

VICTOR CASIMIRO PISCOYA BACON

ESTUDO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS NA EXTRAÇÃO E TRANSPORTE
DE MADEIRA DE *Eucalyptus* spp.

Dissertação submetida à consideração da Comissão Examinadora, como requisito parcial na obtenção de Título de "Mestre em Ciências-M.Sc.", no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

CURITIBA

1981



COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

P A R E C E R

Os membros da Comissão Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado apresentada pelo candidato VICTOR CASIMIRO PISCOYA BACON, sob o título "ESTUDO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS NA EXTRAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA DE *Eucalyptus spp*"; para obtenção do grau de Mestre em Ciências Florestais - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, área de concentração SILVICULTURA, após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato, são de parecer pela "APROVAÇÃO" da Dissertação, completando assim os requisitos necessários para receber o grau e o Diploma de Mestre em Ciências Florestais. Observação: O critério de avaliação da Dissertação e defesa da mesma a partir de novembro de 1980 é apenas APROVADA ou NÃO APROVADA

Curitiba, 08 de maio de 1981


Professor Carlos Cardoso Machado, M.Sc
Primeiro Examinador


Professor Ricardo Berger, Dr.
Segundo Examinador


Professor Gerhard Wilhelm Dittmar Stöhr, Dr.
Presidente



E R R A T A

Pág.	Linha	deve dizer
53	27	2 operários (1 moto-serrista e)
54	6	Sistema 1 ... Manual ... 4,5* 5,69*
	43	Observações (6) Transporte (ida e volta) 46 km de distância da floresta até a indústria. No sistema 1 os "Carregadores" vão junto com o motorista durante o transporte.
	44	(7) Descarregamento inclui espera na indústria e pesagem.
55	6	<u>Transporte</u> <u>A.Efet. A.Tot.</u> <hr/> <u>19,20* 20,70*</u>
	12 e 14	<u>Transporte</u> <u>A.Efet. A. Tot.</u> <hr/> <u>3,69** 3,98**</u>
	15	** Maior capacidade de carga, por tanto menos tempo/m. estêreo transportado
57	17, pois foi reduzido de 3,95 min. homen/m. estêreo/100m
60	8	Sistema 1 <u>Derrubar</u> min.E/m.ester Mecânico 2,56

À memória de minha mãe

A meus pais e irmãos

À Sara, esposa amada
cujos sorrisos me recompensam
pelo que ela me ajudou a construir

DEDICO

AGRADECIMENTOS

O autor deseja expressar os seus agradecimentos às seguintes pessoas e instituições;

- Ao professor Dr. Gerhard W.D. Stöhr, pela magnífica dedicação e orientação através de todo o desenvolvimento da pesquisa.

- À CIDA (Agencia Canadiense para o Desenvolvimento Internacional), por intermédio do seu projeto CIDA-PERÚ, pela concessão de uma bolsa de estudos, para que o autor realizasse o Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal.

- À FUPEF (Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná), pelo financiamento da pesquisa.

- À CIF (Cia. de Integração Florestal), pela participação nesta pesquisa.

- À TRIFLORA, pela colaboração na coleta de dados junto a seus operários e em seus plantios de eucalipto.

- À Munck Jons S.A., Valmet do Brasil, e à Representação da Massey Ferguson (Uberaba), pela colaboração com as maquinarias cedidas para o desenvolvimento da pesquisa.

- Aos Engenheiros Florestais Oscar Rensburg Willmersdorf, Alois Kasper, Phyllis Kasper, Adí Sfredo e aos estagiários Gutemberg Faria e Célio da Fonseca, pelo auxílio na coleta dos dados.

- Agradeço também a todos os professores, colegas e funcionários do curso de Engenharia Florestal e da Pós-graduação em Engenharia Florestal, que de uma maneira ou outra, colaboraram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

VICTOR CASIMIRO PISCOYA BACÓN, filho de Casimiro Piscoya Horna e Lorenza Bacón Vizconde, nasceu na Cooperativa Agrária de Produção "Casa Grande" Ltda nº 32, Departamento da Libertad-Perú, em 14 de novembro de 1953.

Realizou seus estudos primários na escola "Francisco Bolognesi" e os estudos secundários no Colégio G.U.E. "Casa Grande" em Casa Grande-Perú.

Em 1971 iniciou o curso de Engenharia Florestal na "Universidad Nacional de la Amazonia Peruana", Iquitos-Perú, graduando-se em 1976.

Em 1978 ingressou no curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal, da "Universidade Federal do Paraná", Curitiba-Brasil.

S U M Á R I O

	Página
Lista de Figuras	ix
Lista de Quadros	x
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Justificativa	3
1.2. Objetivos	4
2. REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1. Alternativas mecânicas nas atividades parciais da exploração e transporte florestal	5
2.1.1. A moto-serra na derrubada e traçamento	5
2.1.2. A descascadeira mecânica, no descascamento de toretes	6
2.1.3. A grua hidráulica no carregamento e descarregamento	8
2.1.4. O trator de pinças ("Grapple Skidder") no arraste dos fustes	10
2.1.5. O caminhão de 3 eixos no transporte da madeira	12
2.2. O estudo do trabalho	14
2.2.1. Métodos de medição do tempo	15
2.2.2. Recursos para a coleta de dados	17
2.3. A análise de sistema na avaliação de alternativas na exploração e transporte florestal ...	19

	Página
2.3.1. Importância da análise de sistema	19
2.3.2. Alternativas de denominação na análise de sistema	20
2.3.3. Partes de uma análise de sistema	21
3. MATERIAIS E MÉTODOS	24
3.1. Localização e escolha do local em estudo	24
3.2. Topografia, acessibilidade e infraestrutura ...	27
3.3. Descrição dos sistemas estudados	29
3.4. Características da mão-de-obra empregada na pesquisa	31
3.5. Descrição da maquinaria empregada na pesquisa..	32
3.5.1. Moto-serra	32
3.5.2. Descascadeira mecânica	34
3.5.3. Trator de pinças ("Grapple Skidder")	34
3.5.4. Grua hidráulica	35
3.5.5. Caminhão de 3 eixos	36
3.5.6. Caminhão com semi-reboque	36
3.6. Coleta de dados	37
3.7. Preparo e processamento dos dados	38
3.8. Comprovação da confiabilidade estatística dos dados	39
3.9. Cálculo dos custos dos meios de produção e pessoal	41
4. RESULTADO E DISCUSSÃO	43
4.1. Dados sobre o povoamento e o grau de aproveitamento da madeira nas diferentes operações de derrubada	43

	Página
4.2. Confiabilidade estatística aplicada aos ciclos cronometrados	49
4.3. Tempos de trabalho por atividade parcial	51
4.4. Tempo total das atividades efetivas e totais dos sistemas estudados	58
4.5. Tempo de trabalho por equipamento nas ativida- des	59
4.6. Custos do pessoal e custos parciais e totais por equipamento-hora	60
4.7. Os custos por trabalho parcial e total nos sis- temas estudados	63
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	67
6. RESUMO	70
SUMMARY	72
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
ANEXOS	76

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Localização das micro-regiões do Triângulo Mineiro no Estado de Minas Gerais	25
2	Levantamento topográfico da Fazenda Itiguapira (Uberaba - Minas Gerais)	26
3	Croquis da área experimental dos sistemas estudados (Fazenda Itiguapira)	28

LISTA DE QUADROS

Quadro		Página
1	Características do pessoal empregado na pesquisa	33
2	Dados do povoamento da área experimental do sistema 1	44
3	Volume e variabilidade das árvores aproveitadas nas diferentes atividades parciais da área experimental do sistema 1	47
4	Confiabilidade estatística dos ciclos cronometrados por grupos nas atividades parciais da derrubada, traçamento e descascamento manual...	50
5	Pessoal e meios de produção utilizados nos diferentes sistemas	52
6	Resumo dos tempos de trabalho por operação nos diferentes sistemas de coleta da madeira	55
7	Resumo dos tempos por equipamento por operação nos diferentes sistemas da coleta da madeira ..	60
8	Custo por hora do pessoal de campo	62
9	Custos parciais e totais por equipamento-hora..	63
10	Resumo dos custos de pessoal e meios de produção por operação e total nos diferentes sistemas	66

Quadro	Página
11 Tabela de volume de <i>Eucalyptus</i> spp., volume total com casca ($m^3(r)$)	78
12 Tabela de volume de <i>Eucalyptus</i> spp., volume total com casca ($m^3(r)$)	79
13 Tabela de volume de <i>Eucalyptus</i> spp., volume com casca até um diâmetro mínimo de 7 cm c.c. ($m^3(r)$)	80
14 Tabela de volume de <i>Eucalyptus</i> spp., volume com casca até um diâmetro mínimo de 3 cm c.c. ($m^3(r)$)	81
15 Tempo de trabalho na limpeza - Sistema 1	83
16 Tempo de trabalho na derrubada - Sistema 1	85
17 Tempo de trabalho no desgalhamento - Sistema 1.	87
18 Tempo de trabalho no traçamento - Sistema 1 ...	89
19 Tempo de trabalho no descascamento manual - Sistema 1	91
20 Tempo de trabalho no empilhamento - Sistema 1 .	93
21 Tempo de trabalho no carregamento, transporte e descarregamento manual - Sistema 1	95
22 Tempo de trabalho no carregamento do caminhão com a grúa MJ30 - Sistema 2	97
23 Tempo de trabalho na derrubada - Sistema 3	99
24 Tempo de trabalho no traçamento - Sistema 3 ...	100
25 Tempo de trabalho no descascamento mecânico com a descascadeira VK 16E - Sistema 3	101
26 Tempo de trabalho no empilhamento - Sistema 3..	103
27 Tempo de trabalho no carregamento do caminhão com a carregadeira MJ30 - Sistema 3	105
28 Tempo de trabalho no desgalhamento e arraste preliminar - Sistemas 4 e 5	107

Quadro	Página
29	Tempo de trabalho no arrate principal mecânico com o trator de pinças ("Grapple Skidder") Massey Ferguson 265 - Sistemas 4 e 5 110
30	Tempo de trabalho no carregamento do caminhão com a grúa MJ 30 - Sistema 4 e 5 111
31	Cálculo do custo/hora de uso - Moto-serra Stihl 08 114
32	Cálculo do custo/hora de uso - descascadeira VK 16E 116
33	Cálculo do custo/hora de uso - Trator de pinças ("Grapple Skidder") MF 265 118
34	Cálculo do custo/hora de uso - grúa MJ 30 120
35	Cálculo do custo hora de uso - caminhão Mercedes Benz L 1113 - 480 122
36	Cálculo do custo/hora de uso - Caminhão com carreta Scania L 111 124

1. INTRODUÇÃO

Pesquisas desenvolvidas no Triângulo Mineiro, segundo BREPOHL¹, demonstraram que esta região apresenta 5,72% da área total reflorestada do Brasil no período de 1967 a 1974 (Fonte IBDF - arquivo FUPPEF - MA-07) e 25,86% dos reflorestamentos do Estado de Minas Gerais no período de 1967 a 1976, com 145.577 ha (Fonte FUPPEF-MA-07). Por outro lado, o mesmo autor demonstrou que a Empresa Minasplac Indústria e Reflorestamento S.A., localizada em Uberaba, utiliza como matéria prima a madeira de *Eucalyptus* spp., proveniente dos reflorestamentos, apresentando uma produção de 6.000 m³ de chapas por mês, o que significa uma demanda de aproximadamente 168.000 m³ de madeira roliça por ano. Além disto, estimativas apresentadas pelo mesmo autor prevêem uma possibilidade de retirada de um volume de madeira dos reflorestamentos no Triângulo Mineiro de aproximadamente 900.000 m³ em 1984, dos quais 74,4% seriam provenientes de plantios de *Eucalyptus* spp.

Devido à grande área já reflorestada, o Estado de Minas Gerais lidera os reflorestamentos em todo o Brasil com aproximadamente 784 mil hectares nos 10 primeiros anos de incentivos fiscais (12), destinando-se a produção destas florestas às indústrias madeireiras, à produção de carvão vegetal ou à produção de álcool, que representa a curto prazo a alternativa mais promissora.

Segundo BURLEY³, na atual situação mundial de minimizar as importações de petróleo, as árvores plantadas para lenha, carvão vegetal ou derivados químicos oferecem uma solução parcial para uma crise que, dependendo do país, já existe ou está muito próxima.

Segundo CUNHA⁵, um hectare de eucalipto de 5 a 6 anos produz 100 toneladas de madeira, cerca de 34 toneladas de carvão, 8 toneladas de alcatrão, 1,5 toneladas de metanol (1875 litros), 39,5 toneladas de ácido pirolenhoso e 17% de gás combustível. Esta quantidade, em poder calorífico, equivale a 371,9 barris de petróleo, sem acrescentar o gás resultante, que é usado para realimentar a destilação, mas ainda apresentando sobras. Se considerarmos que o eucalipto, para ser industrializado, precisa de 5 anos, teríamos, de acordo com este cálculo, 74.3 barris/ano de equivalente de petróleo à produção de um hectare. Segundo o mesmo autor, o carvão vegetal tem apenas 2,5 a 3% de cinzas, o que torna excelente matéria prima para a siderurgia com altos fornos de até 800 toneladas/dia de ferro-gusa para a obtenção do aço. O tipo de acabamento da madeira de *Eucalyptus* spp. no Triângulo Mineiro (Uberaba) corresponde a toretes de 1 m, onde todo o sistema de exploração é manual. Esta madeira destina-se à indústria de aglomerado Minasplac, por ora a única indústria de grande porte no Triângulo Mineiro. Futuramente, após estudo das alternativas visando minimizar os custos, aumentar os rendimentos e diminuir o tempo de estocagem da madeira, pode-se pensar em comercializar a madeira em menores graus de acabamento - por exemplo: toretes de 2 m, fustes, árvores inteiras, etc.

Este objetivo provocou nos últimos anos o desenvolvi-

mento de sistemas de extração de madeira altamente mecanizados. Embora a mecanização não seja a única forma de racionalização nos trabalhos florestais, ela tem um lugar de elevada importância nos esforços para reduzir os custos e tornar mais humano o trabalho nas florestas (STÖHR¹⁹).

1.1. JUSTIFICATIVA

Estimativas futuras indicam que o produto dos reflorestamentos do Triângulo Mineiro será maior que a capacidade das indústrias de transformação, com altos excedentes de madeira nesta região. Desta forma, será uma alternativa altamente benéfica a produção de carvão vegetal, considerando que a espécie *Eucalyptus* spp. reúne suficientes requisitos para a produção de um carvão vegetal de alta qualidade, utilizado nas usinas de produção de aço, ao mesmo tempo que vem de encontro às necessidades da atual situação nacional de minimizar as importações de petróleo.

Por outro lado, a inexistência de informações concretas sobre rendimentos e custos na extração e transporte de madeira de *Eucalyptus* spp. no Triângulo Mineiro levou a estudar diversas alternativas técnicas, com diferentes graus de acabamento, a fim de oferecer subsídios as diferentes indústrias de transformação, já instaladas ou por instalar-se tanto na região em estudo como no vizinho Estado de São Paulo.

1.2. OBJETIVOS

A pesquisa foi desenvolvida com os seguintes objeti

vos :

a) Estudar algumas alternativas técnicas na racionalização da utilização de plantios de *Eucalyptus* spp. em terrenos planos, em especial sistemas com diferentes graus de acabamento de madeira, para atender aos diferentes tipos de indústrias que possam se instalar na região (toretas de 1 m e 2 m com ou sem casca e fustes).

b) Avaliar, com base nos tempos de trabalho nas diferentes operações, os rendimentos e custos/m³ para cada sistema.

c) Recomendar, com base nas alternativas estudadas, o sistema mais viável para as condições estudadas, visando um futuro aproveitamento da madeira na produção de carvão em grande escala.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A literatura apresentada corresponde a países com estrutura de produção e graus de desenvolvimento bem diferentes ao Brasil, em função de maiores experiências tecnológicas.

2.1. ALTERNATIVAS MECÂNICAS NAS ATIVIDADES PARCIAIS NA COLHEITA DA MADEIRA

2.1.1. A MOTO-SERRA NA DERRUBADA E TRAÇAMENTO

As primeiras máquinas semelhantes às moto-serras atuais apareceram no ano de 1927, inventadas por Andrés Stihl na Alemanha, utilizando como elemento de corte a corrente e como elemento motriz um motor a gasolina. Esses equipamentos, pelo seu peso (58 Kg), eram difíceis de manipular e exigiam duas pessoas para seu manejo. Na década de 60, apareceram modelos de menor peso, surgindo ao final desta década a primeira moto-serra com dispositivos anti-vibratórios e com sistema de ignição eletrônico (FRISK & CAMPOS¹⁰).

Na década de 70 foi mais aperfeiçoada sua construção, buscando-se sempre diminuir o peso e desenvolvendo-se correntes e dispositivos de segurança, que em alguns países são obrigatórios. O último avanço na segurança tem sido a adaptação do freio da corrente (FRISK & CAMPOS¹⁰).

Segundo OVERGAARD¹⁷, ao relatar experiências desenvolvidas no bosque chaqueno (Argentina) em plantações de *Eucalyptus* spp., a fim de melhorar as operações de aproveitamento na derrubada e traçamento, a produção da moto-serra é de 6-10 vezes maior do que o machado. Este autor conclui que:

a) a maioria dos trabalhos realizados com moto-serra são efetuados por equipes de dois operários; no caso de trabalhar um operário só, a produção aumentará e o custo por m³ se reduzirá em 20-25%, além de diminuir a probabilidade de acidentes.

b) a produtividade poderia também ser aumentada através da utilização de moto-serras mais leves, com sabres mais curtos, e equipadas com amortecedores de borracha para diminuir a vibração.

c) O treinamento dos operários poderia igualmente aumentar a produção. O autor observou uma produção de 2,5 - 4,0 m³/hora.

Considerando que as espécies de *Eucalyptus* spp. regeneram-se por talhardia - o que, segundo TAYLOR²², consiste na regeneração por brotação das touças - estas espécies deverão ser cortadas de modo de deixar a superfície de corte lisa, evitando-se depressões na parte central, a fim de reduzir os riscos de deterioração da madeira, naquela região. Em todos os casos, o corte deve ser feito, segundo DE LA MAZA⁶, o mais baixo possível do solo, devido a perdas de madeira e a problemas que poderão surgir na extração.

2.1.2. A DESCASCADEIRA MECÂNICA NO DESCASCAMENTO DE TORETES

Segundo PIETILA¹⁸, o descascamento no mesmo bosque na

Escandinávia, na década de 60, ganhou rapidamente importância, empregando-se máquinas simples, que trabalhavam nos caminhos florestais, onde os toretes eram traçados em 2 m de comprimento e os diâmetros variavam de 5-35 cm.

As descascadeiras eram alimentadas manualmente, transportando-se os toretes com a mão até a máquina, para depois serem apilados também manualmente. Porém, os rápidos aumentos dos custos da mão-de-obra, sobretudo na Suécia, aceleraram o processo de mecanização dos trabalhos, instalando-se primeiramente uma grua na descascadeira de modo a eliminar o trabalho pesado de levantar os toretes. Com isto, a produção que nas descascadeiras alimentadas manualmente era de 80-120 m. estéreos/dia, aumentou para 150-250 m. estéreos/dia. Na Finlândia, onde o diâmetro médio dos toretes utilizados para pasta é de 11 cm, calcula-se com toretes de 2 m de comprimento a produção de uma descascadeira é de aproximadamente $25 \text{ m}^3 / \text{hora}$ (330 m.est./dia aproximadamente).

A finalidade do descascamento é múltiplo (DE LA MAZA⁶, PIETILA¹⁸):

a) facilitar uma perda rápida de umidade e diminuir o peso para o transporte, e ao mesmo tempo evitar o ataque de fungos e insetos nocivos que depreciam a madeira (além da perda de peso pela umidade, existe uma percentagem de diminuição de peso pela casca, que atinge 12% para algumas espécies de coníferas);

b) a madeira descascada se arrasta com mais facilidade, em especial quando é grossa e rugosa;

c) por exigências das indústrias que não tem descascadores.

Existem diversos tipos de descascadeiras. PIETILA¹⁸ afirma que as descascadeiras com rotor trabalham em seco e apresentam uma perda mínima de madeira, comparadas com as descascadeiras clássicas de tambor que consome água. O mesmo autor diz que se a velocidade do rotor é constante, independentemente do diâmetro dos toretes, deduz-se que a produção da máquina é diretamente proporcional ao quadrado dos diâmetros dos toretes.

Segundo "Informações Técnicas" da Valon Kone¹³, o rendimento de uma descascadeira alimentada manualmente depende, entre outras coisas:

- a) do diâmetro da madeira;
- b) da velocidade de avance;
- c) da experiência, preparação e tamanho da equipe de operários, e
- d) da organização dos depósitos da madeira.

Embora a velocidade teórica de avance varia de 20 a 60 m/min, na prática, com toretes de 1-2 m, podem-se calcular de 20 a 30 m/min com 2-3 operários, o que corresponde a um rendimento de 90-140 m. estêreos/dia.

2.1.3. A GRUA HIDRÁULICA NO CARREGAMENTO E DESCARREGAMENTO

Segundo OVERGAARD¹⁷, as atividades parciais do carregamento e descarregamento precisam ser mecanizadas pelas seguintes razões fundamentais:

- a) o trabalho realizado manualmente é muito perigoso;
- b) é um dos trabalhos que exige mais custos.

O mesmo autor acredita que o problema do carregamento

e descarregamento poderia solucionar-se através da utilização de guas hidráulicas.

Quando a mecanização do manuseio das toras começou na década de 50, segundo GIEROW¹¹, o primeiro equipamento em uso era constituído de diferentes tipos de guinchos e diferentes tipos de guas hidráulicas, desenhadas para manuseio de cargas (apesar de terem uma harra). No começo da década de 60, segundo o autor, a JONSERED desenvolveu a primeira grua hidráulica de garra de grandes dimensões, construída especialmente para o manuseio de toras. Passaram-se, ainda, muitos anos antes que a maioria dos usuários compreendesse a vantagem de usar carregadoras de garra especialmente construídas, apesar de seu alto custo. Hoje em dia, afirma o autor, quase todas as guas de garra são construídas para as condições reinantes na utilização florestal. A grua de garra é o equipamento dominante na utilização florestal na Escandinávia, Finlândia, Alemanha Ocidental e vários outros países.

Entre as características importantes que deverá reunir uma grua de garras, segundo GIEROW¹¹, temos:

A capacidade de levantamento: primeiro precisamos assegurar-nos de que a capacidade de levantamento é adequada ao tamanho e peso das toras manuseadas.

A velocidade: ter uma capacidade de levantamento aceitável é apenas um pré-requisito para um carregamento eficiente, uma vez que, a velocidade da operação é o fator que pode influenciar mais sensivelmente na sua produtividade (capacidade de carga). A velocidade é aqui definida como o tempo consumido para agarrar um feixe de toras no chão, colocá-las no caminhão e voltar. Para se obter uma grua "rápida" é preciso

dar uma construção especial aos braços de suspensão, de modo a se conseguir uma geometria adequada. Além disto, é necessário colocar os cilindros hidráulicos corretamente e fornecer um controle conveniente para o sistema hidráulico.

Confiabilidade: o carregador de garra é construído para realizar 100.000 - 200.000 levantamentos por ano, com uma garra cheia, durante vários anos.

O operador: é necessário apenas uma pessoa, devidamente treinada, para sua operação.

O alcance: por alcance entende-se a distância máxima em diferentes direções, na qual o carregador pode operar eficientemente.

2.1.4. O TRATOR DE PINÇAS ("GRAPPLE SKIDDER") NO ARRASTE DOS FUSTES

Segundo a FAO⁸, "Grapple Skidders" são todos os tratores arrastadores "Skidders" que utilizam uma pinça expressamente para o arraste de toras; compreendem geralmente dois tipos:

- a) o tipo norte-americano ("Skidder"), arranjado com uma pinça em posição de pegar e carregar normalmente, localizado na parte traseira, que abraça, segura e levanta hidraulicamente uma carga completa de fustes ou árvores inteiras.
- b) o tipo hidráulico ("Bunk skidder"), com uma pinça invertida montada sobre o eixo traseiro e uma grua hidráulica para o carregamento das árvores. Foi planejado para carregar os fustes ou árvores inteiras,

ou cargas já preparadas anteriormente, sendo estas seguradas pelos poderosos braços hidráulicos invertidos enquanto o veículo está viajando.

Segundo a FAO⁸, obteve-se em 1969, num estudo comparativo para dois "Grapple Skidders", ambos de 130 HP de potência, na região oriental do Canadá, em operações de desbaste, com árvores inteiras e fustes, os seguintes resultados:

	Classe I	Classe II
A. Condições Gerais		
Terreno: aspereza	normal	plano
umidade	50% úmido e muito úmido	100% seco
Média do grau de declividade no local de carregamento	+ 1,2%	+ 0,6%
Volume por hectare	200 m ³	320 m ³
Média do volume por árvore	0,14 m ³	0,25 m ³
Média do volume por carga	1,45 m ³	1,75 m ³
Média do número de feixes por carga	1,3	1,0
B. Média da Velocidade de Viagem em m/min		
Vazio	75	100
Carregado	50	60
C. Tempo das Atividades Terminais		
Tempo de manobra e carregamento	1,0 min/feixe	
Tempo de descarregamento e empilhamento	1,0 min/feixe	
Tempo de espera	0,5 min/feixe	

Na mesma região, em 1971, foi testado também segundo a FAO⁸, um Skidder Hidráulico ("bunk skidder") BM Volvo

SM 868 em operações de desbaste no arraste de árvores inteiras, observando-se os seguintes resultados:

A. Condições gerais do estudo:

Terreno:

Topografia: plano a ligeiramente ondulado

Aspereza: liso porém com muitos tocos

Umidade: solo argiloso úmido

Volume por hectare: 200 m^3

Média do volume por árvore: $0,19 \text{ m}^3$

Média do volume por carga: $8,65 \text{ m}^3$

Média do número de feixes por carga: 3,7

B. Média da Velocidade de Viagem

Vazio 75 m/min

Carregado 50 m/min

C. Tempo das Atividades Terminais

Manobrando e carregando no local 0,8 min/carga

Movimento para fixar acima a carga 1,2 min/feixe

Carregamento próprio 1,1 min/ m^3

Tempo por orientação incorreta dos feixes 0,4 min/feixe

Descarregamento 1,1 min/carga

Demoras 1,4 min/carga

2.1.5. O CAMINHÃO DE 3 EIXOS NO TRANSPORTE DA MADEIRA

Segundo MARN et al.¹⁴, o caminhão é um dos equipamentos de maior importância para o transporte rodoviário da madeira. O tipo de caminhão adequado depende principalmente da distância, do padrão das estradas, do equipamento para carre

gar e descarregar e da capacidade de carga. Quanto maior a distância de transporte, maior deverá ser o caminhão a utilizar-se e, conseqüentemente, maior o volume de madeira a ser transportado.

Com relação à capacidade do motor existe uma regra utilizada nos Estados Unidos que diz: "Um caminhão carregado deve ser capaz de subir uma declividade de 3% em uma estrada de padrão bom com velocidade de 32 km/hora". Isto equivale aproximadamente a uma relação peso/potência de 180 kg/HP.

Para se transitar com madeira em estradas florestais de má qualidade, pode-se utilizar, segundo BROWN², caminhões de três eixos. A vantagem principal é que são utilizados no transporte da madeira e freqüentemente equipados com cabos para segurar as cargas, sendo estas recolhidas diretamente das áreas de exploração para ser entregues em outro destino, eliminando-se assim as operações de arraste. Entre outras vantagens do caminhão madeireiro de 3 eixos, BROWN² cita:

a) flexibilidade, uma vez que pode ser utilizado numa grande variedade de condições, de adversas a favoráveis, e ser adaptada especialmente para o transporte de madeira;

b) economia e mão-de-obra: comparado com outros meios de transporte, o caminhão requer pouca mão-de-obra e em alguns casos os motoristas percebem salários menores que os de tratores florestais especiais;

c) baixo investimento inicial e baixo custo de manutenção. O transporte ferroviário, o arraste e outros sistemas requerem um grande investimento inicial e, por outro lado, um alto juro e depreciação por cada carga transportada, contrariamente ao transporte por caminhão;

- d) velocidade e confiança na entrega;
- e) economia na construção de vias de acesso.

2.2. O ESTUDO DO TRABALHO

Para OVERGAARD¹⁷, o estudo do trabalho pode ser definido como um exame sistemático do trabalho, do elemento humano e das condições técnicas nas quais se desenvolve. Segundo o autor, um elemento importante dos estudos de trabalho é a medição do tempo.

O conhecimento do consumo do tempo prevê uma base para decisões sobre:

- métodos de trabalho mais eficientes;
- precisão mais adequada do trabalho.

Segundo OVERGAARD¹⁷, o principal objetivo da ciência do trabalho é assegurar o rendimento ótimo no trabalho por meio da combinação das atividades humanas com as funções de ferramentas, maquinarias e outros bens de capital na utilização dos recursos existentes. Outro objetivo da ciência do trabalho, segundo o mesmo autor, seria fornecer a base para o cálculo de salários justos (salário produção, salário prêmio, etc.)

Segundo STÖHR & LEINERT²¹, uma condição prévia para a realização de estudos de trabalho é a subdivisão do decurso do trabalho, pois com ela maiores serão as possibilidades de avaliação e o proveito a ser tirado dos dados coletados. Por outro lado, quanto mais detalhada, tanto mais difícil, demorada e cara vai ser a coleta de dados. Por isso, STÖHR & LEINERT²¹ recomendam que a intensidade e a divisão do decurso do

trabalho sejam ajustadas cuidadosamente à finalidade do estudo de trabalho.

VORY & STEINLIN, 1954, citados por OVERGAARD¹⁷, dizem que os estudos de tempo dos trabalhos florestais nos países Nórdicos se efetuam de maneira tal que o especialista em estudos de tempo não tem nada a ver com os resultados da cronometragem ou ligações afins.

No caso de ser necessário um nível de rendimento médio, se empregam métodos estatísticos para a coleta de material do qual pode ser derivada esta média. Segundo OVERGAARD¹⁷, as técnicas de estudo em assuntos florestais visam em princípio, a determinação do rendimento normal através da eliminação de valores extremos. Em geral, os esforços se concentram na determinação do rendimento relativo mediante os chamados estudos comparativos (MATTSON MARN, 1935), citados por OVERGAARD¹⁷.

2.2.1. MÉTODOS DA MEDIÇÃO DO TEMPO

STOHR & LEINERT²¹, apresentam três métodos para a medição do tempo:

a) método de tempo contínuo

Este método se caracteriza pela medição do tempo sem detenção do cronômetro, ou seja em forma contínua. O pesquisador faz a leitura do cronômetro cada vez que ocorrer um ponto de medição e anotarã o tempo indicado pelo cronômetro (a posição dos ponteiros), nesse momento, sem detê-lo, junto ao nome da atividade parcial recém terminada. O tempo requerido para cada trabalho parcial é calculado durante a avaliação

por subtração entre o tempo em que se terminou a atividade parcial em questão e a hora em que se iniciou. A posição dos ponteiros no final de uma atividade parcial é idêntica àquela do início da atividade parcial seguinte. Por isso, na prática se anota apenas o tempo em que termina uma atividade parcial. Este método é especialmente útil para aquelas pesquisas em que se deseja identificar, antes de mais nada, as diferentes atividades parciais e a seqüência em que acontecem num trabalho a ser analisado.

b) método de tempo individual

O cronômetro é detido em cada ponto de medição. Após cada medição, os ponteiros voltam à posição zero, isto é, o tempo é cronometrado individualmente para cada atividade parcial partindo de zero.

Neste método não é necessário fazer subtrações, como no método de tempo contínuo, para obter o tempo consumido em cada atividade parcial, pois ele já apresenta o tempo líquido. Este método requer cronômetros bem mais sofisticados, pois os ponteiros devem voltar a zero e começar imediatamente a girar para medir o tempo da atividade parcial seguinte.

c) método de multimomento

Este último método trabalha com cronômetros que giram continuamente. Neste método, porém, não se mede diretamente o tempo de trabalho, mas a freqüência com que ocorrem estas atividades parciais. Este método se baseia no princípio do acaso. Por isso é importante observar a operação exatamente no momento quando o ponteiro passa pela marca do intervalo correspondente; utiliza-se, normalmente, o intervalo de 25/100 minutos.

2.2.2. RECURSOS PARA A COLETA DE DADOS

Segundo STÖHR & LEINERT²¹, para a medição do tempo num estudo de trabalho o cronômetro ideal deverá cumprir os seguintes requisitos:

- a divisão da escala de segundos deve ser em 1/100 minutos;
- o ponteiro marcador dos centiminutos deve ser grande;
- o ponteiro dos minutos deve pular de uma marca de minuto à seguinte (o avanço não pode ser contínuo);
- a divisão da escala dos minutos deve ser de 60 minutos;
- se possível, deve ter um contador em horas (pode ser pequeno);
- o cronômetro destinado à medição de tempo segundo o método de tempo individual deve contar com um ponteiro auxiliar de leitura dos centiminutos;
- é recomendável que o cronômetro tenha um dispositivo para fixá-los na prancheta.

A prancheta é também um recurso importantíssimo na tomada de tempos, pois através de suas correias de fixação ela deixa as mãos livres ao cronometrador para o atendimento do cronômetro e fazer as anotações no formulário. A prancheta deve ser firme e grande e ter dimensões suficientes para fixar-se nelas folhas tamanho carta (DIN A4) tanto em posição vertical como horizontal. A prancheta deve ter também dispositivos para fixar os papéis e os cronômetros.

Um outro recurso importante são os formulários para

facilitar a tomada de dados, pois com eles não se perde tempo em anotações supérfluas, já que todas as atividades parciais possíveis no trabalho estudado serão incorporadas no formulário. O próprio especialista de estudos de trabalho desenvolve os formulários de acordo com o trabalho a ser observado e a finalidade do estudo. Entretanto, embora não seja possível sugerir um esquema rígido, uniforme para o número e sequência de colunas, existem alguns formulários que são válidos para a maioria dos estudos de tempo:

- Formulário para os dados gerais: neste formulário são anotados todos os dados que caracterizam o estudo de trabalho e que não variam durante a sua duração, a saber:

- . ordem de trabalho ou tarefa
- . método de trabalho
- . dados sobre o meio de produção
- . informações sobre os operários
- . informações sobre as condições locais.

- Formulário para os tempos cronometrados: além das colunas para os tempos cronometrados, este formulário deve incluir em seu cabeçalho todos os dados que servem para sua identificação, como também aqueles que variam durante a cronometragem.

- Formulário para as quantidades de relação: este formulário inclui todos os dados imprescindíveis para o cálculo das quantidades de relação e que estão estreitamente ligados aos tempos cronometrados, como, por exemplo, diâmetro (DAP, Ø médio), altura, comprimento, distâncias etc.

2.3. A ANÁLISE DE SISTEMA NA AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS NA EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL

2.3.1. IMPORTÂNCIA DA ANÁLISE DE SISTEMA

Sistema é definido como um conjunto formado de elementos e processos. Este conceito é considerado geralmente como o termo de ordem (noção) de categoria mais alta (STÖHR¹⁹).

Segundo MILLING¹⁵, a análise de sistemas pode ter em princípio dois objetivos:

- a) comparações entre máquinas e métodos já existentes;
- b) o desenvolvimento de novas máquinas e métodos.

Para uma empresa florestal que deve decidir-se a respeito de medidas de racionalização em suas operações de colheita da madeira, a escolha torna-se difícil se não se procede a alguma forma de quantificação. Em virtude de as condições locais variarem entre regiões e países, a empresa florestal isolada nem sempre pode basear sua decisão apenas naquilo que outras empresas julgaram adequado, pois assim, corre-se o risco de se defrontar com dificuldades imprevistas. Em vista disto, a chave para um resultado bem sucedido de uma boa racionalização é uma análise de sistema e uma comparação entre vários sistemas possíveis com base em condições, metas e restrições que são aplicáveis à empresa em questão (MILLING¹⁵).

STÖHR¹⁹ diz que até agora a exploração florestal, em especial a colheita da madeira, foi analisada em forma de blocos, de acordo com os trabalhos que se efetuam em forma conjunta ou consecutiva num tempo determinado. À medida que

melhora a acessibilidade das florestas e aumenta a mecanização, deve melhorar a planificação dos trabalhos florestais, favorecendo uma previsão mais exata dos custos - o que é cada vez mais imprescindível, quando se deseja continuar competindo com outras empresas na área florestal.

Na análise de sistemas, segundo MILLING¹⁵, a experiência mostrou que a racionalização obtida por meio de aprimoramento contínuo de métodos existentes é muitas vezes subestimada. Um enfoque amplo e sistemático é a melhor garantia para um desenvolvimento de custos satisfatórios.

Para este fim temos de nos concentrar nas seguintes questões:

- em que campos podemos reduzir os custos?
- em quanto podemos reduzir os custos?
- como devem ser reduzidos os custos?

Para responder a estas questões, o mesmo autor diz que é frequentemente necessário executar estudos de tempo para as diferentes operações.

2.3.2. ALTERNATIVAS DE DENOMINAÇÃO NA ANÁLISE DE SISTEMAS

Segundo STOHR¹⁹, são três os critérios mais empregados na análise para a denominação de um sistema: o estado do objeto de trabalho na fase de arraste, o lugar onde é feito o acabamento das toras e o grau de mecanização.

a) o estado do objeto de trabalho na fase do arraste. Segundo a FAO, citada pelo mesmo autor, diferenciam-se os seguintes sistemas:

- a.1) Sistema de toras ou de sortimentos
(Assortment logging)
- a.2) Sistema de fustes ou tronco comprido
(Tree-length logging)
- a.3) Sistema de árvore completa
(Full-tree-logging)

b) O lugar onde é feito o acabamento das toras obtendo-se sortimentos comerciáveis. Segundo este critério, os sistemas classificam-se em:

- b.1) acabamento das toras no lugar da derrubada;
- b.2) acabamento das toras na estrada florestal;
- b.3) acabamento das toras na indústria madeireira.

c) O grau de mecanização. Diferenciam-se neste critério:

- c.1) o sistema manual;
- c.2) o sistema levemente mecanizado;
- c.3) o sistema completamente mecanizado.

2.3.3. PARTES DE UMA ANÁLISE DE SISTEMA

A análise de sistema, segundo STÖHR¹⁹, consta de três partes: a descrição precisa das características dos sistemas, representação gráfica dos sistemas e procedimentos e a avaliação dos sistemas e procedimentos.

- a) Descrição precisa das características dos sistemas. Esta descrição terá que conter informações sobre:
 - a.1) as condições do lugar a explorar;
 - a.2) as condições que impõe o mercado sobre os pro

tos (sortimentos comerciáveis)

- a.3) rendimentos e custos em função das características do objeto de trabalho;
 - a.4) estrutura de custos do meio de produção e pessoal, e a tendência do seu desenvolvimento;
 - a.5) o grau de necessidade de planificação e organização de seus custos adicionais;
 - a.6) capacidade de produção das máquinas e as condições para seu aproveitamento ótimo;
 - a.7) tempo de aprendizagem e domínio no caso de máquinas novas;
 - a.8) a influência dos procedimentos sobre o solo, as árvores remanescentes e a madeira explorada em função do povoamento, topografia, acessibilidade, condições atmosféricas e técnicas de produção, e aptidão dos operários e técnicos;
 - a.9) aspectos fisiológicos, especialmente a carga de trabalho sob o efeito do ruído, da vibração e dos gases de escape;
 - a.10) forma apropriada de remuneração.
- b) Representação gráfica de sistemas e procedimentos.
Em especial interessa apresentar o número de operários e as máquinas a empregar nos diferentes trabalhos parciais, a seqüência e a interdependência destes trabalhos e o lugar onde serão desenvolvidos.
- c) Avaliação dos sistemas e procedimentos.

Segundo o mesmo autor, o esquema para avaliar cada

sistema e permitir assim uma comparação objetiva com outras alternativas, está formada por 4 tabelas:

- c.1) tempo de trabalho e rendimento segundo os trabalhos parciais;
- c.2) custos de pessoal e meios de produção;
- c.3) custos por trabalho parcial e total, e
- c.4) balanço do sistema.

Segundo MILLING¹⁵, a obtenção dos dados depende em parte das limitações que são feitas e dos critérios escolhidos. Entre os dados mais importantes normalmente necessários temos:

- a) dados do terreno;
- b) distâncias de transporte;
- c) funções de tempo e custos por unidade de tempo para as máquinas que fazem parte dos sistemas;
- d) disponibilidade de máquinas; e
- e) custo de mão-de-obra por homem/dia.

O mesmo autor diz ainda que os seguintes passos principais podem ser estabelecidos:

- a) descrição do objetivo e esquematização da análise;
- b) fixação de critérios da descrição e restrições;
- c) escolha de sistemas de máquinas a serem cobertos pela análise; e
- d) cálculo das funções de tempo e custo por unidade de tempo para as máquinas, os sistemas escolhidos, custo por homem/dia, disponibilidade de máquinas etc.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. LOCALIZAÇÃO E ESCOLHA DO LOCAL EM ESTUDO

A presente pesquisa foi desenvolvida na Fazenda Itiguapira, de propriedade da TRIFLORA, na cidade de Uberaba (Estado de Minas Gerais), localizada no Km 23 da antiga estrada Uberaba-Belo Horizonte. A cidade de Uberaba é parte do Triângulo Mineiro, o qual se localiza na latitude sul $18,2^{\circ}$ a $20,3^{\circ}$ e longitude $47,2^{\circ}$ a $51,1^{\circ}$ oeste (Figura 1).

O ano de implantação das essências de *Eucalyptus* spp. na fazenda Itiguapira corresponde a 1971, com uma área de plantio de 495 ha e 1.210.000 árvores plantadas com um espaçamento de 3 x 1,33 metros, calculando-se um total aproximado de 2.500 árvores/ha.

A escolha do Talhão N (Figura 2) como objeto da pesquisa foi efetuada, devido a limitações econômicas, exclusivamente com base em um reconhecimento visual de toda a fazenda, e objetivou selecionar o talhão mais homogêneo e de melhor crescimento para se evitar condições desiguais de trabalho. Depois de escolhido o talhão (com uma área de 20 ha), uma parte dele foi dividida em duas faixas, de modo a se observar os rendimentos de dois operários nos trabalhos parciais do sistema manual (Sistema 1 - ver figura 3). Foram selecionados - conforme informações dos próprios operários da fazenda

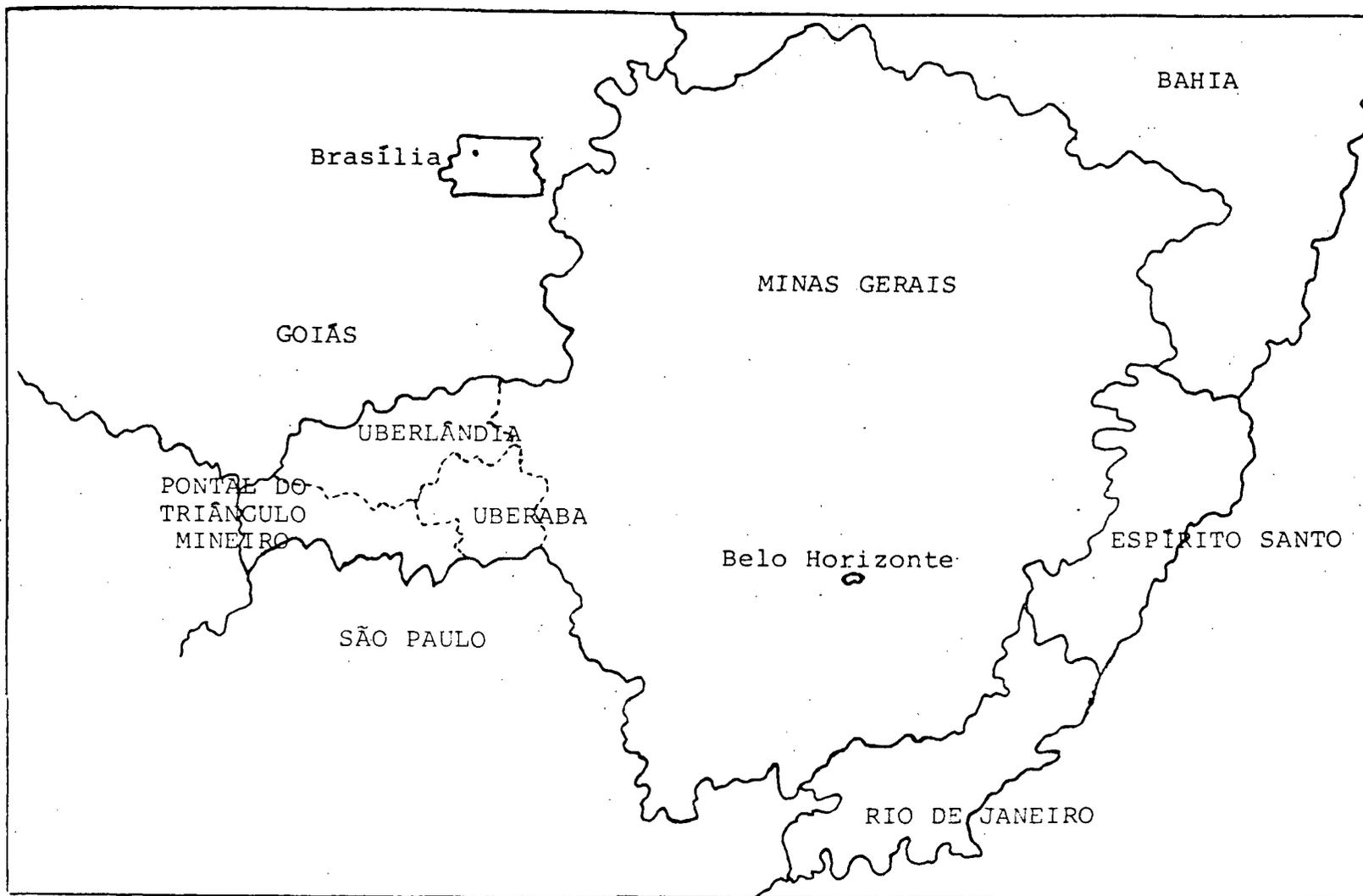
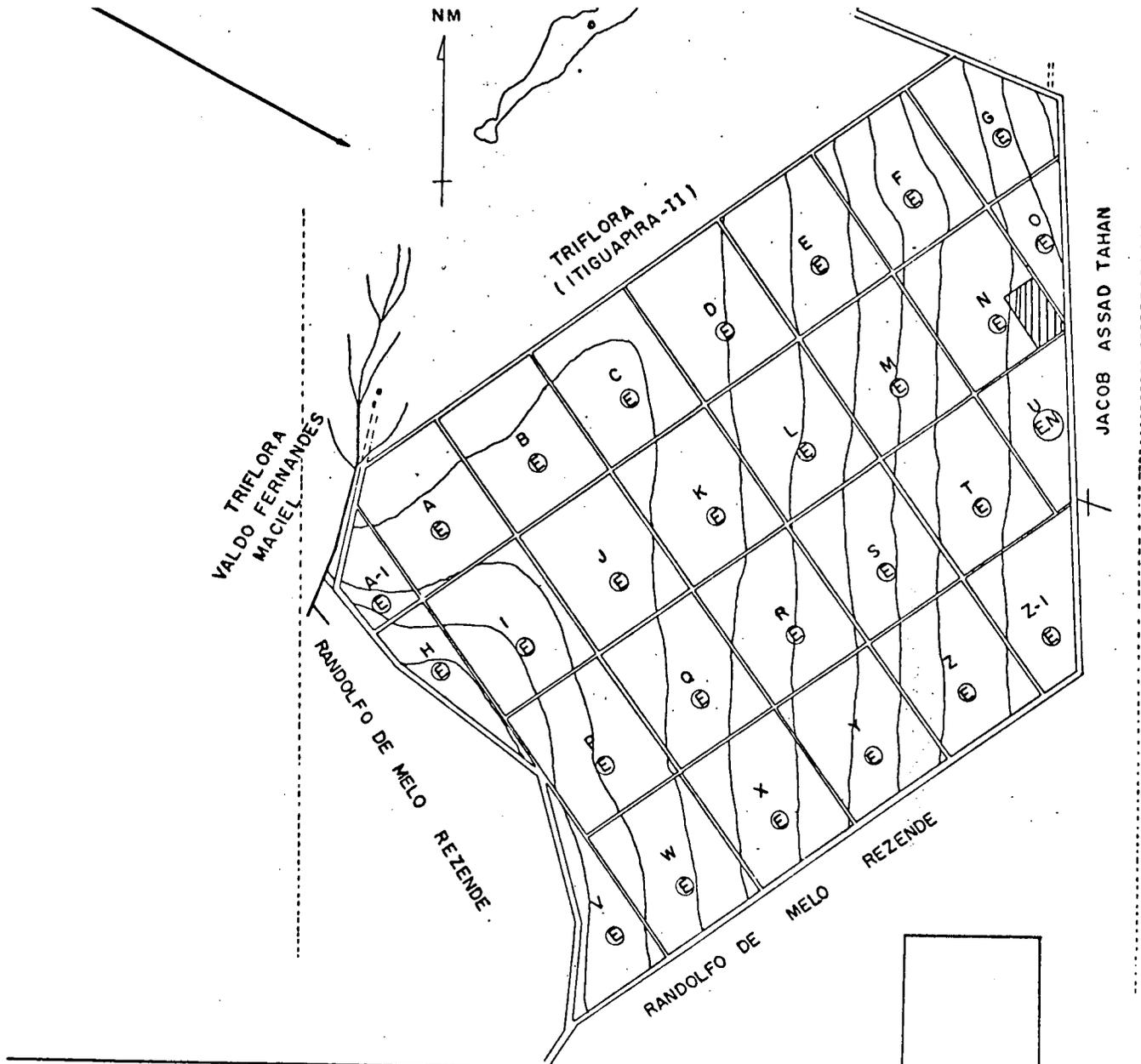


Figura 1: Localização das micro-regiões do Triângulo Mineiro no Estado de Minas Gerais.



PLANTIO	495 Ha.	1971
ÁREA a ser PLANTADA	495,00 Ha.	
EUCALÍPTO	484,00 Ha.	
ESÊNCIA NATIVA	11,00 Ha.	
TOTAL	495,00 Ha.	

FAZ. ITIGUAPYRA
MUN. UBERABA
ÁREA DE ESCRITURA
ÁREA DE PROJ.

CONVENÇÕES

	CASA
	CERCA de ARAME
	VALE
	DIVISA DE PROPRIEDADE
	CÓRREGO
	ESTRADA
	AÇUDE
	LINHA DE NÍVEL

FIGURA 2 LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO DA FAZENDA ITIGUAPIRA (UBERABA-MINAS GERAIS)

PLA NOTEO UBERFLORA.UBERABA FLORESTADORA
FAZ. ITIGUAPYRA-I
PLANTA BASE E USO ATUAL

da - um operário de bom rendimento e outro de rendimento mé dio, ambos com suficiente experiência nestes trabalhos.

As árvores foram numeradas e medidos seus diâmetros, para a obtenção do volume por árvore e por faixa e, dentro desta, para cada uma das três áreas. Foi elaborada uma tabela de volume, a qual servirá de base para a estimativa do volume por árvore (ver anexo 1).

No sistema 2, onde foi introduzida como alternativa a grua hidráulica MJ 30 para as atividades do carregamento e descarregamento de toretes de 1 m, foram aproveitadas outras áreas na mesma fazenda que se encontravam com a madeira empilhada e pronta para o carregamento, aproveitando-se também os mesmos caminhões que realizavam o transporte até a indústria.

A área onde foram desenvolvidos os trabalhos parciais do sistema 3, como pode-se observar na figura 3, situava-se no mesmo talhão ao lado da área do sistema 1; do mesmo modo, as áreas dos trabalhos parciais dos sistemas 4 e 5, sendo que o arraste principal dos fustes foi realizado até o aceiro ou estrada florestal, onde foram carregados ao caminhão.

3.2. TOPOGRAFIA, ACESSIBILIDADE E INFRAESTRUTURA

Baseando-se nos mapas topográficos da fazenda Itiguarapira (ver figura 2) pode-se dizer que se trata de uma área plana, com cobertura florestal total das essências de *Eucalyptus* spp., dividida em talhões, apresentando uma rede de caminhos para o transporte da madeira.

A rede viária, de um padrão regular no verão, quando

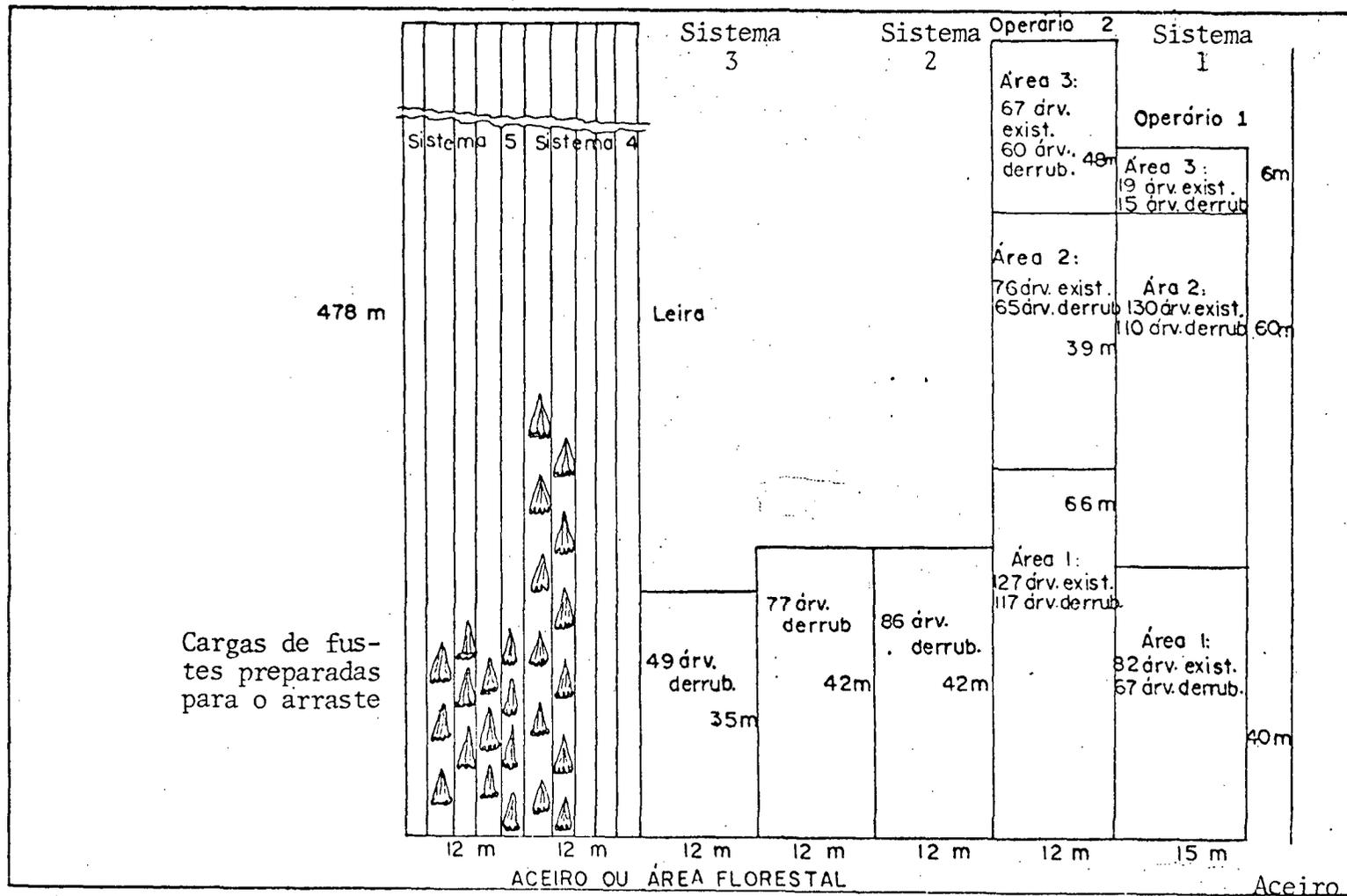


Figura 3: Croquis da área experimental dos sistemas estudados (Fazenda Itiguapira)

as chuvas são constantes, torna-se em alguns lugares intransitável, produzindo atolamentos dos caminhões que transportam a madeira. Apesar deste fato, durante a pesquisa o transporte florestal não apresentou maiores dificuldades.

Tendo em vista a área plantada de 484 ha, é necessário tecer algumas considerações sobre a infraestrutura da fazenda: o seu sistema viário baseia-se, principalmente, num sistema de aceiros com distâncias de 100-500 m entre eles e nenhum foi estabilizado com pedras ou saibros. Quanto à mão-de-obra, a empresa possui pessoal permanente na fazenda. Cabe mencionar que na Fazenda não existem hospitais, postos de enfermagem ou pronto socorro para atendimento, e caso haja acidentes com vítimas, as mesmas terão que ser deslocadas em casos de emergência para a cidade de Uberaba. A fazenda possui, uma oficina mecânica para consertos e manutenção de motosserras, sendo este o único equipamento mecânico utilizado para os trabalhos de corte.

3.3. DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS ESTUDADOS

SISTEMA 1 - SISTEMA DE TORETES DE 1 m (1) (ARRASTE PRELIMINAR MANUAL, DESCASCAMENTO MANUAL E CARREGAMENTO MANUAL)

Este é o sistema de utilização tradicional da empresa TRIFLORA, onde as operações parciais são realizadas manualmente, a madeira é traçada em toretes de 1 m e empilhados nos ramais para venda; o transporte dos toretes é realizado por caminhão até a indústria.

SISTEMA 2 - SISTEMA DE TORETES DE 1 m (2) (ARRASTE PRELIMINAR MANUAL, DESCASCAMENTO MANUAL E CARREGAMENTO MECÂNICO)

Este sistema é similar ao anterior: os trabalhos parciais são realizados manualmente com exceção do carregamento e descarregamento de toretes, efetuado mecanicamente com uma grua hidráulica; e os toretes são transportados por caminhão até a indústria.

SISTEMA 3 - SISTEMA DE TORETES DE 2 m (ARRASTE PRELIMINAR MANUAL, DESCASCAMENTO MECÂNICO E CARREGAMENTO MECÂNICO)

Neste sistema, as árvores são traçadas em toretes de 2 m e descascadas mecanicamente com a descascadeira de rotor para toras de até 36 cm de diâmetro no local da derrubada. O carregamento do caminhão, que é o meio de transporte na floresta, e descarregamento na indústria é realizado mecanicamente com uma grua hidráulica.

SISTEMA 4 - SISTEMA DE FUSTES I (ARRASTE PRELIMINAR MANUAL E PREPARO DE CARGAS MÁXIMAS, ARRASTE PRINCIPAL MECÂNICO E CARREGAMENTO MECÂNICO)

Este sistema se caracteriza pelo fato de o grau de acabamento atingido pelas árvores ser o de fustes - ou seja, após a limpeza, as árvores são derrubadas, desgalhadas, destopadas e arrastadas. O arraste preliminar é realizado manu-

almente com ajuda dos grampos com mola e/ou "sappie", formando cargas (iguais à capacidade da garra), que ficam dispostas em forma alternada ao longo da faixa de corte; e o arraste principal é efetuado com um trator de pinças ("Grapple Skidder") até o aceiro ou estrada florestal, onde são carregados na carreta com uma grua hidráulica para o transporte até a indústria, realizando o descarregamento também com a mesma grua no pátio da indústria.

SISTEMA 5 - SISTEMA DE FUSTES II (ARRASTE PRELIMINAR MANUAL, E PREPARO DE CARGAS DE TAMANHO VARIÁVEL; ARRASTE PRINCIPAL MECÂNICO E CARREGAMENTO MECÂNICO)

Este sistema é similar ao sistema 4; difere somente na disposição e tamanho das cargas. As cargas são preparadas de tal forma que se reduz a um mínimo a distância de arraste, sendo que o tamanho das cargas é menor que no sistema 4, pois somente juntam-se os fustes mais próximos, evitando-se um arraste preliminar mais longo.

3.4. CARACTERÍSTICAS DA MÃO-DE-OBRA EMPREGADA NA PESQUISA

A mão-de-obra utilizada na pesquisa trabalha regularmente para a empresa TRIFLORA; a única exceção foi o tratorista que dirigiu a grua hidráulica e o trator de pinças ("miniskidder"). O tratorista pertence ao quadro da empresa MUNCK JONS de São Paulo-Brasil, especializado para demonstrações. Trabalhou-se, portanto, com mão-de-obra treinada para as diferentes operações. Deve-se, porém, ressaltar-se de que não

se dispôs do tempo suficiente para que cada equipe atingisse sua máxima produtividade técnica nas operações dos diferentes sistemas. Tentou-se minimizar esta deficiência através de técnicas especiais para a coleta de dados. Outras características do pessoal podem ser observadas no quadro 1.

3.5. DESCRIÇÃO DA MAQUINARIA EMPREGADA NA PESQUISA

A maquinaria utilizada na pesquisa, como alternativas na mecanização de algumas atividades parciais, foram as seguintes:

- a) Moto-serra
- b) Descascadeira mecânica
- c) Trator com pinça hidráulica ("Grapple Skidder")
- d) Grua hidráulica, montada sobre trator agrícola
- e) Caminhão de 3 eixos para 12,5 t. de capacidade de carga
- f) Caminhão com semi-reboque para 26 t. de capacidade de carga.

3.5.1. MOTO-SERRA

A moto-serra utilizada foi a Stihl 08S; ela apresenta os seguintes dados técnicos:

Potência: 3,4 PS-DIN

Cilindrada: 56 cc.

Peso com sabre (43 cm), corrente e abastecimento: 8,7kg

Corrente Stihl oilomatic: 0.404"

Sabre Stihl duromatic: 35 cm, 43 cm e 53 cm.

QUADRO 1: Características do pessoal empregado na pesquisa.

Mão-de-obra	Sistema	Nomes	Idade	Experiência Profissional	Horas de trabalho/dia	Instrução	Aprendizagem em algum centro de treinamento	Nº de Acidentes e parte do corpo afetada	Causa
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Moto-serrista	1, 2, 4 e 5	Francisco Carvalho do Nascimento	22	10 meses	12	Primário	Nenhum	2 (dedo índice mão esquerda)	Mão* suada
	3	Eli da Cunha	30	16 meses	10	Primário	Nenhum	Nenhum	Nenhuma
Operários	1 e 2	Damião Pinheiro Lisboa	25	24 meses	10	Primário	Nenhum	Nenhum	Nenhuma
		Damião Pires dos Santos	27	17 meses	10	Primário	Nenhum	Nenhum	Nenhuma
Tratorista (grua hidráulica MJ 30) (Trator de pinças MF 265)	2, 3, 4 e 5	Gilberto Rodrigues dos Santos	31	84 meses	8	Secundário	Munckjons (Brasil)	Nenhum	Nenhuma
Tratorista (Descascadeira VK 16E)	3	Arnaldo Marçal	25	1 mes.	10	Primário	Nenhum	Nenhum	Nenhuma
Operários (Descascadeira VK 16 E)	3	José Fernando Borges	25	7 meses	10	Primário	Nenhum	Nenhum	Nenhuma
		Milton Abadidi Moura	27	1 mes	10	Nenhuma	Nenhum	Nenhum	Nenhuma
		Isaías Rosa da Silva	30	1 mes	10	Primária	Nenhum	Nenhum	Nenhuma
Operários	3	Eli da Cunha	30	16 meses	10	Primário	Nenhum	Nenhum	Nenhuma
		Manoel Montija	24	4 meses	10	Primário	Nenhum	Nenhum	Nenhuma
Operários	4 e 5	Sebastião Rodrigues da Silva	34	24 meses	10	Primário	Nenhum	Nenhum	Nenhuma
		Cosme Pires dos Santos	26	15 meses	10	Primário	Nenhum	Nenhum	Nenhuma

* segundo a opinião do próprio operário

3.5.2. DESCASCADEIRA MECÂNICA

A descascadeira foi do tipo Valon Kone 16 E e foi utilizada como alternativa no descascamento de toretes de 2 m, sendo alimentada manualmente por 4 operários (ver quadro 5), acionada através da tomada de força do trator e arrastada de pilha em pilha pelo mesmo trator.

A descascadeira é de rotor aberto, equipada com 8 ferramentas descascadoras - 4 facas e 4 garras, todas com fio de metal duro. Esta descascadeira apresenta os seguintes dados técnicos:

- diâmetro das toras: 6-36 cm (2 1/2" a 14")
- comprimento mínimo da madeira: 1,3m
- velocidade de alimentação: 23-42 m/min (0,38-0,7 m/seg)
- velocidade do rotor: 356 rpm (6,22 r/seg)
- velocidade do eixo de transmissão de energia: 500 rpm (8,33 r/seg)
- potência necessária: 30-50 HP (22 KW)
- comprimento da ponta da barra do reboque até a parte traseira do pneu: 3250 mm
- largura na posição do transporte: 1880 mm
- largura na posição do descascamento: 4280 mm
- peso líquido: 2000 Kg
- utilização recomendada: descascamento de toretes
- acionamento, força motriz: trator ou motor elétrico.

3.5.3. TRATOR DE PINÇAS ("GRAPPLE SKIDDER")

O trator de pinças utilizado na pesquisa é resultado

da transformação do trator agrícola MF 265 com chassi próprio para pinça e lâmina, através da montagem de uma pinça hidráulica da linha Munckjons na parte traseira, onde o equipamento apanha e fixa as toras, sendo o tracionamento feito pelo trator, utilizando-se a lâmina frontal para o empilhamento.

O equipamento é operado somente por um tratorista, que, mediante os comandos, abre e fecha - sobe e desce a pinça hidráulica. Esta máquina foi utilizada como alternativa para o arraste principal de fustes. O conjunto de linha Munckjons apresenta os seguintes dados técnicos:

- Montagem sobre tratores agrícolas com potência superior a 60 HP
- Pressão de trabalho da pinça hidráulica: 145 Kg/cm^2
- Pinça: $0,40 \text{ m}^2$ de área plana
- Peso do conjunto: 580 Kg
- Capacidade de levantamento: 1,5 ton.

3.5.4. GRUA HIDRÁULICA

Outra máquina utilizada na pesquisa foi uma grua hidráulica MJ 30 empregada como alternativa no carregamento e descarregamento de toretes de 1 m, toretes de 2 m e fustes. Esta grua vem montada sobre um trator. Ela é de manipulação mais sofisticada, exigindo um operário treinado para conseguir um bom rendimento. Os toretes ou fustes empilhados são segurados com a garra, deslocados e depositados no veículo de transporte.

Esta grua apresenta os seguintes dados técnicos:

- Momento de elevação bruto: 4100 Kgm

- Alcance de elevação bruto: 5,00 m
- Alcance com lança telescópica: 4,70 m
- Curso telescópico: 0,70 m
- Giro: 380°
- Pressão do sistema: 160 Kg/cm²
- Carga a 4 m: 750 Kg
- Peso da grua: 600 Kg
- Área plana da garra G6: 0,35 m²
- Peso da garra G6: 160 Kg
- Giro do rotator ZR-1: 300°
- Torque do rotator ZR-1: 140 Kgf-m
- Peso do rotator ZR-L: 26 Kg

3.5.5. CAMINHÃO DE 3 EIXOS

Durante a pesquisa utilizaram-se caminhões de diferentes marcas, todos de 3 eixos, sendo que sua tração motriz estava localizada no primeiros dos dois eixos traseiros. As carrocerias eram de madeira, do tipo tradicional, medindo cerca de 7,2 m x 2,2 m. A capacidade de carga, em média, era de 12,5 t aproximadamente, e o volume transportado variava entre 20 a 25 m est/viagem.

3.5.6. CAMINHÃO COM SEMI-REBOQUE

Para a análise dos sistemas 4 e 5 foi alugado um caminhão com semi-reboque, com carroceria de madeira do tipo tradicional, medindo 12,30 x 2,55 m e com capacidade de carga de 26 t. Para os efeitos desta pesquisa foram instalados fueiros

de madeira em ambos os lados da carroceria. O volume transportado foi de aproximadamente 52 m est./viagem.

3.6. COLETA DE DADOS

Os dados foram coletados com base na cronometragem das atividades parciais. O método de medição empregado na pesquisa foi o de multimomento, adotando-se intervalos de medição de 25/100 minutos.

Os formulários foram previamente elaborados para cada operação; apresentavam uma divisão em colunas de atividades efetivas (AE), colunas de atividades gerais (AG), coluna de tempo não computável (NC) e coluna de observações. Anotou-se nas colunas, 1 ponto para cada 25 centiminutos de tempo de atividade. As colunas dos formulários com as AE, AG e NC, correspondem àquelas dos quadros de tempo por 100 árvores e tempo por m³ ou m. estéreo apresentados no Anexo 2, com exceção do tempo não computável, o qual, por definição, não faz parte do trabalho e portanto não aparece nestes quadros.

Na coleta dos dados foram empregados cinco cronometristas e dois ajudantes, sendo utilizados os cronômetros de marca HANHART.

A cronometragem foi realizada em ciclos, sendo os ciclos de 15 árvores (nas atividades parciais de derrubada, desgalhamento e traçamento), ou 15 toretes (nas atividades parciais do descascamento, empilhamento e carregamento manual), ou número de cargas com garra (na atividade parcial do carregamento mecânico) etc, dependendo da atividade parcial que estava sendo desenvolvida.

Com a finalidade de não alterar a cronometragem no momento de realizar as medições, foram empregados dois ajudantes.

3.7. PREPARO E PROCESSAMENTO DOS DADOS

Seguindo a metodologia do processamento dos tempos cronometrados descrita por STÖHR & LEINERT²¹, o primeiro passo foi efetuar as somas por coluna e por ciclos, calculando-se depois os tempos de controle, os quais foram comparados com as somas dos tempos cronometrados. Como é de praxe na ciência do trabalho florestal, os ciclos que tinham um erro superior a 5% foram eliminados sumariamente antes da avaliação final.

Conforme o método de multimomento empregado na pesquisa, dividiu-se o número de observações por coluna, pelo número de observações feitas por minuto. STÖHR & LEINERT²¹ estabelecem que se houver pequenas variações devido ao intervalo de observações longo e o ciclo curto sem faltar observações, estas poderão ser neutralizadas através de distribuição percentual por coluna do déficit aparente.

Considerando-se unicamente ciclos com erros de cronometragem menores que 5%, foram elaborados quadros de resumo para cada atividade parcial, expressados em minutos, dispostos em colunas e por ciclos nas respectivas atividades efetivas, gerais e totais. Logo, foram calculados os volumes (m^3) por áreas de trabalho, para cada operário no sistema manual, por pilhas (m. estéreos) no descascamento manual e mecânico, por cargas no arraste preliminar e principal, etc para depois calcular-se o tempo gasto por unidade de quantidade de rela

ção (min/100 árvores, min/100 toretes, min/m³, min/m. estére ou min/caminhão/10 Km). Ver quadros 15 a 30 (Anexo 2).

Devido ao fato de que, em algumas atividades parciais o volume ter sido expressado em m³ e em outros casos m. esté reos, foi calculado um fator de conversão de m³ para m. esté reos, e vice-versa, com a finalidade de uniformizar as expres sões.

3.8. COMPROVAÇÃO DE CONFIABILIDADE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Devido à rapidez dos trabalhos nas atividades par ciais, a cronometragem não foi realizada por unidades de ob servação tradicionais (por árvore, fuste ou torete), mas em ciclos de 15 unidades, nas atividades parciais da derrubada, traçamento, descascamento, empilhamento, etc.

Estes ciclos foram submetidos às técnicas da confiabi lidade estatística, calculando-se, em primeiro lugar, a mé dia do tempo das atividades efetivas dos ciclos cronometrados, segundo a fórmula citada por FREESE⁹, onde:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

sendo:

X_i = o valor observado da unidade $i^{\text{ésima}}$ na amostra;

n = o número de unidades na amostra;

$\sum_{i=1}^n X_i$ = soma de todos os valores "X" da amostra.

Em segundo lugar, foi calculado o desvio padrão (S), também através da fórmula do desvio padrão (S) citada por FREESE⁹, onde:

$$S = \sqrt{\frac{\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}}{n - 1}}$$

sendo:

$\sum X_i^2$ = a soma dos valores elevados ao quadrado de todas as medições individuais;

$(\sum X_i)^2$ = o quadrado da soma de todas as medições.

Em seguida, foi calculado o coeficiente de variação, utilizando-se também a fórmula do coeficiente de variação descrita por FREESE⁹, onde:

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \times 100$$

sendo:

S = desvio padrão;

\bar{X} = média.

Também calculou-se o erro dos ciclos cronometrados com uma probabilidade de 95%, através da seguinte fórmula descrita por FREESE⁹, onde:

$$S_{\bar{x}} = \frac{CV}{\sqrt{n}} \times t$$

sendo:

t = valor crítico da distribuição de "t" de Student para determinadas probabilidades de confiabilidade e determinados graus de liberdade.

Finalmente, foi calculado o número de ciclos requeridos para uma probabilidade de 95% e um erro de 10% para as atividades parciais da derrubada, traçamento e descascamento manual, através da seguinte fórmula, igualmente descrita por

FREESE⁹, onde:

$$n = \frac{CV^2}{S\bar{x}^2} \times t^2$$

Com base nos quadros de tempos de trabalho min/m³ ou min/m. estéreos (quadros 15 até 30 - Anexo 2), o número de pessoas por equipe em cada trabalho parcial e o fator de conversão, foi determinado o tempo em minutos Homem/m. estéreo, para cada atividade parcial, nas atividades efetivas e totais (ver quadro 6), que constitui uma das quatro tabelas para avaliar cada sistema e permitir assim uma comparação objetiva com as outras alternativas. Assim também foi calculado o tempo dos meios de produção em min. Equipamento/m. estéreo (quadro 7) para o cálculo dos custos das máquinas, considerando-se não somente o tempo do pessoal, mas também o tempo do meio de produção, base importante na análise de sistema descrita por STÖHR¹⁹.

3.9. CÁLCULO DOS CUSTOS DOS MEIOS DE PRODUÇÃO E PESSOAL

Para se avaliar os sistemas e comparar as alternativas propostas neste trabalho, o fator custo constitui um outro aspecto importante na tomada de decisões; assim, para o cálculo dos custos dos meios de produção que foram utilizados na pesquisa (moto-serra Stihl 08, descascadeira VK 16E, "Grapple Skidder" MF 265, grua hidráulica MJ 30 e caminhões de 3 eixos e com semi-reboque), empregou-se o esquema segundo FAO/ECE 1956 e KWF (Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik) 1971, adaptado por STÖHR²⁰ (ver anexo 3).

O custo do pessoal foi calculado à base do salário

mínimo, considerando-se que:

a) o salário do operário florestal foi calculado na base de 1 salário mínimo + 33,67% de encargos sociais;

b) o salário de um operador de moto-serra foi calculado na base de 2 salários mínimos + 33,67% de encargos sociais;

c) o salário de um motorista e um tratorista foi calculado na base de 3 salários mínimos + 33,67% de encargos sociais.

Esta forma de cálculo do custo da mão-de-obra foi feita devido à necessidade de facilitar uma comparação (ver quadro 8), já que o trabalhador florestal da TRIFLORA ganha por produção e apresenta um horário de trabalho variável.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. DADOS SOBRE O POVOAMENTO E O GRAU DE APROVEITAMENTO DA MADEIRA NAS DIFERENTES OPERAÇÕES DE DERRUBADA

No quadro 2 pode-se observar que embora exista um número similar de árvores por ha em ambas as áreas de trabalho, os operários 1 e 2 cobriram áreas que diferem sensivelmente uma da outra. Isto se deve ao fato de que a faixa do operário 1 era vizinha ao aceiro, enquanto que a faixa do operário situava-se dentro do talhão. As árvores junto ao aceiro eram mais desenvolvidas (ver coluna 8, quadro 2) pela menor concorrência por nutrientes, luz e água; no entanto, as árvores dentro do talhão eram mais finas. Como consequência, o volume por hectare é maior à margem do que no meio do talhão. Deste modo se explica porque o operário 1, trabalhando uma área menor (0,159 ha), produziu $12,99 \text{ m}^3$, enquanto que o operário 2, com uma área de 0,184 ha, produziu apenas $11,04 \text{ m}^3$.

Quanto aos diâmetros e alturas médias das árvores, podemos dizer, segundo o quadro 2, que a área do operário 1 apresenta diâmetros médios ponderados (9,57 cm) e alturas médias ponderadas (11,78 m) bem maiores, em comparação com os da área do operário 2, a qual apresenta um diâmetro médio ponderado de 8,32 cm e uma altura média ponderada de 11,05 m. Quanto ao volume unitário, apresenta-se na área do operário 1 a maior mé

QUADRO 2: Dados do povoamento da área experimental do Sistema 1.

OPERAÇÃO	ÁREAS TRABALHADAS	ÁREA		NÚMERO DE ÁRVORES EXISTENTES		DAP	h	Volume unitário		Casca	Volume total com casca		VOLUME TOTAL ATE 3 cm de Ø c/CASCA		VOLUME TOTAL ATE 7 cm de Ø c/CASCA	
		ha	n/parc.	n/ha	cm	m	m ³ c.c.	m ³ s.c.	%	m ³ /parc.	m ³ /ha	m ³ /parc.	m ³ /ha	m ³ /parc.	m ³ /ha	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1																
	1	0,060	82	1367	10,69	12,48	0,0701	0,0503	30,49	5,75	95,83	5,71	95,17	5,12	85,33	
	2	0,090	130	1444	8,77	11,29	0,0465	0,0329	31,55	6,05	67,22	6,00	66,67	4,90	54,44	
	3	0,009	19	2111	10,21	12,07	0,0624	0,0442	31,10	1,19	132,22	1,18	131,11	0,91	101,11	
	total	0,159	231	4922	29,67	35,84	0,1790	0,1274	93,14	12,99	295,27	12,89	292,95	10,93	249,88	
\bar{x}	pond.	0,053	77	1453	9,57	11,78	0,0562	0,0400	31,14	4,33	81,70	4,30	81,07	3,64	68,74	
2																
	1	0,079	127	1608	8,34	10,73	0,0394	0,0276	31,83	5,00	63,29	4,95	62,66	3,87	48,99	
	2	0,047	76	1617	7,96	10,85	0,0383	0,0269	32,18	2,91	61,91	2,88	61,28	2,24	47,66	
	3	0,058	67	1155	8,69	11,88	0,0467	0,0329	31,51	3,13	53,97	3,10	53,45	2,54	43,79	
	total	0,184	270	4380	24,99	33,46	0,1244	0,0874	95,52	11,04	179,17	10,93	177,39	8,65	140,44	
\bar{x}	pond.	0,061	90	1468	8,32	11,05	0,0409	0,0827	31,85	3,68	60,00	3,64	59,40	2,88	47,01	
	total	0,343	501	9302	54,66	69,30	0,3034	0,2148	188,66	24,03	474,44	23,82	470,34	19,58	381,32	
\bar{x}	pond. total	0,057	84	1461	8,90	11,44	0,0479	0,0339	31,52	4,01	70,06	3,97	69,45	3,26	57,08	

dia ponderado do volume unitário com casca ($0,0562 \text{ m}^3 \text{ c.c.}$) e sem casca ($0,0400 \text{ m}^3 \text{ s.c.}$) em comparação com a área do operário 2, que apresenta uma média ponderada do volume unitário com casca ($0,0409 \text{ m}^3 \text{ c.c.}$) e sem casca ($0,0287 \text{ m}^3 \text{ s.c.}$) menor. Isto pode ser explicado, conforme já se frisou, devido ao fato de o operário 1 ter trabalhado na beira do talhão, onde as árvores apresentam um maior desenvolvimento em função do maior espaço vital.

Apesar da diferença entre os volumes unitários das árvores nas duas áreas, as médias ponderadas de percentagem da casca são muito similares (área Oper.1 = 31,14% e área Operário 2 = 31,85% de casca).

Pode-se observar também no quadro 2, que se compararmos as médias ponderadas do volume total por parcela até 3 cm e 7 cm de diâmetro com casca, veremos que na área do Operário 1 existe 15,35% de diferença, enquanto que na área do Operário 2 apresenta 20,88% de diferença, tendo-se o maior volume total até 3 cm de diâmetro com casca.

Logicamente, no volume total até 3 cm de diâmetro com casca (ver quadro 2), obtém-se maior volume de madeira - o que é uma justificativa poderosa para se pensar num aproveitamento da madeira em fustes ou árvore inteira, contrariamente ao sistema 1, este realizado manualmente, onde a madeira é derrubada, desgalhada e destopada, depois traçada, descascada, empilhada e aproveitada em toretes de 1 m, com diâmetro maior a 6 cm na ponta fina.

No quadro 3, pode-se observar que a média ponderada do volume das árvores não aproveitáveis até 3 cm de diâmetro com casca na ponta fina - toretes de 1 m de comprimento (coluna

8), corresponde na área 1* a 1,94% do volume por parcela em m^3 com casca das árvores existentes, (coluna 4), enquanto que na área 3 corresponde a 1,29%.

Isto nos demonstra que o volume das árvores não aproveitáveis até 3 cm de diâmetro com casca, em relação ao volume das árvores existentes, é baixo, aproveitando-se mais de 95%.

A média ponderada do volume por área em m^3 com casca das árvores desgalhadas (coluna 16) corresponde a 93,33% da média ponderada do volume por área em m^3 com casca (coluna 12) das árvores derrubadas na área do operário 1, enquanto que na área 2 o volume desgalhado corresponde a 94,78% do volume derrubado. Estas diferenças comprovavam que nem todas as árvores derrubadas foram desgalhadas, porque aquelas com diâmetros menores a 5 cm de DAP com casca, não eliminados nas operações de limpeza, tiveram que ser derrubadas junto com as mais grossas.

Por outro lado, a média ponderada do volume com casca por área das árvores traçadas (col. 20) é igual a média ponderada do volume com casca por área das árvores desgalhadas (col. 16), nos dois operários. Isto aconteceu porque todas as árvores desgalhadas foram também traçadas.

A média ponderada do volume estério s.c./área (col.27) da área 1 corresponde a 5,39 m estérios se tomarmos o fator de conversão calculado em 1 metro estério igual a $0,61 m^3$, teremos um valor $3,29 m^3$ c.c., quase idêntico a média ponderada do volume por área (coluna 23) realmente medida de $3,30 m^3$ c.c. Na faixa do operário 2, a média ponderada do volume es-

* Área 1 = Operário 1; área 2 = operário 2.

Quadro 3: Volume e variabilidade das árvores aproveitadas nas diferentes atividades parciais da área experimental do Sistema 1.

OPERAÇÃO	ÁREA	ÁRVORES EXISTENTES			ÁRVORES NÃO APROVEITÁVEIS até 3 cm ϕ c.c.				ÁRVORES DERRUBADAS				ÁRVORES		DESGALHADAS	
		n/parc.	V/parc. m ³ c.c.	V/ha m ³ c.c.	n/parc.	% col.3	V/parc. m ³ c.c.	V/ha m ³ c.c.	n/parc.	% col.3	V/parc. m ³ c.c.	V/ha m ³ c.c.	n/parc.	% col.3	V/parc. m ³ c.c.	V/ha m ³ c.c.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1																
	1	82	5,75	95,83	15	18,29	0,12	2,00	67	81,71	5,63	93,83	66	80,49	5,61	93,50
	2	130	6,05	67,22	20	15,38	0,11	1,22	110	84,62	5,94	66,00	73	56,15	5,29	58,78
	3	19	1,19	132,22	4	21,05	0,03	3,33	15	78,95	1,16	128,89	14	73,68	1,13	125,56
Σ_1		231	12,99	295,27	39	54,72	0,26	6,55	192	245,28	12,73	288,72	153	210,32	12,03	277,84
\bar{X}_1 pond.		106	5,66	81,70	17	16,80	0,11	1,63	88	83,20	5,55	80,06	67	66,33	5,18	75,66
2																
	1	127	5,00	63,29	10	7,87	0,04	0,51	117	92,13	4,96	62,78	95	74,80	4,75	60,13
	2	76	2,91	61,91	11	14,47	0,09	1,91	65	85,53	2,82	60,00	60	78,95	2,83	60,21
	3	67	3,13	53,97	7	10,45	0,03	0,52	60	89,55	3,10	53,45	39	58,21	2,74	47,24
Σ_2		270	11,04	179,17	28	32,79	0,16	2,94	242	267,21	10,88	176,23	194	211,96	10,32	167,58
\bar{X}_2 pond.		95	3,88	60,00	9	10,37	0,05	0,87	86	89,63	3,83	59,13	68	70,63	3,63	56,09
Σ_{total}		501	24,03	474,44	67	87,51	0,42	9,49	434	512,49	23,61	464,95	347	422,28	22,35	445,42
\bar{X}_{total} pond.		100	4,70	70,06	12,97	13,35	0,08	1,22	87	86,65	4,63	68,83	68	68,64	4,34	65,16

Continuação do Quadro 3.

ÁRVORES TRAÇADAS				MADEIRA DESCASCADA E EMPILHADA							
n/parc.	% col.3	V/parc. m ³ c.c.	V/ha m ³ c.c.	n/parc. toretas	V/parc. m ³ c.c.	% col. 4	V/ha m ³ c.c.	V unit/tor. m ³ c.c.	V est./parc. m.estéreo	Nº pilhas/ parc.	V/pilha m.estéreo
18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
66	80,49	5,61	93,50	504	3,70	64,35	61,67	0,0073	6,18	6	1,03
73	56,15	5,29	58,78	559	3,28	54,21	36,44	0,0059	5,28	4	1,32
14	73,68	1,13	125,56	114	0,76	63,87	84,44	0,0067	1,30	1	1,30
153	210,32	12,03	277,84	1177	7,74	182,43	182,55	0,0199	12,76	11	3,65
67	66,33	5,18	75,66	513	3,30	58,58	48,68	0,0066	5,39	4	1,22
95	74,80	4,75	60,13	608	3,04	60,80	38,48	0,0050	4,85	5	0,97
60	78,95	2,83	60,21	325	1,58	54,30	33,62	0,0049	2,70	3	0,90
39	58,21	2,74	47,24	331	1,70	54,31	29,31	0,0051	2,69	3	0,90
194	211,96	10,32	167,58	1264	6,32	169,41	101,41	0,0150	10,24	11	2,77
68	70,63	3,63	56,09	448	2,24	57,09	34,35	0,0050	3,62	4	0,92
347	422,28	22,35	445,42	2441	14,06	351,84	283,96	0,0349	23,00	22	6,42
68	68,64	4,34	65,16	478	2,73	73,78	40,99	0,0058	4,44	4	1,07

tério por área (coluna 27) da madeira descascada e empilhada, corresponde a 3,62 m. estério; se tomarmos o mesmo fator de conversão acima mencionado, temos um valor de $2,21 \text{ m}^3$ com casca, quase equivalente a média compensada do volume por área realmente medido (col. 23) de $2,24 \text{ m}^3$ c.c.

Atribuiu-se esta diferença mínima, a maior e menor quantidade de vazios deixados pelos operários ao empilhar, chamados "gaiolas", a fim de obterem um maior volume estéreo no momento de serem cubadas as pilhas, influenciando este fato diretamente no seu pagamento. Um outro fator é a curvatura de alguns toretes, que no momento de ser empilhados deixam vazios nas pilhas facilitando as "gaiolas". O fator de conversão calculado (1 m. est. para $1 \text{ m}^3 = 0,61$) inclui as gaiolas realizadas pelos operários desta fazenda. Conclui-se portanto que estas pequenas variações que se apresentam se devem as formas diferentes de empilhar por parte dos operários.

4.2. CONFIABILIDADE ESTATÍSTICA APLICADA AOS CICLOS CRONOMETRADOS

A confiabilidade estatística aplicada aos ciclos cronometrados (15 árvores ou toretes por ciclo) nas atividades parciais da derrubada, traçamento e descascamento manual de toretes de 1 m (ver quadro 4) demonstra que na operação da derrubada (só atividades efetivas), para alcançar uma probabilidade de 95% e um erro de 10%, seria suficiente a cronometragem de 43 ciclos. Como nesta atividade foram cronometrados 50 ciclos, ultrapassou-se em mais de 10% o mínimo requerido. Demonstra-se, desta forma que, embora a cronometragem

QUADRO 4: Confiabilidade estatística dos ciclos cronometrados por grupos nas atividades parciais da derrubada, traçamento e descascamento manual

OPERAÇÕES (A.E.)	Nº de ciclos cronometrados	X do tempo das atividades efetivas dos ciclos cronometrados	Desvio Padrão S	Coefficiente de variação (%)	Cálculo do erro dos ciclos cronometrados com α 95% de probabilidade	Cálculo do número de ciclos requeridos para α 95% e 10% de erro
Derrubada	50	2,53	0,83	32,81	9,28%	43,06
Traçamento (toretas de 1 m)	33	6,29	1,81	28,78	10,03%	33,13
Descascamento manual (toretas de 1 m)	98	11,98	3,10	25,88	5,23%	26,79
*Traçamento (toretas de 2 m)	13	10,36	3,45	33,30	18,47%	44,36

* foram considerados somente ciclos completos.

não tenha sido feita por árvore, mas devido a rapidez do trabalho em grupos de 15, a confiabilidade dos resultados obtidos não ficam comprometida.

Na operação de traçamento, de toretes de 1 m para alcançar uma probabilidade de 95% e um erro de 10%, seria suficiente a cronometragem de 33 ciclos, sendo que nesta atividade foram cronometrados exatamente 33 ciclos.

Na operação do descascamento manual (toretos de 1 m), para alcançar uma probabilidade de 95% e um erro de 10%, seria suficiente a cronometragem de 27 ciclos, sendo que nesta atividade foram cronometrados 98 ciclos.

Na operação do traçamento de toretes de 2 m para alcançar uma probabilidade de 95% e um erro de 10%, seria suficiente a cronometragem de 44 ciclos, sendo que nesta atividade foram cronometrados somente 13 ciclos, não se alcançando, portanto, o número desejado.

Segundo FREESE⁹, deve-se tomar suficientes observações para obter-se a precisão desejada (nem mais, nem menos), uma vez que este fato inclui diretamente nos custos.

Nas outras atividades parciais, a cronometragem foi acompanhada da medição de cada fuste ou carga, podendo-se calcular com facilidade as respectivas grandezas relativas.

4.3. TEMPOS DE TRABALHO POR ATIVIDADE PARCIAL

Como introdução a análise dos tempos de trabalho, e para facilitar a comparação, apresenta-se no quadro 5, o pessoal e os meios de produção empregados nas diferentes atividades parciais dos sistemas estudados.

QUADRO 5: Pessoal e meios de produção utilizados nos diferentes sistemas.

SISTEMAS	OPERAÇÃO	LIMPEZA	DERRUBAR	DESGALHAR	ARRASTE		TRAÇAR	DESCASCAR	EMPILHAR	CARREGAR CAMINHÃO	TRANSPORTE	DESCARREGAR
					Preliminar	Principal						
Sistema 1 Sistema de toretes de m. Arraste preliminar manual, descasamento manual e carregamento manual	Manual	1 Operário Machado	1 Moto-serrista 1 Ajudante	1 Operário Machado	_____	_____	1 Moto-serrista	1 Homem Facão	1 Operário	1 Motorista 1,5 Operários	1 Motorista	1 Motorista 1,5 Operário
	Mecânico	_____	1 Moto-serra	_____	_____	_____	1 Moto-serra	_____	_____	_____	1 Caminhão (12,5 tn)	_____
Sistema 2 Sistema de toretes de m. Arraste preliminar manual, descasamento manual e carregamento mecânico	Manual	1 Operário Machado	1 Moto-serrista 1 Ajudante	1 Operário Machado	_____	_____	1 Moto-serrista	1 Homem Facão	1 Operário	1 Tratorista	1 Motorista	1 Tratorista
	Mecânico	_____	1 Moto-serra	_____	_____	_____	1 Moto-serra	_____	_____	1 Carregadeira	1 Caminhão (12,5 tn)	1 Carregadeira
Sistema 3 Sistema de toretes de m. Arraste preliminar manual, descasamento mecânico e carregamento mecânico	Manual	1 Operário Machado	1 Moto-serrista 1 Ajudante	1 Operário Machado	_____	_____	1 Moto-serrista 1 Ajudante	1 tratorista 3 ajudantes	2 Operários	1 Tratorista	1 Motorista	1 Tratorista
	Mecânico	_____	1 Moto-serra	_____	_____	_____	1 Moto-serra	1 descascadeira	_____	1 Carregadeira	1 Caminhão (12,5 tn)	1 Carregadeira
Sistema 4 Sistema de fustes. Arraste preliminar manual e preparo de carcasas máximas, arraste principal mecânico e carregamento mecânico	Manual	1 Operário Machado	1 Moto-serrista 1 Ajudante	2 Operários Machado	2 Operários Sappie Grampos c/mola	1 trato rista	_____	_____	_____	1 Tratorista	1 Motorista	1 Tratorista
	Mecânico	_____	1 Moto-serra	_____	_____	Miniskidder	_____	_____	_____	1 Carregadeira	1 Caminhão (26 tn)	1 Carregadeira
Sistema 5 Sistema de fustes. Arraste preliminar manual e preparo de carcasas de tamanho variável; arraste principal mecânico e carregamento mecânico	Manual	1 Operário Machado	1 Moto-serrista 1 Ajudante	2 Operários Machado	2 Operários Sappie Grampos c/mola	1 trato rista	_____	_____	_____	1 Tratorista	1 Motorista	1 Tratorista
	Mecânico	_____	1 Moto-serra	_____	_____	Miniskidder	_____	_____	_____	1 Carregadeira	1 Caminhão (26 tn)	1 Carregadeira

Como pode-se observar no sistema 1 (quadro 6), a operação que levou um tempo maior, entre todas as operações deste sistema (min. homem/m. estêreo), foi do descascamento manual de toretes de 1 m realizado com facão (75,78 min.homem/m. estêreo), sendo que este valor corresponde a 44,71 do tempo total de todo este sistema (atividades totais). Esta alta percentagem, se deve ao fato de que esta operação de descascamento de toretes de 1 m de *Eucalyptus* spp. realizada manualmente, com facão, levando tempos de trabalho muito altos para conseguir descascar 1 m. estêreo, em comparação com as outras atividades parciais. Esta operação é também a de maior perigo, tendo sido observadas várias pessoas com ferimentos nas mãos por corte pelo facão.

No sistema 2, onde a atividade parcial do carregamento e descarregamento foram mecanizados com a grua MJ 30, o tempo na operação de carregamento foi diminuído de 21,63 min. homem/m.estêreo no sistema 1, para 2,50 min. homem/m.estêreo no sistema 2; e no descarregamento e tempo das atividades totais, foram diminuídos de 4,48 min. homem/m. estêreo no sistema 1, para 0,50 min. homem/m. estêreo no sistema 2.

Podemos observar, também no quadro 6, que no sistema 3, o tempo do total das atividades no traçamento, aumentou em relação aos sistemas 1 e 2 em 147,10%. Este aumento pode ser explicado, pelo fato de neste sistema, as árvores terem sido traçadas em toretes de 2 m, levando um tempo maior, uma vez que o traçamento e a medição são feitos simultaneamente por operários (1 moto-serrista e 1 ajudante com uma vara de 2 m), acarretando, desta forma, um gasto de tempo maior, em comparação com os sistemas 1 e 2, nos quais as árvores foram tra

QUADRO 6: Resumo dos tempos de trabalho por operação nos diferentes sistemas de coleta da madeira.
(min. homem/m. estêreo)

SISTEMAS	OPERAÇÃO	LIMPEZA		DERRUBAR		DESGALHAR		ARRASTE				TRAÇAR	
								Preliminar(1)		Principal(2)		(3)	
		A.Efet.	A.Tot.	A.Efet.	A.Tot.	A.Efet.	A.Tot.	A.Efet.	A.Tot.	A.Efet.	A.Tot.	A.Efet.	A.Tot.
Sistema 1 Sistema de toretes de 1 m. Arraste preliminar manual, descascamento manual e carregamento manual	Manual	2,51*	2,60*	3,95*	5,12*	13,88*	15,32*					4,30	5,64
	Mecânico												
Sistema 2 Sistema de toretes de 1 m. Arraste preliminar manual, descascamento manual e carregamento mecânico	Manual	2,51	2,60	3,95	5,12	13,88	15,32					4,30	5,69
	Mecânico												
Sistema 3 Sistema de toretes de 2 m. Arraste preliminar manual, descascamento mecânico e carregamento mecânico	Manual	2,51	2,60	3,67*	5,37*	13,88	15,32					12,34*	10,06*
	Mecânico												
Sistema 4 Sistema de fustes. Arraste preliminar manual e preparo de cargas máximas, arraste principal mecânico e carregamento mecânico	Manual	2,51	2,60	3,95	5,12	14,29*	15,68*	52,54*	63,85*				
	Mecânico									3,24	3,95		
Sistema 5 Sistema de fustes. Arraste preliminar manual e preparo de cargas de tamanho variável; arraste principal mecânico e carregamento mecânico.	Manual	2,51	2,60	3,95	5,12	12,74*	13,99*	8,62*	11,60*				
	Mecânico									3,22*	3,43*		

OBSERVAÇÕES

- (1) Arraste preliminar inclui o preparo de cargas e deslocamento
 - (2) Min. homem/m.estêreo/100 m.
 - (3) Traçar inclui a operação de medir ($\pm 50\%$ das A. efet. e $\pm 40\%$ das A. tot.)
 - (4) Descascar inclui o arraste manual (preliminar).
 - (5) 2,5 operários em \bar{x} (1 motorista e 1 a 2 operários/caminhão) no sistema 1.
 - (6) Transporte (ida e volta) 46 Km de distância da floresta até indústria, inclui espera na indústria e pesagem.
 - (7) Descarregamento no sistema 1 os "carregadores" vão junto com o motorista durante o transporte.
 - (8) Valor estimado em 20% do tempo de carregar caminhão.
- * Dados obtidos por cronometragem.

Continuação do quadro 6.

DESCASCAR		EMPILHAR		CARREGAR CAMINHÃO		TRANSPORTE		DESCARREGAR		SUB-TOTAL		TOTAL	
(4)				(5)		(6)		(7)					
A.Efet.	A.Tot.	A.Efet.	A.Tot.	A.Efet.	A.Tot.	A.Efet.	A.Tot.	A.Efet.	A.Tot.	A.Efet.	A.Tot.	A.Efet.	A.Tot.
68,84*	75,78*	16,75*	18,18*	21,35*	21,63*			4,48*	4,48*	136,06	148,80	155,26	169,50
						19,20	20,70			19,20	20,70		
68,84	75,78	16,75	18,18							110,23	122,69	120,67	133,97
				2,30*	2,50*	7,68	8,28	(8) 0,46	(8) 0,50	10,44	11,28		
		53,90*	62,04*							86,30	99,39	109,09	128,64
14,00*	19,84*			0,92*	0,94*	7,68	8,28	(8) 0,18	(8) 0,19	22,78	29,25		
										73,29	85,88	82,43	106,56
				1,84*	2,29*	3,69*	3,98*	0,37	0,46	9,14	10,68		
										27,82	33,31	36,94	43,67
				1,84	2,29	3,69	3,98	(8) 0,37	(8) 0,46	9,12	10,16		

* Maior capacidade de carga, portanto menor tempo/m.estêreo transportado.

Fator de conversão $1 \text{ m}^3 = 1,64 \text{ m.estêreo}$

çadas por um operário só em toretes de 1 m. Neste caso, as marcações foram realizadas previamente pelo mesmo operário que fez o desgalhamento.

Objetivamente pode-se observar, também no quadro 6, que mecanizando-se o descascamento de toretes de 2 m, neste caso com a descascadeira VK 16E o tempo do descascamento diminui em 74% com relação ao tempo das atividades totais empregado no descascamento manual do sistema 1 e 2 (75,78 min. homem/m. estêreo). Pode-se observar, também, que na operação de carregar mecanicamente o caminhão com grua MJ 30, o tempo das atividades totais desta atividade parcial diminui de 21,63 min. homem/m. estêreo no sistema 1 e 2,50 min. homem/m. estêreo no sistema 2, para 0,94 min. homem/m. estêreo no sistema 3.

Do mesmo modo, no descarregamento do caminhão as atividades totais desta operação diminuíram de 4,48 min. homem/m. estêreo no sistema 1 e 0,50 min. homem/m. estêreo no sistema 2, para 0,19 min. homem/m. estêreo no sistema 3. Isto demonstra um rendimento maior da grua MJ 30 no sistema 3, de toretes de 2 m, diminuindo sensivelmente o tempo de carregamento e descarregamento dos toretes (min. homem/m. estêreo), como pode-se observar no quadro 6.

No sistema 4, as atividades totais do arraste preliminar alcançam 60% do tempo total das atividades de todo este sistema. Esta porcentagem consideravelmente alta, se deve a disposição pré-estabelecida das cargas, as quais foram preparadas em forma alternada ao longo da faixa de exploração "bandeira". Aumentando-se assim a distância do arraste preliminar (vide fig. 3) devido em parte ao transporte lon-

gitudinal dos fustes resultando num trabalho muito pesado, e aumentando o tempo de trabalho por m. estéreo. Por outro lado neste sistema solicitou-se aos operários a preparação de carga que correspondessem a área máxima que a pinça pode ap_unhar ($\pm 0,6 \times 0,6$ m), o que consumiu mais tempo.

No sistema 5, o tempo das atividades totais do arraste preliminar foi diminuído de 63,85 min. homem/m.estéreo no sistema 4, para 11,60 min. homem/m. eséreo. Esta diminuição de tempo no sistema 5 se deve principalmente à disposição das cargas, já que estas foram preparadas sem ordem pré-estabelecida, aproveitando-se toda a largura da pilha, em contra posição ao sistema 4, o qual previa uma entrelinha livre para a circulação do trator. As cargas se faziam menores e com as árvores mais próximas, diminuindo a distância do arraste preliminar a um mínimo (ver quadro 6). Porém o tempo das atividades totais do arraste principal no sistema 5 não variou sensivelmente, pois foi reduzido a 3,95 min. homem/ m. estéreo/100 m no sistema 4, para 3,43 min. homem/m.estéreo/100 m, no sistema 5 (ver quadro 6), o que demonstrou que a disposição das cargas no local de exploração, na fase de arraste principal efetuado com o Grappling Skidders MF 265, não tiveram a influência esperada. No sistema 4, a disposição das cargas tinha por alvo facilitar o arraste mecanizado, enquanto que o sistema 5 previa facilitar em primeiro lugar o arraste preliminar.

Pode-se observar, também, que entre o total da atividade "carregar o caminhão" com grua no sistema 2, 3, 4 e 5, o sistema 2 apresenta um tempo maior (2,50 min. homem/m. estéreo) em comparação com o sistema 4 e 5 (2,29 min. homem/m.es

téreo) e o sistema 3 (0,94 min. homem/m. estéreo). De igual maneira acontece entre o total da atividade parcial "descarregar o caminhão", no sistema 2, 3, 4 e 5, onde o sistema 2 apresenta um tempo maior (0,50 min. homem/m. estéreo) em comparação com os sistemas 4 e 5 (0,46 min. homem/m. estéreo) e o sistema 3 (0,19 min. homem/m. estéreo). Este maior tempo nos sistemas 4 e 5, no total das atividades "carregamento" e "descarregamento" em comparação com o sistema 3, pode-se explicar principalmente devido a capacidade e ao desenho da grua hidráulica, neste caso a MJ 30, não apropriada para o carregamento e descarregamento de fustes e sim adequado para toretes de 1 a 2 metros de comprimento.

4.4. TEMPO TOTAL DAS ATIVIDADES EFETIVAS E TOTAIS DOS SISTEMAS ESTUDADOS

No quadro 6 pode-se observar que o sistema 5 requereu o menor tempo de trabalho - total das atividades - (43,47 min. homem/m. estéreo), quando comparado aos outros sistemas estudados, devendo-se este fato ao grau de acabamento realizado em fustes, sendo que a operação do traçamento deverá ser realizada futuramente na indústria. Entretanto, nas operações de carregamento e descarregamento dos fustes, por não ter sido empregado uma grua hidráulica de potência superior, os resultados finais foram afetados.

O sistema 4 ocupou o segundo lugar, com um tempo de 106,56 min. homem/m. estéreo; pela morosidade da operação do arraste preliminar, o que acarretou aumento do tempo; quanto as operações do carregamento e descarregamento, fato de ter

sido utilizada uma grua hidráulica de baixa potência inadequada para fustes, influenciou negativamente nos resultados finais.

Por outro lado, o sistema 3, com um tempo de 128,64 min. homem/m. estéreo, foi o terceiro mais rápido dos sistemas, o fato que pode ser atribuído a maior produtividade dos maquinários nas operações de descascamento, carregamento e descarregamento de toretes de 2 m quando comparados com o sistema 1 e 2 (toretos de 1 m).

O sistema 2 ocupou o quarto lugar, com 133,97 min. homem/m. estéreo, valor este influenciado pela redução do tempo na operações do carregamento e descarregamento de toretes de 1 m, em comparação com o sistema manual 1.

Finalmente, o quinto lugar ficou com o sistema manual 1, uma vez que todas as operações parciais foram realizadas manualmente, com um tempo de 169,50 min. homem/m. estéreo.

4.5. TEMPO DE TRABALHO POR EQUIPAMENTO NAS ATIVIDADES PARCIAIS

Os tempos de trabalho por equipamento utilizado nas operações nos diferentes sistemas são apresentados no quadro 7, sendo expressados em horas de uso do equipamento por m. estéreo.

Neste quadro, pode-se observar que na atividade parcial do traçamento os tempos por equipamento resultaram maiores no sistema 3 - toretes de 2 m - (7,03 min. equipamento / m. estéreo), em comparação com os sistemas 1 e 2, toretes de 1 m (5,69 min. equipamento/m. estéreo), devido ao acréscimo do tempo de caminhamento no instante de realizar-se o traça-

QUADRO 7: Resumo dos tempos por equipamento por operação nos diferentes sistemas de coleta da madeira.
(min. Equipamento/m. estêreo)

SISTEMAS	OPERAÇÃO	LIMPEZA	DERRUBAR	DESGALHAR	ARRASTE		TRAÇAR	DESCASCAR	EMPILHAR	CARREGAR CAMINHÃO	TRANSPORTE	DESCARREGAR
					Preliminar	Principal(1)						
		min.E/m.estêr.	min.E/m.estêr.	min.E/m.estêr.								
Sistema 1	Manual											
Sistema de toretes de 1 m. Arraste preliminar manual, descascamento manual e carregamento manual	Mecânico		7,56				5,69			8,65	8,28	1,79
Sistema 2	Manual											
Sistema de toretes de 1 m. Arraste preliminar manual, descascamento manual e carregamento mecânico	Mecânico		2,56				5,69			2,50	8,28	0,50
Sistema 3	Manual											
Sistema de toretes de 2 m. Arraste preliminar manual, descascamento mecânico e carregamento mecânico	Mecânico		2,69				7,03	4,96		0,94	8,28	0,19
Sistema 4	Manual											
Sistema de fustes. Arraste preliminar manual e preparo de cargas máximas. Arraste principal mecânico e carregamento mecânico	Mecânico		2,56			3,95				2,29	3,98	0,46
Sistema 5	Manual											
Sistema de fustes. Arraste preliminar manual e preparo de cargas de tamanho variável; arraste principal mecânico e carregamento mecânico	Mecânico		2,56			3,43				2,29	3,98	0,46

Observação:

(1) min. Equipamento/m.estêreo/100 m.

mento. Isto se deve principalmente a falta de experiência dos operários para traçar fustes em toretes de 2 m, já que estes se deslocavam sem uma seqüência racional pela área de corte.

A atividade parcial de descascamento realizado mecanicamente com a descascadeira VK 16E resultou num tempo de (4,96 min. equipamento/m. estêreo), que comparado com o descascamento manual do sistema 1 e 2 (ver quadro 6), aponta uma vantagem de 93% a favor do descascamento mecânico.

Analisando-se os tempos por equipamento nas atividades parciais de carregar o caminhão, pode-se observar que no sistema 1, apresenta um tempo de 8,65 min. equipamento/m. estêreo, devido ao fato de o carregamento ser efetuado manualmente, apresentando um tempo maior por equipamento; o mesmo acontece na atividade parcial de descarregamento. Além disto no sistema 3 - toretes de 2 m - observa-se um menor tempo do equipamento por m. estêreo nas atividades parciais de carregar e descarregar o caminhão, uma vez que a grua utilizada na pesquisa foi desenhada para toretes deste comprimento.

4.6. CUSTOS DO PESSOAL E CUSTOS PARCIAIS E TOTAIS POR EQUIPAMENTO/HORA

Os custos do pessoal têm sua base no salário mínimo (fevereiro 1980) e são apresentados no quadro 8.

Os custos parciais e totais por equipamento-hora (Cr\$/hu) apresentados no quadro 9 baseiam-se no cálculo de custos de máquinas florestais, segundo a FAO/ECE 1956 e KWF (Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik) 1971, adaptado por STÖHR²⁰.

A FAO/ECE, citada por STÖHR²⁰, recomenda a hora de

Quadro 8: Custo por hora do pessoal de campo

Qualificação	Salário		Encargos Sociais	Cr\$/mês	Cr\$/h
Operário	1 SM*	+	33,67% E.S.	3689,29	20,96
Motoserrista	2 SM*	+	33,67% E.S.	6449,29	36,64
Motorista e tratorista	3 SM*	+	33,67% E.S.	10138,58	57,61

* salário mínimo Cr\$ 2760,00/mês

QUADRO 9: Custos parciais e totais por equipamento-hora (Cr\$/hu)

Tipo de Equipamento	Custo Máquina	Custo Pessoal	Custo Administração	Custo Total
Moto-serra Stihl 08S	68,37	43,97	5,62	117,96*
Descascadeira VK 16E	452,89	129,13	29,10	611,12
Grapple Skidder MF 265	302,14	69,13	18,56	389,83
Carregadeira MJ 30	477,80	69,13	27,35	574,28
Caminhão Mercedes Benz L 1113-480	852,40	62,25	45,93	964,58
Caminhão com carreta Scania L 111	1397,52	62,25	70,98	1490,63

* US\$ 1 = Cr\$ 45,00

funcionamento do motor, ou hora-motor, mas muitas vezes as máquinas, ou parte delas, são utilizadas com o motor detido. Por isso, STÖHR²⁰ recomenda basear os cálculos na hora de uso, sem se diferenciar se o emprego da máquina acontece com o motor ligado ou desligado, pois, segundo este autor, de qualquer modo a máquina está sendo utilizada, com desgaste e depreciação de valor.

4.7. OS CUSTOS POR TRABALHO PARCIAL E TOTAL NOS SISTEMAS ESTUDADOS

No quadro 10, pode-se observar que a operação do arraste preliminar manual do sistema 4 apresenta um custo maior (22,30 Cr\$/m. estéreo), em comparação com o sistema 5 (4,05 Cr\$/m. estéreo). Isto se deve ao preparo das cargas máximas no sistema 4, aumentando a distância do arraste e distribuindo-as de forma alternada, o que incide diretamente num aumento do tempo desta operação, e, conseqüentemente, num aumento dos custos, com relação ao sistema 5.

Pode-se observar, também, que o custo da operação do descascamento de toretes de 2 m, incluindo o custo da máquina, para produzir 1 m estéreo, alcança 50,52 Cr\$/m. estéreo, o que significa 90,86% a mais do que os sistemas 1 e 2 de descascamento manual, os quais chegam a 26,47 Cr\$/m. estéreo.

Na operação de carregamento (quadro 10), observa-se que o sistema 3 - toretes de 2 m - apresenta o menor custo (15,19 Cr\$/m. estéreo) em comparação com os outros sistemas, uma vez que a grua hidráulica foi desenhada especificamente

para este comprimento de toretes, diminuindo, em consequência, o custo do caminhão parado nas operações referidas.

Quanto aos sistemas 4 e 5, na operação transporte, o custo do caminhão (98,88 Cr\$/m. estéreo) foi menor em comparação aos outros sistemas, o que se explica devido à maior capacidade de carga do caminhão com semi-reboque (26 t) e, portanto, maior volume de madeira transportada. Conforme se constata, houve uma diminuição dos custos por m. estéreo transportado em comparação com os outros sistemas.

Observa-se, ainda no quadro 10, que o fato de se considerar o tempo do caminhão parado para realizar as atividades de carregamento e/ou descarregamento nos diferentes sistemas estudados relaciona-se em grande parte à capacidade e ao desenho da grua hidráulica utilizada, especificamente para um determinado comprimento e um determinado diâmetro. Assim, este fato incidiu notoriamente, por exemplo, nos custos do sistema 5, que apresenta uma cifra total de 163,24 Cr\$/m. estéreo, sem se considerar o custo do caminhão nas operações de carregamento e/ou descarregamento; considerando-se este custo, o total aumentaria em 25,85%, alcançando-se um custo de 205,43 Cr\$/m. estéreo. No sistema 3 no entanto este aumento atinge só 3%. Pelo exposto, percebe-se que a mecanização deve-se ajustar ao produto que se queira manipular.

Apesar da alta produtividade das máquinas utilizadas no sistema 3, este apresenta um custo total (Cr\$ 252,04/ m. estéreo) 23% mais alto que o sistema 5 e só 4% mais barato que o sistema tradicional. Este fato deve-se a que no sistema 5 excluiram-se as operações traçar e descascar que no sis

QUADRO 10: Resumo dos custos de pessoal e metas de produção por operação e total nos diferentes Sistemas

SISTEMAS		LIMPEZA	DERRUBAR (1)	DESGALHAR	ARRASTE		TRAÇAR (1)	DESCASCAR (1)	EMPILHAR	CARREGAR CAMINHÃO (1)	TRANSPORTE (1)	DESCARREGAR CAMINHÃO (1)	CUSTO TOTAL	
					Preliminar	Principal(1)							sem custo caminhão carregamento e descarreg.	com custo caminhão carregamento e descarreg.
					Cr\$/m.estér.	Cr\$/m.estér.							Cr\$/m.estéreo	Cr\$/m.estéreo
Sistema 1 Sistema de toretes de 1 m. Arraste preliminar manual, descascamento manual e carregamento manual	Manual	0,91	0,89	5,35				26,47	6,35	4,53 (8,31)**	0,18***	0,91 (1,66)**	204,89	263,26
	Mecânico		5,03				11,19			(56,95)*	133,11	(11,59)*		
Sistema 2 Sistema de toretes de 1 m. Arraste preliminar manual, descascamento manual e carregamento mecânico	Manual	0,91	0,89	5,35				26,47	6,35				218,02	237,77
	Mecânico		5,03				11,19			23,93 (16,46)*	133,11	4,79 (3,29)*		
Sistema 3 Sistema de toretes de 2 m. Arraste preliminar manual, descascamento mecânico e carregamento mecânico	Manual	0,91	0,94	5,35			2,46		21,67				244,87	252,50
	Mecânico		5,29				13,82	50,52		9,00 (6,19)*	133,11	1,80 (1,24)*		
Sistema 4 Sistema de fustes. Arraste preliminar manual e preparo de cargas máximas. Arraste principal mecânico e carregamento mecânico	Manual	0,91	0,89	5,48	22,30								185,45	227,64
	Mecânico		5,03			25,66				21,92 (35,16)*	98,88	4,38 (7,03)*		
Sistema 5 Sistema de fustes. Arraste preliminar manual e preparo de cargas de tamanho variável: arraste principal mecânico e carregamento mecânico	Manual	0,99	0,89	4,89	4,05								163,24	205,43
	Mecânico		5,03			22,29				21,92 (35,16)*	98,88	4,38 (7,03)*		

(1) No custo/m.est. das máquinas está incluído o custo do operador da(s) respectivas máquina(s)
 * Custo do caminhão parado (excluem-se os custos variáveis)
 ** Custo do motorista no carregamento se não computar o caminhão parado
 *** Custo dos 1,5 ajudantes.

tema 3 significam (Cr\$ 66,80/m. estéreo).

O sistema 2 demonstrou ser uma alternativa viável, se for necessário continuar oferecendo toretes descascados de 1 m de comprimento, pois o carregamento mecânico reduz os custos totais, quando comparado com o sistema 1, em 10%, ou seja, de Cr\$ 263,26/m. estéreo para Cr\$ 237,77/m. estéreo.

No que se refere ao sistema 5, relacionando-se os tempos apresentados no quadro 6 com os custos apresentados no quadro 10, percebe-se que haveria redução de custos se fosse utilizada uma grua mais eficiente, de maior capacidade de carga, provida de uma barra transversal dentada que permitisse a estabilidade dos fustes no momento do carregamento e/ou descarregamento. Com tal recurso, diminuiriam o tempo e o custo por metro estéreo desta operação.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

1. A descascadeira mecânica VK 16E constitui uma alternativa tecnicamente viável no descascamento de toretes de *Eucalyptus* spp., de 2 m de comprimento, pois com ela consegue-se aumentar a produção global e a produtividade técnica dos operários. Porém o descascamento manual realizado com facão é, apesar de ser uma atividade muito demorada e com grandes riscos de acidentes por parte dos operários, ainda a alternativa mais barata. Portanto, recomenda-se a utilização desta descascadeira na atividade parcial do descascamento só se for necessário aumentar a produtividade, pois o custo de descascamento é 91% superior ao descascamento manual.
2. O Grapple Skidder é considerado uma máquina muito eficiente, quando se trata de arrastes de fustes ou árvores inteiras. Não apresentou nenhum problema que limitasse sua utilização sob condições similares às testadas (terreno plano). Seu uso, portanto, recomenda-se quando se tratar do arraste de árvores inteiras ou fustes.
3. Segundo os resultados obtidos na pesquisa, o carregamento e descarregamento de toretes de 2 m com a carregadeira mecânica MJ 30 apresentou um rendimento maior. Conclui

se que esta carregadeira seria uma boa alternativa tanto no carregamento como no descarregamento de toretes, sejam estes de 1 m ou 2 m. Com ela, elimina-se o excessivo tempo de parada dos caminhões durante o carregamento e descarregamento, o que permite uma rapidez maior nestas atividades e conseqüentemente um maior número de viagens dos caminhões por dia. Isto significa uma redução dos custos de transporte; só no tempo do carregamento (min. equipamento/m. estêreo) pode-se chegar a uma redução de 71% (toretos de 1 m) e a 89% (toretos de 2m) quando utilizada a grua hidráulica. Considerando-se apenas os custos do carregamento (sem incluir o custo do caminhão parado), o carregamento manual é ainda o mais barato, se os toretes são de 1 m; porém, considerando-se os custos do caminhão parado, o sistema 2 torna-se mais econômico. Cumpre-se observar ainda que, o deslocamento da grua hidráulica é realizado somente ao longo dos ramais onde são empilhados os toretes de madeira curta, evitando-se assim em grande parte um dano aos cepos.

4. Os resultados da pesquisa indicam o sistema 5 como uma alternativa tecnicamente e economicamente viável, não somente pelo maior aproveitamento da madeira sob condições testadas (neste caso o grau de acabamento seria só em fustes), mas também considerando-se que o traçamento seria realizado na indústria. Esta alternativa parece ser altamente promissora não apenas quando o destino da madeira é o carvão; o sistema 5 poderia ser aproveitado, do mesmo modo, por indústrias de metanol, ou ser usado

diretamente como lenha, pois o aproveitamento da madeira é de 16,38% mais alto. Além disso, poder-se-ia diminuir ainda mais o tempo (min. homem/m. estêreo) e os custos (Cr\$/m. estêreo) neste sistema, utilizando-se uma grua mais eficiente e com maior capacidade de carga. Deve-se considerar, ainda, que sendo este sistema altamente mecanizado, o perigo de compactação do solo reside somente na pinça hidráulica, ao momento de se efetuar o arraste principal, já que a grua hidráulica e o caminhão madeireiro se localizam no aceiro ou estrada florestal.

5. Finalmente, cabe mencionar que nesta pesquisa não foram estudados o efeito do maquinário nas brotações, nem o efeito do maquinário na compactação do solo. Esta omissão se deve principalmente pelas limitações a que está sujeito um trabalho desta natureza.

6. RESUMO

Este trabalho consistiu em estudar, através da técnica da análise de sistema, a derrubada (abate, desgalhamento e traçamento), extração e transporte de madeira de *Eucalyptus* spp. destinada às indústrias madeireiras e de carvoejamento, em terrenos planos, no Triângulo Mineiro (Uberaba-Minas Gerais). A pesquisa foi desenvolvida na Fazenda Itiguapira, de propriedade da empresa TRIFLORA, tendo como objetivos estudar e recomendar algumas alternativas viáveis, a fim de racionalizar as atividades da colheita da madeira.

Foram estudados 5 sistemas:

Sistema 1 - sistema de toretes de 1 m com arraste preliminar manual, descascamento manual e carregamento manual.

Sistema 2 - sistema de toretes de 1 m com arraste preliminar manual, descascamento manual e carregamento mecânico.

Sistema 3 - sistema de toretes de 1 m com arraste preliminar manual, descascamento mecânico e carregamento mecânico.

Sistema 4 - sistema de fustes com arraste preliminar manual e preparo de cargas máximas, arraste principal mecânico e carregamento mecânico.

Sistema 5 - sistema de fustes com arraste preliminar manual e preparo de cargas de tamanho variável; arraste principal mecânico e carregamento mecânico.

Os resultados apontaram o sistema 5, quando comparado com os outros sistemas, como aquele de menor tempo total de trabalho, requerendo apenas 43,47 min. homem/m. estêreo, e como aquele com o menor custo total (Cr\$ 205,43/m.estêreo). O sistema 5 foi 22% mais barato que o sistema 1 (Cr\$263,26/m. estêreo), incluindo o custo do caminhão parado durante a operação de carregamento e descarregamento. O custo do sistema 5 pode ser ainda diminuído se for empregada uma grua mais apropriada para carregamento de fustes, tornando ainda maior a vantagem frente aos outros sistemas.

A grande vantagem do sistema 5 é que requer só uma quarta parte da mão-de-obra do sistema tradicional em uso. Desta forma poder-se-ia quadruplicar a produção com a mesma mão-de-obra existente. Por outro lado com o sistema 5 aproveita-se 99% do fuste, enquanto que sob os sistemas de torres de 1 m de comprimento o aproveitamento não passa de 81%.

SUMMARY

This paper studies different harvesting systems in *Eucalyptus* - plantations in south-east of Minas Gerais (Triângulo Mineiro) in order to offer reliable data about productivity and costs to already established industries or those who are planning new industries. The research was conducted in the Fazenda Itiguapira of Triflora Company and had as its main task recommend rationalization options for present operations.

Five harvesting systems were studied:

System 1: shortwood - 1 m, manual hauling, debarking and loading.

System 2: shortwood - 1 m, manual hauling and debarking and mechanical loading.

System 3: shortwood - 2 m, manual hauling and mechanical debarking loading.

System 4: Tree-length, manual hauling and bunching optimum load-sizes, mechanical skidding and loading.

System 5: Tree length, manual hauling and bunching irregular load-sizes, mechanical skidding and loading.

Results showed that system 5 achieved, the lowest working time of all systems: 43,47 min/man/stere and the lowest costs:

Cr\$ 205,43/stere*. System 5 was 22% cheaper than system 1 (Cr\$ 263,26/stere), if truck costs during loading and unloading are included. The costs per stere of system 5 can be reduced even more, if a more potent and more adequate crane is used for truck loading.

The great advantage of system 5 is that its technical productivity is four times higher than the traditional system (system 1). In this way production can be increased four times with the same man power existing today. On the other hand system 5 uses 99% of the stem volume instead of only 81% when shortwood system are used.

* US\$ 1 = Cr\$ 45,00

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BREPOHL, D. Der Breittag des Forstsektors zur regionalen Entwicklung Parargestellt am Beispiel des Triangulo Mineiro (Brasilien). Freiburg, 1980. Tese. Doutorado. Universität Freiburg. 258 p.
2. BROWN, N.C. Logging. 3.ed. New York, John Wiley, s.d. 418 p.
3. BURLEY, J. Seleção de espécies para plantações de madeira para fins energéticos. J. Reflorestadores, 1(5): 12-15, 1979.
4. COUTO, H.T.Z. do. O número de brotos por touça não influencia as operações de corte, percentagem de casca e densidade da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm. IPEF, 15: 107-11, 1977.
5. CUNHA, L.S. Carvão vegetal uma opção viável. J. Reflorestadores, 1(5): 25-26, 1979.
6. DE LA MAZA, J. Crterios y factores que condicionam los aprovechamientos forestales. Madrid, IFIE, 1970. 303p.
7. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Technical report of FAO/Austria training course on forest roads and harvesting in mountainous forest. Rome, 1976. 320 p.
8. _____. Logging and log transport in man-made forests in developing countries. Rome, 1974. pag. irreg.
9. FREESE, F. Metodos estadísticos elementales para tecnicos forestales. Mexico, Centro Regional de Ayuda Técnica, s.d.
10. FRISK S., R. & CAMPOS R., R. Manual de motosierras. Lima, FAO, 1979. 144 p. (Proyecto PNUD/FAO/PER/ 78 / 003)
11. GIEROW. Carregador florestal de garras - A chave para a mecanização futura. In: SEMANA BRASIL-SUÉCIA, São Paulo, 1973. São Paulo, Embaixada da Suécia e Câmara de Comércio Sueco. Brasília, 1973. v.2, 5 f.
12. INCENTIVOS fiscais dão nova vida à paisagem morta de de vastação. Silvicultura, 2(9): 40-44, 1978.

13. MÁQUINAS e instalaciones descortezadoras. Informaciones Valon Kone, set., 1972. p. 6.
14. MARN, H.M. et al. Estudo de viabilidade técnico-econômica da exploração mecanizada em floresta de terra firme Região de Curua-Una. Belém, FAO, 1978. 131 p.
15. MILLING, S. Análise de sistemas - A chave para a mecanização futura. In: SEMANA BRASIL-SUECIA. São Paulo, 1973. Forestry and logging-planning methods and equipment. São Paulo, Embaixada da Suécia e Camara do Comercio Sueco-Brasileiro, 1973. v.2, 5 f.
16. MODERNIZACION de la recolección de madera. Sem mais informação.
17. OVERGAARD, J. Aprovechamiento y transporte forestal en el noroeste Argentino. Salta, FAO, 1975. p. irregular. (FO:DP/ARG/70/536, Documento de Trabajo, 18).
18. PIETILA, E. Aspecto y adaptaciones de mecanización en el lugar de explotación y en fabrica, de los lugares de trabajo referentes a la recolección de la madera. s.l., Valon Kone OY, s.d. 12 p.
19. STÖHR, G.W.D. Análise de sistema na exploração e transporte em florestas plantadas. Floresta, 7(2): 57-76, 1976.
20. ——. Cálculo de custo de máquinas florestais. Floresta, 8(2): 23-30, 1977.
21. ——. & LEINERT, S. Importância e aplicação do estudo do trabalho. Floresta, 9(1): 27-38, 1978.
22. TAYLOR, C.J. Introdução à silvicultura tropical. Rio de Janeiro, USAID, 1969. 2000 p.
23. WITTERING, W. Hydrostatic skidder. For. Comm. Leaflet, 59, 1974. 10 p.

A N E X O S :

ANEXO 1

TABELAS DE VOLUME

QUADRO 11: Tabela de volume de *Eucalyptus* spp., volume do total com casca ($m^3(r)$)

DAP (cm)	A L T U R A T O T A L (m)														
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
2	0,0009	0,0011	0,0013	0,0015	0,0017	0,0019	0,0021	0,0023	0,0025	0,0026	0,0028	0,0030	0,0032	0,0034	0,0035
3	0,0019	0,0023	0,0027	0,0031	0,0035	0,0039	0,0043	0,0047	0,0051	0,0055	0,0059	0,0063	0,0067	0,0070	0,0074
4	0,0032	0,0039	0,0046	0,0053	0,0060	0,0067	0,0073	0,0080	0,0087	0,0093	0,0100	0,0106	0,0113	0,0119	0,0125
5	0,0048	0,0059	0,0069	0,0080	0,0090	0,0100	0,0110	0,0120	0,0130	0,0140	0,0150	0,0159	0,0169	0,0179	0,0188
6	0,0067	0,0082	0,0096	0,0111	0,0125	0,0139	0,0154	0,0167	0,0181	0,0195	0,0209	0,0222	0,0235	0,0249	0,0262
7	0,0088	0,0108	0,0128	0,0147	0,0166	0,0185	0,0203	0,0222	0,0240	0,0258	0,0276	0,0294	0,0312	0,0329	0,0347
8	0,0113	0,0138	0,0163	0,0187	0,0212	0,0235	0,0259	0,0283	0,0306	0,0329	0,0352	0,0375	0,0398	0,0420	0,0443
9	0,0139	0,0171	0,0202	0,0232	0,0272	0,0292	0,0321	0,0350	0,0379	0,0408	0,0436	0,0465	0,0493	0,0521	0,0548
10	0,0169	0,0207	0,0244	0,0281	0,0318	0,0354	0,0389	0,0424	0,0459	0,0494	0,0529	0,0563	0,0597	0,0631	0,0664
11	0,0201	0,0246	0,0291	0,0335	0,0378	0,0421	0,0463	0,0505	0,0546	0,0588	0,0629	0,0669	0,0710	0,0750	0,0790
12	0,0235	0,0289	0,0341	0,0392	0,0443	0,0493	0,0542	0,0591	0,0640	0,0689	0,0737	0,0784	0,0832	0,0879	0,0926
13	0,0272	0,0334	0,0394	0,0453	0,0512	0,0570	0,0627	0,0684	0,0741	0,0797	0,0852	0,0907	0,0972	0,1017	0,1071
14	0,0312	0,0382	0,0451	0,0519	0,0586	0,0652	0,0718	0,0783	0,0848	0,0912	0,0975	0,1039	0,1101	0,1164	0,1226
15	0,0354	0,0433	0,0511	0,0588	0,0664	0,0740	0,0814	0,0888	0,0961	0,1034	0,1106	0,1178	0,1249	0,1320	0,1390
16	0,0398	0,0487	0,0575	0,0662	0,0747	0,0832	0,0916	0,0999	0,1081	0,1163	0,1244	0,1324	0,1405	0,1484	0,1563
17	0,0444	0,0544	0,0642	0,0739	0,0834	0,0929	0,1022	0,1115	0,1207	0,1298	0,1389	0,1479	0,1568	0,1657	0,1746
18	0,0493	0,0604	0,0713	0,0820	0,0926	0,1031	0,1135	0,1237	0,1339	0,1441	0,1541	0,1641	0,1740	0,1839	0,1937
19	0,0544	0,0666	0,0786	0,0905	0,1022	0,1137	0,1252	0,1375	0,1478	0,1590	0,1701	0,1811	0,1920	0,2029	0,2138
20	0,0597	0,0731	0,0863	0,0993	0,1122	0,1249	0,1375	0,1499	0,1623	0,1745	0,1863	0,1988	0,2108	0,2228	0,2347
21	0,0622	0,0729	0,0944	0,1086	0,1222	0,1365	0,1502	0,1638	0,1773	0,1907	0,2041	0,2173	0,2304	0,2475	0,2565

QUADRO 12: Tabela de volume de *Eucalyptus* spp., volume total sem casca (m³(r))

DAP (cm)	A L T U R A T O T A L (m)														
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
2	0,0005	0,0007	0,0008	0,0009	0,0010	0,0012	0,0013	0,0014	0,0015	0,0016	0,0018	0,0019	0,0020	0,0021	0,0022
3	0,0012	0,0014	0,0017	0,0020	0,0022	0,0025	0,0028	0,0030	0,0035	0,0035	0,0038	0,0040	0,0043	0,0045	0,0048
4	0,0020	0,0025	0,0029	0,0034	0,0038	0,0043	0,0047	0,0052	0,0056	0,0061	0,0065	0,0070	0,0074	0,0078	0,0083
5	0,0030	0,0038	0,0045	0,0052	0,0059	0,0066	0,0072	0,0079	0,0086	0,0093	0,0100	0,0106	0,0103	0,0120	0,0126
6	0,0043	0,0053	0,0081	0,0073	0,0083	0,0093	0,0102	0,0112	0,0121	0,0131	0,0141	0,0150	0,0159	0,0169	0,0178
7	0,0057	0,0071	0,0084	0,0098	0,0111	0,0124	0,0137	0,0150	0,0163	0,0175	0,0180	0,0201	0,0214	0,0226	0,0139
8	0,0074	0,0091	0,0109	0,0126	0,0143	0,0159	0,0176	0,0193	0,0209	0,0226	0,0242	0,0259	0,0275	0,0291	0,0307
9	0,0093	0,0114	0,0136	0,0157	0,0178	0,0199	0,0220	0,0241	0,0262	0,0282	0,0303	0,0323	0,0344	0,0364	0,0384
10	0,0113	0,0139	0,0166	0,0192	0,0218	0,0243	0,0269	0,0294	0,0320	0,0345	0,0370	0,0395	0,0420	0,0444	0,0469
11	0,0135	0,0167	0,0199	0,0230	0,0261	0,0291	0,0322	0,0352	0,0383	0,0413	0,0443	0,0473	0,0503	0,0532	0,0562
12	0,0159	0,0197	0,0234	0,0271	0,0307	0,0344	0,0380	0,0416	0,0451	0,0487	0,0522	0,0557	0,0593	0,0628	0,0663
13	0,0186	0,0229	0,0272	0,0315	0,0358	0,0400	0,0422	0,0484	0,0525	0,0567	0,0608	0,0649	0,0690	0,0730	0,0771
14	0,0214	0,0264	0,0313	0,0363	0,0412	0,0460	0,0508	0,0556	0,0604	0,0652	0,0699	0,0746	0,0793	0,0840	0,0887
15	0,0243	0,0301	0,0357	0,0413	0,0469	0,0524	0,0579	0,0634	0,0689	0,0743	0,0797	0,0851	0,0904	0,0958	0,1011
16	0,0275	0,0340	0,0404	0,0467	0,0530	0,0593	0,0655	0,0717	0,0778	0,0839	0,0900	0,0961	0,1022	0,1082	0,1142
17	0,0308	0,0381	0,0453	0,0524	0,0595	0,0665	0,0734	0,0804	0,0873	0,0941	0,1010	0,1078	0,1146	0,1214	0,1281
18	0,0344	0,0225	0,0505	0,0584	0,0683	0,0741	0,0818	0,0896	0,0973	0,1049	0,1125	0,1201	0,1277	0,1352	0,1428
19	0,0381	0,0470	0,0599	0,0647	0,0734	0,0821	0,0907	0,0992	0,1077	0,1162	0,1247	0,1331	0,1415	0,1498	0,1582
20	0,0420	0,0518	0,0616	0,0713	0,0809	0,0904	0,0999	0,1093	0,1187	0,1281	0,1374	0,1467	0,1559	0,1651	0,1743
21	0,0460	0,0568	0,0676	0,0782	0,0887	0,0992	0,1096	0,1199	0,1302	0,1405	0,1507	0,1609	0,1710	0,1811	0,1912

QUADRO 13: Tabela de volume de *Eucalyptus* spp., volume com casca até um diâmetro mínimo de 7 cm c.c. ($m^3(r)$)

DAP (cm)	A L T U R A T O T A L (m)														
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
6	0,0006	0,0021	0,0035	0,0050	0,0064	0,0078	0,0092	0,0106	0,0119	0,0133	0,0146	0,0160	0,0173	0,0186	0,0200
7	0,0038	0,0057	0,0076	0,0095	0,0114	0,0132	0,0151	0,0169	0,0187	0,0205	0,0223	0,0241	0,0259	0,0276	0,0294
8	0,0073	0,0098	0,0122	0,0146	0,0170	0,0194	0,0217	0,0240	0,0264	0,0286	0,0309	0,0332	0,0355	0,0377	0,0399
9	0,0112	0,0143	0,0173	0,0203	0,0232	0,0262	0,0291	0,0320	0,0348	0,0377	0,0405	0,0433	0,0461	0,0489	0,0517
10	0,0155	0,0192	0,0229	0,0265	0,0301	0,0336	0,0341	0,0406	0,0441	0,0475	0,0510	0,0544	0,0578	0,0611	0,0645
11	0,0202	0,0246	0,0289	0,0332	0,0375	0,0417	0,0499	0,0500	0,0542	0,0583	0,0623	0,0664	0,0704	0,0744	0,0784
12	0,0252	0,0304	0,0355	0,0405	0,0455	0,0504	0,0553	0,0602	0,0650	0,0698	0,0746	0,0793	0,0841	0,0888	0,0934
13	0,0306	0,0365	0,0424	0,0483	0,0540	0,0598	0,0654	0,0711	0,0716	0,0812	0,0877	0,0932	0,0987	0,1041	0,1095
14	0,0363	0,0431	0,0499	0,0563	0,0632	0,0697	0,0762	0,0826	0,0890	0,0954	0,1017	0,1080	0,1142	0,1205	0,1267
15	0,0424	0,0501	0,0578	0,0653	0,0728	0,0802	0,0876	0,0949	0,1022	0,1094	0,1165	0,1237	0,1307	0,1378	0,1448
16	0,0488	0,0575	0,0671	0,0746	0,0830	0,0914	0,0996	0,1079	0,1160	0,1241	0,1322	0,1402	0,1482	0,1561	0,1640
17	0,0555	0,0653	0,0749	0,0844	0,0938	0,1031	0,1123	0,1215	0,1306	0,1347	0,1487	0,1576	0,1665	0,1754	0,1842
18	0,0626	0,0734	0,0841	0,0946	0,1050	0,1154	0,1256	0,1358	0,1499	0,1560	0,1660	0,1759	0,1858	0,1956	0,2054
19	0,0700	0,0819	0,0937	0,1053	0,1168	0,1283	0,1396	0,1508	0,1620	0,1731	0,1841	0,1950	0,2059	0,2169	0,2279
20	0,0778	0,0908	0,1038	0,1165	0,1292	0,1417	0,1541	0,1665	0,1787	0,1909	0,2030	0,2150	0,2270	0,2389	0,2507
21	0,0858	0,1001	0,1142	0,1282	0,1420	0,1557	0,1693	0,1828	0,1952	0,2095	0,2227	0,2358	0,2489	0,2619	0,2749
22	0,0942	0,1089	0,1251	0,1403	0,1554	0,1703	0,1851	0,1997	0,2143	0,2288	0,2432	0,2575	0,2717	0,2859	0,3000
23	0,1029	0,1198	0,1365	0,1529	0,1629	0,1854	0,2014	0,2173	0,2331	0,2488	0,2644	0,2799	0,2954	0,3107	0,3260
24	0,1119	0,1302	0,1482	0,1660	0,1836	0,2011	0,2184	0,2356	0,2526	0,2696	0,2865	0,3032	0,3199	0,3365	0,3530
25	0,1213	0,1409	0,1603	0,1795	0,1985	0,2173	0,2359	0,2544	0,2728	0,2911	0,3093	0,3273	0,3453	0,3632	0,3810

QUADRO 14: Tabela de volume de *Eucalyptus* spp., volume com casca até um diâmetro mínimo de 3 cm c.c. (m³(r))

DAP (cm)	A L T U R A T O T A L (m)														
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
2	0,0005	0,0007	0,0009	0,0011	0,0013	0,0015	0,0017	0,0019	0,0020	0,0022	0,0024	0,0026	0,0028	0,0030	0,0031
3	0,0015	0,0019	0,0023	0,0027	0,0031	0,0035	0,0039	0,0043	0,0047	0,0051	0,0055	0,0059	0,0063	0,0066	0,0070
4	0,0028	0,0035	0,0042	0,0049	0,0056	0,0063	0,0079	0,0076	0,0083	0,0089	0,0096	0,0102	0,0108	0,0115	0,0121
5	0,0044	0,0055	0,0065	0,0076	0,0086	0,0096	0,0106	0,0116	0,0126	0,0136	0,0146	0,0155	0,0165	0,0174	0,0184
6	0,0073	0,0078	0,0092	0,0107	0,0121	0,0135	0,0149	0,0163	0,0117	0,0191	0,0204	0,0218	0,0231	0,0245	0,0258
7	0,0084	0,0104	0,0124	0,0143	0,0162	0,0181	0,0199	0,0218	0,0236	0,0254	0,0272	0,0290	0,0308	0,0325	0,0343
8	0,0108	0,0134	0,0159	0,0183	0,0207	0,0231	0,0255	0,0279	0,0302	0,0325	0,0348	0,0371	0,0393	0,0416	0,0438
9	0,0135	0,0167	0,0198	0,0228	0,0258	0,0288	0,0317	0,0346	0,0375	0,0404	0,0432	0,0460	0,0448	0,0516	0,0544
10	0,0165	0,0203	0,0240	0,0277	0,0313	0,0349	0,0385	0,0342	0,0345	0,0490	0,0524	0,0559	0,0593	0,0626	0,0660
11	0,0197	0,0242	0,0287	0,0330	0,0347	0,0416	0,0459	0,0501	0,0542	0,0538	0,0624	0,0666	0,0706	0,0746	0,0786
12	0,0231	0,0248	0,0236	0,0388	0,0438	0,0488	0,0538	0,0587	0,0636	0,0684	0,0682	0,0780	0,0828	0,0875	0,0922
13	0,0268	0,0330	0,0390	0,0449	0,0508	0,0566	0,0623	0,0680	0,0736	0,0792	0,0848	0,0903	0,0958	0,1013	0,1067
14	0,0308	0,0378	0,0447	0,0515	0,0582	0,0648	0,0714	0,0779	0,0843	0,0907	0,0971	0,1034	0,1097	0,1159	0,1222
15	0,0349	0,0429	0,0507	0,0584	0,0660	0,0735	0,0810	0,0884	0,0957	0,1029	0,1101	0,1173	0,1244	0,1315	0,1386
16	0,0393	0,0483	0,0517	0,0657	0,0743	0,0828	0,0911	0,0994	0,1076	0,1158	0,1239	0,1320	0,1400	0,1480	0,1559
17	0,0440	0,0540	0,0638	0,0735	0,0830	0,0925	0,1018	0,1101	0,1203	0,1294	0,1384	0,1474	0,1564	0,1653	0,1741
18	0,0488	0,0599	0,0708	0,0816	0,0922	0,1026	0,1130	0,1233	0,1335	0,1436	0,1537	0,1636	0,1736	0,1834	0,1933
19	0,0539	0,0662	0,0782	0,0900	0,1017	0,1133	0,1247	0,1361	0,1473	0,1585	0,1696	0,1806	0,1916	0,2025	0,2133
20	0,0593	0,0727	0,0859	0,0989	0,1117	0,1244	0,1370	0,1494	0,1618	0,1741	0,1862	0,1983	0,2104	0,2223	0,2342
21	0,0648	0,0795	0,0939	0,1081	0,1222	0,1360	0,1498	0,1634	0,1769	0,1903	0,2036	0,2168	0,2299	0,2430	0,2560

ANEXO 2

TEMPOS DE TRABALHO POR OPERAÇÃO
E ATIVIDADES PARCIAIS

QUADRO 15: Tempo de trabalho na limpeza - Sistema 1
(min. homem/100 árvores e min. homem/m³)

Área do Operário: 1: Damião Pinheiro Lisboa
2: Damião Pires dos Santos

OPER. PARC.	NÚMERO DE ÁRVORES					ATIVIDADES EFETIVAS				
	TOTAL		LIMPADOS			LIMPEZA			TOTAL	
	nº/parc.	v/parc. m ³	nº/parc.	% de col. 3	v/parc. m ³	min/100 árv.	min/m ³	min/100 árv.	min/m ³	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.										
	1	82	5,75	63	76,83	5,57	28,97	3,28	28,97	3,28
	2	130	6,05	62	47,69	4,91	28,23	3,56	28,23	3,56
	3	19	1,19	12	63,16	1,08	33,33	3,70	33,33	3,70
	Σ_1	231	12,99	137	187,68	11,56	90,53	10,54	90,53	10,54
	\bar{X} pond.	106	5,66	60	59,56	4,94	29,02	3,44	29,02	3,44
2.										
	1	127	5,00	69	54,33	4,22	25,80	4,22	25,80	4,22
	2	76	2,91	60	78,95	2,79	26,37	5,67	26,37	5,67
	3	67	3,13	59	88,06	3,10	25,00	4,76	25,00	4,76
	Σ_2	270	11,04	188	221,34	10,11	77,17	14,65	77,17	14,65
	\bar{X} pond.	95	3,88	64	71,25	3,50	25,73	4,79	25,73	4,79

Continuação do quadro 15.

PREPARO		DESCANSO		ATIVIDADES GERAIS				TOTAL		ATIVIDADES TOTAIS	
min/100 árv. min/m ³		min/100 árv. min/m ³		PERTURBAÇÃO		OUTROS		TOTAL		TOTAL	
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
-	-	2,82	0,36	-	-	-	-	2,82	0,36	28,97	3,28
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31,05	3,92
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33,33	3,70
-	-	2,82	0,36	-	-	-	-	2,82	0,36	93,35	10,90
-	-	1,27	0,15	-	-	-	-	1,27	0,15	30,29	3,59
-	-	2,17	0,36	-	-	-	-	2,17	0,36	27,97	4,58
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26,37	5,67
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25,00	4,76
-	-	2,17	0,36	-	-	-	-	2,17	0,36	79,34	15,01
-	-	0,80	0,15	-	-	-	-	0,80	0,15	26,53	4,94

QUADRO 16: Tempo de trabalho na derrubada - Sistema 1
 (min. equipe/100 árvores e min. equipe/m³)

Área do operário 1: Moto-serrista: Francisco Carvalho do Nascimento
 Operário: Damião Pinheiro Lisboa

Área do operário 2: Moto-serrista: Francisco Carvalho do Nascimento
 Operário: Damião Pires dos Santos

OPERÁRIO	PARC.	NÚMERO DE ÁRVORES					ATIVIDADES EFETIVAS				
		TOTAL		DERRUBADOS			DERRUBADA		TOTAL		
		nº/parc.	v/parc. m ³	nº/parc.	% de col.3	v/parc. m ³	min/100 árv.	min/m ³	min/100 árv.	min/m ³	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1.											
	1	82	5,75	67	81,71	5,63	19,40	2,31	22,76	2,71	
	2	130	6,05	110	84,62	5,94	15,91	2,95	16,59	3,07	
	3	19	1,19	15	78,95	1,16	25,00	3,23	25,00	3,75	
	Σ ₁	231	12,99	192	245,28	12,73	60,31	8,49	64,35	9,53	
\bar{X} pond.		106	5,66	88	83,20	5,55	17,83	2,69	19,40	2,97	
2.											
	1	127	5,00	117	92,13	4,96	13,24	3,13	14,31	3,38	
	2	76	2,91	65	85,53	2,82	14,61	3,37	15,38	3,55	
	3	67	3,13	60	89,55	3,10	18,75	3,63	19,17	3,71	
	Σ ₂	270	11,04	242	267,21	10,88	46,60	10,13	48,86	10,64	
\bar{X} pond.		95	3,88	73	89,63	3,83	14,97	3,33	15,80	3,51	

Continuação do quadro 16.

PREPARO DESPREPARO		ATIVIDADES GERAIS				OUTROS		TOTAL		ATIVIDADES TOTAIS	
DESCANSO		PERTURBAÇÃO								TOTAL	
min/100 árv.	min/m ³	min/100 árv.	min/m ³	min/100 árv.	min/m ³	min/100 árv.	min/m ³	min/100 árv.	min/m ³	min/100 árv.	min/m ³
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
0,75	0,09	0,75	0,09	0,37	0,04	5,22	0,62	7,09	0,84	29,85	3,55
0,22	0,04	1,59	0,30	0,23	0,04	4,55	0,84	6,59	1,22	23,18	4,29
1,67	0,22	-	-	-	-	-	-	1,67	0,22	26,67	3,97
2,64	0,35	2,34	0,39	0,60	0,08	9,77	1,46	15,35	2,28	79,70	11,81
0,52	0,08	1,17	0,18	0,26	0,04	4,43	0,66	6,38	0,96	25,78	3,93
1,07	0,25	-	-	0,43	0,10	0,64	0,15	2,14	0,50	16,45	3,88
3,08	0,70	0,77	0,18	-	-	-	-	3,85	0,88	19,23	4,43
5,83	1,13	0,42	0,08	0,41	0,08	2,50	0,48	9,16	1,77	28,33	5,48
9,98	2,08	1,19	0,26	0,84	0,18	3,14	0,63	15,15	3,15	64,01	13,79
2,79	0,62	0,31	0,07	0,31	0,06	0,93	0,21	4,34	0,96	20,14	4,47

QUADRO 17: Tempo do trabalho no desgalhamento - Sistema 1

(min.homem/100 árvores e min. homem/m³)

Área do Operário 1: Damião Pinehrio Lisboa

2: Damião Pires dos Santos

OPERA RIO	PARC.	NÚMERO DE ÁRVORES					ATIVIDADES EFETIVAS					
		TOTAL		DESGALHADAS			DESGALHAR DESTOPAR		ENLEIRAR		TOTAL	
		nº/parc.	v/parc.m ³	nº/parc.	% de col.3	v/parc.m ³	min/100 árv.	min/m ³	min/100 árv.	min/m ³	min/100 árv.	min/m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.												
	1	82	5,75	66	80,49	5,61	79,92	9,40	109,85	12,92	189,77	22,33
	2	130	6,05	73	56,15	5,29	76,03	10,49	113,35	15,64	189,38	26,13
	3	19	1,19	14	73,68	1,13	83,93	10,40	46,43	5,75	130,36	16,15
	Σ ₁	231	12,99	153	210,32	12,03	239,88	30,29	269,63	34,31	509,51	61,61
	X pond.	106	5,66	67	66,33	5,18	78,43	9,97	105,71	13,44	184,14	23,42
2.												
	1	127	5,00	95	74,80	4,75	42,95	8,59	54,84	10,97	97,79	19,56
	2	76	2,91	60	78,95	2,83	48,33	10,25	60,42	12,81	103,75	23,06
	3	67	3,13	39	58,21	2,74	126,28	17,97	53,21	7,57	179,49	25,54
	Σ ₂	270	11,04	194	211,96	10,32	217,56	36,81	168,47	31,35	386,03	68,16
	* pond.	95	3,88	68	70,63	3,63	61,36	11,54	56,24	10,57	117,60	22,11

Continuação do quadro 17.

PREPARO DESPREPARO		ATIVIDADES GERAIS				ATIVIDADES TOTAIS					
DESCANSO		PERTURBAÇÃO		OUTROS		TOTAL		TOTAL			
min/100 árv.	min/m ³	min/100 árv.	min/m ³	min/100 árv.	min/m ³	min/100 árv.	min/m ³	min/100 árv.	min/m ³		
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
6,06	0,71	13,64	1,61	-	-	-	-	19,70	2,32	209,47	24,65
12,67	1,75	16,71	2,31	-	-	-	-	29,38	4,06	218,76	39,19
3,57	0,44	-	-	-	-	-	-	3,57	0,44	133,93	16,59
22,30	2,90	30,35	3,91	-	-	-	-	52,65	6,82	562,16	71,43
8,98	1,14	13,86	1,76	-	-	-	-	22,84	2,99	296,99	26,32
-	-	3,16	0,63	-	-	1,05	0,21	4,21	0,84	102,00	20,40
8,33	1,77	0,42	0,09	-	-	4,17	0,88	12,92	2,74	121,67	25,80
18,46	2,63	-	-	-	-	-	-	18,46	2,63	197,95	28,17
26,79	4,40	3,58	0,72	-	-	5,22	1,09	35,59	6,21	421,62	74,37
6,29	1,18	1,68	0,31	-	-	1,80	0,34	9,77	1,83	127,37	23,94

QUADRO 18: Tempo de trabalho no traçamento - Sistema 1

(min. homem/100 árvores e min. homem/m³)

ÁREA DO OPERÁRIO 1 e 2: moto-serrista - Francisco Carvalho do Nascimento

ÁREA DO PARCELA	NÚMERO DE ÁRVORES						ATIVIDADES EFETIVAS					
	TOTAL		TRAÇADOS				DESLOCAR		TRAÇAR		TOTAL	
	nº/parc.	v/parc.m ³	nº/parc.	% de col. 3	v/parc.m ³	min/100 árv.	min/m ³	min/100 árv.	min/m ³	min/100 árv.	min/m ³	
OPER.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.												
1	82	5,75	66	80,49	5,61	3,03	0,36	45,08	5,30	48,11	5,66	
2	130	6,05	73	56,15	5,29	1,03	0,14	52,40	7,23	53,43	7,37	
3	19	1,19	14	73,68	1,13	-	-	50,00	6,19	50,00	6,19	
Σ_1	231	12,99	153	210,32	12,03	4,06	0,50	147,48	18,72	151,54	19,22	
\bar{X} pond.	106	5,66	67	66,33	5,18	1,80	0,23	49,02	6,23	50,82	6,46	
2.												
1	127	5,00	95	74,80	4,75	2,89	0,58	41,84	8,37	44,73	8,94	
2	76	2,91	60	78,95	2,83	-	-	32,08	6,80	32,08	6,80	
3	67	3,13	39	58,21	2,74	-	-	43,59	6,20	43,59	6,20	
Σ_2	270	11,04	194	211,96	10,32	2,89	0,58	117,51	21,37	120,40	21,94	
\bar{X} pond.	95	3,88	68	70,63	3,63	1,42	0,27	39,17	7,36	40,59	7,63	

Continuação do quadro 18.

ATIVIDADES GERAIS										ATIVIDADES TOTAIS	
PREPARO		DESCANSO		PERTURBAÇÃO		OUTROS		TOTAL		TOTAL	
min/100 árv.	min/m ³	min/100 árv.	min/m ³	min/100 árv.	min/m ³	min/100 árv.	min/m ³	min/100 árv.	min/m ³	min/100 árv.	min/m ³
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
4,92	0,58	2,65	0,31	48,86	5,75	3,41	0,40	59,84	7,04	107,95	12,70
2,05	0,28	-	-	3,77	0,52	3,42	0,47	9,24	1,27	62,67	8,64
16,07	1,99	-	-	-	-	-	-	16,07	1,99	66,07	8,18
23,04	2,85	2,65	0,31	52,63	6,27	6,83	0,87	85,15	10,30	236,69	29,52
4,57	0,58	1,14	0,14	22,88	2,91	3,10	0,39	31,69	4,03	82,51	10,49
1,58	0,31	0,79	0,16	0,26	0,05	-	-	2,63	0,53	47,36	9,47
-	-	-	-	1,67	0,35	-	-	1,67	0,35	33,75	7,15
3,84	0,55	0,64	0,09	0,64	0,09	-	-	5,12	0,73	48,71	6,93
5,42	0,86	1,43	0,25	2,57	0,49	-	-	9,42	1,61	129,82	23,55
1,55	0,29	0,51	0,10	0,77	0,14	-	-	2,83	0,53	43,42	8,16

QUADRO 19: Tempo de trabalho no descascamento manual - Sistema 1
(min. homem/100 toretes e min. homem/m³)

Área do operário: 1: Damião Pinheiro Lisboa
2: Damião Pires dos Santos

OPERA- RIO	PARC.	NÚMERO DE ÁRVORES		NÚMERO DE TORETES			ATIVIDADES EFETIVAS					
		TOTAL		DESCASCADOS			DESCASCAR		ARRASTE PRELIMINAR		TOTAL	
		nº/parc.	v/parc. m ³	nº/parc.	% de col.3	v/parc.m ³	min./100 tor.	min/m ³	min/100 tor.	min/m ³	min/100 tor.	min/m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.												
	1	82	5,75	504	-	3,70	42,76	58,24	7,84	10,68	50,60	68,92
	2	130	6,05	559	-	3,28	58,14	99,08	13,06	22,26	71,20	121,34
	3	19	1,19	114	-	0,76	51,97	77,96	10,75	16,12	62,72	94,08
	Σ_1	231	12,99	1177	-	7,74	152,87	235,28	31,65	49,06	184,52	284,34
	$\bar{X}_{pond.}$	106	5,66	513	-	3,30	50,95	77,48	10,60	16,12	61,55	93,60
2.												
	1	127	5,00	608	-	3,04	46,30	92,60	3,21	6,41	49,51	99,01
	2	76	2,91	325	-	1,58	76,92	158,23	9,46	19,46	86,38	177,69
	3	67	3,13	331	-	1,70	73,49	143,09	3,17	6,17	76,66	149,26
	Σ_2	270	11,04	1264	-	6,32	196,71	393,92	15,84	32,04	212,55	425,96
	$\bar{X}_{pond.}$	95	3,88	448	-	2,24	61,29	122,59	4,81	9,61	66,10	132,20

Continuação do quadro 19.

PREPARO DESPREPARO		ATIVIDADES DESCANSO				GERAIS PERTURBAÇÃO				OUTROS		TOTAL		ATIVIDADES TOTAIS TOTAL	
min/100 tor.	min/m ³	min/100 tor.	min/m ³	min/100 tor.	min/m ³	min/100 tor.	min/m ³	min/100 tor.	min/m ³	min/100 tor.	min/m ³	min/100 tor.	min/m ³	min/100 tor.	min/m ³
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25				
1,73	2,36	3,82	5,20	-	-	-	-	5,55	7,56	56,15	76,48				
1,88	3,20	5,85	9,97	-	-	-	-	7,73	13,17	78,93	134,51				
1,09	1,64	0,66	0,99	-	-	-	-	1,75	2,63	64,47	96,71				
4,70	7,20	10,33	16,16	-	-	-	-	15,03	23,36	199,55	307,70				
1,74	2,64	4,48	6,81	-	-	-	-	6,22	9,45	67,77	103,05				
1,19	2,39	4,40	8,80	-	-	0,08	0,16	5,67	11,35	55,18	110,36				
1,23	2,53	10,26	21,11	-	-	0,15	0,31	11,64	23,95	98,02	201,64				
1,21	2,35	2,34	4,56	-	-	-	-	3,55	6,91	80,21	156,17				
3,63	7,27	17,00	34,47	-	-	0,23	0,47	20,86	42,21	233,41	468,17				
1,20	2,41	5,37	10,74	-	-	0,08	0,15	6,65	13,30	72,75	145,50				

QUADRO 20: Tempo de trabalho no empilhamento - Sistema 1
 (min. homem/100 toretes e min. homem/m³)

Área do Operário: 1: Damião Pinheiro Lisboa
 2: Damião Pires dos Santos

OPERA- RIO	PARC.	NÚMERO DE ÁRVORES		NÚMERO DE TORETES			A T I V I D A D E S E F E T I V A S						TOTAL		
		TOTAL		EMPILHADOS			PREPARAR PILHA		EMPILHAR		CUBICAR		TOTAL		
		nº/parc.	v/parc. m ³	nº/parc.	nº de pilha/parc.	v/parc. m ³	min/100 tor.	min/m ³	min/100 tor.	min/m ³	min/100 tor.	min/m ³	min/100 tor.	min/m ³	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1															
	1	82	5,75	504	6	3,70	10,52	14,32	15,13	20,61	0,74	1,01	26,39	35,94	
	2	130	6,05	559	4	3,28	5,72	9,76	11,49	19,59	0,27	0,46	17,48	29,81	
	3	19	1,19	114	1	0,76	8,33	12,50	12,72	19,08	-	-	21,05	31,58	
	\bar{x}_1	231	12,99	1177	11	7,74	24,57	36,58	39,34	59,28	1,01	1,47	64,92	97,33	
	\bar{X} pond.	106	5,66	513	5	3,30	8,03	12,21	13,17	20,03	0,44	0,68	21,64	32,92	
2															
	1	127	5,00	608	5	3,04	8,88	3,71	6,91	13,82	-	-	15,79	17,53	
	2	76	2,91	325	3	1,58	5,00	10,28	8,62	17,72	-	-	3,62	28,00	
	3	67	3,13	331	3	1,70	3,63	7,06	8,99	17,50	-	-	2,62	24,56	
	\bar{x}_2	270	11,04	1264	11	6,32	17,51	21,05	24,52	49,04	-	-	42,03	70,09	
	\bar{X} pond.	95	3,88	448	4	2,24	6,51	6,25	7,89	15,78	-	-	14,40	22,03	

Continuação do quadro 20.

ATIVIDADES GERAIS										ATIVIDADES TOTAIS		
PREPARO		DESCANSO		PERTURBAÇÃO		OUTROS		TOTAL		TOTAL		
min/100 tor.	min/m ³	min/100 tor.	min/m ³	min/100 tor.	min/m ³	min/100 tor.	min/m ³	min/100 tor.	min/m ³	min/100 tor.	min/100 tor.	min/m ³
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26		27
0,79	1,08	-	-	-	-	-	-	0,79	1,08	27,18		37,02
0,36	0,61	1,03	1,75	0,18	0,30	-	-	1,57	2,66	19,05		32,47
1,75	2,63	-	-	0,44	0,66	-	-	2,19	3,29	23,24		34,87
2,90	4,32	1,03	1,75	0,62	0,96	-	-	4,55	7,03	69,47		104,36
0,68	1,03	0,49	0,74	0,12	0,19	-	-	1,29	1,96	22,93		34,88
1,31	2,63	-	-	-	-	-	-	1,31	2,63	17,10		20,16
1,23	2,53	0,38	0,79	-	-	-	-	1,61	3,32	15,23		31,32
1,21	2,35	-	-	-	-	-	-	1,21	2,35	13,83		26,91
5,75	7,51	0,38	0,79	-	-	-	-	4,13	8,30	46,16		78,39
1,26	2,53	0,10	0,20	-	-	-	-	1,36	2,73	15,76		24,76

Quadro 21: Tempo de trabalho no carregamento, transporte e descarregamento manual - Sistema 1.
(min/caminhão e min. caminhão/m. estêreo)

Nº VIAGEM	Nº PILHAS/VIAGEM	VOL/VIAGEM	Nº TORES/VIAGEM	EFETIVAS																	
				PREPARO DO CAMINHÃO PARA CARGA				CARREGAMENTO				TRANSPORTE				DESCARREGAMENTO				TOTAL	
				CARREGAR		DESLOCAMENTO ENTRE PILHAS		VIAGEM COM CARGA		VIAGEM SEM CARGA		ESPERAR INDÚSTRIA		PESAR, GUIA. INDÚSTRIA		DESCARREGAR		min/cam.	min.cam./e.		
				min/cam.	min.cam./e.	min/cam.	min.cam./e.	min/cam.	min.cam./e.	min/cam.	min.cam./e.	min/cam.	min.cam./e.	min/cam.	min.cam./e.	min/cam.	min.cam./e.	min/cam.	min.cam./e.		
1	15	15,95	1866	6,00	0,38	159,17	9,98	18,50	1,16	97,00	6,08	55,00	3,45	0,00	0,00	12,15	0,76	20,05	1,25	367,87	23,06
2	13	16,98	1926	7,20	0,42	109,08	6,43	16,47	0,97	100,23	5,90	47,00	2,77	6,02	0,35	10,32	0,61	19,65	1,16	315,97	18,61
3	19	20,57	2401	9,20	0,45	133,25	6,48	34,38	1,67	93,88	4,56	49,00	2,38	0,61	0,03	8,42	0,41	18,75	0,91	347,49	16,89
4	19	24,08	2671	7,25	0,50	144,59	6,00	17,48	0,73	102,00	4,23	52,00	2,16	5,00	0,21	8,00	0,33	30,00	1,24	366,32	15,20
Σ	66	77,58	8864	29,65	1,55	546,09	28,89	86,83	4,53	393,11	20,78	203,00	10,76	11,63	0,59	38,89	2,11	88,45	4,56	1397,65	73,76
Σ pond.	17	19,40	2216	7,50	0,38	136,81	7,04	21,95	1,12	98,43	5,06	50,73	2,62	3,03	0,15	9,47	0,50	22,70	1,14	350,62	18,01

Obs.: min/cam. = minutos/caminhão
min.cam./e = minutos caminhão/m. estêreo

Distância da Floresta até Indústria = 46 Km

Continuação do quadro 21.

A T I V I D A D E S G E R A I S																	TOTAL
CARREGAMENTO								TRANSPORTE								ATIVIDADE	
DESCANSO		PERTURBAÇÃO		OUTROS		TOTAL		DESCANSO		PERTURBAÇÃO		OUTROS		TOTAL		min/cam.	min.cam./e.
min.cam.	min.cam./e.	min/cam.	min.cam./e.	min/cam.	min.cam./e.	min/cam.	min.cam./e.	min/cam.	min.cam./e.	min/cam.	min.cam./e.	min/cam.	min.cam./e.	min/cam.	min.cam./e.	min/cam.	min.cam./e.
23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
				5,09	0,32	5,09	0,32			15,00	0,94			15,00	0,94	387,96	24,32
	0,77	0,04				0,77	0,04									316,74	18,65
	1,35	0,06				1,35	0,06									348,84	16,96
	1,30	0,05				1,30	0,05			31,41	1,31			31,41	1,31	399,03	16,57
	3,42	0,15	5,09	0,32		8,51	0,47			46,41	2,25			46,41	2,25	1452,57	76,50
	0,93	0,04	1,05	0,07		1,98	0,11			12,83	0,60			12,83	0,60	363,45	18,72

QUADRO 22: Tempo de trabalho no carregamento do caminhão com a grua hidráulica MJ 30 - Sistema 2
(min. equipamento/100 toretes e min. equipamento/m. estêreo)

Operador: Gilberto Rodrigues dos Santos.

N° VIAGEM	DE N° TORE POR VIAGEM	VOL. TOTAL/VIAGEM	A T I V I D A D E S E F E T I V A S									
			APANHAR TORAS E DESLOCAR BRAÇOS C/CARGA		SOLTAR CARGA E DESLOCAL. BRAÇOS S/CARGA		DESLOCAMENTO GRUA		ESPERAR AO CAMINHÃO		TOTAL	
1	2	3	min/100 tor.	min/m.estêr.	min/100 tor.	min/m.estêr.	min/100 tor.	min/m.estêr.	min/100 tor.	min/m.estêr.	min/100 tor.	min/m.estêr.
1	2824	21,50	0,87	1,00	0,57	0,65	0,25	0,29	0,13	0,15	1,82	2,09
2	2966	25,39	1,10	1,28	0,57	0,67	0,32	0,37	0,17	0,20	2,16	2,52
3	2068	18,49	0,82	0,92	0,52	0,58	0,33	0,37	0,25	0,28	1,92	2,15
4	2064	27,80	1,19	1,26	0,63	0,67	0,25	0,27	0,17	0,18	2,24	2,38
Σ_T	10922	96,27	3,98	4,46	2,29	2,57	1,15	1,30	0,72	0,81	8,14	9,14
\bar{X}_{pond}	2706	24,07	1,01	1,13	0,58	0,65	0,28	0,32	0,18	0,20	2,05	2,30

Continuação do quadro 22.

A T I V I D A D E S										A T I V I D A D E S T O T A I S	
PREPARO DESPREPARO		DESCANSO		G E R A I S PERTURBAÇÃO		OUTROS		TOTAL		TOTAL	
/100 tor.	min/m.estér.	min/100 tor.	min/m.estér.	min/100 tor.	min/m.estér.	min/100 tor.	min/m.estér.	min/100 tor.	min/m.estér.	min/100 tor.	min/m.estér.
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
0,18	0,20	-	-	0,007	0,008	-	-	0,19	0,21	2,01	2,30
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,16	2,52
-	-	0,009	0,01	0,009	0,01	0,20	0,22	0,21	0,23	2,13	2,38
0,17	0,18	0,08	0,08	0,10	0,10	-	-	0,35	0,36	2,59	2,74
0,35	0,38	0,08	0,08	0,12	0,12	0,20	0,22	0,75	0,80	8,39	9,94
0,10	0,10	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,18	0,20	2,23	2,50

Quadro 23 - Tempo de trabalho na derrubada - Sistema 3.

(min. Equipe/100 árvores e min. Equipe/m³)

Operador: Eli da Cunha

Ajudante: Manoel Montija

TRATA MENTOS	NÚMERO DE ÁRVORES DERRUBADAS		ATIVIDADES EFETIVAS				ATIVIDADES DE SCANSO		GERAIS		PERTURBAÇÃO		OUTROS		ATIVIDADES TOTAIS	
	nº/parc.	v/parc.	COORTE	DERRUBADA	TOTAL		DE SCANSO		PERTURBAÇÃO		TOTAL		TOTAL			
	m ³	min/100 árv.	min/m ³	min/100 árv.	min/m ³	min/100 árv.	min/m ³	min/100 árv.	min/m ³	min/100 árv.	min/m ³	min/100 árv.	min/m ³	min/100 árv.	min/m ³	
1	2	3	4	5	6	7	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	97	(4,65)	14,43	(3,01)	14,43	(3,86)	-	-	0,77	(0,16)	1,80	(0,37)	6,69	(1,39)	21,12	(4,40)

* volume unitário/por árvore: 0,0479 m³ segundo média ponderada..

() valor calculado segundo o volume e o número de árvores derrubadas

QUADRO 24: Tempo de trabalho no traçamento - Sistema 3
(min.equipamento/100 árvores e min. equipamento/m³)

Operador: Eli da Cunha
Ajudante: Manoel Montija

TRATAMENTO	NÚMERO DE ÁRVORES TRAÇADOS		ATIVIDADES EFETIVAS						ATIVIDADES GERAIS				TOTAL ATIVIDADE							
	n°	v(m ³)	DESLOCAR		TRAÇAR		TOTAL		PREPARO DESPREPARO		DESCANSO		PERTURBAÇÃO		OUTROS		TOTAL			
			min/100 árv.	min/m ³	min/100 árv.	min/m ³	min/100 árv.	min/m ³	min/100 árv.	min/m ³	min/100 árv.	min/m ³	min/100 árv.	min/m ³	min/100 árv.	min/m ³	min/100 árv.	min/m ³		
1	10	0,48	0,00	0,00	77,50	16,14	77,50	16,14	20,00	4,16			0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	4,16	97,50	20,30
	10	0,48	0,00	0,00	77,50	16,14	77,50	16,14	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	77,50	16,14
	10	0,48	0,00	0,00	67,00	13,96	67,00	13,96	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	67,00	13,96
	10	0,48	0,00	0,00	52,50	10,94	52,50	10,94	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	52,50	10,94
	9	0,43	0,00	0,00	40,00	8,37	40,00	8,37	0,00	0,00			25,55	5,35	0,00	0,00	25,55	5,35	65,55	13,72
	10	0,48	0,00	0,00	48,50	10,10	48,50	10,10	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48,50	10,10
	10	0,48	0,00	0,00	45,00	9,37	45,00	9,37	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	45,00	9,37
	10	0,48	0,00	0,00	25,00	5,21	25,00	5,21	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	5,21
	10	0,48	0,00	0,00	50,00	10,41	50,00	10,41	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	10,41
	10	0,48	0,00	0,00	43,00	8,96	43,00	8,96	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	43,00	8,96
	10	0,48	0,00	0,00	39,00	8,12	39,00	8,12	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39,00	8,12
	10	0,48	0,00	0,00	33,00	6,87	33,00	6,87	0,00	0,00			0,00	0,00	34,00	7,08	34,00	7,08	73,00	15,20
	10	0,48	0,00	0,00	33,00	6,87	33,00	6,87	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33,00	6,87
	10	0,48	0,00	0,00	41,00	8,54	57,00	11,87	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57,00	11,87
	10	0,48	0,00	0,00	32,00	6,66	32,00	6,66	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	32,00	6,66
	6	0,29	8,33	1,72	28,16	5,82	36,49	7,54	33,33	6,89			0,00	0,00	0,00	0,00	33,33	6,89	69,82	14,43
T₁	145	6,95	24,33	5,05	699,16	145,61	723,49	150,66	53,33	11,05			25,55	5,35	34,00	7,08	112,88	23,48	836,37	174,14
Xpon 10	10	0,46	1,44	0,30	47,17	9,82	48,61	10,12	2,76	0,57			1,50	0,33	2,34	0,49	6,69	1,39	55,30	11,51

Min.equipamento/100 árvores = minutos equipe por 100 árvores

Min. equipamento/m³ = minutos equipe por metro cúbico

QUADRO 25: Tempo de trabalho no descascamento mecânico (VK 16E) - Sistema 3

(min. equipamento/100 toretes e min. equipamento/m. estêreo)

Equipe: José Fernandes Borges (tratorista)

Isaías Rosa da Silva

Nilton Abadidi Moura

Arnaldo Marçal

Nº PILHA	Nº TORETES POR PILHA	VOLUME ESTÊREO m.estêreo	DISTANCIA PILHA mt.	ATIVIDADES EFETIVAS						TOTAL	
				DESLOCAMENTO		DESCASCAR		NAO DESCASCAS.		min/100 tor.	min/m.estêr.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	80	2,35	16	3,13	1,06	10,63	3,62	0,00	0,00	13,76	4,68
2	84	2,15	10	0,29	0,12	8,04	3,14	0,00	0,00	8,33	3,26
3	92	2,15	19	0,27	0,12	7,88	3,37	0,00	0,00	8,15	3,49
4	92	2,15	13,40	0,27	0,12	7,34	3,14	0,00	0,00	7,61	3,26
5	98	2,15	18	0,77	0,35	7,65	3,49	0,00	0,00	8,42	3,84
6	81	2,15	20	0,31	0,12	8,02	3,02	0,00	0,00	8,33	3,14
7	108	2,15	19	0,00	0,00	7,41	3,72	0,00	0,00	7,41	3,72
8	53	2,06	5,50	1,42	0,36	10,38	2,67	0,00	0,00	11,79	3,03
9	77	2,21	11	0,32	0,11	7,14	2,49	0,00	0,00	7,47	2,60
10	84	2,21	7,60	0,30	0,11	7,14	2,71	0,00	0,00	7,44	2,82
11	94	2,21	13,30	0,27	0,11	6,91	2,94	0,00	0,00	7,18	3,05
12	107	2,21	11,30	0,23	0,11	7,24	3,51	0,00	0,00	7,48	3,62
13	85	2,21	10,70	0,00	0,00	7,65	2,94	0,00	0,00	7,65	2,94
14	94	2,20	17,00	0,27	0,11	7,45	3,18	0,00	0,00	7,71	3,29
15	95	2,20	14,90	0,53	0,23	7,37	3,18	0,00	0,00	7,89	3,41
16	110	2,15	12,60	0,23	0,11	7,50	3,84	0,00	0,00	7,73	3,95
17	103	2,11	16,40	0,00	0,00	7,28	3,55	0,00	0,00	7,28	3,55
18	107	2,11	18,70	0,23	0,12	7,01	3,55	0,23	0,12	7,48	3,79
19	112	2,11	19	0,22	0,12	6,47	3,44	0,67	0,36	7,37	3,92
20	118	2,11	29,40	0,21	0,12	6,78	3,79	0,64	0,36	7,63	4,27
21	105	2,11	19,80	0,24	0,12	7,38	3,67	0,24	0,12	7,86	3,91
22	98	2,11	22,00	0,26	0,12	7,65	3,55	0,51	0,24	8,42	3,91
23	88	2,11	28,70	0,57	0,24	7,67	3,21	0,57	0,24	8,81	3,69
24	93	2,12	21,30	0,54	0,23	6,99	3,07	1,88	0,83	9,41	4,13
25	90	1,90	15,40	0,56	0,26	7,22	3,42	0,00	0,00	7,78	3,68
26	81	1,90	14,20	0,31	0,13	6,79	2,89	0,00	0,00	7,10	3,02
27	80	2,00	12,30	0,31	0,12	7,81	3,13	0,00	0,00	8,13	3,25
28	84	2,00	10,10	0,89	0,38	6,55	2,75	0,60	0,25	8,04	3,38
29	96	2,00	10,70	0,26	0,13	7,29	3,50	0,00	0,00	7,55	3,63
30	77	2,00	24,50	0,65	0,25	8,77	3,38	0,00	0,00	9,42	3,63
31	86	2,00	45,60	0,58	0,25	6,40	2,75	0,00	0,00	6,98	3,00
32	89	2,00	28,40	0,56	0,25	7,87	3,50	0,00	0,00	8,43	3,75
33	98	2,00	24,80	0,51	0,25	7,40	3,62	0,26	0,13	8,16	4,00
34	34	2,00	6,30	3,68	0,62	9,56	1,63	0,74	0,13	13,97	2,58
Σ _T	3073	11,60	586,90	19,19	6,85	258,64	109,36	6,34	2,78	84,17	118,99
X _{pond.}	90	2,11	17,26	0,47	2,20	7,50	3,22	0,19	0,08	8,16	3,50

Continuação do quadro 25.

ATIVIDADES GERAIS													
PREPARO		DESCANSO				PERTURBAÇÃO		OUTROS		TOTAL		ATIVIDADES TOTAIS	
min/100 tor.	min/m.estér.	min/100 tor.	min/m.estér.	min/100 tor.	min/m.estér.	min/100 tor.	min/m.estér.	min/100 tor.	min/m.estér.	min/100 tor.	min/m.estér.	min/100 tor.	min/m.estér.
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
0,63	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00			0,63	0,21	14,39	4,89		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	8,33	3,26		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	8,15	3,49		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	7,61	3,26		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	8,42	3,84		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	8,33	3,14		
0,94	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	7,41	3,72		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,47	0,12			1,41	0,36	13,20	3,39		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	7,47	2,60		
0,00	0,00	0,00	0,00	1,19	0,45			1,19	0,45	8,63	3,27		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	7,18	3,05		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	7,48	3,62		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	7,65	2,94		
0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	21,36			50,00	21,36	57,71	24,65		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	0,11			0,26	0,11	8,15	3,52		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	7,73	3,95		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	7,28	3,55		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	7,48	3,79		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,12			0,22	0,12	7,59	4,04		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	7,63	4,27		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	7,86	3,91		
0,00	0,00	0,00	0,00	1,28	0,59			1,28	0,59	9,70	4,50		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	8,81	3,69		
0,00	0,00	16,94	7,43	0,00	0,00			16,94	7,43	26,35	11,56		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	7,78	3,68		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	7,10	3,02		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	8,13	3,25		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	8,04	3,38		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,52	0,25			0,52	0,25	8,07	3,88		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,65	0,25			0,65	0,25	10,07	3,88		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	6,98	3,00		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	8,43	3,75		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	8,16	4,00		
0,00	0,00	31,62	5,38	76,47	13,00			108,09	18,38	122,06	20,76		
1,57	0,45	48,56	12,81	131,06	36,25			181,19	49,51	465,36	168,50		
0,03	0,01	0,86	0,87	2,51	1,08			3,40	1,46	11,56	4,96		

QUADRO 26: Tempo de trabalho no empilhamento - Sistema 3

(min. equipamento/100 toretes e min. equipamento/m. estêreo)

Operador: Eli da Cunha

Ajudante: Manoel Montija

Nº DA PILHA	NUMERO DE TORETES EMPILHADOS		A T I V I D A D E S E F E T I V A S					
	Nº TORETES POR PILHA	VOL/PILHA	PREPARAR PILHA		EMPILHAR		TOTAL	
nº	nº	m.estêreos	min/100 tor.	min/m.est.	min/100 tor.	min/m. est.	min/100 tor.	min/m. est.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	57	2,14	32,98	8,77	80,70	21,48	113,68	30,25
2	79	2,11	26,58	9,94	20,38	20,38	81,00	30,32
3	90	2,11	26,66	11,36	36,10	15,40	62,76	26,76
4	97	2,11	24,74	11,36	37,32	17,14	62,06	28,50
5	106	2,15	13,67	6,74	31,22	15,39	44,89	22,13
6	87	2,17	16,66	6,67	43,10	17,27	59,76	23,94
7	97	2,17	12,88	5,75	47,41	21,29	60,29	26,94
Σ_1	613	14,96	154,17	60,59	330,27	128,25	484,44	188,84
\bar{X} pond.	88	2,14	21,08	8,63	44,74	18,32	65,82	26,95

Continuação do quadro 26.

A T I V I D A D E S G E R A I S										TOTAL	
PREPARO		DESCANSO		PERTURBAÇÃO		OUTROS		TOTAL		ATIVIDADES	
1/100 tor.	min/m.est.	min/100 tor.	min/m.est.	min/100 tor.	min/m.est.	min/100 tor.	min/m.est.	min/100 tor.	min/m.est.	min/100 tor.	min/m.est.
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
		21,04	5,60					21,04	5,60	134,72	35,85
		15,18	5,68					15,18	5,68	98,18	36,00
		27,22	11,60					27,22	11,60	89,98	38,36
		0,00	0,00					0,00	0,00	62,06	28,50
		8,68	4,28					8,68	4,28	53,57	26,41
		2,30	0,92					2,30	0,92	62,06	24,86
		1,28	0,57					1,28	0,57	61,57	27,51
		75,70	28,65					75,70	28,65	560,14	217,49
		9,94	4,07					9,94	4,07	75,76	31,02

QUADRO 27: Tempo de trabalho no carregamento do caminhão com a carregadeira MJ 30-Sistema 3
(min. homem/100 toretes e min. homem/m. estêreo)

Operador: Gilberto Rodrigues dos Santos

Nº DE VIAGEM	Nº TORES POR VIAGEM	VOL. TOTAL/VIAGEM m. estêreos	ATIVIDADES EFETIVAS										
			APANHAR TORAS E DESLOCAR BRAÇOS C/ CARGA		SOLTAR CARGA E DESLOCAR BRAÇOS S/ CARGA		DESLOCAMENTO (PILHA) GRUA		ESPERAR	AO CAMINHÃO		TOTAL	
			min/100 tor.	min/m. estêr.	min/100 tor.	min/m. estêr.	min/100 tor.	min/m. estêr.	min/100 tor.	min/m. estêr.	min/100 tor.	min/m. estêr.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	1054	19,76	0,97	0,52	0,51	0,27	0,21	0,11	-	-	1,69	0,99	
2	1230	22,99	0,88	0,47	0,55	0,30	0,33	0,17	-	-	1,76	0,94	
3	1142	21,79	0,65	0,34	0,54	0,28	0,35	0,18	0,05	0,03	1,59	0,83	
4	508	9,70	0,94	0,49	0,59	0,31	0,39	0,21	-	-	1,92	1,01	
5	615	11,63	0,84	0,45	0,78	0,41	0,23	0,12	-	-	1,85	0,98	
T	4549	85,87	4,28	2,27	2,97	1,57	1,51	0,79	0,05	0,03	8,81	4,66	
pond.	910	17,17	0,84	0,45	0,57	0,30	0,30	0,16	0,01	0,01	1,72	0,92	

Continuação do quadro 27.

A T I V I D A D E S						G E R A I S				A T I V I D A D E S T O T A I S	
P R E P A R O		D E S C A N S O		P E R T U R B A Ç Ã O		O U T R O S		T O T A L		T O T A L	
min/100 tor.	min/m.estêr.	min/100 tor.	min/m.estêr.	min/100 tor.	min/m.estêr.	min/100 tor.	min/m.estêr.	min/100 tor.	min/m.estêr.	min/100 tor.	min/m.estêr.
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,69	0,90
-	-	-	-	0,01	0,009	-	-	0,01	0,009	1,77	0,95
-	-	-	-	0,16	0,08	-	-	0,16	0,08	1,75	0,91
-	-	-	-	0,04	0,02	-	-	0,04	0,02	1,96	1,03
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,85	0,98
-	-	-	-	0,21	0,11	-	-	0,21	0,11	9,02	4,77
-	-	-	-	0,05	0,02	-	-	0,05	0,02	1,77	0,94

QUADRO 28: Tempo de trabalho no desgalhamento e arraste preliminar - Sistema 4 e 5
(mín. Equipe/100 fuste e mín. Equipe/m³)

Operário: 1: Sebastião Rodrigues da Silva

2: Cosme Pires dos Santos

SIST.	VOL/ TRAT.	Nº FUSTE/ TRAT.	ATIVIDADES EFETIVAS								TOTAL		TOTAL	
			DESGALHAR		ARRASTE PRELIMINAR		DESLOCAMENTO		FAZER A CARGA		DESGALHAMENTO		ARRASTE PRELIMINAR	
	m ³		min/100 fust.	min/m ³	min/100 fust.	min/m ³	min/100 fust.	min/m ³	min/100 fust.	min/m ³	min/100 fust.	min/m ³	min/100 fust.	min/m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4	41,29	865	55,95	11,72	115,95	24,29	66,65	13,96	23,05	4,83	55,95	11,72	205,65	43,08
5	40,76	826	51,57	10,45	27,72	5,62	7,14	11,45			51,97	10,45	34,86	7,07

* desgalhamento realizado por equipe de 2 pessoas.

Continuação do quadro 28.

A T I V I D A D E S G E R A I S D E S G A L H A R										TOTAL ATIVIDADE	
PREPARO		DESCANSO		PERTURBAÇÃO		OUTROS		TOTAL		DESGALHAR	
min/100 fust.	min/m ³	min/100 fust.	min/m ³	min/100 fust.	min/m ³	min/100 fust.	min/m ³	min/100 fust.	min/m ³	min/100 fust.	min/m ³
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
0,33	0,07	5,11	1,07					5,44	1,14	61,39	12,86
0,20	0,04	4,84	0,98					5,04	1,02	57,01	11,47

Continuação do quadro 28

A T I V I D A D E S G E R A I S										TOTAL ATIVIDADE:	
PREPARO DESPREPARO		DESCANSO		PERTURBAÇÃO		ARRASTE PRELIMINAR		TOTAL		ARRASTE PRELIMINAR	
min/100 fust.	min/m ³	min/100 fust.	min/m ³	min/100 fust.	min/m ³	min/100 fust.	min/m ³	min/100 fust.	min/m ³	min/100 fust.	min/m ³
28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
2,76	0,58	34,48	7,22			7,07	1,48	44,31	9,28	249,96	52,36
0,44	0,09	11,27	2,78			0,35	0,07	12,06	2,44	46,92	9,51

QUADRO 29: Tempo de trabalho no arraste principal - Sistema 4 e 5
 (min.homem/ciclo/100 m, min. homem/m³/100 m, min. homem/m. estēreo/100 m)

Operador: Gilberto Rodrigues dos Santos

SIST.	CARGA ME- DIA/CICLO m ³	TOTAL ATIVIDADES EFETIVAS			TOTAL ATIVIDADE		
		min/ciclo/100 m	min/m ³ /100 m	min/m.est./100 m	min/ciclo/100 m	min/m ³ /100 m	min/m.est./100 m
1	2	3	4	5	6	7	8
4	0,57	3,03	5,31	3,24	3,69	6,48	3,95
5	0,47	2,48	5,28	3,22	2,65	5,63	3,43

QUADRO 30: Tempo de trabalho no carregamento do caminhão com a grua movei MJ 30 - Sistema 4
 (min. homem/100 fustes e min. homem/m³)

Operador: Gilberto Rodrigues dos Santos

Nº DE VIAGEM	Nº DE FUSTE/VIAGEM	VOL. TOTAL/VIAGEM m ³	ATIVIDADES EFETIVAS								TOTAL	
			Apanhar toras e deslo car braços c/carga		Soltar carga e deslo car braços s/carga		Deslocamento (Pilha) Grua		Esperar ao caminhão		min/100 fust.	min/m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	198	13,59	18,89	2,75	3,13	0,46	0,30	0,04	0,30	0,04	22,62	3,29
2	214	11,86	8,41	1,52	2,80	0,51	0,75	0,13	2,99	0,54	14,95	2,70
Σ	412	25,45	27,30	4,27	5,93	0,97	1,05	0,17	3,29	0,58	37,57	6,09
\bar{X} pond.	206	12,73	13,44	2,18	2,96	0,48	0,53	0,08	1,70	0,27	18,63	3,01

Continuação do quadro 30.

ATIVIDADES GERAIS												ATIVIDADES TOTAIS	
PREPARO		DESCANSO		PERTURBAÇÃO		OUTROS		TOTAL		TOTAL			
min/100 fust.	min/m ³	min/100 fust.	min/m ³	min/100 fust.	min/m ³	min/100 fust.	min/m ³	min/100 fust.	min/m ³	min/100 fust.	min/m ³		
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
5,05	0,73	-	-	-	-	-	-	5,05	0,73	27,67	4,02		
4,30	0,77	-	-	-	-	-	-	4,30	0,77	19,25	3,47		
9,35	1,50	-	-	-	-	-	-	9,35	1,50	46,92	7,59		
4,66	0,75	-	-	-	-	-	-	4,66	0,75	23,29	3,76		

A N E X O _ _ _ 3

Custos por hora de trabalho

Quadro 31: Cálculo do custo/hora de uso da Moto-serra Stihl
08.

Preço: Cr\$ 26.960,00 (fevereiro 1980)

1. Custo da máquina

1.1. Custos fixos	Cr\$/ano	Cr\$/hu
- juros ($Va \cdot f \cdot \frac{1}{100}$)	2911,68	
- Seguro	
- Impostos	
- Garagem/oficina(1% de Va)	<u>269,80</u>	
	Cf=3181,28	
Cf : hf = Cr\$/hu		S ₁ = 3,18
1.2. Custos semifixos		
- depreciação		
$D = \frac{Va - Vr}{H}$, quando $U > hf$		12,13
- consertos		
$C = D \cdot c, U > hf$		<u>18,20</u>
		S ₂ = 30,33
1.3. Custos variáveis		
- combustível (1/hu x Cr\$/1)		
1,10 x 22,96		25,26
- lubrificante		
0,30 x 32,00		<u>9,60</u>
		S ₃ = 34,86
1.4. Sub-total custos da máquina (Σ 1.1, 1.2, 1.3)		S ₄ = 68,37

2. Custos do pessoal

2.1. Maquinista(s) (Nº x Cr\$/h) *		36,64
1 x 36,64		
2.2. Ajudante(s) (Nº x Cr\$/h) *	
2.3. Manutenção (\bar{x} = 20% do maquinista)		<u>7,33</u>
2.4. Sub-total custo do pessoal		S ₅ = 43,97
3. Custos diretos (Σ 1., 2)		S ₆ = 112,34
4. Custos de administração (5% de 3.)		S ₇ = 5,62
5. Custo total/hu (Σ 3., 4)		S ₈ = 117,96

** Cr\$/hu = $\frac{\text{Sal. bruto/mês (incl. 33,67\% Enc. Soc.)}}{\text{horas de trabalho/mês}} = 36,64$

Símbolos:

hu = hora de uso

Va = Valor de aquisição = Cr\$ 26.960,00

f = fator de correção do juro simples = 0,6

j = taxa de juro anual = 18%

D = depreciação

Vr = Valor residual Cr\$ 2696,00

H = Tempo (horas) total de uso (indicação da fábrica)= 2000 hu

N = envelhecimento técnico = 2 anos

U = limite mínimo de uso anual (umbral)

$$U = H : N = 1000 \text{ hu}$$

C = custo de consertos

c = coeficiente de consertos = 1,5*

hf = horas efetivas de uso anual = 1000 hu

Cf = custos fixos por ano (Cr\$/ano)

* Fonte: STRELKE et al., 1970 e adaptado por STÖHR²⁰.

Quadro 32: Cálculo do custo/hora de uso da Descascadeira VK
16E.

Preço: Cr\$ 944.000,00 (descascadeira)
Cr\$ 286.521,04 (Trator Valmet 85 ID)
(fevereiro 1980)

1. Custo da máquina

1.1. Custos fixos	Cr\$/ano	Cr\$/hu
- lucros ($Va \cdot f \cdot \frac{j}{100}$)	132.896,27	
- seguro (2% de Va)	24.610,42	
- impostos	
- gasolina/oficina	<u>12.305,21</u>	
	Cf = 169.811,90	
Cf : hf = Cr\$/hu		S ₁ = 94,34
1.2. Custos semifixos		
- depreciação		
$D = \frac{Va - Vr}{N \cdot x \cdot hf}$, quando $U > hf$		123,05
- consertos		
$C = D \cdot c \cdot x \cdot \frac{N \cdot x \cdot hf}{H}$, $U > hf$		<u>88,60</u>
		S ₂ = 211,65
1.3. Custos variáveis		
- combustível, para o trator (1/hu x Cr\$/l)		
5 l x 22,60		113,00
- lubrificação para o trator		
(\bar{x} = 30% do combustível)		<u>33,90</u>
		S ₃ = 146,90
1.4. Sub-total custos da máquina		
(Σ1.1, 1.2, 1.3)		S ₄ = 452,89
2. Custos do pessoal		
2.1. Maquinista(s) (Nº x Cr\$/h) *		
1 x 57,6		57,61
2.2. Ajudante(s) (Nº x Cr\$/h) *		
3 x 20,96		62,88
2.3. Manutenção (\bar{x} = 15% do maquinista)		
		<u>8,64</u>
2.4. Sub-total custo do pessoal		
		S ₅ = 129,13
3. Custos diretos (Σ1., 2)		
		S ₆ = 582,02
4. Custos de administração (5% de 3.)		
		S ₇ = 29,10
5. Custo total/hu (Σ3., 4)		
		S ₈ = 611,12
** Cr\$/h = $\frac{\text{Sal.bruto/mês (incl. 33,67\% Enc.Soc.)}}{\text{horas de trabalho/mês}}$ =		
		57,61 20,96

Símbolos:

hu = horas de uso

Va = valor de aquisição = Cr\$ 1.230.521,04

f = fator de correção do juro simples = 0,6

j = taxa de juro anual = 18%

D = depreciação

Vr = Valor residual Cr\$ 123.052,10

H = Tempo (horas total de uso) (indicação da fábrica) =
10.000 hu

N = envelhecimento técnico = 5 anos

U = limite mínimo de uso anual (umbral)

U = H : N = 2000 hu

C = custo de consertos

c = coeficiente de consertos = 0,8*

hf = horas efetivas de uso anual = 1800 hu

Cf = custos fixos por ano (Cr\$/ano)

* fonte: STELKE et al., 1970 e adaptado por STÖHR²⁰.

Quadro 33: Cálculo do custo/hora de uso do trator de pinças
("Grapple Skidder") MF 265

Trator: 392.000,00 Cr\$

Garra: Cr\$ 171.190,00 (fevereiro 1980)

1. Custo da máquina

1.1. Custos fixos	Cr\$/ano	Cr\$/hu
- juros ($Va \cdot f \cdot \frac{j}{100}$)	60.824,52	
- seguro (2% de Va)	11.263,80	
- impostos	
- garagem/oficina (1% de Va)	5.631,90	
	Cf = <u>77.720,22</u>	

$$Cf : hf = Cr\$/hu$$

$$S_1 = 55,51$$

1.2. Custos semifixos

- depreciação

$$D = \frac{Va - Vr}{N \cdot hf}, \text{ quando } U > hf$$

$$60,34$$

- consertos

$$C = D \cdot c \cdot \frac{N \cdot hf}{H}, U > hf$$

$$50,69$$

$$S_2 = 111,03$$

1.3. Custos variáveis

- combustível (1/hu x Cr\$/1)

$$5 \text{ 1/hu} \times 22,60 = 113,00$$

- lubrificante ($\bar{x} = 20\%$ de combustível)

$$22,60$$

$$S_3 = 135,60$$

1.4. Sub-total custos da máquina

(Σ 1.1, 1.2, 1.3)

$$S_4 = 302,14$$

2. Custos do pessoal

2.1. Maquinista(s) ($N^\circ \times Cr\$/h$)*

$$1 \times 57,61$$

$$57,61$$

2.2. Ajudante(s) ($N^\circ \times Cr\$/h$)*

$$.....$$

2.3. Manutenção ($\bar{x} = 20\%$ do maquinista)

$$11,52$$

2.4. Sub-total custo do pessoal

$$S_5 = 69,13$$

3. Custos diretos (Σ 1., 2.)

$$S_6 = 371,27$$

4. Custos de administração (5% de 3.)

$$S_7 = 18,56$$

5. Custo total/hu (Σ 3., 4.)

$$S_8 = 389,83$$

$$* Cr\$/h = \frac{\text{Sal. bruto/mês (incl. 33,67\% Enc.Soc.)}}{\text{horas de trabalho/mês}} = 57,61$$

Símbolos:

hu = hora de uso

Va = valor de aquisição = 563.190,00

f = fator de correção do juro simples = 0,6

j = taxa de juro anual = 18%

D = depreciação

Vr = Valor residual Cr\$ 56.319,00

H = Tempo (horas) total de uso (indicação da fábrica) =
12000 hu

N = envelhecimento técnico = 6 anos

U = limite mínimo de uso anual (umbral)

U = H : N = 2000 hu

C = custo de consertos

c = coeficiente de consertos = 1,2*

hf = horas efetivas de uso anual = 1400 hu

Cf = custos fixos por ano (Cr\$/ano)

* Fonte: STRELKE et al., 1970 e adaptado por STÖHR²⁰.

Quadro 34: Cálculo do custo/hora de uso da Carregadeira MJ 30
 Preço = Cr\$ 1.323.618,00 (fevereiro 1980)

1. Custo da máquina		
1.1. Custos fixos	Cr\$/ano	Cr\$/hu
- juros ($Va \cdot f \cdot \frac{j}{100}$)	142.950,74	
- seguros (2% de Va)	26.472,36	
- impostos	
- garagem/oficina	<u>13.236,18</u>	
	Cf=182.659,28	
Cf : hf = Cr\$/hu		S ₁ = 101,48
1.2. Custos semifixos		
- depreciação		
$D = \frac{Va - Vr}{N \times hf}$, quando $U > hf$		110,30
- consertos		
$C = D \cdot c \times \frac{N \times hf}{H}$, $U > hf$		<u>119,12</u>
		S ₂ = 229,42
1.3. Custos variáveis		
- combustível (1/hu x Cr\$/1)		
5 1/hu x 22,60		113,00
- lubrificante ($\bar{x} = 30\%$ do combustível)		<u>33,90</u>
		S ₃ = 146,90
1.4. Sub-total custos da máquina		
(Σ1.1, 1.2, 1.3)		S ₄ = 477,80
2. Custos do pessoal		
2.1. Maquinista(s) (Nº x Cr\$/h)**		57,61
1 x 57,61		
2.2. Ajudante(s) (Nº x Cr\$/h)**	
2.3. Manutenção ($\bar{x} = 20\%$ de 1 maquinista)		<u>11,52</u>
2.4. Sub-total custo do pessoal		S ₅ = 69,13
3. Custos diretos (Σ1., 2.)		S ₆ = 546,93
4. Custos de administração (5% de 3.)		S ₇ = 27,35
5. Custo total/hu (Σ3., 4)		S ₈ = 574,28

* Cr\$/h = $\frac{\text{Sal. bruto/mês (incl. 33,67\% Enc. Soc.)}}{\text{horas de trabalho/mês}} = 57,61$

Símbolos:

hu = hora de uso

Va = valor de aquisição = Cr\$ 1.323.618,00

f = fator de correção do juro simples = 0,6

j = taxa de juro anual = 18%

D = depreciação

Vr = Valor residual Cr\$ 132.361,80

H = Tempo (horas) total de uso (indicação da fábrica)=12000 hu

N = envelhecimento técnico = 6 anos

U = limite mínimo de uso anual (umbral)

$$U = H : N = 2000 \text{ hu}$$

C = custo de consertos

c = coeficiente de consertos = 1,2*

hf = horas efetivas de uso anual = 1800 hu

Cf = custos fixos por ano (Cr\$/ano)

* Fonte: STRELKE et al., 1970 e adaptado por STÖHR²⁰.

Quadro 35: Cálculo do custo/hora de uso do caminhão Mercedes Benz L1113-480

Preço: Cr\$ 797.591,87 (fevereiro 1980)

1. Custo da máquina		
1.1. Custos fixos	Cr\$/ano	Cr\$/hu
- juros ($Va \cdot f \cdot \frac{j}{100}$)	86.139,92	
- seguro (2,5 de Va)	19.939,80	
- imposto (TRU)	9.288,00	
- garagem/oficina	<u>7.975,92</u>	
	Cf = 123.343,64	
	Cf : hf = Cr\$/hu	S ₁ = 68,52
1.2. Custos semifixos		
- depreciação		
	$D = \frac{Va - Vr}{N \cdot hf}$, quando $U > hf$	79,76
- consertos		
	$C = D \cdot c \cdot \frac{N \cdot hf}{H}$, $U > hf$	<u>134,60</u>
		S ₂ = 214,36
1.3. Custos variáveis		
- combustível (1/hu x Cr\$/l)		
	18 l x 22,60	406,80
- lubrificante (\bar{x} = 40% do combustível)		
		<u>162,72</u>
		S ₃ = 569,52
1.4. Sub-total custos da máquina		
	(Σ1.1, 1.2, 1.3)	S ₄ = 852,40
2. Custos do pessoal		
2.1. Maquinista(s) (Nº x Cr\$/hu) *		
	1 x 57,61	57,61
2.2. Ajudante(s) (Nº x Cr\$/h) *		
	
2.3. Manutenção (\bar{x} = 15% de 1 maquinista)		
		<u>8,64</u>
2.4. Sub-total custo do pessoal		
		S ₅ = 66,25
3. Custos diretos (Σ1., 2.)		
		S ₆ = 918,65
4. Custos de administração (5% de 3.)		
		S ₇ = 45,93
5. Custo total/hu (Σ3., 4)		
		S ₈ = 964,58

** Cr\$/h = $\frac{\text{Sal. bruto/mês (incl. 33,67\% de Enc.Soc.)}}{\text{horas de trabalho/mês}} = 57,61$

Símbolos:

hu = hora de uso

Va = valor de aquisição = Cr\$ 772.241,87

f = fator de correção do juro simples = 0,6

j = taxa de juro anual = 18%

D = depreciação

Vr = Valor residual Cr\$ 77.224,19

H = Tempo (horas) total de uso (indicação da fábrica) =
8000 hu

N = envelhecimento técnico = 5 anos

U = limite mínimo de uso anual (umbral)

$$U = H : N = 1600 \text{ hu}$$

C = custo de consertos

c = coeficiente de consertos = 1,5*

hf = horas efetivas de uso anual = 1800 hu

Cf = custos fixos por ano (Cr\$/ano)

* Fonte: STRELKE et al., 1970 e adaptado por STÖHR²⁰.

Quadro 36: Cálculo do custo/hora de uso do caminhão com carreta Scania L 111.

Preço: Cr\$ 2.353.120,00

1. Custo da máquina		
1.1. Custos fixos	Cr\$/ano	Cr\$/hu
- juros ($Va \cdot f \cdot \frac{j}{100}$)	254.136,96	
- seguro (2,5% de Va)	58.828,00	
- imposto (TRU)	15.288,00	
- garagem/oficina (1% de Va)	<u>23.531,20</u>	
	Cf = 352.084,16	
Cf : hf = Cr\$/hu		S ₁ = 195,60
1.2. Custos semifixos		
- depreciação		
D = $\frac{Va - Vr}{H}$, quando U = hf		235,31
- consertos		
C = D x c, quando U = hf		<u>352,97</u>
		S ₂ = 588,28
1.3. Custos variáveis		
- combustível (1/hu x Cr\$/l)		406,80
18 l x 22,60		
- lubrificante (\bar{x} = 40% do combustível)		<u>162,72</u>
		S ₃ = 569,52
1.4. Sub-total custos da máquina (Σ1.1, 1.2, 1.3)		
		S ₄ = 1353,40
2. Custos do pessoal		
2.1. Maquinista(s) (Nº x Cr\$/hu)**		57,61
1 x 57,61		
2.2. Ajudante(s) (Nº x Cr\$/h)**	
2.3. Manutenção (\bar{x} = 15% de 1 maquinista)		<u>8,64</u>
2.4. Sub-total custo do pessoal		S ₅ = 66,25
3. Custos diretos (Σ1., 2.)		
		S ₆ = 1419,65
4. Custos de administração (5% de 3.)		
		S ₇ = 70,98
5. Custo total/hu (Σ3., 4)		
		S ₈ = 1490,63

** Cr\$/hu = $\frac{\text{Sal.bruto/mês (incl. 80\% de Enc. Soc.)}}{\text{horas de trabalho/mês}} = 57,61$

Símbolos:

hu = hora de uso

Va = valor de aquisição = Cr\$ 2.353.120,00

f = fator de correção do juro simples = 0,6

j = taxa de juro anual = 18%

D = depreciação

Vr = Valor residual Cr\$ 235.312,00

H = Tempo (horas) total de uso (ndicação da fábrica) =
9000 hu

N = envelhecimento técnico = 5 anos

U = limite mínimo de uso anual (umbral)

$$U = H : N = 1800 \text{ hu}$$

C = custo de consertos

c = coeficiente de consertos = 1,5*

hf = horas efetivas de uso anual = 1800 hu

Cf = custos fixos por ano (Cr\$/ano)

* Fonte: STRELKE et al., 1970 e adaptado por STÖHR²⁰.