

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

SAULO BOLDRINI GONÇALVES

ANÁLISE TÉCNICA DAS ATIVIDADES DE COLHEITA
SEMIMECANIZADA EM ÁREAS DECLIVOSAS NO SUL DO
ESPÍRITO SANTO

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO
2011

SAULO BOLDRINI GONÇALVES

ANÁLISE TÉCNICAS DAS ATIVIDADES DE COLHEITA
SEMIMECANIZADA EM ÁREAS DECLIVOSAS NO SUL DO
ESPÍRITO SANTO

Monografia apresentada ao
Departamento de Engenharia
Florestal da Universidade
Federal do Espírito Santo,
como requisito parcial para
obtenção do título de
Engenheiro Florestal

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO
2011

SAULO BOLDRINI GONÇALVES

ANÁLISE TÉCNICA DAS ATIVIDADES DE COLHEITA
SEMIMECANIZADA EM ÁREAS DECLIVOSAS NO SUL DO
ESPÍRITO SANTO

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Florestal da
Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do
título de Engenheiro Florestal.

Aprovada em 17 de novembro de 2011

COMISSÃO EXAMINADORA



Nilton César Fiedler
DEF – CCA – UFES
Orientador



Elizabeth Neire da Silva O. de Paula
DEF – CCA – UFES



Daniel Pena Pereira
Engº Agrônomo, Mestre em Ciências Florestais



Flávio Cipriano de Assis do Carmo
Engº Florestal, Mestrando em Ciências Florestais – UFES

AGRADECIMENTOS

A Deus por tudo.

A minha família e aos meus familiares, em especial ao meu pai José Ferreira Gonçalves (o Zequinha Açougueiro) pelos conselhos, pelas palavras de confiança e as lições de vida. Á minha mãe Lucineia Mulinari Boldrini (Leia) pelo apoio e as cobranças ao longo do Curso.

Ao Prof. Dr. Nilton César Fiedler, pela orientação, pela confiança, pela amizade, oportunidade de realização deste estudo e muitos outros ao longo da minha vida acadêmica.

Ao amigo Flavinho pelo auxílio na análise e processamento dos dados da pesquisa.

Aos amigos Camata e Renan pelo apoio, auxílio e companheirismo nesses anos de iniciação científica e na realização desse trabalho.

Ao Capenga e o Jair pelo auxílio nas coletas de dados.

Ao Mestre Daniel que sugeriu a área de estudo e incentivou o desenvolvimento da pesquisa.

Ao Eng^o Florestal Helio Marcos (Analista de Operações Florestais do Fomento da Fibria) e ao senhor Enezio Batista pelo apoio e suporte da área de estudo.

Ao laboratório de ergonomia e colheita florestal da UFES, pela estrutura e pelos equipamentos oferecidos.

A todos os meus eternos amigos da faculdade: a galera da pelada, a turma de Engenharia Florestal 2007/2, a galera do laboratório de colheita (os murrinhas) aos cometas (amigos para sempre) e em especial aos gordinhos Fred, Cabeçudo e Ramon (República na Varanda). Todos vocês foram de fundamental importância para minha permanência no Alegre.

O Alegre é um lugar que vai deixar saudades!

RESUMO

O trabalho foi realizado em uma área de colheita florestal semimecanizada. O mesmo teve como objetivo analisar os fatores operacionais das atividades de colheita semimecanizada de florestas plantadas de eucalipto em áreas declivosas no sul do Espírito Santo. O estudo foi desenvolvido em uma propriedade rural situada no município de Divino de São Lourenço – ES. Foram realizados estudo de tempos, movimentos e rendimentos nas atividades de corte semimecanizado, extração por tombamento manual e empilhamento manual de madeira. O percentual de tempo total das operações do corte semimecanizado foi de 68 % nas equipes de trabalho no sistema (1 + 1). Sendo os percentuais da operação de derrubada, deslocamento, medição e traçamento foram de 10 %, 10 % e 48 % respectivamente. A atividade de extração manual na operação de tombamento manual (49 %) foi a que consumiu maior percentual de tempo total da extração. O empilhamento manual foi a operação que demandou o maior tempo percentual total (72 %) entre todas as operações analisadas na colheita florestal semimecanizada. A operação que apresentou maior rendimento foi a de tombamento manual ($14.23 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$).

Palavras chave: Colheita florestal, estudo de tempos e movimentos, propriedades rurais.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 O problema e sua importância.....	2
1.2 Objetivos.....	2
1.2.1 Objetivo geral.....	2
1.2.2 Objetivos específicos.....	2
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Áreas de produção florestal com eucalipto.....	3
2.2 Colheita florestal.....	4
2.2.1 Corte florestal.....	5
2.2.2 Extração florestal.....	6
2.3 Estudo de tempos e movimentos.....	6
3. METODOLOGIA.....	9
3.1 Área de estudo.....	9
3.2 Amostragem.....	10
3.3 Coleta de dados.....	11
3.4 Descrição do método de colheita semimecanizada	12
3.5 Hora efetiva de trabalho.....	13
3.6 Produtividade.....	13
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
4.1 Distribuição dos tempos totais das operações e interrupções de corte semimecanizado.....	14
4.2 Distribuição dos tempos totais das operações e interrupções de extração por tombamento manual.....	16
4.3 Distribuição dos empós totais das operações e interrupções de empilhamento manual.....	17
4.4 Rendimento das operações de colheita semimecanizada.....	18
5. CONCLUSÃO.....	19
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados de amostragem referente aos ciclos de trabalho na colheita	10
Tabela 2 – Descrição das atividades constituintes da colheita semimecanizada	11
Tabela 3 – Análise de variância das operações de derrubada e deslocamento realizadas por duas equipes de trabalho na área da colheita semimecanizada	15
Tabela 4 – Teste de Tukey dos valores médios das operações de derrubada e deslocamento de duas equipes de trabalho na área da colheita semimecanizada	15

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo no sul do Estado, em Divino de São Lourenço – ES	09
Figura 2 – Distribuição percentual dos tempos na atividade de corte semimecanizado	14
Figura 3 – Distribuição percentual dos tempos na atividade de extração por tombamento manual	16
Figura 4 – Distribuição percentual dos tempos na atividade de empilhamento manual	17
Figura 5 – Rendimento das operações de colheita florestal semimecanizada	18

1. INTRODUÇÃO

O aumento da demanda de madeira para atender à produção de celulose e o setor moveleiro no Espírito Santo expôs a necessidade de um aumento no consumo de madeira de florestas plantadas, o que fomentou as empresas florestais a investir e buscar conhecimento em tecnologia para aumentar a produtividade do setor florestal.

A colheita florestal é uma atividade no empreendimento que exige especial atenção, em virtude dos elevados custos para sua execução e do tempo definido para a execução das operações. Portanto, é necessário a racionalização das atividades, de modo a garantir a maximização da produtividade e a minimização dos custos, dentro de um planejamento preestabelecido.

No corte semimecanizado utiliza-se a motosserra como principal máquina de trabalho. Geralmente nesse tipo de colheita o operador de motosserra trabalha com o sistema de toras curtas, onde a árvore é processada no local da derrubada, sendo extraída para a margem da estrada ou pátio temporário, em forma de pequenas toras com até seis metros de comprimento.

Segundo MIALHE (1974), o estudo de tempos e movimentos é o método mais importante de pesquisa em operações florestais, pois o tempo consumido em cada ciclo de trabalho está associado ao método. Para SOUZA (1978), o estudo de tempos e movimentos é uma importante técnica utilizada na racionalização do trabalho de colheita e transporte florestal.

O estudo de tempos e movimentos poderá ser usado para determinar o número padrão de minutos que uma pessoa qualificada, devidamente treinada e com experiência, gasta para executar uma tarefa trabalhando normalmente. Este tempo padrão, poderá ser utilizado no planejamento e programação para estimativa da eficiência das operações do corte florestal em áreas inclinadas.

1.1 O problema e sua importância

A falta de estudos sobre o setor operacional do sistema de colheita semimecanizado, na região do sul do Espírito Santo, com áreas declivosas, além da falta de informações sobre a eficiência operacional dessas atividades, aliada à necessidade de reduzir os custos, gerou a necessidade de obter informações técnicas para otimizar essa atividade, aumentando-se assim a produtividade na colheita semimecanizada.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo geral desta pesquisa foi realizar uma análise técnica da atividade de colheita florestal em áreas declivosas no sul do Estado do Espírito Santo.

1.2.2. Objetivos específicos

- 1- Realizar um estudo de tempos, movimentos e rendimentos na atividade de colheita florestal semimecanizado;
- 2- Propor adoção de medidas para otimizar o sistema de colheita;
- 3- Comparar equipes de trabalho;

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Áreas de produção florestal com eucalipto

A formação de povoamentos florestais com fins econômicos ocorreu com a introdução do gênero *Eucalyptus* na região de Rio Claro – SP. O pioneirismo coube a Navarro de Andrade, técnico da Companhia Paulista de Estradas de Ferro, que em 1903 trouxe as primeiras sementes de eucalipto, árvore originária da Austrália, para plantio. Seu objetivo era encontrar uma solução para a produção de dormentes, postes e lenha para a ferrovia e as locomotivas (ANDRADE, 1961).

A partir de 1945, a crescente demanda de madeira para fins de produção de celulose, compensados, chapas, assim como o rápido desenvolvimento tecnológico verificado, resultou em aumento adicional na área plantada com eucalipto. O eucalipto adquiriu, rapidamente, a característica marcante de ser a espécie florestal mais plantada no mundo, apresentando condições de crescer e se desenvolver onde quer que as condições climáticas fossem tais que a temperatura mínima do solo não fosse limitante (PRYOR, 1976).

No Brasil de acordo com dados do IBGE, a área total absoluta é de aproximadamente 8.514.877 km² (851,4 milhões de hectares). Deste total, 477,7 milhões ha correspondem a florestas naturais e 5,98 milhões ha florestas plantadas, sendo 3,75 milhões com eucalipto; 1,80 milhão com pinus e 425,2 mil de outras espécies, ocupando apenas 0,7 do território nacional (SBS, 2008).

A importância da cultura do eucalipto para o Brasil pode ser avaliada pela participação do setor florestal na economia do país. Inicialmente, apoiado por incentivos fiscais ao reflorestamento, e também pelos Programas Nacionais de Siderurgia a Carvão Vegetal e de Celulose e Papel, o setor responde atualmente por 4% do PIB

(produto interno bruto), setecentos mil empregos diretos e dois milhões de empregos indiretos. Adicionalmente, a contínua expansão do setor florestal brasileiro, baseado em plantações, principalmente com eucaliptos, possibilita a exportação de US\$ 2 bilhões por ano (SILVA, 1997).

2.2 Colheita florestal

No setor florestal, a colheita de madeira é a fase mais importante do ponto de vista econômico, dada à sua alta participação no custo final do produto e aos riscos de perda envolvidos nessa atividade (DUARTE, 1994). De acordo com Machado (1989), a exploração e o transporte representam 50%, ou mais, do total dos custos finais da madeira posta na indústria.

A colheita florestal pode ser definida como um conjunto de operações efetuadas no povoamento florestal, que envolvem desde a preparação e a extração da madeira até o local de transporte, mediante uso de técnicas e de padrões estabelecidos, com a finalidade de transformá-la em produto final. A colheita destaca-se como a fase mais importante do ponto de vista técnico-econômico e inclui as etapas de corte (derrubada, processamento e pré-extração e de descascamento em alguns casos) de extração, empilhamento e carregamento (MACHADO, 2008).

Existem vários métodos e sistemas de colheita e processamento de madeira no campo, segundo a espécie florestal, idade do povoamento, finalidade a que se destina o produto, condições gerais da área de colheita. Portanto, o sistema de colheita e processamento a ser utilizado será uma função de um conjunto de fatores condicionantes. Para cada grupo de condições específicas certamente existe um método e um sistema de colheita mais indicado, a serem selecionados para que se proceda a colheita e o beneficiamento da madeira (SILVA et al., 2003).

A modernização das operações florestais no Brasil, principalmente aquelas que fazem parte do processo de colheita e transporte de madeira, teve início na década de 70. As motosserras e as guas carregadoras, por exemplo, foram algumas das máquinas de pequeno e médio porte introduzidas em larga escala na indústria nacional nesta época. (SALMERON, 1980).

No Brasil, o sistema de toras curtas (cut-to-length) é largamente utilizado na colheita do *Eucalyptus*. Segundo Malinovski et al. (2002) neste sistema a árvore é processada no local de derrubada, sendo extraída para a margem da estrada ou para o pátio temporário em forma de pequenas toras, ou seja, com até 6 metros de comprimento.

2.2.1 Corte florestal

O corte é a primeira etapa da colheita florestal, é uma operação de grande importância, pois influencia na realização das operações subseqüentes. Compreende as operações de derrubada, desganhamento, destopamento, medição, traçamento e pré-extração (SANT'ANNA, 2002). Os principais fatores que podem interferir no corte são: o diâmetro das árvores, a densidade do povoamento, a declividade do terreno, o tipo de máquina ou equipamento utilizado, a situação do sub-bosque e a capacidade de treinamento do operador (CANTO, 2006).

Segundo BERTIN (2010), a primeira operação do corte é a derrubada das árvores, sendo considerada uma das atividades florestais mais perigosas. A derrubada, na colheita semi mecanizada, pode ser efetuada com o uso de motosserras, empregando-se um ou dois trabalhadores (operador e auxiliar).

A toragem dos toretes, nas dimensões estabelecidas, pode ser realizado também de maneira semi mecanizada ou mecanizada. A produtividade do traçamento se dá em função do diâmetro das árvores, do comprimento dos toretes, tipo de

ferramenta empregada, disposição das árvores na queda, treinamento dos operadores e topografia (SALMERON, 1980).

2.2.2 Extração da madeira

A extração é uma etapa da colheita florestal responsável pela movimentação da madeira desde o local de corte até a estrada, carreador, pátio intermediário ou zona de processamento. Constitui normalmente a etapa mais complexa e onerosa da colheita florestal, principalmente em se tratando de áreas acidentadas e em florestas nativas. Neste caso, a madeira pode ser extraída de três formas: tombamento manual, argolão ou calhas, sendo estes dois últimos praticamente extintos (LOPES, 2001). A extração manual e semimecanizada ainda é utilizada principalmente em regiões declivosas devido à impossibilidade de entrada de máquinas e falta de equipamentos adequados (SEIXAS, 2008).

MALINOVSKI e MALINOVSKI (1998) citam que os processos de extração podem se diferir de acordo com a extração da carga, dependendo da forma como é realizada ou tipo de equipamento empregado:

- Baldeio é o termo utilizado quando o transporte é feito por veículos com plataforma de carga; principais máquinas empregadas são *Forwarders* e tratores agrícolas autocarregáveis (SALMERON, 1980; CANTO, 2006; ZAGONEL, 2005).

- Arraste é quando ocorre o contato parcial ou total da madeira com o terreno (MALINOVSKI; MALINOVSKI, 1998).

Cada empresa adota o sistema de extração em função de suas características ou limitações como, por exemplo, a topografia, a disponibilidade de capital, entre outros (SANT'ANNA, 1992).

2.3 Estudo de tempos e movimentos

O estudo de tempo teve início em 1881, na usina da Midvale Company e, Frederick Taylor foi seu introdutor. Com o passar do tempo Gilbreth, desenvolveu um trabalho paralelo ao de Taylor, acrescentando o estudo de movimentos. A fusão destes dois métodos, utilizado na análise do trabalho, proporcionou ganhos incalculáveis para grandes empresas que utilizaram tal método de estudo (SILVA, 1997).

Segundo BARNES (1977), os estudos de tempos e movimentos receberam diversas interpretações no decorrer dos anos, dependendo de como eram utilizados. Define-se o estudo de tempos e movimentos como sendo o estudo sistemático dos sistemas de trabalho procurando os seguintes objetivos: i) Desenvolver sistemas e métodos preferidos, mormente os de menor custo; ii) padronizar estes sistemas e métodos; iii) determinar o tempo gasto por uma pessoa qualificada e devidamente treinada, trabalhando num ritmo normal, para executar uma tarefa ou operação específica; iv) orientar o treinamento do trabalhador no método preferido.

Estudos de tempos e movimentos são necessários por vários motivos, principalmente quando se relaciona às suas inúmeras forma de aplicações, bem como para treinamentos de funcionários e para detecção de tempos improdutivos nas operações florestais (OLIVEIRA *et al*, 2009).

De acordo com Andrade (1998), uma das técnicas utilizadas no planejamento e na otimização da operação de colheita florestal é o estudo de tempos e movimentos. Para isso pode ser empregado para medir o tempo despendido e identificar os ciclos operacionais, o método da cronometragem, pois por meio deste método determina-se o tempo e as atividades parciais que compõem a operação e, de forma análoga, realiza-se o estudo dos movimentos, que tem como

propósito proporcionar condições mais favoráveis para o desenvolvimento da operação.

Para Simões e Fenner (2010) a realização de estudos sobre as variáveis que influenciam a produtividade de colheita de madeira tornaram-se imperativos, visando à minimização dos custos e à otimização operacional. A identificação dessas variáveis pode ser realizada por estudos específicos que possibilitem estimar a produtividade, a qual resultará em subsídios para avaliação mais precisa do processo de produção.

Segundo Silva *et al.* (2004), o maior uso do estudo de tempos tem a sua aplicação na determinação do tempo padrão a ser usado para o controle da eficiência da mão-de-obra e implementação de planos de incentivos salariais. Além disso, os estudos dos tempos e movimentos podem ser usados para, determinar as programações e planejar o trabalho, determinar os custos padrões e como auxílio no preparo de orçamentos, estimar o custo de um produto antes do início da fabricação, determinar a eficiência de máquinas, número necessário, número de trabalhadores para funcionamento do sistema, determinar tempos padrões para serem usados como uma base para pagamento de mão-de-obra, determinar tempos padrões para serem usados como uma base de controle de custos de mão-de-obra. avaliar a introdução de novos equipamentos.

3. METODOLOGIA

3.1. Área de estudo

Esta pesquisa foi executada em uma propriedade rural localizada no município de Divino de São Lourenço no extremo sul do estado do Espírito Santo (Figura 1), entre as coordenadas UTM (Projeção Universal Transversa de Mercator – DATUM SAD-69 Fuso 24S): norte 7.743.999 m; sul= 7.708.989 m; leste= 224.481 m; e oeste= 199.481 m. O relevo é acidentado com altitude de 690 metros e com declividade média de 25%.

Localização da área de estudo, em Divino de São Lourenço, ES.

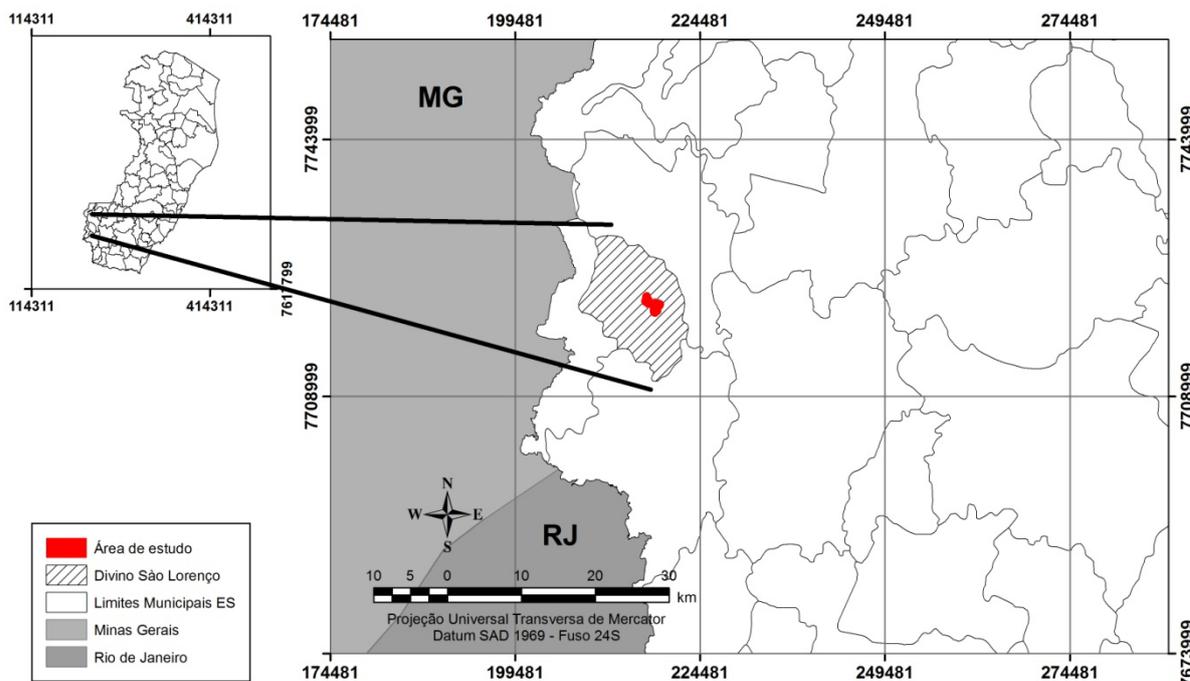


Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo no sul do estado, em Divino de São Lourenço – ES.

A área da propriedade é composta por aproximadamente 180 ha de plantios de eucalipto. A implantação do mesmo foi realizada a partir de contrato de fomento florestal com a Fibria Celulose S.A., com fins de produção e venda de madeira de eucalipto para produção de celulose. No povoamento florestal foi realizado um

estudo de tempos e movimentos, com o uso do método contínuo, na atividade de colheita semi mecanizada de eucalipto com idade de 7 anos.

3.2 Amostragem

A área de amostragem foi determinada utilizando-se a metodologia de Conaw (1977), por meio de um estudo piloto, para inferir estatisticamente sobre as operações. Foi definido o número mínimo de observações necessárias no ciclo operacional em cada fase do ciclo de trabalho para proporcionar um erro de amostragem máximo de 10%, (equação 01):

$$n \geq \frac{t^2 + CV^2}{E^2} \quad (01)$$

Sendo:

n = número mínimo de ciclos necessários;

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

CV = coeficiente de variação, em porcentagem e;

E = erro admissível, em porcentagem (10%).

No estudo preliminar observou-se o ciclo de trabalho e as atividades parciais que o compõe. A partir deste, foram elaborados formulários específicos para coleta de dados em fases do ciclo. Os dados referentes ao estudo são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Dados de amostragem referente aos ciclos de trabalho na colheita.

Ciclos	N	S	n
Derrubada	100	5,85	29
Medição e traçamento	100	8,23	45
Tombamento manual	100	11,67	59
Empilhamento	100	15,35	73

sendo:

N = população amostrada;

n = número mínimo amostras necessários.

S = desvio-padrão da amostra;

3.3. Coleta de Dados

Os dados foram coletados nos meses de agosto e setembro de 2011. Os elementos que constituem a colheita semimecanizada do sistema de toras curtas (Tabela 2) foram previamente identificados em campo, em uma área de estudo aproximada de 40 hectares. Após a realização do estudo piloto foram confeccionadas planilhas de coleta de dados com todas as fases de cada operação definidas, realizando a coleta de dados marcando-se o tempo de cada fase sem a detenção do cronômetro. Com os tempos definidos, foram obtidos os cálculos da hora efetiva de trabalho e a produtividade, contabilizando-se os percentuais de tempo de cada operação e os improdutivos.

Tabela 2 – Descrição das atividades constituintes da colheita semimecanizada.

Atividade	Descrição
Derrubada	Ato ou efeito de derrubar (seccionar o tronco) a árvore. Pode ser feito de forma manual (machado), semimecanizado (motosserra) ou mecanizado (máquinas florestais).
Deslocamento entre árvores	Inicia-se após a derrubada da árvore, quando o operador começa a se deslocar em direção à próxima árvore a ser derrubada e se completa no momento em que ele chega ao lado da árvore.
Medição e traçamento	Seccionamento do fuste em medidas pré-definidas auxiliado pelo ajudante (medição) e feito pelo motosserrista. Inicia-se com o seccionamento da primeira tora, e termina quando a última tora é seccionada completamente.
Enleiramento de galhada	É o enleiramento dos galhos na área da colheita florestal.
Tombamento manual	É a extração dos toretes para a margem da estrada pelos ajudantes.
Empilhamento	É o empilhamento dos toretes tombados a margem da estrada pelos ajudantes para posterior medição do volume e carregamento.

3.4 Descrição do método de Colheita semimecanizada utilizado

A pesquisa foi realizada em uma área de colheita de *Eucaliptus*. O sistema adotado foi o de toras curtas e o método de corte foi semimecanizado com o uso de motosserra em função do elevado grau de declividade da área, pois, declividades muito elevadas inviabilizam o uso de máquinas de colheita florestal.

A jornada de trabalho das equipes de colheita florestal era de 8hs diárias. Sendo que a atividade do corte florestal semimecanizado era executada por uma equipe no sistema (1 + 1), ou seja, um operador de motosserra com um ajudante. Essa atividade apresentava um turno de 5 horas diárias de trabalho, com uma hora de pausa para o almoço. O mesmo tinha início às 8:00 e terminava às 13:00 horas, sendo que das 10:00 às 11:00 (almoço). Essa atividade engloba as operações de derrubada, deslocamento, medição, traçamento e as interrupções para abastecimento, afiação da corrente, descanso e pausa (almoço). Os toretes possuíam 2,20 metros de comprimento para posterior tombamento, empilhamento e carregamento manual.

A extração da madeira no interior da área era feita por dois trabalhadores por meio do tombamento manual. Essa atividade era executada na mesma área com o mesmo turno de trabalho de 5 horas como o corte florestal. As operações que compõem essa atividade é o enleiramento de galhada, tombamento manual (citado anteriormente) e as interrupções para descanso e pausa (almoço).

Na margem da estrada o empilhamento dos toretes (2,20 m) era feito de forma manual e reuniam todos os 4 trabalhadores (operador + 3 ajudantes). Essa atividade era durante turno da tarde, iniciando-se às 13:00 e encerrando-se às 16:00 horas.

3.5 Hora efetiva de trabalho

A hora efetiva de trabalho consistiu em somar o tempo gasto para a realização das operações de derrubada, medição e traçamento dentro da atividade de corte. Na atividade de tombamento e na empilhamento somou-se a operação de tombamento dos toretes e empilhamento dos mesmos respectivamente. Todas essas atividades dentro do processo de colheita semimecanizada.

3.6 Produtividade

A determinação da produtividade (metros cúbicos por hora efetiva de trabalho $\text{m}^3.\text{h}^{-1}$) foi feito com base na metodologia de Burla (2008), utilizando o volume de madeira, o número de árvores colhidas por hora efetiva de trabalho. Assim foi contado o número de árvores em um determinado intervalo de tempo, chegando-se ao volume (m^3) médio cortado por hora efetiva.

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

$$Pocd = Vocd/\Sigma T$$

Em que:

$Pocd$ = produtividade da operação ($\text{m}^3.\text{h}^{-1}$);

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

ΣT = somatório dos tempos parciais de trabalho efetivo (horas).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Distribuição dos tempos totais das operações e interrupções de corte semimecanizado

A distribuição dos tempos totais dos elementos da atividade de corte florestal semimecanizado, são apresentados na Figura 2.

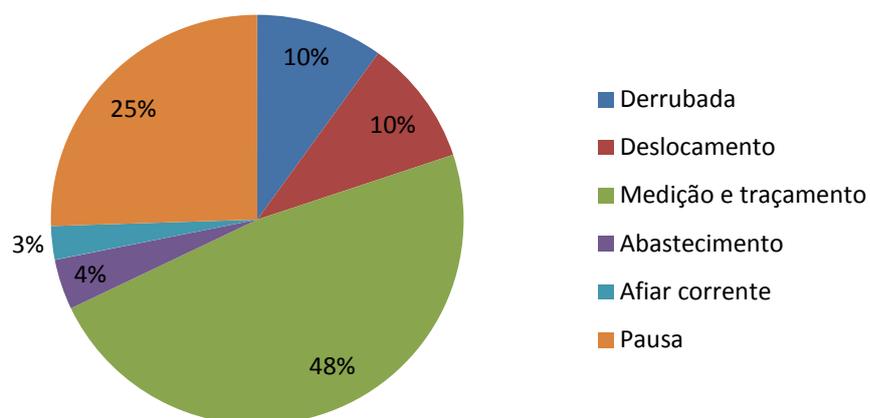


Figura 2 – Distribuição percentual dos tempos na atividade de corte semimecanizado.

Estes valores correspondem ao percentual do tempo consumido em cada fase do ciclo operacional na jornada de trabalho diária na atividade de corte florestal semimecanizado, obtendo-se 58% de hora efetiva de trabalho para uma jornada de 5 horas.

A operação de medição e traçamento foi a que consumiu o maior percentual de tempo, 48 % do tempo total, em geral essa operação é a mais desgastante da atividade de corte semimecanizado devido ao longo tempo demandado para sua execução.

Para as interrupções mecânicas, as paradas destinadas a afiação da corrente foi de 3 % do total da atividade. O abastecimento da motosserra consumiu 4 % de

tempo total. Ambas as interrupções são essenciais para realizar o manuseio adequado da máquina, além de apresentar bom desempenho de corte.

As pausas (25%) representaram um tempo maior do que as operações de derrubada e deslocamento. Isso, se deve ao fato de que a colheita semimecanizada em área declivosa é uma atividade desgastante, pois, envolve elevadas cargas físicas (área inclinada) e está sujeitas aos fatores adversos do meio (radiação, calor, precipitação). Assim o trabalhador necessita de mais tempo para pausas.

O percentual de tempo da operação de derrubada e de deslocamento são iguais, ambos consumiram 10% do tempo total, este fato está relacionado com o tempo médio gasto na realização de cada atividade serem estatisticamente iguais (Tabela 3 e 4).

Tabela 3 – Análise de variância das operações de derrubada e deslocamento realizadas por duas equipes de trabalho na área da colheita semimecanizada.

FV	GL	SQ	QM	Fc Pr>Fc
TRATAMENTO	3	1268.243880	422.747960	11.189
Erro	372	14055.540694	37.783712	
Total corrigido	375	15323.784574		
CV (%) = Média geral:	35.17 17.4760638	Número de observações:	376	

Tabela 4 – Teste de Tukey dos valores médios das operações de derrubada e deslocamento de duas equipes de trabalho na área da colheita semimecanizada.

Tratamentos	Médias	Resultado do teste
Equipe 1 deslocamento	15.477778	a1
Equipe 1 derrubada	15.840000	a1
Equipe 2 derrubada	19.122222	a2
Equipe 2 deslocamento	19.510417	a2

Os tratamentos deslocamento1 e abate1 possuem os valores médios estatisticamente iguais segundo o Teste de Tukey apresentado na Tabela 4. Os tratamentos entre equipes obtiveram diferença estatística nos valores médios de tempo consumido para a realização da mesma operação.

4.2 Distribuição dos tempos totais das operações e interrupções de extração por tombamento manual

A distribuição dos tempos de trabalho e interrupções para a extração por tombamento manual da madeira é apresentado na Figura 3.

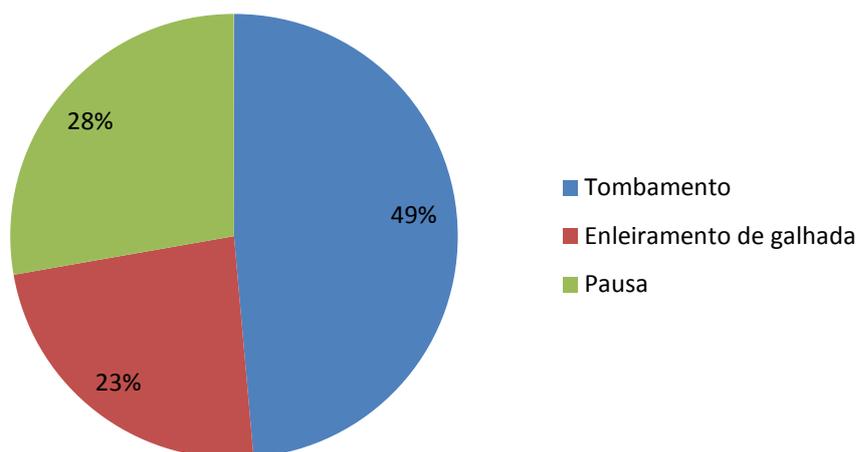


Figura 3 – Distribuição percentual dos tempos na atividade de extração por tombamento manual.

A operação que demandou o maior percentual de tempo (49 %) do tempo total foi o tombamento manual, devido à apresentação dos toretes disposta de forma irregular e desordenada no eito após o traçamento da tora. Essa operação é considerada como pesada e desconfortável.

A operação de enleiramento dos galhos resultantes da atividade de medição e traçamento das árvores demandou 23 % do tempo total gasto para a realização da

extração manual por tombamento manual, demonstrando a importância da mesma na colheita semimecanizada.

As interrupções para pausa e descanso (28 %) apresentaram tempo total maior do na operação de enleiramento de galhada, demonstrando como a atividade de extração manual é desgastante aos trabalhadores.

4.3 Distribuição dos tempos totais das operações e interrupções de empilhamento manual

A distribuição dos tempos de trabalho e interrupções para a atividade de empilhamento é apresentado na Figura 4.

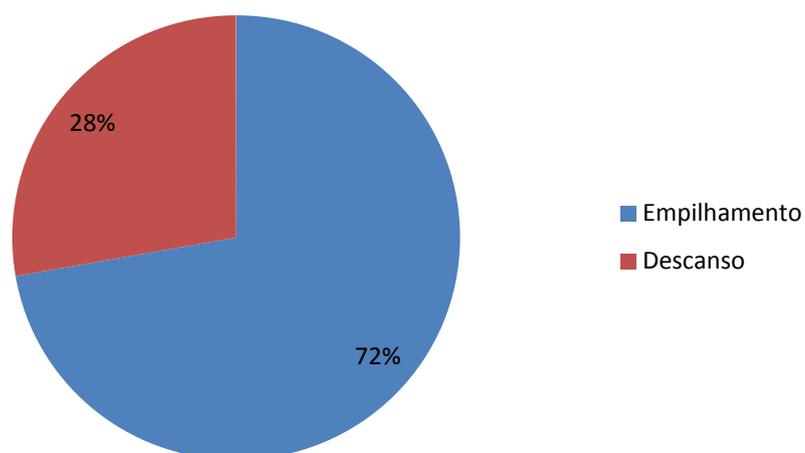


Figura 4 – Distribuição percentual dos tempos na atividade de empilhamento manual.

A operação de empilhamento demandou aproximadamente $2/3$ do tempo total para a atividade de empilhamento manual. Em geral o rendimento desta atividade é baixo, exigindo grande esforço físico dos trabalhadores.

Em relação às interrupções para descanso, o percentual de tempo consumido foi de 28 % do tempo total. O alto valor é associado ao fato desta atividade ser cansativa exigindo um elevado dispêndio energético do operador acima do normal (atividade pesada em área declivosa).

4.4 Rendimento das operações de colheita semimecanizada

Os valores de rendimento das operações de colheita florestal semimecanizada são apresentados na Figura 5.

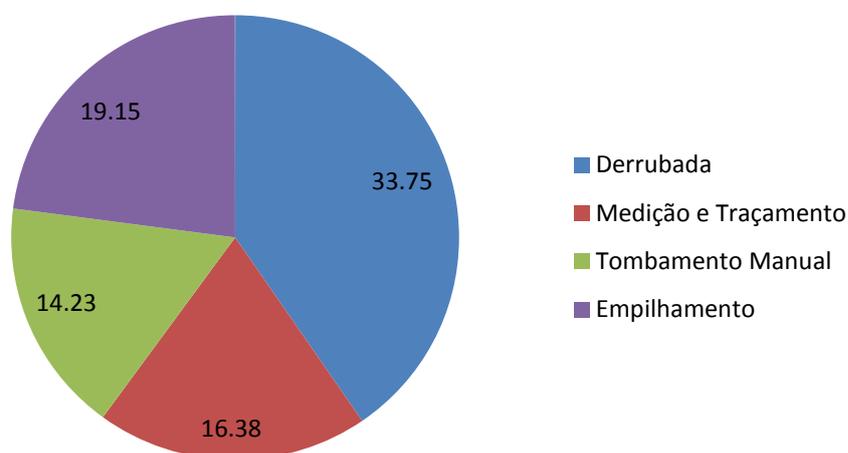


Figura 5 – Rendimento das operações de colheita florestal semimecanizada.

A operação de derrubada apresentou $33,75 m^3 \cdot h^{-1}$, o maior rendimento entre todas as operações analisadas. O alto valor é caracterizado pela operação ser realizada em menor espaço de tempo, média de equipes é de 17 segundos por árvore.

O menor rendimento ($14,23 m^3 \cdot h^{-1}$) foi encontrado na operação de Tombamento Manual. O baixo rendimento demonstra que essa operação é considerada novamente como sendo pesada e desconfortável para o trabalhador.

5. CONCLUSÕES

Os elementos que consumiram mais tempo nas etapas avaliadas foram à operação de medição e traçamento e a de extração por tombamento manual.

As pausas representaram altos valores em todas as etapas dos ciclos avaliadas, este fato indica o quanto a atividade de colheita semimecanizada é pesada e desconfortável para os trabalhadores.

Os rendimentos das operações de colheita semi mecanizada foram em geral baixos devido a dificuldade de trabalho encontrada pelos trabalhadores em áreas inclinadas. Principalmente a operação de Tombamento Manual, a qual apresentou o menor rendimento entre todas as atividades.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, E. N. de. **Manual do plantador de Eucalyptus**. 2ª ed. São Paulo: Typographia Brazil de Rothschild & Comp., 1911. 336 p.

ANDRADE, E. N. de. **O eucalipto**. 2ª ed. rev. e atual. Jundiaí: Companhia Paulista de Estradas de Ferro, 1961. 688 p.

ANDRADE, S. C. **Avaliação técnica, social, econômica e ambiental de dois subsistemas de colheita florestal no litoral norte da Bahia**. 1998. 125p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

BARNES, Ralph M. **Estudo de movimentos e de tempo: projeto e medida do trabalho**. São Paulo: Edgard Blücher, 1997.

BERTIN, V. A. S. **Análise de dois modais de sistemas de colheita mecanizados de eucalipto em 1ª rotação**. 28 p. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura), Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP, Botucatu –SP, 2010.

BURLA, E. R. **Mecanização de atividades silviculturais em relevo ondulado**. Belo Oriente: Cenibra, 2001. 144 p.

CANTO, J. L.; **Diagnóstico da colheita e transporte florestal em propriedades rurais fomentadas no estado do Espírito Santo**. 2006. 128 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Universidade federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2006.

CANTO, J. L. do; MACHADO, C. C.; GONTIJO, F. M. Colheita e transporte florestal em propriedades rurais fomentadas no Estado do Espírito Santo. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 30, n. 6, p. 989-998, nov./dez. 2006.

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

DUARTE, R. C. G. **Sistema de corte florestal mecanizado**. 1994. 21 f. Monografia (Exigência para conclusão do curso de Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1994.

FREITAS, K. E. **Análise técnica e econômica da colheita florestal mecanizada**. 2005. 27 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Produção)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

GILBRETH, F. B. **Motion Study**. D. Van Nostrand Co., Princeton, New Jersey, 1991. p. 88

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

MALINOVSKI, J. R.; CAMARGO, C. M. S.; MALINOVSKI, R. A. Sistemas. In: MACHADO, C.C. (Org.). **Colheita florestal**. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2002. p.145-167.

MACHADO, C.C. **Colheita Florestal**. Viçosa-MG: UFV, 2002. 468 p.

MACHADO, C. C. **Exploração florestal, 6**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Imprensa Universitária, 1989. 34 p.

MALINOVSKI, J.R.; CAMARGO, C.M.S.; MALINOVSKI, R.A. Sistemas. In: MACHADO, C.C. (Org.). **Colheita florestal**. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2002. p.145-167.

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

MIALHE, L. G. **Manual de mecanização agrícola**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1974. 301 p.

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

PLASTER, O. B. **Fatores operacionais e de custos na colheita de Pinus em área declivosa no sul do espírito santo**. 46 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Universidade federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro-ES, 2010.

PRYOR, L.D. - **The biology of eucalypts**. London, Edward Arnold, 1976. 82p.

SALMERON, A. **A mecanização da exploração florestal**. Piracicaba: IPEF, 1980. (Circular técnica, 88) p. 1-10.

SANT'ANNA, C. de M. Corte Florestal. In: MACHADO, C.C. (Org.). **Colheita Florestal**, Livro. Viçosa-MG, UFV, p.55-88, 2002.

SBS – **Sociedade Brasileira de Silvicultura**. Fatos e números do Brasil florestal. Dezembro de 2008.

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

SILVA, K. R.; MINETTI, L. J.; FIEDLER, N. C.; VENTUROLI, F.; MACHADO, E. G. B.; SOUZA, A. P. S. **Custos e rendimentos operacionais de um plantio de eucalipto em região de cerrado.** Revista *Árvore*, Viçosa-MG, v.28, n.3, p. 361-366, 2004.

SILVA R. S.; FENNER P. T.; CATANEO A. Desempenho de máquinas florestais de colheita derrubador-processador Slingshot sobre as esteiras. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL**, 6., 2003, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: UFV; SIF, 2003. P. 267-279.

SILVA, W. S. **Estudo de tempos e movimentos das operações de extração e transporte de madeira para uso em serraria e laminação.** Projeto Santa Rita, Centro de Pesquisa Florestal da GETHAL, Itacoatiara-AM, 1997. P. 05.

SIMÕES, D.; FENNER, P.T. Influência do relevo na produtividade e custos do harvester. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, v.85, n.38, p.107-114, 2010.

SOUZA, A. P. **Um estudo de tempo e produção na exploração de povoamentos jovens de Douglas-fir com motosserra e “Skidder”.** Revista *Árvore*, v.2, n.1, p.1-26, 1978.

TAYLOR, F. W. **The Principles of Scientific Management.** Harper and Bros, New York, 1929. p.52

ZAGONEL, R. **Análise da densidade ótima de estradas de uso florestal em relevo plano de áreas com produção de *Pinus Taeda*.** 99 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2005.