



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

OCTÁVIO BARBOSA PLASTER

**FATORES OPERACIONAIS E DE CUSTOS NA COLHEITA DE PINUS EM
ÁREA DECLIVOSA NO SUL DO ESPÍRITO SANTO**

**JERÔNIMO MONTEIRO - ES
MAIO – 2010**

OCTÁVIO BARBOSA PLASTER

**FATORES OPERACIONAIS E DE CUSTOS NA COLHEITA DE PINUS EM
ÁREA DECLIVOSA NO SUL DO ESPÍRITO SANTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós -
Graduação em Ciências Florestais do Centro
de Ciências Agrárias da Universidade Federal
do Espírito Santo, como parte das exigências
para obtenção do título de Mestre em Ciências
Florestais, Área de concentração Ciências
Florestais e Linha de Pesquisa Manejo
Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Nilton Cesar Fiedler
Co-orientadore: Prof. Dr. Amaury Paulo de Souza
Conselheiros: Prof. Dr. Julião Soares de Souza Lima
Prof. Dr. José Franklim Chichorro

JERÔNIMO MONTEIRO - ES
MAIO – 2010

DISSERTAÇÃO Nº 0007

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo,
ES, Brasil)

P715f Plaster, Octávio Barbosa, 1982-
Fatores operacionais e de custos na colheita de pinus em área
declivosa no sul do Espírito Santo / Octávio Barbosa Plaster. – 2010.
78 f. : il.

Orientador: Nilton Cesar Fiedler.

Co-orientador: Amaury Paulo de Souza.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo,
Centro de Ciências Agrárias.

1. Madeira - Exploração - Espírito Santo (Estado). 2. Economia
florestal. 3. Madeira - Transporte. 4. Produtos florestais - Controle de
qualidade. I. Fiedler, Nilton Cesar. II. Souza, Amaury Paulo de. III.
Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias. IV.
Título.

CDU: 63

**FATORES OPERACIONAIS E DE CUSTOS NA COLHEITA DE
PINUS EM ÁREA DECLIVOSA NO SUL DO ESPÍRITO SANTO**

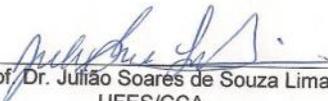
Octávio Barbosa Plaster

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais na área de concentração Ciências Florestais.

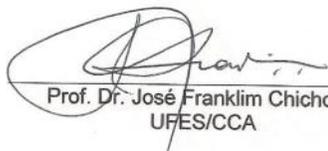
Aprovada em 07 Maio de 2010.



Prof. Dr. Amgury Paulo de Souza
DEF/UFV



Prof. Dr. Julião Soares de Souza Lima
UFES/CCA



Prof. Dr. José Franklim Chichorro
UFES/CCA



Prof. Dr. Nilton César Fiedler
CCA/UFES (Orientador)

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo.

A minha família e aos meus familiares, em especial aos meus pais Elias Lucksinger Plaster e Aldízia Barbosa Plaster, aos meus irmãos Wagno Barbosa Plaster e Eliamara Ribeiro Plaster, pela oportunidade e incentivo para realizar este sonho.

A todos os meus eternos amigos da faculdade e mestrado, pela convivência e os momentos gloriosos que passamos em especial: Kennedy, Denis, Rafael, Malcon, Vinícius, Leonardo, George, Heberton, Barroso, Carlos Alexandre, Daiani, Liliane, Larissa, Ariana, Mauri e a toda lista de amigos oculta guardada a em meu coração.

Ao Prof. Dr. Nilton Cesar Fiedler, pela orientação, pela confiança, pela amizade e oportunidade de realização deste estudo, obrigado por ser um exemplo de pessoa e inspiração.

Aos Professores Amaury Paulo de Souza, Julião Soares de Souza Lima e José Franklim Chichorro, pela contribuição na realização deste trabalho, pelas sugestões e pela atenção.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal do Espírito Santo, pela oportunidade do curso de mestrado.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela concessão da bolsa que foi de grande ajuda para a realização deste trabalho.

A empresa Complexo Agroindustrial de Pindobas, pela oportunidade de realizar este trabalho, e os seus funcionários em especial: Simão, Almir, Sérgio, ao motorista Vanderley e os técnicos agrícolas Vinícius e Júnior.

Ao Engenheiro Florestal Edgar Bruneli Da Rós, ao graduando de Engenharia Florestal Flavio e graduando de Engenharia Industrial Madeireira Mazieiro, pelo apoio na coleta de dados.

Ao secretário do PPGCF Kleriston, pela excelente convivência no decorrer do curso e pela ajuda nos momentos difíceis.

A todos que estão presentes em minha vida, a quem devo tudo que sou.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

CANÇÃO

Meninos

Vou pro campo
No campo tem flores
As flores têm mel
E mais de noitinha
estrelas no céu
O céu da boca da onça é escuro
Não cometa, não cometa, não cometa furo
Pimenta malagueta não é pimentão

Vou pro campo
acampar no mato
No mato tem pato, gato e carrapato
Canto de cachoeira
Dentro d'água pedrinhas redondas
Quem não sabe nadar
não caia nessa onda
A cachoeira é funda e afunda

Não sou tanajura, mas eu crio asas
e com os vagalumes eu quero voar
O céu estrelado hoje é minha casa
e fica mais bonita quando tem luar
Quero acordar com os passarinhos
Cantar uma canção com o sabiá

Dizem que verrugas são estrelas
que a gente aponta
Que a gente conta antes de dormir
Eu tenho contado
mas não tem nascido
Isto é história de nariz comprido
Deixe de mentir

Os sete anões pequeninos
Sete corações de meninos
A alma leve
São folhas e flores ao vento
O sorriso e o sentimento
Da Branca de Neve

Autor: Juraildes da Cruz

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE EQUAÇÕES	ix
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE FIGURAS	xii
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xiv
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. OBJETIVOS GERAIS	2
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. COLHEITA FLORESTAL NO BRASIL	3
2.2. COLHEITA FLORESTAL NO ESPÍRITO SANTO	3
2.3. SISTEMA DE COLHEITA FLORESTAL	4
2.3.1. Sistema de Toras Curtas	5
2.3.2. Sistema de Toras Compridas	5
2.3.3. Sistema de Árvores Inteiras	5
2.3.4. Sistema de Árvores Completas	5
2.3.5. Sistema de Cavaqueamento	5
2.4. SISTEMAS DE MANEJO EM FLORESTAS PLANTADAS	6
2.4.1. Desbaste	6
2.4.1.1. Desbaste por baixo	7
2.4.1.2. Desbaste pelo alto	7
2.4.1.3. Desbaste seletivo	7
2.4.1.4. Desbaste sistemático	7
2.5. COLHEITA DE MADEIRA	8
2.5.1. Corte	8
2.5.2. Extração Florestal	8
2.5.3. Carregamento e Descarregamento	9
2.5.4. Transporte Principal	9
2.6. CARACTERIZAÇÃO DA TOPOGRAFIA	10
2.7. ESTUDO DE TEMPOS E MOVIMENTOS	10
2.8. PRODUTIVIDADE	11
2.9. CUSTOS DA COLHEITA FLORESTAL EM ÁREAS DECLIVOSAS	12
2.10. GESTÃO DO CONTROLE DE QUALIDADE NO SETOR FLORESTAL	12
3. MATERIAIS E MÉTODOS	13
3.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE COLETA DE DADOS	13
3.1.1. Quantificação dos Níveis de Inclinação da Área	16
3.2. ANÁLISE TÉCNICA DO SISTEMA DE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL	18
3.2.1. Sistema de Colheita Adotado	18
3.2.2. Descrição das Atividades de Colheita Florestal	19
3.2.3. Características Técnicas das Máquinas Analisadas	21
3.2.3.1. Motosserra	21
3.2.3.2. Trator agrícola autocarregável	22
3.2.3.3. Veículo utilizado no transporte da madeira	23
3.2.3.4. Descarregador frontal	24

3.2.4. Estudos de Tempos e Movimentos	24
3.2.4.1. Definição da amostragem	27
3.2.5. Determinação da Produtividade Efetiva no Período Avaliado	28
3.2.6. Determinação da Disponibilidade Mecânica	28
3.2.7. Determinação da Eficiência Operacional	29
3.3. ANÁLISE DE CUSTO DO SISTEMA DE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL	29
3.3.1. Custos Fixos	30
3.3.1.1. Depreciação	30
3.3.1.2. Juros sobre o capital	30
3.3.2. Custos Variáveis	31
3.3.2.1. Custos de combustíveis	31
3.3.2.2. Custos de lubrificantes e graxas	31
3.3.2.3. Custo de óleo hidráulico	32
3.3.2.4. Custo do rodado	32
3.3.2.5. Custo de manutenção e reparos	32
3.3.2.6. Custo de mão-de-obra	33
3.3.2.7. Custo de administração	33
3.3.3. Custo Operacional Total por Máquina	33
3.3.4. Custo de Produção Operacional por Máquina	34
3.3.5. Custo Total do Sistema de Colheita	34
3.3.6. Sistema de Pagamento de Mão-de-Obra	34
3.4. AVALIAÇÃO DO CONTROLE DE QUALIDADE DAS OPERAÇÕES DE COLHEITA E TRANSPORTE	34
3.4.1. Itens Qualitativos e Quantitativos Avaliados na Derrubada	35
3.4.2. Avaliação das Cepas	35
3.4.2.1. Altura de cepas	35
3.4.2.2. Rachamento e presença de espetos nas cepas	36
3.4.3. Itens Qualitativos e Quantitativos Avaliados no Desgalhamento	36
3.4.4. Itens Qualitativos e Quantitativos Avaliados no Seccionamento da Tora ou Toragem	36
3.4.5. Itens Qualitativos e Quantitativos a Serem Avaliados no Tombamento Manual e Empilhamento	37
3.4.6. Itens Qualitativos e Quantitativos Avaliados no Carregamento e Descarregamento	37
3.4.7. Itens Qualitativos e Quantitativos Avaliados no Transporte Principal	37
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.1. DETERMINAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS NÍVEIS DE INCLINAÇÃO DAS ÁREAS	38
4.2. ANÁLISE TÉCNICA DA COLHEITA FLORESTAL	39
4.2.1. Operação de Corte Semimecanizado	40
4.2.2. Operação de Desgalhamento com Uso do Machado	42
4.2.3. Medição e Traçamento	43
4.2.4. Operação de Extração por Tombamento Manual e Empilhamento	45
4.2.5. Operação de Extração Mecanizada da Madeira	47
4.2.6. Transporte Principal da Madeira até a Serraria	48
4.2.7. Descarregamento da Madeira no Pátio	50
4.2.8. Produtividade do Corte Semimecanizado	51
4.2.9. Produtividade da Extração por Tombamento Manual	51
4.2.10. Produtividade das Máquinas Envolvidas no Método de Colheita	52

4.3. CUSTO OPERACIONAL DA COLHEITA ENVOLVIDO NO SISTEMA	53
4.3.1. Custo Operacional da Motosserra	53
4.3.2. Custo Operacional da Extração Manual e Empilhamento	55
4.3.3. Custo Operacional da Extração Mecanizada	55
4.3.4. Custo Operacional do Transporte Principal	57
4.3.5. Custo Operacional do Descarregador Frontal	59
4.3.6. Determinação dos Custos Totais do Sistema de Colheita Florestal	60
4.4. AVALIAÇÃO DO CONTROLE DE QUALIDADE	62
4.4.1. Itens Qualitativos e Quantitativos Avaliados na Derrubada	62
4.4.2. Avaliação de Altura e Situação da Cepa	63
4.4.3. Itens Qualitativos e Quantitativos Avaliados no Desgalhamento	64
4.4.4. Itens Qualitativos e Quantitativos Avaliados no Traçamento da Tora	65
4.4.5. Itens Qualitativos e Quantitativos Avaliados na Operação de Tombamento Manual e Empilhamento	66
4.4.6. Itens Qualitativos e Quantitativos Avaliados no Carregamento e Descarregamento	67
4.4.7. Itens Qualitativos e Quantitativos Avaliados no Transporte Principal	68
5. CONCLUSÕES	69
6. SUGESTÕES	70
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
8. ANEXO	76

LISTA DE EQUAÇÕES

	Página
Equação 1 – Número mínimo de amostra (n)	27
Equação 2 – Produtividade da operação (Pocd)	28
Equação 3 – Disponibilidade mecânica (DM)	29
Equação 4 – Eficiência operacional (EO)	29
Equação 5 - Depreciação	30
Equação 6 – Juros sobre o capital	30
Equação 7 – Investimento médio anual (IMA)	31
Equação 8 – Custo de combustíveis (CC)	31
Equação 9 – Custo de lubrificantes e graxas (CLG)	31
Equação 10 – Custo de óleo hidráulico (COH)	32
Equação 11 - Custo do rodado (CP)	32
Equação 12 – Custo de manutenção e reparos (CMR)	32
Equação 13 – Custo de administração (CA)	33
Equação 14 – Custo operacional total por máquina (CT)	33
Equação 15 – Custo de produção operacional por máquina (CP)	34
Equação 16 – Custo total do sistema de colheita (CTSC)	34

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 – Descrição e caracterização das etapas de colheita semimecanizada	25
Tabela 2 – Descrição e caracterização das etapas de extração, carregamento, transporte principal e descarregamento	26
Tabela 3 – Dados de amostragem referente às etapas de colheita	27
Tabela 4 – Porporção de área de estudo para cada classe de declividade	38
Tabela 5 – Distribuição dos percentuais de tempos e fetivos de operação e suas respectivas interrupções (operacionais, mecânicas e pessoais) de tempos de corte	40
Tabela 6 – Distribuição do percentual de tempo do desgalhamento com uso do machado em relação ao tempo total da etapa	42
Tabela 7 – Distribuição do percentual dos tempos de medição e traçamento ..	44
Tabela 8 – Distribuição do percentual dos tempos da extração de madeira por tombamento manual e empilhamento na margem da estrada	46
Tabela 9 – Distribuição do percentual dos tempos da extração de madeira mecanizada	47
Tabela 10 – Dsistribuição dos percentuais de tempo de transporte principal da madeira	49
Tabela 11 – Distribuição dos percentuais de tempo do descarregamento dos toretes.....	50
Tabela 12 – Valores médios de produtividade no corte com motosserra	51
Tabela 13 – Valores médios de produtividade no processo de extração por tombamento manual	52
Tabela 14 – Valores médios referentes à produtividade, eficiência operacional e disponibilidade mecânica do sistema de colheita florestal	53
Tabela 15 – Valores médios do sistema de operação do corte semimecanizado	54
Tabela 16 – Valores médios da operação de extração manual e empilhamento	55
Tabela 17 – Valores médios de produtividade, custo operacional e custo de produção para o trator autocarregável na extração mecanizada	55

Tabela 18 – Valores médios do sistema de operação para o transporte principal de madeira de pinus em áreas declivosas	57
Tabela 19 – Valores médios de produtividade, custo operacional e de produção da operação de descarregamento	59
Tabela 20 – Custo total do sistema de colheita de madeira de pinus em regime de desbaste em áreas declivosas	60
Tabela 21 – Percentual de altura da cepa dentro e fora do padrão estabelecido pela empresa.....	63
Tabela 22 – Percentual de cepas rachadas e com espeto dentro e fora do padrão de altura.....	64
Tabela 23 – Percentual de danos na operação de desgalhamento	65
Tabela 24 – Percentual de danos na operação de medição e traçamento da tora	66
Tabela 25 – Percentual de danos na operação de tombamento manual e montagem de pilha de madeira na margem da estrada	67
Tabela 26 – Percentual de má qualidade na operação de carregamento	68

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 – Localização da área de coleta de dados.	14
Figura 2 – Mapa elaborado do modelo numérico do terrenos (MNT)	15
Figura 3 – Classes de declividade da área de estudo.	16
Figura 4 – Modo de derrubada no eito de colheita	19
Figura 5 – Disposição do modo de colheita dos eitos.	20
Figura 6 – Medição e traçamento das árvores (toragem)	21
Figura 7 – Motosserra utilizada pelas equipes de corte	22
Figura 8 – Trator autocarregável	23
Figura 9 – Veículo utilizado para o transporte de madeira	23
Figura 10 – Descarregor frontal utilizado no descarregamento na serraria.	24
Figura 11 – Rede trinagular do terreno (TIN) para área de estudo	39
Figura 12 – Distribuição percentual dos custos operacionais da motosserra ...	54
Figura 13 – Distribuição percentual dos custos operacionais do trator autocarregável.	56
Figura 14 – Distribuição percentual dos custos operacionais do caminhão	58
Figura 15 – Distribuição percentual dos custos operacionais do descarregador frontal.	59
Figura 16 – Distribuição percentual dos custos por operação de colheita florestal.	61
Figura 17 – Distribuição percentual dos problemas acarretados pela baixa qualidade da operação de derrubada	62

RESUMO

PLASTER, Octávio Barbosa. M. Sc., Universidade Federal do Espírito Santo, maio de 2010. **Fatores operacionais e de custos na colheita de pinus em área declivosa no sul do Espírito Santo.** Orientador: Prof. Dr. Nilton Cesar Fiedler. Co-orientador: Prof. Dr. Amaury Paulo de Souza.

Esta pesquisa teve o objetivo geral de analisar os fatores operacionais e de custos na colheita de pinus em área declivosa no sul do Espírito Santo. Especificamente objetivou-se quantificar: os níveis de inclinação das áreas em função das atividades e operações realizadas; realizar a análise técnica do sistema de colheita e transporte florestal em áreas de desbaste; avaliar os custos operacionais do sistema de colheita e transporte florestal e analisar a qualidade das operações de colheita e transporte florestal em florestas de pinus em regime de desbaste. A caracterização do relevo da área de estudo foi realizada com a finalidade de definição dos níveis topográficos para análise do sistema de colheita de madeira com o uso de aparelho de GPS, clinômetro e o software ArcGis®9.2. A análise técnica e de custos foi realizada a partir do estudo de tempos e movimentos e dados dos custos operacionais repassados pela empresa. A qualidade das operações de colheita florestal foi dimensionada a partir da montagem de parcelas nas áreas, avaliação de pilhas e do veículo de transporte. De acordo com os resultados obtidos, a área foi considerada fortemente ondulada, onde aproximadamente 58% do total, apresentou inclinação entre 20 e 45%. A análise técnica mostrou que as interrupções interferem significativamente em todas as operações da colheita florestal, chegando a representar 71,16% do tempo total na atividade referente ao traçamento da tora. O maior custo operacional foi encontrado no transporte (36,6% do total) e as maiores representatividades nos custos ocorreram em função dos custos de combustíveis e de mão de obra. Baixa qualidade operacional foi encontrada principalmente nas atividades de corte, representadas em sua maioria pelo engaiolamento e enganchamento de árvores.

PALAVRAS-CHAVE: Colheita florestal, custos, transporte, controle de qualidade.

ABSTRACT

PLASTER, Octavio Barbosa. M. Sc., Federal University of Espírito Santo, in May 2010. **Operational factors and costs to harvest pine trees in the area sloping in the south of the Espírito Santo.** Advisor: Prof. Dr. Nilton Cesar Fiedler. Co-advisor: Prof. Dr. Amaury Paulo de Souza.

This study aims to examine the general factors and operating costs in the harvesting of pine trees in the area south gradient in the Holy Spirit. Specifically aimed to quantify: the levels of tilt of the areas depending on the activities and transactions, performing technical analysis of the system of forest harvesting and transportation in areas of thinning; evaluate the operating costs of harvesting and transportation system and analyze the forest quality of harvesting operations and transport in forests of pine forest in thinning regime. The characterization of the topography of the study area was conducted with the purpose of defining levels for topographical analysis of the system of harvest with the use of GPS equipment, clinometer and ArcGIS ® 9.1 software. The technical and cost was carried out from time and motion study data and operational costs passed on by the company. The quality of forest harvest operations were scaled from the assembly of parcels in the areas of assessment batteries and vehicle transportation. According to the results obtained, the area has been heavily wavy, where approximately 58% of the total, had inclination between 20 and 45%. The technical analysis showed that interruptions interfere significantly in all forest harvesting operations, came to represent 71.16% of total time in activity related to the tracing of the log. The largest operating cost was found in transport (36.6% of total) and the largest representativity in costs occurred in relation to the costs of fuel and labor. Lower operational quality was found mainly in the activities of the court, mostly represented by caging and hooking trees.

KEYWORDS: Forest harvesting, costs, transportation, quality control.

1. INTRODUÇÃO

A colheita florestal sempre foi uma atividade objeto de atenção especial nas empresas florestais, dada a sua alta representatividade nos custos de produção, alto risco envolvido e elevada demanda de mão-de-obra especializada.

A atividade florestal por si só requer inúmeros cuidados em função de suas particularidades. Estes cuidados ainda aumentam quando o terreno não é ideal ao tráfego, onde as máquinas podem trabalhar livremente e a produtividade pode ser exigida ao máximo. No trabalho em terrenos com declividade acentuada é preciso avaliar o sistema de plantio e principalmente o de extração florestal. As empresas possuem sistemas diferentes de colheita onde há adequação do volume pretendido, topografia, recursos, clima e logística preferida.

A colheita florestal envolve as operações de derrubada (corte e processamento), desgalhamento das árvores, destopamento, medição, traçamento e pré-extração (embandeiramento, enleiramento ou empilhamento). Após o corte, ocorre a extração ou baldeio, ou seja, a retirada da madeira da área de plantio para a margem da estrada. Após as etapas da colheita florestal é realizado o carregamento e transporte da madeira para as áreas de industrialização ou uso final.

Os fabricantes de máquinas também têm recomendações importantes e que devem ser seguidas para conservar a segurança da operação e aumentar a produtividade. A mecanização das atividades de colheita vem ganhando destaque nos últimos anos, por proporcionar vantagens em relação aos métodos tradicionalmente utilizados (MOREIRA, 1998).

Com a criação da política governamental de incentivo fiscal, no final da década de 60, objetivando diminuir a exploração indiscriminada dos recursos florestais naturais e a implantação de florestas de rápido crescimento, o setor tomou novo impulso, passando de aproximadamente 500.000 hectares para 6.000.000 de hectares implantados na década de 80. Com o término desses incentivos, houve uma redução inicial dos investimentos no setor. No entanto, a qualidade, o melhoramento, o controle de custos e o planejamento melhoraram sensivelmente.

Para se ter um corte de forma eficiente, existe uma série de técnicas de trabalho que contribuem para facilitar a execução dessas operações, com menor possibilidade de risco e menor sobrecarga ao trabalhador que está exposto às condições do local de trabalho.

Na utilização da mecanização para colheita de madeira, deve-se considerar que diversos fatores interferem na capacidade operacional das máquinas e, por conseqüência, no custo final da madeira processada. Entre eles, às características das árvores, do maciço florestal e do tipo de terreno, somados aos relacionados à habilidade do operador e as especificações técnicas das máquinas e equipamentos. O conhecimento da influência desses fatores, tanto isoladamente quanto a interação entre eles, é extremamente necessário para que o usuário possa decidir pelo melhor sistema e como conseguir plena capacidade operacional do sistema escolhido. Ao se adotar informação oriunda de outros países em diferentes condições de trabalho no que se refere aos padrões da floresta, clima, método de trabalho, formação do operador e entre outros, pode haver decisões equivocadas ou implantar sistemas inadequados ao uso desejado.

A racionalização e a otimização da atividade florestal através de planejamento, organização e controle são fundamentais para redução dos custos e melhoria da qualidade do produto florestal. No setor florestal, de uma maneira geral, os desperdícios não são pequenos e a partir de uma análise detalhada, provavelmente deixarão alarmados grande parte dos investidores.

1.1. OBJETIVO GERAL

Esta pesquisa teve o objetivo geral de analisar os fatores operacionais e de custos em operações de colheita e transporte de pinus em regime de desbaste nas áreas declivosas no sul do Espírito Santo.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Quantificar as classes de declividade da área de pesquisa;
- Realizar a análise técnica do sistema de colheita e transporte florestal;

- Avaliar os custos operacionais do sistema de colheita e transporte florestal;
- Analisar a qualidade das operações de colheita e transporte florestal.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. COLHEITA FLORESTAL NO BRASIL

O Brasil detém grande parte dos recursos naturais mundiais, o que contribui para fazê-lo destaque nesse setor em nível político internacional, gerando diversos empregos e aumentando o faturamento do país. Através desta perspectiva o setor florestal brasileiro sofreu várias mudanças como a implementação de modernas máquinas e equipamentos para adaptação ao mundo globalizado e à abertura do mercado nacional.

A colheita florestal é a última etapa do processo de produção e se constitui de um conjunto de operações realizadas no maciço florestal para transformar a madeira em produto final, podendo formar vários sistemas de colheita. As máquinas utilizadas no Brasil, nesta etapa produtiva, são em sua maioria importadas e, em geral, possuem elevados custos de aquisição (FIEDLER, 1995).

2.2. COLHEITA FLORESTAL NO ESPÍRITO SANTO

No estado do Espírito Santo, o conhecimento sobre atividades e processos envolvidos na colheita em povoamentos florestais em áreas declivosas ainda é incipiente. A grande maioria dos estudos tem sido destinada às grandes empresas produtoras de madeira e produtores rurais. Canto et al., (2009) analisou aspectos sociais de contrato com empresas, entre os anos de 2004 a 2005, constatando a presença de diferentes extensões de terra com uso de eucalipto, viabilizado a aceitação dos produtores, principalmente pela presença de terras inaptas a outros tipos de cultura e facilidade na implantação de plantio em função da rápida disponibilização de recursos e apoio operacional.

Canto et al., (2006) constatou o uso da motosserra como ferramenta principal nas operações de colheita, evidenciando a necessidade de capacitação de pessoal. Canto et al., (2007) estudou fatores relacionados à segurança na colheita e transporte, observando grande terceirização dos contratos e ocorrência de acidentes de trabalho. Fatores decorrentes em função da falta de equipamentos de proteção individual, falta de treinamento de operários, e agravamento dos acidentes pela falta de materiais e instrução para primeiros socorros, revelando a falta de mão-de-obra especializada, de conhecimento, e descaso dos produtores e empresas nos procedimentos de colheita e transporte.

2.3. SISTEMA DE COLHEITA FLORESTAL

A colheita de madeira é definida como toda a cadeia de produção, ou seja, todas as atividades parciais desde a derrubada até a madeira posta no pátio da indústria consumidora.

Segundo Fiedler (1995), existem vários sistemas de colheita de madeira, variando de empresa para empresa e o uso depende da topografia, do rendimento volumétrico dos povoamentos, do tipo de povoamento, do uso final da madeira, das máquinas, dos equipamentos e dos recursos disponíveis.

De acordo com Seixas e Oliveira Júnior (2001), no Brasil predominam dois sistemas utilizados na colheita florestal, cujos módulos foram desenvolvidos em função dos tipos de máquinas e manipulação da madeira: o sistema escandinavo “cut-to-length” (toras curtas) e o sistema norte americano “tree-length” (toras longas), tendo verificado que ambos os módulos de colheita podem provocar distúrbios ao solo dependendo das condições de umidade e do relevo, dentre outros.

Segundo a classificação da *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO, 1978) e Malinovski & Malinovski (1998), os sistemas de colheita são classificados quanto ao comprimento das toras, a forma como são extraídas e ao local de processamento. Segundo Stohr (1978), complementado por Machado (1985), os diversos sistemas de colheita podem ser classificados em:

2.3.1. Sistema de Toras Curtas

É o sistema mais antigo no Brasil, baseia-se na realização de todos os trabalhos do corte florestal no interior do povoamento. As árvores são derrubadas e processadas em toras ou toretes com até 6 metros de comprimento.

2.3.2. Sistema de Toras Compridas

O sistema de toras compridas, longas ou de fuste envolve corte e desgalhamento das árvores no local da derrubada. As árvores podem ser traçadas no interior do povoamento com mais de 6 metros de comprimento, os fustes são extraídos para as margens da estrada ou no pátio para posterior processamento.

2.3.3. Sistema de Árvores Inteiras

A árvore é derrubada e, em seguida, extraída para margem da estrada ou pátio, onde é processada.

2.3.4. Sistema de Árvores Completas

A árvore é arrancada com parte do seu sistema radicular e extraída para margem da estrada ou pátio, onde é processada de tal forma que seja possível a utilização da árvore por completo.

2.3.5. Sistema de Cavaqueamento

Machado (2002) acrescentou o sistema de cavaqueamento, ou seja, a árvore é derrubada e processada no interior do talhão, sendo extraída em forma de cavacos.

2.4. SISTEMAS DE MANEJO EM FLORESTAS PLANTADAS

Existem vários sistemas silviculturais que podem ser utilizados de acordo com os diferentes produtos da floresta. O sistema silvicultural adotado determina a distribuição das idades das árvores, ou seja, a estrutura do povoamento. Segundo Matthews (1994) os sistemas silviculturais representam o processo de condução das florestas, colheita e regeneração, dentro dos quais pode se estabelecer diferentes regimes de manejo, de acordo com cada tipo de produto que se quer obter.

2.4.1. Desbaste

O desbaste é uma atividade silvicultural que tem como objetivo a remoção de algumas árvores de forma a favorecer o crescimento das árvores remanescentes. Essa retirada visa, portanto, diminuir a competição existente entre as plantas, disponibilizando maior quantidade de recursos, principalmente água e luz (GTZ, 1986).

Segundo Scolforo & Maestri (1998), o desbaste tem por finalidade a produção intermediária de madeira ao longo do ciclo florestal; melhorar o padrão das florestas remanescentes, através da retirada de árvores de menor padrão e proteger as árvores do ataque de pragas e doenças, por meio da diminuição do estresse das mesmas, evitando-se também a taxa de mortalidade por competição.

Conforme Scheeren (2003), o principal objetivo do desbaste é distribuir o potencial de crescimento do sítio florestal para um menor número de árvores selecionadas pelas suas melhores características e vigor de crescimento, de vitalidade e qualidade do fuste, evitando que os indivíduos com menor vigor utilizem os recursos disponíveis no sítio florestal.

Particularmente para o gênero *Pinus*, os desbastes têm sido uma das mais importantes alternativas silviculturais, influenciando no crescimento e produção das árvores, nas suas dimensões, vigor e qualidade e na regulação da densidade do povoamento (SCOLFORO & MACHADO 1996). O regime de manejo e a idade de corte final devem ser definidos de acordo com o objetivo

da produção madeireira e a densidade de plantio deve estar intimamente relacionada com o regime de desbaste a ser utilizado (GOMES et al., 1998).

De acordo com Ribeiro et al., (2002), os desbastes podem ser classificados em: desbaste por baixo, desbaste pelo alto, desbaste seletivo e sistemático.

2.4.1.1. Desbaste por baixo

Nas áreas florestais manejadas, consiste-se em eliminar a maior parte das árvores da classe dominada e subdominada, ou seja, aquelas árvores cujas copas se encontram nos níveis inferiores do teto do dossel. Depois do desbaste por baixo restam no povoamento árvores da classe dominante e codominante.

2.4.1.2. Desbaste pelo alto

As árvores do estrato médio a superior do povoamento são cortadas, com a finalidade de desafogar as dominantes e codominantes que interessa manter até ao final da rotação, ou seja, os cortes são efetuados para abrir o estrato superior. A finalidade deste método de desbaste é permitir que as árvores dos estratos inferiores venham atingir valor comercial.

2.4.1.3. Desbaste seletivo

Neste desbaste, as árvores dominantes, codominantes, mortas e doentes são eliminadas do povoamento para estimular as árvores das classes inferiores. Neste método de desbaste, são removidas indiscriminadamente as árvores do estrato superior em favor das que possuem menores dimensões.

2.4.1.4. Desbaste sistemático

Este método, normalmente, é aplicado em povoamentos altamente uniformes. É feito com base num espaçamento pré-determinado, sem

considerar a classe das copas, muito menos a qualidade das árvores a serem retiradas, e se aplica em povoamentos jovens não desbastados anteriormente, ou seja, remove indiscriminadamente árvores de boa ou má qualidade.

2.5. COLHEITA DE MADEIRA

A colheita de madeira é definida como conjunto de operações efetuadas no maciço florestal, ou seja, todas as atividades parciais desde a derrubada até a entrega da madeira no pátio da indústria, fazendo-se o uso de técnicas e padrões estabelecidos com a finalidade de transformá-la em produto final (MACHADO, 2002).

2.5.1. Corte

O corte constitui a primeira etapa da colheita florestal, sendo constituído pelas fases de derrubada, desgalhamento, destopamento, traçamento e pré-extração (embandeiramento, enleiramento ou empilhamento) da madeira (Malinovski & Malinovski, 1998).

De acordo com Machado (1984), os métodos de corte são divididos em:

- Manual: as operações de corte são realizadas manualmente, por meio de machado, traçadores e serras manuais;
- Semimecanizado: as operações de corte são realizadas por meio de uma máquina, sendo a motosserra mais usada.
- Mecanizado: as operações de derrubada, desgalhamento, toragem e destopamento são feitas por uma máquina.

2.5.2. Extração Florestal

A extração é uma etapa da colheita florestal responsável pela movimentação de madeira desde o local de corte até a estrada, carreador, pátio intermediário ou zona de processamento. Constitui normalmente a etapa mais complexa e onerosa da colheita florestal, principalmente em se tratando

de áreas acidentadas e em florestas nativas. A extração manual e semimecanizada ainda é utilizada principalmente em regiões montanhosas devido à impossibilidade de entrada de máquinas e falta de equipamentos adequados (SEIXAS, 2008). Neste caso, a madeira pode ser extraída de três formas: tombamento manual, argolão ou calhas, sendo estes dois últimos praticamente extintos (LOPES; 2001).

A extração mecanizada é caracterizada pelo uso de maquinário específico para atividade florestal ou maquinário agrícola adaptado. De acordo com Fiedler (1995), quando um trator agrícola é adaptado para realizar atividades florestais, surgem vários problemas ergonômicos como: controles localizados inadequadamente, condições ruins de iluminação e níveis de ruído superior ao permitido pela legislação.

2.5.3. Carregamento e Descarregamento

O Carregamento é a fase em que a madeira é colocada no veículo para o transporte principal. Já o descarregamento consiste na retirada da madeira do veículo de transporte no local de uso final. Podem ser feitos pelo método manual, semimecanizado, ou de forma mecanizada (MINETTE et al., 2008). Em geral, no descarregamento, por ser feito em pátios, o rendimento operacional é maior.

2.5.4. Transporte Principal

O transporte florestal principal no Brasil é caracterizado pelo uso de veículos de carga, que envolve longas distâncias e tráfego em estrada de terra e asfalto (MACHADO et al., 2009). É realizado com diferentes tipos (modelos) de veículos, em razão da distância de transporte, do volume de madeira a ser transportado, das condições locais da região, da capacidade de carga dos veículos e dos tipos de maquinário de carregamento e descarregamento (MACHADO; LOPES; BIRRO; 2000).

De acordo com Silva (2002), a escolha do veículo adequado para cada situação/empresa ainda é motivo de estudo, no que diz respeito ao transporte.

Esta situação envolve custos que dependem da distância entre o local de carregamento e de descarregamento.

2.6. CARACTERIZAÇÃO DA TOPOGRAFIA

A escolha do sistema a ser empregado na colheita de madeira depende de vários fatores, tais como: topografia do terreno, solo, clima, comprimento de madeira, incremento da floresta e uso da madeira, dentre outros. A extração de madeira em regiões montanhosas constitui um problema para o setor florestal devido à dificuldade de movimentação de trabalhadores e máquinas. Na retirada de madeira dessas regiões deve-se considerar as variáveis operacionais, ambientais, sociais e econômicas, visando a realização das atividades de forma a causar o menor impacto ambiental (MENDONÇA FILHO, 2004).

Segundo Junior et al., (2007) a grade de declividade associada às demais informações do meio físico (estrutura geológica, natureza das rochas, aspectos climáticos, entre outros); organizadas em camadas geográficas no sistema de informação geográfica e facilmente visualizadas durante a navegação, fornece um conjunto maior de informações do meio físico para respaldar as observações de campo da equipe técnica envolvida na avaliação, otimizando assim, o traçado dos limites das unidades geomorfológicas.

2.7. ESTUDO DE TEMPOS E MOVIMENTOS

Uma das técnicas utilizadas no planejamento e na otimização das atividades de colheita é o estudo de tempos e movimentos que é uma técnica muito importante e informativa no sistema de colheita de madeira. Por meio deste estudo é possível conhecer as produtividades e a eficiência de um conjunto de operações, bem como os fatores que estão contribuindo para as interrupções do trabalho (ANDRADE, 1998).

O estudo de tempo é usado na determinação do tempo necessário para uma pessoa qualificada e bem treinada, trabalhando em ritmo normal, executar uma tarefa especificada (BARNES, 1977). O estudo de tempo e movimento é muito importante para análise do trabalho, por permitir

informações relevantes em modificações ou melhorias dos métodos e processos geralmente associados à produtividade de determinada atividade.

De acordo com Stohr (1978), os métodos de cronometragem mais utilizados são:

- Método do tempo contínuo – a medição do tempo é feita sem detenção do cronômetro, ou seja, de forma contínua;
- Método do tempo individual – é feito com a detenção do cronômetro em cada ponto de medição, ou seja, cada atividade parcial é medida individualmente;
- Método de multimomentos – é feito com a medição da frequência de ocorrência de cada atividade parcial no decurso do trabalho.

2.8. PRODUTIVIDADE

A produtividade é a produção real, podendo ser estimada para o setor florestal, que geralmente é expressa em metros cúbicos de madeira por unidade de tempo (hora, dia ou mês). Como as condições do trabalho são variáveis, determinados sistemas são devidamente adaptados, seja por questão de mão-de-obra desqualificada, seja pelo destino final da madeira ou pela variabilidade produtiva da madeira. No Brasil existem ainda poucos dados a respeito da real influência dessas variáveis e da produtividade das máquinas em determinadas condições de trabalho (FIEDLER, 2008).

A produtividade de uma máquina de colheita de madeira irá depender de diversos fatores dos quais se destacam: extensão da área de trabalho; fatores climáticos; capacidade de suporte do terreno; relevo; características das árvores; características da floresta e do sistema de colheita; e capacitação do operador (SEIXAS, 1998; MALINOVSKI et al., 2008).

Malinovski & Malinovski (1998) ressaltam que a produção das máquinas depende da disponibilidade mecânica e da eficiência, haja vista a importância de técnicos qualificados para o estudo de tempos e movimentos dos equipamentos que indicam com precisão as produtividades dos equipamentos.

2.9. CUSTOS DA COLHEITA FLORESTAL EM ÁREAS DECLIVOSAS

O conhecimento do custo operacional de máquinas é de suma importância no processo de tomada de decisão, auxiliando, de forma fundamental, o controle e planejamento da utilização dos equipamentos (MACHADO & MALINOVSKI, 1988).

O custo operacional dos equipamentos é à base de cálculo para as avaliações econômicas e estudos comparativos entre sistemas de colheita, através da variação das grandezas de seus parâmetros. Os seus componentes são: valor de aquisição; vida útil; valor residual; taxa de remuneração; seguros e outras taxas; utilização anual; mão-de-obra; combustível ou energia e manutenção (RODRIGUEZ et al., 1992).

Os principais fatores que afetam o custo da colheita florestal são: condições locais (clima e topografia), tipo de floresta (natural ou plantada), espécies florestais, diâmetro ou volume das árvores (tempo de corte de um metro cúbico), número de trabalhadores por turma, treinamento do trabalhador, equipamentos utilizados, tipos de corte (raso e seletivo), organização do trabalho e distância de arraste ou extração (SILVA et al., 2005).

Com a finalidade de otimizar o sistema produtivo e diminuir os custos de produção das máquinas, torna-se necessária a realização de estudos que visem conhecer as reais capacidades produtivas e as possíveis variáveis que interferem no rendimento, com vistas ao desenvolvimento de técnicas que melhorem o desempenho operacional (SILVA et al., 2003).

2.10. GESTÃO DO CONTROLE DE QUALIDADE NO SETOR FLORESTAL

A gestão da qualidade e os sistemas de gestão de qualidade são resultados importantes na evolução dos setores de produção, que tem sido largamente adotada por inúmeras organizações no Brasil e no exterior, como parte da estratégia das empresas para ganhar ou aumentar a competitividade.

Uma vez estabelecidos os limites de controle baseados nos dados reais, as amostras são coletadas regularmente. Qualquer amostra que esteja fora dos limites é considerada um valor anormal, e decisões são tomadas visando à identificação e correção da causa dos problemas (SHINGO, 1996).

Para isso, faz-se necessário e urgente a procura de técnicas que tornem a colheita e o beneficiamento da madeira mais racional, visando o maior aproveitamento do material lenhoso (JACOVINE et. al., 2001).

De acordo com Jacovine et al. (1999) o setor florestal brasileiro, como parte integrante do processo de produção industrial, também deverá se engajar neste novo sistema organizacional. Melhorar a qualidade, diminuir os custos, repensar, reestruturar e reengenhar os processos, são os itens básicos que deverão ser buscados para que o setor consiga sobreviver e ser competitivo.

Segundo Jacovine et al. (2005) a melhoria da qualidade do processo pode ser alcançada com investimento em treinamento dos operadores e com implantação de um sistema efetivo de controle. De acordo com Trindade (2007), as normas ISO (*Organization International for Standardization*) auxiliam na implicação de programas de qualidade, devendo ser utilizada não somente para qualificar empresas de comércio local ou internacional, mas também como ferramentas que propiciem ganhos contínuos em qualidade.

Assim por meio da melhoria da qualidade e produtividade, podem -se obter bons produtos e serviços a custos competitivos. Com isso a empresa estará sendo mais competitiva e assegurará a sua sobrevivência (JACOVINE, 1996).

3. MATERIAL E MÉTODOS

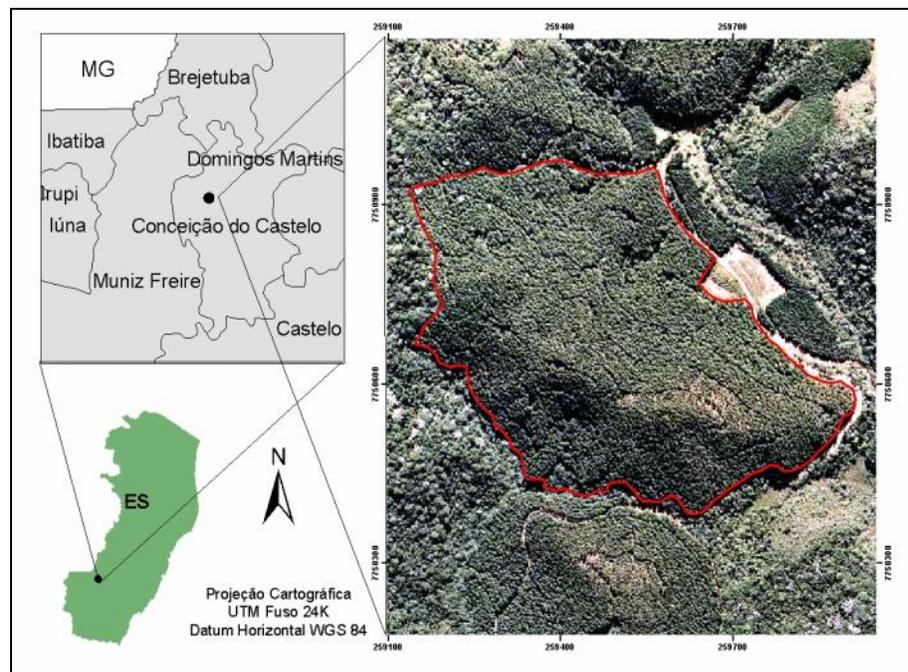
3.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE COLETA DE DADOS

A pesquisa foi desenvolvida na área florestal do Complexo Agroindustrial Pindobas, localizado na Rodovia Pedro Cola, km 8 no município de Venda Nova do Imigrante-ES. O reflorestamento de *Pinus* sp. do Complexo Agroindustrial Pindobas foi implantado em quatro Fazendas, sendo elas: Fazenda Pindobas I (Sede), Fazenda Pindobas II, Fazenda Pindobas III e Fazenda Pindobas IV.

A região está localizada próxima às coordenadas geográficas 20°16'51" latitude sul e 41°17'44" longitude oeste do Meridiano de Greenwich. O relevo é muito acidentado, com altitudes variando de 640m na sede do município a 1.502m para os pontos culminantes.

O clima predominante em todas as estações é o clima de montanha do tipo tropical de altitude Cwa, segundo classificação climática atualizada de Köppen-Geiger, também denominado mesotérmico, de inverno seco com temperatura média em torno de 20,3°C, porém podendo estabelecer diferença entre as regiões altas e baixas (Peel et al., 2007). A precipitação média anual acumulada possui uma variação de 1401 a 1500 mm (ARES, 2006). O solo predominante segundo Lani (1988), é o do tipo latossolo de cores variando do amarelo ao castanho-avermelhado.

O povoamento florestal onde se realizou a pesquisa encontra-se localizado na Fazenda Pindobas IV que possui uma área total reflorestada de 2.659,05 hectares com diferentes espécies de *Pinus* sp., em regime de corte de desbaste, localizados em terrenos com relevo variando de forte ondulado a montanhoso, situada no município de Conceição do Castelo no sul do estado do Espírito Santo (Figura1).



Fonte: Imagem cedida pelo IEMA-ES (Ortofotomosaico do ES)

Figura 1 – Localização da área de coleta de dados

A Figura 2 apresenta o modelo numérico do terreno (MNT) que consiste da área de estudo, com altitude variando de 980 e 1.160 metros,

resultando numa amplitude altimétrica de 180 m na área total de 27,61 hectares.

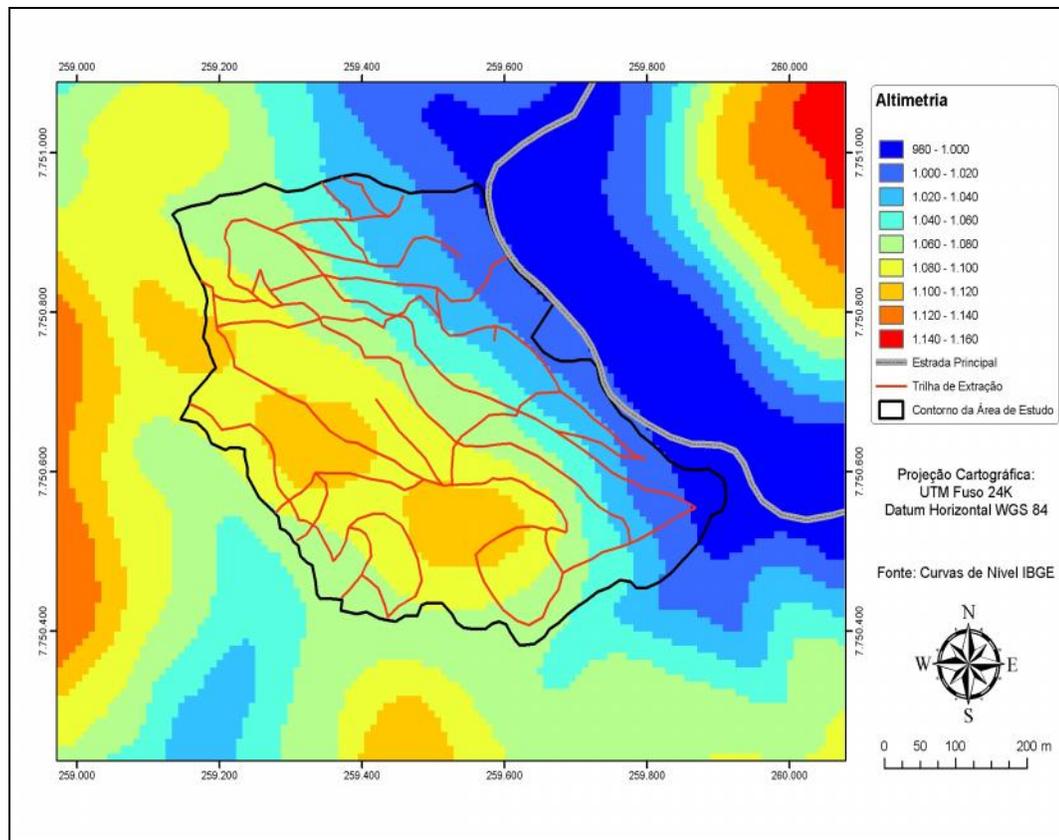


Figura 2 – Mapa elaborado do modelo numérico do terreno (MNT)

As faixas de declividade do terreno podem ser observadas na Figura 3. A declividade média da área selecionada para o estudo é de 38,90 %, sendo este valor condizente com o relevo montanhoso da região. A declividade na área varia entre 97,81% e 0 %.

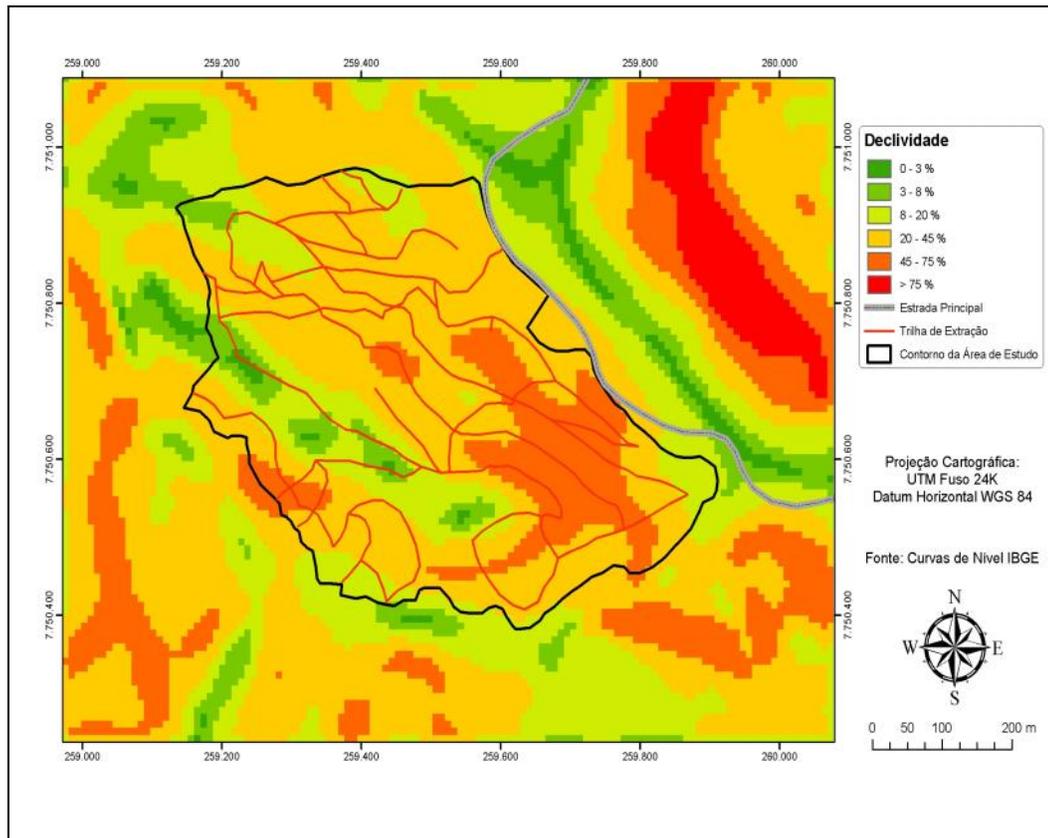


Figura 3 – Classes de declividade das áreas de estudo

Para a realização da pesquisa, foi selecionado um plantio de 20 anos de idade, com espaçamento inicial de 2,0 x 2,5 m da espécie *Pinus elliottii* var., que encontra-se no terceiro desbaste e intensidade de desbaste de aproximadamente 30% de corte na área. A madeira comercializada pela empresa tem sua produção direcionada para produção de caixotaria, movelaria e energia.

3.1.1. Quantificação dos Níveis de Inclinação da Área

A área de trabalho onde foram coletados os dados de corte e extração teve o seu relevo caracterizado por meio da declividade do terreno, que é expressa como a variação de altitude entre dois pontos do terreno em relação à distância que os separa. As classes de declividades foram discriminadas em seis intervalos distintos, de acordo com a Embrapa Solos (2006), da seguinte forma:

- **Plano** – superfície de topografia horizontal, onde os desnivelamentos são muitos pequenos, com declividades variáveis de 0 a 3%;
- **Suave ondulado** – superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros (elevações de altitudes relativas até 50m e de 50 a 100m, respectivamente), apresentando declives suaves, predominantemente variáveis de 3 a 8%;
- **Ondulado** – superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros, apresentando declives moderados, predominantemente variáveis de 8 a 20%;
- **Forte ondulado** – superfície de topografia movimentada, formada por outeiros e/ou morros (elevação de 50 a 100m e de 100 a 200m de altitudes relativas, respectivamente) e raramente colinas, com declives fortes, predominantemente variáveis de 20 a 45%;
- **Montanhoso** – superfície de topografia vigorosa, com predomínio de formas acidentadas, usualmente constituídas de morros, montanhas, maciços montanhosos e alinhamentos montanhosos, apresentando desnivelamentos relativamente grandes e declives fortes e muito fortes, predominantemente variáveis de 45 a 75%;
- **Escarpado** – áreas com predomínio de formas abruptas, compreendendo superfícies muito íngremes e escarpamentos, tais como: aparados, falésias, vertentes de declives muito fortes e entre outros, usualmente ultrapassando 75%.

Para esta fase da pesquisa foram utilizado um dendrômetro (hipsômetro/clinômetro) e um GPS de navegação. Utilizou-se o sistema de informação geográfica, do software ArcGIS® 9.2 (ArcInfo®) para definição das classes de declividades da área da pesquisa.

3.2. ANÁLISE TÉCNICA DO SISTEMA DE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL

3.2.1. Sistema de Colheita Adotado

A pesquisa foi realizada em uma área de colheita de *Pinus*. O sistema adotado foi o de toras curtas em função da demanda para serraria, e o método de corte foi o semimecanizado com o uso de motosserra, utilizando uma vara para medir as toras seccionadas e machado para o desgalhamento completo do fuste. O módulo de trabalho para cada equipe apresentava o sistema (1 + 1), ou seja, um operador de motosserra com um ajudante.

A extração da madeira no interior da área era feita por tombamento manual. Na margem da estrada o empilhamento era feito de forma manual pelos ajudantes de motosserra.

As árvores foram seccionadas em toretes de 2,50 m e 2,30 m de comprimento. Os toretes de 2,50 m são aqueles com diâmetro superior a 12 cm. Já os toretes de 2,30 m possuem diâmetro inferior a 12 cm resultante da ponta do fuste. As pilhas são separadas em função do comprimento dos toretes (2,50 e 2,30 metros).

Os toretes de maior diâmetro (2,50 m de comprimento) eram transportados por caminhão até o pátio da serraria no município de Venda Nova do Imigrante-ES, para processamento e posterior venda. Os toretes de menor diâmetro (2,30 m de comprimento), eram vendidos para lenha ou enviados em caminhões, para o pátio da serraria onde eram picados e utilizados como subproduto tendo como principal finalidade a energia.

O transporte é feito diretamente da área de corte para o pátio de armazenamento da serraria em caminhões próprios. O carregamento é feito com uso do trator agrícola autocarregável, e o descarregamento com uso de um descarregador frontal.

3.2.2. Descrição das Atividades de Colheita Florestal

O sistema de desbaste adotado pela empresa ao longo do ciclo florestal é o chamado “desbaste por baixo” para melhorar o padrão das árvores da classe dominante e codominante, através da retirada de árvores de menor padrão.

A colheita na área desbastada (árvores já marcadas previamente) era feita em eitos, que são áreas (50x50 metros) com número médio de árvores pré-estabelecido (em média 40 a 50 árvores por eito de corte). O operador de motosserra define o início da derrubada, começando o abate das árvores pela parte mais baixa do terreno seguindo para a mais alta e de forma aleatória das árvores selecionadas para o seu abate (Figura 4), a fim de reduzir os problemas de enganchamento e engaiolamento das árvores. Em geral as árvores foram derrubadas com a copa para baixo (sentido de queda).

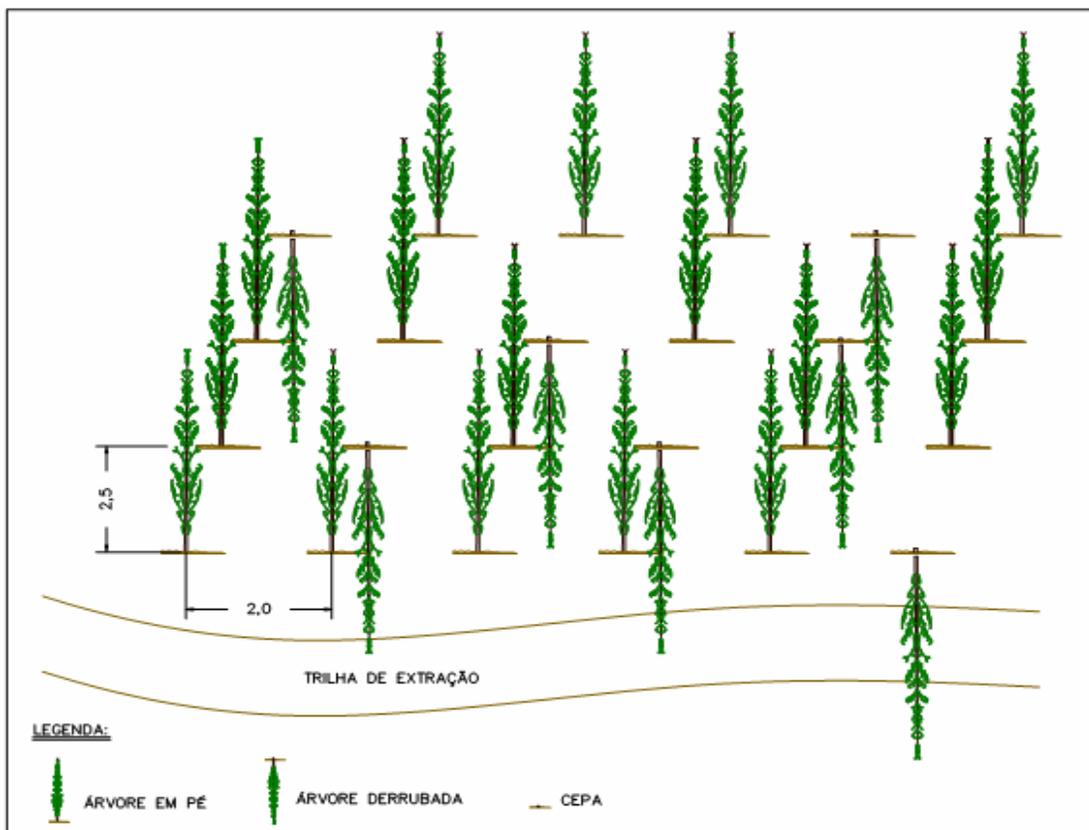


Figura 4 – Modo de derrubada no eito de colheita

Terminada a derrubada do primeiro eito, os ajudantes iniciavam o desgalhamento e o operador de motosserra seguia para o próximo. Ao final dos eitos, o operador de motosserra retornava ao início da área para que as árvores já desgalhadas pudessem ser traçadas e destopadas (Figura 5).

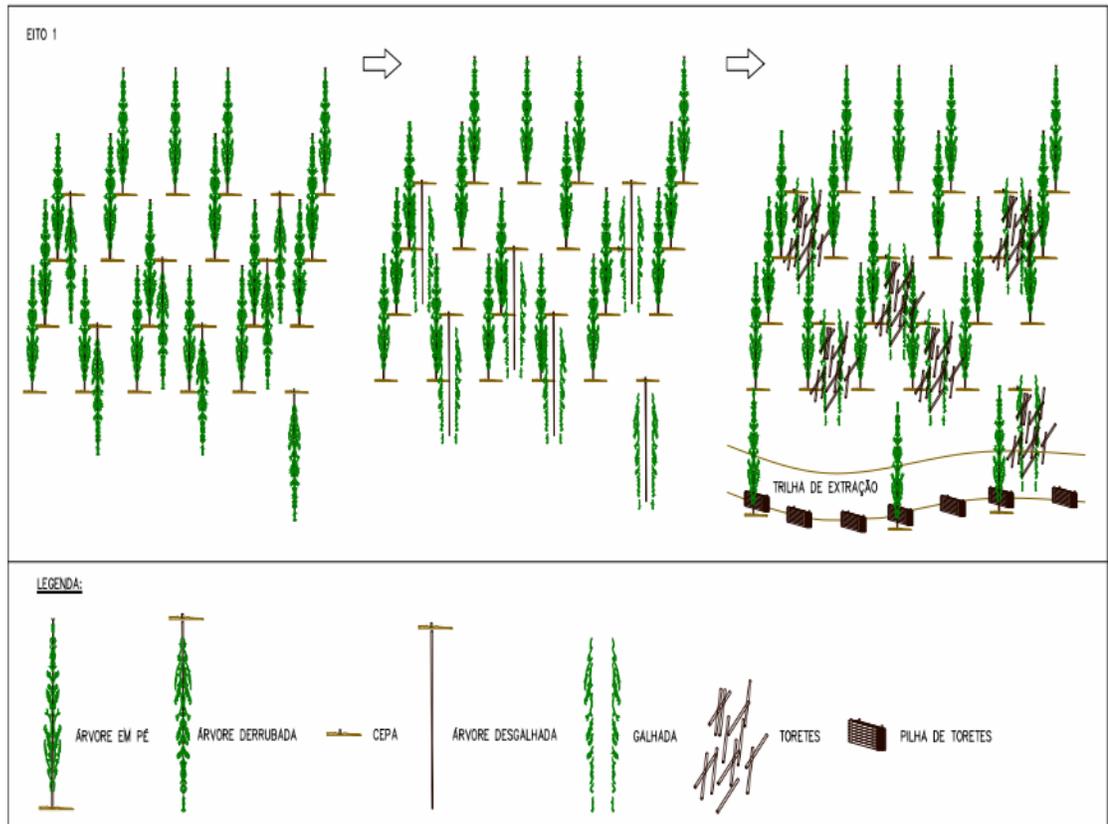


Figura 5 – Disposição do modo de colheita dos eitos

Com o término da etapa de traçamento no primeiro eito, o operador de motosserra passava para o próximo eito e começava uma nova etapa, enquanto os ajudantes iniciavam o tombamento manual dos toretes. Seguido do empilhamento dos toretes nas margens das trilhas de extração.

A equipe de colheita era constituída por 3 operadores de motosserra e em média 6 ajudantes por operador, sendo que um ajudante é responsável por um eito separado em campo. O desgalhamento foi feito com auxílio do machado pelos ajudantes, e após esta atividade, foi realizada a toragem (2,50 m e 2,30m) pelo operador de motosserra.

Durante o traçamento um dos ajudantes realizava a medição com uma vara de medida conhecida e predefinida (Figura 6).



Figura 6 – Medição e traçamento das árvores (toragem)

O empilhamento dos toretes foi realizado após o tombamento manual, que consiste no arremesso dos toretes morro abaixo até a margem da estrada realizada pelos ajudantes logo após o seccionamento da madeira.

As pilhas eram medidas pelos técnicos da empresa com o objetivo de quantificar os volumes para acerto financeiro com os funcionários e posterior processamento.

3.2.3 Características Técnicas das Máquinas Analisadas

3.2.3.1. Motosserra

As motosserras utilizadas na pesquisa são do modelo SM 361, conforme a Figura 7. Este modelo é equipado com o sistema ElastoStart que facilita o arranque. O peso do conjunto de corte é de 5,6 kg (sem combustível, sabre e corrente), com uma potência de 3,4 kW/4,6 CV e relação peso/potência de 1,6 kg/kW. (Fonte: Andreas Stihl AG & Company (<http://www.stihl.com.br/>)).



Figura 7 – Motosserra utilizada pelas equipes de corte

De acordo com Lopes (2001), a motosserra é constituída de duas partes: o conjunto-motor e o conjunto de corte. O primeiro é formado por um motor dois tempos de gasolina, alimentado por um carburador de membranas, que transmite sua força motriz através de uma embreagem de contrapesos centrífugos. O segundo é formado pela coroa e pelo pinhão, pelo sabre e pela corrente, que desliza sobre ambos e é lubrificada por uma bomba de óleo automática.

3.2.3.2. Trator agrícola autocarregável

Este maquinário é composto basicamente por um trator agrícola e uma carreta (acoplada à barra de tração) e assento giratório. Entre o trator e a carreta é adaptado uma grua e braço hidráulico, transformando o sistema em trator agrícola autocarregável para realizar o carregamento e descarregamento durante a extração da madeira.

Trata-se de um conjunto composto por um trator agrícola, implementado com uma grua hidráulica e uma carreta com dois apoios hidráulicos, que comporta até 21 metros cúbicos de madeira com casca. Este trator é usado para a extração da madeira, do interior do talhão e levada para a estrada principal ou mesmo para um pátio de carregamento (Figura 8).



Figura 8 – Trator autocarregável

3.2.3.3 Veículo utilizado no transporte da madeira

O veículo utilizado para o transporte de madeira na empresa é um caminhão, semipesado, constituído de uma única unidade tratora e transportadora de 17,25 metros cúbicos de madeira com casca e com tração do tipo 6x2 (Figura 9).

Após o carregamento no sentido longitudinal dos toretes na carroceria do caminhão, os toretes são amarrados e travados com uso de cabos de aço para travamento das seções onde estão alocados. A carga é presa na traseira por grade acoplada à carroceria para evitar quedas de toretes durante o transporte.



Figura 9 – Veículo utilizado para o transporte de madeira

3.2.3.4. Descarregador frontal

É uma máquina pneumática (trator), retira a madeira dos caminhões e a acomoda diretamente na mesa da serra fita ou no pátio de estocagem. A madeira é descarregada com a utilização de uma garra hidráulica que possui uma área útil de 1,50 m² (Figura 10).



Figura 10 – Descarregador frontal utilizado no descarregamento na serraria

3.2.4. Estudos de Tempos e Movimentos

Neste estudo de tempos e movimentos, antes da coleta de dados, foi feita uma análise piloto, para subdividir as operações em atividades parciais, ou seja, obter os elementos de cada ciclo operacional (fases do ciclo).

A análise técnica do sistema de colheita de madeira foi feita com base em um estudo de tempos e movimentos das atividades que compõem um dia típico de trabalho, ao longo do ano de 2009 com trabalhadores e máquinas, no turno de trabalho (8 horas). O método de medição do tempo foi o individual, descrito por Malinovisk (1983). Na coleta de dados, o cronômetro centesimal é detido em cada ponto da medição, sendo registrados os tempos individuais para cada atividade parcial, sempre partindo do zero e anotados em formulários específicos, contendo as atividades envolvidas nas fases do ciclo de trabalho.

A coleta dos dados relacionados à operação técnica da colheita florestal (análise de tempos e movimentos) foi realizada em campo, durante

todas as fases da colheita e durante todo o turno de trabalho. Neste processo, foram definidos os ciclos de trabalho em cada etapa (Tabela 1).

Tabela 1 – Descrição e caracterização das etapas de colheita semimecanizada

Atividade		Caracterização
Preparação para derrubada		Inicia-se com a chegada do operador ao lado da árvore a ser derrubada e termina quando o mesmo toca o sabre da motosserra nesta árvore.
Derrubada		Contato da lâmina da motosserra com a árvore e conclui-se quando a árvore toca o solo.
Deslocamento entre árvores		Inicia-se após a derrubada da árvore, quando o operador começa a se deslocar em direção à próxima árvore a ser derrubada e se completa no momento em que ele chega ao lado da árvore.
Desgalhamento		Retirada dos galhos da árvore com uso do machado (feito pelo ajudante). Inicia-se com a retirada do primeiro galho e termina com a retirada do último.
Medição e traçamento		Seccionamento do fuste em medidas pré-definidas auxiliado pelo ajudante (medição) e feito pelo motosserrista. Inicia-se com o seccionamento da primeira tora, e termina quando a última tora é seccionada completamente.
Deslocamento entre eitos		Ocorre quando o operador de motosserra finaliza o trabalho no eito e segue para o próximo. Inicia-se quando o motosserrista parte do eito atual e finaliza na chegada do eito subsequente.

A Tabela 2 apresenta as etapas relacionadas à extração e transporte da madeira (análise de tempos e movimentos), durante todas as fases da colheita e definidos os ciclos de trabalho em cada etapa.

Tabela 2 - Descrição e caracterização das etapas de extração, carregamento, transporte principal e descarregamento

Atividade	Caracterização
Extração por tombamento manual e empilhamento	É o tombamento ou rolagem dos toretes e posterior empilhamento na margem da estrada. Inicia-se com a movimentação manual dos toretes no eito, e termina quando o último torete é sobreposto na pilha.
Extração por transporte primário	É a retirada da madeira na margem da estrada e sua deposição no pátio auxiliar na área de produção. Inicia-se com a saída do trator autocarregável vazio do pátio auxiliar, e termina com a chegada do trator cheio no pátio.
Viagem sem carga	Inicia-se no instante em que o trator autocarregável deixa o pátio auxiliar e termina quando o operador interrompe o movimento do trator, posicionando ao lado do local da pilha.
Carregamento da carreta	Inicia-se com o movimentando do braço hidráulico do carregador com a grua em direção à pilha. O carregamento termina quando o compartimento de carga se encontra em sua capacidade máxima.
Viagem com carga	Inicia-se quando o trator começa a se movimentar de dentro do talhão em direção ao pátio auxiliar e termina quando o mesmo estaciona junto à pilha de madeira estocada.
Descarregamento da carreta	Inicia-se com o movimentando o braço hidráulico com a grua em direção ao compartimento de carga. O descarregamento termina quando os últimos toretes são retirados e sobrepostos na pilha de madeira estocada.
Carregamento do transporte principal	Consiste na colocação dos toretes em cima do veículo transportador. Inicia-se com o posicionamento do trator agrícola autocarregável e termina com a colocação do último feixe de toretes sobre o caminhão.
Transporte principal	Deslocamento da madeira da madeira da área de produção e entrega na serraria. Tem seu início com o funcionamento do caminhão (carregado), e termina com seu desligamento no pátio da serraria.
Descarregamento do transporte principal	Retirada dos toretes do caminhão e deposição no pátio de estocagem. Inicia-se com o primeiro contato das pinças do descarregador frontal já posicionado e termina com a deposição do último torete no pátio de estocagem.

Em todos os ciclos de trabalho foram analisados as interrupções operacionais e mecânicas, a interrupção era avaliada quando o trabalho era paralisado e terminava com o retorno das atividades.

3.2.4.1. Definição da amostragem

Procedeu-se o acompanhamento das etapas de colheita (Tabela 3) juntamente com informações obtidas por funcionários da propriedade, dividindo e especificando os ciclos operacionais das máquinas usadas. Posteriormente foi realizado um estudo piloto do sistema analisado, buscando definir o número mínimo de observações necessárias para proporcionar um erro de amostragem máximo de 5%, segundo a metodologia proposta por Conaw (1977), apresentada na Equação 1.

$$n \geq \frac{t^2 \times s^2}{e^2(\%)^2} \quad (1)$$

em que:

n = Número mínimo de ciclos necessários.

t = coeficiente tabelado a 5% de probabilidade (distribuição de Student).

s = desvio padrão da amostra.

e = Erro admissível = 5%.

Tabela 3 – Dados de amostragem referente às etapas de colheita

Etapas	N	S	n
Derrubada	150	6,17	82
Desgalhamento	80	30,75	63
Medição e traçamento	76	7,03	14
Tomabamento manual e empilhamento	8	--	--
Extração mecanizada	20	7,12	16
Transporte principal da madeira	10	--	--

sendo:

N = população amostrada;

n = população mínima estimada usando a fórmula; e

S = desvio-padrão da amostra.

E, por fim, foi realizada a coleta final dos dados, em que o número mínimo de amostras foi devidamente respeitado.

3.2.5. Determinação da Produtividade Efetiva no Período Avaliado

A determinação em metros cúbicos com casca por hora efetiva de trabalho (m^3cc/hf), foi executando no ano de 2009. De acordo com Burla (2008), diante do volume de madeira, do número de árvores e do tempo gasto em cada parcela, calculou-se o volume e número de árvores por hora efetiva de trabalho em cada oito e em cada situação. Assim foi contado o número de árvores em um determinado intervalo de tempo, chegou-se ao volume (m^3) médio cortado por hora efetiva.

O tempo total foi o somatório dos tempos parciais de trabalho efetivo. Para o cálculo da produtividade da operação de corte, utilizou-se a seguinte expressão:

$$Pocd = \frac{Vocd}{\sum T} \quad (2)$$

em que,

$Pocd$ = produtividade da operação (m^3cc/hf);

$Vocd$ = volume de madeira na operação (m^3); e

$\sum T$ = somatório dos tempos parciais de trabalho efetivo (horas).

3.2.6. Determinação da Disponibilidade Mecânica

A disponibilidade mecânica foi definida como sendo a porcentagem do tempo de serviço programado em que a máquina está mecanicamente apta a realizar trabalho produtivo, desconsiderando-se, portanto, o tempo em que a máquina está em conserto ou em manutenção.

$$DM = \frac{HE}{(HE + TPM)} \times 100 \quad (3)$$

em que,

DM = disponibilidade mecânica (%);

HE = tempo disponível efetivo de trabalho (horas); e

TPM = tempo de permanência em manutenção (horas).

Avaliado no ano de 2009.

3.2.7. Determinação da Eficiência Operacional

A eficiência operacional é a porcentagem do tempo efetivo de trabalho, em relação ao tempo total programado para o trabalho. Obtida por meio da determinação do tempo de trabalho efetivo dividido pelo tempo total de trabalho programado.

$$EO = \frac{HE}{(HE + HP)} \times 100 \quad (4)$$

em que,

EO = eficiência operacional (%);

HE = tempo de trabalho efetivo (horas); e

HP = horas paradas (horas).

Avaliado no ano de 2009.

3.3. ANÁLISE DE CUSTO DO SISTEMA DE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL

Os custos do sistema de produção foram divididos em custos fixos e custos variáveis. Neste trabalho, o método do custo operacional das máquinas foi o descrito por Miyata (1980), acrescido do custo de administração, utilizado por Valverde (1995), Andrade (1998) e Rocha (2006). Os dados de custos foram fornecidos pela empresa .

3.3.1. Custos Fixos

3.3.1.1. Depreciação

No método linear o valor da depreciação em qualquer ano, Dp , foi calculada por meio da seguinte fórmula:

$$Dp = \frac{(Va - Vr)}{N * hf} \quad (5)$$

em que,

Dp = custo de depreciação (R\$/hf);

Va = valor de aquisição da máquina (R\$);

Vr = valor de revenda da máquina no final do n-ésimo período em anos;

N = vida útil (5 anos) ; e

hf = Horas efetivas de uso anual.

3.3.1.2. Juros sobre o capital

Os juros e seguros foram calculados pela seguinte fórmula:

$$J = \left(\frac{IMA * i}{hf} \right) \quad (6)$$

em que,

i = Taxa de juros anuais (%);

hf = Horas efetivas de uso anual;

IMA = investimento médio anual.

(7)

$$IMA = \frac{(Va - Vr) * (N + 1)}{2 * N} + Vr$$

em que,

Va = valor de aquisição da máquina (R\$);

Vr = valor de revenda da máquina no final do n -ésimo período em anos; e

N = vida útil do equipamento (5 anos).

Utilizou-se na pesquisa uma taxa de juros de 10% a.a.

3.3.2. Custos Variáveis

Para avaliação dos custos variáveis foram levantados os gastos com combustível, lubrificante, graxas, óleo hidráulico, rodados, salários e encargos trabalhistas e custos de administração (CA), que foram calculados através das seguintes formulas:

3.3.2.1. Custos de combustíveis

(8)

$$CC(R\$/hf) = Po * co$$

em que,

Po = preço do litro de combustível (R\$/L); e

co = consumo de combustível (L/hf).

3.3.2.2. Custos de lubrificantes e graxas

(9)

$$CLG(R\$/hf) = (Pg * cg) + (Pl * cl)$$

em que,

P_g = preço unitário de graxa (R\$/L);

c_g = consumo horário de graxa (kg/hf);

P_l = preço unitário dos lubrificantes (R\$/L); e

c_l = consumo horário de lubrificantes (L/hf).

3.3.2.3. Custo de óleo hidráulico

(10)

$$COH(R\$/hf) = Poh \times coh$$

em que,

P_{oh} = preço unitário de óleo hidráulico para as máquinas ou óleo 2 tempos e óleo lubrificante para corrente da motosserra (R\$/L); e

c_{oh} = consumo horário de óleo hidráulico (L/hf).

3.3.2.4. Custo do rodado

(11)

$$CP(R\$/hf) = (Vd \times n) / H$$

em que,

Vd = valor de aquisição do rodado (R\$);

n = número de pneus ou corrente, e

H = vida útil do rodado em horas efetivas (hf).

3.3.2.5. Custo de manutenção e reparos

(12)

$$CMR(R\$/hf) = 0,6 \times Dp$$

em que,

Dp = custo de depreciação (R\$/hf).

A empresa utiliza uma taxa de 60% da depreciação.

3.3.2.6. Custo de mão-de-obra

Estes valores foram obtidos de acordo com os valores mensais em função das horas trabalhadas. Refere-se aos custos com salários diretos mais os custos de benefícios e encargos sociais (13º salário, férias, seguros, plano de saúde). Este custo foi obtido diretamente na empresa, em valores mensais e divididos pela quantidade de horas trabalhadas por mês.

3.3.2.7. Custo de administração

Esse custo representa os gastos relacionados aos trabalhos de escritório e supervisão das atividades de campo, os quais também foram obtidos na empresa, considerando-se esses gastos como 10% dos custos totais obtidos.

$$CA(R\$/hf) = 0,1x(CF + CV) \quad (13)$$

em que,

CF = Somatório dos custos fixos (R\$/hf);

CV = Somatório dos custos variáveis (R\$/hf).

3.3.3. Custo Operacional Total por Máquina

Este custo foi obtido pela soma dos custos fixos, variáveis e custos de administração para cada uma das máquinas avaliadas nesta pesquisa, que foi calculado através da seguinte fórmula:

$$CT(R\$/hf) = CF(R\$/hf) + CV(R\$/hf) + CA(R\$/hf) \quad (14)$$

3.3.4. Custo de Produção Operacional por Máquina

O custo de produção foi obtido pela divisão dos custos operacionais de cada máquina (R\$/hf) pela sua produtividade (m^3cc/hf), nas situações analisadas.

(15)

$$CP(R\$/m^3) = CT(R\$/hf) / P_{ocd}$$

3.3.5. Custo Total do Sistema de Colheita

O custo total englobou os custos das atividades de corte, extração manual, extração mecanizada (carregamento), transporte principal e descarregamento na empresa. Foram obtidas pela soma do custo total estimado por produção das operações de corte (A), extração manual (B), extração mecanizada (C), transporte principal (D) e descarregamento (E).

(16)

$$CTSC(R\$/m^3cc) = CP(A)(R\$/m^3cc) + CP(B)(R\$/m^3cc) + CP(C)(R\$/m^3cc) + CP(D)(R\$/m^3cc) + CP(E)(R\$/m^3cc)$$

3.3.6. Sistema de Pagamento de Mão-de-Obra

O pagamento de mão-de-obra à empresa terceirizada, pelo serviço de corte e extração da madeira é feito por meio do volume de madeira que é disposto na margem da estrada. O empreiteiro recebe o valor de R\$ 17,30 por metro cúbico com casca empilhado na margem da estrada (R\$ = 1,00 = US\$ = 1,76 em 23 de abril de 2010).

3.4. AVALIAÇÃO DO CONTROLE DE QUALIDADE DAS OPERAÇÕES DE COLHEITA E TRANSPORTE

Nesta etapa da pesquisa foram avaliados os aspectos de qualidade das operações florestais. Foi elaborada uma lista de controle (Check-list) que

permitiu ordenar a coleta de dados. Toda metodologia utilizada nesta etapa da pesquisa foi baseada na metodologia proposta por Jacovine (1996).

Verificou-se a existência de possíveis pontos de estrangulamento e/ou irregularidade, ainda, se em cada etapa (derrubada, desgalhamento, toragem, pré-extração, extração, empilhamento, carregamento, transporte e descarregamento), estavam sendo realizados de forma apropriada.

3.4.1. Itens Qualitativos e Quantitativos Avaliados na Derrubada

Durante a derrubada os seguintes problemas de má qualidade foram avaliados, de acordo com a metodologia proposta por (JACOVINE, 1996):

- derrubada da árvore sem fazer o entalhe direcional;
- direcionamento incorreto das árvores;
- engaiolamento das árvores;
- enganchamento das árvores;
- sabre da motosserra preso no ato da realização dos cortes.

3.4.2. Avaliação das Cepas

Foram avaliados após a colheita na área da pesquisa, fatores ligados à altura, rachamento e presença de espetos laterais e centrais na cepa. Avaliou-se 50 cepas das árvores cortadas, de cada um dos operadores, em três eitos distintos para cada operador.

3.4.2.1. Altura de cepas

Foram mensuradas as alturas das cepas e verificadas a porcentagem que se encontram fora do padrão. A especificação é de que a cepa tenha, no máximo, 10,0 cm de altura de acordo com as normas da empresa.

Também foram considerados os danos na cepa decorrentes da colheita de madeira (dentro do padrão e fora do padrão).

- Dentro do padrão;
- Fora do padrão.

3.4.2.2. Rachamento e presença de espetos nas cepas

Foi avaliada a porcentagem de cepas que apresentaram rachamento e/ou espetos centrais e laterais. As cepas que apresentaram rachamento e/ou espetos, foram consideradas como fora do padrão.

3.4.3. Itens Qualitativos e Quantitativos Avaliados no D esgalhamento

Durante o desgalhamento, os seguintes problemas de má qualidade foram avaliados de acordo com a metodologia proposta por (JACOVINE, 1996) :

- desgalhamento prejudicado pelo engaiolamento;
- toras com presença de galhos;
- desgalhamento prejudicado pelas condições topográficas do terreno.

3.4.4. Itens Qualitativos e Quantitativos Avaliados no Seccionamento da Tora ou Toragem

Durante a fase de seccionamento da madeira, os seguintes problemas de má qualidade foram avaliados de acordo com a metodologia proposta por (JACOVINE, 1996):

- toragem prejudicada pelo engaiolamento;
- toragem das árvores derrubadas sendo feita sem o uso da vara de metragem ou gabarito;
- toragem prejudicado pelas condições topográficas do terreno.

3.4.5. Itens Qualitativos e Quantitativos a Serem Avaliados no Tombamento Manual e Empilhamento

Durante o empilhamento da madeira, os seguintes problemas de má qualidade foram avaliados de acordo com a metodologia proposta por (JACOVINE, 1996):

- empilhamento mal feito, formando pilhas desarrumadas;
- empilhamento longe da margem da estrada (distância > 6 m);
- toretes ficando sem empilhar.

3.4.6. Itens Qualitativos e Quantitativos Avaliados no Carregamento e Descarregamento

Durante o carregamento e descarregamento dos toretes, os seguintes problemas de má qualidade foram avaliados de acordo com a metodologia proposta por (JACOVINE, 1996):

- carregamento e descarregamento mal feito, formando pilhas desarrumadas;
- queda da carga no processo de carregamento e descarregamento.

3.4.7. Itens Qualitativos e Quantitativos Avaliados no Transporte Principal

Durante o transporte principal dos toretes, os seguintes problemas de má qualidade foram avaliados de acordo com a metodologia proposta por (JACOVINE, 1996):

- toretes transportados desamarrados no compartimento de carga do veículo transportador;
- transporte de toretes mais grossos em conjunto com toretes mais finos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. DETERMINAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS NÍVEIS DE INCLINAÇÃO DAS ÁREAS

Observa-se na Tabela 4, a classificação dos níveis de declividade da área, onde aproximadamente 58% da área de estudo se enquadra na inclinação de 20 – 45%.

Tabela 4 – Proporção de área de estudo para cada classe de declividade

Classe	Nome	Declividade (%)	Proporção de Área (%)
1	Plano	0 – 3	0,67
2	Suavemente Plano	3 – 8	5,10
3	Ondulado	8 – 20	18,66
4	Fortemente Ondulado	20 – 45	57,79
5	Montanhoso	45 – 75	17,78

A execução de atividades mecanizadas pode ser limitada pela topografia do terreno e/ou influenciar diretamente no rendimento operacional das máquinas. Deve ser respeitada para cada máquina/equipamento a sua capacidade máxima de trabalho, de acordo com a declividade e os acidentes do terreno.

Assim, conhecer a declividade média de uma área é relevante no seu planejamento, tanto para o cumprimento da legislação quanto para garantir a eficiência das intervenções antrópicas no meio.

A grade triangular (TIN) da área de estudo, apresentada na Figura 11, é uma estrutura do tipo vetorial que representa uma superfície por meio de um conjunto de faces triangulares interligadas, na qual se tem melhor idéia da topografia, por meio de seu aspecto tridimensional. Nesta figura observa-se a rede de estradas principais (em geral, mais largas e com melhor acabamento), ligando a área de colheita à cidade onde está localizada a indústria; as trilhas de extração (em geral, menos larga e menor acabamento), que conectam as áreas de colheita às estradas primárias.

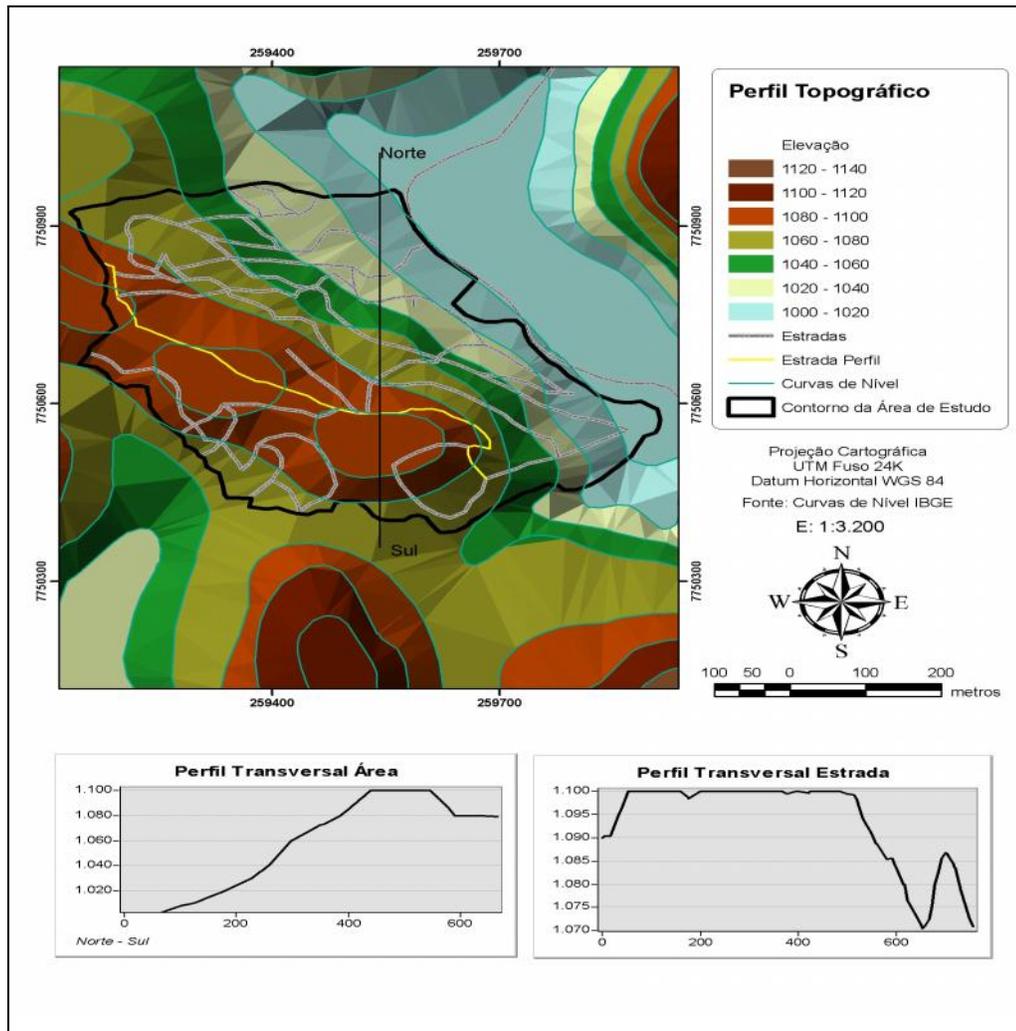


Figura 11 – Rede triangular do Terreno (TIN) para a área de estudo

Estes conjuntos de operações constituem elementos interativos de subsistemas orientados à organização da informação espacial com o objetivo de subministrar elementos de apoio à tomada de decisões.

4.2. ANÁLISE TÉCNICA DA COLHEITA FLORESTAL

O percentual de tempo gasto em cada etapa do ciclo operacional nas operações de corte, desgalhamento, medição e traçamento, extração por tombamento manual, extração mecanizada, transporte principal, descarregamento foi analisado separadamente em cada método pesquisado.

Os dados de estudo de tempo foram apresentados de forma que se possa ter o conhecimento de alguns fatores envolvidos na composição deste tempo no sistema de colheita de madeira, juntamente com sua produtividade.

As etapas e processos técnicos avaliados na empresa permitiram a elaboração de um método (jornada completa de trabalho), onde foi avaliado o período de trabalho realizado das 07h às 16h, sendo descontada uma hora para refeição.

4.2.1 Operação de Corte Semimecanizado

A distribuição dos tempos de trabalho e interrupções no corte florestal semimecanizado, são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Distribuição dos percentuais de tempos efetivos de operação e suas respectivas interrupções (operacionais, mecânicas e pessoais) de tempos de corte

Efetivo de Operação	Tempo médio	
	(s)	Tempo (%)
Preparação para derrubada	5	0,28
Derrubada	27	1,50
Deslocamento entre árvores	10	0,56
Deslocamento entre eitos	268	15,09
SubTotal	309,72	17,44
Interrupções operacionais		
Sabre de motosserra agarrado na árvore	476	26,80
Acertos de cepas/toras	6,5	0,37
Desenganchando árvores	100,6	5,66
SubTotal	583,13	32,83
Interrupções mecânicas		
Ligar a motosserra	5	0,27
Afiar corrente	198	11,15
Abastecimento	180	10,13
Ajuste da corrente e sabre	82	4,60
SubTotal	465	26,15
Interrupções pessoais		
Descanso	396	22,29
Outros	23	1,29
SubTotal	419	23,59
Total Geral	1776,40	100,00

Em média, a preparação para derrubada consumiu 0,28% do tempo total da etapa, este tempo está relacionado com a intensidade do sub -bosque e as características da superfície do eito. Este elemento foi o que consumiu o menor tempo durante o efetivo de operação (corte). Para o percentual de tempo relativo à derrubada o valor médio encontrado no efetivo de operação foi de 1,50% do tempo total.

Quando observado o deslocamento do operador de motosserra entre árvores dentro de cada eito, o valor médio encontrado foi de 0,56% do tempo. Isto ocorreu pelo fato de se deslocar de uma árvore para a outra e ir observando a menor proximidade entre as árvores selecionadas para o desbaste e melhor direção da queda da árvore a ser derrubada evitando clareira no talhão.

Assim, o operador de motosserra apresenta maior preocupação no direcionamento da árvore, visando facilitar o trabalho do ajudante na organização da madeira para o tombamento e montagem da pilha na beira da estrada.

Em geral, as interrupções apresentaram um total de 82,57% de tempo total da etapa de corte e suas subdivisões: (operacionais – 32,83%, mecânicas – 26,15% e pessoais – 23,59%), foram as que apresentaram maiores valores no percentual de tempo total da operação (Tabela 5).

Dentre as interrupções operacionais, o destravamento do s abre da motosserra consumiu 26,80% do sub total de tempo da interrupção, em seguida o desengachamento de árvores apresentou 5,66%. No desenganchamento das árvores perde-se muito tempo empurrando-a. Estes fatores podem ser reorganizados para obtenção de maior ganho no tempo de produção, e conseqüentemente melhorar o rendimento da atividade.

Nas paradas destinadas a afiação da corrente foi encontrada, em média, 11,15% do total da etapa, no abastecimento, o percentual de tempo consumido foi de 10,13% do tempo total. As interrupções pessoais, que em geral estão associados ao tempo de pausa e descanso do operador apresentou um valor médio de 22,29% da operação; Outros, está relacionado a pausas diversas (conversas paralelas, fumar cigarro e entre outros).

Estas informações são muito importantes para o m elhor planejamento da operação de corte, logicamente a operação de corte foi influenciada por ter

seja realizada em área declivosa, o que é um componente difícil de se trabalhar para minimizar os tempos gastos nesta atividade.

4.2.2. Operação de Desgalhamento com Uso do Machado

A distribuição dos tempos de trabalho e interrupções no processo do desgalhamento da tora com uso do machado são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Distribuição do percentual de tempo do desgalhamento com uso do machado em relação ao tempo total da etapa

Efetivo de Operação	Tempo médio (s)	Tempo (%)
Preparação para desgalhamento	3	0,28
Desgalhamento	155	14,41
Deslocamento entre árvores	7	0,66
Deslocamento entre eitos	268	24,88
SubTotal	433	40,22
Interrupções operacionais		
Desengaiolamento entre árvores	15	1,39
Limpeza de galhada	120	11,14
Afiação do machado	90	8,35
SubTotal	225	20,88
Interrupções pessoais		
Descanso	396	36,76
Outros	23	2,13
SubTotal	419	38,89
Total Geral	1077,36	100,00

A preparação para a operação de desgalhamento consumiu 0,28% do tempo total da etapa. Este tempo está relacionado com o posicionamento do ajudante sobre a árvore para início da atividade e as características da superfície do eito. O deslocamento entre eitos consumiu em geral 24,88% do total de tempo da interrupção, devido algumas áreas serem de difícil acesso.

No percentual de tempo relativo ao desgalhamento manual o valor médio encontrado no efetivo de operação foi de 14,41% do tempo total. Quando observado o deslocamento entre árvores dentro de cada eito, o valor médio encontrado foi de 0,66% do tempo. Por se tratar de desbaste numa área inclinada o ajudante desgalha o conjunto de árvores que ficam sobrepostas, maneira esta encontrada para otimização do tempo.

Dentre as interrupções operacionais, a limpeza de galhada consumiu 11,14% do total de tempo da interrupção, que é um fator importante, pois o fato da área apresentar-se limpa, otimiza o processo de extração por tombamento manual, além de deixar a estrada dentro do talhão com livre acesso para retirada da madeira empilhada. O desengaiolamento das árvores apresentou 1,39% do tempo total, pois constata, que na fase de derrubada da árvore existe constantemente direcionamento incorreto provocando engaiolamento.

Nas paradas destinadas a afiação do machado foi encontrada, em média, 8,35% do total da etapa, atividade de extrema importância para um bom corte dos galhos e redução da força ao manusear a ferramenta de corte.

Em relação ao descanso, o percentual de tempo consumido foi de 36,76% de tempo total. O alto valor é associado ao fato desta atividade ser cansativa exigindo um elevado dispêndio energético do operador (atividade pesada em área declivosa).

4.2.3. Medição e Traçamento

A distribuição dos tempos de trabalho e interrupções no processo de medição e traçamento da tora são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Distribuição do percentual dos tempos de medição e trancamento

Efetivo de Operação	Tempo médio (s)	Tempo (%)
Preparação para traçamento	5	0,37
Medição e Traçamento	77	6,14
Deslocamento entre árvores	11	0,90
Deslocamento entre eitos	268	21,42
SubTotal	360,79	28,83
Interrupções operacionais		
Acertos das toras	7	0,56
SubTotal	7,00	0,56
Interrupções mecânicas		
Ligar a motosserra	5	0,38
Afiar corrente	198	15,82
Abastecimento	180	14,38
Ajuste da corrente e sabre	82	6,53
SubTotal	464,55	37,12
Interrupções pessoais		
Descanso	396	31,65
Outros	23	1,84
SubTotal	419,00	33,48
Total Geral	1251,34	100,00

Em média, a preparação para o traçamento consumiu 0,37% do tempo total. Este tempo está relacionado com o posicionamento do ajudante sobre a árvore com auxílio de uma vara de metragem conhecida, para o corte das toras no padrão estabelecido pela empresa.

O percentual de tempo efetivo de medição e traçamento da tora foi de 6,14% do tempo total. O deslocamento entre árvores dentro de cada eito, consumiu 0,90% do tempo, apesar de grande parte das árvores encontrarem-se umas sobre as outras (engaiolamento). Esta operação apresentava-se de forma otimizada, pelo fato do operador de motosserra e o ajudante trabalharem

de forma sincronizada e ágil. O deslocamento entre eitos consumiu 21,42% do total de tempo da interrupção, devido algumas áreas serem de difícil acesso.

A interrupção operacional desta etapa, referiu-se pela operação de acertos da tora que consumiu 0,56% do total de tempo da interrupção. Esta operação está ligada à má qualidade no corte durante a derrubada da árvore, com rachadura na base da árvore ou quebra em parte da tora.

Para as interrupções mecânicas, as paradas destinadas a afiação da corrente foi de 15,82% do total da etapa. O abastecimento da máquina consumiu 14,38% de tempo total. O acerto da corrente da máquina apresentou um valor médio de 6,53% de tempo total, atividade essencial para um bom manuseio da máquina, além de apresentar bom desempenho de corte.

Quanto ao tempo de pausa e descanso, o valor médio para a interrupção foi de 31,65% do total.

4.2.4. Operação de Extração por Tombamento Manual e Empilhamento

A distribuição dos tempos de trabalho e interrupções para extração por tombamento manual da madeira é apresentado na Tabela 8.

Tabela 8 - Distribuição do percentual dos tempos da extração de madeira por tombamento manual e empilhamento na margem da estrada

Efetivo de Operação	Tempo médio (s)	Tempo (%)
Preparação	10	0,14
Tombamento	2160	29,54
Montagem da pilha	3840	52,52
Deslocamento entre toretes	10	0,14
Deslocamento entre eitos	268	3,67
SubTotal	6288	86,01
Interrupções operacionais		
Limpeza de galhadas	40	0,55
Toras fora da estrada	120	1,64
SubTotal	160	2,19
Interrupções pessoais		
Descanso	840	11,49
Outros	23	0,31
SubTotal	863	11,80
Total Geral	7311	100,00

Esta atividade está associada à montagem de pilha na margem da estrada, para facilitar o carregamento do trator agrícola autocarregável dentro do talhão. A madeira apresenta-se de forma disposta e desordenada no eito após o seccionamento da tora, daí inicia-se o processo de tombamento da madeira morro abaixo ou em algumas situações o carregamento da tora é feito pelo ajudante até o local de montagem da pilha, atividade esta considerada como pesada e desconfortável.

No percentual de tempo relativo ao tombamento manual, o valor médio encontrado no efetivo de operação foi de 29,54% do tempo total. Quando observado o deslocamento do ajudante entre cada torete disposto dentro do eito, o valor médio encontrado foi de 0,14% do tempo.

O processo de montagem de pilha na beira da estrada foi à atividade que demandou o maior percentual de tempo, consumindo 52,52% do tempo total, em geral o rendimento deste trabalho é relativamente baixo, exigindo grande esforço físico dos trabalhadores.

Em relação ao descanso, o percentual de tempo consumido foi de 11,49% do tempo total. O alto valor é associado ao fato desta atividade ser cansativa exigindo um elevado dispêndio energético do operador acima do normal (atividade pesada em área declivosa).

4.2.5. Operação de Extração Mecanizada da Madeira

A extração da madeira é feita no interior do talhão, com auxílio do trator agrícola autocarregável. A distância média de extração foi de 1700 metros do talhão ao pátio auxiliar. A capacidade de carga deste maquinário é de aproximadamente 21 metros cúbicos de madeira.

A distribuição dos tempos de trabalho e interrupções para extração mecanizada da madeira é apresentado na Tabela 9.

Tabela 9 - Distribuição do percentual dos tempos da extração de madeira mecanizada

Ciclo Operacional		
Tempo efetivo de operação	Tempo médio (s)	Tempo (%)
Viagem vazio	737	7,01
Carregamento	829	7,91
Viagem carregado	1007	9,61
Descarregamento	617	5,89
SubTotal	3224	30,43
Interrupção operacional		
Manobra	93	0,89
SubTotal	93	0,89
Interrupção mecânica		
Danos nas mangueiras da grua	3600	34,34
Manutenção corretiva	3000	28,62
SubTotal	6600	62,96
Interrupções pessoais		
Descanso	600	5,72
SubTotal	600	5,72
Total Geral	10517	100,00

O tempo necessário para baldeio da madeira depende da distância de extração. O elemento referente à viagem vazio, consumiu 7,01% do tempo total de extração. O tempo relacionado ao carregamento consumiu 7,91% do tempo total. Este carregamento é feito com uso do trator agrícola autocarregável e sobre forte influência do nível topográfico da área.

O tempo consumido pelo elemento viagem com carga, apresentou um valor médio de 9,61%. Esse valor era esperado em relação ao elemento viagem sem carga, pelo fato do veículo transportador apresentar-se carregado. Conseqüentemente a velocidade média era inferior. O tempo de descarregamento no pátio auxiliar consumiu 5,89% do tempo.

Para as interrupções mecânicas, as paradas referentes aos danos nas mangueiras da grua consumiram 34,34% do total da etapa. As manutenções corretivas da máquina consumiram 28,62% do tempo total. Estes elevados tempos parados refletem a falta de planejamento para ocasiões de correção nos problemas mecânicos. Quanto ao tempo de descanso, o valor médio foi de 5,72% do tempo.

4.2.6. Transporte Principal da Madeira até a Serraria

Esta operação é referente ao transporte da madeira das áreas de produção até o pátio da serraria. A distância média de percurso é de 30 km do talhão amostrado, no município de Conceição do Castelo até o pátio da serraria da empresa. A capacidade de carga do veículo é de aproximadamente 17,25 metros cúbicos de madeira com casca.

A distribuição dos tempos de trabalho e interrupções para o transporte dos toretes até a serraria é apresentado na Tabela 10.

Tabela 10 - Distribuição dos percentuais de tempo de transporte principal da madeira

Efetivo de Operação	Tempo médio (s)	Tempo (%)
Viagem sem carga	3480	22,29
Carregamento	1151	7,37
Viagem com carga	4200	26,90
Fixação da carga (amarração da carga)	85	0,54
SubTotal	8916	57,10
Interrupções Operacionais		
Manobra	98	0,63
SubTotal	98	0,63
Interrupções Mecânicas		
Manutenção corretiva	3600	23,06
Troca de peças	3000	19,21
SubTotal	6600	42,27
Total Geral	15614	100,00

A viagem sem carga, consumiu 22,29% do tempo total do transporte. O tempo relacionado ao carregamento consumiu 7,37% do tempo total. Este carregamento é feito com uso do trator agrícola autocarregável. Em seguida a amarração da carga com cabo de aço, que previne contra a soltura dos toretes do fueiro do caminhão apresentou 0,54% da operação.

O tempo consumido pelo elemento viagem com carga, apresentou um valor médio de 26,90%. Esse valor era esperado em relação ao elemento viagem sem carga, pelo fato do veículo transportador apresentar-se carregado, conseqüentemente a velocidade média era inferior.

A interrupção operacional, ou seja, a manobra do veículo transportador no pátio da serraria consumiu 0,63% do tempo, atividade necessária para o bom posicionamento do veículo e início do descarregamento.

Em relação ao descanso do motorista está sempre associado às paradas referentes ao tempo de carregamento e descarregamento dos toretes no veículo de transporte.

Em relação às interrupções mecânicas da atividade que envolve o transporte da madeira, foram mensuração os tempos que envolvem tais interrupções, apresentando 42,27% da interrupção mecânica. Cabe destacar,

que as variáveis referentes ao conjunto mecânico estão apresentadas no estudo de análise de custos desta pesquisa.

4.2.7. Descarregamento da Madeira no Pátio

O descarregamento da madeira é feito com uso do trator frontal logo após a chegada e o posicionamento do veículo transportador. A distribuição dos tempos de trabalho e interrupções para o descarregamento dos toretes no pátio da serraria é apresentado na Tabela 11.

Tabela 11 - Distribuição dos percentuais de tempo do descarregamento dos toretes

Efetivo de Operação	Tempo médio (s)	Tempo (%)
Descarregamento	683	9,34
SubTotal	683	9,34
Interrupções Operacionais		
Manobra	30	0,41
SubTotal	30	0,41
Interrupções Mecânicas		
Manutenção corretiva	3600	49,23
Troca de peças	3000	41,02
SubTotal	6600	90,25
Total Geral	7313	100,00

Quando avaliado o tempo de descarregamento, destaca-se a realização desta atividade no pátio da empresa, realizada pelo descarregador frontal que é uma máquina robusta, muito ágil, versátil e com boa capacidade de carga, o que consumiu 9,34% do tempo total da etapa.

A interrupção operacional, ou seja, a manobra do maquinário no pátio da serraria consumiu 0,41% do tempo.

As interrupções mecânicas da atividade de descarregamento da madeira apresentaram 90,25% do tempo total. Cabe destacar, que as variáveis referentes ao conjunto mecânico estão apresentadas no estudo de análise de custos desta pesquisa.

4.2.8. Produtividade do Corte Semimecanizado

Os valores médios de produtividade ($m^3.hf^{-1}$) do corte no sistema de desbaste em área declivosa para pinus é apresentado na Tabela 12.

Tabela 12 - Valores médios de produtividade no corte com motosserra

Equipe	Média ($m^3.hf^{-1}$)
1	4,10
2	3,60
3	3,40
Média Geral	3,70

Em cada equipe de trabalho determinou-se a produtividade de cada operador, apresentando eficiência operacional de 54,76% e disponibilidade mecânicas de 79,25%. Devendo-se investigar alternativas que visem otimizar o tempo efetivo de trabalho do operador de motosserra, procurando evitar algumas paradas desnecessárias ou muito s prolongados.

Segundo Minette (1996) realizar treinamentos periódicos de reciclagem operacional, visando aperfeiçoar os conhecimentos, corrigir erros adquiridos e introduzir novas técnicas do corte e segurança de trabalho, contribuem para aumento de produtividade.

Na avaliação de produtividade no corte com motosserra que é terceirizado, existem indícios de falta de planejamento e baixo índice de manutenção preventiva, contribuindo para baixo rendimento operacional.

4.2.9. Produtividade da Extração por Tombamento Manual

Os valores médios da produtividade ($m^3.hf^{-1}$) de extração por tombamento manual em área declivosa para pinus é apresentado na Tabela 13.

Tabela 13 - Valores médios de produtividade no processo de extração por tombamento manual

Equipe de trabalho	Número de funcionários	Média (m ³ .hf ⁻¹)
1	8	6,00
2	8	5,40
3	8	7,40
Média Geral		6,27

A etapa de extração manual de madeira, consiste nas atividades de tombamento manual seguido pelo seu empilhamento na beira da estrada. O processo de tombamento manual e montagem de pilha é uma operação que ocasiona um elevado tempo de extração, haja vista, a dificuldade de retirada desta madeira do interior do talhão.

O valor médio para o rendimento operacional na operação de extração por tombamento manual apresentou o valor de 6,27 metros cúbicos por hora efetiva de trabalho. Em estudos realizados por Seixas (1987) o “tombo” manual em terrenos declivosos, apresentou um rendimento médio entre 10 e 12 st/homem.dia em corte raso da cultura de eucalipto .

4.2.10. Produtividade das Máquinas Envolvidas no Método de Colheita

Os valores médios de produtividade, eficiência operacional e disponibilidade mecânica das máquinas envolvidas no sistema são apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 - Valores médios referentes à produtividade, eficiência operacional e disponibilidade mecânica do sistema de colheita florestal

Máquinas	Produtividade (m ³ .hf ⁻¹)	Eficiência operacional EO (%)	Disponibilidade mecânica DM (%)
Extração mecanizada	30,44	59,05	61,44
Transporte principal	7,96	69,98	70,28
Descarregamento	90,79	52,44	52,56

Na extração mecanizada, onde é usado o trator agrícola autocarregável para extração da madeira e seu posterior carregamento foi observado um rendimento médio de 30,44 metros cúbicos de madeira com casca por hora efetiva de trabalho.

O transporte principal, apresentou baixo rendimento operacional, devido a sua baixa capacidade de carga que está em torno de 16,5 metros cúbicos de madeira transportada em relação a uma longa distância percorrida, ou seja, o transporte da zona de extração o para o pátio da serraria da empresa.

A etapa de descarregamento dos toretes no pátio da serraria com uso do descarregador frontal, apresentou o melhor desempenho no rendimento operacional. Este fato está ligado à alta mobilidade e agilidade do maquinário.

4.3. CUSTO OPERACIONAL DA COLHEITA ENVOLVIDO NO SISTEMA

Nesta etapa da pesquisa foram considerados os dados fornecidos pela empresa onde foi desenvolvido o estudo, juntamente com os dados coletados de tempos e produtividade.

4.3.1. Custo Operacional da Motosserra

Os valores médios do custo de produção (R\$/m³cc) para operação de corte semimecanizado em madeira de pinus em áreas declivosas e o custo operacional (R\$.h⁻¹), é apresentado na Tabela 15.

Tabela 15 - Valores médios do sistema de operação do corte semimecanizado

Corte	Produtividade (m ³ .h ⁻¹)	Custo Operacional (R\$.h ⁻¹)	Custo de Produção (R\$/m ³ cc)
Valores	3,70	10,20	2,80

A atividade de corte semimecanizado apresentou o valor de custo operacional de R\$ 10,20 por hora e o custo de produção foi de R\$ 2,80 por metro cúbico de madeira com casca. Deste total 2,0% foram atribuídos aos custos fixos; 89,0% aos custos variáveis e 9,0% ao custo de administração.

A distribuição percentual dos custos é apresentado na Figura 12. Observa-se que o custo com a mão-de-obra foi o fator que estabeleceu a maior contribuição com o custo operacional, totalizando 57,4%. O custo com o combustível apresentou-se como a segunda maior participação do valor, com 22,6% dos custos totais. Já o custo de administração apresentou uma participação de 9,1% dos custos totais.

De acordo com Alves & Ferreira (1998) é possível aumento da capacidade de produção na etapa de corte e processamento, pelo incremento da eficiência operacional, reduzindo as pausas técnicas e deslocamentos.

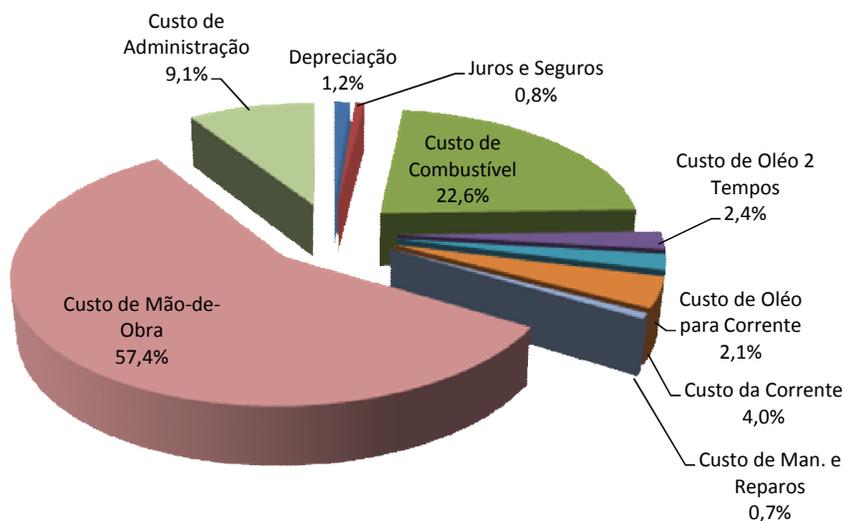


Figura 12 – Distribuição percentual dos custos operacionais da Motosserra

4.3.2. Custo Operacional da Extração Manual e Empilhamento

Os valores médios do custo de produção (R\$/m³cc) para operação de tombamento manual e empilhamento de madeira de pinus em áreas declivosas e o custo operacional (R\$.h⁻¹), é apresentado na Tabela 16.

Tabela 16 - Valores médios da operação de extração manual e empilhamento

Extração manual e empilhamento	Produtividade (m ³ .h ⁻¹)	Custo Operacional (R\$.h ⁻¹)	Custo de Produção (R\$/m ³ cc)
Valores	6,27	21,04	3,40

Para obtenção do custo operacional da atividade de extração manual, foi calculado através do estudo de tempo, o rendimento operacional da atividade, o que permitiu a obtenção do valor pag o pela empresa.

A atividade de extração manual apresentou o valor de custo operacional de R\$ 21,04 por hora e o custo de produção foi de R\$ 3,40 por metro cúbico de madeira com casca.

4.3.3. Custo Operacional da Extração Mecanizada

Os valores médios do custo de produção (R\$/m³cc) para operação de extração mecanizada de madeira de pinus em áreas declivosas com uso do trator agrícola autocarregável, juntamente com o custo operacional (R\$.h⁻¹), é apresentado na Tabela 17.

Tabela 17 - Valores médios de produtividade, custo operacional e custo de produção para o trator autocarregável na extração mecanizada

Trator Autocarregável	Produtividade (m ³ .h ⁻¹)	Custo Operacional (R\$.h ⁻¹)	Custo de Produção (R\$/m ³ cc)
Valores	30,44	58,24	1,91

A operação de extração mecanizada de madeira na área de colheita ou baldeio apresentou o valor de custo operacional de R\$ 58,24 por hora e o seu custo de produção foi de R\$ 1,91 por metro cúbico de madeira baldeada. Deste total 25,90% foram atribuídos aos custos fixos; 65,22% aos custos variáveis e 8,88% ao custo de administração (Figura 13).

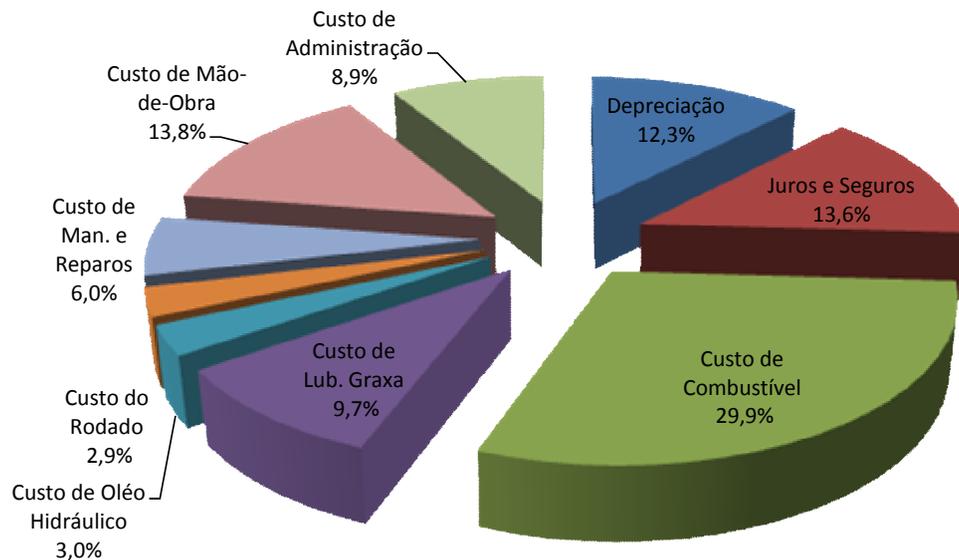


Figura 13 – Distribuição percentual dos custos operacionais do *Trator Autocarregável*

Através da Figura 13, observa-se que o custo com o combustível representou o maior percentual do custo operacional com 29,9%, seguido pelo custo com mão-de-obra (13,8%). No que diz respeito ao custo fixo, foram encontrados elevados valores com juros e seguros (13,6%) e depreciação (12,3%).

O custo com lubrificante e graxa representou 9,7%, já os custos com óleo hidráulico representaram o percentual de 3,0%, em função de este maquinário apresentar-se equipado com grua hidráulica, o que provoca aumento destes componentes. Em estudos realizados por Oliveira et. al (2009), com trator florestal autocarregável em floresta de pinus com diferentes dimensões ou sortimentos, a produtividade média foi de 31,3 ($m^3 \cdot h^{-1}$) e o custo de produção médio de R\$ 6,84/ m^3cc . 56

De acordo com Rezende et al., (1997), para manter a competitividade do setor florestal é necessário que as atividades da colheita da madeira sejam otimizadas, por meio de melhorias na qualidade do produto e serviço, redução das perdas, melhorias na eficiência das máquinas, maximização da produtividade e minimização dos custos de produção.

4.3.4. Custo Operacional do Transporte Principal

Os valores médios do custo de produção (R\$/m³cc) para operação de transporte principal de madeira de pinus em áreas declivosas com uso do caminhão “truck”, juntamente com o custo operacional (R\$.h⁻¹), é apresentado na Tabela 18.

Tabela 18 - Valores médios do sistema de operação para o transporte principal de madeira de pinus em áreas declivosas

Caminhão	Produtividade (m ³ .h ⁻¹)	Custo Operacional (R\$.h ⁻¹)	Custo de Produção (R\$/m ³ cc)
Valores	7,96	40,07	5,03

A operação de transporte de madeira da área de colheita até o pátio de processamento da empresa apresentou o valor de custo operacional de R\$ 40,07 por hora e o custo de produção de R\$ 5,03 por metro cúbico de madeira com casca transportada. Deste total 18,78% foram atribuídos aos custos fixos; 72,39% aos custos variáveis e 8,83% ao custo de administração (Figura 14).

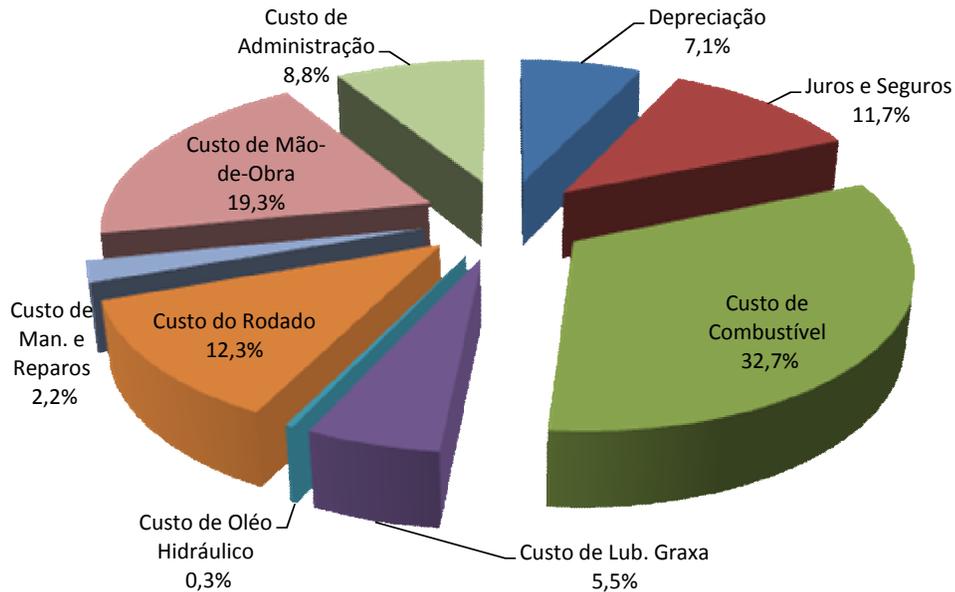


Figura 14 – Distribuição percentual dos custos operacionais do *Caminhão*

Através da Figura 14, observa-se a distribuição percentual dos custos. Nota-se que o custo com o combustível representou o maior percentual do custo operacional com (32,7%). Em estudos realizados por Freitas et. al. (2004), o custo do combustível foi o componente que mais onerou o custo variável, fazendo inclusive com que este apresentasse valores mais expressivos nas três metodologias estudadas para transporte de madeira. A mão-de-obra representou 19,3% e os custos com pneus 12,3% dos custos totais.

O custo com lubrificante e graxa representou 5,5%. Os custos com óleo hidráulico representou o menor percentual 0,3%, sendo o mais baixo entre os fatores. É importante destacar que a crescente importância da manutenção, seja como função, seja como ciência, dá-se não apenas em virtude das despesas elevadas e da mão-de-obra, como também pela intensificação da automação e da necessidade do aumento do grau de disponibilidade mecânica dos veículos (MACHADO, 2009).

O planejamento e controle da manutenção de veículos têm permitido que as empresas transportadoras otimizem os seus custos e consigam controlar e reduzir as falhas e interrupções, aumentando a confiabilidade do sistema (MACHADO, 2009). O custo de consertos pode ser minimizado com as

manutenções preventivas e o de pneus, com o maior controle do peso das cargas a serem transportadas e tipo de estrada.

4.3.5. Custo Operacional do Descarregador Frontal

Os valores médios de produtividade, custo operacional e de produção do descarregamento de madeira de pinus no pátio da serraria com uso do descarregador frontal, são apresentados na Tabela 19.

Tabela 19 - Valores médios de produtividade, custo operacional e de produção da operação de descarregamento

Descarregador Frontal	Produtividade (m ³ .h ⁻¹)	Custo Operacional (R\$.h ⁻¹)	Custo de Produção (R\$/m ³ cc)
Valores	90,79	55,91	0,62

Os custos operacionais do descarregador frontal por hora efetiva de trabalho foram de R\$ 55,91 por hora e o custo de produção foi de R\$ 0,62 por metro cúbico de madeira com casca. Deste total 18,99% foram atribuídos aos custos fixos; 72,63% aos custos variáveis e 8,38% ao custo de administração. A distribuição percentual dos custos encontra-se na Figura 15.

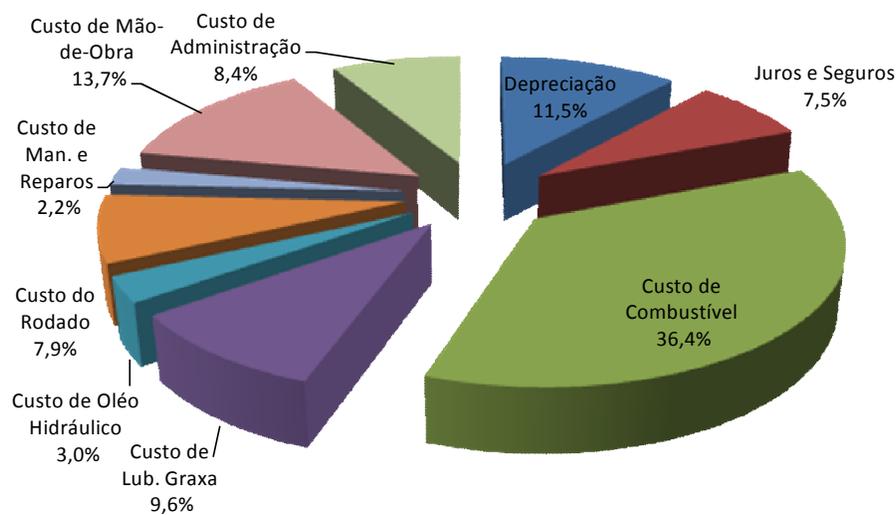


Figura 15 – Distribuição percentual dos custos operacionais do *Descarregador Frontal*

Observa-se que o custo com o combustível representou o maior percentual do custo operacional com 36,4%, seguido pelo custo com mão-de-obra com 13,7%. O custo com lubrificante e graxa representou 9,6%. Já os custos com óleo hidráulico representou o percentual de 3,0%. Os custos com pneus representaram 7,9% dos custos totais. Estes apresentam-se de forma elevada em função do tipo de rodado utilizado neste maquinário.

Segundo Machado (2000) o sistema de carga e descarga mecanizado tem despontado como a melhor alternativa e, atualmente, é o mais empregado devido à sua grande eficiência operacional. No entanto, as condições do solo, a topografia, as condições climáticas, o diâmetro das toras e o peso específico da madeira podem afetar o desempenho das máquinas. Essas máquinas geralmente têm rápido deslocamento, mas necessitam de boa capacidade - suporte do solo.

4.3.6. Determinação dos Custos Totais do Sistema de Colheita Florestal

O custo total do sistema de colheita de madeira é apresentado na Tabela 20. Estas operações simulam o ciclo de atividade de colheita florestal da empresa.

Tabela 20 - Custo total do sistema de colheita de madeira de pinus em regime de desbaste em áreas declivosas

Custo Total do Sistema de Colheita		
Operação	(R\$.h ⁻¹)	(R\$/m ³ cc)
Corte semimecanizado	10,20	2,80
Extração Manual	21,04	3,40
Extração Mecanizada	58,24	1,91
Transporte principal	40,07	5,03
Descarregamento	55,19	0,62
Total	184,74	13,76

O custo operacional do sistema de colheita florestal ficou em R\$ 184,74 por hora e o custo de produção foi de R\$ 13,76 por metro cúbico de madeira com casca. De acordo com Gomes (2002) a prática de desbaste exige maior

densidade de plantio e maior idade de rotação, em relação à adoção de regimes sem desbaste. As melhores alternativas de densidade inicial, idade e intensidade de desbaste, e idade de rotação, variaram com a capacidade produtiva (sítio) e com os parâmetros de custos e preços adotados (taxa de desconto, custo de colheita, custo de transporte dos diferentes produtos e preço da madeira).

Ao analisar a Figura 16, observa-se que, o maior percentual de custo do sistema de colheita, foi representado pela operação de transporte da madeira com 36,6%. Seguindo pela atividade de extração manual com 24,7% dos custos; quanto ao corte semimecanizado em áreas declivosas apresentou o percentual de 20,3% do sistema de colheita.

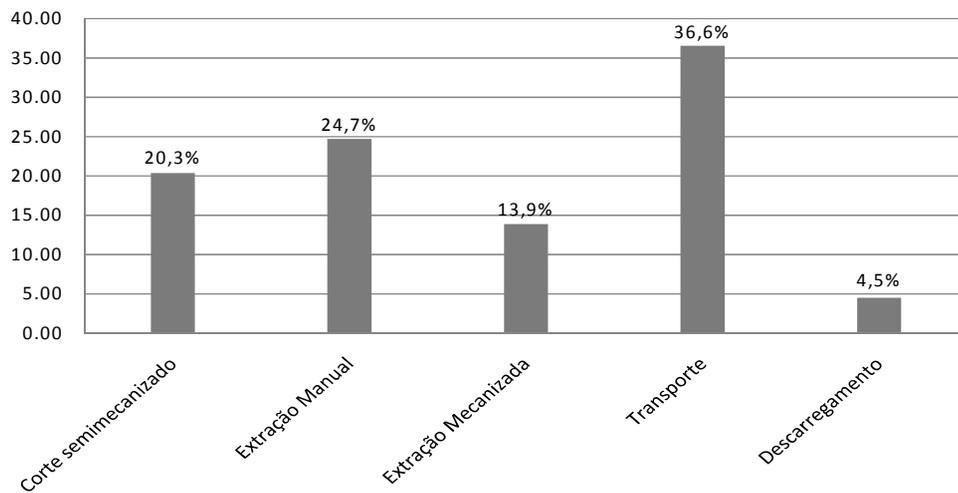


Figura 16 – Distribuição percentual dos custos por operação de colheita florestal

A extração mecanizada apresentou o valor percentual de 13,9% , e o descarregamento da madeira no pátio da empresa representou o menor percentual com 4,5% dos custos totais.

Em geral as atividades de colheita florestal representam o maior custo dentre todas as operações, podendo alcançar mais de 50% dos custos totais da madeira posta na indústria (MACHADO & LOPES, 2000). Assim, torna -se importante a realização de estudos que busquem a redução dos custos

operacionais, o que implica a necessidade de aumento no rendimento das operações de colheita e redução dos custos (SILVA et al., 2003).

4.4. AVALIAÇÃO DO CONTROLE DE QUALIDADE

4.4.1. Itens Qualitativos e Quantitativos Avaliados na Derrubada

As avaliações feitas em relação aos itens qualitativos e quantitativos na operação de derrubada, são apresentadas na Figura 17.

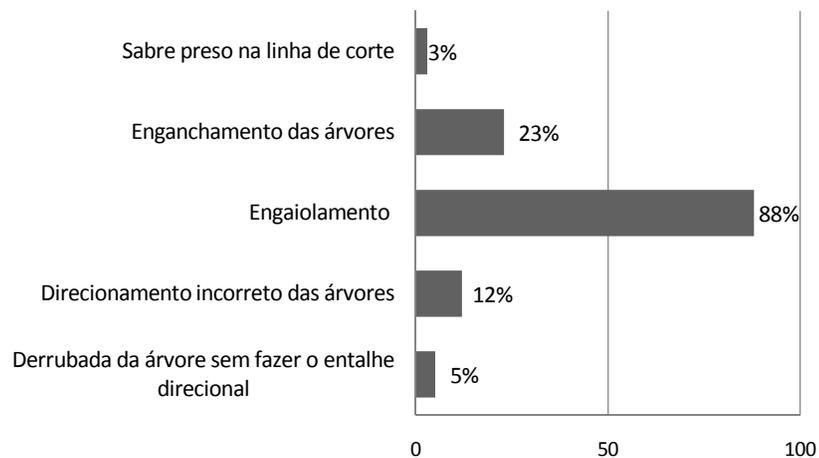


Figura 17 – Distribuição percentual dos problemas acarretados pela baixa qualidade da operação de derrubada

Foi constatado percentual de danos ocorridos na operação de derrubada, que teve como indicadores os problemas ligados à baixa qualidade da operação de derrubada.

A derrubada das árvores sem fazer o entalhe direcional, acarretou graves problemas nas atividades subseqüentes, e apresentou o valor percentual de 5% dos danos ligados à má qualidade da operação. Em função deste percentual, os problemas relacionados com o direcionamento incorreto das árvores representaram 12% dos valores; que trouxe conseqüências

negativas para o enganchamento das árvores com 23% e o engaiolamento com 88% das árvores se mostraram presentes.

Constatou-se que quando o sabre apresentava-se preso na linha de corte das árvores, resultava na perda de tempo efetivo de operação para desprender a máquina e dar seguimento à operação.

O engaiolamento das árvores foi o parâmetro que apresentou maior valor percentual da operação. Este resultado está fortemente associado às características da topografia da área de estudo, aos parâmetros de má qualidade na execução das operações e necessidade de elevado grau de treinamento para derrubada em áreas de desbaste .

O processo de desenganchamento das árvores, tornava o risco de acidente maior, devido uma árvore solta encontrar-se apoiado à outra árvore.

A falta de critérios adequados para as operações de qualidade, ocasiona aumento considerado nos parâmetros avaliados.

4.4.2. Avaliação de Altura e Situação da Cepa

A percentagem dos parâmetros do padrão de altura da cepa, juntamente com a percentagem de cepas rachadas e presença de espetos na cepa foi calculada por meio dos dados levantados e apresentado na Tabela 21.

Tabela 21 - Percentual de altura da cepa dentro e fora do padrão estabelecido pela empresa

Parâmetros	Cepas (%)
Dentro do padrão (≤ 10,50 cm de altura do solo)	70,56
Fora do padrão (> 10,51 cm)	29,44

Foi considerada a especificação da empresa para que a cepa tenha, no máximo 10,00 cm de altura. Para avaliação dos parâmetros foi admitido 5% de margem de erro para mais.

Verifica-se uma percentagem fora do padrão de 29,44%. Isto retrata os reflexos da operação de derrubada fora dos critérios recomendáveis, assim

acarreta-se baixa qualidade na operação de derrubada trazendo reflexos negativos nas operações subsequentes.

Segundo (JACOVINE et. al., 1999) os desperdícios existentes durante a colheita florestal promovem a necessidade de se realizar avaliações para a determinação destas perdas em termos econômicos, de forma a subsidiar as tomadas de decisões das empresas.

As mesmas cepas usadas para avaliar o padrão de alturas, serviram para avaliar o rachamento e a presença de espeto (Tabela 22).

Tabela 22 - Percentual de cepas rachadas e com espeto dentro e fora do padrão de altura

Parâmetros	Rachadas (%)	Com espeto (%)
Dentro do padrão (≤ 10,50 cm)	26,18	11,81
Acima do padrão (> 10,51 cm)	18,75	4,76

A porcentagem foi calculada através do número de ocorrência de cepas rachadas e com espeto dentro de cada padrão da classe de altura.

As cepas rachadas e cepas com presença de espetos são os parâmetros indesejáveis na operação, pois estes parâmetros prejudicam a qualidade da madeira para posterior venda, além de aumentar as perdas com a venda da madeira. De acordo com Jacovine (1996), o rachamento e a presença de espeto nas cepas devem-se a não realização de entalhe direcional do corte, no ato da derrubada das árvores, pelos operadores.

Observa-se que mesmo em cortes feitos de forma com o estabelecido e dentro do padrão de altura, nota-se também a presença de cepas danificadas com a presença de rachadura e espetos. Desta forma é muito importante que o operador da máquina tenha treinamento qualificado para operação e seja preciso na atividade.

4.4.3. Itens Qualitativos e Quantitativos Avaliados no Desgalhamento

As avaliações feitas em relação aos itens qualitativos e quantitativos na operação do desgalhamento, são apresentadas na Tabela 23.

Tabela 23 - Percentual de danos na operação de desgalhamento

Parâmetros	Danos (%)
Desgalhamento prejudicado pelo engaiolamento	88
Desgalhamento dos galhos mais grossos não sendo realizado	7
Desgalhamento prejudicado pelas condições topográficas do terreno	74

A operação do desgalhamento, é executada pelo ajudante de motosserra e feito com machado, que apresentou uma percentagem muito alta em função da operação de desgalhamento fora dos critérios técnicos citados na literatura.

O desgalhamento prejudicado pelo engaiolamento apresentou o maior valor percentual do estudo com 88% do evento relacionado a este parâmetro, que está sendo prejudicado pela operação de derrubada da árvore, onde ao ser realizado fora dos padrões de qualidade, causa engaiolamento das árvores.

Outro parâmetro fundamental que foi avaliado nesta pesquisa, apresentou 74% dos eventos relacionados ao desgalhamento prejudicado pelas condições topográficas do terreno.

A não realização da retirada de galhos mais grossos (maior diâmetro) apresentou o menor valor percentual entre os parâmetros analisados com 7% de dano apresentado na operação. Este dano, ocorre pelo acúmulo de galhadas nas toras num terreno que é desfavorável ao deslocamento otimizado do desgalhador, passando por despercebido para operação correta.

4.4.4. Itens Qualitativos e Quantitativos Avaliados no Traçamento da Tora

As avaliações feitas em relação aos itens qualitativos e quantitativos na operação do traçamento da tora, são apresentadas na Tabela 24.

Tabela 24 - Percentual de danos na operação de medição e traçamento da tora

Parâmetros	Danos (%)
Traçamento prejudicado pelo engaiolamento	71
Abandono ou perda da varinha ou gabarito	6
Presença de toras com pequeno comprimento	8
Traçamento prejudicado pelas condições topográficas do terreno	74

O parâmetro referente ao traçamento prejudicado pelo engaiolamento apresentou o valor de 71% dos danos, resultado já esperado em função da má qualidade das operações em atividades anteriores. O fato de uma tora encontrar-se sobre a outra, prejudica muito o trabalho do operador de motosserra, ocasionando dificuldades de se conseguir cortar as toras no comprimento especificado.

Uma situação constatada na pesquisa, é a falta de critério do ajudante de motosserra para execução da operação de toragem, pois o mesmo, abandona ou perde a varinha utilizada no seccionamento da tora. Este dano apresenta 6% do evento negativo para operação, o que contribui com a perda de tempo para confecção de uma nova vara de metragem.

O traçamento das toras num terreno declivoso e em alguns casos em conjunto com árvores engaioladas prejudica consideravelmente o trabalho do operador de motosserra, que são prejudicadas pelas operações negativas que ocorrem nas fases anteriores.

O parâmetro avaliado para o traçamento da tora em terreno declivoso apresentou um valor percentual de 74% de danos agravados pela topografia, isto mostra a dificuldade em executar determinada atividade sobre estas condições.

4.4.5. Itens Qualitativos e Quantitativos Avaliados na Operação de Tombamento Manual e Empilhamento

A atividade de tombamento manual, em terrenos inclinados, ainda é uma realidade para muitas empresas, principalmente médias e pequenas empresas. As avaliações feitas em relação aos itens qualitativos e quantitativos na operação de tombamento manual e montagem de pilha na beira da estrada, são apresentadas na Tabela 25.

Tabela 25 - Percentual de danos na operação de tombamento manual e montagem de pilha de madeira na margem da estrada

Parâmetros	Danos (%)
Empilhamento mal feito	10
Empilhamento longe da margem da estrada (distância > 6 metros de comprimento)	4
Toretos deixados para trás	1

A operação de montagem das pilhas dos toretes tinha seu início após a operação de tombamento manual para a margem da estrada.

Os principais parâmetros apresentados nesta fase da pesquisa foram: o empilhamento mal feito, que apresentou 10,0% dos danos avaliados. Este parâmetro é prejudicado pela dificuldade e pela carga excessiva que os ajudantes estão sujeitos pela execução da atividade.

A formação de pilhas compridas e longe da beira da estrada apresentou 4,0% de danos, o que dificulta o carregamento da madeira pelo trator autocarregável com grua, por apresentar o comprimento máximo do braço hidráulico de sete metros.

Foi avaliado também o esquecimento ou abandono de toretes dentro do eito, representando um desperdício de 1,0%.

4.4.6. Itens Qualitativos e Quantitativos Avaliados no Carregamento e Descarregamento

As avaliações feitas em relação aos itens qualitativos e quantitativos na operação de carregamento dos toretes, são apresentadas na Tabela 26.

Tabela 26 - Percentual de má qualidade na operação de carregamento

Parâmetros	Danos (%)
Toretos que se soltam da grua	12
Erro do operador no manuseio da máquina	5
Carregamento prejudicado pelas condições topográficas do terreno	15

A operação de carregamento dos toretes é feita com uso do trator agrícola autocarregável com grua para baldear os toretes no talhão florestal. Este mesmo maquinário é responsável pelo carregamento dos toretes para a carroceria do caminhão. Desta forma a avaliação de qualidade nesta etapa foi avaliada para estas duas situações.

Foi observado que 12% dos toretes se soltavam na operação de carregamento, pois constatou-se a ocorrência de queda de alguns toretes da grua.

O fato do terreno se apresentar de forma bastante irregular, o carregamento foi prejudicado nestas situações em 15 % do evento da atividade. Quando o operador apresentava pouca prática com uso da máquina, este apresentava 5% do evento ligado à atividade de carregamento.

Em relação ao descarregamento no pátio da serraria, não foi constatado irregularidades na atividade, em função desta operação ser executada de forma rápida e otimizada pelo operador que apresentou bastante prática com o manuseio do maquinário.

4.4.7. Itens Qualitativos e Quantitativos Avaliados no Transporte Principal

O transporte da madeira é um dos fatores principais a serem considerados em função das normas de segurança e boa execução da atividade, em função dos perigos que estão associados à má condução desta atividade.

No caso desta pesquisa, constatou-se que 100% das avaliações observadas foram executadas de forma bem criteriosa e de acordo com os padrões de segurança e qualidade no transporte de madeira.

5. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que:

O talhão utilizado na coleta de dados teve sua área classificada como fortemente ondulada, com aproximadamente 58% do total da área com inclinação entre 20 e 45%. Esta elevada declividade limita o uso de máquinas no corte e extração de madeira.

O elemento que consumiu mais tempo nas etapas avaliadas foi à operação de extração por tombamento manual da madeira e montagem de pilha.

A mensuração dos tempos consumidos no sistema de colheita em regime de desbaste de madeira em áreas declivosas possibilitou importantes informações para análise dos rendimentos e produtividades das operações de colheita e transporte florestal em plantios de *Pinus* sp. no sul do estado do Espírito Santo.

A perda de tempo contribuiu muito para o aumento dos custos de produção. Pode-se sugerir o planejamento do sistema de colheita florestal da empresa para otimizar a distribuição de tempo de trabalho.

A metodologia utilizada nesta pesquisa mostrou-se eficiente para os parâmetros considerados (rendimentos e níveis de produtividade), custos e qualidade.

Observou-se grande influência do modo de operação dos trabalhadores, o que não significa que não deva existir um modo ideal de operação que otimize as habilidades de cada funcionário.

Os métodos de qualidade nas operações de colheita e transporte florestal devem ser conduzidos de melhor forma que possibilite o planejamento e otimização da atividade.

6. SUGESTÕES

Diante dos resultados obtidos nesta pesquisa, sugere-se, para a empresa a adoção das seguintes medidas, visando melhorar a qualidade, segurança, produtividade e, conseqüentemente, reduzir os custos de produção da colheita:

A adoção de métodos de georeferenciamento para auxílio no planejamento e deslocamento de máquinas, principalmente na operação de extração e transporte da madeira.

Implementar programas de treinamento para os operadores de máquinas e ajudantes, de forma que os mesmos possam realizar um trabalho de maneira mais técnico, ergonômica e produtivo.

Efetuar um melhor planejamento da operação do sistema de colheita florestal, visando otimizar melhor o trabalho da equipe de motosserra, juntamente com as atividades seguintes do processo; buscando alternativas que confirmem melhor disposição da madeira e redução dos tempos desnecessários.

É possível algum aumento da capacidade de produção do sistema de extração e transporte, desde que haja incremento da eficiência operacional destas etapas. Para isso é necessário reavaliar o sistema reduzindo as interrupções e deslocamentos desnecessários.

No momento da elaboração do planejamento da colheita, deve-se buscar minimizar as distâncias entre as frentes de extração, reduzindo assim o deslocamento excessivo da máquina.

Deve-se realizar a análise técnica de estudos de tempo e movimentos em atividades de colheita de madeira, em vários níveis de produtividade da floresta, visando construir uma base de dados para o planejamento da colheita e alocar os recursos disponíveis de acordo com as características da floresta.

Com a implementação de programas de gestão de qualidade voltados para o setor florestal, de modo que possa oferecer na qualidade do serviço e redução dos desperdícios do produto.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, M. K. L.; FERREIRA, O.O. Avaliação da etapa de derrubada e processamento de eucalipto para celulose. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 8, n. 1, p. 23-34, 1998.

ANDRADE, S. C. **Avaliação Técnica, Social, Econômica e Ambiental de Dois Sistemas de Colheita Florestal no Litoral Norte da Bahia**. 1998. 125f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

ARES, **Atlas das áreas com potencial de riscos do estado do Espírito Santo**. Governo do Estado do Espírito Santo, 2006. 125p.

BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho**. São Paulo: Edgard Blucher, 1977. 635p.

BURLA, E. R. **Avaliação Técnica e Econômica do “Harvester” na Colheita do Eucalipto**. 2008. 62f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

CANTO, J. L.; COELHO, F. M. G.; NOCE, R.; MACHADO, C. C.; REZENDE, J. L. P.; MENDES, L. M.; OLIVEIRA, J. M. Aspectos sociais do fomento florestal no estado do Espírito Santo. **Cerne**.123-132, 2009.

CANTO, J. L.; MACHADO, C. C.; SOUZA, A. P.; ROSA, A. G.; CARVALHO, M. M. A.; NOCE, R. Colheita e transporte florestal em propriedades rurais fomentadas no estado do Espírito Santo. **Revista Árvore**. 513-520, 2007.

CANTO, J. L.; MACHADO, C. C.; GONTIJO, F. M.; JACOVINE, L. A. G. Colheita e transporte florestal em propriedades rurais fomentadas no estado do Espírito Santo. **Revista Árvore**. 989-998, 2006.

CONAW, P. L. **Estatística**. São Paulo: Edgard Blucher, 1977. 264 p.

EMBRAPA. Centro Nacional e Pesquisa em Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 2006. 306 p.

FIEDLER, N. C.; ROCHA, E. B.; LOPES, E. S. Análise da produtividade de um sistema de colheita de árvores inteiras no norte do estado de Goiás. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, v. 38, n.4, p. 577-586, out./dez. 2008.

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.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Loggins and log transport in man-made forest in developing countries**. Rome, 1978.134p.

FREITAS, L. C. et.al. Estudo comparativo envolvendo três métodos de cálculo de custo operacional do caminhão bitrem. **Revista Árvore**, v. 28, n. 6, p. 855-863, 2004.

GOMES, F. S.; SANQUETTA, C. R.; SCOLFORO, J. R. S.; GRAÇAS, L. R.; MAESTRI, R. Efeitos do sítio e de cenários de custos e preços na análise de regimes de manejo com e sem desbaste em *Pinus taeda* L. **Cerne**, Lavras, MG. v. 8, n. 1, p. 013-031, 2002.

GOMES, F. S.; MAESTRI, R.; SANQUETTA, C. R. Análise financeira de regimes de manejo em povoamentos de *Pinus taeda* L., visando à produção de madeira para a indústria de papel e celulose. **Revista Árvore**, v. 22, n.2, p. 227-243, 1998.

GTZ (1986). Manual do Técnico Florestal. Apostilas do colégio Florestal de Irati.Vol. I. Irati- Paraná. 484 p.

JACOVINE, L. A. G. ; MACHADO, C. C. ; SOUZA, A. P. ; LEITE, H. G.; MINETTI, L. J. Avaliação da qualidade operacional em cinco subsistemas de colheita floresta. **Revista Árvore**, v. 29, n. 3, p. 391-400, 2005.

JACOVINE, L. A. G. ; MACHADO, C. C. ; SOUZA, A. P. ; LEITE, H. G. Avaliação da perda de madeira em cinco subsistemas de colheita florestal. **Revista Árvore**, v. 25, n. 4, p. 463-470, 2001.

JACOVINE, L. A. G.; REZENDE, J. L. P.; SOUZA, A. P.; LEITE, H. G.; TRINDADE, C. Descrição e uso de uma metodologia para avaliação dos custos da qualidade na colheita florestal semimecanizada. **Revista Ciência Florestal**, v. 9, n. 1, p. 143-160, 1999.

JACOVINE, L. A. G. **Desenvolvimento de uma Metodologia para Avaliação dos Custos da Qualidade na Colheita Florestal Semimecanizada**. 1996. 109p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.

JUNIOR, R. M. C.; SOBREIRA, F. G.; BORTOLOTTI, F. D.; SOUZA, L. A. Definição de unidade geomorfológica a partir de navegação e validação de campo utilizando GPS e sistemas de informações geográficas: o caso da sub-bacia do rio castelo – (ES). **Bol. Ciênc. Geod.**, sec. Artigos, Curitiba, v. 13, n 1, p.42-59, jan-jun, 2007.

LANI, J. L. **Deltas dos rios Doce e Itapemirim: solos, com ênfase nos tiomórficos, água e impactos ambientais do uso**. Universidade Federal de Viçosa. Tese de Doutorado. 1988. 169p.

LOPES, Eduardo da Silva. **Máquinas e implementos utilizados na colheita florestal** - Viçosa: Aprenda Fácil, 2001.

LOPES, Eduardo da Silva. **Operação e Manutenção de Motosserras**: manual técnico / Eduardo da Silva Lopes, Luciano José Minetti. - Viçosa: Aprenda Fácil, 2001.

MACHADO, C.C ; LOPES, E. S ; BIRRO ; M. H. B ; MACHADO, R. R. **Transporte rodoviário florestal**. Viçosa: UFV, 2009. 217p.

MACHADO, C.C.; LOPES, E.S. **Planejamento**. In: MACHADO, C.C. Colheita Florestal. Viçosa: Editora UFV, 2002. Cap. 7, p. 169-214.

MACHADO, Carlos Cardoso. **Elementos Básicos do Transporte Florestal Rodoviário** / Carlos Cardoso Machado, Eduardo Silva Lopes, Mauro Henrique Birro – Viçosa, UFV - 2000.

MACHADO, C. C.; LOPES, E. S. Análise da influência do comprimento de toras de eucalipto na produtividade e custo da colheita e transporte florestal. **Revista Cerne**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 124-129, 2000.

MACHADO, C.C. **Exploração florestal: V parte**. Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ; 1985. 15 p.

MACHADO, C.C. **Planejamento e controle de custo na exploração florestal**. Viçosa, MG: UFV, 1984. 138p.

MALINOVSKI, J.R.; CAMARGO, C.M.S.; MALINOVSKI, R.A. Sistemas. In: MACHADO, C.C. (Ed.). **Colheita florestal**. Viçosa, MG: UFV, 2008. Cap. 6, p. 161-184.

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

MALINOVISK, J.R. Técnicas de estudo de trabalho florestal. In: DIETZ, P. **Curso de atualização sobre exploração e transporte florestal**. Curitiba: FUPEF, 1983, p.92-109.

MATTHEWS, J. D. **Silvicultural systems**. Oxford: Clarendon Press, 1994. 283p.

MENDONÇA FILHO, Wilson Ferreira. **Viabilidade técnico-econômica da extração florestal em regiões montanhosas na região sudeste do Brasil**. UFRRJ, 2004.

MINETTE, L. J.; SOUZA, A. P.; FIEDLER, N. C.; SILVA, E. N. Carregamento e Descarregamento In: MACHADO, C. C. **Colheita florestal**. Viçosa: UFV, 2008, cap.5, p. 146-160.

MINETTE, L. J. **Análise de fatores operacionais e ergonômicos na operação de corte florestal com motosserra**. Viçosa: UFV, 1996. 211p. Tese Doutorado.

MIYATA, O. P. Custo operacional de máquinas utilizado na exploração e transporte da cultura de eucalipto. **Informe Agropecuário**, n. 141, p. 24-30, 1980.

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

OLIVEIRA, D.; LOPES, E. S.; FIEDLER, N. C. Avaliação técnica e econômica do Forwarder na extração de toras de pinus. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n.84, p. 525-533, dez. 2009.

PEEL, M. C. and FINLAYSON, B. L. and MCMAHON, T. A. **Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification**. 'Hydrol. Earth Syst. Sci.' 11: 1633–1644, 2007.

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)

RIBEIRO, N.; SITO, A.A.; GUEDES, B.S.; STAISS, C. **Manual de silvicultura tropical**. Maputo: UEM, 2002. 125p.

ROCHA, E. B. **Avaliação técnica e econômica de um sistema de colheita florestal de árvores inteiras no município de Niquelândia – GO**. 2006. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

RODRIGUEZ, Augusto Valencia; CASTRO, Paulo Fernando de; DRUMOND, Geraldo Sinésio. Engenharia industrial aplicada à exploração florestal. In: VII SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL. Curitiba. **Anais...**Curitiba: UFPR / FUPEF, 1992. p. 40-66.

SCHEEREN, L. W. **Estruturação da produção de povoamentos monoclonais de *Eucalyptus saligna* Smith manejados em alto fuste**. 2003. 181 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

SCOLFORO, J. R. MAESTRI, R.; O manejo de florestas plantadas. In: SCOLFORO, J. R. S.; **Manejo Florestal**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 438 p.

SCOLFORO, J. R. S.; MACHADO, S. A. Um sistema de crescimento e produção com simulador de desbaste. **Scientia Forestalis**, n. 50, p. 51-64, 1996.

SEIXAS, Fernando. Extração. In: MACHADO, C. C. **Colheita florestal**. Viçosa: UFV, 2008, cap.4, p. 97-145.

SEIXAS, F.; OLIVEIRA JÚNIOR, E.D. Compactação do solo devido ao tráfego de máquinas de colheita de madeira. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.60, p.73–87, 2001.

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

SHINGO, Shigeo. **O sistema Toyota de produção do ponto de vista da Engenharia de produção**. Tradução: Eduardo Schaan. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 1996, 296p.

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

SILVA, Carla Bento. **Avaliação ergonômica de máquinas utilizadas na colheita de eucalipto**. 2002. 166 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

SILVA, M. L. da; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. R. **Economia Florestal**. Viçosa, MG: UFV, 2005. 178 p.

SILVA, R. S.; FENNER, P. T.; CATANEO, A.; EQUIPE TÉCNICA DA DURATEX. Desempenho de máquinas florestais de colheita: derrubador - processador slingshot sobre as esteiras. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFV/SIF, 2003. p.167-179.

STOHR, G. W. D. Importância e aplicação do estudo do trabalho. In: Curso de atualização sobre sistemas de exploração e transporte florestal, Curitiba -PR. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1978. p.49-66.

TRINDADE, C.; REZENDE, J. L. P.; JACOVINE, L. A. G.; SARTÓRIO, M. L. **Ferramentas da qualidade: Aplicação na Atividade Florestal**. 2. Ed. Viçosa: UFV, 2007, 159p.

VALVERDE, S. R. **Análise técnica e econômica do sistema de colheita de árvores inteiras em povoamentos de eucalipto**. Viçosa, MG: UFV, 1995. 123 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

ANEXO

ANEXO A

A1) DETERMINAÇÃO DOS CUSTOS OPERACIONAIS DO CORTE FLORESTAL

CORTE FLORESTAL	
Valor de aquisição da motosserra (Va)	R\$ 1.830,00
Valor de revenda (Vr)	R\$ 700,00
Custo da corrente (Var)	R\$ 45,00
Vida útil da corrente (H)	112,5 hf
Taxa de juros anuais (i)	10% a.a.
Vida útil da máquina (N)	5 anos
Custo do litro de gasolina (Po)	R\$ 2,70
Consumo de gasolina. (co)	0,85 L/hf
Custo (óleo 2 tempos) -(PI)	R\$ 15,00
Consumo (óleo 2 tempo) (cl)	0,016 L/hf
Custo do óleo hidra. (Corrente de motosserra)	R\$ 7,00
Consumo de óleo hidra. (Corrente de motosserra)	0,030 L/hf
Custo do salário (Sop)	R\$ 472,00
Encargos trabalhistas (Enc = 186% sobre o salário)	R\$ 877,92
Consumo de combustível (óleo 2T + gasolina)	0,90 L/hf
Vida útil da corrente	15 dias

A2) DETERMINAÇÃO DOS CUSTOS OPERACIONAIS DO VEICULO DE TRANSPORTE PRINCIPAL

VEICULO DE TRANSPORTE	
Valor de aquisição (Va)	R\$ 110.000,00
Valor de revenda (Vr)	R\$ 80.000,00
Custo do pneu (Vd)	R\$ 1.200,00
Vida útil do pneu (H)	2363 hf
Taxa de juros anuais (i)	10% a.a.
Vida útil do maquinário (N)	5 anos
Custo do litro de diesel (Po)	R\$ 1,98
Consumo de diesel (co)	6,82 L/hf
Custo do kg de graxa (Pg)	R\$ 5,02
Consumo de graxa (cg)	0,12 Kg/hf
Custo do litro de lubrificante (PI)	R\$ 4,99
Consumo de lubrificantes (cl)	0,33 L/hf
Custo do litro de óleo hidra. (Poh)	R\$ 7,00
Consumo de óleo hidra. (coh)	0,02L/hf
Custo do salário (Sop)	R\$ 729,00
Encargos trabalhistas (Enc = 186% sobre o salário)	R\$ 1.355,94

A3) DETERMINAÇÃO DOS CUSTOS OPERACIONAIS DO TRATOR AUTOCARREGÁVEL

TRATOR AUTOCARREGÁVEL	
Valor de aquisição (Va)	R\$ 195.000,00
Valor de revenda (Vr)	R\$ 120.000,00
Custo do pneu (Vd)	R\$ 14.120,00
Vida útil do pneu (H)	8160 hf
Taxa de jurus anuais (i)	10% a.a.
Vida útil do maquinário (N)	5 anos
Custo do litro de diesel (Po)	R\$ 1,98
Consumo de diesel (co)	9,00 L/hf
Custo do kg de graxa (Pg)	R\$ 5,02
Consumo de graxa (cg)	0,40 kg/hf
Custo do litro de lubrificante (PI)	R\$ 4,99
Consumo de lubrificantes (cl)	0,75 L/hf
Custo do litro de óleo hidra. (Poh)	R\$ 4,49
Consumo de óleo hidra. (coh)	0,4 L/hf
Custo do salário (Sop)	R\$ 750,00
Encargos trabalhistas (Enc = 186% sobre o salário)	R\$ 1.395,00

A4) DETERMINAÇÃO DOS CUSTOS OPERACIONAIS DO DESCARREGADOR FRONTAL

DESCARREGADOR FRONTAL	
Valor de aquisição (Va)	R\$ 120.000,00
Valor de revenda (Vr)	R\$ 50.000,00
Custo pneu/corrente (Vd)	R\$ 12.000,00
Vida útil pneu/corrente (H)	10200 hf
Taxa de jurus anuais (i)	10% a.a.
Vida útil do maquinário (N)	5 anos
Custo do litro de diesel (Po)	R\$ 1,98
Consumo de diesel (co)	11,00 L/hf
Custo do kg de graxa (Pg)	R\$ 5,02
Consumo de graxa (cg)	0,40 kg/hf
Custo do litro de lubrificante (PI)	R\$ 4,99
Consumo de lubrificantes (cl)	0,75 L/hf
Custo do litro de óleo hidra. (Poh)	R\$ 4,49
Consumo de óleo hidra. (coh)	0,4 L/hf
Custo do salário (Sop)	R\$ 747,00
Encargos trabalhistas (Enc = 186% sobre o salário)	R\$ 1.389,42