

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA E TRANSPORTES**

**PATRÍCIA AMANDA DOMINGUES MAGALHÃES**

**VIABILIDADE ECONÔMICA DA MECANIZAÇÃO DO PROCESSO DA  
COLHEITA FLORESTAL COM *HARVESTER*, COMPARADO AO  
SISTEMA SEMI MECANIZADO COM MOTOSSERRA NUMA  
INDÚSTRIA MADEIREIRA**

Botucatu – SP  
Junho – 2010

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA E TRANSPORTES**

**PATRÍCIA AMANDA DOMINGUES MAGALHÃES**

**VIABILIDADE ECONÔMICA DA MECANIZAÇÃO DO PROCESSO DA  
COLHEITA FLORESTAL COM *HARVESTER*, COMPARADO AO SISTEMA SEMI  
MECANIZADO COM MOTOSSERRA NUMA INDÚSTRIA MADEIREIRA**

Orientador: Prof. Dr. Ieoschua Katz

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
FATEC - Faculdade de Tecnologia de  
Botucatu, para obtenção do título de  
Tecnólogo no Curso Superior de Logística e  
Transportes

Botucatu – SP  
Junho – 2010

*Lâmpada para os meus pés é a tua palavra, e luz para  
os meus caminhos.*

*Salmos 119:105*

*A Sra. Isa e ao Sr. Ageu ...meus queridos e  
amados pais! Dedico.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida e por sempre iluminar o meu caminho.

Ao meu orientador Prof. Dr. Geoshua Katz, pelo apoio no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Prof. Edson, pela sua atenção e paciência em estar sempre disposto para me ajudar.

Ao Prof. Osmar pela ajuda, me dando uma 'luz' para escolher o tema da monografia.

A todos os funcionários da Fatec, que fizeram parte da minha vida neste período que estive em Botucatu.

A todos meus amigos, obrigada pela amizade de vocês! Um abraço especial ao Gustavo e à Elisa, vocês moram no meu coração.

Aos colaboradores da empresa onde foi elaborado este estudo, em especial ao Sr. Gilberto, ao Sr. Marinho, ao Rogério e ao Sr. Paulo Rocha pela atenção e paciência

Ao meu querido Rodrigo, pela paciência, calma, ajuda carinho e compreensão que teve para comigo durante a elaboração desta monografia. Rozin te amo! Bem como a sua família, à Clau, ao Zé e ao Re, que me ajudaram com palavras de incentivo.

Ao meu amado e estimado irmão, que mesmo distante fisicamente sempre me enviou palavras de força e coragem. Nono você é meu exemplo.

E por fim, um agradecimento eterno aos meus queridos e amados pais, pelas palavras sábias nos momentos difíceis, pelo apoio, carinho, amizade, compreensão e acima de tudo pelo amor verdadeiro que me acalenta, e pela oportunidade que me deram para que eu pudesse concluir meus estudos, sempre me enviando força para que eu conseguisse superar a ausência de casa e alcançasse esta etapa em minha vida. Também pelo alicerce da minha educação, por proporcionarem a mim momentos de alegria, fé e coragem. Obrigada papai e mamãe, eu amo muito vocês.

## RESUMO

Estudos recentes apontam que os custos com a colheita florestal correspondem de 60-70 % dos custos totais da operação, desta forma as empresas do setor madeireiro buscam processos para diminuir estes custos, adotando metodologias que melhorem as operações logísticas entre eles. Neste estudo, foi analisado economicamente um trator florestal para colheita, usado na mecanização do processo, chamado de *Harvester*. Os dados foram obtidos através de pesquisa documental, e avaliados do ponto de vista qualitativo e quantitativo. A pesquisa documental envolveu os custos nos dois métodos da colheita, estabelecendo a estimativa dos custos operacionais; tais como: taxa de juros, depreciação, custos com combustíveis, lubrificação e manutenção, horas efetiva de trabalho, custos de mão-de-obra, além das estimativas do *payback* e do *ROI* (Return On Investment), onde foi constatado que o investimento é economicamente viável, considerando a TMA (Taxa mínima de atratividade) de 15 % para a empresa. O uso desse maquinário de tecnologia apurada fez com que aumentassem os rendimentos operacionais, a produtividade, a segurança no trabalho e também culminou com um forte impacto na redução de custos operacionais e nos custos de produtividade se comparado ao sistema atual utilizado na empresa, com a utilização da motosserra. Também se efetuou pesquisa de campo, com análises do método atual usado na empresa, com captura de fotografias e informações in loco. Os dados foram avaliados no programa computacional Microsoft Excel (nas versões 2003 e 2007).

**Palavras – chave:** Colheita florestal. Motosserra. *Harvester*.

## LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1 Consumo de madeiras em toras no Brasil. ....	19
2 Mapa Fazenda.....	42
3 Distribuição de Vendas na Indústria no ano de 2009. ....	43
4 Motosserra usada atualmente na empresa .....	45
5 Fluxograma das etapas colheita florestal. ....	46
6 (a) Atividade de corte ,(b) atividade derrubada. ....	48
7 Operador efetuando o processo de desgalhamento.....	48
8 Atividade de traçamento e enleiramento das toras derrubadas.....	49
9 Etapa da remoção da madeira com <i>Forwarder</i> .....	50
10 Carregamento e transporte das toras.....	50
11 Base da árvore cortada com motosserra .....	52
12 Máquina utilizada na colheita mecanizada - <i>Harvester</i> .....	53
13 Substituição das etapas da colheita pelo <i>Harvester</i> .....	54
14 Posicionamento do <i>Harvester</i> do eito de trabalho para a colheita .....	54
15 Detalhes do cabeçote do <i>Harvester</i> .....	55
16 Composição dos custos com Motosserra.....	56
17 Custos da motosserra em estimados em R\$.h. <sup>-1</sup> .....	57
18 Comparativo entre custo fixo e variável para motosserra .....	57
19 Composição dos custos com <i>Harvester</i> . ....	59
20 Custos do <i>Harvester</i> estimados em R\$. h. <sup>-1</sup> .....	59
21 Comparativo entre custos fixos e variáveis para <i>Harvester</i> .....	60
22 Comparativo de produtividade em m <sup>3</sup> / dia .....	62
23 Comparativo dos custos operacionais por hora para motosserra e <i>Harvester</i> .....	63
24 Custos com funcionários .....	65

## LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1 Vantagens e desvantagens do <i>Harvester</i> .....	28
2 Vantagens e desvantagens do uso da motosserra .....	51
3 Custos fixos e percentuais da motosserra .....	55
4 Custos variáveis e percentuais para motosserra .....	56
5 Custos fixos e percentuais da motosserra .....	58
6 Custos variáveis e percentuais para o <i>Harvester</i> . .....	58
7 Produtividade da operação de corte com motosserra. ....	61
8 Produtividade da operação de corte com <i>Harvester</i> . ....	61
9 Custo total da colheita .....	62
10 Dimensionamento da frota .....	63
11 Total de investimento .....	64
12 Comparativo do custo da produtividade diária para motosserra e <i>Harvester</i> . ....	64
13 Estimativa do <i>ROI</i> e do <i>Payback</i> para o investimento .....	66
14 Dados considerados para estimativa dos custos operacionais de <i>Harvester</i> .....	76



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>1.1 Objetivos</b> .....	13
<b>1.2 Justificativas</b> .....	13
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	15
<b>2.1 Setores florestais no contexto nacional</b> .....	15
<b>2.2 Colheita Florestal</b> .....	17
<b>2.3 Cronologia da colheita florestal no Brasil</b> .....	18
<b>2.4 Consumo de Madeiras em Toras no Brasil</b> .....	18
<b>2.5 Sistemas de colheita da madeira</b> .....	19
<i>2.5.1 Sistema de Toras Curtas - Cut-to-length (CLT)</i> .....	20
<i>2.5.2 Sistema de Toras Longas - Treelength</i> .....	20
<i>2.5.3 Sistema de Árvores Inteiras - Full-tree</i> .....	21
<i>2.5.4 Sistema de Cavaqueamento – Chipping</i> .....	21
<i>2.5.5 Atividades do Sistema da colheita</i> .....	21
<u>2.5.5.1 Corte</u> .....	21
<u>2.5.5.2 Desgalhamento e Traçamento</u> .....	22
<u>2.5.5.3 Extração</u> .....	22
<u>2.5.5.4 Descascamento</u> .....	23
<u>2.5.5.5 Carregamento</u> .....	23
<b>2.6 Classificação de metodologia técnica para exploração florestal</b> .....	23
<b>2.7 Colheita semi mecanizada</b> .....	24
<i>2.7.1 Motosserra</i> .....	24
<b>2.8 Colheita mecanizada</b> .....	26
<i>2.8.1 Harvester</i> .....	27
<b>2.9 Investimentos em tratores florestais</b> .....	28
<b>2.10 Custos Operacionais dos tratores florestais</b> .....	29
<b>2.11 Custos da colheita florestal</b> .....	29
<b>2.12 Custos fixos</b> .....	30
<i>2.12.1 Taxa de juros</i> .....	30
<i>2.12.2 Depreciação</i> .....	31
<b>2.13 Custos variáveis</b> .....	31
<i>2.13.1 Custos de combustíveis</i> .....	32

2.13.2 Custos de lubrificação .....	32
2.13.3 Custos de manutenção .....	33
2.13.4 Custos de mão-de-obra .....	33
2.14 Período de Recuperação de Capital Investido ( <i>Payback Period</i> ).....	33
2.15 Análise de Retorno do Investimento ( <i>ROI - Return on investment</i> ) .....	34
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>35</b>
<b>3.1 Materiais.....</b>	<b>35</b>
<b>3.2 Métodos .....</b>	<b>35</b>
<b>3.2.1 Estimativa dos custos operacionais .....</b>	<b>36</b>
<u>3.2.1.1 Custos Fixos .....</u>	<u>37</u>
3.2.1.1.1 Juros.....	37
3.2.1.1.2 Depreciação .....	37
<u>3.2.1.2 Custos Variáveis.....</u>	<u>38</u>
3.2.1.2.1 Combustível.....	38
3.2.1.2.2 Lubrificante .....	39
3.2.1.2.3 Mão-de-obra .....	39
3.2.1.2.4 Reparos e manutenção .....	40
<b>3.2.2 Determinação dos custos de colheita .....</b>	<b>40</b>
<b>3.2.3 Disponibilidade mecânica .....</b>	<b>41</b>
<b>3.3 Estudo de caso.....</b>	<b>41</b>
<b>3.3.1 Local.....</b>	<b>41</b>
<b>3.3.2 A Empresa .....</b>	<b>42</b>
<b>3.3.3 Estrutura da Empresa .....</b>	<b>43</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>44</b>
<b>4.1 Operação de corte com motosserra.....</b>	<b>45</b>
<b>4.1.1 Descritivo das etapas da colheita semi mecanizada .....</b>	<b>46</b>
<b>4.1.2 Aspectos observados com o uso da motosserra.....</b>	<b>51</b>
<b>4.2 Situação proposta .....</b>	<b>52</b>
<b>4.2.1 Corte mecanizado com Harvester .....</b>	<b>53</b>
<b>4.3 Definição dos custos operacionais .....</b>	<b>55</b>
<b>4.3.1 Motosserra .....</b>	<b>55</b>
<b>4.3.2 Harvester .....</b>	<b>57</b>
<b>4.4 Produtividade.....</b>	<b>60</b>
<b>4.4.1 Produtividade para motosserra .....</b>	<b>60</b>

<b>4.4.2 Produtividade para Harvester</b> .....	61
<b>4.5 Custo total da colheita</b> .....	62
<b>4.6 Dimensionamento da frota</b> .....	62
<b>4.7 Comparativo de investimento</b> .....	64
<b>4.8 Retorno de investimento</b> .....	65
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	67
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	69
<b>APENDICES</b> .....	75

## 1 INTRODUÇÃO

Na década de sessenta, o setor florestal ainda era pouco expressivo, e predominava a exploração predatória dos recursos naturais.

Com o início dos incentivos fiscais em 1965, o Brasil começou a plantar florestas homogêneas, principalmente dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*, e logo no início da década de setenta, ocorreu à criação da política governamental de incentivo fiscal, onde teve início a implantação de florestas de rápido crescimento que perfazem hoje, a soma de aproximadamente de 6 milhões de hectares plantados, e corresponde a 5% do PIB (Produto Interno Bruto) nacional.

Da mesma forma, as atividades relacionadas com a colheita e transporte de madeira evoluíram de forma ascendente, principalmente a partir de 1991, com a abertura de mercado para a aquisição de máquinas importadas.

Nessa época, a maioria das grandes empresas de renome mundial, fabricantes de máquinas e equipamentos de alta tecnologia, se instalou no Brasil. Hoje, as empresas brasileiras podem adquirir qualquer inovação tecnológica apresentada ao setor, pois estão preparadas tecnologicamente para receberem essas empresas.

As máquinas de última geração destinadas às atividades de colheita de madeira são consideradas de alto investimento, chegando facilmente à casa dos US \$ 450.000,00 (quatrocentos e cinquenta mil dólares) cada uma, sendo, o custo-hora dessas máquinas também elevadas.

Neste contexto, a gestão dos negócios florestais necessita de técnicas e ferramentas mais elaboradas, com a finalidade de racionalização dos custos.

Portanto, a atividade florestal vem se tornando cada vez mais complexa, demandando maiores desafios aos técnicos florestais que, por sua vez, necessitam elaborar planos de negócios em uma atmosfera de incertezas.

As atividades da colheita podem ser divididas em três fases básicas e distintas: corte (processamento), extração e transporte, sendo que, a operação de extração (baldeio/arraste) da madeira desde o local de corte até a beira da estrada (estaleiro) é uma das atividades mais onerosas.

A mecanização dos processos de colheita e transporte de madeira, além da racionalização e controle da evolução de custos é de grande importância para o aumento da produtividade e humanização do trabalho florestal, afastando o trabalhador da exposição às condições climáticas, vários tipos de topografias e vegetações diferenciadas, além dos riscos expostos a animais peçonhentos.

Dentre as atividades do setor florestal, a colheita é a que mais oneram o custo de produção da madeira e, possivelmente, a que traz maiores retornos com a tecnologia empregada na mecanização dos processos, e os resultados podem ser observados logo no início da operação de mecanização.

## **1.1 Objetivos**

Este trabalho, realizado numa empresa do setor florestal, fabricante de chapas de MDP (*Medium Density Particleboard*) e pisos laminados, teve como objetivo avaliar os efeitos da mecanização nos custos da colheita florestal, comparando-se duas metodologias para a colheita da madeira; a) semi mecanizada (com a utilização de motosserra) e b) mecanizada (utilizando-se *Harvester*).

## **1.2 Justificativas**

O planejamento florestal tornou-se uma ferramenta indispensável para a implantação técnica e econômica nas florestas. A escolha das melhores áreas com vocação florestal, as menores distâncias até a fábrica, a especificação do sentido de plantio, implantação da rede viária e a manutenção das áreas de conservação são realizadas visando aperfeiçoar as operações logísticas entre a colheita e transporte.

No setor florestal, a colheita de madeira é a fase mais importante do ponto de vista econômico, dada à sua alta participação no custo final do produto e aos riscos de perda envolvidos nessa atividade (DUARTE, 1994).

Portanto, faz-se necessária e urgente à procura de técnicas que tornem a colheita e o transporte da madeira mais racional, visando o maior aproveitamento do material lenhoso (JACOVINE et al., 2001).

Dentre essas novas técnicas, a mecanização das atividades de colheita vem ganhando destaque nos últimos anos, por proporcionar vantagens em relação aos métodos utilizados até o momento (MOREIRA, 1998). Segundo Santos (1995), o *Harvester* apresenta o tempo de carga como o elemento que consome a maior parte do ciclo operacional. Sua produtividade cresce à medida que o volume por árvores aumenta e a distância de extração diminui, e decresce na situação inversa.

A colheita de produtos florestais (madeira para serraria, laminação, celulose e painéis), pode ser definida como o resultado esperado de um plano de manejo e parte integrante de um processo produtivo, consistindo num conjunto de operações efetuadas na floresta, para colher e extrair madeira, até o local de transporte.

A colheita, que há muitos anos era executada com ferramentas manuais e motosserras, foi mecanizada, na maioria das grandes empresas florestais brasileiras. A utilização de equipamentos de alta tecnologia, como o *harvester*, aumentou o rendimento operacional, a segurança no trabalho e colocou os custos entre os mais competitivos do mundo. Essas máquinas de concepção florestal, adequadas para as diferentes situações de solo e topografia, permitiram a mecanização de grande parte das áreas florestais.

O aumento do comprimento da madeira, fator definitivo para a redução dos custos operacionais em todo o processo produtivo, impulsionou a mecanização das operações. As empresas decidiram adotar os sistemas mecanizados, que são mais seguros e ergonômicos.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Setores florestais no contexto nacional**

Da área total do território nacional, cerca de 70% é coberta por florestas naturais, 0,5% por florestas plantadas e 33,5% por outros usos (agricultura, pecuária, áreas urbanas, etc.). Desde o início da colonização brasileira a atividade madeireira, em que pese períodos de exploração descontrolada, foi um fator que contribuiu importante para o desenvolvimento econômico e social do país (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE, ABIMCI, 2007).

Conforme dados divulgados pela Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas (ABRAF) (2007), as áreas de florestas plantadas com eucalipto e pinus no Brasil totalizaram, em 2007, 5.560,203 hectares, representando um crescimento de 186.786 hectares em relação a 2006, ou seja, acréscimo de 3,4% %. De 2005 a 2007, constatasse um incremento na área plantada de 318.428 hectares, com decréscimo de 1,4% em pinus e 10, 1% de acréscimo em eucalipto.

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 político 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 mesmas.

No Brasil, até a década de 40, a colheita florestal era praticamente toda feita sem o uso de máquinas, ou seja, manualmente ou semi mecanizada e durante muitos anos o uso de

máquinas dependeu de equipamentos adaptados do setor agrícola e industrial. A partir daí, o grau de mecanização foi aumentando até que, na década de 90, algumas das operações de transporte e colheita já eram realizadas mecanicamente, resultando em um aumento significativo da produtividade, que passou de horas por metro cúbico para minutos por metro cúbico, e havendo também uma melhoria na qualidade do produto final.

A aplicação de equipamentos para o corte de árvores, de forma mecanizada, deu-se primeiramente com a introdução de modificações nos equipamentos existentes no mercado, provenientes de outras atividades industriais. A mecanização da colheita florestal trouxe diversas vantagens para o setor no que diz respeito ao aumento da produtividade, suprimindo a elevada demanda de madeira em um curto espaço de tempo e diminuindo a participação do homem no campo, o que lhes acarretava um elevado desgaste físico por serem atividades muito pesadas ocorrendo, assim, uma diminuição do índice de acidentes no campo.

Esse processo de mecanização é desenvolvido através de sistemas de colheita de madeira.

O sistema de colheita de madeira compreende um conjunto de elementos e atividades que envolvem a cadeia de produção e todas as atividades parciais desde a derrubada da árvore até a madeira posta no pátio da indústria transformadora (MACHADO, 2006).

Com o aumento da economia brasileira a partir da década de 90, o setor florestal brasileiro sofreu várias mudanças como a implantação de modernas máquinas e equipamentos para adaptação ao mundo globalizado e à abertura do mercado nacional.

Para Buainain e Batalha (2007), no caso das florestas plantadas, o país desenvolveu tecnologias de melhoramento genético e manejo florestal que o colocam entre os produtores de menor custo e maior produtividade. Essa vantagem competitiva é apropriada pela indústria de celulose e papel, bem como alguns segmentos da indústria de painéis de fibra e aglomerados.

Seguindo os estudos de Buainain e Batalha (2007) pode-se afirmar que outro fator relevante é que a estrutura de exploração, com base em florestas plantadas, permite uma racionalização de custos e uma integração logística altamente vantajosa. As florestas dispostas em um raio de distância próximo às fábricas evitam a manutenção de estoques e o corte antecipado, bem como têm custos de transporte reduzidos.



## 2.2 Colheita Florestal

O termo “colheita florestal” é uma denominação que substitui a expressão “exploração florestal”, por condizer mais com a realidade das operações, sendo aplicado com maior amplitude a partir de 1992 (MALINOVSKI, 2002).

As atividades de colheita e transporte florestal são consideradas muito importantes na definição do custo da matéria-prima para as fábricas, pois essas atividades são as que mais oneram o custo da madeira correspondendo a 60-70% dos custos totais (MACHADO, 2006).

Machado (2002), afirma que a colheita florestal pode ser definida como um conjunto de operações efetuadas no maciço florestal, que visa preparar e extrair a madeira até o local de transporte. Enfatiza também que a colheita é a parte mais importante no ponto de vista técnico-econômico, e é composta pelas etapas: corte (derrubada, desgalhamento e traçamento ou processamento); descascamento (quando executado no campo); extração e carregamento.

No glossário de terminologia florestal da Universidade da Flórida, Hubbard et al. (2000) definem a colheita florestal como o corte e movimentação de árvores para uma localização central, para um transporte final por caminhões.

Malinovski e Malinovski (1998) definem colheita florestal como sendo todas as atividades parciais desde a derrubada da árvore até a madeira posta no pátio da indústria consumidora.

Pulkki (2006) define colheita florestal como sendo: técnicas operacionais que envolvem a coleta de árvores da floresta até um ponto de utilização.

A colheita florestal, segundo Arce, Macdonagh e Friedl (2004), representa a operação final de um ciclo de produção florestal, na qual são obtidos os produtos mais valiosos, constituindo um dos fatores que determinam a rentabilidade florestal.

Esta atividade é a que também mais sofre o processo de mecanização. De acordo com Fontes (1996), as principais causas da crescente mecanização desta atividade são a busca do aumento da produtividade e a necessidade de redução dos custos de produção.

Entretanto, este processo de mecanização requer investimentos iniciais muito altos e dependendo da forma de condução do sistema, pode haver grande desvalorização do produto final.

A redução dos custos da colheita é segundo Rezende et. al. (1997), vital para qualquer empresa, uma análise detalhada e por partes dos custos nos diferentes métodos de colheita tem um papel importante no entendimento dos mesmos, além de facilitar os estudos com o objetivo de reduzi-los.

Salmeron (1980), afirma que entre os diversos fatores que influenciam o corte da madeira, pode mencionar, como sendo os principais, a declividade do terreno, o diâmetro das árvores, a densidade do povoamento, a situação do sub-bosque, o tipo de equipamento utilizado e a capacidade de treinamento do operador.

No planejamento do corte, deve-se considerar a minimização dos custos, a otimização dos rendimentos operacionais e a redução dos impactos ambientais. O direcionamento da derrubada de árvores é uma das principais etapas, sendo as faixas de derrubada planejadas de acordo com a rota de extração, o que inclui não somente o planejamento da direção, mas também a seqüência de derrubada das árvores (SANT'ANNA, 2002).

### 2.3 Cronologia da colheita florestal no Brasil

De acordo com o artigo 68, publicado na Revista da Madeira (REMADE, 2002), quanto à colheita florestal, pode-se traçar a cronologia da colheita no Brasil.

- ❖ Até década de 40: não havia emprego de máquinas na colheita florestal, predominava os sistemas manuais e semi mecanizados, caracterizado pelo alto número de mão-de-obra, elevados índices de acidentes de trabalho e custos significativos.

- ❖ Início da década de 70: implantação da produção nacional de maquinários leves e médios, primeiras moto serras profissionais tratores agrícolas adaptados com pinça hidráulica traseira, *miniskidder* (trator florestal) e autocarregáveis.

- ❖ Década de 80: primeiros *feller-bucher* (tratores florestais) de tesoura, uso de grade desgalhadora.

- ❖ A partir de 1993: abertura do mercado (importações), surgimentos de máquinas com *design* ergonômico, motosserras mais leves com menor ruído, máquinas com cabeçote de corte e acumulador, início da utilização de *harvester*.

- ❖ Cenário atual: setor florestal caracterizado por grandes empresas, que utilizam máquinas leves, médias e pesadas sofisticadas, as empresas nacionais estão buscando maiores rendimentos, custos mais baixos, segurança nas operações, menor dependência da mão de obra e das condições climáticas através da utilização desses novos equipamentos.

### 2.4 Consumo de Madeiras em Toras no Brasil

O estudo do consumo de madeiras no Brasil é apresentado na Figura 1, e através dela é possível inferir que a madeira serrada é a forma mais consumida no Brasil, afirmando desta

forma a importância em elaborar estudos que visem as melhores metodologias para o processo da produção industrial.

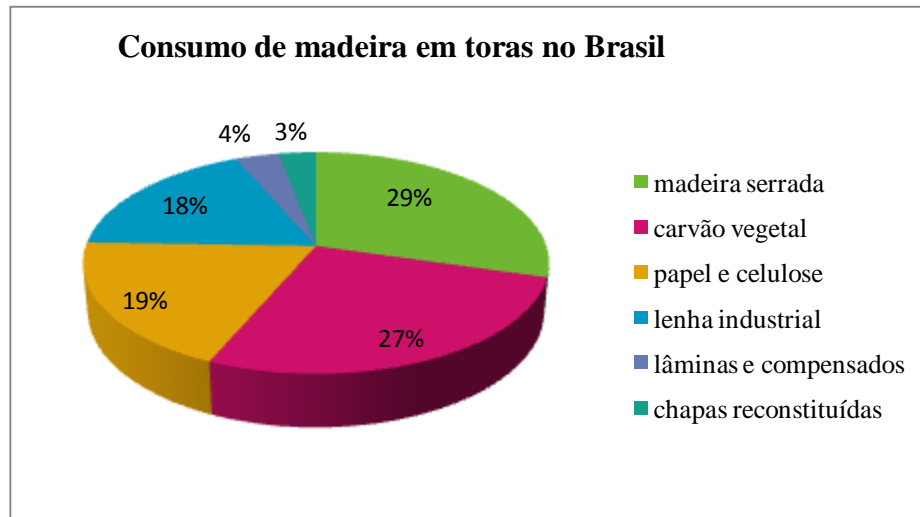


Figura 1 - Consumo de madeiras em toras no Brasil.

Fonte: Sant'Ana e Freitas, 2007.

## 2.5 Sistemas de colheita da madeira

De acordo com as condições locais, existe uma combinação de atividades manuais e mecânicas dentro de cada sistema de colheita de madeira. Estas condições baseiam-se essencialmente no comprimento das toras a serem retiradas da floresta.

O sistema de colheita de madeira compreende um conjunto de elementos e atividades que envolvem a cadeia de produção e todas as atividades parciais desde a derrubada da árvore até a madeira posta no pátio da indústria transformadora (MACHADO, 2006).

Segundo Machado (2006), de uma maneira geral, pode-se dizer que existem quatro sistemas básicos de retirada de madeira:

- ✓ Sistema de Toras Curtas (*Cut-to-length*)
- ✓ Sistema de Toras Longas ou Fuste (*Treelength*)
- ✓ Sistema de Árvores Inteiras (*Full-tree*)
- ✓ Sistema de Cavaqueamento (*Chipping*)

### **2.5.1 Sistema de Toras Curtas - Cut-to-length (CLT)**

O sistema de colheita de madeira de toras curtas (CTL) processa a árvore em pequenas toras no próprio lugar do corte. A moderna técnica do método CTL utiliza duas máquinas: um *Harvester* e um *Forwarder*. Combinando o *harvester* e o *forwarder*, tem-se os *harwarder*, capaz de processar a árvore e transportar as toras até o estaleiro (TALBOT et al., 2003; WESTER; ELIASSON, 2003; NURMINEN et al., 2006 ).

Para Malinovski et al. (2002), o CTL é o principal sistema de colheita utilizado nos países escandinavos e o mais antigo empregado no Brasil. É caracterizada pela realização de todos os trabalhos complementares ao corte (desgalhamento, destopo, toragem ou traçamento e descascamento) no próprio local onde a árvore foi derrubada. As toras produzidas medem até 6 metros, dependendo do índice de mecanização.

Segundo Kellogg e Bettinger (1994) e Nurminen et al. (2006), comparado com outros sistemas, o sistema CTL é considerado como o mais amigável ambientalmente, versátil e seguro. É um sistema que proporciona um produto final com maior qualidade do que os sistemas mecanizados denominados de “árvores inteiras” e de “toras longas”.

De acordo com Malinovski e Malinovski (1998), o sistema CTL é amplamente empregado porque exige menor grau de mecanização, facilita o deslocamento a pequenas distâncias, diminui a agressão ao meio ambiente (principalmente em relação ao solo) e apresenta a possibilidade de ser utilizado em desbastes.

### **2.5.2 Sistema de Toras Longas - Treelength**

Este sistema consiste em efetuar o desgalhamento e o destopo da árvore no mesmo local onde ocorreu o corte. Desta forma a toragem (traçamento) é realizada nas estradas que circundam o talhão, nos pátios intermediários de processamento ou nas indústrias. É um sistema amplamente utilizado na América do Norte, onde até 1996 cerca de 90-95% de toda a madeira era colhida por esse método. No Brasil, muitas empresas do Sul utilizam esse sistema por ser um dos mais baratos quando mecanizados (MALINOVSKI; MALINOVSKI, 1998).

### **2.5.3 Sistema de Árvores Inteiras - Full-tree**

De acordo com Malinovski e Malinovski (1998), Machado (2002) e Pulkki (2006), no sistema de árvores inteiras a árvore é derrubada e extraída para fora do talhão, onde o processamento completo é feito em locais previamente escolhidos.

Esse sistema requer elevado índice de mecanização e pode ser utilizado tanto nos terrenos planos como nos acidentados. Em casos de utilização de biomassa para energia, esse sistema é indicado devido à potencialidade de uso da casca, ramos e acículas ou folhas, porém com grandes restrições ambientais, em virtude da exportação de grande parte dos potenciais nutrientes para futuras rotações (MALINOVSKI et al., 2002).

### **2.5.4 Sistema de Cavaqueamento – Chipping**

Neste sistema, as árvores são derrubadas, desgalhadas, destopadas, descascadas e transformadas em cavacos no local do corte. Posteriormente são extraídas e transportadas para a indústria (MALINOVSKI et al., 2002; MACHADO, 2002).

### **2.5.5 Atividades do Sistema da colheita**

De acordo com Malinovski (2002), as atividades do sistema de colheita da madeira podem ser divididas em corte, desgalhamento e traçamento, extração, carregamento e descascamento. Abaixo o descritivo de cada etapa:

#### **2.5.5.1 Corte**

Incluem-se aqui as operações de derrubada, desgalhamento, traçamento, preparo da madeira para o arraste na forma de amontoamento, potencial descascamento no sistema de madeira curta, já no sistema de fuste, somente corte e desgalhamento e no sistema de árvore inteira somente a derrubada.

Em sistemas mecanizados, o corte em pinus no sul do Brasil, hoje já pode ser feito com diversos equipamentos nacionais e importados, que se encontrem disponíveis no mercado. As principais linhas de equipamentos podem ser divididas em dois grupos: tratores derrubadores empilhadores “*feller bunchers*” e tratores derrubadores com cabeçotes

processadores “*Harvesters*”, ambos os tratores florestais específicos, destinados à colheita e transporte da madeira.

### **2.5.5.2 Desgalhamento e Traçamento**

A atividade de desgalhamento quase sempre vem acompanhada do traçamento. No sul do Brasil, as formas mais comuns de desgalhamento e traçamento são: manual com machado e motosserra, grade desgalhadora com motosserra, cabeçote de harvester, desgalhador e traçador mecânico. No sistema de fuste ou árvore inteira estas atividades ocorrem normalmente em pátios ou na beira da estrada.

A principal variável de influência no desgalhamento é a qualidade do fuste exigida pela indústria consumidora.

### **2.5.5.3 Extração**

As operações de extração podem ser feitas por arraste, baldeação ou ser suspensa. A diferença está na forma como a carga é extraída. Se a carga está em contato total ou parcial com o terreno, denomina-se arraste, caso de arraste animal, guinchos, trator com barra e corrente, *Miniskiders e Skiders e Climbank*.

No caso em que a carga é suspensa do solo, pode ser baldeio, havendo também as opções para madeira suspensa através de teleféricos, helicópteros e balões. Em condições topográficas favoráveis, é vantajosa a utilização do chamado transporte direto, onde o caminhão do transporte principal entra diretamente na floresta, reduzindo o manuseio da madeira, pois as etapas de baldeio e transbordos são eliminadas.

Porém, nem sempre a topografia favorece esse tipo de trabalho, pois esta atividade acarreta maiores danos à superfície do solo e são prejudiciais a sustentabilidade do ambiente e que hoje tem sérias restrições quando se procura a certificação de produtos.

No que se refere ao Brasil, o sistema de extração de pinus mais utilizado desde o início da década de 80 foi com o “*Miniskidder*” (trator agrícola convencional modificado).

#### **2.5.5.4 Descascamento**

Tem-se por descascamento o ato da retirada do súber da árvore. Para se obter energia da casca, foram intensificados os descascamentos nas fábricas. O trabalho manual de descascamento tende a desaparecer, pois o trabalho é pesado e de baixo rendimento; além disso, o mercado oferece bons descascadores mecânicos. Sendo:

- ✓ Descascador mecânico portátil, para descascamento no local do corte.
- ✓ Descascador mecânico de tambor rotativo, que é um equipamento de instalação mais onerosa, porém de manutenção mais simples, destinado a operar principalmente no interior das indústrias.

O descascamento mecânico tem sido realizado na área de corte ou em pátios, ou beira de estradas, sendo freqüentemente efetuado por descascadores móveis.

Atualmente, é grande a preocupação de qualquer empresa na diminuição de custos através da racionalização e otimização das operações existentes, a substituição de tecnologias se houver aumento significativo na relação custo-benefício.

#### **2.5.5.5 Carregamento**

No Brasil em escala de evolução, podemos citar os seguintes sistemas de carregamento: carregamento manual; guias hidráulicas acopladas a tratores agrícolas e escavadeiras com garras. Eles podem ser assim exemplificados:

- ✓ Carregamento do veículo na área de corte para baldeio.
- ✓ Carregamento do veículo na área pré-determinada ou em pátios, para transporte a longa distância.
- ✓ Carregamento direto na área de corte para o veículo que faz o transporte a longa distância.

### **2.6 Classificação de metodologia técnica para exploração florestal**

Segundo Leite (1996) os sistemas de exploração florestal no Brasil podem ser classificados em três formas:

- a) **Manual** – Consiste na exploração com utilização de ferramentas manuais como serrotes, traçadores, facões, foices e etc, este sistema não é mais utilizado nos dias de hoje,

pois necessita de grande contingente de mão-de-obra e grande tempo de exploração, tornando-se inviável economicamente e acarretando muitos acidentes de trabalho;

b) **Semi mecanizado** – Constitui o sistema de exploração mais utilizado no Brasil, sendo caracterizado pelo uso de motosserra. Este sistema de exploração é utilizado na exploração com base no princípio de manejo florestal ou seletiva e será o sistema estudado na presente pesquisa, pois é nesse sistema de exploração onde ocorre a maioria dos acidentes de trabalho nos dias de hoje.

c) **Mecanizado** – Consiste na exploração com utilização de tratores florestais, nesse tipo de exploração já existem tratores no qual o operador não tem contato nenhum com as árvores, porém só podem ser utilizados em florestas plantadas onde as árvores possuem o mesmo padrão ou na exploração irracional feita por tratores que arrastam correntões e derrubam as árvores com lâminas. Na exploração irracional não existe possibilidade de aproveitamento da madeira. É o sistema mais seguro em relação a acidentes de trabalho.

## 2.7 Colheita semi mecanizada

### 2.7.1 Motosserra

Segundo Minetti (1996), existem no Brasil, cerca de 400 mil motosserras distribuídas da seguinte forma: 86% utilizadas em trabalhos de sítios, fazendas, órgãos públicos e na agricultura; 5% utilizadas em serrarias, fábricas de móveis e corte de florestas nativas e 9% utilizadas nas áreas de reflorestamentos. Segundo o mesmo autor, as motosserras foram a maior influência no processo de mecanização, pois, substituíram o machado nas operações de corte.

De acordo com a Revista da Madeira, Remade (2009), a motosserra é uma máquina portátil destina as operações de derrubada, desgalhamento, destopamento e traçamento. A sua estrutura é constituída basicamente por duas partes: o corpo, incluindo o motor, carburador e o sistema elétrico e o conjunto de corte composto pela corrente, sabre e pinhão.

De acordo com Machado (1992), o corte florestal é a primeira etapa da colheita de madeira e tem grande influência na realização das operações subseqüentes. As etapas do corte florestal são: derrubada, desgalhamento e traçamento. Machado afirma também que e o método de corte mais difundido no Brasil ainda é o semi mecanizado, utilizando motosserras, apesar da crescente utilização de outras máquinas.



A motosserra é classificada como uma ferramenta acionada por motor a gasolina e para a utilização da mesma o operador deve ser bem treinado para o manuseio, conforme instruções do fabricante e também deve estar ciente de todos os riscos na operação da ferramenta e do combustível.

O trabalho florestal no sistema tradicional é caracterizado pela sua grande exigência física, por ser pesado e geralmente com alto risco de acidentes, principalmente pelo meio ambiente rústico e pelas grandes dimensões do produto que é tratado, a árvore. É considerado como um dos trabalhos mais pesados e de mais alto risco de acidentes entre as atividades industriais brasileiras (SOUZA, 1992).

O extrativismo oferece riscos às vezes simples, às vezes fatais. Por isto muitos dos trabalhadores não sabem, às vezes, porque sentem coceiras ou espirram durante o período de trabalho. Existem também aqueles trabalhadores que não têm a mínima noção do quanto uma motosserra pode ser perigosa.

Seguindo os estudos de Souza (1992), a motosserra é uma das máquinas que mais influenciaram a mecanização da colheita florestal, substituindo o machado e a serra manual (traçador) nas operações de derrubada, no desgalhamento, traçamento e destopamento de madeira.

O extrativismo ainda é o setor mais agravante. Por ser um trabalho feito na mata, em condições muito adversas, principalmente no Norte do país, não existe uma preocupação sobre as condições de trabalho. Além disso, a fiscalização ainda não consegue ter uma atuação constante. Apesar de ser a atividade econômica muito importante no Brasil, ela continua sendo uma das recordistas em acidentes de trabalho (REVISTA PROTEÇÃO, 2000). O ambiente de trabalho do operador de motosserra é a floresta em si, pois é nessa condição em que o trabalhador desenvolve sua atividade, a derrubada de árvores.

Segundo Rodrigues (2002) a floresta nativa é um ambiente úmido, relativamente frio e com pouca iluminação por conta do entrelaçamento das copas das árvores. Devido à vegetação rasteira no ambiente (mato, arbustos) a locomoção do trabalhador se torna um obstáculo para o operador, tendo que, na maioria das vezes, abrir picadas (trilhas) no meio da mata, processo este denominado como roçada pré-corte. Vale-se salientar também que o trabalhador necessita transportar a motosserra junto a ele, o que torna operação ainda mais dificultada.

O ambiente de trabalho do operador de motosserra é considerado, sem dúvida algum um ambiente insalubre, tornando-se impossível que a situação se inverta a não ser em

florestas plantadas, onde toda a plantação é totalmente planejada, podendo ser planejado o espaçamento das árvores, facilitando e muito a sua exploração.

A floresta nativa é um ambiente de trabalho que oferece os mais diversos riscos operacionais, como físicos, biológicos, ergonômicos e de acidentes (RODRIGUES, 2002).

## **2.8 Colheita mecanizada**

Para Wadouski (1998), a mecanização da colheita de madeira, embora não seja a única forma de racionalização e controle da evolução dos custos, pode proporcionar reduções drásticas em prazos relativamente curtos, tendo um lugar de elevada importância nos esforços para o aumento da produtividade e humanização do trabalho florestal.

Existem vários sistemas de colheita de madeira que variam de empresa para empresa, dependendo da topografia, do rendimento volumétrico dos povoamentos, do tipo de povoamento, do uso final da madeira, das máquinas, dos equipamentos e dos recursos disponíveis (FIEDLER, 1995).

A escolha do sistema a ser empregado varia em função de vários fatores, como topografia do terreno, declividade, solo, clima, comprimento da madeira, incremento da floresta e uso da madeira, entre outros, mas a sua seleção deve ser baseada em uma criteriosa análise técnica e econômica (MACHADO, 1985).

Moreira (1998), afirma que a mecanização das atividades de colheita passou a ser mais estudada, pois apresentava potencial de aumentar a produtividade, reduzindo custos e melhorando as condições de trabalho.

De acordo com Mendonça Filho (1987), os equipamentos de abate totalmente mecanizados são ferramentas de valor inestimável para os técnicos da área de exploração florestal, sendo a produtividade alcançada por esses tipos de equipamentos, sejam de função simples ou múltipla, como os processadores, muito superior à dos métodos convencionais de abate de árvores (os do tipo manual e os do tipo parcialmente mecanizado).

Entre as máquinas mais utilizadas atualmente, encontram-se principalmente *Harvesters*, utilizados no corte florestal, e o *Forwarders*, empregado na extração.

O processo de mecanização com a utilização de máquinas de última geração, segundo Paccola (2003), teve início nos anos de 1990, e hoje muitas empresas já dominam parte desse processo. Méritos devem ser atribuídos a todos que, de forma muito rápida, conseguiram introduzir essa tecnologia nas empresas. Os ganhos foram muitos, pois essas máquinas permitem trabalho ininterrupto e fornecem altas produções. Agora, com a segunda geração de

máquinas (máquinas a maioria importadas, específicas para uso florestal, como os *Harvesters*) em operação, percebe-se que é necessário extrair melhores resultados das operações. Nesse sentido, todas as atividades envolvidas estão sempre sendo analisadas.

Segundo Santos (1995), a mecanização florestal intensiva é irreversível, e a velocidade de concretização dessa tendência será determinada por diversos fatores, como: política econômica e industrial, custo e disponibilidade de mão-de-obra e custo dos equipamentos florestais.

### **2.8.1 Harvester**

Nos estudos elaborados por Malinovski e Malinovski (1998) pode-se inferir que o *harvester* é um tipo de trator automotriz que tem como finalidade o corte e o processamento de árvores dentro da floresta, podendo efetuar ao mesmo tempo as operações de corte, descascamento, desganhamento, traçamento e empilhamento da madeira.

De acordo com Lima e Leite (2002) este trator, conhecido como colhedor e processador florestal é automotriz e tem finalidade de cortar e processar árvores dentro da floresta. É uma máquina que pode executar, simultaneamente, as operações de derrubada, desganhamento, traçamento, descascamento e empilhamento da madeira. Suas características principais são definidas por um conjunto-motriz de alta mobilidade e boa estabilidade. É composta por uma máquina-base de pneus em esteiras, uma lança hidráulica, grua e um cabeçote (MACHADO, 2002).

Por trabalhar em regime de campo sua capacidade produtiva é fortemente influenciada por grande número de fatores ambientais e técnicos. Os principais fatores que influenciam a colheita da madeira são: o clima (chuva e ventos), a capacidade de suporte do terreno, topografia, características das árvores quanto ao diâmetro, tamanho dos galhos e da copas, peso e qualidade da madeira (SEIXAS, 1998).

Pode produzir o equivalente a 20 motosserras. No Brasil, apenas 10 -15% da colheita florestal são realizadas com o *Harvester* e apresenta um rendimento 30 st/h, chegando a processar em alguns tipos de talhões até 100 árvores por hora.

Os principais objetivos do projeto de desenvolvimento da *Harvester* foram: reduzir a mão-de-obra de baixa qualificação, melhorar as condições de trabalho do homem e diminuir os custos operacionais (SANT'ANNA, 2002). Greulich et al., (1996) citam algumas das principais vantagens e desvantagens do *Harvester* que são demonstradas na Tabela 1.

Tabela 1 - Vantagens e desvantagens do *Harvester*

VANTAGENS	DESVANTAGENS
✓ Utilização mais completa da madeira colhida.	✓ Alto custo da colheita (um <i>Harvester</i> custa em torno de US \$450.000,00)
✓ Menor compactação do solo e menor distúrbio do talhão durante a colheita.	✓ Requer um <i>Forwarder</i> para completar a colheita. ( <i>Harvester</i> não trabalha bem com <i>skidders</i> convencionais).
✓ Menos problemas no corte da madeira	✓ O limite de declividade do terreno não pode ultrapassar 35 %.

## 2.9 Investimentos em tratores florestais

Helfert (2000), em seus estudos, afirma que o investimento é a força motriz básica da atividade empresarial. É a fonte de crescimento que sustenta as estratégias competitivas explícitas da administração e, normalmente, está baseado em planos (orçamento de capital) comprometidos com fundos novos ou já existentes, destinados a três áreas principais: capital de giro (saldo de caixa); ativos fixos (terrenos, máquinas, equipamentos) e programas de gastos principais (pesquisa e desenvolvimento, programa de promoção).

As principais razões de realizar investimentos para a substituição de equipamentos são: custo exagerado da operação e da manutenção devido desgaste físico; inadequação para atender a demanda atual; e a obsolescência em comparação aos equipamentos tecnologicamente melhores e que produzem produtos com melhor qualidade (HIRSCHFELD, 2000).

Bernstein e Damodaram (2000), analisarem diversos investimentos em novos equipamentos e inferiram que as estratégias de investimentos dependem de uma tensão essencial: o custo explícito na negociação e do custo da oportunidade de não realizar. Devido a isso fica evidente que é de fundamental importância analisar se a atividade será rentável, ou seja, se cobrirá todos os custos e ainda proporcionará a margem de lucro desejada para o investidor.

O conhecimento dos custos operacionais de máquinas é de suma importância no processo da tomada de decisão, auxiliando, de forma fundamental, o controle e planejamento da utilização ou não destes equipamentos (MACHADO e MALINOVSKI, 1998).

## **2.10 Custos Operacionais dos tratores florestais**

O custo operacional de uma máquina, segundo Harry et al., (1991), e complementado por Moreira (2000) é o somatório de todos os custos resultantes de sua aquisição e operação. O seu conhecimento é uma etapa de fundamental importância para o planejamento e controle de sua utilização. A variação deste custo é influenciada, principalmente, pela eficiência operacional e pela jornada de trabalho.

Edwardes (2002) através de seus estudos, afirma que os custos de máquinas podem ser divididos em duas categorias: custos de propriedade (também chamados de custos fixos) esses, são constantes durante um período definido, e, portanto, independentes do nível de atividades ou utilização de custos variáveis, que dependem das atividades ou o tempo de utilização da máquina. Seguindo os estudos deste mesmo autor, o verdadeiro valor destes custos não é conhecido até que a máquina seja vendida ou utilizada, mas os custos podem ser calculados fazendo algumas suposições sobre a vida útil da máquina, uso anual, consumo de combustíveis e custo e mão de obra.

Sthör (1981) ressalta que, tanto para planificação e controle do emprego de máquinas como para a comparação de diversas formas de investimentos em máquina, é necessário ter uma noção, a mais precisa possível, dos custos de utilização das máquinas. Estes devem ser facilmente calculados, segundo um esquema que permita a comparação.

Atualmente existem diversas metodologias para o cálculo do custo-hora máquina, e muitas vezes elas variam também entre pesquisadores e em função dos objetivos ou das suas normas preestabelecidas, modelos já foram apresentados por Machado (1984), Stokes (1993), Malinovski e Fenner (1991), Gibson et al. (1991), Moreira (1992), entre outros.

## **2.11 Custos da colheita florestal**

A colheita florestal compreendida em sua três atividades básicas, ou seja, corte extração e transporte, de acordo com Tanaka (1986), apresenta como o item de maior custo à atividade.

No Brasil, como afirmam Machado e Lopes (2000), a colheita e o transporte florestal são responsáveis por mais da metade do custo final da madeira colocada no centro consumidor. A seleção de máquinas e equipamentos e o desenvolvimento de sistemas operacionais constituem o grande desafio para a redução dos custos operacionais de colheita e transporte florestal.

Segundo Malinovski e Malinovski (1998), a influência do custo por tonelada de madeira é de fundamental importância na decisão da escolha dos equipamentos, devendo este item receber um dos maiores pesos na análise custo-benefício. O custo fixo é de fácil estimativa. Depende somente das condições em que a empresa deseja recuperar o capital investido e qual o lucro que ela deseja em função dos riscos, liquidez e rentabilidade do investimento.

## **2.12 Custos fixos**

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

Segundo Neves (1995), os custos fixos são aqueles cujos valores são os mesmos qualquer que seja o volume da produção da empresa, inclusive no caso da empresa não existir produção.

Os custos fixos incluem depreciação, custo de oportunidade, impostos, seguros, taxas instalações de manutenção (EDWARDS, 2002).

Kantola e Harstela (1994) definem que os custos fixos são os custos constantes durante um período definido e, portanto, independentes do nível de atividades ou utilização. Eles incluem a maior parte dos custos de administração e o investimento do capital nestes últimos e os custos fixos representam a depreciação e o juro. Outros custos fixos são as despesas administrativas, seguros e determinadas taxas.

### **2.12.1 Taxa de juros**

Os juros calculados sobre o capital de investimento na compra das máquinas se constituem também em um custo de propriedade. Normalmente os juros são simples e calculados sobre o capital médio investido (BALASTREIRE, 1990).

Neves et al. (1996) definiu que os juros servem para atualizar o valor do dinheiro no tempo. Um indivíduo de posse de certa quantidade de dinheiro pode hoje, se desejar assim, adquirir um produto que lhe proporcione certa satisfação atual. Outra opção seria emprestar o dinheiro, cobrando certa taxa de juros, ou então aplicar o dinheiro em algum título no mercado financeiro que lhe remunere a uma determinada taxa de juros. A possibilidade de o indivíduo obter, ao longo tempo, uma remuneração de capital conduz ao conceito de valor do

dinheiro no tempo. Considerando que o dinheiro tem valor no tempo, uma quantia de dinheiro apresenta em instantes diferentes, valores também diferentes.

### ***2.12.2 Depreciação***

Depreciação é um conceito essencialmente contábil, mas de grande importância em assuntos econômicos. Na prática ocorre, freqüentemente, confusão entre o conceito técnico de depreciação (permitida por lei como item de custo de produção) e o conceito mais amplo do conceito de depreciação tomado como perda de valor de um bem durável com o passar do tempo (NORONHA, 1987).

Balastreire (1990) define a depreciação como desvalorização da máquina em função do tempo, seja ela utilizada ou não. Se uma máquina é pouco utilizada durante o ano, a sua depreciação ocorrerá devida sua obsolescência, enquanto se a mesma for intensamente utilizada à depreciação se dará devido ao desgaste. A obsolescência ocorre sempre que uma nova máquina, empregando tecnologias avançadas, torna antieconômica a utilização da máquina disponível.

Segundo Edwards (2002), depreciação é um custo que é o resultado do uso, obsolescência e idade de uma máquina. O tempo de uso mecânico pode fazer o valor de uma máquina ficar abaixo do valor do mercado quando é comercializada ou vendida. A introdução de novas tecnologias ou mudança de modelo pode fazer uma máquina mais velha repentinamente obsoleta, causando desta forma, um declínio acentuado em seu valor. Mas a idade e horas acumuladas de uso normalmente são os fatores mais importantes que determinam valor final de uma máquina.

### **2.13 Custos variáveis**

Denominam-se custos variáveis, todos aqueles que se alteram na proporção direta com a quantidade produzida. Os custos variáveis devem ser analisados com respeito às quantidades consumidas na produção e não às quantidades adquiridas ou as estocadas. O reconhecimento dos custos variáveis da empresa, a análise de sua composição, a identificação dos itens mais relevantes e o conhecimento dos efeitos de cada um destes custos sobre o resultado, são as condições exigidas para melhorar o desempenho da empresa (ROCHA, 1997).

Balastreire (1990) cita que os custos variáveis podem ser chamados de custos operacionais, os quais dependem da quantidade de uso que se faz da máquina e se constituem dos seguintes componentes: combustíveis, lubrificantes, manutenção e mão-de-obra.

Segundo Neves (1995), os custos variáveis são aqueles cujos valores se alteram em função da produção da empresa, ou seja, aumentam à medida que a produção aumenta.

Os custos variáveis dependem do nível das atividades ou utilização. Os custos de combustíveis, lubrificantes, manutenção e mão-de-obra, aumentam em relação ao uso da máquina (KANTOLA; HARSTELA, 1994).

### **2.13.1 Custos de combustíveis**

Os combustíveis são utilizados principalmente para o acionamento dos motores de tratores ou colhedoras autopropelidas. A quantidade de combustível gasto em uma determinada operação depende do tipo de combustível utilizado (óleo diesel, gás liquefeito de petróleo ou biogás, gasolina, álcool, etc.) e da carga exercida sobre o motor para uma dada operação (BALASTREIRE, 1990).

De acordo com a classificação da *American Society of Agricultural Engineers* (ASAE, 2001), o custo de combustível é calculado baseado no preço do combustível e dos cálculos das taxas de consumos das máquinas.

### **2.13.2 Custos de lubrificação**

Pesquisas elaboradas por Edwards (2002) indicaram que a lubrificação e o engraxamento total custam para a maioria das empresas, aproximadamente quinze por cento dos custos de combustível. Então, uma vez calculado o consumo de combustível por hora, pode ser definidos os custos com lubrificação e engraxamento.

Para ASAE (2001) os custos de lubrificação incluem óleo de motor, óleo de transmissão, graxas e filtros. A taxa de consumo varia com o tipo de equipamento, condição de funcionamento ambiental (temperatura), o desígnio do equipamento e o nível de manutenção.



### **2.13.3 Custos de manutenção**

Dentre as despesas de reparo e manutenção que devem ser computadas, para o cálculo do custo de operação com máquinas agrícolas, encontram-se aquelas realizadas para a manutenção preventiva e corretiva. Na manutenção preventiva, devem ser computados os gastos com componentes trocados a intervalos regulares, tais como filtro de ar, filtros de óleo, filtros de combustíveis, etc. (BALASTREIRE, 1990).

Teixeira (1995) considera que os dispêndios com reparos e manutenção objetivam manter o conjunto mecanizado disponível durante o maior período e com a melhor condição operacional possível, não promovendo uma valorização significativa no valor patrimonial ou revenda do mesmo.

### **2.13.4 Custos de mão-de-obra**

Os salários do operador, bem como outros benefícios e encargos sociais, referentes à mão-de-obra, devem ser computados no cálculo do custo operacional das máquinas agrícolas (BALESTREIRE, 1990).

No Brasil, embora a mão-de-obra não qualificada ainda seja bastante mal remunerada, o custo com este fator de produção tem sido incrementado pela evolução dos custos sociais. Ainda com relação ao fator mão-de-obra, um ponto importante para salientar é o treinamento. Para o sucesso da colheita florestal há que se combinarem máquina com boa eficiência, serviços de assistência técnica local além de operadores e mecânicos bem preparados (LUNDQVIST, 1996).

Ao realizar a avaliação dos custos de máquinas, existem fatores importantes que devem ser considerados em decorrência das máquinas possuírem tamanhos diferentes e exercerem tarefas variadas. Outro fator importante são as horas reais de trabalho que normalmente excedem o tempo de máquina efetiva no campo. Por causa de viagem, tempo requerido para lubrificação e consertos devem ser calculados de 10 a 20 por cento, nos custos de mão-de-obra (EDWARDS, 2002).

## **2.14 Período de Recuperação de Capital Investido (*Payback Period*)**

Os conceitos de *payback*, período de recuperação de investimento, tempo de recuperação e prazo de retorno, são tão simplistas quanto suas fundamentações.

De acordo com Contador (1988), o *payback* é o indicador mais simples e conhecido, onde é possível determinar o número de períodos necessários para recuperar os recursos despendidos na implantação do projeto. Através dessa informação é possível inferir que o investidor fica informado de quando ele possivelmente terá de volta o capital investido.

Segundo Woiler e Mathias (1983), o tempo de recuperação é o prazo necessário para que o capital inicial seja integralmente recuperado.

Para Hirschfeld (1998) o *payback* é o intervalo de tempo necessário para que os benefícios advindos de um investimento possam cobrir seus custos.

Gitman (1997) define que o período de *payback* é o período de tempo exato para necessário para a empresa recuperar seu investimento inicial. Seguindo esta mesma linha de estudos, Brigham e Houston (1999) afirmam que o tempo de recuperação de investimentos é o período, expresso em tempo, que se espera ser necessário para recuperar o investimento inicial.

## **2.15 Análise de Retorno do Investimento (ROI - *Return on investment*)**

De acordo com Hoji (2006), o *ROI* (*Return on investment*) é conhecido também como taxa de desconto do fluxo de caixa. O *ROI* é uma taxa de juros implícita numa série de pagamentos (saídas) e recebimentos (entradas), que tem a função de descontar um valor futuro ou aplicar o fator de juros sobre um valor presente, conforme o caso, para trazer ou levar cada valor do fluxo de caixa para uma data focal. Geralmente, adota-se a data de início da operação, momento zero, como a data focal de comparação dos fluxos de caixa (NETO, 2006).

A análise do retorno do investimento, nada mais é que o lucro líquido dividido pelo investimento total. É possível mensurar o retorno que determinado investimento oferece. Geralmente é utilizado para determinar o retorno de investimentos isolados.

O método do *ROI*, usado para análise de investimentos. O critério de decisão, quando a *ROI* é usado para tomar decisões do tipo “aceitar-rejeitar”, é o seguinte: Se a *ROI* for maior que a TMA (Taxa Mínima de Atratividade, e essa TMA representa o mínimo que um investidor se propor a ganhar quando se faz um investimento.), se aceita o projeto; se for menor, rejeita-se o projeto. Esse critério garante que a empresa esteja obtendo, pelo menos, sua taxa requerida de retorno. Tal resultado deveria aumentar o valor de mercado da empresa e, conseqüentemente, a riqueza dos seus proprietários (GITMAN, 2002).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Materiais

Foram utilizados como ferramentas neste estudo os seguintes materiais.

- 1 “*Notebook 14.1*”, *Pentium Dual Core T3400 2GB, HD 320GB, Windows SE.*
- 1 impressora HP Laser Jet P2015
- 1 pen drive 8 GB Kingston (8 gigas)
- 1 máquina fotográfica digital marca Sony com 10.1 Megapixels
- 1 calculadora científica modelo Hp 12C.

#### 3.2 Métodos

Para a escolha da área experimental, foram estabelecidos os seguintes parâmetros: floresta homogênea, da mesma espécie, talhão de primeira rotação, relevo plano e solo arenoso. Também foi considerado que a empresa possui 55 motosserras no campo, para atender a demanda mensal de madeira no pátio industrial, que é de 40.000 m<sup>3</sup>/mês. Porém de acordo com informações coletadas, o pátio industrial tem capacidade para receber 45.000 m<sup>3</sup>/mês, e nesta meta o presente estudo justifica-se.

Atualmente a empresa possui métodos de corte através da colheita semi mecanizada, com utilização de motosserra para o corte e processamento da tora. O sistema de colheita adotado atualmente é o sistema de Toras Curtas (*Cut-to-length*).

Os dados foram obtidos através de pesquisa documental, e avaliados do ponto de vista qualitativo e quantitativo.

Também se efetuou pesquisa de campo, com análises do método atual usado na empresa (colheita semi mecanizada com motosserra), com captura de fotografias e informações in loco. Os dados foram avaliados no programa computacional Microsoft Excel (nas versões 2003 e 2007).

A pesquisa documental envolveu os custos nos dois métodos da colheita, estabelecendo a estimativa dos custos operacionais das máquinas florestais; tais como: taxa de juros, depreciação, custos com combustíveis, lubrificação e manutenção, horas efetiva de trabalho, e custos de mão-de-obra, além dos cálculos do *payback* e da taxa de retorno para o investimento.

### **3.2.1 Estimativa dos custos operacionais**

Na determinação dos custos operacionais, foram estimados pela metodologia proposta pela FAO, segundo Machado e Malinovski (1988), com adaptações para este estudo.

Vale-se salientar também, que essa metodologia proporciona confiabilidade científica reconhecida internacionalmente. Analisou-se o custo operacional do *Harvester* e da motosserra subdividindo-os em custos fixos e variáveis, que foram expressos em reais por hora efetiva de trabalho. (R\$. h).

O valor inicial da máquina florestal *Harvester*, que incluiu o valor do cabeçote de corte e de processamento e o valor da máquina base, foi fornecido por uma empresa que atua no ramo da mecanização florestal, conforme Apêndices A e B. Os valores da motosserra foram fornecidos pela empresa de estudo e coletados diretamente em trabalho realizado no campo. Foi padronizada para a estimativa dos custos operacionais, a unidade de equipamento, ou seja, uma motosserra, e um *Harvester*, desta forma foi possível adequar a quantidade necessária de cada equipamento, através do dimensionamento da frota para atender a empresa, com base na demanda de abastecimento da indústria, que é de 45.000 m<sup>3</sup>/mês.

### **3.2.1.1 Custos Fixos**

Os custos fixos foram aqueles que não sofreram variação com a quantidade de horas da operação e independeram da produção das máquinas florestais, sendo compostos pelos juros e custo de depreciação.

#### 3.2.1.1.1 Juros

Os juros foram calculados pela aplicação de uma taxa de juros ao investimento, conforme Equação 1.

$$J = \frac{(Ca \times i \times f)}{Vu} \quad \dots(1)$$

Onde:

Ca = Custo de aquisição da máquina;

i = Taxa anual de juros (%);

f = Fator de correção;

Vu = Vida útil da máquina.

#### 3.2.1.1.2 Depreciação

O custo da depreciação estimou a perda de valor no decorrer da vida útil da máquina florestal. A estimativa do custo de depreciação foi um procedimento utilizado para recuperar o investimento inicial da máquina, à medida que ela se torna obsoleta, conforme Equação 2. O método de depreciação usado foi o linear, em que o valor depreciável é obtido ao se subtrair do valor de aquisição da máquina seu valor residual. Dividindo o valor depreciável pela vida útil estimada, obtém-se a quota de depreciação a ser deduzida anualmente:

$$D = \frac{(Ca - Vr)}{Vu} \quad \dots(2)$$

Onde:

Ca = Custo de aquisição da máquina;

Vr = Valor residual;

Vu = Vida útil.

Para efeito de cálculo, foi considerado:

$Vr = 20\%$  de  $Ca$  ao ano

### **3.2.1.2 Custos Variáveis**

Os custos variáveis variaram proporcionalmente em relação ao nível das operações e do tempo gasto para a realização, ou seja, o custo operacional alterava-se de acordo com o desenvolvimento da operação. Foram considerados custos variáveis o custo do combustível, o custo da lubrificação, da mão-de-obra e custos de reparo e manutenção.

#### 3.2.1.2.1 Combustível

O custo de combustível foi estimado baseado na quantidade de óleo diesel consumido nas máquinas florestais, conforme Equação 3, e os dados foram baseados através da pesquisa documental levantada com uma empresa que terceiriza serviços de mecanização florestal.

$$Comb = Cmm \times Pu \quad \dots(3)$$

Onde:

Comb = Custo com combustível por hora efetiva;

Cmm = Consumo médio horário da máquina;

Pu = Preço por litro de combustível.

### 3.2.1.2.2 Lubrificante

Com base em indicador médio de consumo e de informações técnicas do fabricante, os custos de lubrificantes estimados com fator de ajuste de 15 % dos custos do combustível consumido por hora de trabalho, conforme a metodologia proposta pela ASAE (2001). Nos custos de lubrificação, está incluso os dispêndios com óleo de motor, óleo de transmissão, graxas e filtros, estimados através da Equação 4.

$$OLH = (Om + Oh + Oc + Ol) \quad \dots(4)$$

Onde:

OLH = Custo de óleos hidráulicos e lubrificantes;

Om = Óleo motor;

Oh = Óleo hidráulico;

Oc = Óleo comandos;

Ol = Outros Óleos.

### 3.2.1.2.3 Mão-de-obra

Nos custos de mão-de-obra, estão incluso os salários diretos e indiretos, e todos os benefícios que os operadores recebem, baseados na quantidade de horas trabalhadas.

$$MDO = \left[ \frac{Sop \times Es}{HTM} \right] \quad \dots(5)$$

Onde:

MDO = Custo de mão-de-obra por hora efetiva;

Sop = Somatório dos salários mensais dos operadores (folha de pagamento);

Es = Taxa de encargos sociais;

HTM = Horas efetivas trabalhadas no mês.

### 3.2.1.2.4 Reparos e manutenção

Os custos de reparo e manutenção incidem devido ao uso em condições normais ou em consequência de desgastes dos componentes, acidentes ou deterioração natural da máquina florestal, representado pela Equação 6.

$$Man = \frac{(Sof \times Es) + Off}{HTM} \quad \dots(6)$$

Onde:

Man = Custo de manutenção e reparo por hora efetiva;

Sof = Somas dos salários mensais dos mecânicos;

Es = Taxa de encargos sociais;

Off = Despesas diversas de oficina e serviços de terceiros;

HTM = Horas efetivas trabalhadas no mês.

Também foi utilizada o seguinte cálculo para determinação da produtividade.

$$Prod = \frac{(Na \times Va)}{Het} \quad \dots(7)$$

Onde:

Prod = Produtividade;

Na = Número de árvores;

Va = Volume médio por árvore;

Het = Horas efetivas trabalhadas.

### 3.2.2 Determinação dos custos de colheita

A determinação dos custos do processo de colheita foi obtida através do somatório dos custos operacionais (fixos + variáveis) e o resultado foi dividido pela produtividade de cada equipamento, conforme Equação 8.



$$CC = \left( \frac{J + D + MDO + Man + Comb + OLH}{Prod} \right) \quad \dots(8)$$

Onde:

CC = Custo de colheita (R\$ m<sup>3</sup>);

J = Custo com juros;

D = Custo de depreciação;

MDO = Custo com mão-de-obra;

Peças = Custos com peças;

Comb = Custos com combustível;

OHL = Custos com lubrificantes e óleo hidráulico;

Prod = Produtividade.

### 3.2.3 Disponibilidade mecânica

A disponibilidade mecânica foi obtida por meio da relação entre o tempo de trabalho total destinado para a realização das atividades, em que a máquina encontrava-se apta para o desempenho de suas funções, e o período em que a mesma interrompia o trabalho por encontrar-se em manutenção. Foi utilizada a seguinte expressão

$$DM = \left( \frac{HT - HM}{HT} \right) \times 100 \quad \dots(9)$$

Onde:

DM = disponibilidade mecânica;

HT = horas totais de trabalho;

HM = horas em manutenção.

## 3.3 Estudo de caso

### 3.3.1 Local

O estudo foi desenvolvido numa fazenda pertencente a uma empresa madeireira, situada em Botucatu, interior de São Paulo, com uma área total de 6.133,79 hectares, e uma área de plantio efetivo de 3.334,49 hectares. A área está localizada nas coordenadas

geográficas 23° 11" de latitude Sul e 48° 35" de longitude oeste. A topografia é plana e o tipo de solo é a terra arrisca conhecido por arenito de Botucatu (o solo do tipo arenito Botucatu aparece em localidades com topografia bem plana, propícia à mecanização agrícola). A temperatura média é de 19° C.

A Figura 2 apresenta o mapa com a localização da fazenda analisada neste estudo.

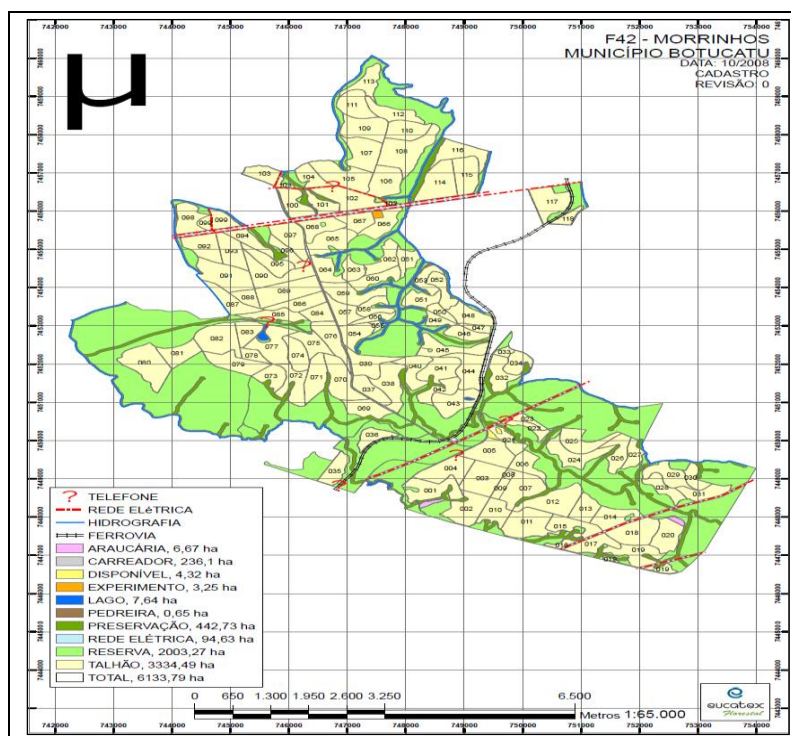


Figura 2 - Mapa Fazenda

Fonte: Eucatex Florestal, 2010.

### 3.3.2 A Empresa

A empresa onde foi elaborado este estudo iniciou suas atividades no dia 23 de Novembro de 1951. O embrião desta empresa foi a Serraria Americana, instalada em 1923, em São Paulo. A primeira fábrica, hoje conhecida como Unidade Chapas, foi inaugurada em Salto (SP), em 1954. A partir de então, iniciou suas atividades produzindo forros acústicos e chapas de fibras de madeira. Pouco depois passou a fabricar chapas isolantes e acústicas. Entre 1956 e 1965 a empresa instalou escritórios de representação em várias capitais brasileiras e em Buenos Aires (Argentina).

No final dos anos 60 até 1980, inaugurou uma nova unidade de chapa dura, em Salto, e uma Unidade Metálica, em Barueri (SP). Abriu escritórios na Holanda, nos Estados Unidos, e no México. Foi também nesse período que começou a produzir tintas, inicialmente apenas

para pintura de suas chapas e forros acústicos, e a investir em terras e reflorestamento para garantir a auto-suficiência do abastecimento de matéria-prima. Com a inauguração de mais uma fábrica em Salto, ela passou a desenvolver em seus laboratórios uma linha de tintas e vernizes. Foi também no interior de São Paulo, em Botucatu, que a empresa iniciou, em 1996, a fabricação de painéis de MDP. Possui fábricas em Botucatu, Salto e Paulínia, conta com aproximadamente 3 mil colaboradores e produz pisos, divisórias, telhas, painéis MDP, chapas de fibras de madeiras, substratos agrícolas, produtos minerais, tintas e vernizes.

### 3.3.3 Estrutura da Empresa

Localizada na Estrada Municipal Botucatu-Itatinga em Botucatu (SP), na Fazenda São Francisco de Assis, com 452 colaboradores, ocupa em suas instalações 6.224,1 MI m<sup>2</sup>, e uma área construída de 60.360 m<sup>2</sup>. Ao total, no grupo, totaliza - se aproximadamente 2.031 funcionários, possui 62 fazendas, somando cerca de 40 mil hectares, todas as fazendas são certificadas com a ISO 14001 e Selo Verde concedido pela organização *Forest Stewardship Council* (FSC). A Figura 3 mostra o faturamento no ano de 2009 que foi de R\$ 829 milhões.

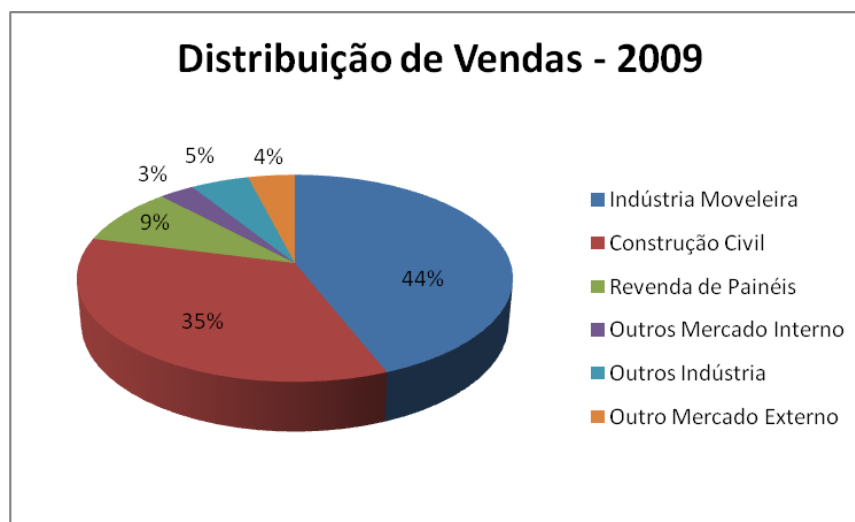


Figura 3 - Distribuição de Vendas na Indústria no ano de 2009.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante este estudo foi analisada a metodologia atual da empresa, que é o sistema semi mecanizado da colheita, onde foram demonstradas deficiências no processo em relação à produtividade, nível de serviço, segurança do funcionário e dispêndios com mão-de-obra. Tendo em vista essa realidade, foi simulada a mecanização do processo da colheita, substituindo as operações de colheita com motosserra para a colheita com *Harvester*. Foram definidos os custos fixos e variáveis nos dois métodos, sendo eles, corte com motosserra, e corte com *Harvester*, também foi estimando os custos operacionais de ambos, e conseqüentemente efetuada análise de produtividade e comparativo entre os dois métodos, adequando-se as necessidades e a realidade da empresa.

De acordo com Malinovski e Malinovski (1998), a colheita florestal é considerada como sendo todas as atividades parciais desde a derrubada da árvore até a madeira posta no pátio da indústria consumidora. E nessa mesma linha de pensamento, Arce, Macdonagh e Friedl (2004), afirmam que essa operação representa o final de um ciclo de produção florestal, na qual são obtidos os produtos mais valiosos, constituindo dessa forma um dos fatores que determinam o sucesso para uma boa rentabilidade florestal. Esta atividade é a que também mais sofre o processo de mecanização e de acordo com Fontes (1996), as principais causas da crescente mecanização desta atividade são a busca do aumento da produtividade e a necessidade de redução dos custos de produção. Porém tal processo necessita de investimentos iniciais muito altos e dependendo da forma de condução do sistema, pode haver grande desvalorização do produto final. Portanto é vital para qualquer empresa, uma análise detalhada envolvendo os custos envolvidos nos diferentes métodos de colheita, desta forma,

facilitando os estudos a fim de reduzi-los, e nesta linha de pensamento Rezende et al., (1997) afirma em seus estudos.

#### 4.1 Operação de corte com motosserra

A colheita semi mecanizada consiste na utilização intercalada de serviço manual e máquinas para a execução das operações de colheita. Atualmente a área estudada conta com 100 % da colheita semi mecanizada. Hoje a empresa conta possui 55 motosserras no campo, para atender a demanda mensal de madeira no pátio industrial, que é de 45 mil m<sup>3</sup> ao mês. Durante a pesquisa, foi analisado e observado o método de corte atual na empresa, que é a colheita semi mecanizada, com a utilização de motosserra (Figura 4), para o processo da colheita.



Figura 4 - Motosserra usada atualmente na empresa

Através da pesquisa in loco, foi possível determinar as etapas da colheita florestal, com capturas de fotografias, e conseqüente determinação das etapas da colheita, conforme a Figura 5, que apresenta o fluxograma atual da colheita florestal na empresa. Nela também é possível observar que o desenvolvimento das operações inicia-se com roçada pré corte, encerrando-se com o carregamento e o transporte.

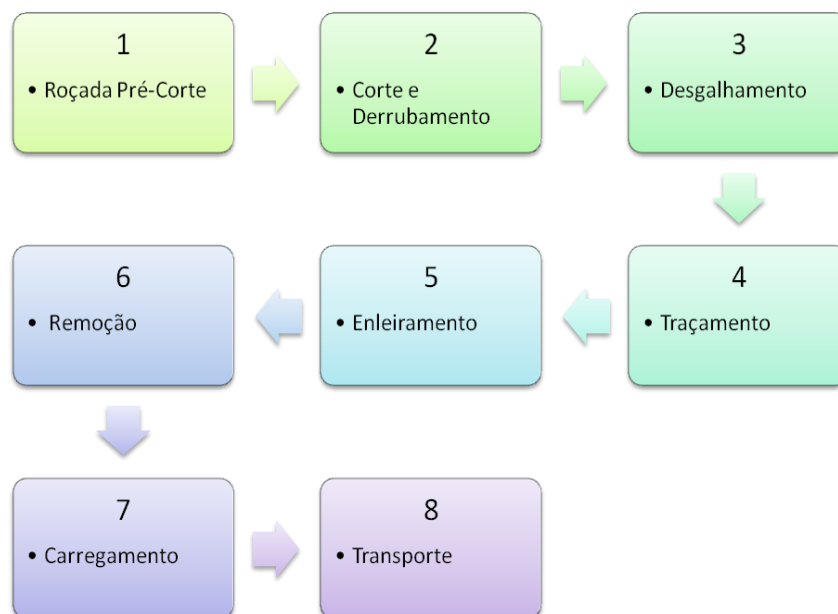


Figura 5 - Fluxograma das etapas colheita florestal.

Souza (1992) define que a motosserra é uma das máquinas que mais influenciaram a mecanização da colheita florestal, substituindo o machado e a serra manual nas operações de derrubada, no desgalhamento, traçamento e destopamento de madeira, e nessa mesma linha de pesquisa. Machado (1992), afirma que o corte florestal é a primeira etapa da colheita de madeira e tem grande influência na realização das operações subsequentes. As etapas do corte florestal são: derrubada, desgalhamento e traçamento. Machado afirma também que o método de corte mais difundido no Brasil ainda é o semi mecanizado, utilizando motosserras, apesar da crescente utilização de outras máquinas.

#### ***4.1.1 Descritivo das etapas da colheita semi mecanizada***

As diversas etapas e descrição das operações de transporte da madeira, adotadas pela empresa, seguiram rigorosamente a NBR ISO14001, conforme descrito na Cartilha Operacional da Colheita. Na descrição detalhada das operações foram observadas as seguintes atividades:

**A) Roçada pré corte:** O objetivo dessa atividade foi facilitar as operações da colheita florestal. No início das operações observou-se in loco a necessidade da realização dessa roçada pré corte com a retirada da vegetação mais desenvolvida, evitando-se desta maneira expor os trabalhadores a perigo de acidentes com animais peçonhentos e também para que os

cipós desenvolvidos ao longo do tronco das árvores não causassem danos ao equipamento (motosserra). Em estudo elaborado por Rodrigues (2002), foi possível contextualizar com o que foi observado na fazenda; nesta pesquisa, o autor descreve a floresta como um ambiente úmido, relativamente frio e com pouca iluminação por conta do entrelaçamento das copas das árvores. O autor observou que isso ocorre devido à vegetação rasteira no ambiente (mato, arbustos) a locomoção do trabalhador se torna um obstáculo para o operador, tendo que, na maioria das vezes, abrir picadas (trilhas) no meio da mata, processo este denominado como roçada pré-corte. A operação foi realizada no sub-bosque de florestas desenvolvidas durante a época da colheita da madeira. Nessa operação de roçada foi necessária a execução da atividade numa altura compreendida entre 30 e 50 cm do solo, sendo que na mesma também houve a preocupação de retirar tocos com pontas, que poderiam perfurar os pneus das máquinas.

**B) Corte e derrubada:** O objetivo desta atividade foi atender ao consumo de madeira utilizada na unidade de Botucatu. Após o procedimento de roçada, o talhão foi dividido em eitos de derrubada formados por 4 a 5 linhas, onde cada eito era constituído de 2 leiras. Foi mantida a distância de no mínimo 2 vezes e meia a altura das árvores entre uma equipe e outra, para que desta forma, fossem evitados eventuais acidentes de trabalhos relacionados a derrubada das toras. De grande importância foi a direção da derrubada das árvores, pois, outras operações foram facilitadas, através da forma organizada com que as toras ficavam sobre o solo ao cair. Observou-se também que quando a derrubada ocorreu próxima às estradas, o local foi devidamente sinalizado e o tráfego controlado, assim, foi possível proporcionar maior segurança da operação. Na Figura 6 observou-se o momento do corte e derrubada, respectivamente.



(a) Corte



(b) Derrubada

Figura 6 – (a) Atividade de corte ,(b) atividade derrubada.

**C) Desgalhamento:** Esta etapa da operação também teve como objetivo atender o consumo da madeira na unidade de Botucatu, nela os galhos das árvores foram cortados até a altura comercial estabelecida pela empresa, ficando rente ao tronco da árvore. A retirada dos galhos das árvores ocorreu no sentido da base para a copa, conforme metodologia técnica adotada pela empresa sendo que os troncos foram posicionados de forma que o funcionário que realizou o desgalhe, ficasse do lado apostado ao desgalhamento conforme recomenda as normas de segurança. É importante salientar que esta etapa não pode ser concomitante com o processo de derrubada. Na Figura 7 pode-se observar que através do desgalhamento as toras foram “limpas”.



Figura 7 - Operador efetuando o processo de desgalhamento.

**D) Traçamento e enleiramento:** Assim como os processos anteriores, o traçamento e enleiramento também visaram atender o consumo de madeira na unidade de Botucatu. Para o traçamento, foi utilizando como critério estabelecido pela empresa, um diâmetros acima de 5 cm, e a operação iniciou-se da base para a copa da árvore. Para o processo de enleiramento, o



produto foi depositado ao longo das entrelinhas de derrubada. Os funcionários participantes dessa operação tiveram a preocupação para que o enleiramento não fosse sobre galhadas, tocos, formigueiros ou buracos, e também evitaram deixar que as toras envoltas a cipós, galhos ou outras vegetações para que não atrapalhassem o processo de remoção. Para as áreas com altas infestações de sub-bosque, as leiras foram feitas sobre um travesseiro de madeira (constituído por troncos colocados na base do feixe, com o objetivo de reduzir o contato direto deste com o solo e para facilitar a operação de carregamento do, transportando menos impurezas para a unidade industrial); colocado transversalmente no sentido da leira, com isso as toras ficaram alinhadas, como pode ser observado na Figura 8.



Figura 8 - Atividade de traçamento e enleiramento das toras derrubadas.

**F) Remoção:** O objetivo foi remover a madeira do interior do talhão para posterior transporte à fábrica. A retirada da madeira ocorreu em um período planejado para 30 dias após o corte, e é importante respeitar este período de tempo para que a madeira perdesse uma parte da umidade, afim de que pudesse chegar pronta para o processamento no pátio industrial. Esse procedimento faz parte de exigência de norma técnica onde a tora deve estar com a umidade relativa baixa para poder entrar no processo industrial. Observou-se nesta fase da atividade o cuidado que os funcionários tiveram para não danificarem cepas, prejudicando a futura brotação, isso se deve ao treinamento intensivo a que são submetidos esses funcionários conforme estabelecido na NBR ISO 9001. Foram feitas pilhas uniformes com altura variável compreendidas entre 3,0 e 4,5 metros. As toras também foram colocadas em travesseiros de madeira, em locais previamente definidos, o que facilitou o carregamento para os caminhões. Foram evitados o carregamento de galhos, cipós, pedra e areia, pois estes

poderiam vir sujar as pilhas e a carga. A Figura 9 ilustra a utilização de *Forwarder* para remoção.



Figura 9 - Etapa da remoção da madeira com *Forwarder*

**G) Carregamento e Transporte:** O objetivo foi carregar caminhões para posterior transporte a fábrica. Foi respeitada a altura de carga e capacidade do caminhão, para que fossem evitadas possíveis multas na pesagem da carga. A carga foi ‘batida’ para que houvesse o alinhamento da madeira, e não ficasse gaiola (espaçamento) na mesma, também foi observado que a altura da carga e a capacidade do caminhão foram respeitadas, para que fossem evitadas possíveis multas. Notou-se que toda carga que saiu da fazenda, estava amarrada com cabo de aço ou cinta até a fábrica, e as pontas das toras estavam devidamente alinhadas a carga. Houve-se a preocupação em verificar a carga para que não ocorresse queda da madeira nas rodovias. Por fim, a matéria-prima seguiu até a unidade fabril para industrialização. A Figura 10 está apresentada a etapa do carregamento com um trator adaptado, conhecido como carregador florestal e o caminhão tipo tritrem.



Figura 10 – Carregamento e transporte das toras.

#### 4.1.2 Aspectos observados com o uso da motosserra

Através da pesquisa realizada no campo, pode-se inferir que o corte semi mecanizado apresenta alguns aspectos negativos em relação ao sistema mecanizado como, por exemplo, maiores riscos de acidentes, condições ergonômicas desfavoráveis e baixa produtividade.

No que tange os aspectos positivos, vale citar os menores custos de aquisição e manutenção em relação aos sistemas mecanizados e a capacidade de executar todas as operações de corte florestal, com o diferencial de poder atuar em áreas de difícil acesso em relação às condições topográficas.

Outro detalhe é que o trabalhador necessita transportar a motosserra junto a ele, o que torna operação ainda mais dificultada, além disso, foi observada a periculosidade em que os operadores de motosserra ficam sujeitos. Essa afirmação pôde ser comprovada e analisada na empresa onde foi elaborado o estudo, conforme o descritivo das etapas da operação com motosserra. Souza (1992) analisou características do uso de motosserra, onde concluiu que o sistema é caracterizado pela sua grande exigência física, por ser pesado e geralmente com alto risco de acidentes, principalmente pelo meio ambiente rústico e pelas grandes dimensões do produto que é tratado, a árvore, ressaltando também que é considerado como um dos trabalhos mais pesados e de mais alto risco de acidentes entre as atividades industriais brasileiras, afirmação comprovada também analisando o artigo publicado na Revista Proteção (2000), onde conclui que o extrativismo com motosserra continua sendo uma das atividades recordistas em acidentes de trabalho. Na Tabela 2 pode ser analisada as vantagens e as desvantagens do equipamento, como resultado da pesquisa elaborada em campo, observando a utilização da motosserra.

Tabela 2 - Vantagens e desvantagens do uso da motosserra

VANTAGENS	DESVANTAGENS
✓ Baixo custo de aquisição	✓ Periculosidade
✓ Atuação em qualquer tipo de terreno	✓ Elevado nível de ruído (85 decibéis)
✓ Executa todas as operações de corte.	✓ Elevado esforço físico
✓ Alta produtividade em comparação com outros métodos manuais.	✓ Baixo rendimento em relação aos métodos mecanizados.
	✓ Funcionário sujeita a picada de animais peçonhentos.

Também foi observado que por um deslize do motosserrista, o que comumente acontece devido à força aplicada para serrar o tronco, a base da árvore sofre grande impacto, fato este que afeta a rebrota, afetando o desenvolvimento e o crescimento da mesma na 2ª rotação, e conseqüente diminuindo o volume por m<sup>3</sup> da madeira colhida, bem como a produtividade final por hectare. O impacto na base pode ser observado na Figura 11.



Figura 11 – Base da árvore cortada com motosserra

#### 4.2 Situação proposta

Conforme já citado, o objetivo principal deste trabalho foi simular o método de corte através da colheita mecanizada e adotando o sistema de colheita usado pela empresa atualmente que é o sistema de Toras Curtas (*Cut-to-length-CLT*).

O *Harvester*, de acordo com pesquisas já realizadas, é a melhor opção para sistema de toras curtas, e locais onde apresentam topografia plana, assim como no local de estudo e, além disso, a vantagem deste sistema é o baixo impacto negativo no meio ambiente, no que se referem os solos. Através da análise realizada pelos escritores Kellogg e Bettinger (1994) e Nurminen et al. (2006), onde ambos compararam o sistema CLT com outros sistemas, chegaram à conclusão que o mesmo foi considerado como o mais amigável ambientalmente, versátil e seguro, além de ser um sistema que proporciona um produto final com maior qualidade do que os sistemas mecanizados denominados de “árvores inteiras” e de “toras longas”. O sistema de colheita de madeira de toras curtas (CTL) processa a árvore em pequenas toras no próprio lugar do corte. A moderna técnica do método CTL utiliza duas máquinas: um *Harvester* e um *Forwarder*. Combinando-os, obtém os *harwarder*, capaz de processar a árvore e transportar as toras até o estaleiro (TALBOT et al., 2003; WESTER; ELIASSON, 2003; NURMINEN et al., 2006).

Malinovski et al. (2002), afirma que o CTL é caracterizado pela realização de todos os trabalhos complementares ao corte (desgalhamento, destopo, toragem ou traçamento e descascamento) no próprio local onde a árvore foi derrubada.

Desta forma, embasando-se nessas linhas de pesquisa, pode se ratificar a escolha do sistema de colheita CLT formado pelo operacional da colheita por *Harvester* e *Forwarder* neste trabalho.

#### 4.2.1 Corte mecanizado com *Harvester*

O módulo típico no sistema de toras curtas é composto pela máquina ilustrada na Figura 12. O *Harvester* corta e processa cada árvore individualmente dentro da área, deixando o resíduo e as toras distribuídos em faixas



Figura 12 - Máquina utilizada na colheita mecanizada - *Harvester*

Portanto, todo o ciclo analisado no operacional da colheita atual na empresa deixaria de existir, dando lugar ao *Harvester*, que ficaria responsável por todas as etapas que envolvem o uso de motosserra. As etapas que seriam substituídas pelo *Harvester* são :roçada pré -corte, corte e derrubamento, desgalhamento, traçamento e enleiramento.O processo da colheita ficaria como demonstrado na Figura 13.



Figura 13 – Substituição das etapas da colheita pelo *Harvester*

Analisando uma operação de *Harvester* através de informações fornecidas por uma empresa prestadora de serviços florestais, foi considerado para este estudo, adequando à topografia local, que a seqüência de trabalho do *Harvester* seria: posicionar o cabeçote, segurar a árvore, realizar o corte e direcionar a queda da árvore e todo o processamento da árvore à esquerda da máquina. A máquina então se deslocaria no local de trabalho, conforme ilustrado na Figura 14, sendo o eito de trabalho composto de quatro fileiras de árvores. A madeira, após o processamento, seria depositada à esquerda do sentido de deslocamento da máquina, para posteriormente facilitar a remoção destas toras.

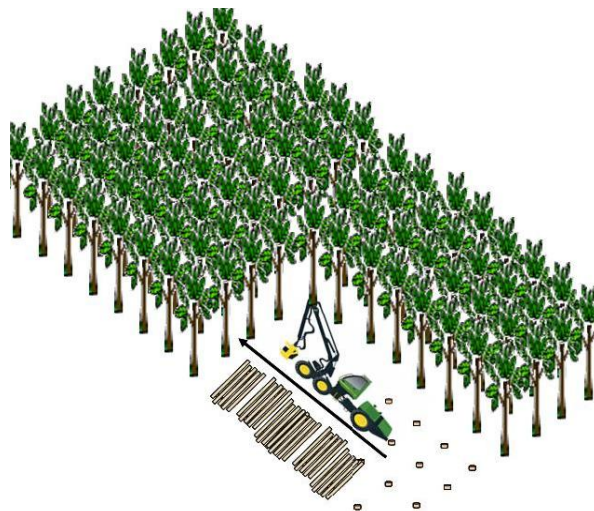


Figura 14 - Posicionamento do *Harvester* do eito de trabalho para a colheita

Na Figura 15, apresenta-se um cabeçote no momento em que ele está posicionado na árvore e pronto para efetuar o corte e derrubada, bem como o momento subsequente à derrubada, quando se inicia a operação de descascamento, desgalhamento e traçamento.

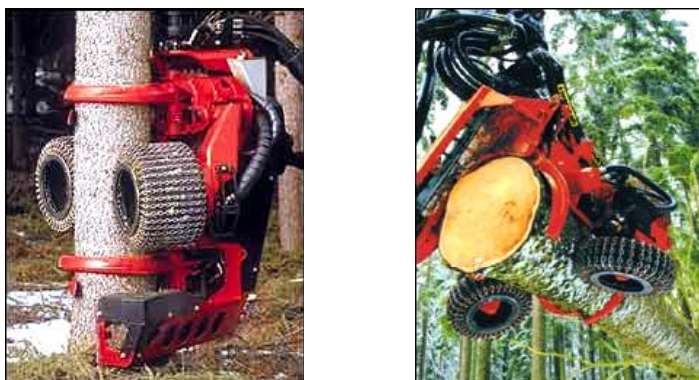


Figura 15 - Detalhes do cabeçote do *Harvester*

### 4.3 Definição dos custos operacionais

Com o intuito de alcançar os objetivos propostos deste trabalho, foram considerados dados reais fornecidos pela empresa onde foi realizado este projeto, e também por empresa que terceiriza serviços de mecanização florestal, o que demonstra os custos reais da operação desenvolvida pelos equipamentos simulados neste estudo.

#### 4.3.1 Motosserra

Na Tabela 3, são apresentados os valores e os percentuais dos custos fixos obtidos para motosserra. O custo fixo por hora foi de R\$ 1,00.

Tabela 3 - Custos fixos e percentuais da motosserra

CUSTOS FIXOS (CF)	R\$. h. <sup>-1</sup>	% CF
Depreciação	0,88	2
Juros	0,13	1
Total	1,00	3

Os custos variáveis para motosserra foram de R\$ 37,38 por hora. Na Tabela 4 podem ser observados detalhadamente os custos variáveis obtidos para motosserra.

Tabela 4 - Custos variáveis e percentuais para motosserra

CUSTOS VARIÁVEIS	R\$. h. <sup>-1</sup>	% CV
Operadores	24,23	63
Manutenção	6,44	17
Combustíveis	4,32	11
Lubrificantes	2,40	6
Total	37,38	97

Diante do somatório dos custos fixos e variáveis, a motosserra apresentou um custo operacional de R\$ 38,38 por hora. Através da Figura 16 é apresentado o gráfico em percentuais dos custos operacionais obtidos para motosserra, onde os custos gastos com operadores (mão-de-obra) representaram 63% da composição total dos custos. Vale-se salientar que para esta estimativa de custo operacional foi considerado o sistema atual na empresa, ou seja, uma motosserra e uma equipe de operadores, formada por um operador de motosserra mais um ajudante, totalizando dois funcionários por equipamento, em 8 horas de trabalho diário, durante 21 dias trabalhados.

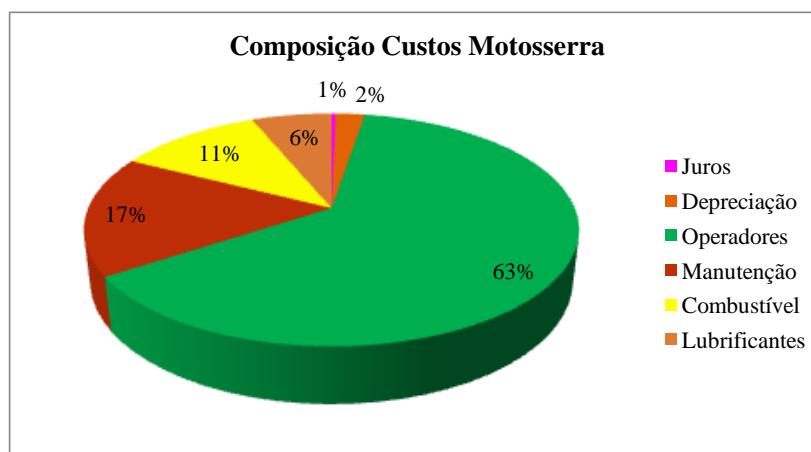


Figura 16 - Composição dos custos com Motosserra

Os custos operacionais foram estimados em R\$. h.<sup>-1</sup> (reais por hora), onde foi analisado que o custo que mais onerou a operação de corte com a motosserra foi o dispêndio gasto com operadores, resultando um total de R\$ 24,23 h.<sup>-1</sup>, lembrando que operam apenas 8 horas por dia. Na Figura 17 pode ser observado os custos com a Motosserra.



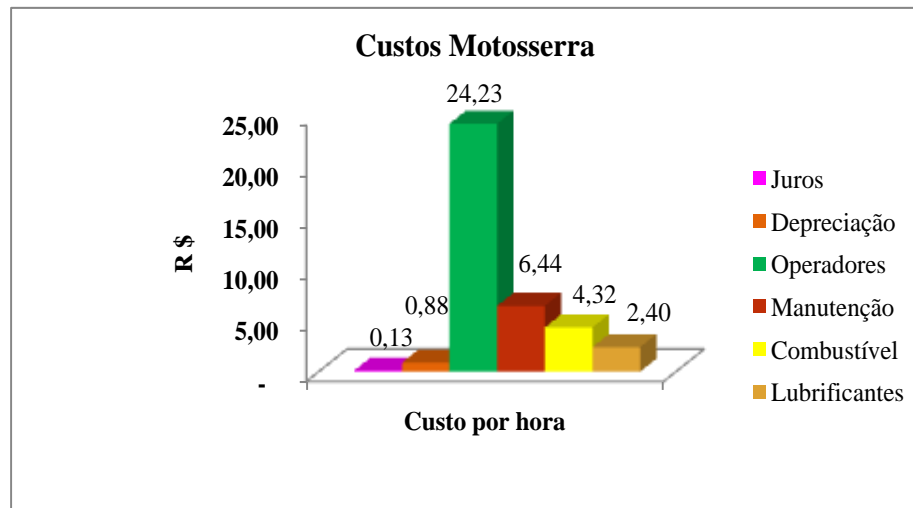


Figura 17 - Custos da motosserra em estimados em R\$.h.<sup>-1</sup>

A Figura 18 representa que o custo fixo correspondeu a 3% e o custo variável representou 97%, para o total da operação com a motosserra.

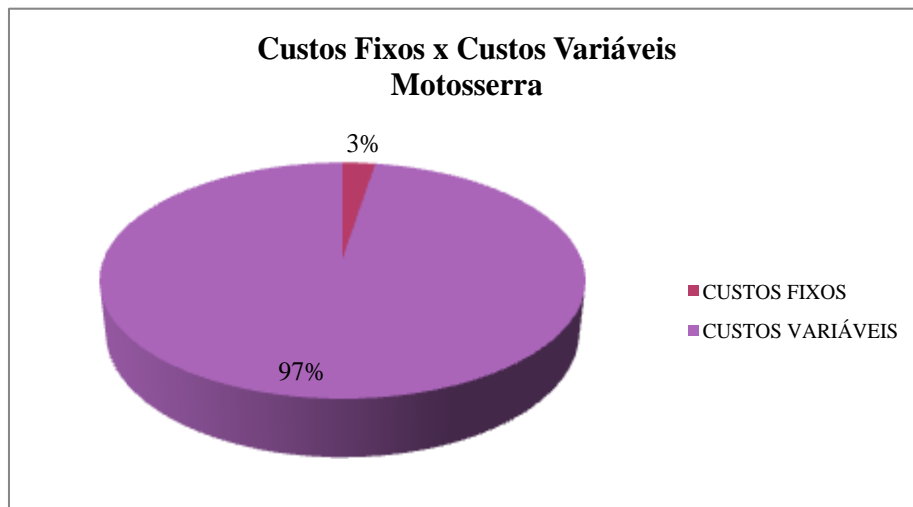


Figura 18 - Comparativo entre custo fixo e variável para motosserra

#### 4.3.2 Harvester

Na Tabela 5, são apresentados os valores e os percentuais dos custos fixos obtidos para o *Harvester*. O custo fixo por hora foi de R\$ 47,96.

Tabela 5 – Custos fixos e percentuais do *Harvester*

CUSTOS FIXOS (CF)	R\$. h. <sup>-1</sup>	% CF
Depreciação	44,00	25
Juros	3,96	2
Total	47,96	27

Os custos variáveis para *Harvester* foram de R\$ 114,21 h.<sup>-1</sup>. Na Tabela 6 podem ser observados detalhadamente os custos variáveis obtidos para o *Harvester*.

Tabela 6– Custos variáveis e percentuais para o *Harvester*.

CUSTOS VARIÁVEIS	R\$. h. <sup>-1</sup>	% CF
Operadores	20,66	12
Manutenção	44,10	26
Combustíveis	43,56	25
Lubrificantes	5,89	4
Total	114,21	70

Diante do somatório dos custos fixos e variáveis, o *Harvester* apresentou um custo operacional de R\$ 162,17 h.<sup>-1</sup>. Através da Figura 19 é apresentado o gráfico em percentuais dos custos operacionais, onde os dispêndios com manutenção, depreciação e combustíveis equipararam-se, representando o percentual de 27 % para cada item. Importante salientar que para esta estimativa foi considerado um *Harvester*, que opera 24 horas por dia, formado por uma equipe de quatro operadores, divididos em três turnos diários de 8 horas, durante 30 dias por mês.

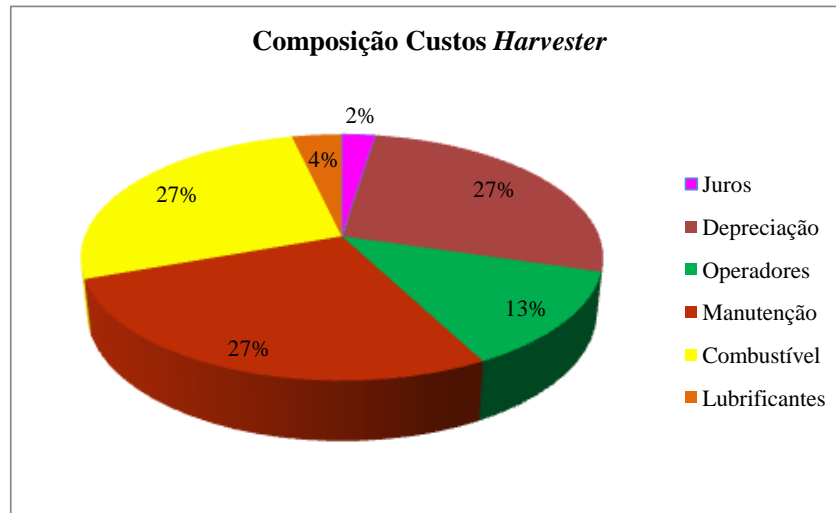


Figura 19 - Composição dos custos com *Harvester*.

Foi analisado que os dispêndios de manutenção, depreciação, e combustíveis gastos na operação de corte com o *Harvester*, foram, em média, de R\$ 43,88 h.<sup>-1</sup>. O custos de operadores necessários para operarem um *Harvester*, em 24 horas de trabalho ao dia, foi de R\$ 20,66 h.<sup>-1</sup>, conforme Figura 20.

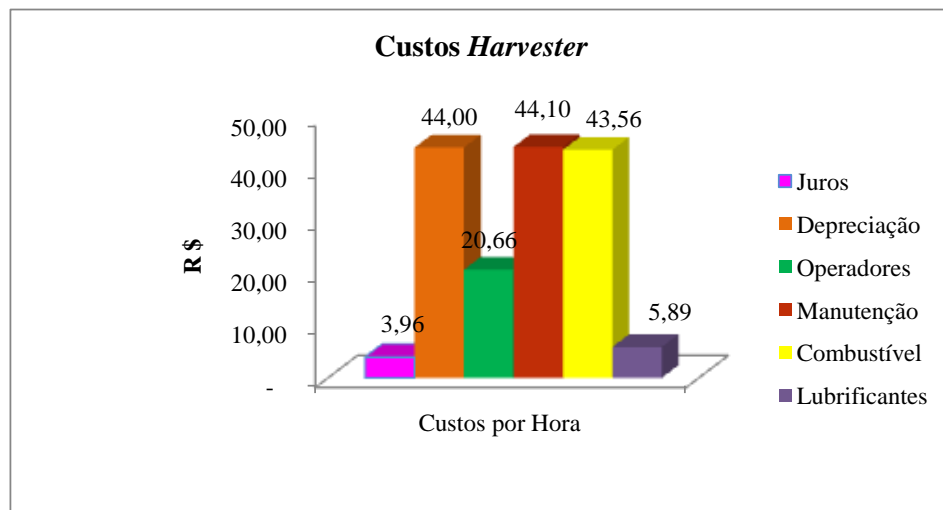


Figura 20 – Custos do *Harvester* estimados em R\$. h.<sup>-1</sup>

A Figura 21 representa que o custo fixo correspondeu a 30% e o custo variável representou 70%, para a operação com o *Harvester*.

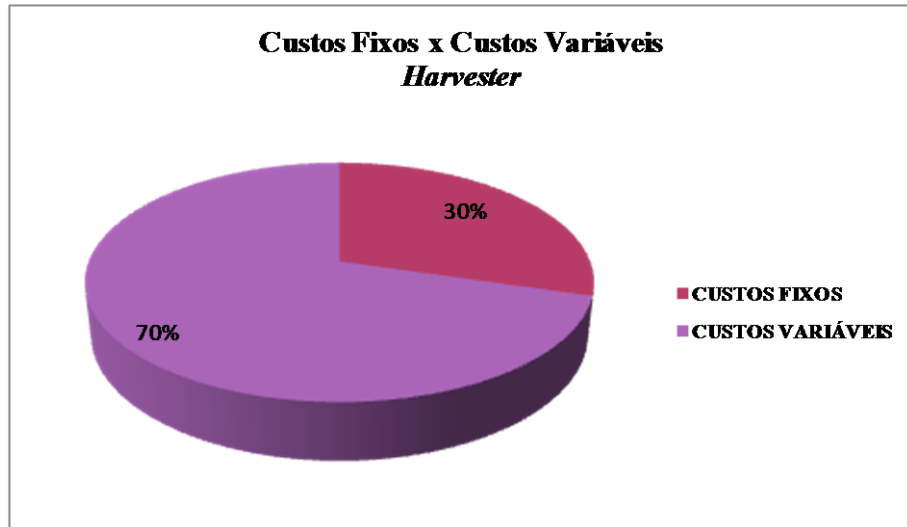


Figura 21- Comparativo entre custos fixos e variáveis para *Harvester*

## 4.4 Produtividade

### 4.4.1 Produtividade para motosserra

Para estimativa dos custos de produtividade, foi considerando o volume de 0,210 m<sup>3</sup> por árvore. As horas efetivas de trabalho foram multiplicadas pela disponibilidade operacional do operador de motosserra, e essa estimativa foi analisada em campo, encontrando-se quantas vezes o operador teve que parar para abastecer e afiar o equipamento, e o período desta parada. Desta forma, foi subtraído as horas de trabalho em campo, que são 8 horas diárias, do tempo necessário de manutenção, e o total dividido pelas horas totais trabalhadas subsequentemente multiplicada por 100, resultando numa disponibilidade operacional de 82%. Essa taxa foi multiplicada pelas horas totais trabalhadas ao dia, resultando em 6,56 horas efetivas de trabalho. O número de árvores foi estimado segundo observação em 167 árvores ao dia por equipamento. A Tabela 7 mostra a produtividade para uma motosserra, onde o volume encontrado foi de 5,35 m<sup>3</sup> por hora e 35,07 m<sup>3</sup> por dia.

Tabela 7 - Produtividade da operação de corte com motosserra.

Produtividade/dia/equipe		Na x Va /HET
Número de árvores	Na	167
Volume por arvores m <sup>3</sup>	Va	0,210
Horas efetivas trabalho	HET	6,56
TOTAL m <sup>3</sup> / hora		5,35
TOTAL m <sup>3</sup> / dia		35,07

#### 4.4.2 Produtividade para Harvester

Para estimativa dos custos de produtividade, foi considerando o volume de 0,210 m<sup>3</sup> por árvore .Para as horas efetivas do *Harvester*,foi considerado 68% de disponibilidade operacional,conforme dado fornecido pela empresa prestadora de serviços de mecanização bem como o número de árvores por hora.Tendo em vista que a máquina opera 24 horas ao dia, e considerando a taxa de disponibilidade de 68 %, tem-se 16,32 horas efetivas de trabalho.Na Tabela 8 pode ser analisada a produtividade com o *Harvester*. A Tabela 8 mostra a produtividade para um *Harvester* ,onde o volume encontrado foi de 19 m<sup>3</sup> por hora e 308,45 m<sup>3</sup> por dia.

Tabela 8 – Produtividade da operação de corte com *Harvester*.

Produtividade/dia/equipe		Na x Va /HET
Número de árvores	Na	1469
Volume por arvores m <sup>3</sup>	Va	0,210
Horas efetivas trabalho	HET	16,32
TOTAL m <sup>3</sup> / hora		19
TOTAL m <sup>3</sup> / dia		308,45

A Figura 22 mostra o comparativo de produtividade entre a motosserra e o *Harvester*, estimados em m<sup>3</sup> por dia, e nela pode-se observar que o processo de colheita com o *Harvester* é 880% mais produtivo que a operação com uma motosserra.

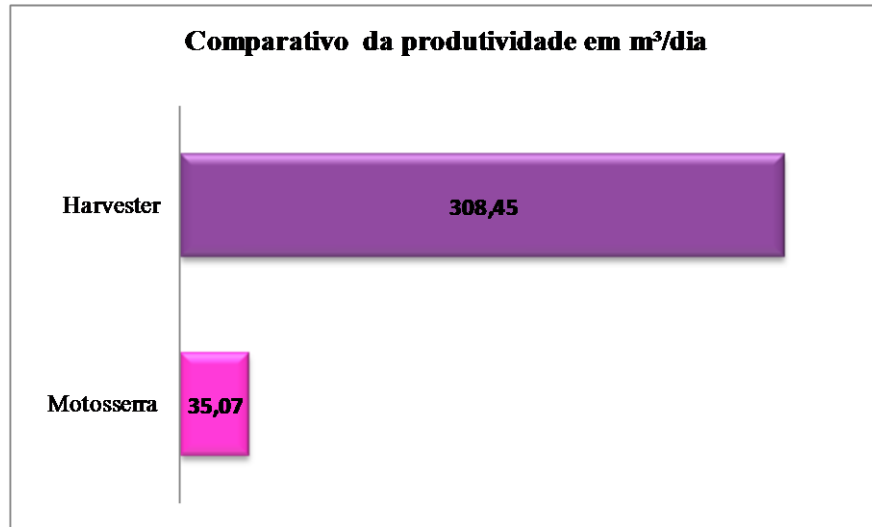


Figura 22 – Comparativo de produtividade em m³ / dia

#### 4.5 Custo total da colheita

Para estimativa do custo total da colheita, foi equacionada a divisão do custo operacional total por hora, pela produtividade de cada equipamento, o resultado deu-se em reais por m³ (R\$. (m³)<sup>-1</sup>) conforme demonstrado na Tabela 9, onde o total do custo da colheita para motosserra foi de 7,18 R\$. (m³)<sup>-1</sup>, e para o *Harvester*, 8,54 R\$. (m³)<sup>-1</sup>.

Tabela 9 – Custo total da colheita

	Custo operacional R\$.h <sup>-1</sup>	Produtividade m³ .h <sup>-1</sup>	Custo da colheita R\$. (m³) <sup>-1</sup>
Motosserra	38,38	5,35	7,18
<i>Harvester</i>	162,17	19	8,54

#### 4.6 Dimensionamento da frota

Com os cálculos da produtividade foi possível dimensionar a quantidade de equipamento para atender a demanda de 45.000 m³ proposta nesse trabalho.

Para estimativa da produtividade ao mês, multiplicou-se a produtividade ao dia pelos números de dias trabalhados. Esta metodologia foi usada para os dois métodos de corte na colheita, ou seja, produtividade ao mês para uso da motosserra, e produtividade ao mês para uso do *Harvester*. Em seguida calculou-se o número de equipamento necessário para atender a

demanda,estimando portanto, o dimensionamento da frota necessário para abastecer a indústria com base na demanda proposta,conforme Tabela 10.

Tabela 10 – Dimensionamento da frota

Demanda	Produtividade	Dias	Produtividade	Equipamentos
45.000 m <sup>3</sup>	por dia(m <sup>3</sup> )	Trabalhados	por mês(m <sup>3</sup> )	Necessários
A	B	C	D = B X C	E = A/ D
Motosserra	35,07	21	736,47	62
<i>Harvester</i>	308,45	30	11.214,00	4

Com base nestes cálculos, foi possível determinar que seriam necessárias 62 motosserras e 4 *Harvester* para que a demanda fosse atendida.

Tendo em vista, que atualmente a empresa já possui 55 motosserras, se a operação continuar com a forma semi mecanizada, seria necessário a aquisição de mais 7 motosserras, bem como o aumento do número de funcionários,e toda a operacionalidade envolvida no processo. Porém a vida util da motosserra é apenas 2.000 horas,e os equipamentos são trocados anualmente.Desta forma, a aquisição seria no total de 62 motosserras.

Para determinar o custo operacional por hora nos dois equipamentos,foi multiplicado o custo operacional unitário, já calculado, pela quantidade de equipametos necessários,segundo determinado no dimensionamento de frota, e foi observado que o custo operacional por hora com corte utilizando a motosserra é aproximadamente 28% maior que usando *Harvester*. Na Figura 23 é possível visualizar o custo operacional por hora,considerando 4 *Harvester* e 62 motosserras.

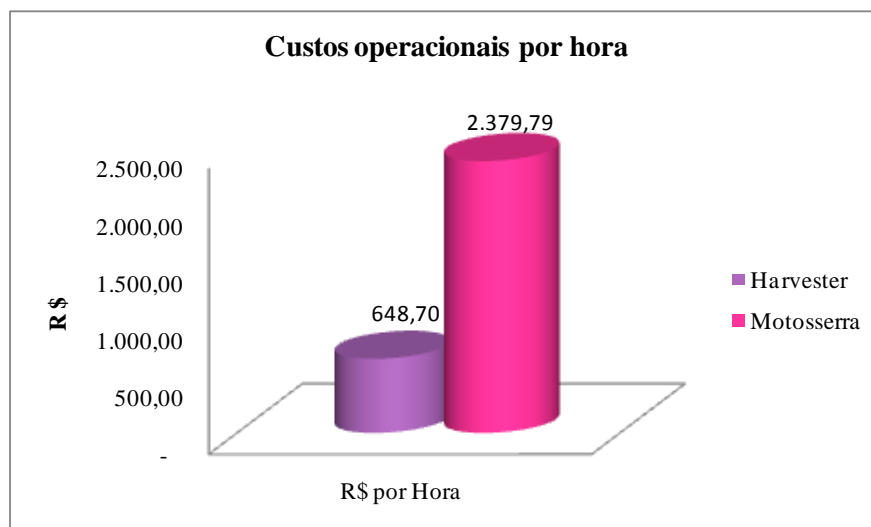


Figura 23 – Comparativo dos custos operacionais por hora para motosserra e *Harvester*

#### 4.7 Comparativo de investimento

Tendo em base o dimensionamento da frota, foi possível mensurar o total de investimentos necessários para os dois métodos da colheita. A Tabela 11 exemplifica estes custos.

Tabela 11 – Total de investimento

	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Motosserra	62	3.500,00	217.000,00
<i>Harvester</i>	4	1.100.000,00	4.400.000,00

Conforme analisado, o custo inicial para a implantação da colheita mecanizada com *Harvester* é maior que o comparado a motosserra, todavia como observado na Figura 21, o custo operacional por hora é menor, devido a elevada produtividade do *Harvester* em relação a motosserra.

Para encontrar o custo da produtividade diário, levando em consideração o dimensionamento necessário para cada método, foi multiplicado o custo da produtividade por hora pela produtividade diária de cada equipamento. O resultado foi multiplicado pelo dimensionamento da frota, conforme mostrado na Tabela 12.

Tabela 12 – Comparativo do custo da produtividade diária para motosserra e *Harvester*

	Dimensionamento de frota	Custo produtividade por hora R\$. m <sup>3</sup>	Custo da produtividade por equipamento/dia R\$. m <sup>3</sup>	Custo da produtividade da frota / dia R\$. m <sup>3</sup>
Motosserra	62	7,17	251,45	15.589,90
<i>Harvester</i>	4	8,54	3.188,51	12.754,04

Com isso, pode ser observado que a colheita com *Harvester* é em termos de produtividade, viável em relação a operação utilizando-se a motosserra, para atender a demanda atual da empresa. E em termos econômicos também, visto que o custo total da produtividade por dia com 62 motosserras é de R\$ 15.589,90, e para a operação com 4 *Harvester* é de R\$ 12.754,04, resultando na economia com os custos de produtividade em R\$ 2.835,86 por dia. Multiplicando pelos dias trabalhados do *Harvester*, que equivale a 30 dias, este valor seria de R\$ 85.075,80 ao mês.



Vale-se salientar também que uma motosserra equivale a uma equipe de funcionários, formada por um operador e um ajudante, num período de oito horas trabalhadas ao dia, e um *Harvester* equivale a quatro operadores divididos em três turnos diários de oito horas.

Portanto, considerando o dimensionamento da frota estimado neste estudo, para que seja possível atender a demanda de recebimento de madeira, permanecendo com o sistema semi mecanizado, a empresa teria custos com um total de 124 funcionários, contra apenas 16 funcionários para o sistema mecanizado com *Harvester*. Essa comparação pode ser analisada conforme Figura 24, os valores foram estimados em reais por mês (R\$/mês), e demonstram um ganho de aproximadamente 20% em relação ao sistema semi mecanizado.

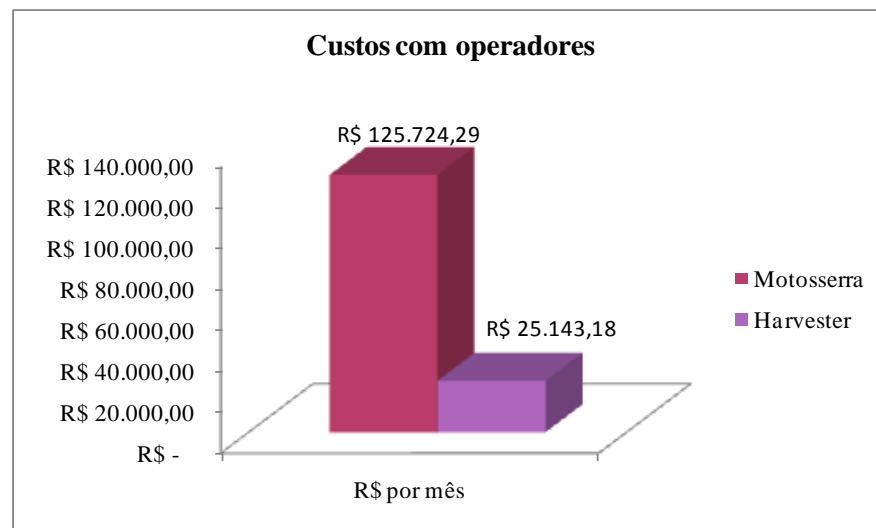


Figura 24 – Custos com funcionários

Esta economia representa o valor de R\$ 100.581,81 ao mês.

#### 4.8 Retorno de investimento

Para a viabilidade deste investimento, foi necessário estimar os possíveis ganhos que a aquisição do *Harvester* forneceria ao investidor, ou seja, a empresa de estudo. Conforme já observado, obteve-se ganhos com produtividade e mão-de-obra com operadores, onde representaram R\$ 85.075,80 em economia com os custos de produtividade ao mês, e R\$ 100.581,11 com os custos de mão-de-obra. Somando-se esses ganhos, obteve-se a economia de R\$ 185.656,91 ao mês.

Através dessa variável foi estimado o ROI (Return On Investment) e o *Payback*. Para este estudo foi considerando uma TMA (taxa mínima de atratividade) de 15%. Essa TMA

representa o mínimo que um investidor se propõe a ganhar quando se faz um investimento. Gitman (2002), afirma que se o ROI for maior que a TMA (taxa mínima de atratividade), se aceita o projeto; se for menor, rejeita-se o projeto. Esse critério garante que a empresa esteja obtendo, pelo menos, sua taxa requerida de retorno.

Para a estimativa do *Payback* foi equacionada a seguinte divisão: total do investimento sobre o somatório das economias obtidas com o investimento; e para a estimativa do *ROI* foi efetuada a divisão inversa, ou seja, as economias sobre o total do investimento. Gitman (1997) define que o período de *payback* é o período de tempo exato necessário para a empresa recuperar seu investimento inicial, seguindo essa mesma linha de estudo, Hirschfeld (1998) caracteriza o *payback* como sendo o intervalo de tempo necessário para que os benefícios advindos de um investimento possam cobrir seus custos. As estimativas do *ROI* e do *payback* podem ser analisadas na Tabela 13

Tabela 13 – Estimativo do *ROI* e do *Payback* para o investimento

Investimento (R\$)	Ganho Produtividade R\$	Ganho Mão-de-obra R\$	Payback Mês	<i>ROI</i> %
4.400.000,00	85.075,80	100.581,11	23,70	4,2

Estimando-se que a TMA (taxa interna de atratividade) seja de 15 % anual para a empresa, o que daria 1,25% ao mês, observando-se o *ROI* foi de 4% ao mês calculado neste estudo, e embasando-se nos estudos propostos por Gitman (2002), conclui-se que o investimento com o sistema de corte com a colheita mecanizada é economicamente viável, pois o *ROI* (4%) foi maior que a TMA (1,25%), o que caracteriza um projeto aceito e viável. Através do *Payback* foi possível estimar que o período necessário para o retorno do investimento é de aproximadamente de 24 meses, ou seja, 2 anos.

## 5 CONCLUSÕES

Nas condições em que o experimento foi conduzido, as principais conclusões foram às seguintes:

✓ O sistema de colheita utilizado atualmente na empresa, o semi mecanizado com a utilização da motosserra, coloca os trabalhadores em extrema periculosidade, e as condições de trabalho desfavoráveis. Exige dos mesmos, elevado esforço físico, onde também ficam sujeitos a animais peçonhentos, com isso, esta operação torna-se altamente perigosa. Ambientalmente afetam a rebrota da floresta, pois as bases das árvores ficam prejudicadas com o corte.

✓ O corte com motosserra apresentou baixa produtividade da colheita, que foi em torno de 35,07 m<sup>3</sup> ao dia por equipamento. Também se observou o elevado custo operacional que foi de R\$2.379,79 por hora considerando o dimensionamento da frota de 62 motosserras, para atender a demanda da indústria que é de 45.000 m<sup>3</sup> ao mês. Esse elevado custo operacional deveu-se a infra-estrutura necessária com mão-de-obra, cuja qual representou 63 % dos totais dos custos operacionais. O custo operacional por hora com corte utilizando a motosserra é aproximadamente 28% maior que usando *Harvester*. Outro ponto analisado foi o valor gasto em reais encontrado para os dispêndios com mão-de-obra, onde o mesmo representou R\$ 125.724,29 ao mês.

✓ O sistema de corte mecanizado, utilizando-se o trator florestal *Harvester*, representou-se altamente produtivo, com uma produtividade de 308,45 m<sup>3</sup> ao dia por equipamento (*Harvester*), ou seja, 880% mais produtivo que uma motosserra. O custo operacional foi de R\$ 648,70 por hora, considerando 4 *Harvester*, segundo dimensionamento da frota também para atender a demanda da indústria que é de 45.000 m<sup>3</sup> ao mês. O valor

gasto com os dispêndios com mão-de-obra foi de R\$ 25.143,18 ao mês, representando um ganho de 20% sobre os mesmos custos gastos com o sistema semi mecanizado.

✓ Observando-se o *ROI* de 4% ao mês calculado, e embasando-se nos estudos propostos por Gitman (2002), conclui-se que o investimento com o sistema de corte com a colheita mecanizada é economicamente viável para empresa, pois o *ROI* (4%) foi maior que a TMA (1,25%),o que caracteriza um projeto aceito e viável. Através do *Payback* foi possível estimar que o período necessário para o retorno do investimento é de aproximadamente de 24 meses, ou seja, 2 anos.

## REFERÊNCIAS

- AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **ASAE standards 2001: machinery, equipment, and buildings: operating costs.** Ames, Iowa, USA, 2001. p. 164-226. (ASAE D472-3).
- ARCE, J. E.; MACDONAGH P.; FRIEDL R. A. Geração de padrões ótimos de corte através de algoritmos de traçamento aplicados a fustes individuais. **Revista Árvore**, v.28, n. 2, p. 383-391, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE (ABIMIC). **Indústria da Madeira no Brasil e no Paraná: Documento Setorial.** Curitiba, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS (ABRAF). **Anuário Estatístico da ABRAF: Florestas Plantadas no Brasil.** Brasília, 2008.
- BALASTREIRE, L.A. **Máquinas agrícolas.** São Paulo: Manoele, 1990. 307 p.
- BERNSTEIN, P. L.; DAMADORAM, A. **Administração de investimentos.** Porto Alegre: Bookman, 2000. 423 p.
- BUAINAIN, A.M BATALHA, M.O. Florestas Plantadas e Madeira. **Agronegócios**, Brasília, v.6, p.84, 2007.
- BRIGHAM, E. F.; HOUSTOUN, j.f. **Fundamentos da moderna administração financeira.** Tradução: Maria Imilda da Costa e Silva. Rio de Janeiro: Campus, 1999.
- CONTADOR, C. R. **Avaliação social de Projetos.** São Paulo: Atlas, 1988. 43 p.
- DUARTE, R. C. G. **Sistemas de corte florestal mecanizado.** 1994. 21 f. Monografia (Exigência para conclusão do curso de Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1994.
- EDWARDS, W. *Estimating farm machinery costs.* In: AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERING. In: PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON CROP HARVESTING AND PROCESSING, 2002, Louisville. Título ...: American Society Of Agricultural Engineering, 2002. p.3-29.

FIEDLER, N. C. **Avaliação ergonômica de máquinas utilizadas na colheita de madeira.** Viçosa, MG: UFV, 1995. 126 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1995.

FONTES, J. M. **Desenvolvimento de um sistema informatizado para planejamento e controle de manutenção em máquinas florestais: SIPLAM.** Viçosa, MG: UFV, 1996. 134 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1996. FUPEF, 1987. p. 361-385.

GIBSON, H. G. et. al. Análise dos efeitos da eficiência no custo operacional de máquinas florestais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL 1.,1991, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SIF, 1991. p.57-75.

GITMAN, L. J. **Princípios da administração financeira.** São Paulo: Habra, 1997

\_\_\_\_\_. **Princípios de Administração Financeira**, 7ª ed. São Paulo: HARBRA,2002. 841 p.

GREULICH, F. G.; HANLEY, D.P.; MCNEEL, J.F.; BAUMGARTNER, D. *A primer for timber harvesting.* Washington State University, Washington, 1996. 33 p.

HARRY, G. G. et.al. Análise dos efeitos da eficiência no custo operacional de máquinas florestais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL, 1991, Belo-Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFV/SIF, 1991. p.57-75.

HELFERT, E.A. **Técnicas de análise financeira.** Porto Alegre: Bookman, 2000.411 p.

HIRSCHFELD, H. **Engenharia econômica e análise de custos.** São Paulo: Atlas, 2000.225p.

\_\_\_\_\_. **Engenharia econômica e análise de custos.** São Paulo: Atlas, 1998.225p.

HOJI, M. **Administração Financeira: uma abordagem pratica.** 5ª ed. São Paulo:ATLAS, 2006. 525

HUBBARD, W.; LATT, C.; LONG, A. **Forest terminology for multiple use management.** University of Florida, IFAS Extension, SS-FOR-11, 2000, p. 17.

JACOVINE, L. A. G. et al. Avaliação da perda de madeira em cinco subsistemas de colheita florestal. **Revista Árvore**, v. 25, n. 4, p. 463-470, 2001

KELLOGG, L.D.; BETTINGER, P. *Thinning productivity and cost for mechanized cut-tolength system in the Northwest Pacific coast region of the USA*. **Journal of Forest Engineering** v.5(2): p. 43 -52, 1994.

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

LIMA, J.S.S.; LEITE, A.M.P. Mecanização. In: MACHADO, C.C(Org.). **Colheita florestal**. Viçosa, MG:UFV, Imprensa Universitária, 2002. p.33-54.

LUNDQVIST, R. Treinamento de operadores de máquinas florestais visando à redução de custos e proteção ambiental. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE COLHEITA DA MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL, 9.;1996, Curitiba. **Anais...** Curitiba:UFPR;FUPEF,1996.p.127-132.

MACHADO, C. C.; **Colheita Florestal**. Viçosa: UFV, Imp. Univ., 2006.

\_\_\_\_\_. **Exploração Florestal: I Parte**. Imprensa Universitária – UFV, Viçosa, p. 138, 1984.

\_\_\_\_\_. **Exploração florestal: V parte**. Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 1985. 15 p.

\_\_\_\_\_. **Exploração Florestal: VI Parte**. Imprensa Universitária – UFV, Viçosa, p. 34, 1989.

MACHADO, C.C. MALINOVSKI. J.R. **Ciência do trabalho florestal**. Viçosa, MG: UFV, 1988.65 p.

MACHADO, C.C. Planejamento. In: MACHADO, C.C(Org.). **Colheita florestal**. Viçosa, MG: UFV, Imprensa Universitária, 2002.468 p.

MACHADO, C.C.; LOPES, E.S.; BIRRO, M.H.B. **Elementos básicos do transporte florestal rodoviário**. Viçosa: UFV, 2000. 167 p.

MALINOVSKI, J.R. FENNER, P. T. **Levantamento e análise dos sistemas de exploração utilizados em povoamentos de *Pinus ssp*, no Sul do Brasil**.

MALINOVSKI, J.R.; MALINOVSKI, R.A. **Evolução dos sistemas de colheita de Pinus na região Sul do Brasil**. Curitiba: FUPEF, UFPR. 1998.138 p.

MALINOVSKI, R. A .In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE COLHEITA DE MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL, 12., 2002, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 2002. p. 3.

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

MENDONÇA FILHO, W.F. Abate de árvores totalmente mecanizadas. In: SIMPÓSIO SOBRE EXPLORAÇÃO, TRANSPORTE, ERGONOMIA E SEGURANÇA EM REFLORESTAMENTOS, 1987, Curitiba. **Anais...** Curitiba:

MINETTE, J. L. **Análise de fatores operacionais e ergonômicos na operação de corte florestal com motosserra**. Viçosa, 1996, 211p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Curso de Pós graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa, 1996.

MOREIRA, F. M. T. **Análise técnica e econômica de subsistemas de colheita de madeira de eucalipto em terceira rotação**. Viçosa: UFV, 2000. 148p. Dissertação Mestrado

MOREIRA, F. M. T. **Mecanização das atividades de colheita florestal**. Viçosa: UFV, 1998, 25 p. Monografia (Exigência para conclusão do curso de Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1998.

MOREIRA, F. M.T. O desenvolvimento da mecanização na exploração florestal sob a ótica de custos. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL ,7.;1992,Curitiba.**Anais...** Curitiba: FUPEF, UFPR. 1992.p.161-170.

NORONHA, J.F. **Projetos agropecuários, administração financeira: orçamento e viabilidade econômica**. São Paulo: Atlas, 1987.269 p.

AFONSO,NETO;. A.. **Matemática Financeira e Suas Aplicações**. 9ª ed. São Paulo:ATLAS, 2006. 448p.

NURMINEN, T.; KORPUNEN, H.; UUSITALO, J. *Time consumption analysis of the mechanized cut-to-length harvesting system*. **Silva Fennica** v.40 (2)- p 335 – 363, 2006.



PACCOLA, J. E. Desafios da manutenção mecânica frente às inovações tecnológicas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 6., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** Belo-Horizonte: UFV/SIF, 2003. p. 267-179.

PULKKI, R.E. *Glossary of forest harvesting terminology*. Disponível em: <flash.lakeheadu.ca/~repulkki/REP\_terminology.pdf> Acesso em 15 de fevereiro de 2010

REVISTA DA MADEIRA EDIÇÃO 68 DEZEMBRO 2002.

\_\_\_\_\_, EDIÇÃO 121, NOVEMBRO 2009

REVISTA PROTEÇÃO, SÃO PAULO, maio 2000.

REZENDE, J.L.; FIEDLER, N.C.; MELLO, J.M.; SOUZA, A.P. **Análise técnica e de custos de métodos de colheita e transporte florestal**. Lavras: UFLA, 1997. 50p. (Boletim Agropecuário, 22).

RODRIGUES, P.M.C. **Trabalho forçado na atividade florestal desenvolvida no Estado do Pará**, Faculdade de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT, 2002.

SALMERON, A. **Mecanização da exploração florestal**. Piracicaba: IPEF, 1980.10 p. (Circular técnica, 88).

SANT'ANA, L. G.; FREITAS, L. C. de. Desenvolvimento sustentável do setor florestal brasileiro. **Revista da Madeira**, Curitiba, ano 18, n. 104, p. 22-25, 2007.

SANTOS, S. L. M. **Alocação ótima de máquinas na colheita de madeira**. 1995 99 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) Imprensa Universitária. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SEIXAS, F., 2002. Extração. In: MACHADO, C.C. (Editor). **Colheita florestal**. Viçosa: UFV, pp. 89-128.

SIMÕES, J. W.; BRAWAI, R.M.; LEITE, M.B.; BALLONI, E.A. **Formação, manejo e exploração de florestas com espécies de rápido crescimento**. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF). Brasília, 1981. 139 p.

STHÖR, G.W.D. Métodos do custo-hora para máquinas florestais. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL, 3., 1981, Curitiba. **Anais ...** Curitiba: FUPEF, UFPR. 1981, p.33-34.

STOKES, B.J. *Harvesting developments in the South*. In: ANNUAL HARWOOD SYMPOSIUM, 21., 1993, Cashiers. **Proceedings...Cashiers:Hardwood Research Conciunl**, 1993, p.59-71.

TALBOT, B.; NORDFJELL, T. e SUADICANI, K. *Assessing the utility of two integrated Harvester-forwarder machine concepts through stand level simulation*. **Internacional Journal of Forest Engineering** 14(2), p. 31- 43, 2003.

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

TEIXEIRA, L. F. G. **Desenvolvimento de uma equação para estimativa do custo acumulado de reparos e manutenção para tratores agrícolas de pneus**. 1995. 89 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Máquinas agrícolas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

WADOUSKI, L. H. Fatores determinantes da produtividade e dos custos na colheita de madeira. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO SOBRESISTEMAS DE COLHEITA DE MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL, 10. 1998, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 1998. p. 77-84.

WESTER, F.; ELIASSON, L. *Productivity in final felling for a combined harvest-forwarder*. **International Journal of Forest Engineering** v. 14(2): p 45 – 51, 2003.

WOILER, S.; MATHIAS, W. F. **Projetos: Planejamento, elaboração e análise**. São Paulo: Atlas, 1983. 27 p.

**APENDICES**

## APÊNDICES

### APÊNDICE 1

Tabela 14 - Dados considerados para estimativa dos custos operacionais de *Harvester*

Tabela 14- Dados considerados para estimativa dos custos operacionais de <i>Harvester</i>			
<b>DADOS OPERACIONAIS</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>CONTROLE</b>	<b>VALORES R\$</b>
Regime de trabalho			
Prazo do contrato	meses	60,00	
Dias	Dias / mês	30,00	
Turnos	Turnos / dia	3,00	
Horas	Horas / turno	8,00	
Horas disponíveis	Horas / mês	720,00	
Disponibilidade mecânica	%	80,00%	
Eficiência operacional	%	85,00%	
Eficiência global	%	68,00%	
Horas efetivas trabalhadas	Horas / mês	489,60	
Número de operadores	Nº. operadores	4,00	
<b>DADOS ECONÔMICOS</b>			
Custo de aquisição			
Máquina base	Unidade	1,00	600.000,00
cabeçote harvester	Unidade	2,00	250.000,00
Total			1.100.000,00
<b>Custos dos operadores</b>			
	Mês		1.500,00
Encargos sociais	% sobre salário	76,17%	1.142,55
Transporte	80 km	3,50	675,00
Plano de Saúde+exames	Mensal	157,00	157,00
Refeição	Diaria	8,40	218,40
Uniforme e EPI	Mensal	50,28	50,28
Cesta básica	Mensal	1,00	55,00
Treinamento	Operador	anual	450,00
<b>CÁLCULOS ECONÔMICOS</b>			
Taxa de depreciação	% a a	20,00%	
Valor residual	%	20,00%	
Vida útil do equipamento	horas	20.000,00	

## APÊNDICE 2

Tabela 15 Custos operacionais do trator *Harvester* / hora

Tabela 15 Custos operacionais do trator <i>Harvester</i> / hora				
CUSTO OPERACIONAL DO TRATOR HARVESTER / HORA				
<b>CUSTOS FIXOS</b>	<b>FÓRMULAS</b>		<b>R\$</b>	<b>47,96</b>
Juros	$J = (Ca \cdot i \cdot f) / Vu$	J	R\$	3,96
Depreciação	$D = (Ca - Vr) / Vu$	D	R\$	44,00
Custo de Aquisição		Va	R\$	1.100.000,00
Taxa de juros (% a.a.)		i		0,12
Fator de correção f		f		0,60
Via Útil ( em horas)		Vu		20.000,00
Valor Residual	20%	Vr	R\$	220.000,00
<b>CUSTOS VARIÁVEIS</b>			<b>R\$</b>	<b>114,21</b>
<b>Operadores</b>	$MDO = ( Sop \cdot Es ) / HTM$	MDO	R\$	20,66
Soma salários mensais operadores		Sop	R\$	R\$ 13.200,00
Encargos Sociais (77%)	77%	Es	R\$	10.124,40
Horas efetivas trabalhadas mensais		HTM		490,00
<b>Manutenção</b>	$Man = ( ( Sof \cdot Es ) + Off ) / HTM$	Man	R\$	44,10
Soma salários mensais mecânicos		Sof	R\$	64,74
Encargos Sociais (77%)	77%	Es	R\$	5.400,00
Despesas de oficina	$Off = D \times HTM$	Off	R\$	21.560,00
<b>Combustível</b>	$Comb = Cmm \times Pu$	Comb	R\$	43,56
Consumo médio horário l/h		Cmm	R\$	22,00
Preço por litro		Pu	R\$	1,98
<b>Lubrificantes</b>	$OLH = (Om + Oh + Oc )$		<b>R\$</b>	<b>5,89</b>
Óleo motor		Om	R\$	3,08
Óleo hidráulico		Oh	R\$	1,55
Óleo comandos		Oc	R\$	1,26
<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL HARVESTER</b>	$CH = ( J + D + MDO + Man + Comb + OHL )$	R\$ h-1	R\$	162,17

## APÊNDICE 3

Tabela 16 - Custos operacionais da motosserra / hora

Tabela 16 - Custos operacionais da motosserra / hora				
CUSTO OPERACIONAL DA MOTOSSERRA / HORA				
CUSTOS FIXOS	FÓRMULAS		R\$	1,00
Juros	$J = (Ca \cdot i \cdot f) / Vu$	J	R\$	0,13
Depreciação	$D = (Ca - Vr) / Vu$	D	R\$	0,88
Custo de Aquisição		Va	R\$	3.500,00
Taxa de juros (% a.a.)		i		0,12
Fator de correção f		f		0,60
Via Útil ( em horas)		Vu		2.000,00
Valor Residual	50%	Vr	R\$	1.750,00
CUSTOS VARIÁVEIS			R\$	37,38
Operadores	$MDO = ( Sop \cdot Es) / HTM$	MDO	R\$	24,23
Soma salários mensais operadores		Sop	R\$	4.334,29
Encargos Sociais (77%)	77%	Es	R\$	3.337,40
Horas efetivas trabalhadas mensais		HTM		137,76
Manutenção	$Man = (( Sof \cdot Es) + Off) / HTM$	Man	R\$	6,44
Soma salários mensais mecânicos		Sof	R\$	995,00
Encargos Sociais (77%)	77%	Es	R\$	766,15
Despesas de oficina	$Off = D \times HTM$	Off	R\$	120,54
Combustível	$Comb = Cmm \times Pu$	Comb	R\$	4,32
Consumo médio horário l/h		Cmm		0,80
Preço por litro		Pu	R\$	2,25
Consumo óleo 2 tempos				0,18
Preço por litro				14,00
Lubrificantes	$OHL = Cm \times Vl$	OHL	R\$	2,40
consumo médio		Cm	hora	0,40
Valor por litro		Vl	R\$	6,00
<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL MOTOSSERRA</b>	$CH = ( J + D + MDO + Man + Comb + OHL)$	R\$ h-1	R\$	<b>38,38</b>