

RODRIGO ZAGONEL

**ANÁLISE DA DENSIDADE ÓTIMA DE ESTRADAS DE USO FLORESTAL EM
RELEVO PLANO DE ÁREAS COM PRODUÇÃO DE *Pinus taeda*.**

**Dissertação apresentada com requisito parcial à
obtenção do grau de Mestre em Ciências
Florestais, ao Curso de Pós Graduação em
Engenharia Florestal da Universidade Federal
do Paraná.**

Orientador: Prof . Dr. Jorge Roberto Malinovski

**CURITIBA
2005**

A minha mãe Terezinha Ramella Zagonel (in memorian) e a Deus por estarem ao meu lado durante toda minha vida.

Dedico

AGRADECIMENTOS

À minha família que me apoiou e colaborou na complementação dos meus estudos.

À minha esposa Geysa que me acompanhou em toda minha caminhada, sendo sempre atenciosa e me ajudando a crescer a cada dia pessoalmente e profissionalmente.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Jorge Roberto Malinovski, primeiramente por ter acreditado na minha capacidade e ter me ofertado a chance de realizar o mestrado sob sua orientação, pelos conhecimentos e conselhos oferecidos e pelo apoio durante a realização do trabalho.

Aos professores do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, por todo conhecimento compartilhado.

Aos secretários do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, pela presteza e tolerância que sempre tiveram.

À Klabin S.A. - SC, na pessoa do gerente florestal Eng. Carlos José Mendes pelo convite e por viabilizar a realização do trabalho junto a tão conceituada empresa.

Ao engenheiro Hamilton Luiz Romanowski e ao técnico de desenvolvimento operacional Reinaldo José Correa por todo apoio e informações fornecidas durante o desenvolvimento deste trabalho.

Ao gerente da empresa prestadora de serviços Mario C. de Brida por possibilitar o estudo em sua equipe e pelos conselhos durante a coleta de dados.

Ao CNPq, por ofertar a bolsa de estudos que foi de fundamental importância para finalização do trabalho.

Aos amigos Darlon e Marcelo pela amizade e apoio que me ofertaram durante toda esta jornada.

Às amigas e colegas de laboratório Carla e Sandra, pela amizade, conselhos e apoio durante todo tempo de curso.

Ao amigo e engenheiro florestal Sebastião da Cruz Andrade, pelos valorosos conselhos e críticas na melhoria do trabalho.

Aos engenheiros florestais Romualdo Maestri, Alex Sandro Lima e Ricardo Penchel Filho pelo auxílio na tradução, pelo incentivo e considerações ao trabalho.

À empresa Aracruz Celulose S.A. por possibilitar a concretização deste trabalho.

SUMÁRIO

<u>LISTA DE FIGURAS</u>	
<u>LISTA DE TABELAS</u>	
<u>RESUMO</u>	
<u>ABSTRACT</u>	
<u>1 INTRODUÇÃO</u>	
<u>2 OBJETIVOS</u>	
<u>2.1 OBJETIVO GERAL</u>	3
<u>2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u>	3
<u>3 REVISÃO DE LITERATURA</u>	
<u>3.1 COLHEITA FLORESTAL</u>	4
<u>3.1.1 Conceito</u>	4
<u>3.1.2 Sistemas de Colheita de Madeira</u>	4
<u>3.1.2.1 Sistema toras curtas</u>	5
<u>3.1.2.2 Sistema de fustes</u>	5
<u>3.1.2.3 Sistema árvore inteira</u>	6
<u>3.1.2.4 Sistema árvore completa</u>	6
<u>3.1.2.5 Sistema cavaqueamento</u>	6
<u>3.1.3 Colheita Florestal no Brasil</u>	6
<u>3.1.4 Corte</u>	8
<u>3.1.4.1 Conceito e generalidades</u>	8
<u>3.1.4.2 Corte com motosserras</u>	9
<u>3.1.4.3 Corte com feller-buncher ou derrubadores-acumuladores</u>	9
<u>3.1.4.4 Corte com harvester</u>	9
<u>3.1.5 Extração</u>	10
<u>3.1.5.1 Conceito</u>	10
<u>3.1.5.2 Tipos de extração</u>	10
<u>3.1.5.3 Fatores de influência</u>	11
<u>3.1.5.4 Principais máquinas de extração</u>	12
<u>3.1.6 Rede Viária Florestal</u>	18
<u>3.1.6.1 Conceitos</u>	19
<u>3.1.6.2 Importância e finalidades</u>	20
<u>3.1.6.3 Rede viária florestal brasileira</u>	21
<u>3.1.6.4 Classificação de estradas</u>	21
<u>3.1.6.5 Impactos ambientais</u>	22
<u>3.1.6.6 Considerações gerais sobre planejamento da malha viária</u>	23
<u>3.1.7 Densidade de Estradas Florestais</u>	24
<u>3.1.7.1 Densidade ótima de estradas</u>	24
<u>3.1.7.2 Distância média de extração</u>	25
<u>3.1.7.3 Interação da rede viária com extração florestal</u>	26
<u>3.1.7.4 Custos de estradas de uso florestal</u>	27
<u>3.2 METODOLOGIA DOS CUSTOS DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS</u>	27
<u>3.3 ESTUDO DE TEMPOS E MOVIMENTOS</u>	28
<u>3.3.1 Conceitos e Generalidades</u>	28

<u>3.3.2 Metodologia do Estudo do Trabalho</u>	29
<u>3.3.3 Coleta de Dados</u>	30
<u>3.3.4 Pontos de Medição</u>	30
<u>3.3.5 Ciclos</u>	30
<u>3.3.6 Métodos de Medição e Tipos de Cronômetros</u>	30
<u>3.3.7. Formulários</u>	31
<u>3.3.8 Rendimentos</u>	32
<u>3.3.9 Treinamento de Pessoal</u>	32
<u>3.3.10 Prevenção de Acidentes</u>	33
<u>3.4 CERTIFICAÇÃO FLORESTAL</u>	34
<u>4 MATERIAL E MÉTODOS</u>	
<u>4.1 MATERIAL</u>	37
<u>4.1.1 Local e Período de Coleta de Dados</u>	37
<u>4.1.2 Condições de Manejo e Classes de Relevo</u>	37
<u>4.1.3 Caracterização e Descrição do Sistema de Colheita</u>	39
<u>4.1.4 Equipamento de Extração</u>	39
<u>4.1.5 Estudo de Tempos e Movimentos</u>	41
<u>4.1.5.1 Grandezas relativas</u>	41
<u>4.1.5.2 Tempo dos ciclos</u>	42
<u>4.1.5.3 Umidade do solo</u>	43
<u>4.1.6 Premissas e Condicionantes</u>	43
<u>4.2 MÉTODOS</u>	44
<u>4.2.1 Considerações Econômicas – Análise da Densidade Ótima de Estradas (DOE)</u>	44
<u>4.2.1.1 Determinação das equações das atividades efetivas – equação específica</u>	44
<u>4.2.1.2 Distância média de extração (DME)</u>	45
<u>4.2.1.3 Custo de estradas de uso florestal</u>	46
<u>4.2.1.4 Custo por perda de área produtiva (Pap)</u>	48
<u>4.2.1.5 Custo de extração de madeira</u>	49
<u>4.2.2 Custo Operacional de Máquinas e Equipamentos</u>	49
<u>4.2.3 Densidade Ótima de Estradas</u>	50
<u>4.2.4 Análise Estatística</u>	50
<u>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES</u>	
<u>5.1 PRODUTIVIDADE</u>	52
<u>5.2 DETERMINAÇÃO DO TEMPO DAS ATIVIDADES EFETIVAS</u>	52
<u>5.3 CUSTOS DE ESTRADAS DE USO FLORESTAL</u>	56
<u>5.4 CUSTOS POR PERDA DE ÁREA PRODUTIVA</u>	57
<u>5.5 CUSTOS DE EXTRAÇÃO DE MADEIRA</u>	57
<u>5.6 DENSIDADE ÓTIMA DE ESTRADAS DE USO FLORESTAL</u>	58
<u>5.6.1 Derivadas das Equações</u>	58
<u>5.7 VARIAÇÃO DA FAIXA DE ESTRADAS</u>	64
<u>5.8 COMPARAÇÃO ENTRE FAZENDAS (EQUIPES)</u>	65
<u>6 CONCLUSÃO</u>	
<u>7 RECOMENDAÇÕES</u>	
<u>GLOSSÁRIO</u>	
<u>REFERÊNCIAS</u>	
<u>ANEXOS</u>	

LISTA DE FIGURAS

<u>FIGURA 1 - RELAÇÃO ENTRE DENSIDADE DE ESTRADAS E OS CUSTOS DE: EXTRAÇÃO, ESTRADAS E PERDA DE ÁREA PRODUTIVA DA FAZENDA VENTURA (EQUIPE A).</u>	62
<u>FIGURA 2 - RELAÇÃO ENTRE DENSIDADE DE ESTRADAS E OS CUSTOS DE: EXTRAÇÃO, ESTRADAS E PERDA DE ÁREA PRODUTIVA DA FAZENDA SUMIDOURO (EQUIPE B).</u>	63

LISTA DE TABELAS

<u>TABELA 1 - INVENTÁRIO PRÉ-CORTE FAZENDA VENTURA</u>	38
<u>TABELA 2 - INVENTÁRIO PRÉ-CORTE FAZENDA SUMIDOURO</u>	38
<u>TABELA 3 - PRODUTIVIDADE MÉDIA DO SKIDDER POR CICLO (VMÉD*)</u>	52
<u>TABELA 4 - TEMPOS MÉDIOS POR CICLO</u>	53
<u>TABELA 5 - TEMPOS MÉDIOS DE FORMAÇÃO DE CARGA (FC) POR CICLO</u>	53
<u>TABELA 6 - TEMPOS MÉDIOS DE DESCARGA (DC) POR CICLO</u>	54
<u>TABELA 7 – DISTÂNCIAS MÉDIAS DE FORMAÇÃO DE CARGA (DISTFC)</u>	54
<u>TABELA 9 – VELOCIDADE MÉDIA COM CARGA (VCC)</u>	55
<u>TABELA 10 - CUSTOS ANUAIS DE ESTRADAS DE USO FLORESTAL</u>	56
<u>TABELA 11 – CUSTOS DE ESTRADAS SECUNDÁRIAS, CUSTOS DE PERDA DE ÁREA PRODUTIVA, CUSTOS DE EXTRAÇÃO E CUSTO GLOBAL</u>	60
<u>TABELA 12 - VARIAÇÃO DOS CUSTOS DE PERDA DE AREA PRODUTIVA, CUSTO TOTAL MÍNIMO E DENSIDADE DE ESTRADAS EM FUNÇÃO DA FAIXA DE ESTRADAS DE USO FLORESTAL</u>	64
<u>TABELA 13 – COMPARAÇÃO ENTRE DENSIDADE DE ESTRADAS, DISTÂNCIA MÉDIA DE ESTRADAS E CUSTO GLOBAL OTIMIZADO COM OS VALORES OBTIDOS NO CAMPO</u>	65
<u>TABELA 14 - COMPARAÇÃO ENTRE CUSTOS DE EXTRAÇÃO, PERDA DE ÁREA PRODUTIVA E CUSTO DE ESTRADAS OTIMIZADO X VALORES OBTIDOS NO CAMPO</u>	66

RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar a densidade ótima de estradas em relevo plano em florestas plantadas de *Pinus taeda*, baseando-se nos custos de estradas de uso florestal, extração de madeira com skidder e custos de perda de área produtiva. A análise técnica englobou estudo de tempos e movimentos e de produtividade. A análise econômica englobou custos operacionais, custos de produção e rendimentos. Obteve-se o custo total global mínimo e considerou-se um intervalo de confiança 10% em relação ao mesmo. Os dados foram coletados em uma empresa localizada em Santa Catarina com unidades fabris nas cidades de Correia Pinto e Otacílio Costa. O período de coleta foi de dezembro de 2003 a março de 2004. Para equipe A (Fazenda Ventura) a densidade ótima de estradas foi de 30,48m/ha, com custo de construção e manutenção de estradas de US\$ 0,4710/m³, perda de área produtiva foi de US\$ 0,2437/ m³, o de extração foi de US\$ 1,1445 /m³ e custo global mínimo de US\$ 1,8592/m³. Admitindo o intervalo de 10% em relação ao custo global mínimo a densidade de estradas variou entre 17,95 e 51,85 metros/ha, custos de construção e manutenção de estradas entre US\$ 0,2774 e 0,8012 m³, perda de área produtiva entre US\$ 0,1435 e 0,4145 m³, de extração entre US\$ 1,6435 e 0,8500 m³ e os custos globais entre US\$ 2,0644 e 2,0657 m³. Para equipe B (Fazenda Sumidouro) a densidade ótima de estradas foi de 25,47m/ha, custo de construção e manutenção de estradas de US\$ 0,3936/m³, perda de área produtiva de US\$ 0,2036/m³, de extração US\$ 0,9166/m³ e custo global de US\$ 1,5138/m³. Admitindo o intervalo de 10% em relação ao custo global mínimo a densidade de estradas variou entre 15,10 e 43,03 metros/ha, os custos de construção e manutenção de estradas entre US\$ 0,2333 e 0,6649 m³, perda de área produtiva entre US\$ 0,1207 e 0,3440 m³, de extração entre US\$ 1,3267 e 0,6729 m³ e os custos globais entre US\$ 1,6808 e 1,6818 m³.

Palavras-chave: Colheita florestal, extração, Skidder, custo, produtividade e densidade ótima.

ABSTRACT

The objective of this study was to optimize the density of plane beard of roads in *Pinus taeda* forests, based on costs of forest roads, harvest of wood with skidder and costs of loss of productive area. Technical analysis included studies on periods, movements and productivity. Economical analysis included operational costs, production costs and revenues. Minimum global total cost was obtained and was considered a confidence interval of 10% for it. Data were collected in a company located in State of Santa Catarina, in Brazil, on industrial units in the city of Correia Pinto and city of Otacílio Costa. The period of data collection ranged from December 2003 to March 2004. Regarding the A team (Ventura Farm), the optimal density for the roads was 30,48 m/ha, road construction and maintenance costs of US\$ 0,47/m³, loss of productive area costs of US\$ 0,25/m³, harvesting costs of US\$ 1,14/m³ and minimum global costs of US\$ 1,86/m³. Admitting the interval of 10% in relation to the minimum global cost, road density varied between 17,95 and 51,85 m/ha, road construction and maintenance costs between US\$ 0,28 and 0,80 m³, loss of productive area between US\$ 0,14 and 0,41m³, harvesting between US\$ 1,64 and 0,85 m³ and global costs between US\$ 2,06 and 2,07 m³. Regarding the B team (Sumidouro Farm), the optimal density for the roads was 25,47 m/ha, road construction and maintenance costs of US\$ 0,39/m³, loss of productive area US\$ 0,20/m³, harvesting US\$ 0,92/m³ and global costs US\$ 1,51/m³. Admitting the interval of 10% in relation to the minimum global cost, the overall variation in costs were the following: road density varied between 15,10 m/ha and 43,03 m/ha; losses in road construction and maintenance varied between US\$ 0,23 m³ and US\$ 0,66 m³; losses of productive area varied between US\$ 0,12 m³ and US\$ 0,34 m³; harvesting between US\$ 1,33 and US\$ 0,67 m³ and global costs between US\$ 1,68 and US\$ 1,68 m³.

Key words: forest harvesting, extraction, skidder, harvesting, cost, productivity and optimized density.

1 INTRODUÇÃO

A colheita e o transporte de madeira são atividades que representam aproximadamente 70 % dos custos da matéria-prima (madeira) influenciando diretamente no valor final.

A colheita florestal é o conjunto de atividades que visam derrubar, extrair e fazer sortimentos da madeira. Esta ligada ao planejamento de longo prazo, planejamento operacional, sistema de extração, consumo das unidades industriais, de vendas e ao meio ambiente.

A falta de planejamento detalhado, nível de cultura dos colaboradores, normatização das atividades operacionais do sistema de extração, definição do manejo de florestas plantadas, mecanismos de suporte para extração, adequação de equipamentos a extração e a falta de competitividade de equipamentos, são alguns aspectos que levam a ineficiência da colheita da madeira tendo reflexo na sustentabilidade do meio ambiente e no seu custo final.

O sistema de extração influencia na densidade de estradas, pois, é ela que definirá o dimensionamento da malha viária tornando-a otimizada. As estradas de uso florestais têm apresentado uma crescente preocupação nas áreas de planejamento das empresas, pois, quando otimizadas trazem benefícios econômicos, tecnológicos e ambientais.

Analisando a malha viária florestal a densidade de estradas desponta como fator fundamental junto a colheita, a ser considerado, estando relacionada ao método de extração, área de estradas e danos permanentes a paisagem. O método de extração de madeira irá determinar uma densidade de estradas maior ou menor, as características e peculiaridades de cada equipamento e seu uso otimizado irão apontar as melhores alternativas econômicas. Um sistema que apresente uma pequena distância de extração possuirá uma densidade de estradas muito alta aumentando os custos de construção e manutenção de estradas, reduzindo a área produtiva das áreas e uma maior degradação ao meio ambiente, através das aberturas de novas estradas, cortes no solo e compactação do mesmo.

Hoje as certificações florestais, são um critério importante na definição de um sistema de colheita e na definição de uma malha viária que minimize os impactos ambientais, possivelmente, estas atividades têm o maior poder impactante. Por isso, é necessário que a variável ambiental seja considerada em todo processo de colheita e

definição da malha viária. Malinovski (2000), cita que o maior desafio é manter a produtividade florestal através da perfeita interação de sistemas de colheita de madeira dentro de um plano de manejo adequado, mantendo sob controle os danos ao meio ambiente, porém sendo economicamente viável.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar economicamente a densidade de estradas em florestas plantadas de *Pinus taeda*, com finalidade de racionalizar o binômio estradas e extração florestal, através do estudo da densidade ótima de estradas relacionada com a distância ótima de extração e custos de extração de madeira, perda de área produtiva, construção e manutenção de estradas de uso florestal.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Coletar e compilar dados de tempos de ciclos em função da distância de 2 (duas) equipes de colheita com métodos de extração e equipamentos de nível tecnológico semelhantes;
- Determinar a densidade ótima de estradas florestais secundárias, que minimize o custo total por meio de um modelo matemático pré-estabelecido;
- Estabelecer a relação entre rendimentos *versus* custo de extração *versus* densidade ótima de estradas;
- Comparar o sistema convencional de extração e o otimizado, por meio da determinação de suas capacidades produtivas;
- Avaliar o comportamento dos custos de extração, estradas de uso florestal e perda de área produtiva em função da densidade ótima de estradas.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 COLHEITA FLORESTAL

3.1.1 Conceito

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

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

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

3.1.2 Sistemas de Colheita de Madeira

Sistema é definido como conjunto formado por elementos e processos, Stöhr (1976). Segundo Malinovski (1981), é um conjunto de atividades inter-relacionadas entre si que contribuem para um objetivo comum, é caracterizado por uma seqüência, lugar e objeto de trabalho, englobam toda a cadeia de produção, ou seja, todas as atividades parciais.

Machado (2002), define como um conjunto de atividades integradas entre si que permitem o fluxo constante de madeira, evitando-se os pontos de estrangulamento, levando os equipamentos a sua máxima utilização. Mac Donagh (1994), conceitua os sistemas de colheita como sendo a ligação entre matéria-prima (árvores em pé, na floresta) e as

indústrias de transformação da madeira através do conjunto de operações responsáveis pelo abastecimento das mesmas.

Os sistemas podem variar de acordo com os tratamentos silviculturais, relevo, clima, tipo de solo, sortimento, capital de investimento, disponibilidade de mão de obra, volume a ser produzido e outros. Segundo a FAO MONTES 2 (1978) e Malinovski e Malinovski (1998), os sistemas de colheita podem ser classificados quanto ao comprimento das toras e forma como são extraídas ao local de processamento. Desta forma existem basicamente 4 (quatro) sistemas de colheita segundo Malinovski e Malinovski (1998):

- Sistema de Toras Curtas (Cut-to-length);
- Sistema Fustes (Tree-length);
- Sistema de árvores inteiras (Full-tree);
- Sistemas de árvores completas (Whole-tree).

MACHADO (1985), acrescenta mais um sistema, o Sistema de Cavaqueamento (Chipping).

3.1.2.1 Sistema toras curtas

É o sistema mais antigo utilizado no Brasil. Caracteriza-se pelos trabalhos complementares ao corte (desgalhamento e processamento) no próprio local onde a árvore foi derrubada. As árvores são processadas em comprimentos de até 6 metros, variando com a mecanização, e após esta atividade parcial são extraídas.

Este sistema é amplamente empregado por exigir menor grau de mecanização e facilidade de deslocamento a pequenas distâncias, baixa agressão ao meio ambiente principalmente em relação ao solo, e a possibilidade de ser utilizado em desbastes, Malinovski e Malinovski (1998).

3.1.2.2 Sistema de fustes

Este sistema consiste em efetuar o desgalhamento e o destopamento da árvore no mesmo local onde ocorreu o corte. Desta forma o traçamento, é realizado nas estradas que circundam o talhão, nos pátios intermediários de processamento ou nas indústrias. É um

sistema amplamente utilizado na América do Norte, onde até 1996 cerca de 90 a 95% de toda madeira era colhida por este método. No Brasil muitas empresas no sul utilizam este sistema por ser um dos mais baratos quando mecanizados, Malinovski e Malinovski (1998).

3.1.2.3 Sistema árvore inteira

A árvore é derrubada e extraída para fora do talhão, onde o processamento completo é feito em locais previamente escolhidos, Machado (1985); Malinovski e Malinovski (1998).

3.1.2.4 Sistema árvore completa

Este sistema tem por estratégia retirar a árvore inclusive com as raízes, de forma tal que seja possível a utilização da árvore completa, Machado (1985); Malinovski e Malinovski (1998).

Somente nos casos em que as raízes sejam de valor comercial este sistema torna-se interessante. É o caso de árvores com alta concentração de resina nos potenciais tocos ou árvores consideradas medicinais. Não existe muita tecnologia para o uso deste sistema, o qual retira biomassa podendo prejudicar a manutenção da produtividade dos sítios Malinovski e Malinovski (1998).

3.1.2.5 Sistema cavaqueamento

A árvore é derrubada e processada no próprio local, sendo levada em forma de cavacos para um pátio de estocagem ou diretamente para indústria, Machado (2002).

3.1.3 Colheita Florestal no Brasil

Na atividade florestal, a colheita de madeira é a etapa mais importante do ponto de vista econômico Santos et. al. (2000). No Brasil a modernização surgiu na década de 60,

com o surgimento das primeiras motosserras, chamadas “Damas da Modernização”, Waldrigues (1983).

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

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

Com a abertura das importações em 1994, as empresas intensificaram a mecanização de suas operações de colheita com objetivo de reduzir custos de produção e aumento da eficiência, Machado (2002).

A mecanização das operações de colheita florestal tem sido uma das preocupações prioritárias das empresas brasileiras de base florestal nos últimos anos, os motivos são diversos como: aumento da demanda de madeira; aumento dos custos sociais dos trabalhadores; as buscas do aumento da produtividade; a escassez da mão-de-obra; a natureza rude das atividades e principalmente a competitividade cada vez mais intensa que obriga a reduzir custos, Tiburcio et. al. (1995).

Segundo Schneider e Finger (2000), a colheita florestal constitui-se na preocupação principal das atividades a serem desenvolvidas no sistema de manejo, por causa das dificuldades, custos e danos causados no momento do abate das árvores.

A colheita representa em média 60 a 70% dos custos da madeira posta no pátio Malinovski e Malinovski (1998), já Valença et. al. (2000), afirmam que a colheita represente mais de 50% dos custos e Souza (2001), afirma representarem aproximadamente 70% dos custos da madeira colocada no pátio das empresas.

Segundo Souza (2000), o cenário atual da colheita florestal apresenta 3 (três) grandes divisões. As empresas grandes com máquinas leves, médias e pesadas, altamente sofisticadas; as empresas médias que utilizam máquinas e equipamentos pouco sofisticados e mão-de-obra especializada; e as pequenas empresas que continuam a utilizar métodos rudimentares, tradicionais, baseados na mão-de-obra não especializada e barata.

Malinovski (2000), cita alguns desafios da colheita de madeira no Brasil devem ser considerados:

A mão-de-obra especializada com qualificação adequada para operar máquinas de última geração é uma delas, além da terceirização da atividade onde o melhor caminho é a relação de parceria entre empresa contratada e prestadora. Para Machado (2002), o mercado de máquinas através dos custos altos e o mercado de preços irá definir a permanência ou não de diversas empresas no mercado.

O mercado de produtos oriundos da madeira é fator importante, pois, a colheita é a operação que mais tende a agredir o meio ambiente, já que muitas delas detêm ou estão em busca do “selo de certificação”, Malinovski (2000).

Murakami (1996), afirma que a sustentabilidade do meio ambiente tem sua relação com o nível de profissionalização de toda a atividade florestal, sendo que a colheita de madeira é a atividade econômica final. A falta de planejamento detalhado, definição do manejo de florestas plantadas, sistemas de extração são alguns aspectos que levam a ineficiência da colheita de madeira tendo reflexo na sustentabilidade do meio ambiente e nos povoamentos remanescentes.

Desta maneira, o maior desafio da colheita florestal é manter a produtividade florestal através da perfeita interação de sistemas de colheita dentro de um plano de manejo adequado, mantendo sob controle os danos à ambiência, porém, sendo economicamente viável Malinovski (2000). Já para Machado (2002), o maior desafio é manter ou elevar a produtividade dos plantios florestais, independente da rotação.

3.1.4 Corte

3.1.4.1 Conceito e generalidades

O corte é a primeira etapa da colheita florestal e tem grande influência na realização das operações subsequentes, compreendendo as operações de derrubada, desganhamento, traçamento e empilhamento, é uma operação de grande importância por ser a etapa inicial do preparo da madeira, Sant’anna (2002).

Atualmente as principais linhas de equipamentos utilizados nesta operação são as motosserras, tratores empilhadores “feller bunchers” e derrubadores com cabeçotes processadores “harvesters”, Malinovski e Malinovski (1998) e Hakkila et. al. (1992).

Lopes et. al. (2000), afirma que apesar da existência no mercado de diversas máquinas derrubadoras, colhedoras e processadoras, o método de corte semimecanizado, utilizando motosserras, ainda é muito difundido em virtude do seu baixo custo e fácil manuseio, em qualquer condição topográfica.

3.1.4.2 Corte com motosserras

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

Sant'anna (2002), afirma que o corte realizado com motosserra permite produtividade individual elevada, exige baixo investimento inicial, menos mão-de-obra qualificada, proporciona melhores salários aos trabalhadores, além de poder ser utilizada em locais de difícil acesso às máquinas especializadas.

3.1.4.3 Corte com feller-buncher ou derrubadores-acumuladores

O Feller-Buncher consiste basicamente em um trator de pneus ou de esteiras com um implemento frontal que faz o corte, acumulando árvores ou não e empilhando-as para a extração. Os implementos de corte podem ser três: sabre, tesoura e disco, Malinovski e Malinovski (1998).

No Brasil, surgiram no fim da década de 70 baseados em modelos de máquinas americanas, sendo que, a empresa Olinkraft (atualmente Klabin-SC) desenvolveu um equipamento de corte acionado por bomba hidráulica.

3.1.4.4 Corte com harvester

É um trator derrubador, desganhador, traçador e empilhador, composto de uma máquina base de pneus ou esteira, uma grua e um cabeçote, Malinovski e Malinovski

(1998). Segundo os autores, no caso de “One Grip Harvester”, o cabeçote corta, desgalha e traça, e para o “Two Grip Harvester” o cabeçote tem somente a função de corte, estando sobre o eixo traseiro da máquina base os equipamentos para desgalhamento e traçamento.

Os principais objetivos do projeto de desenvolvimento do harvester foram: reduzir a mão-de-obra de baixa qualificação; melhorar as condições de trabalho do homem; diminuir os custos operacionais.

3.1.5 Extração

3.1.5.1 Conceito

Ribeiro e Souza (1992), definem extração ou movima, como sendo a retirada da madeira dos talhões para a remoção. Malinovski e Perdoncini (1990), consideram extração o ato de após a derrubada, proceder-se a retirada da madeira da floresta até a estrada ou estaleiro, para então ser transportada.

Segundo Seixas (2002), extração é a movimentação de madeira desde o local de corte até a estrada, carregadores ou pátio intermediário.

Tanaka (1987), define extração, arraste ou baldeio florestal como uma das fases da colheita florestal em que se faz a retirada da madeira do povoamento florestal para as margens das estradas de uso florestal, utilizando-se de sistemas manuais, animais e mecanizados.

3.1.5.2 Tipos de extração

Malinovski e Malinovski (1998) citam que, as operações de extração diferem quanto a forma como a carga é extraída. Existem vários sinônimos desta operação dependendo da forma como é realizada ou tipo de equipamento empregado:

- Arraste: quando a carga esta em contato total ou parcial com o terreno. Os principais equipamentos são: tratores agrícolas adaptados, skidders, guinchos, extração manual e animal;

- Baldeio: é quando a carga é extraída sobre uma plataforma como um trailer ou um trator autocarregável, principais equipamentos: forwarders e tratores auto-carregáveis;
- Suspenso: é quando a madeira é extraída suspensa por meio de teleféricos, balões ou helicópteros.

3.1.5.3 Fatores de influência

A extração de madeira é um dos pontos críticos da colheita florestal, exigindo um planejamento detalhado da operação de maneira a empregar os equipamentos próprios dentro do sistema mais indicado de trabalho, Seixas (2002). Sant'anna Junior (1992), cita que cada empresa adota o sistema de extração em função de suas características ou limitações como topografia, florestas, disponibilidade de capital entre outros.

Seixas (2002), detalha alguns fatores influentes que devem ser corretamente avaliados:

a) Densidade do talhão

O número de árvores colhidas por área e o volume das pilhas de madeira influenciam diretamente na operação de carregamento. Em florestas com baixa densidade, o tempo de viagem do equipamento aumenta, a produção fica abaixo da média e os custos unitários tornam-se mais elevados.

b) Topografia

A inclinação do terreno delimita o equipamento a ser utilizado, influenciando diretamente o rendimento da máquina escolhida. Deve ser respeitada para cada equipamento a sua capacidade máxima de trabalho, de acordo com a declividade e os acidentes do terreno. Em alguns terrenos, os danos resultantes da erosão e as dificuldades de regeneração muitas vezes impedem a utilização de determinados equipamentos que poderiam trabalhar naquela inclinação.

c) Solo

A capacidade de sustentação e tração do equipamento estão condicionados ao tipo de solo. Estas características dependem do teor de umidade do solo, ocorrendo um processo

de compactação acentuada em teores mais elevados de umidade e até a total incapacidade de movimentação do veículo em determinado tipo de solo e conteúdo de umidade.

d) Volume por árvore

Quanto menor a árvore, maior o custo operacional por unidade de produção. Indivíduos maiores significam menos número para completar uma carga, reduzindo os custos operacionais variáveis. Porém árvores acima da média podem dificultar as atividades exigindo maior potência do equipamento.

e) Distância de extração

O planejamento inicial feito na floresta, em termos da dimensão dos talhões e densidade de estradas determina a distância de extração, condicionando a seleção dos equipamentos mais adequados para cada situação.

3.1.5.4 Principais máquinas de extração

Para Staaf e Wiksten (1984), é importante para viabilidade das operações florestais que a extração seja desenvolvida ao menor custo possível, segundo os mesmos autores, esta operação pode ser desenvolvida por tração animal ou máquinas, a escolha do equipamento irá variar conforme as limitações da empresa ou prestador que vão desde condições e exigências ambientais até a capacidade de investimentos. Neste trabalho o arraste é componente do sistema e fator determinante na densidade ótima de estradas.

3.1.5.4.1 Extração manual

a) Rolamento ou Tombo

Segundo Seixas (2002), é um sistema utilizado com toras de pequenas dimensões geralmente em desbastes, pela ausência de espaço para a entrada de máquinas e pelo corte raso em locais acidentados devido à falta de equipamentos adequados. Exige pequenas distâncias de extração, e é efetuado através do arremesso de pequenos toretes morro abaixo

até a margem das estradas. A extração manual é feita normalmente por pequenos empreiteiros que trabalham no sistema de toras e toretes, nas grandes empresas florestais esta prática não é muito utilizada, Malinovski e Malinovski (1998).

b) Calhas

São empregadas em topografia acidentada, inclinação mínima de 40% e restritas à colheita de madeira curta. Podem ser feitas com fibra de vidro ou de metal, com dois a três metros de comprimento cada peça. O inconveniente deste sistema é sua montagem, desmontagem e transporte do material. Possuem comprimento que varia de 100 a 200 metros de comprimento, englobando uma faixa de retirada de madeira de 10-15 metros, Seixas (1987).

3.1.5.4.2 Extração com animais

A FAO (1974), estipula uma distância máxima de 140 metros, com limitação de 30% de declive e 15 a 17% de aclave e a velocidade de trabalho varia de 2,5-4,0 km/h, dependendo da topografia, tipo solo e intensidade de sub-bosque.

A utilização de animais é uma prática muito comum em algumas regiões, principalmente nas pequenas empresas florestais e pequenos empreiteiros, e consiste no arraste de toras, toretes e fustes pelo povoamento utilizando cavalos, bois e muares. Malinovski e Malinovski (1998).

Tanaka (1987) cita que, o menor custo operacional é consequência do baixo investimento inicial necessário, da pequena depreciação do capital investido e da utilização de mão-de-obra pouco especializada.

3.1.5.4.3 Tratores agrícolas adaptados

Estes tratores tiveram o seu desenvolvimento e utilização nas empresas na década de 70, Malinovski e Malinovski (1998). Os tratores são semelhantes sendo que seu diferencial se dá no implemento:

Trator agrícola adaptado engate simples

Uma corrente entre a carga e o trator, ficando os fustes com todo seu comprimento no solo (portanto a mesma não é suspensa), Malinovski e Malinovski (1998).

Trator agrícola adaptado (barra e corrente)

Neste caso a barra é colocada nos braços inferiores do sistema de três pontos do trator. As correntes amarram a carga e a barra, de forma que a carga possa ser suspensa a uma altura que depende dos seguintes parâmetros: distância existente entre a carga e a barra, altura que o sistema hidráulico do trator tolerar e do balanço dos pesos do conjunto trator e carga, Malinovski e Malinovski (1998).

Trator agrícola com guincho

O guincho simples é um equipamento fabricado para adaptar o trator agrícola ao trabalho florestal. Trabalha puxando a carga com o cabo de aço até onde está o trator, e daí para frente a carga é levantada e transportada. O guincho trabalha fixado ao sistema de três pontos do trator, Malinovski e Malinovski (1998). Neste caso, a altura que é levantada a carga depende do tipo de guincho, do sistema de três pontos do trator, do peso do trator e das características da carga (peso, comprimento, flexibilidade, diâmetro da base, forma da carga e equilíbrio entre carga e trator), Mac Donagh (1994). Muito utilizado em declividades superiores a 35% que não permitem a utilização dos skidders.

Trator agrícola com guincho com cabo de retorno

Este implemento acoplado ao trator possui a função de arrastar até um estaleiro e retornar até o local onde as mesmas se encontram. Sua utilização é possível graças a um sistema de roldanas previamente fixado em algumas árvores no final do ramal e próximas

ao guincho. A distância máxima de extração é determinada pelo equipamento, Malinovski e Malinovski (1998).

Trator agrícola adaptado (miniskidder)

Surgiram em 1983 desenvolvidos pela empresa Manville (atualmente Klabin-SC), que comprou tratores agrícolas e adaptou as garras traseiras copiadas de modelos americanos e construídas na própria empresa, Malinovski e Malinovski (1998). Seu trabalho é idêntico ao skidder de pinça, porém o rendimento é muito menor.

3.1.5.4.4 Extração mecanizada com skidder

Segundo Seixas (2002), o skidder surgiu na década de 60 e é um veículo versátil, forte, fácil de operar e econômico. Sua robustez e facilidade de manutenção são algumas das razões que o fazem popular na atividade florestal. Sua capacidade de carga depende de algumas variáveis, como resistência ao rolamento, coeficiente de tração e atrito ocorrido onde a carga se apóia no solo. Todas as variáveis se alteram de acordo com o teor da umidade do solo e sua textura. Segundo Hakkila, (1989) e Hakkila et. al. (1992), os skidders, foram projetados para o método de fuste (árvores sem galhos).

Machado (1984), destaca alguns itens para se obter a máxima eficiência: declividade do terreno deve estar entre 30% sentido favorável e 10% sentido adverso, trator florestal compatível com a carga que será arrastada, performance do operador é fundamental, pois pode influenciar em 40% do rendimento e pneus devem estar em pressão compatível com as condições e o tipo de solo.

Tipos de skidder

Segundo Mac Donagh (1994), no arraste, a máquina mais utilizada é o Skidder, característico em sistemas de colheita de fustes.

a) Skidder com cabo

São tratores de pneus, articulados, com um sistema de guincho na parte traseira e tração nas quatro rodas. O Skidder trabalha puxando a carga até onde este se encontra e depois ela é levantada, Malinovski e Malinovski (1998). Este equipamento é indicado para a extração de toras dispersas na área, além de trabalhar em terrenos pouco acidentados, não sendo necessário que a máquina chegue até a carga, Seixas (2002).

b) Skidder com garra ou pinça

Trator munido de garra hidráulica, de abertura inferior, que realiza o arraste. Indicado para trabalhos em locais onde as toras foram previamente empilhadas, sendo indispensável quando a operação de corte formar feixes, Machado (1984). No Brasil, o uso dos Skidders intensificou-se após 1993 com a liberação das importações sendo que as empresas que mais se destacam no mercado são Caterpillar e Timberjack, Malinovski e Malinovski (1998).

c) Skidder com pinças invertidas (clambunk)

Trator munido de garra hidráulica, de abertura superior ou invertida, com a finalidade única de prender as toras ali colocadas, e por um braço hidráulico munido de uma grua que o torna autocarregável. Possui elevada capacidade de carga e é muito versátil, podendo extrair toras dispersas ou não Machado (1984).

3.1.5.4.5 Trator autocarregável ou trator agrícola com carreta

Em virtude do custo elevado de aquisição dos Forwarders, foram feitas diversas adaptações de máquinas agrícolas, procurando atender à extração de madeira. O trator agrícola com carreta e grua acopladas, por vezes chamado de pré-forwarder ou mini-forwarder, é um conjunto situado em um nível intermediário de mecanização florestal.

Waldrigues (1983), afirma ser um método simples de baldeio, porém com limitações topográficas (indicado para aplicação com inclinações laterais de 10%).

3.1.5.4.6 Trator florestal “forwarder”

Criados no Canadá e aprimorados na Escandinávia, os forwarders possuem chassi articulado, e uma capacidade de carga entre 5 a 20 toneladas. Os primeiros registros da utilização destas máquinas no Brasil são de 1973, citados em um trabalho técnico da Indústria de Celulose Borregaard S.A. (Atualmente Aracruz – Unidade Guaíba). Os primeiros forwarders nacionais foram desenvolvidos pela empresa Engesa no fim da década de 70 encomendados pela empresa Aracruz Celulose, Malinovski e Malinovski (1998).

Foram projetados para trabalhar no sistema de toras curtas, não são máquinas velozes, porém muito versáteis e com capacidade de superar as condições adversas encontradas no campo com bom desempenho em terrenos com declividade de até 30%. É um equipamento que necessita de floresta de alta produtividade e operadores qualificados, devido ao seu alto valor de aquisição, Seixas (2002). Segundo Seixas (1987), seu rendimento fica em torno de 30m³/hora e distância média de extração 200-300metros.

3.1.5.4.7 Teleféricos “skylines”

A extração de madeira por meio de cabos é realizada através do deslocamento das toras da área de corte para uma clareira ou praça de trabalho, com a utilização de equipamentos com múltiplos carretéis ou tambores que operam, em geral, a partir de uma posição estacionária Malinovski e Malinovski (1998). A movimentação de toras até a máquina ou pátio, enquanto a máquina encontra-se estacionada, é chamado Yarding, sendo que um elemento comum neste sistema de cabos é o Yarder – fonte de potência do sistema, Seixas (2002).

Segundo Conway (1976), as toras são suspensas totalmente ou parcialmente durante a operação e este método pode ser utilizado em terrenos inclinados e alagados.

No Brasil, apesar de ainda estar em fase inicial o desenvolvimento de ‘Skylines’, tem-se registro do desenvolvimento de sistemas de teleféricos para desbaste em pinus em 1982, Malinovski e Malinovski (1998).

3.1.5.4.8 Torre madeireira

São torres móveis que se destacam e diferem dos teleféricos convencionais por possuírem o tambor dos cabos de suporte, tração, a torre de comando e um mastro montados sobre um trator, um caminhão ou um reboque, Thees (1992).

Assim sendo, mais fáceis de transferir e instalar, entretanto o poder de alcance é limitado entre 600-800 metros devido a capacidade de suporte do tambor, Thees (1992).

3.1.5.3.9 Helicóptero

São utilizados para extração de madeira de locais de difícil acesso, reduzindo os impactos ambientais causados pela construção de estradas e pelo uso de transporte convencional em terrenos mais sensíveis, Seixas (2002). Suas vantagens são: habilidade para movimentação de cargas verticalmente, facilidade na colocação da carga ou gancho de maneira precisa, ciclos rápidos, capacidade de vôo com ventos de até 90 Km/h e facilidade de pouso ou aguardo em caso de visibilidade reduzida ou tempestades. Desvantagens: alto custo de investimento e operacional Guimier e Willburn (1984).

Segundo Lambert e Juras (1992), 2% da madeira extraída nos Estados Unidos é feito por helicópteros, com grande possibilidade de aumento deste percentual devido às restrições ambientais.

3.1.6 Rede Viária Florestal

3.1.6.1 Conceitos

Rede Viária

Para Dietz (1983), rede viária é o conjunto de todas as vias que permitem acesso às áreas florestais isoladas; acesso para o transporte de material e transporte dos produtos gerados.

Rede viária florestal são todas as vias que servem para dar acesso às áreas florestais no sentido de viabilizar a implantação, a exploração e o transporte de material ou produto florestal, Machado e Malinovski (1986).

Segundo Malinovski e Perdoncini (1990) a rede viária é o conjunto de estradas florestais, que são interligadas entre si, a fim de possibilitar o escoamento da matéria-prima produzida, sem levar em consideração a má qualidade.

Estradas de Uso Florestal

No Brasil, segundo Malinovski e Perdoncini (1990), não ocorre uma padronização regular na classificação das estradas florestais, que variam muito conforme a empresa. Os autores classificam estradas em *primárias, secundárias e terciárias*. As primárias apresentam a função de ligar a área de produção com o centro consumidor, portanto possuem melhor qualidade e possibilitam o tráfego pesado durante o ano todo. As estradas secundárias, de qualidade inferior à primária, normalmente implantadas nas áreas de produção, possuem a função de permitir o tráfego em áreas específicas. As estradas terciárias possuem menor qualidade, normalmente encontradas somente na área de produção, são de uso sazonal.

Caminhos de máquinas

São caminhos nos quais existe somente trânsito de máquinas florestais, são abertos dentro da floresta, muitas vezes somente se rebaixando os tocos, e é sinônimo de trilhas de extração ou ramal, Malinovski e Perdoncini (1990).

Aceiros

São faixas de terreno, campo ou mato, cultivado ou não, com largura variável de 6 a 12 metros, com a finalidade de deter a propagação de incêndios e dar livre acesso aos equipamentos de combate a incêndios, servindo além de aceiro, como estrada para o escoamento da produção florestal, Soares (1982) e Cordeiro (2000).

Divisoras

Estradas com largura em torno de 8 metros, separando as plantações, Soares (1982) e Cordeiro (2000).

Contornos

Estradas desprovidas de vegetação, transitáveis ou não, que separam as plantações da vegetação nativa, Soares (1982) e Cordeiro (2000).

3.1.6.2 Importância e finalidades

A locação e construção das estradas de uso florestal são considerados os primeiros passos das operações de colheita e transporte florestal, Machado e Malinovski (1986).

Segundo Speidel (1966), a construção de estradas tem as seguintes finalidades:

- reduzir as distâncias de extração florestal;
- facilitar a orientação e a realização do planejamento e do manejo florestal;
- facilitar os combates a incêndios florestais e os controles profiláticos;
- facilitar o transporte de máquinas, materiais e pessoas;
- permitir o escoamento da produção e produtos florestais.

As características marcantes das estradas florestais são o reduzido tráfego, às vezes, até temporário e o tráfego pesado normalmente em único sentido, Machado e Malinovski (1986).

Os custos devem ser amortizados com a madeira extraída da área florestal servidas por elas, todavia como é quase imensurável o outro uso das estradas florestais, torna-se importante verificar a possibilidade de colocar as estradas com investimento na empresa,

Machado (1985). O padrão de construção de uma estrada esta ligada à classe de estradas da malha viária. Sedlak (1985), cita que as estradas são elementos fundamentais na operação de colheita de madeira e servem de base administrativa para empresas florestais.

Carvalho (2002), conclui que a rede viária tem por finalidade otimizar o transporte, reduzir os custos operacionais e garantir o abastecimento. Silva et. al. (2002) afirmam que a rede viária florestal, ou melhor, as estradas florestais são indispensáveis nas empresas, pois, além de serem imprescindíveis na colheita da madeira, servem como divisão de áreas, facilitando o planejamento e o manejo florestal.

3.1.6.3 Rede viária florestal brasileira

A rede viária florestal brasileira ultrapassa hoje segundo, Machado e Santos (1993), mais de 1 (um) milhão de quilômetros.

Machado e Malinovski (1987) citam que no Brasil, as vias de acesso das florestas plantadas, são usualmente as rodovias, inclusive na Região Amazônica, onde praticamente não se usam as hidrovias, que são abundantes na região. Segundo os mesmos autores, as áreas com maior potencialidade florestal no Brasil se encontram em regiões onde a via de acesso promissora é a rodoviária, onde, o sistema de transporte baseia-se quase que exclusivamente nas rodovias.

Dentre as várias modalidades de transporte utilizadas pelo setor florestal, o transporte por rodovias tem sido o mais empregado em virtude, principalmente do baixo investimento de capital na aquisição de frota, quando comparado a outros meios de transporte, Pereira et. al. (2001).

Atualmente as empresa estão utilizando caminhões com alta capacidade de carga, obtendo bons resultados, Machado e Santos (1993). Porém com a reativação de algumas ferrovias esta modalidade de transporte ganhará espaço sendo alternativa para redução de custos.

3.1.6.4 Classificação de estradas

Patterson (1976), afirma existir uma variação imensa dentro dos sistemas de classificação de estradas florestais dentro do próprio país, mas uma boa classificação deve permitir o diálogo sem problemas de terminologia, isto porque não se pode discutir sobre uma dada classe de estrada, se não existe uma mesma linguagem. Malinovski e Perdoncini (1990), classificam as estradas com primárias, secundárias, terciárias e caminhos de máquinas.

Grammel (1983), classifica as estradas florestais como principais, secundárias e não consolidadas. Machado (1989) em sua tese de doutorado propôs o sistema de brasileiro de classificação de estradas florestais, porém, é pouco utilizado devido a complexidade. Holmes (1979), apresenta o sistema canadense com sendo estradas principais, secundárias, terciárias e ramais. Existem outras classificações propostas por vários autores porém, diferem mais em terminologias do que em conceito.

No Brasil, nem todas as empresas possuem uma classificação de estradas florestais, com seus respectivos padrões, estabelecidos criteriosamente, segundo o meio de produção, os parâmetros técnico-econômicos de estradas florestais, Machado e Malinovski (1987).

Malinovski e Perdoncini (1990), conceituam estradas primárias como a ligação entre o centro consumidor e a área de produção. Devem possuir melhor qualidade que as outras da região, possibilitando assim o tráfego pesado durante o ano todo. Estradas secundárias são de menor qualidade, normalmente implantadas nas áreas de produção e devem dar condições de tráfego para áreas de produção específicas, até se chegar às estradas primárias, muitas vezes não permitem o tráfego pesado em todo ano. Estradas terciárias não possuem revestimento algum, e podem ser encontradas somente nas áreas de produção, são normalmente estradas de uso sazonal e diferem dos caminhos de máquina por haver movimentação de terra enquanto que nos caminhos de máquina não há.

Uma classificação de estradas mais atualizada e amplamente utilizada pelas empresas é a divisão em estradas primarias, secundárias e terciárias, aceiros, divisoras e contornos.

3.1.6.5 Impactos ambientais

Os impactos ambientais de uma rede viária são influenciados decisivamente pela utilização e conservação das estradas, do ponto de vista ambiental é um dos aspectos indispensáveis das bases de um manejo florestal sustentado, a silvicultura inicia-se com a construção de estradas florestais, Dietz (1983).

A malha viária florestal diminui os espaços vitais, bem como pode causar danos à paisagem. Todavia deve-se lembrar que o estabelecimento de uma floresta requer uma adequada rede rodoviária. Na verdade, os efeitos negativos oriundos da implantação de uma malha rodoviária florestal podem ser minimizados através de um criterioso planejamento e elaboração de projetos de estradas florestais, Machado e Malinovski (1987).

Lira Filho et. al. (1991), cita que as estradas florestais favorecem a contaminação das águas por acumular resíduos de combustíveis e óleos, podem ocasionar danos a vegetação próxima, e erosão superficial. Sant'anna Junior (1992), cita que algumas empresas restringiram alguns sistemas de abastecimento que favorecem a compactação, erosão de solos e outros.

Segundo Carvalho (2000) muito se tem feito com objetivo de conservar as estradas e a ambiência com novas alternativas de pavimentos, licenciamento de jazidas, recuperação de áreas degradadas, obras de arte especiais, projetos de malha viária na fase de plantio e sinalização de estradas.

3.1.6.6 Considerações gerais sobre planejamento da malha viária

As empresas que buscam alta produtividade devem planejar uma rede viária adequada às suas operações, pois, a falta ou o mal planejamento da rede serão possivelmente causas de prejuízos, Sella e Carvalho (1989).

Para Dietz (1983), a rede viária é a condição essencial para a instalação objetiva e equilibrada das estradas em uma determinada área, assim, o planejamento específico do projeto, ao qual o planejamento da rede viária serve de alicerce, é a condição indispensável para uma construção perfeita do ponto de vista técnico, econômico e ambiental. Sedlak (1985), estabelece a seguinte relação: quanto maior o custo com construção de estradas, maior a necessidade do uso do planejamento. Uma densidade de estradas exacerbada ocasiona a perda de áreas produtivas Malinovski e Perdoncini (1990).

A falta de um planejamento viário é a maior causa de erros na construção de estradas, pois sem planos torna-se impossível o estabelecimento de parâmetros econômicos, La Maza (1970).

Machado e Malinovski (1987), afirmam que somente através de um planejamento global, pode-se solucionar, satisfatoriamente, os problemas específicos de uma malha viária florestal. Os mesmos autores citam ainda que durante a planificação é fundamental justificar as razões da construção de estradas e que se estudem alternativa, já que elas representam porção substancial do custo final da madeira ou produto florestal.

3.1.7 Densidade de Estradas Florestais

A densidade de estradas é expressa pela relação existente entre a área e o comprimento das mesmas, Malinovski e Perdoncini (1990).

Dietz (1983), a otimização da rede viária é sempre o ponto central de uma rede bem estruturada, procura-se instalar as estradas de forma a obter a maior utilização líquida, ou seja, uma malha viária que apresente como resultado a menor soma possível de custos decorrentes da utilização das estradas. Dietz (1983) e Sant'anna Junior (1992), afirmam não haver uma solução ótima de estradas que se aplique a todas as épocas e ocasiões.

Christiansen e Lopez (1970), apresentam a relação de que quanto maior a procura por madeira, mais valiosa é a produção de madeira e conseqüentemente maior será a importância de se ter uma rede viária otimizada.

3.1.7.1 Densidade ótima de estradas

Malinovski e Perdoncini (1990), definem como a relação entre os custos de implantação, manutenção, arraste e transporte de matéria-prima. De um modo geral, pode-se dizer que se deve levar em consideração alguns pontos:

- Custo de construção e conservação, bem como a perda de área de produção;
- Custos dependentes da densidade da malha viária para o transporte.

Machado (1989), define como uma técnica quantitativa que estabelece o volume de estradas para uma determinada área florestal, otimizando a relação estrada/colheita florestal, em termos técnicos e econômicos.

Para Auböck (1985), a densidade ótima é parte do planejamento, pois, a relação metros de estrada x hectares de floresta depende de considerações econômicas e a vantagem de uma rede menos densa é avaliada comparando o aumento nos custos da colheita de madeira com as economias obtidas na construção e manutenção das estradas.

Pereira Neto (1995), afirma que densidade ótima de estradas é a quantidade ideal de estradas, em metros lineares de comprimento, em relação à área de produção florestal (área de plantio).

3.1.7.2 Distância média de extração

A distância média de extração é inversamente proporcional a densidade de estradas, desta forma quanto maior for a densidade de estradas menor será a distância média de extração, Souza (2001).

Para Anaya e Christiansen (1986), a determinação da distância de arraste é um dos fatores que define um sistema de colheita. Os mesmos autores determinam a obtenção da distância ótima em função dos custos.

Malinovski e Perdoncini (1990), descrevem que uma área atravessada por estradas paralelas possua uma distância máxima de arraste equivalente a metade da distância entre as estradas, e o arraste mais curto será zero, sendo assim, a distância média de arraste corresponde a um quarto da distância entre as duas estradas. Os mesmos autores apresentam a relação entre densidade de estradas e a distância média de extração é explicada pela seguinte fórmula:

$$DME = \frac{2500 \cdot T \cdot V}{DE}$$

sendo: DME = distância média de extração (m);

DE = densidade de estradas (m/ha);

T = valor de correção para extração, para os casos em que a extração não é feita em linha reta e perpendicular à estrada e não termina no ponto mais próximo ao de origem. O fator de correção Kt é estimado entre 1,0 e 1,5;

V = fator de correção para a rede de estradas, utilizado quando as estradas são tortuosas e não paralelas, com espaçamento desiguais entre elas. O fator de correção K_v é estimado entre 1,0 e 2,0.

Dietz (1983), relaciona numa dupla escala o custo de arraste e o custo de manutenção e construção de estrada, referidos a distância de arraste e a densidade de estradas respectivamente. Neste caso também a distância ótima de arraste corresponde ao custo total mínimo, mas com vantagem que com a dupla escala de abscissas pode-se obter ao mesmo tempo dois importantes valores, seja a densidade ótima de estradas, seja a distância ótima de arraste, correspondente a essa densidade e ao custo total mínimo.

3.1.7.3 Interação da rede viária com extração florestal

A densidade final da rede viária está correlacionada com o meio de produção a ser empregado na extração florestal, quanto maior for a densidade de estradas, menor será a distância média de extração; porém, o que importa é a somatória dos custos de construção de estradas e os custos de extração, procurando-se sempre optar pelo custo total mínimo, Malinovski e Perdoncini (1990).

É importante se ter uma idéia da separação ótima entre estradas secundárias, pois é esta distância ótima teórica entre estradas da rede, que nos permitira obter distâncias ideais de arraste para determinado equipamento de extração, com menores custos de sua utilização e menores custos de construção das estradas, Heinrich (1985); Braz (1997).

O aspecto econômico é fator primordial na composição dos custos e segundo Sella e Carvalho (1989), um estudo aprofundado se torna necessário para se obter um menor custo final da madeira, garantindo abastecimento e a operacionalização do transporte florestal.

O método de colheita empregado e o espaçamento ótimo de estradas são alvos de estudos importantíssimos para se obterem os melhores rendimentos com custos mínimos na utilização de máquinas na extração, Machado et. al. (1981) e Machado (1984).

Sant'anna (1992), cita que no Brasil as operações mecanizadas representam em torno de 97% dos métodos de extração utilizados nos sistemas de abastecimento de madeira industrial.

3.1.7.4 Custos de estradas de uso florestal

Os custos de estradas são determinados em função do tempo de vida útil das mesmas nas empresas. Conforme os autores, para determinar estes valores, existem duas alternativas matematicamente idênticas: capitalizá-los para o período do projeto ou estimá-los em função de uma unidade de tempo (ano), Christiansen e Lopez (1970).

Os custos das estradas pode depender de fatores com relevo, solo e padronização, sendo que, o custo de manutenção dependerá do grau de utilização e qualidade da estrada Carvalho (1993). Heinrich (1985), destaca que os custos de máquinas durante a construção e manutenção de estradas é importante e ressalta no planejamento para se obter o máximo rendimento das mesmas.

Pereira et. al. (2001), afirmam que a crescente utilização, pelas empresas florestais, de caminhões de alta tonelagem associado ao aumento da demanda de madeira, tem levado à exigência de que as estradas florestais sejam transitáveis durante todo ano e de maior vida útil. Segundo os mesmos, os custos e o tempo de construção dessas dificultam muitas vezes maiores investimentos em melhorias.

As estradas variam de acordo com a empresa e, portanto, observa-se muitas vezes pista de rolamento com larguras acima das recomendadas. Aumentando desta forma os custos de construção e manutenção das mesmas, além de reduzirem a área de efetivo plantio, Malinovski (1991).

3.2 METODOLOGIA DOS CUSTOS DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

Custos são representados pela soma de todos os valores consumidos no processo produtivo, Speidel (1966).

Denomina-se custo operacional de uma máquina e/ou equipamento florestal o somatório de todos os custos resultantes da aquisição e operação desse equipamento, geralmente, esse custo é expresso em termos de unidade de horas efetivas de trabalho da máquina e/ou equipamento, Machado e Malinovski (1988).

É altamente necessário se ter, o mais preciso possível, valores dos custos de utilização das máquinas, para decisões sobre planejamento, controle e investimentos. Estes custos devem ser facilmente calculáveis e que permitam sua comparação, Stöhr (1981).

Segundo Stöhr (1981), em 1956, um comitê para técnicas de trabalho florestal e ensino de operários florestais da FAO, desenvolveu um esquema para cálculos dos custos que foi aceita pela maioria dos países europeus e utilizada desde então, satisfatoriamente. Em 1971, esta metodologia sofreu uma leve modificação, feita pelo Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik (KWF) denominada então de FAO/ECE/KWF, este método tem como base a divisão dos custos em fixos, semifixos e variáveis e pode ser utilizado para cálculos prévios com intermediários e posteriores do maquinário florestal.

Existem muitas metodologias para o cálculo do custo/hora do maquinário, e muitas vezes elas variam também entre pesquisadores e em função dos objetivos ou das normas preestabelecidas, modelos já foram apresentados por Machado (1984), Stokes (1993), Malinovski e Fenner (1991), Gibson et. al. (1991), Moreira (1992), Lima e Sant'anna (2001), entre outros. Em geral a maioria faz uma divisão entre os custos fixos e custos variáveis.

3.3 ESTUDO DE TEMPOS E MOVIMENTOS

3.3.1 Conceitos e Generalidades

É o estudo sistemático dos sistemas de trabalho, Barnes (1977).

A ciência do trabalho é o conceito global que abrange todos os ramos da pesquisa que tem por objeto o trabalho humano, Stöhr (1981), Malinovski (1983). Segundo os mesmos, para isso são necessários conhecimentos em ergonomia, higiene, segurança do trabalho, sociologia, direito trabalhista, psicologia, organização e técnicas do trabalho.

O estudo de tempos é instrumento indispensável na comparação de diferentes métodos ou equipamentos e, permite que equações sejam ajustadas para estimar o rendimento das máquinas, Stöhr (1981), Malinovski (1983).

O estudo do trabalho é um campo da ciência do trabalho, de caráter interdisciplinar, que aproveita conhecimentos da ergonomia, pedagogia de trabalho, economia, estatística, matemática, tecnologia, psicologia, jurisprudência e ciências sociais para pesquisar as atividades desenvolvidas num trabalho ou num sistema de trabalho, Stöhr (1981), Malinovski (1983).

Machado e Malinovski (1988), citam que atualmente, a essência da ciência do trabalho é o estudo científico do rendimento físico e psíquico possível de se atingir, dentro das possibilidades biológicas, sociais, técnicas econômicas e organizacionais.

Stöhr (1981), Malinovski (1983), Machado e Malinovski (1988) apresentam alguns objetivos: aperfeiçoamento da relação custo-receita na obtenção de um rendimento; humanização do trabalho, manutenção da capacidade de rendimento e satisfação laboral e remuneração condições de trabalho, Tarnowski (1998).

Barnes (1977), apresenta os seguintes objetivos: desenvolver o sistema e o método preferido; padronizar esse sistema e método; determinar o tempo gasto por uma pessoa qualificada e devidamente treinada trabalhando num ritmo normal, para executar uma tarefa ou operação específica e orientar o treinamento do trabalhador no método preferido.

Rocha Filho (1993), afirma que entre outras finalidades, este procedimento de análise visa a obtenção de dados sobre rendimentos das operações, que a partir destes pode-se determinar a rentabilidade de uma máquina e nível de utilização.

3.3.2 Metodologia do Estudo do Trabalho

O método de estudo do trabalho se divide em análise e síntese. A análise estuda o trabalho como ele acontece na prática, sem intervenções na estrutura do sistema do trabalho. A síntese preocupa-se com a elaboração de um novo processo de trabalho, visando aumentos de rendimento, melhorias no trabalho etc, Stöhr (1981), Machado e Malinovski (1988). Segundo os mesmos autores, são necessárias várias repetições de análise e síntese para se atingir um dado objetivo.

No estudo do trabalho 3 (três) são os tipos de dados de maior ou menor relevância: grandezas relativas, fatores de influência e tempo. As grandezas relativas são normalmente as magnitudes em que se expressam os resultados do trabalho. Acompanham o tempo que foi necessário para produzir uma unidade, e os dados para sua determinação na colheita, por exemplo, árvores derrubadas, toneladas, etc. Os fatores de influência são aqueles que de alguma forma afetam o rendimento e a produtividade do trabalho, baseando-se no meio de produção empregado e no objeto de trabalho. Os tempos são informações numéricas

cronometradas para estabelecimento dos valores relativos do rendimento e produtividade, Stöhr (1981), Machado e Malinovski (1988).

3.3.3 Coleta de Dados

Segundo REFA (1974), os dados coletados podem ser utilizado no planejamento, na direção ou rumos, no controle dos processos e atividades e na remuneração dos colaboradores. A mesma divide o decurso do trabalho em atividades parciais, onde esta é condição essencial para se realizar o estudo do trabalho, uma vez que, somente através da determinação de tempo gasto e de rendimento por seções de trabalho, é possível a análise.

3.3.4 Pontos de Medição

Para as atividades parciais precisam ser estabelecidos os pontos de medição, início e término de cada uma, de uma forma precisa e clara. Normalmente os pontos de medição ficam definidos pela troca de atividade parcial, isto é, caracterizando uma seqüência de operação, Stöhr (1981), Machado e Malinovski (1988).

3.3.5 Ciclos

Na maioria dos decursos de trabalho do setor florestal, são possíveis registros em ciclos de trabalhos, desta forma os cálculos dos dados são mais seguros, Stöhr (1981), Machado e Malinovski (1988).

3.3.6 Métodos de Medição e Tipos de Cronômetros

Stöhr (1981), Machado e Malinovski (1988), apresentam 3 (três) métodos de coleta de tempos:

- Tempo Contínuo: os tempos de cada elemento do ciclo operacional são obtidos por subtração, já que durante a operação de cronometragem não se para o cronômetro. Este método é útil para pesquisas onde se deseja identificar as diferentes atividades parciais e sua seqüência.

- Tempo Individual: o tempo de cada elemento do ciclo é obtido diretamente, já que o cronômetro é zerado a cada leitura. Neste caso é possível reconstituir a seqüência cronológica dos ciclos.

- Multimomento: neste caso não se medem os tempos do ciclo e sim sua freqüência em intervalos de tempos fixos. Entre as vantagens estão as possibilidades de se observar vários operários e mensurar atividades parciais de duração pequena.

Buffa (1977), o cronômetro é o instrumento de medição mais usado no estudo de tempo. Os dois tipos mais comuns de cronômetros são: cronômetros de minuto decimal e de hora decimal. O cronômetro de minuto decimal é largamente usado tem seu mostrador dividido em 100 espaços iguais, e cada divisão representa 1/100 de minutos, a vantagem é que o ponteiro gira lentamente e pode se lido facilmente.

Stöhr (1981), Machado e Malinovski (1988), apresentam alguns tipos de cronômetros:

- Cronômetros de adição: após detenção do cronômetro, os ponteiros não retornam a zero e ao serem acionados novamente continuam a partir da posição que foram detidos;

- Cronômetros com retorno a zero: após detenção do cronômetro, os ponteiros retornam a zero e deve-se acionar novamente;

- Cronômetros com retorno a zero automático: após detenção do cronômetro, os ponteiros retornam a zero e iniciam automaticamente.

- Cronômetros múltiplos: a medição é feita com 3 cronômetros que trabalham em série, onde os mesmos estão fixos em uma prancheta e são acionados por uma alavanca;

- Cronômetros digitais: possuem medições mais exatas e a vantagem de poderem ser ligados a aparelhos registradores.

3.3.7. Formulários

São utilizados para facilitar a tomada de dados, nele, estão contidas todas as atividades parciais possíveis no trabalho estudado e também todos os dados que caracterizam o estudo além dos tempos.

3.3.8 Rendimentos

É o resultado da divisão de uma grandeza relativa (qualquer coisa mensurável) por unidade de tempo. Mac Donagh (1994), cita que a base destes estudos é a estimativa da produção física em relação a um tempo.

Stöhr (1981), Machado e Malinovski (1988), as atividades parciais pode ser divididas em atividades efetivas e atividades gerais, segundo os autores as atividades efetivas ocorrem quando o meio de produção esta efetivamente trabalhando. As atividades gerais ocorrem quando o meio de produção não esta trabalhando, podendo ser causais ou pessoais. A medição destes tempos resulta em ciclos que ao final demonstrarão os rendimentos de um colaborador, máquina e/ou implemento.

Os rendimentos operacionais da colheita de madeira possuem a influência de inúmeros fatores por se tratar de uma atividade complexa. Por isso, é essencial ter conhecimento e controle sobre os mesmos, possibilitando a realização otimizada do trabalho e de suas estratégias, Machado e Lopes (2002). Os mesmos autores citam alguns fatores que influenciam nos rendimentos: floresta, terreno, finalidade da madeira, demanda de madeira, estradas, manutenção mecânica, custos operacionais, condições climáticas, capacidade de suporte do terreno e grau de mecanização.

3.3.9 Treinamento de Pessoal

Segundo Lundqvist (1996), o futuro florestal depende da qualificação dos operadores. Para se obter sucesso é necessário pessoal motivado e competente trabalhando em todos os níveis florestais, viabilizando a competitividade nos mercados externos, assim com as exigências ambientais da sociedade. Empregos estáveis proporcionam status ao

serviço florestal, tornando-se vantajoso investir em treinamento. A produção sempre aumenta após treinamento de pessoal, Lundqvist (1996).

As novas operações florestais mecanizadas esperam trabalhadores florestais capazes de realizar eficiente e seguramente um número de tarefas e dentro de um alto padrão ambiental. Os operadores devem ser capazes de planejar seu próprio serviço, usar e manter equipamento, operar máquinas de alta tecnologia, conservar o meio ambiente e efetuar inspeções e diagnósticos de falhas na máquina e controlarem os consumos.

Lundqvist (1996) afirma ainda que, para se ter sucesso na colheita florestal, é necessário combinar máquinas eficientes com serviços de assistência técnica local, operadores e mecânicos experientes. O treinamento reduz acidentes e aumenta a produção. Operadores motivados e bem treinados conhecem e conservam melhor o meio ambiente.

Hoje, no Brasil, existem 3 (três) centros permanentes de treinamento para operadores de máquinas florestais situados na Bahia (Nova Viçosa) e no Paraná (Telêmaco Borba), coordenados pelo SENAI, além de equipes móveis de treinamento. Mais recentemente foi criado o Centro de Operações Florestais, por meio de uma parceria entre a Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Caterpillar S.A. e Paraná Equipamentos S.A.

3.3.10 Prevenção de Acidentes

A prevenção de acidentes exige treinamento e envolvimento pessoal para alcançar eficiência, além de ações integradas dentro das empresas objetivando proporcionar ao colaborador condições ideais de trabalho, Costa et. al. (1987). Os autores citam que medicina ocupacional, programas de treinamento, equipamentos de proteção individual, higiene do trabalho e assistência aos trabalhadores ajudam na prevenção de acidentes.

As inspeções nas frentes de trabalho, fiscalizando o cumprimento das normas de segurança, campanhas de prevenção, assessoramento da CIPA (Comissão Interna de Prevenção de Acidentes) e a participação ativa em reuniões mensais para análises de acidentes de trabalho são fatores que melhoram e muito as estatísticas na prevenção de acidentes, COSTA *et al* (1987).

3.4 CERTIFICAÇÃO FLORESTAL

Sant'anna Junior (2002), apresenta que até o início de 1999, aproximadamente 15 milhões de hectares de áreas florestais foram certificadas em 30 países nos 5 continentes. O Banco Mundial e a "World Wildlife Found" (WWF) têm uma estimativa de que até 2005 sejam certificadas 200 milhões de hectares de florestas.

Segundo Grammel (1996), a base para a decisão pela certificação dos produtos florestais está na política internacional que está se desenvolvendo em função do desejo das pessoas do mundo todo em proteger os restantes de florestas, promover o reflorestamento de áreas desflorestadas e colocar todas estas áreas sob proteção ou introduzir o manejo sustentado florestal.

Sant'anna Junior (2002) cita que, a certificação têm sido bastante discutida entre os fabricantes de produtos de madeira, enquanto o mercado europeu tem uma grande demanda por produtos certificados, recentes oportunidades de negócios colocaram o mercado americano em compasso com o europeu, e isto tem levado os exportadores a considerarem melhor o assunto, avaliando o custo/benefício. Segundo o autor, a certificação não é para todos, mas produz a curto-prazo algumas oportunidades de mercado.

Dubois (1995), apresenta 4 (quatro) grupos de trabalho a nível internacional relacionados a certificação florestal: Woodmark, NGO-Soil Association, Reino Unido; SGS Forestry, Reino Unido; Green Cross, Scientific Certification System, USA; Smartwood, Rain Forest Alliance, USA. Nos trópicos também foram identificados 3 (três) importantes grupos: Certification of Origin of Forest Raw Material (CERFLOR), Brasil; African Timber Organization (ATO), África; Ecolabelling Institute (LEI) Indonésia.

Sant'anna Junior (2002), apresenta ainda Verification of Environmental Performance (VEP) Nova Zelândia e o Pan European Forest Certification Scheme (PEFC) e ressalta que países como Áustria, Finlândia, Alemanha, Noruega e Suécia têm desenvolvido esquemas de certificação nacional e têm feito avaliações independentes e que são contrárias aos programas do PEFC.

Com o objetivo de harmonizar estes diferentes grupos sem discriminação foi criado o Forest Stewardship Council (FSC), com sede no México é formado por representantes dos cientistas, das indústrias florestais e de madeira, dos povos indígenas e de uma série de ONG's e se apresenta com central internacional de reconhecimento para as organizações

certificadoras, isto é, o FSC não faz a certificação, porém, credita outras instituições, Grammel (1996). Tem como objetivo regular através dos princípios e critérios a certificação bem como a sustentabilidade da economia florestal.

Grammel (1996) cita a International Standard Organization (ISO), fundada em 1947 e com representação em mais de 90 países e ampla aceitação e credibilidade mundial, como uma segunda organização certificadora.

Sant'anna Junior (2002), afirma que os programas de Certificação Florestal em 2 (duas) abordagens básicas: baseada na performance e em um sistema. Sendo que o FSC seria baseado na performance, onde o sistema de certificação tem alguns requerimentos que devem ser encontrados e, segundo definição, são características específicas atribuídas à origem dos produtos de acordo com indicadores ecológicos, sociais e econômicos específicos. A ISO, seria baseada num sistema, que permite as companhias elaborarem seus próprios sistemas desde que estejam em conformidade com a ISO.

No Brasil as principais certificadoras são a CERFLOR que surgiu em 1992, criado pela Sociedade Brasileira de Silvicultura (SBS), confere o certificado de produção florestal brasileira junto ao mercado internacional e que em 1996 firmou um convênio com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) para promover um programa de certificação florestal nacional. Tem 5 princípios: Busca da sustentabilidade dos recursos florestais e racionalidade no uso a curto, médio e longo prazos; Zelo pela diversidade biológica; Respeito às águas, ao solo e ao ar; Desenvolvimento ambiental, econômico e social das regiões em que se insere a atividade florestal e Cumprimento da lei, ABNT/CERFLOR (2004).

A iniciativa brasileira para promover o FSC no país data de 1994 e um Grupo de Trabalho tricameral foi formalizado em 1996 sob a coordenação do WWF-Brasil. Em setembro de 2001 foi fundado em Brasília o Conselho Brasileiro de Manejo Florestal (FSC - Brasil), que tem o aval do FSC Internacional, FSC (2005). O FSC no Brasil tem como seu certificador o Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola (IMAFLOA) que representa exclusivamente Smartwood da Rain Forest Alliance. Os princípios e critérios do FSC são 10 (dez) e fundamenta-se nos seguintes pontos: Documentação e garantia do direitos de uso; reconhecimento dos direitos indígenas, valorização dos interesses locais e

dos direitos dos trabalhadores e garantia duradoura dos efeitos de vem estar da sustentabilidade florestal, ecológica, econômica e social, Grammel (1996).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAL

4.1.1 Local e Período de Coleta de Dados

Os dados foram coletados entre os meses de dezembro de 2003 e março de 2004 em uma empresa que maneja suas plantações florestais com objetivo de garantir o abastecimento de 2 (duas) unidades industriais de celulose e papel localizadas a uma distância média de 240km da capital do estado Florianópolis, nos municípios de Correia Pinto e Otacílio Costa, no estado de Santa Catarina. A empresa maneja áreas florestais que totalizam 116.992,44 ha, sendo que 97.566,26 ha em terrenos próprios e 19.426,28 ha em áreas arrendadas, num total de 297 fazendas distribuídas em 25 municípios catarinenses. A empresa possui em torno de 62.596,82 hectares de plantações florestais (efetivo plantio), e colhe aproximadamente 4.000 hectares anuais. O manejo utilizado pela empresa nas florestas onde a coleta de dados foi desenvolvida é um desbaste intermediário entre 10 e 12 anos e um corte final da floresta com 16 a 30 anos (média).

O levantamento foi realizado em 2 (duas) fazendas localizadas nos municípios de Otacílio Costa (Fazenda Ventura) e Santa Cecília (Fazenda Sumidouro).

4.1.2 Condições de Manejo e Classes de Relevô

Nas fazendas onde o estudo foi realizado os povoamentos de *Pinus taeda* possuíam 22 anos em média e houve desbaste sistemático de baixo impacto na idade de 10 anos e IMA médio de 32 m³/ha/ano.

A classe de relevô utilizada neste trabalho é a plana, pois as áreas de trabalho nas fazendas se enquadraram em declividades entre 0 e 10% de inclinação.

Fazenda Ventura

Esta localizada na cidade de Otacílio Costa a uma distância de 20 km do centro do município a uma altitude de 884 metros e possui um clima do tipo Cfb1: temperado brando chuvoso com verão fresco segundo Köppen, com precipitação média anual de 1800mm, a

temperatura média é de 16°C. O solo é descrito com Cambissolo háplico distrófico típico, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

No período de coleta de dados a temperatura mínima registrada foi de 14 °C e a máxima de 29 °C a precipitação pluviométrica média do período foi de 95 mm. A umidade gravimétrica do solo coletada no momento da tomada de tempos foi inferior a 5 % em todas as amostras, considerando o solo favorável ao trabalho.

Os dados específicos do talhão de estudo foram levantados em inventário pré-corte e estão descritos abaixo:

TABELA 1 - INVENTÁRIO PRÉ-CORTE FAZENDA VENTURA

Talhão	Área (ha)	DAP/Médio (cm)	Altura/Média (m)	Nº Árvores/ha	Idade (anos)	VMI* (m ³ -cc)
13	55,27	24,8	21,9	1404	22,6	0,4876

FONTE: Coordenação de Planejamento Florestal.

NOTA: *VMI: volume individual de fuste comercial.

Fazenda Sumidouro

Esta localizada na cidade de Santa Cecília a uma distância de 100 km da unidade fabril de Otacílio Costa a uma altitude de 988 metros e possui um clima do tipo Cfb: temperado brando chuvoso com verão fresco segundo Köeppen, com precipitação média anual de 1800mm, a temperatura média é de 15,8°C. O solo é descrito com Cambissolo háplico distrófico típico, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

No período de coleta de dados a temperatura mínima registrada foi de 14 °C e a máxima de 29 °C a precipitação pluviométrica média do período foi de 95 mm. A umidade gravimétrica do solo coletada no momento da tomada de tempos foi inferior a 5 % em todas as amostras, considerando o solo favorável ao trabalho.

Os dados específicos do talhão de estudo foram levantados em inventário pré-corte:

TABELA 2 - INVENTÁRIO PRÉ-CORTE FAZENDA SUMIDOURO

Talhão	Área (ha)	DAP/Médio (cm)	Altura/Média (m)	Nº Árvores/ha	Idade (anos)	VMI* (m ³ -cc)
04	19,6	24,4	23,1	1283	21,8	0,5314

Fonte: Coordenação de Planejamento Florestal.

NOTA: * VMI: volume individual de fuste comercial.

4.1.3 Caracterização e Descrição do Sistema de Colheita

O sistema analisado foi de toras longas ou fustes, pois, o desganhamento é realizado dentro do povoamento.

Foram avaliadas 2 (duas) equipes de colheita sendo que o sistema de extração era idêntico, diferenciando o sistema apenas na atividade de corte. O sistema de colheita empregado era totalmente mecanizado, com exceção do desganhamento na equipe A.

Sistema A – Equipe A, Fazenda Ventura

O corte era realizado por trator derrubador-acumulador “Feller-buncher”, que trabalhava em linhas depositando as árvores em forma de feixes paralelos as linhas de plantio, deixando-as preparadas para o arraste. A extração era executada por “Skidder” onde os feixes eram arrastados até a área de desganhamento, realizado 100% por motosserras. Após o desganhamento, os feixes de fustes eram arrastados até a beira das estradas, para traçamento (com slasher), carregamento e transporte.

Sistema B – Equipe B, Fazenda Sumidouro

Neste sistema o corte era realizado por trator tipo escavadeira com cabeçote “Harvester” (derrubador-desganhador), que após o abate era realizado imediatamente o desganhamento das árvores preparando-as para arraste, porém, não necessariamente em feixes. A extração era feita por “Skidder” arrastando os fustes do local de abate até a beira das estradas, depositando-os em estaleiros para traçamento, carregamento e transporte.

4.1.4 Equipamento de Extração

O equipamento avaliado foi trator florestal Skidder 460D, articulado com tração 4x4, com sistema rodante traseiro e dianteiro nas mesmas dimensões, pneus novos e desenvolvidos exclusivamente para o trabalho de arraste florestal. É constituído de uma pinça na traseira e uma lâmina na parte frontal, que auxilia no empilhamento e na limpeza de vias de acesso. Os dados técnicos do trator empregado neste estudo são apresentados a seguir:

Trator Florestal Articulado Skidder com Garra

- Motor

John Deere 606 BH com compressor de altitude, turbo alimentado com 6 (seis) cilindros.

Potência Nominal: 119kW – 2200 rpm.

Potência Máxima: 125kW – 2200 rpm.

Consumo combustível: 15,0 – 21,6 L/h.

Lubrificação: sistema de pressão com resfriador de óleo.

- Transmissão

Direta do tipo “powershift”, com conversor de torque.

Filtro de óleo com 10 micra trypass.

- Eixos

Comando final: planetário robusto montado internamente.

Diferenciais: trava hidráulica, acionada com máquina em movimento.

Oscilação do eixo dianteiro: 30 graus ponto a ponto.

- Desempenho do trem de força

São 8 marchas para frente e 7 para trás. Com velocidade média de catalogo para as 3 (três) primeiras marchas para frente e ré de 3,73 km/h.

- Freios

Freios de Serviço: longa duração em banho de óleo montados internamente, eixos dianteiros e traseiros auto ajustáveis.

- Direção

Articulação do chassi: 90 graus total ponto a ponto.

- Sistema Hidráulico

Bomba: pistão axial de deslocamento variável.

Fluxo nominal máximo: 159lts/min.

Pressão: 20684 kPa.

- **Garra do tipo Esco**

Abertura garra ponta-ponta: 2750mm (2,750m).

Área de acúmulo: 0,92m².

Diâmetro mínimo fuste: 140mm (14cm).

- Capacidades

Tanque combustível: 276 litros

Reservatório hidráulico: 41,6 litros

- Lâmina frontal

Largura: 2159mm (2,159m).

4.1.5 Estudo de Tempos e Movimentos

O estudo de tempos e movimentos compreendeu a medição das grandezas relativas, medição do tempo e fatores de influência. O levantamento da distância de extração foi feito através do balizamento da possível rota de extração a cada 20 metros com estacas e fitas para facilitar a visualização. Foi utilizado uma trena com metragem máxima de 20 metros para medição.

Nas distâncias de arraste foi observada e balizada uma distância máxima de 250 metros. Para classificação de relevo foi utilizado um clinômetro tipo Suunto.

4.1.5.1 Grandezas relativas

As grandezas relativas são normalmente as magnitudes em que são expressos os resultados do trabalho e acompanham o tempo que foi necessário para produzir uma unidade, Stöhr (1981), Machado e Malinovski (1988).

Os dados utilizados para determinação das grandezas relativas foram: número e volume de árvores arrastadas; no plantio a área plantada e na construção e manutenção de estradas: comprimento e largura da estrada ou o material movimentado. A fim de possibilitar a associação entre os tempos gastos e as quantidades produzidas os dados foram registrados por ciclo e a grandeza relativa utilizada foi o volume, expresso em metro cúbico (m^3).

A coleta das grandezas relativas foi realizada através da contagem de indivíduos arrastados por ciclo pelo equipamento. O volume médio foi determinado através de uma cubagem prévia dos fustes abatidos. Conhecendo o volume médio das toras foi possível se determinar os volumes individuais das cargas arrastadas por ciclo e o volume médio extraído por ciclo.

4.1.5.2 Tempo dos ciclos

A coleta de dados foi obtida através do método de cronometragem do tempo individual, onde o cronômetro é detido em cada ponto de medição. Após cada medição os ponteiros voltam à posição inicial, sendo que cada atividade parcial é cronometrada individualmente, Stöhr (1981), Machado e Malinovski (1988).

Neste método foi utilizado uma prancheta disposta com 4 (quatro) cronômetros, desta forma, enquanto um cronômetro estava marcando o tempo da atividade atual, um segundo estava preparado para mensurar a próxima atividade, um terceiro estava parado registrando o tempo da atividade anterior o quarto cronômetro registrava o tempo total da coleta diária de tempos (este cronômetro era acionado no início da coleta de tempos e era acionado novamente ao final da coleta de tempos). A prancheta possuía uma alavanca que possibilita acionar os cronômetros simultaneamente. Foram realizadas pré-amostragens para determinar o número de ciclos necessários para 95% significância. Para obter apenas erro máximo de 5% na amostragem foi realizado um estudo piloto visando definir o número mínimo de observações e para isso utilizou-se a metodologia proposta por Barnes (1968):

$$n \geq \frac{t^2 + CV^2}{E^2}$$

onde: n = número mínimo de ciclos necessários;

t = valor de t, para nível de probabilidade desejado e (n-1) graus de liberdade;

CV = coeficiente de variação, em percentagem;

E = erro admissível, em percentagem.

Controle de Tempo

Toda medição foi controlada. Foi marcado o tempo de início e fim do estudo, e seu controle feito através da subtração das anotações ou somando as mesmas, o valor deveria ser igual ao tempo de controle.

A diferença admitida não foi superior a 3% (quando ocorreu foi excluída). O erro admissível em cada ciclo não excedeu a 5%.

4.1.5.3 Umidade do solo

Para a coleta das amostras de umidade foi usado um trado, coletando-se as amostras de 0 a 10 cm. Essas amostras foram colocadas em cilindros, que foram tapados e armazenados de forma que não perdessem umidade. No fim da coleta as amostras eram pesadas em laboratório, peso úmido, e após secas até peso constante foram submetidas a nova pesagem para obtenção do peso seco. A umidade do solo foi obtida através da seguinte fórmula:

$$\text{Umidade Gravimétrica (\%)} = \frac{\text{Peso úmido} - \text{Peso Seco}}{\text{Peso Seco}}$$

4.1.6 Premissas e Condicionantes

O trabalho foi desenvolvido de acordo com as seguintes condições:

- A máquina a ser avaliada foi o Skidder de Garra ou Pinça;
- Os trabalhos foram desenvolvidos em escala comercial, quer dizer que não se teve controle sobre as variáveis externas;
- O trabalho foi realizado por seguimento, sem um planejamento dos locais ou situações a serem estudadas.
- O relevo considerado neste trabalho foi o plano com declividade máxima encontrada de 7%, onde, as operações foram desenvolvidas somente neste tipo de relevo.
- Os operadores seguiam as instruções específicas das empresas, não havendo modificação do método de trabalho.
- A umidade do Solo foi obtida através da amostragem e foi considerada favorável, isto é, o solo estava seco não apresentando nenhum fator que pudesse prejudicar o rendimento das operações a umidade média encontrada não ultrapassou 5 %.
- No trabalho considerou-se 8m de largura de faixa de domínio, pois, este valor corresponde ao praticado pela empresa estudada.
- O trabalho foi condicionado também ao corte raso de povoamentos de *Pinus taeda*.

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Considerações Econômicas – Análise da Densidade Ótima de Estradas (DOE)

Para determinação da densidade ótima de estradas, este trabalho baseou-se no modelo aplicado por Souza (2001), que por sua vez utilizou-se de modelos convencionais citados por Speidel (1966); Moosmayer (1967); FAO (1976); Dietz (1984); Machado e Malinovski (1986); Sessions (1987); Pereira Neto (1995).

Como qualquer empreendimento florestal, a rede viária esta subordinada a exigências econômicas. Na verdade, a otimização da rede viária florestal que é conseguida através da densidade ótima, é sempre o ponto central de discussão de uma rede viária bem estruturada, Machado e Malinovski (1986). Existem várias maneiras de se estimar a DOE. Neste trabalho foi utilizado o método Indireto:

A densidade ótima de estradas foi determinada através de fórmulas matemáticas específicas e os valores obtidos foram plotados em um gráfico. O gráfico foi construído com mínimo com 4 (quatro) pontos, uma curva para extração, outra para construção, e manutenção de estradas, uma para perda de área produtiva e uma quarta para custos globais totais. Após plotagem no gráfico verificou-se espaçamento ótimo que é responsável pelo menor custo de extração que foi transformado em densidade ótima de estradas de uso florestal.

Baseando-se na determinação das equações das atividades efetivas – equação específica, que possibilita a análise através do custo total de acordo com a densidade e obtenção da otimização econômica.

Além disso, para obtenção do custo total, foram determinados custos de construção e manutenção de estradas, custos de perda de área de produção, de acordo com a densidade de estradas, custo de extração e conforme a distância média e extração. Foi estabelecido um intervalo de confiança de 10% em torno do custo global mínimo, pois, segundo Larsson citado por Christiansen e Lopez (1970) e Pereira Neto (1995), ocorre um intervalo ótimo de densidades de estradas dentro do qual o custo total varia muito pouco.

4.2.1.1 Determinação das equações das atividades efetivas – equação específica

O tempo por ciclo gasto com atividades efetivas é expresso a seguir:

$$ae = VV + FC + VC + DC ,$$

onde:

ae = atividades efetivas (min);

VV = tempo de deslocamento sem carga (min);

FC = tempo de formação de carga (min);

VC = tempo de deslocamento com carga (min);

DC = tempo de descarga (min).

Por definição tem-se a velocidade expressa pela fórmula abaixo:

$$velocidade = \frac{distância}{tempo}$$

Desta forma, podemos dizer:

$$VV = \frac{DME}{VSC} \text{ e } VC = \frac{DME}{VCC},$$

onde:

VSC = velocidade média de extração sem carga (m/min);

VCC = velocidade média de extração com carga (m/min);

DME = distância média de extração (m).

Ao substituírmos VV e VC na fórmula das atividades efetivas temos:

$$ae = \frac{DME}{VSC} + FC + \frac{DME}{VCC} + DC$$

4.2.1.2 Distância média de extração (DME)

Malinovski e Perdoncini (1990), expressaram a relação entre a densidade de estradas e a distância média de extração como:

$$DME = \frac{2500 * T * V}{DE},$$

onde:

DME = distância média de extração (m);

DE = densidade de estradas (m/ha);

T = fator de correção para a extração, para casos em que a extração não é feita em linha reta e perpendicular à estrada e não termina no ponto mais próximo da origem;

V = fator de correção para rede de estradas, utilizado quando as estradas são tortuosas e não paralelas, com espaçamento diferente entre as mesmas.

Neste estudo foi utilizado o fator de correção estimado em 1,15, resultado da relação: $VT = T * V \Rightarrow 1,0 * 1,15 \Rightarrow VT = 1,15$. Em um estudo anterior Souza (2001), utilizou fatores como 1,45 para terrenos planos e 1,55 para terrenos ondulados.

Substituindo os valores na fórmula da DME temos : $DME = \frac{2500 * 1,0 * 1,15}{DE} \Rightarrow$

$$DME = \frac{2875}{DE} \text{ onde: DE = densidade de estradas.}$$

Ao ser substituída na equação das atividades efetivas determinadas para calculo do método adotado tem-se:

$$ae = (FC + DC) + \left(\frac{2875}{VVV} + \frac{2875}{VVC} \right) * \frac{1}{DE}$$

4.2.1.3 Custo de estradas de uso florestal

Realizado em função da densidade de estradas, utilizando incremento médio anual da floresta e o custo anual de estradas, aplicando-se a fórmula apresentada por Pereira Neto (1995):

$$C_{esr} = \frac{CAe}{IMA} * DE ,$$

onde:

C_{est} = custo de estradas (US\$/m³);

CAe = custo anual de estradas florestais (US\$/m);

IMA = incremento médio anual (m³/ha);

DE = densidade de estradas (m/ha).

O valor do IMA utilizado foi de 32m³/ha/ano fornecido pela empresa onde foi conduzido a coleta de dados , como as duas equipes avaliadas se aplicam para mesma empresa o valor do IMA será o mesmo para ambos.

Para o custo anual de estradas considerou-se os custos de construção e de manutenção das estradas. Através das produtividades médias e dos custos operacionais dos

recursos utilizados nas operações de construção, o custo de construção foi determinado pela fórmula abaixo:

$$C_c = \frac{\sum (\text{Pr} * \text{CO}_r)}{1000}$$

onde:

C_c = custo de construção por metro linear de estrada (US\$/m);

Pr = produtividade média do recurso (máquinas e veículos), utilizados na construção (h/Km.);

CO_r = custo operacional do recurso (US\$/h).

Baseado em Speidel (1966) e Moosmayer (1967) citados por Pereira Neto (1995), representou-se o custo de construção numa base anual, através da depreciação linear das estradas e dos juros do capital investido na construção. Na determinação da depreciação linear, utilizou-se a seguinte fórmula:

$$D = \frac{C_c}{V}$$

onde:

D = depreciação anual por metro linear de estrada (US\$/m);

C_c = custo de construção por metro linear de estrada (US\$/m);

V = vida útil da estrada (anos).

Segundo Becker (1994) citado por Pereira Neto (1995), o período para determinar a depreciação das estradas florestais varia entre 20 e 30 anos. Desta forma utilizou-se no cálculo da depreciação, uma vida útil de 21 anos que representa uma duração média das estradas e um período equivalente a uma rotação de *Pinus taeda* no sul do Brasil.

Na obtenção de juros do capital investido, aplicou-se a seguinte fórmula:

$$J = \frac{C_c}{2} * \frac{i}{100}$$

onde:

J = juros anuais por metro linear de estrada (US\$/m);

C_c = custo de construção por metro linear de estrada (US\$/m);

i = taxa anual de juros (%).

A taxa de juros que será adotada será de 12 % ao ano, considerando que este valor é freqüentemente utilizado nas empresas florestais.

Para determinar o custo anual de manutenção de estradas utilizou-se os custos operacionais e as produtividades médias dos recursos utilizados nas operações de manutenção anual das estradas, de acordo com a fórmula:

$$C_m = \frac{\sum (Pr * CO_r)}{1000}$$

onde:

C_m = custo anual de manutenção por metro linear (US\$/m);

Pr = produtividade média do recurso (máquinas e veículos), utilizados na construção (h/Km.);

CO_r = custo operacional do recurso (US\$/h).

Desta forma, foi obtido o custo anual de estradas florestais através do somatório da: depreciação anual, juros anuais e custo anual de manutenção.

4.2.1.4 Custo por perda de área produtiva (C_{pap})

Na obtenção do custo da perda de área produtiva, em função da densidade de estradas, utilizou-se o incremento médio anual da floresta e o custo anual da perda de área por metro linear de estrada, segundo a fórmula abaixo, apresentada por Pereira Neto (1995):

$$C_{pap} = \frac{CA_p}{IMA} * DE$$

onde:

C_{pap} = custo de perda de área produtiva (US\$/m³);

CA_p = custo anual de perda de área de produção (US\$/m);

IMA = incremento médio anual da floresta (m³/ha);

DE = densidade de estradas (m/ha).

Na determinação do custo anual de perda de área produtiva considerou-se que este representa um custo de oportunidade, Pereira Neto (1995). O custo de oportunidade de um determinado produto, de acordo com Leftwich (1983) citado por Pereira Neto (1995), representa o valor dos produtos alternativos renunciados que seria possível obter com os recursos considerados. Na obtenção deste custo utilizou-se a largura da faixa de estrada

(distância entre sarjetas), o incremento médio anual da floresta e o valor médio da madeira em pé, de acordo com a fórmula:

$$Cap = \frac{A}{10.000} * IMA * Vm$$

onde:

Cap = custo anual de perda de área de produção por metro linear de estrada (US\$/m);

A = área de estrada por metro linear (m²/m);

IMA = incremento médio anual da floresta (m³/ha);

Vm = valor médio da madeira em pé (US\$/m³).

A largura da faixa de estrada, ou seja, da plataforma (leito) mais as sarjetas, quando houve, foi de 8m tendo assim uma área de estrada por metro linear igual a 8m²/m. O valor médio de madeira em pé foi considerado o fornecido pela empresa.

4.2.1.5 Custo de extração de madeira

O custo de extração de madeira foi calculado com base no custo operacional de cada equipamento e na produtividade da operação, em função da distância média de extração, aplicando a fórmula abaixo apresentada por Pereira Neto (1995):

$$Cext = \frac{CO}{Pr}$$

onde:

Cext = custo de extração florestal (US\$/m³);

CO = custo operacional da máquina (US\$/h), ANEXO 3;

Pr = produtividade média efetiva da operação (m³/h).

A produtividade média efetiva da operação foi obtida através do ajuste das equações e do cálculo das equações, pois com elas foi possível determinar a produtividade (m³/h) em função da distância de extração.

4.2.2 Custo Operacional de Máquinas e Equipamentos

O custo operacional das máquinas utilizadas na extração florestal foi calculado baseando-se no modelo apresentado por Pereira Neto (1995), que se utilizou de métodos convencionais: Método FAO e Método FAO/ECE/KWF, citados por Stöhr (1981),

Machado e Malinovski (1988), e Gibson et. al. (1991), Birro et. al (2002) considerando os custos fixos (juros, seguro, garagem), custos semi-fixos (depreciação de máquinas e pneus e manutenção), variáveis (combustível e lubrificante), custo de pessoal e administração e coeficiente de risco.

O custo operacional de máquinas utilizadas na construção e manutenção de estradas foi fornecido pela empresa sendo que somente será apresentada a composição final sem um detalhamento maior, ou aplicação de metodologia específica, ANEXO 4.

4.2.3 Densidade Ótima de Estradas

Segundo Dietz (1983), a otimização da rede viária, ou seja, da densidade de estradas, é sempre o ponto principal de uma rede florestal estruturada. Procura-se instalar uma rede viária que apresente menor soma possível nos custos decorrentes da utilização de estradas, os quais são recomendados pela fórmula:

$$CG = C_{est} + C_{ext} + C_{pap}$$

Onde:

CG = custo global

C_{est} = custo de estradas florestais (US\$/m³);

C_{ext} = custo de extração florestal (US\$/m³);

C_{pap} = custo por perda de área produtiva (US\$/m³).

A minimização dos custos globais é atendida matematicamente pela derivada do custo global em função da densidade de estradas.

4.2.4 Análise Estatística

Foram efetuados análises de médias, variâncias e desvio padrão, dentre variáveis dependentes (produtividade) e variáveis independentes (distância) em apenas um tipo de relevo (plano). Foram considerados os tempos que apresentaram maior coeficiente de determinação (R^2). O software utilizado para cálculos e gráficos foi o Microsoft Excel 2000.

Depois de realizada as análises de tempos, produtividade e distância, foi aplicada a metodologia definida para o trabalho através de equações definidas que possibilitaram a análise econômica dos custos de estradas, perda de área produtiva, extração e globais para determinação da densidade ótima de estradas. Foi calculado o limite de confiança baseado

no número mínimo de amostras necessárias (utilizou-se o a distribuição t “student” para o cálculo) para se atingir erro máximo de 5%.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 PRODUTIVIDADE

Na TABELA 3 é apresentado um resumo das produtividades médias do Skidder nas áreas estudadas, com mesmas condições de terreno. Os valores estão diferenciados por áreas já que o equipamento estudado foi o mesmo, ANEXOS 1 e 2. Os dados foram analisados em relação à produtividade por ciclo e a variância dos ciclos.

TABELA 3 - PRODUTIVIDADE MÉDIA DO SKIDDER POR CICLO (VMÉD*)

		Equipe A Fazenda Ventura	Equipe B Fazenda Sumidouro
Produção	Média de árvores por ciclo	7,7526	10,208
	Vol. médio por árvore (m ³ /cc)	0,4876	0,5314
	Média (m ³ /ciclo)	3,7802	5,4245
	Variância	0,9165	0,9892
t*Student para 0,05 de probabilidade		1,98	1,98
Número de amostras coletadas		98	103
Número de amostras necessárias para limite de erro de 5%.		25,8117	13,6011
Limite de erro encontrado (%)		0,1997	0,1889

NOTA: *Vméd: Volume médio por carga

Apesar do método de corte na Equipe A favorecer a extração em campo isso não foi comprovado, pois, a Equipe B extraiu um número médio de fustes maior do que a Equipe B, resultando em uma produtividade média por ciclo de aproximadamente 43,39% superior ao da Equipe A. Comparado a outro estudo a produtividade das equipes foi inferior, Souza (2001), registrou produtividade média de 6,86 m³/ciclo, porem em seu estudo o volume médio foi de 0,7198 m³/arv/cc e o número médio de indivíduos por ciclo foi de 9,53.

5.2 DETERMINAÇÃO DO TEMPO DAS ATIVIDADES EFETIVAS

A TABELA 4 demonstra um resumo dos tempos médios por ciclo obtidos durante a coleta de tempo nas duas áreas estudadas, ANEXOS 1 e 2.

TABELA 4 - TEMPOS MÉDIOS POR CICLO

		Equipe A Fazenda Ventura	Equipe B Fazenda Sumidouro
Tempo	Média (min/ciclo)	3,3602	3,9307
	Desvio Padrão	1,528840	1,327350
‘t’Student para 0,05 de probabilidade		1,98	1,98
Número de amostras coletadas		98	103
Número de amostras necessárias para limite de erro de 5%.		68,4133	45,7672

Os tempos médios por ciclo variaram em função do volume de extração, distância e tempo na formação das cargas devido ao método de corte. A Equipe B obteve um tempo 16,96% maior que a equipe A, devido maior distância de extração, maior tempo de formação de carga e volume de arraste.

Os tempos fixos são aqueles que não variam com a distância de extração, Souza (2001). As tabelas abaixo apresentarão os tempos médios de formação da carga e descarga por ciclo (TABELAS 5 e 6) e a distância média para formação de carga (TABELA 7).

TABELA 5 - TEMPOS MÉDIOS DE FORMAÇÃO DE CARGA (FC) POR CICLO

		Equipe A Fazenda Ventura	Equipe B Fazenda Sumidouro
Tempo	Média (min/ciclo)	1,1518	1,2551
	Desvio Padrão	0,475841	0,539846
‘t’Student para 0,05 de probabilidade		1,98	1,98
Número de amostras coletadas		98	103
Número de amostras necessárias para limite de erro de 5%.		68,4325	74,1648

NOTA: *FC: Formação de carga

Os tempos de formação de carga variaram entre si 8,70%, esta variação foi proporcionada pelo método de corte diferenciado entre as duas equipes estudadas, a Equipe A possuía um método de corte (feller-buncher) mais favorável ao arraste devido a formação de feixes, enquanto que na Equipe B (harvester) não existia a formação de feixes pré-determinados. Souza (2001) em seu estudo obteve tempo de 2,25 min/ciclo para formação de cargas valor 95,65% superior ao obtido pela equipe A e 79,59% superior ao obtido pela equipe B.

TABELA 6 - TEMPOS MÉDIOS DE DESCARGA (DC) POR CICLO

		Equipe A Fazenda Ventura	Equipe B Fazenda Sumidouro
Tempo	Média (min/ciclo)	0,4009	0,4011
	Desvio Padrão	0,485717	0,650842
‘t’Student para 0,05 de probabilidade		1,98	1,98
Número de amostras coletadas		98	103
Nº de amostras necessárias para limite de erro 5%.		587,7326	1053,401

NOTA: *DC: Descarga

A atividade de descarga variou apenas 0,05% devido a forma com que os operadores organizavam seus estaleiros (encabeçamento das pilhas). O tempo de descarga foi menor 187,65% menor que encontrado por Souza (2001) em seu estudo.

TABELA 7 – DISTÂNCIAS MÉDIAS DE FORMAÇÃO DE CARGA (DISTFC)

		Equipe A Fazenda Ventura	Equipe B Fazenda Sumidouro
Distância	Média (m)	69,00	81,19
	Desvio Padrão	41	37,81
‘t’Student para 0,05 de probabilidade		1,98	1,98
Número de amostras coletadas		98	103
Número de amostras necessárias para limite de erro de 5%.		142	86,92

NOTA: *DISTFC: Distância média de formação de carga

As distâncias de extração variaram 17,67% entre si, comparando a estudos de Mac Donagh (1994) e Souza (2001) a distância de arraste encontrada neste estudo foi em média 34,07% maior.

Os tempos que variam de acordo com a distância de extração são as velocidades médias sem carga e com carga sendo que os valores obtidos no estudo são apresentados nas TABELAS 8 e 9 abaixo.

TABELA 8 – VELOCIDADE MÉDIA SEM CARGA (VSC).

		Equipe A Fazenda Ventura	Equipe B Fazenda Sumidouro
Velocidade	Média (m/min)	82,3819	82,2906
	Desvio Padrão	10,425890	21,732690
“t”Student para 0,05 de probabilidade		1,98	1,98
Número de amostras coletadas		98	103
Número de amostras necessárias para limite de erro de 5%.		6,5646	28,0557

NOTA: *VSC: Velocidade sem carga

TABELA 9 – VELOCIDADE MÉDIA COM CARGA (VCC)

		Equipe A Fazenda Ventura	Equipe B Fazenda Sumidouro
Velocidade	Média (m/min)	65,6245	65,4708
	Desvio Padrão	13,192750	21,520450
“t”Student para 0,05 de probabilidade		1,98	1,98
Número de amostras coletadas		98	103
Nº de amostras necessárias para limite de erro 5%.		16,3229	43,3751

NOTA: *VCC: Velocidade com carga

A velocidade média com carga variou 0,22% entre as equipes, apesar das equipes possuírem distâncias de arraste e volumes médios por ciclos diferentes. A equipe B arrastou um volume médio maior a uma distância superior que a equipe A sendo que o tempo entre

as mesmas foi mínima. Comparando ao estudo realizado por Souza (2001), a velocidade média com carga foi 39,45% menor que o obtido neste estudo.

A substituir as variáveis por seus devidos valores entramos as seguintes equações para as atividades efetivas:

$$- \text{ Fazenda Ventura} \\ ae = 1,552681 + \frac{78,7083}{DE};$$

$$\text{ Fazenda Sumidouro} \\ ae = 1,656139 + \frac{78,8498}{DE}.$$

5.3 CUSTOS DE ESTRADAS DE USO FLORESTAL

O custo anual de estradas de uso florestal primária foi de US\$ 1,4834 por metro linear de estradas. Este custo foi determinado de acordo com o custo de construção US\$ 9293,68/Km e manutenção de U\$ 483,27/km. Souza (2001), obteve um custo anual de estradas de US\$ 0,80 por metro linear, valor semelhante ao encontrado no trabalho de Pereira Neto (1995) de US\$ 0,83 por metro linear de estradas. Os valores encontrados neste estudo foram aproximadamente 78% superiores aos encontrados nos estudos citados anteriormente. A Tabela 10 apresenta os custos anuais de estradas primárias obtidos neste estudo.

TABELA 10 - CUSTOS ANUAIS DE ESTRADAS DE USO FLORESTAL

Custos Anuais de Estradas	US\$/m	%
Depreciação	0,4425	29,83
Juros	0,5576	37,59
Manutenção	0,4831	32,58
TOTAL	1,4834	100

FONTE: adaptado PEREIRA NETO, 1995.

A partir do custo anual de estradas florestais primárias (US\$ 1,4834/m) obteve-se a equação do custo de estradas de uso florestal primárias (US\$/m³), que formou a seguinte equação:

$$Cestprimárias = 0,046358 * DE$$

Como se buscou a densidade ótima de estradas em função da extração, este trabalho visou determinar a densidade ótima de estradas secundárias. Normalmente o custo de estradas de uso florestal secundário praticado pelas empresas mais conservadoras é em torno de 33% do custo das estradas primárias, existem algumas empresas que consideram apenas 25%. Porém neste trabalho foi considerado 33% do custo de estradas primárias como sendo o custo de estradas de uso florestal secundário, sendo assim obteve-se a seguinte equação:

$$C_{est} = (0,046358 * 0,3333) * DE$$

$$C_{est} = 0,015453 * DE$$

5.4 CUSTOS POR PERDA DE ÁREA PRODUTIVA

Considerando um IMA de 32m³/ha/ano, um valor da madeira de *Pinus taeda* em pé igual a US\$ 9,9926 e uma faixa de estradas (distância entre sarjetas) de 8 metros de largura, chegamos a um custo anual por perda de área produtiva de US\$ 0,2558 por metro linear de estrada construída. Desta forma, obteve-se a equação do custo por perda de área produtiva:

$$C_{pap} = 0,007994 * DE$$

5.5 CUSTOS DE EXTRAÇÃO DE MADEIRA

Baseado nas equações das atividades efetivas foi calculado o custo de extração através da seguinte ordem:

- *Produtividade*

A produtividade média efetiva da operação de extração foi determinada pela razão entre o volume médio extraído por ciclo e a equação das atividades efetivas em função da distância média de extração, segundo a fórmula expressa a seguir:

$$Pr = \frac{Vméd}{ae} * 60$$

onde: Pr= produtividade média efetiva da operação (m³/ha);

Vméd= volume médio extraído por ciclo (m³);

ae= equação das atividades efetivas (min).

- Custo de Extração

Ao substituir a produtividade média efetiva da operação no modelo do custo de extração florestal obteve-se:

$$C_{ext} = \frac{CO}{60 * V_{méd}} * ae$$

onde: Pr= produtividade média efetiva da operação (m³/ha);

CO= custo operacional da máquina (US\$/h);

V_{méd}= volume médio extraído por ciclo (m³);

ae= equação das atividades efetivas (min).

Assim, foi possível determinar a equação de custo de extração florestal em função da densidade ótima de estradas, conforme os modelos adaptados por equipe de colheita e por fazenda:

- Fazenda Ventura

- Fazenda Sumidouro

$$C_{extvent} = 0,429783 + \frac{21,78651}{DE}$$

$$C_{extsumid} = 0,319456 + \frac{15,20953}{DE}$$

5.6 DENSIDADE ÓTIMA DE ESTRADAS DE USO FLORESTAL

A densidade ótima de estradas é determinada através da derivada das equações dos custos globais, foi composta por:

$$CG = C_{est} + C_{pap} + C_{ext},$$

C_{est} = custo de estradas de uso florestal (US\$/m³);

C_{ext} = custo de extração florestal (US\$/m³);

C_{pap} = custo por perda de área produtiva (US\$/m³).

5.6.1 Derivadas das Equações

- Custos de Estradas de uso Florestal

A equação dos custos de estradas de uso florestal secundária resultou na seguinte formulação:

$$C_{est} = 0,015453 * DE ,$$

Ao derivar esta equação em função da densidade de estradas obteve-se:

$$C'_{est} = 0,015453.$$

- *Custo por Perda de Área Produtiva*

A equação dos custos por perda de área produtiva obteve a seguinte formulação:

$$C_{pap} = 0,007994 * DE ,$$

A primeira derivada desta equação foi:

$$C'_{pap} = 0,007994.$$

- *Custo de Extração de Madeira*

A equação do custo de extração é em função da área de estudo, sendo que as mesmas foram:

- Fazenda Ventura

$$C_{extvent} = 0,429783 + \frac{21,78651}{DE}$$

- Fazenda Sumidouro

$$C_{extsumid} = 0,319456 + \frac{15,20953}{DE}$$

E conseqüentemente obteve-se as seguintes derivadas:

- Fazenda Ventura

$$C'_{extvent} = -\frac{21,78651}{DE^2}$$

- Fazenda Sumidouro

$$C'_{extsumid} = -\frac{15,20953}{DE^2}$$

- *Densidade Ótima de Estradas*

Como foi conceituada anteriormente, a densidade ótima de estradas resulta em função da derivada dos custos globais, com a seguinte formulação:

$$CG = C_{est} + C_{pap} + C_{ext},$$

Ao derivar o custo global tem-se:

$$0 = C'_{est} + C'_{pap} + C'_{ext} .$$

Ao substituir as derivadas dos custos de estradas, por perda de área produtiva e extração foram encontradas as seguintes densidades de estradas:

- Fazenda Ventura (Equipe A)

$$0 = 0,015453 + 0,007994 - \frac{21,78651}{DE^2}$$

A densidade ótima de estradas encontrada foi de 30,48m/ha, o que representa uma distância média de extração (DME) de 94,32m.

- Fazenda Sumidouro (Equipe B)

$$0 = 0,015453 + 0,007994 - \frac{15,20953}{DE^2}$$

A densidade ótima de estradas encontrada foi de 25,47m/ha, o que representa uma distância média de extração (DME) de 112,88m/ha.

- *Custos Globais*

Ao aplicar os respectivos valores de DOE nas equações obteve-se os custos específicos de Extração, Perda de Área Produtiva e de Estradas. O custo global resultou da soma destes custos em função da densidade ótima de estradas determinada pela equação. A TABELA 11 apresenta um resumo dos custos obtidos em relação às DOE's específicas.

TABELA 11 – CUSTOS DE ESTRADAS SECUNDÁRIAS, CUSTOS DE PERDA DE ÁREA PRODUTIVA, CUSTOS DE EXTRAÇÃO E CUSTO GLOBAL.

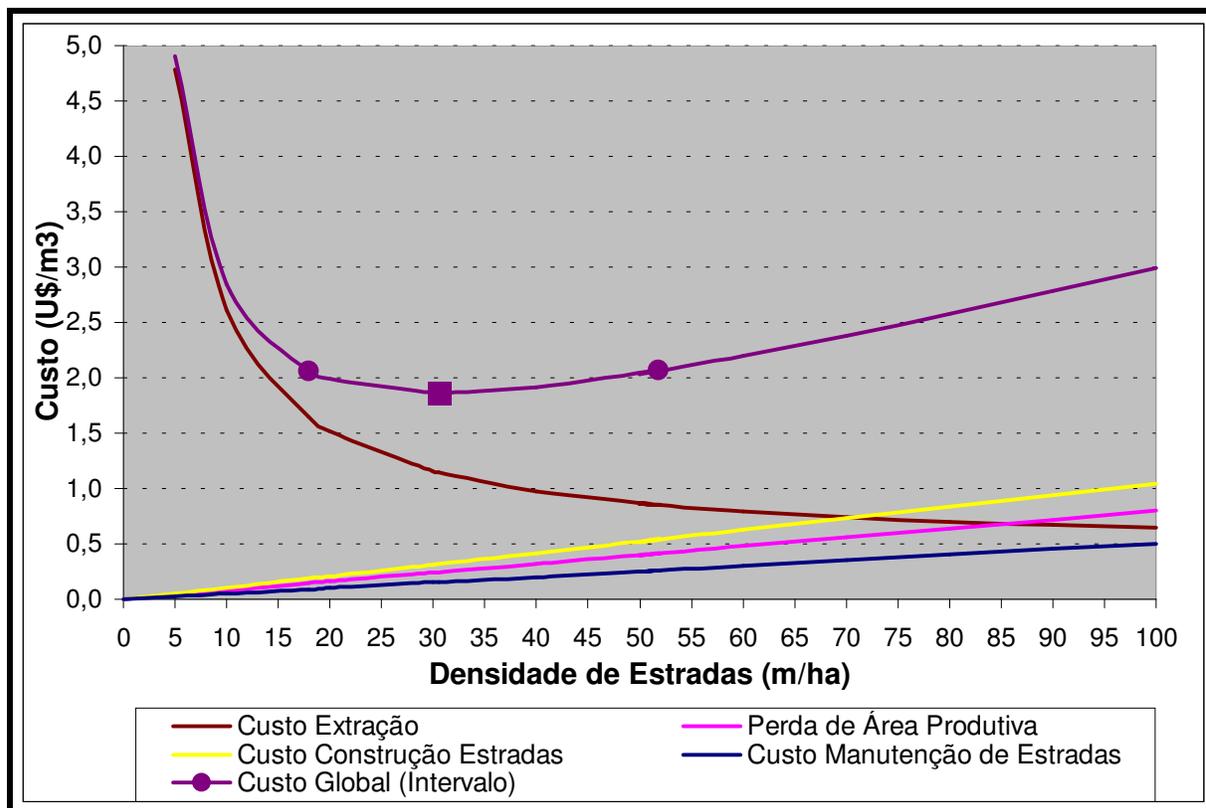
	Equipe A Fazenda Ventura	Equipe B Fazenda Sumidouro
Densidade Ótima de Estradas (m/ha)	30,48	25,47
Distância Média Extração (m)	94,32	112,88
Custo Estradas Secundárias (US\$/m ³)	0,4710	0,3936
Custos de Perda de Área Produtiva (US\$/m ³)	0,2437	0,2036
Custos de Extração (US\$/m ³)	1,1445	0,9166
Custo Global (US\$/m ³)	1,8542	1,5138

Ao observar a TABELA 11, e comparar com outros trabalhos os valores obtidos de DOE e DME, se apresentam maiores. Souza (2001), obteve em seu estudo valores de DOE e DME para extração com skidder de 20,2m/ha e 183 metros respectivamente. Mac Donagh (1994), encontrou valores de 87,14 m/ha e 44,44 m/ha para densidade de estradas e 87,50 e 112,50 metros de distância média de arraste. Os estudos citados como comparativo possuíam características semelhantes ao trabalho realizado como: povoamentos de *Pinus* sp., extração utilizando skidder. Valverde et al. (1996) obteve em seu estudo um custo de extração para uma distância de 150m de US\$ 0,82 m/st (US\$ 1,1714 m³) utilizando skidder.

Estudos mais antigos, utilizando skidder, realizados por Stokes e Landford (1985) indicaram DME de 89 metros, Valverde et al. (1996) obteve DME de 150 metros. Becker (1994), afirma que a densidade de estradas secundárias deve variar entre 10 e 30m/ha baseando-se nas necessidades e peculiaridades de cada empresa.

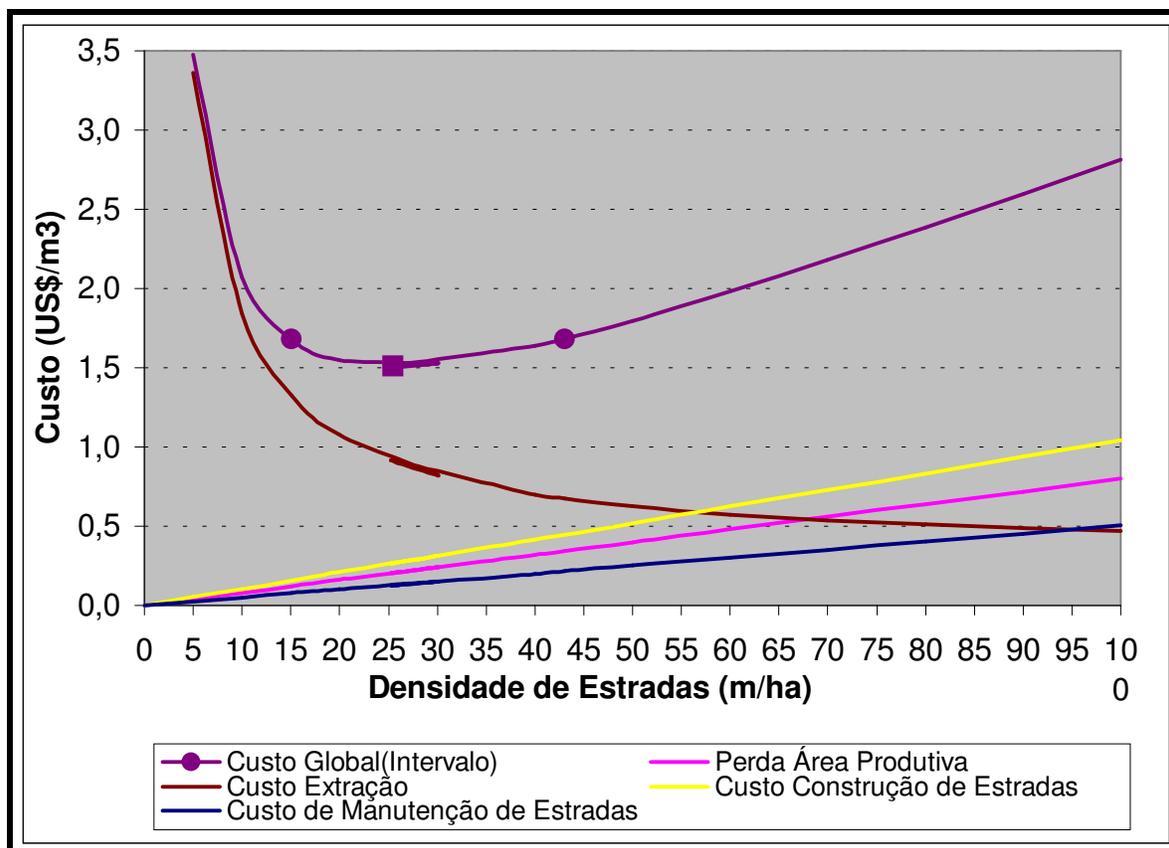
Para estabelecer a relação entre a densidade de estradas e os custos envolvidos na extração de madeira com skidder, foram plotados nos GRÁFICOS 1 e 2, representando as Fazendas Ventura (Equipe A) e Fazenda Sumidouro (Equipe B). Os gráficos apresentam um intervalo de 10%, este intervalo foi escolhido por estar ligado as velocidades de extração com carga e sem carga. Quanto mais lenta a velocidade maior a interferência na curva do custo global.

FIGURA 1 - RELAÇÃO ENTRE DENSIDADE DE ESTRADAS E OS CUSTOS DE: EXTRAÇÃO, ESTRADAS E PERDA DE ÁREA PRODUTIVA DA FAZENDA VENTURA (EQUIPE A).



Para uma densidade de estradas de 30,48m/ha, o custo de construção e manutenção de estradas foi de US\$ 0,4710/m³, o de perda de área produtiva foi de US\$ 0,2437/ m³, o de extração foi de US\$ 1,1445 /m³ e um custo global mínimo de US\$ 1,8592/m³. Ao admitirmos um intervalo de otimização de até 10% em relação ao custo global mínimo a densidade de estradas pode variar entre 17,95 e 51,85 metros/ha, e os custos de construção e manutenção de estradas entre US\$ 0,2774 e 0,8012 m³, o de perda de área produtiva entre US\$ 0,1435 e 0,4145 m³, o de extração entre US\$ 1,6435 e 0,8500 m³ e os custos globais entre US\$ 2,0644 e 2,0657 m³.

FIGURA 2 - RELAÇÃO ENTRE DENSIDADE DE ESTRADAS E OS CUSTOS DE: EXTRAÇÃO, ESTRADAS E PERDA DE ÁREA PRODUTIVA DA FAZENDA SUMIDOURO (EQUIPE B).



Para uma densidade de estradas de 25,47m/ha, o custo de construção e manutenção de estradas foi de US\$ 0,3936/m³, o de perda de área produtiva foi de US\$ 0,2036/m³, o de extração foi de US\$ 0,9166/m³ e um custo global de US\$ 1,5138/m³. Ao admitirmos um intervalo de otimização de até 10% em relação ao custo global mínimo a densidade de estradas pode variar entre 15,10 e 43,03 metros/ha, e os custos de construção e manutenção de estradas entre US\$ 0,2333 e 0,6649 m³, o de perda de área produtiva entre US\$ 0,1207 e 0,3440 m³, o de extração entre US\$ 1,3267 e 0,6729 m³ e os custos globais entre US\$ 1,6808 e 1,6818 m³.

Comparando as duas figuras observa-se que a equipe B carregou um volume maior que a equipe A com uma velocidade com carga e sem carga semelhantes.

5.7 VARIAÇÃO DA FAIXA DE ESTRADAS

Neste trabalho foi considerado como faixa de estradas à distância entre sarjetas, para simulação abaixo consideramos uma variação aleatória de 4 metros (distância comumente utilizado para contornos de talhão e linhas de extração) e 12 metros (distância usualmente utilizada em estradas principais).

TABELA 12 - VARIAÇÃO DOS CUSTOS DE PERDA DE ÁREA PRODUTIVA, CUSTO TOTAL MÍNIMO E DENSIDADE DE ESTRADAS EM FUNÇÃO DA FAIXA DE ESTRADAS DE USO FLORESTAL.

Faixa de Domínio (metros)	Densidade de Estradas (m/ha)		Distância média de extração (metros)		Custo Perda de Área Produtiva (US\$/m ³)		Custo Total Mínimo (US\$/m ³)	
	Equipe Própria	Equipe Terceira	Equipe Própria	Equipe Terceira	Equipe Própria	Equipe Terceira	Equipe Própria	Equipe Terceira
4	33,47	27,96	85,90	102,81	0,1337	0,1117	1,7317	1,4073
8	30,48	25,47	94,32	112,88	0,2437	0,2036	1,8592	1,5138
12	28,18	23,54	102,04	122,12	0,3378	0,2822	1,9763	1,6116

Ao variar valores de faixa de estradas conforme TABELA 12, observa-se que a medida que a mesma é reduzida os ganhos em aumento de área de produção aumentam e o custo mínimo reduz, porém a densidade de estradas de uso florestal aumenta e a distância de extração reduz.

Ao compararmos a faixa de estradas adotada pela empresa estudada, 8 metros em suas estradas secundárias, com faixas de 4 metros e 12 metros obteve-se:

Faixa de Estradas com 4 metros

Os valores de perda de área produtiva foram 45,13% inferiores (equipe própria e terceirizada) se comparados a faixa de estradas aplicada atualmente (8 metros). O custo total mínimo reduziu 6,85% (equipe própria) e 7,03% (equipe terceirizada), porém a densidade de estradas aumentou em média 9,8% em ambas as equipes.

Faixa de Estradas com 12 metros

Os valores de perda de área produtiva 38,61% (equipe própria e terceirizada) se comparados a faixa estradas aplicada atualmente (8 metros). O custo total mínimo aumentou 6,29% (equipe própria) e 6,46% (equipe terceirizada), porém a densidade de estradas aumentou 7,54% na equipe própria e 7,57% na equipe terceirizada.

A variação do custo mínimo e densidade de estradas foi resultado da distância média de extração, pois, cada empresa extrai a madeira à distâncias diferentes o que influi diretamente na composição dos valores. Segundo, Sant'anna Junior (1992), cada empresa classifica suas estradas e dimensões de faixa de acordo com as necessidades operacionais. Uma classificação de estradas poderia ser de acordo com a largura da faixa de estradas que neste caso seria 12 metros para estradas primárias, 8 metros para estradas secundárias e 4 metros para estradas terciárias ou caminhos de máquinas.

5.8 COMPARAÇÃO ENTRE FAZENDAS (EQUIPES)

Ao comparar os valores de DME medidos no campo com a DME ótima poderemos observar uma diferença, TABELA 13.

TABELA 13 – COMPARAÇÃO ENTRE DENSIDADE DE ESTRADAS, DISTÂNCIA MÉDIA DE ESTRADAS E CUSTO GLOBAL OTIMIZADO COM OS VALORES OBTIDOS NO CAMPO.

	Equipe A Fazenda Ventura	Equipe B Fazenda Sumidouro
Densidade Ótima de Estradas (m/ha)	30,48	25,47
Densidade de Estradas no Campo (m/ha)	41,66	35,41
Distância Média Ótima de Extração (m)	94,32	112,88
Distância Média Extração no Campo (m)	69	81,19
Custo Ótimo Global (US\$/m ³)	1,8592	1,5138
Custo Global no Campo (US\$/m ³)	1,9295	1,5792

Ao comparar DOE com a densidade de estradas medida no campo veremos um aumento de 3,78 % na fazenda Ventura e 4,32% na Fazenda Sumidouro nos custos globais.

De acordo com os dados obtidos nas 2 (duas) fazendas estudadas e nas 2 (duas) equipes de colheita, obteve-se uma DOE de 30,48 m/ha na Fazenda Ventur e 25,47m/ha na Fazenda Sumidouro. Uma das justificativas para valores de distância média de extração encontrados na coleta serem menores que os otimizados é a forma de pagamento que a empresa B pratica, pois, as equipes recebem valores sobre seu rendimento (quanto menor distância de extração maior a produtividade), porém mesmo assim a empresa B obteve uma DME superior ao da equipe própria de colheita A.

Constatou-se que as áreas onde o trabalho foi desenvolvido eram planas, a otimização da densidade de estradas indica redução na quantidade de estradas beneficiando economicamente a empresa possuidora das florestas bem como a prestadora de serviços.

Avaliando a otimização da densidade de estradas observa-se que muitas vezes uma rede viária extensa acaba gerando perdas consideráveis com áreas de produção e manutenção de uma extensa malha viária.

Souza (2001) e Mac Donagh (1994) também encontraram valores ótimos inferiores aos medidos em campo indicando também uma otimização da malha viária das áreas onde realizaram seus estudos.

TABELA 14 - COMPARAÇÃO ENTRE CUSTOS DE EXTRAÇÃO, PERDA DE ÁREA PRODUTIVA E CUSTO DE ESTRADAS OTIMIZADO X VALORES OBTIDOS NO CAMPO.

	Equipe A Fazenda Ventura	Equipe B Fazenda Sumidouro
Custo de Estradas - Otimizado (US\$/m ³)	0,4710	0,3936
Custo de Estradas no Campo (US\$/m ³)	0,6438	0,5472
Custo Ótimo de Extração (US\$/m ³)	1,1445	0,9166
Custo de Extração no Campo (US\$/m ³)	0,9527	0,7490
Custo Ótimo Perda Área Produtiva (US\$/m ³)	0,2437	0,2036
Custo Perda Área Produtiva no Campo (US\$/m ³)	0,3330	0,2831

Ao relacionar os valores obtidos antes da otimização com os resultantes do trabalho veremos que: ao aumentarmos a distância média de extração teremos uma redução no custo de estradas na Fazenda Ventura de 26,84% entre o que é praticado e otimizado, já na Fazenda Sumidouro a variação foi 28,07%.

O custo de extração resultou num aumento na Fazenda Ventura de 20,13% e 22,38% na Fazenda Sumidouro e no custo de perda de área produtiva houve redução na Fazenda Ventura de 26,82% e na Fazenda Sumidouro 28,08%, em relação aos valores otimizados.

Isso tudo ratifica que um planejamento otimizado de rede viária seja uma alternativa estratégica e importante para redução nos custos de produção de matéria-prima, investimentos em construção e manutenção de estradas e perda de áreas de efetivo plantio.

6 CONCLUSÃO

Considerando os objetivos deste trabalho, as premissas e condicionantes para realização do mesmo e após a análise econômica da densidade ótima de estradas secundárias concluiu-se:

A metodologia adotada neste trabalho é de fácil aplicação.

A coleta de dados é trabalhosa e exige uma equipe de no mínimo 2 (duas pessoas) para que a cronometragem, contagem de fustes e mensuração precisa das distâncias.

Na Fazenda Ventura a densidade ótima de estradas foi de 30,48 m/ha e uma distância média de extração de 94,32 metros.

Na Fazenda Sumidouro a densidade ótima de estradas foi de 25,47 m/ha e uma distância média de extração de 112,88 metros.

A equipe B (Fazenda Sumidouro) apresenta uma densidade de estradas mais econômica que a equipe A (Fazenda Ventura).

A largura da faixa de domínio, influência a área de produção, os custos, a densidade e a distância de extração.

A otimização da densidade de estradas avaliadas neste estudo indica que, a densidade utilizada nas áreas utilizadas deve ser reduzida.

Os indicadores deste trabalho demonstram que uma re-adequação da distância de extração pode favorecer ambientalmente e financeiramente a empresas, pois, reduzindo a abertura de estradas, diminuem os danos ao meio ambiente, e, nem sempre os ganhos com produtividade e custos reduzidos das operações são positivos.

Planejar a extração considerando a densidade ótima de estradas, pois este é um indicador importante para ganhos futuros com áreas produtivas e redução de custos.

Considerar a inter-relação entre extração e malha viária.

A análise econômica da densidade ótima de estradas foi importante, pois, devido ao alto nível de mecanização e investimentos nas operações de colheita se fez necessária a otimização do processo extraído das máquinas e equipamentos o máximo rendimento, disponibilidade e custos minimizados aliados à conservação ambiental e segurança nas operações de forma a garantir o abastecimento das unidades consumidoras.

7 RECOMENDAÇÕES

- Estender este tipo de estudo para outras declividades encontradas na região.
- Estender este tipo de estudo as outras equipes de colheita que prestam serviço para empresa.
- Aumentar a distância de extração de forma a reduzir impactos ambientais.
- Estudar a alternativa de outras máquinas de extração com objetivo de otimizar a rede viária e o processo de extração.

GLOSSÁRIO

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

CERFLOR - Certificação Florestal

DAP - Diâmetro altura do Peito

DC - Tempo descarga

DISTFC – Distância de formação de carga

DOE - Densidade Ótima de Estradas

DE - Densidade de Estradas

DME - Distância Média de Extração

FC - Tempo de formação de carga

FSC - Forest Stewardship Council

IMA - Incremento Médio Anual

ISO - International Standard Organization

m/ha - Metros por hectare

m³ - Metro Cúbico

m³/h - Metro cúbico por hora

m³/ha - Metro cúbico por hectare

SBS - Sociedade Brasileira de Silvicultura

US\$/m - Dólares por metro

US\$/m³ - Dólares por metro cúbico

US\$/h - Dólares por hora

V_{méd} - Volume médio por carga

VV - Tempo de viagem vazia

VC - Tempo de viagem com carga

VSC - Velocidade sem carga

VCC - Velocidade viagem com carga

VMI - Volume médio por fuste comercial

WWF - World Wildlife Found

REFERÊNCIAS

ANAYA, H ; CRISTHIANSEN, P. **Aprovechamiento Forestal**: análisis de apeo y transporte. San José: IICA, 1986. 246p.

AUBÖCK, F. Costs and production in forest road construction. In: FAO FORESTRY PAPER. **Logging and transport in steep terrain**. Rome : FAO, [1985]. p. 71-76.

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

BECKER, G. Optimization of road network and transport systems: a pre-condition for an improved organization and design of labour in forest. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE COLHEITA DE MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL, 8., 1994 , Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR/FUPEF, [1994]. p. 111-115.

BIRRO, M. B.; et al. Avaliação técnica econômica da extração de madeira de euclipto com “Track-Skidder” em região montanhosa. **Revista Árvore**, Viçosa - MG, 2002. v.26, n.5. p.525-532.

BRAZ, E. M. Otimização da rede de estradas secundárias em projetos de manejo sustentável. **Circular técnica**, Rio Branco : Embrapa-CPAF/AC, n. 15, 38p., 1997.

BUFFA, E. S. Métodos de medida de tempo. In: **Manual de engenharia de produção**. São Paulo: E. Blüncher, 1977. p. 16-30

CARVALHO, L. A. de. Estradas florestais e sua influência na administração dos estoques e madeira. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1., 1993, Curitiba e CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993 , Curitiba. **Anais...** Curitiba : SBS/SBEF, [1993]. v. 2. p. 676-678.

CARVALHO, L. A. de. A rede viária e sua interação com o meio ambiente. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE COLHEITA DE MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL, 11., 2000 , Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, [2000]. p. 54-72.

CARVALHO, L. A. de. A rede viária e sua interação com o meio ambiente. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ESTRADAS E A INTERFACE AMBIENTAL, 2002, Curitiba. **Anais...** Foz do Iguaçu: FUPEF, [2002].

CHRISTIANSEN, P.; LOPEZ, O. **Aprovechamientos maderables:** compendio sobre planificación e ingeniería de caminos forestales. Medellín: Universidad Nacional, [1970]. 104p.

CONWAY, S. **Logging practices:** principles of timber harvesting systems. [S.1]: M. Freeman, 1976. 416p.

CORDEIRO L. Sistema de prevenção e controle de incêndios florestais na Klabin Paraná In: WORKSHOP INCÊNDIOS FLORESTAIS: Ações da iniciativa privada e do Setor Público, 2000 : Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte : SIF,[2000]. p. 01-24.

COSTA, L. A B.; TUOTO, E. A.; LAGO D. J. P.; SEREJO A. L. A prevenção de acidentes na atividade de exploração florestal In: SIMPÓSIO SOBRE EXPLORAÇÃO, TRANSPORTE, ERGONOMIA E SEGURANÇA EM REFLORESTAMENTOS, 1., 1987, Curitiba **Anais...** Curitiba : FUPEF, [1987] p. 258-260.

DIETZ, P. Parâmetros da Rede Viária e sua Otimização. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE COLHEITA DE MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL, 4., 1983 , Curitiba. **Anais...** Curitiba : FUPEF, [1983] p. 22-35.

DIETZ, P. Planejamento da rede viária florestal. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE COLHEITA DE MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL, 4., 1983, Curitiba. **Anais...** Curitiba : FUPEF, [1983] p. 36-47.

DIETZ, P. Planejamento e projeto da rede viária florestal. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE COLHEITA DE MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL, 4., 1983, Curitiba. **Anais...** Curitiba : FUPEF [1983] p. 71-86.

DUBOIS, O; et al. **Forest Certification and the European Union:** a discussion paper. London: European Community, DC VIII/A/1-Forestry under Budget Line B7-5040. 1995. 64p.

FAO. **Logging and log transport in man-made Forest in developing countries.** Rome: 1974. 134p.

FAO. **Harvesting man-made forests in developing countries:** a manual on techniques, roads, production and costs. Rome, 1976. 198p.

FAO 2. **Planificación de carretera forestales y sistemas de aprovechamiento.** Roma, 1978, Estudio FAO : Montes , v2 171p.

FSC. Disponível em: <<http://www.fsc.org.br>> Acesso em: 02 fevereiro 2005.

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

GRAMMEL, R. H. Recentes desenvolvimentos na colheita de Madeira e sua repercussão na rede viária florestal. In CURSO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL, 4., 1983, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, [1983]. p. 48-56.

GRAMMEL, R. H. Manejo sustentado florestal – Um critério para a certificação dos produtos florestais. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE COLHEITA DE MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL, 9., 1996, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, [1996]. p. 29-44.

GUIMIER, D.Y.; WILBURN, G.V.; **Logging with heavy-lift airships.** Vancouver: FERIC, Technical Report No. TR-58, 1984. 115p.

HAKKILA, P. Logging in Finland. Puunkorjuu Suomessa. **Acta Forestalia**, Helsinki, 1989. 39p.

HAKKILA, P.; et al. **Feasibility of logging mechanization in brazilian forest plantations** Finnish Forest Research Institute and Federal University of Paraná. Helsinki-Curitiba 1992. 68p.

HEINRICH, R. Forest road-net planning and wood harvesting. In: FAO FORESTRY PAPER. **Logging and transport in steep terrain.** Rome: FAO, 1985. p. 55-66.

HOLMES, D. C. Manual for roads and transportation. v. 1. Vancouver, British Columbia Institute of Technology, 1979. 328p

LA MAZA, J. de. **Criterios y factores que condicionan los aprovechamientos forestales.** Madrid : Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias, 1970. v. 1.

LAMBERT, M .B.; JURAS, A. Compute supported planning for helicopter logging. In: COMPUTER SUPPORTED PLANNING OF ROADS AND HARVESTING WORKSHOP, 1., 1992 , Feldafing. **Proceedings...** Feldafing: IUFRO, [1992]. 208p.

LEFTWICH, R. H. **O sistema de preços e a alocação de recursos.** São Paulo : Pioneira, 1983. 154p.

LIMA, A. S.; SANT'ANNA, C. M. Estimativa do custo operacional da colheita de *Eucalyptus* em sistema de árvore inteira. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL, 5., 2001, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro : SIF, [2001]. p. 309-321.

LIRA FILHO, J. A. de; SOUZA, A. P. de; MACHADO C. C. Avaliação do impacto da exploração florestal no meio ambiente. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL, 1., 1991, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte : SIF, [1991]. p. 94-112.

LOPES, E. S.; et al. **Princípios básicos de operação com motosserra.** Viçosa, UFV, 2000. 43p.

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

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

MACHADO, C. C. **Planejamento e controle de custos na exploração florestal**. Viçosa, MG : UFV, Imprensa Universitária, 1984. 137p.

MACHADO, C. C. **Exploração Florestal – III Parte**. Viçosa, MG : UFV, Imprensa Universitária, 1984. 60p.

MACHADO, C. C. **Exploração Florestal – V Parte**. Viçosa, MG : UFV, Imprensa Universitária, 1985. 138p.

MACHADO C. C. **Sistema brasileiro de classificação de estradas florestais (SIBRACEF): desenvolvimento e relação com meio de transporte florestal rodoviário**. Curitiba, 1989. 188f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

MACHADO, C. C. O Setor Florestal Brasileiro. In: **Colheita**. Livro... Viçosa/MG: Editora UFV, 2002. p.15-32.

MACHADO, C. C. et al. **Efeito do método de extração florestal na brotação de *Eucalyptus Alba***. Viçosa/MG : SIF, 1981. 25p.

MACHADO, C. C.; LOPES E. S. Planejamento. In: **Colheita Florestal** Livro... Viçosa/MG: Editora UFV, 2002. p.169-213.

MACHADO, C. C.; MALINOVSKI, J. R. **Ciência do trabalho florestal**. Viçosa, MG : UFV, Imprensa Universitária, 1988. 65p.

MACHADO, C. C.; MALINOVSKI, J. R. **Rede viária florestal**. Curitiba: FUPEF, 1986. 156p.

MACHADO, C. C.; MALINOVSKI, J. R. A planificação da rede viária em reflorestamentos In: SIMPÓSIO SOBRE EXPLORAÇÃO, TRANSPORTE, ERGONOMIA E SEGURANÇA EM REFLORESTAMENTOS, 1., 1987, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR. [1987]. p.1-13

MACHADO, C. C.; SANTOS, S. M. A Rede Viária Florestal. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1., 1993 , Curitiba. CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993, Curitiba. **Anais...** Curitiba : SBS/SBEF, [1993]. v. 3 p. 332-336.

MALINOVSKI, J. R. Considerações básicas no planejamento da colheita de madeira. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL, 3., 1981, Curitiba. **Anais...** Curitiba : FUPEF, [1981]. p. 93-100.

MALINOVSKI, J. R. Técnicas de estudo do trabalho florestal In: In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL, 4., 1983, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, [1983]. p. 92-109.

MALINOVSKI, J. R. A combinação de fatores indispensáveis a exploração de florestas implantadas In: O Desafio Das Florestas Neotropicais, 1., 1991, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, [1991]. p. 296-311.

MALINOVSKI, J. R.. A evolução e os desafios da colheita de madeira no Brasil. **Revista Madeira**, Curitiba, n. 51, 2000. p.70-72, agosto.

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

MALINOVSKI, J. R. ; FENNER, P. T. **Levantamento e análise dos sistemas de exploração utilizados em povoamentos de *Pinus* spp, no Sul do Brasil.** Curitiba: FUPEF-UFPR. 1991. 65p.

MALINOVSKI, J. R.; CAMARGO, C. M. S.; MALINOVSKI, R. A. Sistemas. In: **Colheita Florestal** Livro... Viçosa/MG: Editora UFV, 2002. p.145-167.

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

MALINOVSKI, J. R. ; PERDONCINI, W. C. Estradas Florestais. **Publicação Técnica do Colégio de Irati** – GTZ, Irati, PR. 100p, 1990

MINETTI, L. J. **Análise de fatores operacionais ergonômicos da operação de corte florestal com motosserra.** Viçosa/MG, 1996. 211f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa.

MOOSMAYER, H. **Economia florestal.** Curitiba : UFPR, 1967 70p.

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

MURAKAMI, E. A profissionalização da colheita de madeira para sustentabilidade do meio ambiente. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE COLHEITA DE MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL, 9., 1996, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR/FUPEF, [1996]. p. 119-120.

PATERSON, W. G. **Standard classification for forest roads**. Vancouver : FERIC, 1976. 28p.

PEREIRA, R. S.; et al. Análise econômica de investimentos em estradas florestais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL, 5., 2001, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro : SIF, [2001]. p. 323-339.

PEREIRA NETO, S. D. **Análise Econômica da densidade de estradas nas áreas de produção de *Eucalyptus***. Curitiba, 1995. 133f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

REFA. **Methodenlehre der planung und steuerung**. Band 1-3. Carl Hanser Verlag, 1974.

RIBEIRO, R. S.; SOUZA J. L. de. O desenvolvimento de técnicas de exploração em áreas acidentadas. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL, 7., 1992, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, [1992]. p. 01-12.

ROCHA FILHO, H. **Análise dos fatores que afetam o desempenho e o custo de extração de madeira de eucalipto, com o caminhão autocarregável**. Viçosa/MG, 1993. 108f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa.

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

SANT'ANNA, C. de M.. Corte Florestal In: **Colheita Florestal** Livro... Viçosa/MG : Editora UFV, 2002. p.55-88.

SANT'ANNA JUNIOR, M. Tendências atuais e perspectivas futuras dos sistemas de extração florestal. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL 7., 1992, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, [1992]. p. 137-160.

SANT'ANNA JUNIOR, M. Mercado de produtos florestais – oportunidades e ameaças. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE COLHEITA DE MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL, 12., 2002, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, [2002]. p. 162-179.

SANTOS, L. S. dos. Mecanização florestal no Brasil. **Revista Madeira**, Curitiba, n. 51. p.43-44, agosto, 2000.

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

SCHNEIDER, P. R. e FINGER, C. A. G. Manejo Sustentado de Florestas Inequiâneas Heterogêneas. Santa Maria : CEPEF, 2000. 195p.

SEDLAK, O. General principles of planning Forest road-nets. In: FAO FORESTRY PAPER. **Logging and Transport in steep terrain**. Rome: FAO, 1985 p. 17-36.

SELLA, R. L.; CARVALHO, L. A. de. O planejamento da infra-estrutura para o transporte florestal pesado. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL, 6., 1989, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, [1989]. p. 100-132.

SEIXAS, F. **Exploração e transporte de *Eucalyptus* spp.** Piracicaba, SP: IPEF, 1987. 40p.

SEIXAS, F. Extração In: **Colheita Florestal.** Livro... Viçosa/MG : Editora UFV, 2002. p.89-128.

SESSIONS, J. Cost control in logging and road construction. In: FAO FORESTRY PAPER. **Appropriate wood harvesting in plantation forests.** 1., Rome, 1987. FAO, [1987]. p. 95-134.

SILVA, M. L. da.; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. R. **Economia florestal** Viçosa, MG : UFV, 2002. 178 p.

SOARES, R. V. **Prevenção e controle de incêndios florestais.** Curitiba : FUPEF, 1982. 69p.

SOUZA, A. P. de; MACHADO, C. C.; MINETTI, L. J.; JACOVINE, L. A. G. Perspectivas na área de colheita e transporte florestal. **Revista Madeira**, Curitiba, n. 51, p.52-64, agosto 2000.

SOUZA, D. O. de. **Avaliação dos diferentes níveis de mecanização na atividade de colheita de madeira.** Relatório Técnico-Científico Final. Curitiba, UFPR/PIBIC/CNPq, 2001. 74p.

SPEIDEL, G. **Economia florestal.** Curitiba, PR. UFPR. 1966. 167p.

STAFF, K.A.G.; WIKSTEN, N.A. **Tree harvesting techniques.** Dordrecht: Martinus Nijhoff, 1984. 371p.

STÖHR, G. W. D. Metodologia do custo-hora para máquinas florestais. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL, 3., 1981, Curitiba). **Anais...** Curitiba : FUPEF, [1981]. p. 33-44.

STÖHR, G. W. D. Técnicas de estudo do trabalho florestal. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL, 3., 1981, Curitiba. **Anais...** Curitiba : FUPEF, [1981]. p. 45-58.

STÖHR, G. W. D. Análise de sistema na exploração e transporte em florestas plantadas. **Revista Floresta**, Curitiba, 1976. p.57-76

STOKES, B. J. Harvesting developments in the South. In: ANNUAL HARDWOOD SYMPOIUM, 21., 1993, Cashiers. **Proceedings...** Cashiers : Hardwood Research Council, [1993]. p. 59-71.

STOKES, B.J.; LANDFORD, B. **Prebunching and skidding functions in thinings**. St Joseph, MI : American Society of Agriculture Engineers, 1985. 9p. (ASAE paper 85-1594).

TANAKA, O. K. A utilização de animais em operações de extração florestal. In: SIMPÓSIO SOBRE EXPLORAÇÃO, TRANSPORTE, ERGONOMIA E SEGURANÇA EM REFLORESTAMENTOS, 1., 1987, Curitiba. **Anais...** Curitiba : UFPR/IUFRO, [1987]. p. 118-132.

TARNOWSKI, C. B. **Estudo Técnico e Econômico de dois sub-sistemas mecanizados de colheita de madeira em *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden**. Santa Maria, 1998. 129p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria.

THEES, O. Situação e desenvolvimento da técnica com teleféricos móveis na Suíça. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL, 7., 1992, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, [1992]. p. 194-216.

TIBURCIO, V. C. S.; SENE J. M. e CONDI, L. G. B. Colheita mecanizada: avaliação de harvester e forwarder. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL, 2., 1995, Salvador). **Anais...** Salvador : SIF, [1995]. p. 204-221.

VALENÇA, A. C. de V.; et al. Fatores determinantes da produtividade e dos custos na colheita florestal. **Revista Madeira**, Curitiba, n. 51, p.46-49, agosto 2000.

VALVERDE S. R.; et al. Análise técnica econômica do arraste com skidder no sistema de colheita de árvores inteiras de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa/MG. v.20, n.1. p.101-109, 1996.

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

ANEXOS

ANEXO 1 - ESTUDO DE TEMPO DAS ATIVIDADES EFETIVAS, FAZENDA VENTURA	85
ANEXO 2 - ESTUDO DE TEMPO DAS ATIVIDADES EFETIVAS, FAZENDA SUMIDOURO	91
ANEXO 3 - CÁLCULO DO CUSTO OPERACIONAL DO SKIDDER 460D.....	97
ANEXO 4 - CUSTO DE CONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO DE ESTRADAS DE USO FLORESTAL PRIMÁRIAS.....	99

ANEXO 1 – ESTUDO DE TEMPO DAS ATIVIDADES EFETIVAS, FAZENDA VENTURA.

Continua...

Tomada de Tempo na Operação de Extração - Skidder - Fazenda Ventura														
Local: Ventura			Método Medição de Tempo: Tempo Individual					Hora Início: 7:33						
Data:07/01/2004			Equipamento:Skidder					Hora Término: 11:45						
Cronometrador:			Rodrigo					Diferença: 2						
Operário: Felipe			Terreno: Topografia: plano					Tempo cronometrado: 4,10 horas						
Talhão:13			Solo: favorável					Erro:0,8		Max(%):5%				
Ciclo	Distância	N. Fustes	Atividades Efetivas (AE)					Médias, Velocidades e Tempos (minutos)						
			V. Vazia	F. Carga	VCSG	Descarga	ΣAE	ΣAE (min)	Vol/Ciclo	VVV (min/ciclo)	VVC (min/ciclo)	TFC (min/ciclo)	DESC (min/ciclo)	
1	40	10	50	56	74	40	220	2,2	4,88	80,00	54,05	0,5	0,4	
2	20	6	25	61	50	40	176	1,76	2,93	80,00	40,00	0,25	0,4	
3	20	5	26	80	40	1	147	1,47	2,44	76,92	50,00	0,26	0,01	
4	30	8	43	58	42	57	200	2	3,90	69,77	71,43	0,43	0,57	
5	35	8	42	10	61	12	125	1,25	3,90	83,33	57,38	0,42	0,12	
6	40	8	50	55	60	98	263	2,63	3,90	80,00	66,67	0,5	0,98	
7	30	8	36	109	55	1	201	2,01	3,90	83,33	54,55	0,36	0,01	
8	40	9	52	143	70	50	315	3,15	4,39	76,92	57,14	0,52	0,5	
9	40	9	53	170	57	1	281	2,81	4,39	75,47	70,18	0,53	0,01	

ANEXO 1 – ESTUDO DE TEMPO DAS ATIVIDADES EFETIVAS, FAZENDA VENTURA.

continua...

10	40	12	52	131	64	135	382	3,82	5,85	76,92	62,50	0,52	1,35
11	20	11	31	140	48	1	220	2,2	5,36	64,52	41,67	0,31	0,01
12	40	11	51	130	61	65	307	3,07	5,36	78,43	65,57	0,51	0,65
13	40	10	49	97	60	95	301	3,01	4,88	81,63	66,67	0,49	0,95
14	40	8	52	109	60	1	222	2,22	3,90	76,92	66,67	0,52	0,01
15	40	7	50	87	53	1	191	1,91	3,41	80,00	75,47	0,5	0,01
16	40	8	55	70	77	1	203	2,03	3,90	72,73	51,95	0,55	0,01
17	35	8	45	198	72	65	380	3,8	3,90	77,78	48,61	0,45	0,65
18	20	9	25	219	50	1	295	2,95	4,39	80,00	40,00	0,25	0,01
19	20	10	24	128	45	170	367	3,67	4,88	83,33	44,44	0,24	1,7
20	15	6	20	61	30	39	150	1,5	2,93	75,00	50,00	0,2	0,39
21	20	6	25	67	39	32	163	1,63	2,93	80,00	51,28	0,25	0,32
22	30	11	40	160	60	55	315	3,15	5,36	75,00	50,00	0,4	0,55
23	30	4	37	20	45	77	179	1,79	1,95	81,08	66,67	0,37	0,77
24	40	9	55	78	70	90	293	2,93	4,39	72,73	57,14	0,55	0,9
25	30	6	37	80	52	59	228	2,28	2,93	81,08	57,69	0,37	0,59
26	40	7	51	69	60	57	237	2,37	3,41	78,43	66,67	0,51	0,57
27	40	10	50	78	57	104	289	2,89	4,88	80,00	70,18	0,5	1,04
28	30	12	37	106	78	58	279	2,79	5,85	81,08	38,46	0,37	0,58
29	35	9	48	106	60	72	286	2,86	4,39	72,92	58,33	0,48	0,72
30	40	7	54	58	70	1	183	1,83	3,41	74,07	57,14	0,54	0,01
31	40	12	50	175	70	50	345	3,45	5,85	80,00	57,14	0,5	0,5
32	40	10	53	45	68	95	261	2,61	4,88	75,47	58,82	0,53	0,95
33	40	7	51	125	75	179	430	4,3	3,41	78,43	53,33	0,51	1,79
34	60	8	80	138	101	1	320	3,2	3,90	75,00	59,41	0,8	0,01

ANEXO 1 – ESTUDO DE TEMPO DAS ATIVIDADES EFETIVAS, FAZENDA VENTURA.

continua...

35	30	6	48	70	70	20	208	2,08	2,93	62,50	42,86	0,48	0,2
36	30	7	46	107	62	1	216	2,16	3,41	65,22	48,39	0,46	0,01
37	40	8	55	86	67	1	209	2,09	3,90	72,73	59,70	0,55	0,01
38	45	8	56	91	66	76	289	2,89	3,90	80,36	68,18	0,56	0,76
39	45	9	59	69	61	40	229	2,29	4,39	76,27	73,77	0,59	0,4
40	45	6	57	36	77	1	171	1,71	2,93	78,95	58,44	0,57	0,01
41	45	8	60	279	70	1	410	4,1	3,90	75,00	64,29	0,6	0,01
42	55	9	69	54	93	1	217	2,17	4,39	79,71	59,14	0,69	0,01
43	55	9	72	95	89	1	257	2,57	4,39	76,39	61,80	0,72	0,01
44	30	7	48	75	50	50	223	2,23	3,41	62,50	60,00	0,48	0,5
45	30	9	43	132	46	55	276	2,76	4,39	69,77	65,22	0,43	0,55
46	35	12	44	126	53	1	224	2,24	5,85	79,55	66,04	0,44	0,01
47	35	6	50	25	63	1	139	1,39	2,93	70,00	55,56	0,5	0,01
48	40	7	45	104	62	30	241	2,41	3,41	88,89	64,52	0,45	0,3
49	40	8	45	160	32	106	343	3,43	3,90	88,89	125,00	0,45	1,06
50	50	8	69	81	70	1	221	2,21	3,90	72,46	71,43	0,69	0,01
51	50	11	60	212	74	1	347	3,47	5,36	83,33	67,57	0,6	0,01
52	60	8	79	89	96	1	265	2,65	3,90	75,95	62,50	0,79	0,01
53	60	11	81	202	91	77	451	4,51	5,36	74,07	65,93	0,81	0,77
54	30	9	43	116	67	1	227	2,27	4,39	69,77	44,78	0,43	0,01
55	70	9	90	163	115	60	428	4,28	4,39	77,78	60,87	0,9	0,6
56	75	4	95	71	122	125	413	4,13	1,95	78,95	61,48	0,95	1,25
57	80	6	99	144	130	86	459	4,59	2,93	80,81	61,54	0,99	0,86
58	80	6	97	121	122	1	341	3,41	2,93	82,47	65,57	0,97	0,01
59	80	6	99	175	120	50	444	4,44	2,93	80,81	66,67	0,99	0,5

ANEXO 1 – ESTUDO DE TEMPO DAS ATIVIDADES EFETIVAS, FAZENDA VENTURA.

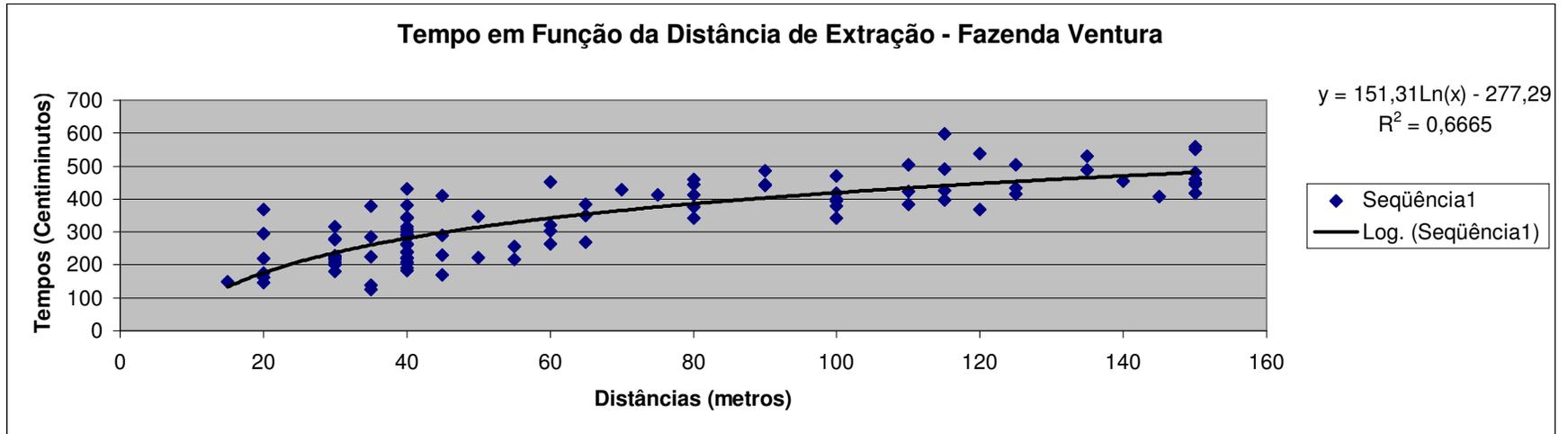
continua...

60	80	7	97	168	102	45	412	4,12	3,41	82,47	78,43	0,97	0,45
61	80	7	98	122	100	55	375	3,75	3,41	81,63	80,00	0,98	0,55
62	90	8	111	120	145	65	441	4,41	3,90	81,08	62,07	1,11	0,65
63	90	6	109	185	150	1	445	4,45	2,93	82,57	60,00	1,09	0,01
64	90	12	112	110	160	103	485	4,85	5,85	80,36	56,25	1,12	1,03
65	100	6	119	71	161	29	380	3,8	2,93	84,03	62,11	1,19	0,29
66	120	7	117	120	130	1	368	3,68	3,41	102,56	92,31	1,17	0,01
67	120	6	129	124	154	130	537	5,37	2,93	93,02	77,92	1,29	1,3
68	125	8	132	143	173	56	504	5,04	3,90	94,70	72,25	1,32	0,56
69	135	11	129	167	154	80	530	5,3	5,36	104,65	87,66	1,29	0,8
70	135	8	125	154	162	48	489	4,89	3,90	108,00	83,33	1,25	0,48
71	140	6	133	117	165	40	455	4,55	2,93	105,26	84,85	1,33	0,4
73	150	7	147	120	181	103	551	5,51	3,41	102,04	82,87	1,47	1,03
74	150	6	150	117	191	1	459	4,59	2,93	100,00	78,53	1,5	0,01
75	150	5	149	100	194	1	444	4,44	2,44	100,67	77,32	1,49	0,01
76	150	9	145	113	190	1	449	4,49	4,39	103,45	78,95	1,45	0,01
77	150	8	145	142	192	1	480	4,8	3,90	103,45	78,13	1,45	0,01
78	145	5	135	101	171	1	408	4,08	2,44	107,41	84,80	1,35	0,01
79	150	7	144	114	191	111	560	5,6	3,41	104,17	78,53	1,44	1,11
80	150	6	140	90	188	1	419	4,19	2,93	107,14	79,79	1,4	0,01
81	100	7	115	70	156	1	342	3,42	3,41	86,96	64,10	1,15	0,01
82	100	6	120	130	149	70	469	4,69	2,93	83,33	67,11	1,2	0,7
83	100	7	118	120	155	1	394	3,94	3,41	84,75	64,52	1,18	0,01
84	110	6	122	220	160	1	503	5,03	2,93	90,16	68,75	1,22	0,01
85	110	6	125	123	174	1	423	4,23	2,93	88,00	63,22	1,25	0,01

ANEXO 1 – ESTUDO DE TEMPO DAS ATIVIDADES EFETIVAS, FAZENDA VENTURA.

conclusão.

86	110	7	123	131	130	1	385	3,85	3,41	89,43	84,62	1,23	0,01
87	100	7	118	140	141	1	400	4	3,41	84,75	70,92	1,18	0,01
88	100	9	119	154	144	1	418	4,18	4,39	84,03	69,44	1,19	0,01
89	115	7	131	66	150	250	597	5,97	3,41	87,79	76,67	1,31	2,5
90	115	6	128	112	162	89	491	4,91	2,93	89,84	70,99	1,28	0,89
91	115	8	127	118	151	1	397	3,97	3,90	90,55	76,16	1,27	0,01
92	115	8	126	162	138	1	427	4,27	3,90	91,27	83,33	1,26	0,01
93	125	9	138	131	146	1	416	4,16	4,39	90,58	85,62	1,38	0,01
94	125	5	137	125	170	1	433	4,33	2,44	91,24	73,53	1,37	0,01
95	60	7	82	121	100	1	304	3,04	3,41	73,17	60,00	0,82	0,01
96	65	3	90	85	92	1	268	2,68	1,46	72,22	70,65	0,9	0,01
97	65	4	92	202	90	1	385	3,85	1,95	70,65	72,22	0,92	0,01
98	65	9	90	164	94	1	349	3,49	4,39	72,22	69,15	0,9	0,01
T	6690	752	7775	11172	9758	3889	32594	325,94	366,68	7991,05	6365,53	77,75	38,89
M	68,9691	7,75258	80,1546	115,175	100,598	40,0928	336,021	3,3602	3,78	82,38	65,62	0,802	0,40093



ANEXO 2 – ESTUDO DE TEMPO DAS ATIVIDADES EFETIVAS, FAZENDA SUMIDOURO.

continuação...

Tomada de Tempo na Operação de Extração - Skidder - Fazenda Sumidouro															
Local: Sumidouro			Método Medição de Tempo: Tempo Individual					Hora Início: 7:39-11:24							
Data:26/02/2004			Equipamento:Skidder					Hora Término:13:21-16:40							
Cronometrador:			Rodrigo					Diferença: 5							
Operador: Francisco			Terreno: Topografia: plano					Tempo cronometrado: 7,04							
Talhão:4			Solo: favorável					Erro:1,1792		Max(%):5%					
Ciclo	Distância	N. Fustes	Atividades Efetivas (AE)					Médias, Velocidades e Tempos (minutos)							
			V. Vazia	F. Carga	VCSG	Descarga	ΣAE	Σ AE (min)	Vol/Ciclo	VVV (min/ciclo)	VVC (min/ciclo)	TFC (min/ciclo)	DESC (min/ciclo)		
1	30	12	30	102	60	44	236	2,36	6,38	100,00	50,00	1,02	0,44		
2	30	11	46	115	63	1	225	2,25	5,85	65,22	47,62	1,15	0,01		
3	35	10	38	160	48	68	314	3,14	5,31	92,11	72,92	1,6	0,68		
4	35	8	40	109	56	1	206	2,06	4,25	87,50	62,50	1,09	0,01		
5	40	11	60	185	79	1	325	3,25	5,85	66,67	50,63	1,85	0,01		
6	40	12	60	132	55	1	248	2,48	6,38	66,67	72,73	1,32	0,01		
7	45	9	63	131	89	51	334	3,34	4,78	71,43	50,56	1,31	0,51		
8	45	9	54	92	59	1	206	2,06	4,78	83,33	76,27	0,92	0,01		
9	50	10	74	60	133	30	297	2,97	5,31	67,57	37,59	0,6	0,3		
10	50	8	79	66	100	1	246	2,46	4,25	63,29	50,00	0,66	0,01		
11	50	9	65	74	84	93	316	3,16	4,78	76,92	59,52	0,74	0,93		
12	55	13	45	146	64	86	341	3,41	6,91	122,22	85,94	1,46	0,86		

ANEXO 2 – ESTUDO DE TEMPO DAS ATIVIDADES EFETIVAS, FAZENDA SUMIDOURO.

continuação...

13	60	13	65	90	65	188	408	4,08	6,91	92,31	92,31	0,9	1,88
14	60	11	65	84	103	55	307	3,07	5,85	92,31	58,25	0,84	0,55
15	40	10	60	60	61	1	182	1,82	5,31	66,67	65,57	0,6	0,01
16	50	7	70	50	54	1	175	1,75	3,72	71,43	92,59	0,5	0,01
17	50	10	65	140	77	1	283	2,83	5,31	76,92	64,94	1,4	0,01
18	60	9	80	132	63	1	276	2,76	4,78	75,00	95,24	1,32	0,01
19	60	9	60	60	92	82	294	2,94	4,78	100,00	65,22	0,6	0,82
20	65	8	78	124	78	1	281	2,81	4,25	83,33	83,33	1,24	0,01
21	60	11	65	167	75	85	392	3,92	5,85	92,31	80,00	1,67	0,85
22	65	12	67	121	82	1	271	2,71	6,38	97,01	79,27	1,21	0,01
23	75	9	145	51	125	80	401	4,01	4,78	51,72	60,00	0,51	0,8
24	65	10	83	110	73	1	267	2,67	5,31	78,31	89,04	1,1	0,01
25	70	10	85	100	145	50	380	3,8	5,31	82,35	48,28	1	0,5
26	75	9	76	150	81	1	308	3,08	4,78	98,68	92,59	1,5	0,01
27	80	11	97	91	108	97	393	3,93	5,85	82,47	74,07	0,91	0,97
28	80	14	95	127	146	1	369	3,69	7,44	84,21	54,79	1,27	0,01
29	85	11	85	81	114	80	360	3,6	5,85	100,00	74,56	0,81	0,8
30	90	12	102	64	157	285	608	6,08	6,38	88,24	57,32	0,64	2,85
31	90	10	88	124	144	1	357	3,57	5,31	102,27	62,50	1,24	0,01
32	70	11	71	166	79	1	317	3,17	5,85	98,59	88,61	1,66	0,01
33	70	10	111	160	121	1	393	3,93	5,31	63,06	57,85	1,6	0,01
34	70	11	100	176	111	103	490	4,9	5,85	70,00	63,06	1,76	1,03
35	75	9	85	95	170	1	351	3,51	4,78	88,24	44,12	0,95	0,01
36	100	13	110	118	122	55	405	4,05	6,91	90,91	81,97	1,18	0,55

ANEXO 2 – ESTUDO DE TEMPO DAS ATIVIDADES EFETIVAS, FAZENDA SUMIDOURO.

continuação...

37	100	13	110	102	133	59	404	4,04	6,91	90,91	75,19	1,02	0,59
38	90	10	80	70	125	3	278	2,78	5,31	112,50	72,00	0,7	0,03
39	90	10	89	86	100	1	276	2,76	5,31	101,12	90,00	0,86	0,01
40	100	13	109	110	114	70	403	4,03	6,91	91,74	87,72	1,1	0,7
41	100	11	94	107	142	1	344	3,44	5,85	106,38	70,42	1,07	0,01
42	110	10	115	72	135	30	352	3,52	5,31	95,65	81,48	0,72	0,3
43	110	6	120	176	276	164	736	7,36	3,19	91,67	39,86	1,76	1,64
44	80	11	60	215	100	1	376	3,76	5,85	133,33	80,00	2,15	0,01
45	80	11	80	105	104	1	290	2,9	5,85	100,00	76,92	1,05	0,01
46	80	12	90	93	120	1	304	3,04	6,38	88,89	66,67	0,93	0,01
47	85	10	110	101	122	87	420	4,2	5,31	77,27	69,67	1,01	0,87
48	80	11	85	91	105	1	282	2,82	5,85	94,12	76,19	0,91	0,01
49	100	10	101	96	118	81	396	3,96	5,31	99,01	84,75	0,96	0,81
50	120	14	116	227	133	1	477	4,77	7,44	103,45	90,23	2,27	0,01
51	100	10	124	169	178	60	531	5,31	5,31	80,65	56,18	1,69	0,6
52	100	9	80	133	93	1	307	3,07	4,78	125,00	107,53	1,33	0,01
53	100	11	100	100	120	1	321	3,21	5,85	100,00	83,33	1	0,01
54	100	11	100	124	172	1	397	3,97	5,85	100,00	58,14	1,24	0,01
55	140	11	170	95	178	1	444	4,44	5,85	82,35	78,65	0,95	0,01
56	140	9	163	142	133	1	439	4,39	4,78	85,89	105,26	1,42	0,01
57	140	12	135	120	168	1	424	4,24	6,38	103,70	83,33	1,2	0,01
58	140	14	158	110	148	45	461	4,61	7,44	88,61	94,59	1,1	0,45
59	140	9	145	125	153	1	424	4,24	4,78	96,55	91,50	1,25	0,01
60	120	10	121	123	119	1	364	3,64	5,31	99,17	100,84	1,23	0,01

ANEXO 2 – ESTUDO DE TEMPO DAS ATIVIDADES EFETIVAS, FAZENDA SUMIDOURO.

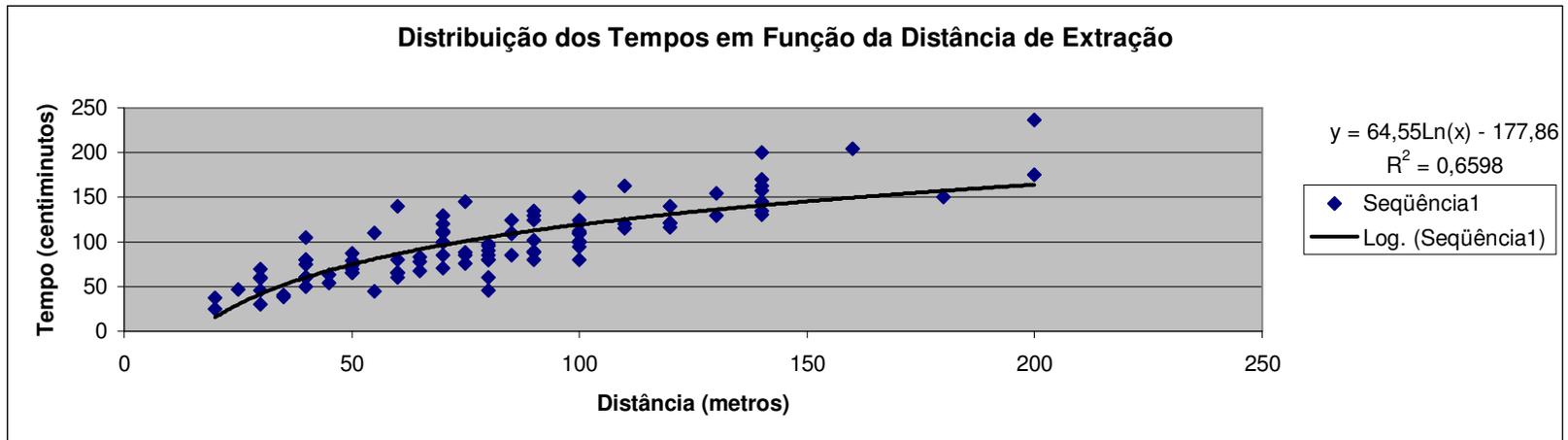
continuação...

61	130	9	130	110	143	1	384	3,84	4,78	100,00	90,91	1,1	0,01
62	75	10	88	121	126	1	336	3,36	5,31	85,23	59,52	1,21	0,01
63	80	16	46	80	135	1	262	2,62	8,50	173,91	59,26	0,8	0,01
64	80	6	80	69	107	1	257	2,57	3,19	100,00	74,77	0,69	0,01
65	85	10	109	163	144	1	417	4,17	5,31	77,98	59,03	1,63	0,01
66	85	8	124	158	154	1	437	4,37	4,25	68,55	55,19	1,58	0,01
67	90	9	135	57	110	1	303	3,03	4,78	66,67	81,82	0,57	0,01
68	90	13	130	208	135	1	474	4,74	6,91	69,23	66,67	2,08	0,01
69	90	8	125	120	133	1	379	3,79	4,25	72,00	67,67	1,2	0,01
70	100	9	150	147	214	1	512	5,12	4,78	66,67	46,73	1,47	0,01
71	110	8	163	86	220	43	512	5,12	4,25	67,48	50,00	0,86	0,43
73	120	13	121	86	183	1	391	3,91	6,91	99,17	65,57	0,86	0,01
74	130	9	155	120	223	1	499	4,99	4,78	83,87	58,30	1,2	0,01
75	140	10	200	165	240	63	668	6,68	5,31	70,00	58,33	1,65	0,63
76	140	12	131	81	281	1	494	4,94	6,38	106,87	49,82	0,81	0,01
77	160	9	204	80	215	1	500	5	4,78	78,43	74,42	0,8	0,01
78	180	11	150	164	195	1	510	5,1	5,85	120,00	92,31	1,64	0,01
79	200	14	237	298	300	1	836	8,36	7,44	84,39	66,67	2,98	0,01
80	200	9	175	200	220	103	698	6,98	4,78	114,29	90,91	2	1,03
81	100	12	120	129	164	94	507	5,07	6,38	83,33	60,98	1,29	0,94
82	100	8	112	92	160	1	365	3,65	4,25	89,29	62,50	0,92	0,01
83	120	8	140	64	107	61	372	3,72	4,25	85,71	112,15	0,64	0,61
84	20	8	25	102	66	1	194	1,94	4,25	80,00	30,30	1,02	0,01
85	40	11	80	129	81	53	343	3,43	5,85	50,00	49,38	1,29	0,53

ANEXO 2 – ESTUDO DE TEMPO DAS ATIVIDADES EFETIVAS, FAZENDA SUMIDOURO.

conclusão...

86	40	9	80	84	75	303	542	5,42	4,78	50,00	53,33	0,84	3,03
87	25	12	47	97	115	1	260	2,6	6,38	53,19	21,74	0,97	0,01
88	30	7	60	69	103	1	233	2,33	3,72	50,00	29,13	0,69	0,01
89	30	9	70	75	200	74	419	4,19	4,78	42,86	15,00	0,75	0,74
90	30	10	59	205	140	1	405	4,05	5,31	50,85	21,43	2,05	0,01
91	40	12	75	110	140	45	370	3,7	6,38	53,33	28,57	1,1	0,45
92	40	9	50	94	117	1	262	2,62	4,78	80,00	34,19	0,94	0,01
93	50	8	87	126	146	200	559	5,59	4,25	57,47	34,25	1,26	2
94	55	9	110	130	137	1	378	3,78	4,78	50,00	40,15	1,3	0,01
95	60	12	140	287	132	140	699	6,99	6,38	42,86	45,45	2,87	1,4
96	70	11	110	268	186	1	565	5,65	5,85	63,64	37,63	2,68	0,01
97	70	10	130	120	177	69	496	4,96	5,31	53,85	39,55	1,2	0,69
98	70	9	120	188	153	100	561	5,61	4,78	58,33	45,75	1,88	1
99	70	12	100	360	130	120	710	7,1	6,38	70,00	53,85	3,6	1,2
100	70	9	112	120	63	1	296	2,96	4,78	62,50	111,11	1,2	0,01
101	40	6	80	178	74	1	333	3,33	3,19	50,00	54,05	1,78	0,01
102	40	9	105	145	215	326	791	7,91	4,78	38,10	18,60	1,45	3,26
103	20	10	37	188	60	110	395	3,95	5,31	54,05	33,33	1,88	1,1
T	8230	1043	10019	12778	13044	4095	39936	399,36	554,25	8411,35	6662,55	127,8	40,95
M	81,188	10,2079	98,901	125,505	128,554	40,1089	393,069	3,9307	5,42	82,29	65,47	1,255	0,40109



ANEXO 3 - CÁLCULO DO CUSTO OPERACIONAL DO SKIDDER 460D.

continua...

Itens	Unidades	Valores
Valor Aquisição (Va)	US\$	230.000,00
Valor de Pneus (4)	US\$	10.000,00
Valor Residual (Vr)	15%	34.500
Envelhecimento técnico	anos	10
Tempo total de uso	horas	20.000
Horas efetivas ano (hf)	horas	2000
Vida útil pneus	horas	2000
Taxa de juros anuais	%	12
Taxa seguro anual	%	2
Taxa de correção juros	-	0,6
Coefficiente de manutenção	%	90
Turnos	-	1
Encargos sociais	%	120
Eficiência operacional	%	85
Horas trabalho dia	horas	8,8
Taxa de garagem	US\$/mês	92,937
Consumo combustível	L/hora	19
Valor Combustível	US\$/L	0,642
Salário operador	US\$/mês	334,572
Dias trabalho mês	dias	20
Taxa de administração	%	7
Taxa de risco	%	10
CUSTOS FIXOS (CF)		
Juros	US\$/hora	8,280
Seguro	US\$/hora	2,30
Taxa de garagem	US\$/hora	0,558

ANEXO 3 - CÁLCULO DO CUSTO OPERACIONAL DO SKIDDER 460D.

conclusão...

CUSTOS SEMI-FIXOS (CSF)		
Depreciação máquinas	US\$/hora	9,35
Depreciação pneus	US\$/hora	5,00
Manutenção e consertos	US\$/hora	8,415
CUSTO VARIÁVEL (CV)		
Combustível	US\$/hora	12,204
Lubrificantes	US\$/hora	3,051
CUSTO PESSOAL (CP)		
Operador	US\$/hora	4,182
CUSTOS DIRETOS	US\$/hora	53,340
Administração	US\$/hora	57,073
Coeficiente de risco	US\$/hora	62,781
CUSTO OPERACIONAL EXTRAÇÃO	US\$/hora	62,781

ANEXO 4 – CUSTO DE CONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO DE ESTRADAS FLORESTAIS PRIMÁRIAS.

Máquina	Custo	Quantidade(m/hora)	Custo/metro linear (US\$/m)
Pá Carregadeira (pneus)	33,4572 US\$/hora	0,05	1,6729
Motoniveladora	40,8922 US\$/hora	0,02	0,8178
Trator esteira (D6)	52,0446 US\$/hora	0,05	2,60
Rolo compactador	25,1046 US\$/hora	0,04	1,0042
Caçamba	0,7435 US\$/Km	3,54	2,63
Carro (Toyota)	0,2602 US\$/Km	0,84	0,2186
Retro-escavadeira	22,3048 US\$/hora	0,01	0,2230
Serviços manuais	1,4870 US\$/hora	0,01	0,0149
Transporte de materiais diversos	0,7435 US\$/Km	0,05	0,0372
Custo Total Construção			9,30

Fonte: Coordenação Planejamento Florestal

Custo CONSTRUÇÃO de estradas primárias	US\$/Km	9300,00
Custo MANUTENÇÃO de estradas primárias	US\$/m	0,4832
Custo MANUTENÇÃO de estradas primárias	US\$/Km	483,20

FONTE: Coordenação de Planejamento Florestal