (volume produzido x volume vendido) por período (SOUZA e CLEMENTE, 1998).

5.5.3 Custos Administrativos

Custo administrativo são os custos indiretos relacionados com a administração do trabalho e do maquinário (HARRY et al. 1991).

5.5.4 Custos de Investimento

Custo total do investimento por sistema.

5.6 Modelos de Sistemas de Mecanização para o Estudo

Os sistemas de colheita florestal podem ser definidos como um conjunto de atividades, integradas entre si, que permitem o fluxo constante de madeira, evitando-se os pontos de estrangulamento, levando os equipamentos a sua máxima utilização. Os sistemas de colheita podem variar de acordo com alguns fatores, dentre eles topografia do terreno, rendimento volumétrico das árvores, tipo de floresta, uso final da madeira, máquinas, equipamentos e recursos disponíveis (MACHADO, 2002).

De acordo com a classificação da *Food and Agriculture Organization of the Nations*, 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 quando a forma da madeira na fase de extração:

sistemas de toras curtas, compridas e árvores inteiras. Machado (2002) propôs as seguintes classificações de sistemas:

- ▶ Sistemas de toras curtas (*Cut-to-Length*): a árvore é processada no local de derrubada, sendo extraída para a margem da estrada ou pátio temporário em forma de pequenas toras, podendo variar seu comprimento entre 2,25 m até 6,00 m.
- ▶ Sistemas de toras compridas (*Tree-Lenght*): a árvore é semiprocessada (desgalhada e destopada) no local de derrubada e levada para a margem da estrada ou pátio temporário em forma de fuste, com mais de seis metros de comprimento.
- ▶ Sistemas de árvores inteiras (*Full-tree*): a árvore é derrubada e levada para a margem da estrada ou pátio intermediário, onde é processada.
- ▶ Sistemas de árvores completas (*Whole-tree*): a árvore é arrancada com parte do seu sistema radicular e levada para a margem da estrada ou 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.

5.7 Principais Máquinas Utilizadas

Há várias máquinas disponíveis no mercado para as diversas operações, que fazem parte da colheita florestal. Para a derrubada de árvores, existem as seguintes opções: *Feller Buncher*, *Harvester* e *Slingshot*. No desgalhamento, as alternativas são: motos serra, *Harvester* e grade desgalhadora. No processamento, utiliza-se a motosserra, o *Harvester*, o *Slingshot*, a garra traçadora, o processador e o *Slasher*. O descascamento, quando executado no campo, é realizado por descascadores móveis, *Harvester* ou processador, enquanto que essa operação pode ser realizada na indústria através de tambores rotativos. Na operação de extração utilizam-se tratores agrícolas adaptados, *Forwarders*, caminhões e *Skidders*. No carregamento e descarregamento dos veículos de transportes usam-se os carregadores com guas hidráulicas (MACHADO, 2002).

Vale ressaltar que as máquinas de colheita florestal foram desenvolvidas basicamente para dois sistemas: o primeiro corresponde aos países escandinavos, é voltado para os sistemas de toras curtas (*cut-to-lenght*), em que o *Harvester* executa a derrubada, o desgalhamento e o traçamento de forma contínua; em seguida os *Forwarders* realizam a extração da madeira para a margem da estrada ou para o local do transporte. O segundo

corresponde aos países da América do Norte, é voltado para os sistemas de toras longas (*tree-length*) ou árvores inteiras (*full-tree*), em que os tratores derrubadores realizam a derrubada e o agrupamento das árvores em feixes, preparando-as para os tratores arrastadores, que efetuam a operação de arraste da madeira até o local de processamento. Em seguida, os tratores carregadores, acoplados a equipamentos desganhadores e traçadores executam o processamento e empilhamento ou descarregamento diretamente nos veículos de transporte (MACHADO, 2002).

5.8 Principais Características Técnicas das Máquinas

Os tratores florestais têm características e recursos próprios que os deixam muito à frente dos tratores agrícolas, constituindo uma categoria especial, cujas aplicações são comumente o corte, processamento e a extração da madeira, que é colocada em local de acesso para o transporte florestal. Atualmente, o mercado tem disponível grande número destes tratores com múltiplos propósitos, concentrando todas as funções em um só chassi necessitando apenas de um operador. A produtividade destes tratores é determinada em função do volume de madeira processada na unidade de tempo (MALINOVSKI, 1995).

Alguns dessas máquinas e suas características serão apresentadas a seguir;

5.8.1 *Harvester*

Este trator, conhecido como colhedor ou processador florestal, é automotriz e tem a finalidade de derrubar, desganhado e processar árvores dentro da floresta. Suas características são definidas por um conjunto motriz de alta mobilidade e boa estabilidade. O seu sistema de rodado pode ser com pneus e também de esteiras. Existem no mercado várias marcas e modelos. Hoje, algumas empresas florestais estão adotando o trator com rodado de esteiras, por entenderem que assim, menor pressão será aplicada ao solo, contribuindo para menor compactação mecânica. Alguns modelos desenvolvidos e utilizados são oriundos de adaptação de uma escaveira hidráulica. A cabina, devidamente fechada, contém sistema condicionador de ar e proteção contra queda de galhos e árvores. A estrutura da cabine permite uma movimentação de 360 graus de giro e com boa visão, facilitando a ação do operador. O cabeçote de múltiplas funções e acoplado no braço hidráulico (lança) da escaveira. Este cabeçote de *Harvester*, em associação com a estrutura da escavadeira, é comumente chamado de *Harvester*. A altura máxima e o comprimento do braço hidráulico

articulados são, em alguns modelos com movimento telescópico, pontos importantes na seleção.

O cabeçote é constituído de braços acumuladores, que tem 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 a derrubada, 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, inicia-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 da madeira processada no turno de trabalho. A potência do motor varia, conforme os modelos disponíveis, entre 70 e 190 HP, e o peso total, entre 22 e 30 toneladas. Este trator tem sido utilizado em florestas da alta produtividade (figura 3.1).



Figura 3.1 – foto de um *harvester*.

5.8.2 Forwarder

Máquina com grua hidráulica e caçamba, também conhecida como trator florestal transportador. Pode ser dotada de sistemas de rodados de pneus ou esteiras, com chassi articulado, possibilitando a diminuição do raio nas manobras dentro do talhão. A este trator é adaptada uma cabina de proteção ao operador, com sistema condicionador de ar e assento giratório, facilitando a ação e visibilidade na operação.

Faz-se o carregamento por um braço hidráulico articulado e telescópico acoplado a uma garra com movimento de abrir e fechar. Sua função é retirar a madeira de dentro do talhão, levando-a para as margens das estradas. O uso é mais comum em sistemas mecanizados, em que o corte e o processamento das árvores são realizados por um *Harvester*. Ele se movimenta no talhão, posicionando-se próximo aos feixes de toras. Na seqüência, processa-se o carregamento da caçamba de comprimento variável, adaptadas com estruturas laterais que permitam o empilhamento das toras.

O comprimento das toras pode variar de acordo com os diferentes sistemas de colheita, sendo o mais comum o de 6 metros. No mercado encontram-se várias marcas e modelos, com peso variando de 16 a 26 toneladas e potência do motor na ordem de 70 a 170 HP. A distância do deslocamento carregado e vazio influencia o rendimento no seu ciclo operacional, mas o carregamento e o deslocamento são os elementos mais importantes por consumirem até 85 % do tempo total. A capacidade de carga varia entre 10 e 19 toneladas, e os pontos de carregamento devem ser levados em considerações no planejamento da operação. Inclinação maior que 40 graus da área de colheita pode limitar o tráfego dessa máquina (figura 3.2).



Figura 3.2 – Foto de um *Forwarder*.

5.8.3 *Feller Buncher*

O *Feller Buncher* (derrubador - acumulador) é o trator que derruba, acumula várias árvores, formando feixes. O cabeçote é uma peça de construção rígida, como em outros tratores, onde está localizado o órgão de corte composto por um disco dentado, ou uma tesoura de dupla ação, ou uma serra, ou um sabre, e os braços acumuladores, todos acionados por um sistema hidráulico. O procedimento de derrubada consiste em fixar a árvores por duas garras na altura próxima a 1,50 mts de altura em seguida fazer o corte no nível do solo com o instrumento adequado citado acima. Após o corte, é acionado o acumulador, firmando uma árvore no cabeçote, reabrindo as garras e acionando a máquina de corte para a próxima árvore, até atingir a capacidade de carga.

A potência do motor varia de 90 a 190 HP, e seu peso total sem carga (árvores), em alguns modelos podem chegar a 30 toneladas, podendo ser de pneu ou esteira (figura 3.3).



Figura 3.3 – *Feller Buncher* na operação de derrubada.

5.8.4 *Skidder*

É um trator florestal arrastador, articulado com tração 4 x 4 ou 6 x 6 e com pneu, desenvolvido exclusivamente para o arraste de madeira. A sua cabina contém sistema condicionador de ar e estrutura que permite grande mobilidade dentro da área de trabalho (corte).

Alguns modelos são adaptados com uma garra traseira telescópica, acionada pelo sistema hidráulico ou sistema de cabos de aço, para o arraste dos feixes de toras. A garra traseira é acionada para abrir em seguida, abaixar sobre os feixes de árvores ou toras compridas e depois, suspendê-los e arrastá-los até a margem da estrada, colocando-os perpendicularmente a estrada. Nesta operação, o trator pode subir sobre as pilhas de toras visando a um melhor empilhamento, mantendo os feixes com suas bases rentes as dos outros. Na parte frontal, o *Skidder* apresenta uma lâmina que auxilia no nivelamento das toras e na limpeza das vias de acesso.

No mercado, a potência do motor deste trator varia em torno de 100 a 220 KW, e o peso entre 14 a 22 toneladas. O seu uso tem de ser bem planejado para minimizar as passadas dos pneus sobre as cepas. Normalmente, ele trabalha arrastando-se paralelamente ao alinhamento do plantio. Em áreas de plantio, seguindo as curvas de nível do terreno, o alinhamento do povoamento do talhão não forma um ângulo de 90 graus com a estrada, o que pode ser um complicador para o arraste, danificando as cepas. O desempenho operacional é afetado pela distância de arraste. À medida que aumenta a distância de arraste para um mesmo volume de madeira, o seu rendimento diminui.

Existem três tipos básicos de *Skidder*: com cabo, garra e grua. (figura 3.4 e 3.5).



Figura 3.4 – Foto de um *Skidder* 4 x 4 com garra.



Figura 3.5 – Foto de um *Skidder* 6 x 6 com garra.

5.8.5 Garra Traçadora

Esta máquina é conhecida por garra traçadora. É adaptada em uma escavadeira, normalmente com rodados de esteiras, cuja função é o traçamento dos fustes. Nos últimos anos, seu uso tem sido bastante difundido como substituição as atividades exercidas pelos motosserristas. É usada em sistemas mecanizados de colheita que adotam o *Feller Buncher* e o *Skidder*. O traçador trabalha próximo das margens da estrada, pegando os feixes de árvores, realizando o traçamento e formando pilhas de toras para o posterior carregamento. A distribuição de peso e potência é similar a do *Harvester*.

Os circuitos do braço, cabeçote de corte e deslocamento são acionados por um sistema hidráulico composto de duas bombas hidráulicas de deslocamento variável e pistões axiais (figura 3.6).



Figura 3.6 – Foto de um Traçador.

5.9 Avaliação da Brotação

Reformar ou não uma floresta de eucalipto significa normalmente ter que optar entre a substituição da floresta atual por uma nova ou o corte de mais uma rotação da floresta atual, e conseqüente adiamento da implantação da nova floresta.

Visto pelo lado da brotação, o problema envolve uma escolha entre a condução da brotação proveniente do corte da floresta atual e a substituição desta por uma nova floresta.

O fator que mais afeta esta decisão envolve a produtividade potencial da nova rotação quando comparada à produtividade e o custo de replantio da nova floresta.

A condução da brotação é uma alternativa do manejo que visa a redução de custo, com o potencial de produção semelhante as áreas de reforma. Para que isso ocorra, é necessário levar em conta algumas situações como;

- ▶ Produtividade do talhão a ser conduzido
- ▶ Homogeneidade do talhão
- ▶ Material genético
- ▶ Histórico do material

Algumas ações de manejo são essenciais para o bom desenvolvimento da brotação entre as principais;

- ▶ Sistema de colheita

- ▶ Altura de corte das cepas

- ▶ Época da desbrota

O sistema de colheita interfere diretamente na qualidade da brotação. Durante os meses de outubro de 2009 a janeiro de 2010, logo após a colheita foi realizado um levantamento do impacto dos sistemas de colheita sobre a integridade das cepas nos talhões onde ocorreu a colheita com *Harvester* e *Feller*. Os danos foram avaliados no período de 30, 60, 90 e 120 dias.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação dos dois sistemas de colheita mecanizada estudados passou por uma caracterização do tipo de produto final a ser obtido levando em consideração suas características topográficas e suas reais condições florestais, atuais e futuras, tendo em vista o programa de desenvolvimento dos tratos silviculturais que seria implantado na empresa. Ficou preestabelecido que a empresa trabalharia com madeira com casca, seccionada em toretes de 2,25 m de comprimento, isentos de galhos e uma cota de 50.000 m³ / mês. Para ambos os sistemas, os operadores trabalharam em turno de revezamento de 8 horas cada, sendo assim 3 turnos diários com folga aos domingos.

O maciço florestal da empresa, em sua maioria, era oriundo de plantio de clones e seriam reformados com o uso de outro material genético mais adaptado ao clima e solo.

Os impactos causados ao toco pela colheita mecanizada seria fator importante na decisão final sobre o modelo a ser utilizado, pois a empresa buscara conduzir essas florestas.

O fator custo (R\$/m³) merece destaque, pois as reduções que hora serão demonstradas superam as expectativas de investimento em um determinado sistema de colheita mecanizada. O custo, quando analisado no seu contexto, deve avaliar não só os equipamentos individualmente, mas sim toda uma gama de melhorias introduzidas nas operações que não são resultantes somente da introdução de novos equipamentos.

A realidade global, onde as constantes mudanças se multiplicam, torna fundamental a transformação e adaptação para que as empresas continuem competitivas, no que diz respeito a custos, qualidade, segurança e meio ambiente.

Foram selecionados dentro desses critérios dois sistemas em potencial para atenderem o projeto de mecanização da colheita florestal.

1º Sistema: *Feller Buncher* / *Skidder* / Garra Traçadora

- Colheita com *Feller Buncher*
- Desgalhamento Manual (uso de moto poda)
- Arraste / Baldeio com *Skidder*
- Traçamento com Garra Traçadora

2º Sistema: *Harvester / Forwarder*

- Colheita (Derrubada e Traçamento) com *Harvester*
- Baldeio com *Forwarder*

6.1 Resultados dos Estudos de Tempo

Após a colheita ter sido realizada pelos dois métodos descritos acima, obteve-se os seguintes resultados que são apresentados nos quadros abaixo:

1º Sistema: *Feller Buncher / Skidder / Garra Traçadora*

Feller Buncher

Quadro 1 - Resultados de estudo de tempo na operação de derrubada das árvores.

Operação	Frequência (min)	Representação (%)
Deslocamento cabeça corte	170	28
Corte	55,75	9
Manobra Corte	105,75	18
Deslocamento p/ Depósito	85,75	14
Depósito dos feixes	106,75	18
Deslocamento Vazio	40,75	7
Outros Mov. Trabalho	35,25	6
Total	600	100

Fonte: Dados da pesquisa a campo.

Nesta operação observamos que o deslocamento da cabeça de corte (28%), isso caracteriza que $\frac{1}{4}$ do tempo do *Feller* esta entre o corte das árvores. Nas outras 3 operações manobra de corte (18%), deslocamento para depósito (14%) e depósito feixes (18%), esta relacionado com a quantidade de árvores por feixes, em media de 12 arvores e depositando sempre e feixes juntos totalizando 24 árvores. Sabendo que temos que trabalhar com o maior número de árvores possíveis por feixe para viabilizar um *Skidder* de grande porte, não perdendo a produtividade na operação de derrubada.

Skidder

Quadro 2 – Resultados dos estudos de tempo na operação de arraste / baldeio das árvores inteiras.

Operação	Freqüência (min)	Representação (%)
Deslocamento Vazio	174,75	29
Deslocamento Carregado	149,25	25
Manobra Arraste	24,75	4
Carga	45	8
Reamontoamento de Pilha	62,75	10
Reamontoamento de Feixe	75,75	12
Manobra Depósito	37	6
Depósito	28,25	5
Outros Mov. Trabalho	6,25	1
Total	601,50	100

Fonte: Dados da pesquisa a campo.

Na operação de arraste / baldeio, o tempo do deslocamento vazio (29%) e deslocamento carregado (25%) estão relacionado diretamente com a distância de trabalho do equipamento, nesta situação a operação ficou a uma distância média de 150 mts. O reamontoamento de pilha (10%), é uma operação feita no momento em que a máquina solta os feixes na soma de processamento, com isso, o *Skidder* procura deixar os feixes numa posição que não venha atrapalhar o traçamento. O reamontoamento de feixe se da no momento em que o *Skidder* esta a mais de 100 mts da soma de processamento, desta forma ele vem com capacidade total de carga. Isso não se faz necessário a uma distância menor, pois o tempo de reamontar os feixes e maior do vir apenas com um feixe.

Garra Traçadora: Quadro 3 - Resultados de estudo de tempo na operação de traçamento das árvores em toras de 2,25 m.

Operação	Freqüência (min.)	Representação (%)
Giro Vazio	26,75	4
Corte / Traçamento	285,00	47
Depósito na Pilha	141,75	24
Agrupamento da madeira na pilha	61,75	11
Deslocamento Vazio	26,75	4
Acerto da Pilha	31,75	6
Depósito Energia	26,75	4
Total	600,50	100

Fonte: Dados da pesquisa a campo.

No corte / traçamento (47%) das toras fica o maior tempo da operação, isso se da em função dos outros ciclos serem menor e a operação ser a mais difícil, pois se trata de um sabre de 113 cm mais corrente 404, com uma garra de 0,60 m³ traçando de uma so vez em media de 14 árvores ao mesmo tempo. Depósito na pilha (24%), essa operação se da no momento em que o equipamento esta soltando a madeira em cima da pilha logo após o traçamento, nesse momento pode ocorrer algum travamento do sabre nas toras, dificultando o retorno do sabre. Agrupamento da madeira na pilha (11%), necessário quando o *Skidder* não consegue realizar o encabeçamento das árvores na soma de processamento.

Sistema 2: *Harvester / Forwarder*

Harvester: Quadro 4 - Resultados dos estudos de tempo na operação de derrubada, desgalhamento e traçamento das árvores em toras de 2,25 m.

Operação	Frequência (min)	Representação (%)
Procura de árvores	35	6
Derrubada	170	28
Dificuldade na derrubada	22,50	4
Processamento	250	42
Dificul. no processamento	30	5
Desgalhamento	27,50	5
Mov. pontas e galhos	50	8
Deslocamento	15	3
Total	600	100

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

Derrubada (28%), é o momento em que o equipamento realiza corte das árvores, direcionando a mesma para a soma de processamento.

Processamento (42%), é o traçamento das toras no comprimento já estabelecido, tempo esse alto em função da quantidade de secção que o equipamento tem que dar em uma árvore, que na media possui 25 mts de comprimento, totalizando 11 traços.

Forwarder

Quadro 5 - Resultados dos estudos de tempo na operação de baldeio das toras de 2,25 m.

Operação	Frequência (min)	Representação (%)
Viagem vazio	98,25	16
Deslocamento p carga	76,50	13
Carga	141,75	24
Viagem carregado	65,75	11
Descarga	131	22
Acerto da pilha	87,25	15
Total	600,50	100

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

Viagem Vazio (16%) e Viagem Carregado (11%), também esta relacionada a distância de baldeio, que nesse estudo ficou em torno de 250 mts em media. Vale a pena ressaltar que o deslocamento vazio tem um tempo maior em função de que o tempo medido é do momento da saída da pilha (carreador) até o local onde se encontra as toras (final do eito), porém ele vem efetuando a carga sentido carreador e esse tempo esta contemplado no deslocamento para carga (13%), ficando assim o retorno mais curto comparado ao deslocamento vazio.

Carga (24%) e Descarga (22%), tempo esse relacionada diretamente em função do tamanho da madeira. Acerto da pilha (15%), se da no momento em que o equipamento faz a descarga, dando um acabamento melhor nas pilhas para facilitar o momento do carregamento.

6.2 Resultados de Produtividade

Através dos estudos de tempo realizados também conseguimos apurar a produtividade media dos equipamentos em seus respectivos sistemas. Tais valores comparativos são apresentados no quadro 6.

Quadro 6 - Comparativo entre produtividade, m³/ hora / máquina por sistema.

Sistema 1	Produtividade m³ / hora
<i>Feller Buncher</i>	115
<i>Skidder</i>	110
Garra Traçadora	42
Sistema 2	Produtividade m³ / hora
<i>Harvester</i>	22
<i>Forwarder</i>	43

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

6.3 Número de Máquinas por Sistema

Em função da produtividade e respeitando a disponibilidade mecânica para cada equipamento, *Feller Buncher* (75%), *Skidder* (73%), Traçador (64%) , *Harvester* (73%) e *Forwarder* (93%), apresenta-se no quadro 7 o número de máquinas necessárias para serem utilizadas por sistema/mês para uma cota de 50.000 m³.

Quadro 7 - Comparativo entre números de máquinas utilizados por sistema / mês para uma cota de 50.000 m³.

Sistema 1	Número de Máquinas
<i>Feller Buncher</i>	1
<i>Skidder</i>	1
Garra Traçadora	3
Sistema 2	Número de Máquinas
<i>Harvester</i>	5
<i>Forwarder</i>	2

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

6.4 Número de Funcionários por Sistema

O número de funcionários necessário mensais por sistema, para a realização da colheita mecanizada da cota de 50.000 m³ é apresentado no quadro 8.

Quadro 8 - Comparativo entre número de funcionários utilizada por mês para uma cota de 50.000 m³, utilizando turno de revezamento em 3 letras (8:00 h / turno) com folga aos domingos.

Sistema 1	Número de Funcionários
<i>Feller Buncher</i>	3
<i>Skidder</i>	3
Garra Traçadora	9
Mecânicos e Comboista	4
Encarregado	1
TOTAL	20
Sistema 2	Número de Funcionários
<i>Harvester</i>	15
<i>Forwarder</i>	6
Mecânicos e Comboista	6
Encarregado	1
TOTAL	28

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

No sistema 1 há necessidade de mão de obra para o desgalhamento (20 pessoas), nessa situação pode ser realizado com mão de obra de terceiro, isso não ocorre no sistema 2 em função do Harvester efetuar essa operação de desgalhamento.

Em ambas as situações não estão contabilizados os funcionários reserva para férias, treinamento e outras situações.

6.5 Custos do Investimento Total por Módulo com Máquinas em R\$

Quadro 9 - Demonstrativo de investimento com máquinas por sistema.

Sistema 1	Nº de Máquinas	Valor unitário	Valor Total
<i>Feller Buncher</i>	1	1.000.000	1.000.000
<i>Skidder</i>	1	950.000	950.000
Garra Traçadora	3	580.000	1.740.000
TOTAL	5	-	3.690.000
Sistema 2	Nº de Máquinas	Valor unitário	Valor Total
<i>Harvester</i>	5	900.000	4.500.000
<i>Forwarder</i>	2	750.000	1.500.000
TOTAL	7	-	6.000.000

Fonte: Dados da pesquisa a campo.

6.6 O custo total da colheita por diferentes sistemas é apresentado a seguir.

6.6.1 Sistema 1: *Feller Buncher / Skidder / Garra Traçadora*

Quadro 10 - Demonstrativo referente a custo departamental do Sistema 1 (*Feller / Skidder / Traçador*).

Descrição	Máquinas		
	Feller	Skidder	Traçador
Elemento de Custo			
Folhas e Encargos	8.610	8.610	25.830
Benefícios	3.900	3.900	11.700
Participação Resultados	650	650	1.950
Combustível / Lubrificante	32.000	27.000	41.000
Suprimentos	3.500	2.500	7.500
Manutenção/Serviços Externos	8.500	5.500	10.000
Manutenção de Máquinas (Peças)	26.000	20.000	28.000
Despesas Gerais	5.500	3.130	8.000
Depreciação	20.833	19.790	36.250
Manutenção Própria Ofic. Móvel (MO)	7.000	7.000	7.000
TOTAL	116.493	98.080	177.230
Cota mensal (m³)	50.000	50.000	50.000
R\$ / m³	2,33	1,96	3,54

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

Total do custo em R\$ / m³ do sistema mais desgalhamento:

<i>Feller</i>	R\$2,33
<i>Skidder</i>	R\$1,96
Traçamento	R\$3,54
Desgalhamento	R\$1,90
Total	R\$9,73

6.6.2 Sistema 2: *Harvester / Forwarder*

Quadro 11 - Demonstrativo de custo do Sistema 2 (*Harvester / Forwarder*) em R\$ /m³.

Descrição Elemento de Custo	Máquinas	
	Harvester	Forwarder
Folhas e Encargos	43.050	17.220
Benefícios	19.500	7.800
Participação Resultados	3.250	1.300
Combustível / Lubrificante	99.000	41.000
Suprimentos	8.000	4.000
Manutenção/Serviços Externos	40.000	20.000
Manutenção de Máquinas (Peças)	120.000	50.000
Despesas Gerais	8.000	5.000
Depreciação	93.750	31.250
Manutenção Própria Oficina Móvel (MO)	10.500	10.500
TOTAL	445.050	188.070
Cota mensal (m ³)	50.000	50.000
R\$ / m ³	8.90	3,76

Fonte: Dados da pesquisa de campo.

Total do custo em R\$ / m³ do sistema:

Harvester R\$8,90

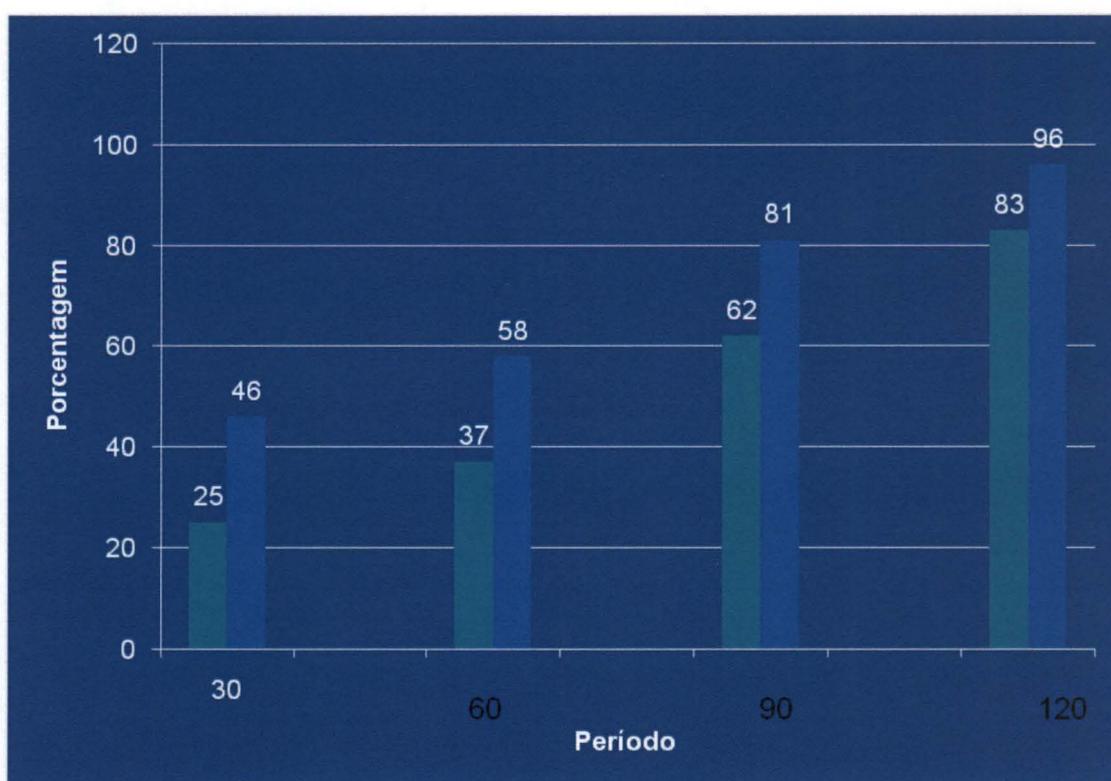
Forwarder R\$3,76

Total R\$12,66

6.7 Dados do Levantamento dos Índices de Brotação por Sistema

A seguir é apresentado um gráfico com a respectivas datas em que ocorreram os levantamentos de campo.

Gráfico 1. Comparação entre colheita com o sistema *Harvester / Forwarder* (azul) e com o *Feller / Skidder / Traçador* (verde).



Fonte: Dados da pesquisa de campo.

6.7.1 BROTAÇÃO

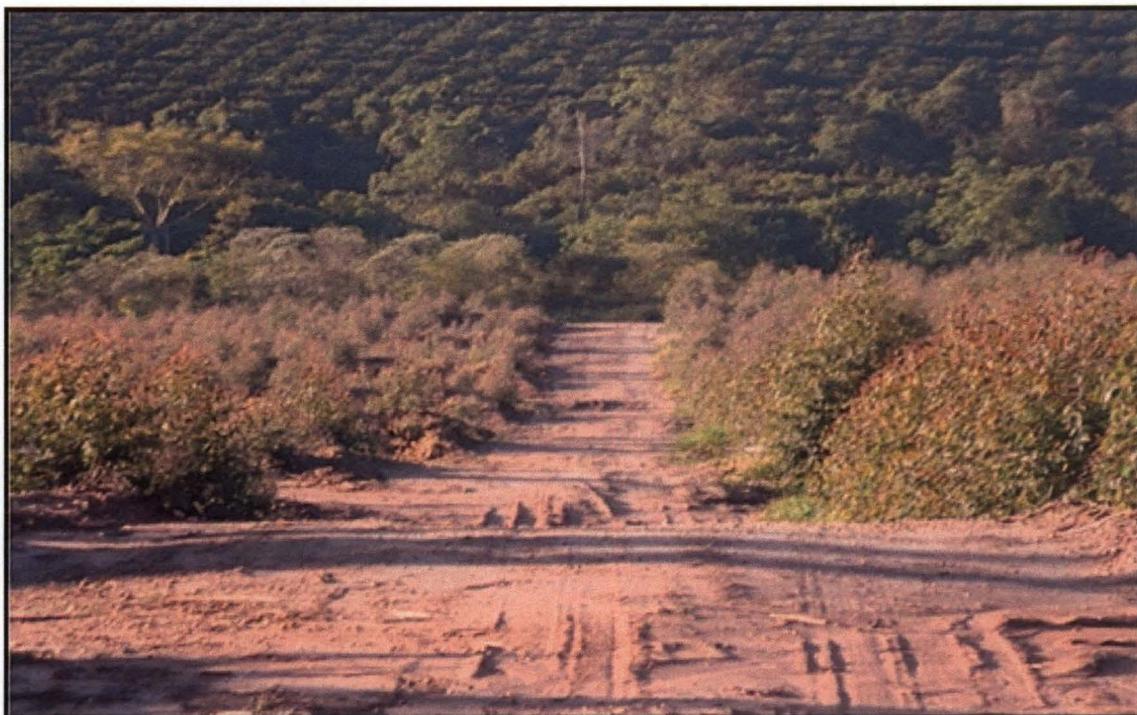
A seguir são apresentadas as fotos referentes ao local onde ocorreu o estudo com seus respectivos sistemas de colheita.

Foto 1 – Talhão onde ocorreu a colheita de madeira com os dois sistemas analisados, na parte superior da figura a colheita foi realizada com o sistema 2 (*Harvester / Forwarder*), esta brotação está atualmente com 4 meses e na parte inferior da figura ocorreu a colheita com o sistema 1 (*Feller / Skidder / Traçador*), porém a brotação está com 3 meses.



Fonte: Horto Santa Fé, Talhão 59U, IP, Brotas – SP

Foto 2 – Esta figura mostra dois talhões que foram colhidos mecanizados, do lado direito com *Harvester / Forwarder* (7 meses) e a do lado esquerdo com *Feller / Skidder / Traçador* (5 meses).



Fonte: Horto Santa Fé, Talhões 29 (esquerda) e 28U (direita), IP, Brotas - SP

Foto 3 – Esta figura demonstra o índice e qualidade da brotação dentro de um talhão onde ocorreu a colheita com sistema 2 (*Harvester / Forwarder*), esta brotação tem 5 meses de idade.



Fonte: Horto Santa Fé, Talhão 34U, IP, Brotas – SP

Foto 4 – Esta figura mostra a necessidade de efetuar o replantio na soma de processamento (local onde a garra traçadora trabalha), ao fundo a brotação esta com 4 meses.



Fonte: Horto Santa Fé, Talhão 35U, IP, Brotas – SP

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com a análise dos resultados obtidos, o **sistema 1** (Feller) leva vantagem em relação ao **sistema 2** (Harvester), tanto no investimento, cerca de 62% a menos, como no número de funcionários (em torno de 20% a menos). Com relação ao custo total da colheita florestal por metro cúbico de madeira, o **sistema 1** apresentou um custo de R\$9,73 / m³ enquanto que o **sistema 2** gerou um custo de R\$12,66 / m³. Comparativamente o sistema 1 apresentou uma redução na ordem de 30%. Desta forma, a decisão da empresa recaiu sobre o **sistema 1** (Feller), porém os impactos desse sistema deverão ser analisados, pois com o **sistema 2** (Harvester) existe a opção de fazer o descascamento na floresta, assim o transporte levaria somente a madeira para a fábrica, deixando a casca como material orgânico no solo.

No âmbito de avaliação dos impactos dos sistemas mecanizados foi desenvolvido um trabalho em paralelo, visando analisar os danos ao solo ocasionados pelos sistemas de colheita florestal. Foram comparados os **sistemas 1** (*Feller*) e o **sistema 2** (*Harvester*). Os resultados acima indicaram que o processo mecanizado **sistema 1** (Feller) é mais impactante, quanto ao uso da garra traçadora na beira do talhão (soma de processamento), com o uso do *Skidder* 6 x 6 empregada na operação de arraste / baldeio, não foi constatado nem um problema comparado ao *Skidder* 4 x 4 utilizado anteriormente na operação, sendo assim não tendo impacto na brotação. O sistema 2 (*Harvester*) não causou danos nenhum na brotação, mesmo onde ocorre a formação das pilhas.

A condução de brotação pode ser uma alternativa viável de manejo caso seja feito o manejo correto, a condução de brotação possui diversas atividades que potencializam o aumento de produtividade, variando de acordo com o site e material genético a ser conduzido.

A decisão da empresa recaiu sobre o **sistema 1** (*Feller*) comparado ao sistema 2 (*Harvester*), em função de seu custo por m³, custo de investimento e número de funcionários ser menor, com relação à condução, as recomendações devem ser seguidas a risca para que seja possível manter as mesmas produtividades dos ciclos anteriores.

Haverá a necessidade de realizar uma operação de interplântio na soma de processamento da garra traçadora, pois em função da máquina trabalhar em cima dos tocos e o carregamento também utilizar essa mesma área, custo esse orçado em R\$350,00 por hectare.

O setor de celulose e papel no Brasil esta em franco desenvolvimento em diversas regiões do país, isto significa investimentos no setor florestal com implantação de novos

povoamentos florestais, trazendo junto infra-estrutura para essas regiões e novas tecnologias tanto para o reflorestamento como para a colheita mecanizada.

Na colheita podemos observar as maiores evoluções, pois as novas máquinas possuem alta tecnologia embarcada, possibilitando ganhos na parte operacional e social: Operacionalmente as máquinas trabalham praticamente todos os dias sem restrição as condições meteorológicas, trabalham em áreas acidentadas observando seus limites de segurança e mecânicos. Socialmente, houve ganho na qualidade de vida dos trabalhadores, participando de treinamentos e capacitação profissional, pois operam máquinas que podem chegar a custar mais de 1 milhão de reais. Também houve um ganho relacionado à segurança, antes os acidentes eram frequentes, em sua maioria deixavam seqüelas devido à gravidade, hoje os níveis de acidente são praticamente zero quando se trata de colheita mecanizada.

Com todas essas vantagens podemos afirmar que a colheita mecanizada no Brasil é um sucesso, trazendo ganhos na operação e qualidade de vida para os trabalhadores.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, S. da C. Avaliação técnica, social, econômica e ambiental de dois sistemas de colheita florestal no litoral Norte da Bahia. Viçosa, UVF, 1998.

BARBIERI, S. J. XIII Seminário de Atualização de Colheita Florestal, Curitiba, UFPR, 2004.

BARNES, Ralph M. Estudos de Movimentos e de Tempos, São Paulo S.P. 1963.

BORBA, Mirna Utilização das Ferramentas de Tempo e Métodos nas Grandes e Médias Empresas do Norte do Estado e do Vale do Itajaí, S.C. 2000.

LADEIRA, H. P. Quatro Décadas de Engenharia Florestal no Brasil, UFV 2002.

MACHADO, C. C. Colheita Florestal, Viçosa, UFV, 2002.

MALINOVSKI, J. R. Análise de tempos, movimentos e esforços físicos em algumas atividades de corte e extração de Eucaliptos grandis. Curitiba: UFPR, 1993.

MALINOVSKI, J. R. O Estágio atual da exploração florestal no Brasil. VII Seminário de Atualização Sobre Sistemas de Exploração e Transporte Florestal. Curitiba. UFPR. 1994.

R0ESLER, E. X. VIII Seminário de Atualização Sobre Sistemas de Colheita e Transporte Florestal. Curitiba. UFPR 1994.

SANTOS, S. L. M. Alocação ótima de máquinas na colheita madeira. Viçosa: UFV, 1995.

SOUZA A. Análise econômica financeira de projetos, São Paulo, 1998.