



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

IGOR BATISTA BRINATE

COLHEITA SEMIMECANIZADA DE EUCALIPTO EM ÁREAS DECLIVOSAS

JERÔNIMO MONTEIRO - ES

2016

IGOR BATISTA BRINATE

COLHEITA SEMIMECANIZADA DE EUCALIPTO EM ÁREAS DECLIVOSAS

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

Orientador: Prof. Dr. Nilton César Fiedler.
Coorientadora: Prof^a. Dra. Mayra Luisa Marques da Silva Binoti.

JERÔNIMO MONTEIRO – ES

2016

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

B858C Brinate, Igor Batista, 1990-
Colheita semimecanizada de eucalipto em áreas declivosas/ Igor
BatistaBrinate. – 2016.
47f. : il.

Orientador:Nilton Cesar Fiedler.

Coorientador:Mayra Luiza Marques da Silva Binoti.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal
do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias.

1. Técnicas e operações florestais. 2.Otimização. 3. Manejo
florestal.I.Fiedler, Nilton Cesar.II.Binoti, Mayra Luiza Marques da Silva.
III.Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências
Agrárias. IV. Título.

CDU: 630

COLHEITA SEMIMECANIZADA DE EUCALIPTO EM ÁREAS DECLIVOSAS


IGOR BATISTA BRINATE

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


Aprovada em: 29 de fevereiro de 2016.



Prof. Dr. José Francisco Teixeira do Amaral
UFES
Examinador Externo



Prof. Dr. Adriano Ribeiro de Mendonça
UFES
Examinador Interno



Prof. Dr. Nilton Cesar Fiedler
UFES
Orientador

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e proteção.

A minha família, pelo apoio incondicional.

A minha namorada Laís pelo companheirismo, paciência e conselhos.

Ao amigo e Professor Nilton Cesar Fiedler pela orientação, conselhos e motivação.

A coorientadora Professora Mayra Luisa Marques da Silva Binoti pelas contribuições.

À Universidade Federal do Espírito Santo, em especial ao programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e ao Laboratório de Colheita, Ergonomia e Logística Florestal (LABCELF) desta Universidade, pela estrutura e pelos equipamentos oferecidos.

A FIBRIA S.A. pela oportunidade e por possibilitar a realização deste trabalho, em especial ao Ângelo Conrado A. Moura, Edmilson Bitti Loureiro, Eduardo M. Dan e Eduardo R. da Cunha.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES), pelo apoio financeiro com a bolsa de estudos.

Aos amigos do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, principalmente do Laboratório de Colheita, Ergonomia e Logística Florestal (LABCELF).

Aos professores Luciano José Minette, Adriano Ribeiro de Mendonça e José Francisco Teixeira do Amaral pelas essenciais contribuições.

A todos que contribuíram na realização desta pesquisa.

RESUMO

BRINATE, Igor Batista. **Colheita semimecanizada de Eucalipto em áreas declivosas**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES. Orientador: Prof. Dr. Nilton César Fiedler. Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Mayra Luiza Marques da Silva Binoti.

Há no mundo uma demanda crescente por madeira, que leva a uma tendência de aumento das áreas plantadas. A mecanização tem maximizado o rendimento das atividades florestais, porém nem todas as áreas são passíveis de mecanização. A elevada declividade do terreno torna inviável o tráfego de máquinas nos talhões, fazendo com que os produtores adotem métodos manuais e semimecanizados. Objetivou-se neste estudo analisar tecnicamente duas técnicas de colheita florestal semimecanizada em áreas declivosas. Especificamente, analisou-se tecnicamente a colheita semimecanizada em áreas declivosas extraída por tombamento manual (técnica tradicional) e por guincho arrastador (técnica do guincho de arraste), em condições de elevada declividade, sem variação no relevo, denominadas condição normal e em áreas com relevo côncavo (grotas), denominadas áreas críticas. Foi realizado estudo de tempos e movimentos, calculado a produtividade, eficiência operacional e a disponibilidade mecânica. O estudo da técnica tradicional foi realizado nas áreas operacionais de colheita florestal pertencente a produtores rurais fomentados de uma empresa florestal, localizadas na região central serrana e sul do estado do Espírito Santo, enquanto o estudo da técnica do guincho de arraste foi realizado em uma fazenda arrendada pela mesma empresa, na região do Vale do Paraíba no estado de São Paulo. Foram avaliados quatro equipes na técnica tradicional e seis equipes na técnica do guincho de arraste. Os resultados referentes às fases operacionais foram comparados pelo teste *t* de *student* ao nível de 5% de probabilidade. De acordo com os resultados do estudo de tempos e movimentos, a atividade de extração é a que mais demanda tempo operacional, e, devido à complexidade das áreas críticas, elas se destacam demandando mais tempo que em condições normais. A produtividade obtida no corte na técnica do guincho de arraste se destaca por ser menos desgastante e mais produtiva com 55,48 m³.HE⁻¹ em condição normal e 49,53 m³.HE⁻¹ em áreas críticas, em comparação aos 10,12 m³.HE⁻¹ e 5,48 m³.HE⁻¹ da técnica tradicional. O tombamento manual em condições normais se destacou apresentando melhor produtividade, com 6,68 m³.HE⁻¹, e a pior produtividade em áreas críticas, com 1,2 m³.HE⁻¹. As produtividades do arraste apresentaram pequena variação de produtividade entre as condições, com 1,98 m³.HE⁻¹ em condição normal e 2,28 m³.HE⁻¹ em áreas críticas. A disponibilidade mecânica apresentou valores inferiores em áreas críticas (84,17%), devido ao maior desgaste dos equipamentos. Conclui-se que em condições normais é mais viável utilizar o corte semimecanizado extraído por tombamento manual (técnica tradicional), porém, em condições de áreas críticas e sem estradas na parte inferior, o corte semimecanizado extraído por guincho (guincho de arraste) é o mais indicado.

Palavras-chave: Técnicas e operações florestais, otimização, manejo florestal.

ABSTRACT

BRINATE, Igor Batista. **Semi-mechanized forest harvesting eucalyptus in sloped areas.** 2016. Dissertação (Master of Forest Science) - Federal University of Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES. Advisor: Prof. Dr. Nilton César Fiedler. Coadvisor: Prof. Dr.^a Mayra Luiza Marques da Silva Binoti.

Worldwide, there is a growing demand of wood, which leads to an increase in planted areas. The mechanization has maximized the performance of forestry activities, but not all areas are liable to mechanization. The high slope of the land makes the machine traffic in the stands impossible, forcing producers to adopt manual methods and semi-mechanized methods. The aim of this study was to analyze, technically, two semi-mechanized forest harvesting techniques in hilly areas. Specifically, technically analyzes up to semi-mechanizes harvesting sloping areas extracted by manual tipping (traditional technique) and dragger winch (dragger winch's technique), under conditions of high slope, without relief variation, called normal condition, and in areas with concave relief (caves), called critical areas. It was accomplished a time and motion study, calculating the productivity, operational efficiency and mechanical availability. The study of the traditional technique was carried out in the operational areas of forest harvesting belonging to farmers in partnership with a forestry company, located in the mountain central and south region of the state of Espírito Santo, while the study of dragger winch's technique was conducted on a leased farm by the same company, belonging to the Paraíba Valley region, in the state of São Paulo. Four teams were evaluated in the traditional technique and six teams in dragger winch's technique. The results for the operational steps were compared by the Student's t test at 5 % probability. According to the time and motion study results, the extraction activity is the most uptime demand, and, because of the complexity of the critical areas, they stand out demanding more time than in normal conditions. The yield obtained in cutting at dragger winch's technique stands out for being less stressful and more productive with 55.48 m³.HE⁻¹ in normal condition and 49.53 m³.HE⁻¹ in critical areas, compared to 10.12 m³.HE⁻¹ and 5.48 m³.HE⁻¹ in traditional technique. The manual tipping under normal conditions stood out presenting better productivity, with 6.88 m³.HE⁻¹, and the worst productivity in critical areas, with 1.2 m³. HE⁻¹. Yields of dragging obtained soft variation in productivity between the conditions, with 1.98 m³. HE⁻¹ in normal condition and 2.28 m³.HE⁻¹ in critical areas. The mechanical availability showed lower values in critical areas (84.17 %) due to increased wear of equipment. It follows that under normal conditions it is more feasible to use the semi-mechanized cutting extracted by manual overturning (traditional technique), but in terms of critical areas and roadless areas on the bottom, the semi-mechanized cutting extracted by winch (dragger winch) is the most qualified.

Keyword: Technical and forestry operations; optimization; forest management.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVOS	11
2.1	Objetivo Geral	11
2.2	Objetivos Específicos	11
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3.1	O Setor Florestal Brasileiro.....	12
3.2	Fomento Florestal	13
3.3	Colheita Florestal.....	14
3.3.1	Sistemas de Colheita.....	16
3.3.2	Corte Florestal	17
3.3.3	Extração Florestal	18
3.3.4	Colheita Florestal em Áreas Declivosas.....	19
3.3.5	Colheita em Pequenas Propriedades Rurais.....	21
3.4	Estudo de Tempos e Movimentos	22
4	MATERIAL E MÉTODOS	24
4.1	Descrição da área de estudo	24
4.2	Espécie Florestal e sub-bosque.....	25
4.3	Coleta de dados.....	25
4.4	Descrição das atividades	26
4.5	Caracterização das máquinas e equipamentos utilizados.....	28
4.6	Análise Técnica	30
4.6.1	Estudo de Tempos e Movimentos	30
4.6.2	Produtividade.....	31
4.6.3	Eficiência Operacional.....	32
4.6.4	Disponibilidade mecânica do sistema.....	33
4.7	Análise Estatística.....	33
4.7.1	Número mínimo de amostras	33
4.7.2	Procedimento estatístico	34
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
5.1	Estudo de Tempos e Movimentos	35
5.2	Produtividade.....	37
5.3	Eficiência Operacional.....	39
5.4	Disponibilidade Mecânica.....	40
6	CONCLUSÕES	42
7	REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

A elevada demanda por madeira e a proteção das florestas nativas fez com que houvesse um aumento no uso das florestas plantadas. A implantação de povoamentos de eucalipto no Brasil teve início por volta de 1903, mas foi por meio dos incentivos fiscais, a partir dos anos 60, que as áreas de florestas plantadas tiveram um aumento considerável. O crescente consumo de produtos florestais, associados à cobrança dos órgãos de fiscalização tem contribuído para a implantação de novos povoamentos florestais (CHICHORRO; BAUER; PEREIRA, 2014).

De acordo com a Indústria Brasileira de Árvores – IBA, o setor florestal em 2014 gerou 4,23 milhões de empregos diretos e indiretos, as florestas plantadas somaram 7,74 milhões de hectares, sendo 71,85% deste total composto por plantios de eucalipto. O setor se destacou como um dos que mais contribuíram na formação do Produto Interno Bruto (PIB). Por meio de seus programas de inclusão social, o setor investiu cerca de R\$ 170 milhões, beneficiando aproximadamente 2 milhões de pessoas (IBA, 2015).

Diante do crescimento apresentado nos últimos anos, o setor florestal ainda encontra dificuldades em se expandir, principalmente quando compete com culturas agrícolas (BANTEL, 2010). Muitas vezes, o cultivo florestal fica restrito às áreas impróprias para agricultura, principalmente em pequenas propriedades. Estes locais, geralmente, possuem elevada declividade, solos pobres em nutrientes e degradados. Apesar disso, o cultivo florestal nestas áreas proporciona um aumentada área cultivável, na renda do produtor, além de ganhos ambientais. De acordo com IBA (2014), os pequenos produtores fomentados contribuíram fornecendo aproximadamente 8% de toda madeira consumida no país. Entretanto, um dos empecilhos encontrados no cultivo florestal é a mecanização destas áreas.

A colheita florestal é descrita como o conjunto de operações que visa preparar e levar a madeira de dentro do talhão até o local do transporte. Compreende as seguintes atividades: corte, descascamento, extração e carregamento. Entretanto, o Brasil está um passo atrás no desenvolvimento de tecnologias referentes à mecanização florestal. Muitas vezes as máquinas são importadas, nas quais são

feitas adaptações para a realidade brasileira, ficando limitadas às áreas planas e de pouca declividade (MACHADO et al., 2014).

As tecnologias mais difundidas nas áreas florestais abrangem as áreas planas e de menor declividade. Há uma carência de estudos e tecnologias para áreas declivosas, sendo necessário realizar análises técnicas e econômicas de formas alternativas de colheita e extração para estas áreas, de forma a aumentar sua eficiência, reduzir custos e o esforço do trabalhador.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar tecnicamente a colheita florestal semimecanizada em áreas declivosas em diferentes condições de relevo.

2.2 Objetivos Específicos

- Analisar tecnicamente o corte semimecanizado em áreas declivosas extraído por tombamento manual e por guincho arrastador, em condições sem variação no relevo (normais) e em áreas de relevo côncavo (grotas).
- Realizar análises comparativas das técnicas de colheita avaliadas.
- Designar a melhor técnica para cada condição em estudo.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 O Setor Florestal Brasileiro

A introdução do gênero *Eucalyptus*, em 1903, pela Companhia de Estradas de Ferro de São Paulo deu início à formação de povoamentos florestais com fins econômicos no Brasil. O setor florestal era pouco expressivo até o fim da década de 1960, quando o governo criou a política de incentivo fiscal a fim de reduzir a exploração de recursos florestais naturais. Desde o fim da década de 1960, até 2011, a área plantada passou de 400 mil ha para 6,5 milhões de hectares (MACHADO et al., 2014).

Em 2014, as florestas plantadas tiveram um crescimento de 1,8 % em relação a 2013, mesmo com desaceleração do crescimento econômico. A área brasileira plantada para fins industriais foi de 7,74 milhões de hectares, que corresponde a apenas 0,9% do território brasileiro (IBA, 2015). O Brasil detém cerca de 7% das florestas globais, percentual considerado pequeno em relação à China, Índia e Estados Unidos, que possuem 61% das florestas.

As florestas brasileiras plantadas se destacam por sua alta produtividade, podendo atingir valores de incremento anual de 40 a 50 m³ de madeira por hectare, valor que é dez vezes maior que o incremento em florestas de climas temperados (STAPE, 2003 citado por OLIVEIRA JUNIOR e SEIXA, 2006). O Brasil lidera o ranking global de produtividade florestal de árvores plantadas, com produtividades médias de 39 m³.ha⁻¹.ano⁻¹ em plantios de eucalipto e 31m³.ha⁻¹.ano⁻¹ em pinus (IBA, 2015).

A ampliação das áreas de plantio decorre do aumento da demanda por produtos florestais, tais como: celulose e papel, carvão vegetal, painéis de madeira industrializada, madeira tratada, e madeira para lenha (ROBERT, 2013). No relatório divulgado pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), estima-se que a população mundial no ano de 2050 chegará a 9,5 bilhões de habitantes. Para atender o aumento populacional serão necessários aproximadamente 5,2 milhões de m³.ano⁻¹, que representa um acréscimo de 40% do

que é produzido hoje. Considerando a produtividade média mundial do eucalipto, seria necessário o plantio de 210 milhões de hectares de novas áreas (IBÁ, 2015).

O Brasil possui grandes vantagens em comparação aos demais países produtores de madeira, tais como: baixo custo de produção, alta produtividade, grande extensão de terras férteis, e condições edafoclimáticas adequadas. Estas características evidenciam o potencial de crescimento no setor florestal brasileiro. Estudos evidenciam que a demanda de madeira é maior que a oferta, cabendo ao setor buscar formas de manter a produção contínua sem causar danos ao meio ambiente (MACHADO et al., 2014).

O setor florestal brasileiro se caracteriza pela grande diversidade de produtos, e se destaca em alguns segmentos. As principais indústrias consumidoras são as de papel e celulose, siderurgia, madeira serrada e a de painéis e compensados (MACHADO et al., 2014). Dentre os maiores produtores mundiais em 2013, o Brasil se destacou como o maior produtor de carvão vegetal, contribuindo com 14% do total produzido mundialmente, o quarto maior produtor de celulose, o oitavo de madeira reconstituída e o nono maior produtor de papel (IBA, 2014).

3.2 Fomento Florestal

O fomento é descrito como um estímulo por meio de um recurso ou proteção a um setor visando seu desenvolvimento (FISCHER, 2009). São atividades realizadas principalmente em propriedades rurais com intuito do progresso florestal ou agropecuário. Elas partem de projetos de iniciativa pública, privada ou mesmo integrada, que visa a melhoria da qualidade de vida do homem no campo garantindo a matéria prima para o mercado (AMBIENTEBRASIL, 2015).

O fomento florestal compreende ações e incentivos a pequenos e médios produtores provenientes de empresas e órgãos do governo para a implantação de florestas plantadas. A atividade de fomento florestal é benéfica tanto para o produtor, quanto para as empresas, visando garantir o abastecimento de matéria prima em longo prazo para as indústrias, proporcionando a diversificação dos produtos de pequenos proprietários e ocupando áreas não agricultáveis (MENDES, 2005).

As grandes extensões de terras com plantio de eucalipto pertencente às empresas florestais formavam latifúndios. Estes, muitas vezes, foram alvo de manifestações por serem responsáveis pelo êxodo rural. O fomento foi uma forma das empresas reduzirem os impactos ambientais e sociais provenientes das aquisições de grandes extensões de terra, além de estimular a utilização da mão de obra familiar (OLIVEIRA; VALVERDE; COELHO, 2006).

De acordo com o Instituto Estadual de Florestas do Estado de Minas Gerais- IEF- MG, os programas de fomento de iniciativa pública tem finalidade em atender as demandas domésticas e industriais de madeira. São de níveis estaduais e federais, com intuito de estimular o reflorestamento em pequenas e médias propriedades. Nestes programas, são fornecidas mudas, assistência técnica e os insumos aos produtores cadastrados. Estes dão continuidade ao projeto utilizando mão de obra própria (IEF, 2015).

As empresas florestais adotam o programa de fomento com a finalidade de manter o suprimento de madeira, reduzir os investimentos com aquisição de novas terras, fortalecer a atividade florestal e proporcionar crescimento dos pequenos produtores das áreas próximas a indústria (VIDAL, 2005).

O fomento florestal privado se baseia em um contrato entre empresa e proprietário. No contrato estão regulamentados os direitos e deveres do proprietário e da empresa. O incentivo se dá pelo fornecimento de mudas e insumos no início da atividade, assistência técnica durante todo o período e a garantia da compra final da madeira. Fica a cargo do proprietário fornecer o terreno, a mão de obra para as práticas silviculturais e realizar a colheita (FISCHER, 2009).

De acordo com IBA (2015), os programas de fomento florestal beneficiaram cerca de 17,8 mil famílias em 2014, somando uma área de 519 mil hectares de florestas. Em 2013, os pequenos produtores fomentados contribuíram com cerca 8% da madeira consumida no país, gerando uma renda de R\$ 451 milhões (IBA, 2014).

3.3 Colheita Florestal

Do ponto de vista técnico-econômico, a colheita é classificada como a atividade mais importante do ciclo florestal e pode ser descrita como o conjunto de

operações que visa preparar e levar a madeira de dentro do talhão até o local do transporte. Compreende as seguintes atividades: corte, descascamento, extração e carregamento (MACHADO et al., 2014).

A colheita florestal pode ser definida como uma cadeia produtiva constituída por várias atividades, abrangendo as seguintes etapas: a) corte: refere-se a derrubada, desgalhamento, destopamento, medição e traçamento; b) descasque: é uma atividade opcional e compreende a remoção da casca do tronco; c) extração: está relacionada à movimentação da madeira da área do corte até o pátio intermediário ou carreador; d) carregamento: refere-se à transferência da madeira do pátio intermediário ou carreador para um veículo que irá realizar o transporte; e) transporte: compreende a movimentação da madeira do povoamento até a indústria consumidora; f) descarregamento: refere-se à remoção da madeira do veículo de transporte e sua acomodação no pátio da indústria (MALINOVSKI e MALINOVSKI, 1998).

Nas últimas décadas, o Brasil passou por um processo significativo de mecanização. Na década de 40, os trabalhos na colheita florestal eram basicamente manuais, com uso de ferramentas rudimentares. Entre as décadas de 50 e 60, observou-se o início da mecanização com a inserção de máquinas de outros setores na colheita florestal. A modernização das operações florestais se despontou nas décadas de 70 e 80, com o surgimento de motosserras profissionais, *harvester*, *fellerbunchers*, entre outras máquinas. A consolidação da mecanização na colheita florestal se deu com a abertura das importações na década de 90. O mercado brasileiro dispõe de máquinas altamente sofisticadas, de design ergonômico que se concentram principalmente nas grandes empresas do setor (FREITAS; MACHADO; SILVA, 2009).

No Brasil, a operação de colheita florestal pode ser realizada por diversos sistemas e métodos, que variam em função dos recursos disponíveis, da região, do tipo de povoamento, das condições climáticas, do relevo, da finalidade da madeira, do tipo de solo, das máquinas e equipamentos, dentre outros fatores (LEITE, 2002).

A quantidade e distribuição das estradas nos talhões influenciam diretamente a colheita florestal. Áreas sem estradas na parte inferior do talhão e talhões margeados por Áreas de Preservação Permanente (APP) também na parte

inferior do talhão são uma dificuldade para a colheita. Os órgãos ambientais estão cada vez mais rigorosos na liberação de licença para abertura de estradas próximas à APPs. Nem sempre é possível conseguir esta licença e, quando conseguem, é um processo demorado. Desta forma, a maneira encontrada de retirar a madeira desta área é levando até a estrada superior com uso de guinchos acoplados a tratores.

A mecanização da colheita no Brasil se fez necessária por parte das grandes empresas, devido ao aumento das áreas plantadas, elevado custo e escassez de mão de obra no campo. Assim, a mecanização proporcionou vantagens como: aumento da produtividade e da produção, além de redução de acidentes, dos custos da colheita e da mão de obra (LEITE, 2002).

A colheita florestal é uma atividade complexa devido ao fato dos trabalhadores ficarem expostos a fenômenos climáticos e biológicos, além da relação homem-máquina que influi diretamente na produtividade e, conseqüentemente, nos custos e produção (BURLA et al., 2012).

Sendo a última operação do ciclo florestal, é na colheita que são obtidos os produtos finais da floresta, porém, constitui um dos fatores de maior peso do ponto de vista econômico, podendo representar 50% ou mais do custo final da madeira entregue às indústrias (BURLA, 2008). Quando associada ao transporte, correspondem aos valores de 60-70% dos custos totais (MALINOVSKI et al., 2014). Por isso, há uma busca constante pelas empresas em aumentar a produção e reduzir os custos. Um dos entraves para áreas declivosas é a dificuldade de mecanização, logo, há necessidade em se melhorar as técnicas de colheita específicas para estas áreas, de forma, a reduzir o custo e otimizar as operações.

3.3.1 Sistemas de Colheita

A classificação dos sistemas de colheita consiste no comprimento das toras retiradas do povoamento. Os sistemas mais empregados na colheita florestal brasileira são: toras curtas (*cutofflength*); toras longas (*treelength*) e árvores inteiras (*fulltree*) (LEITE et al., 2014).

Nos sistemas de colheita estão inclusos os processos e elementos que compõem a cadeia de produção florestal (MALINOVSKI et al, 2014). A determinação do sistema ideal para cada área varia de acordo com o rendimento da floresta, da topografia do terreno, das características do povoamento, do uso final da madeira, das máquinas, dos equipamentos e dos recursos disponíveis (FIEDLER, 1995 citado por PENNA, 2009).

O sistema de toras curtas (*cuttolength*) é caracterizado pelas atividades de corte e processamento da árvore no próprio local da derrubada. Neste sistema, as toras têm no máximo 6 metros, podendo variar de acordo com a capacidade das máquinas de colheita, transporte e destino final da madeira. Este sistema pode ser utilizado em menores graus de mecanização, permitindo utilizar métodos manuais e semimecanizados (MALINOVSKI et al, 2014).

No sistema de toras longas (*treelength*), apenas as atividades de desgalhamento e destopamento são realizados no local do abate, as demais atividades serão executadas na margem do talhão. As toras possuem comprimento acima de 6 metros neste sistema, exigindo máquinas mais sofisticadas para manusear toras de maiores dimensões e pesos. Este sistema é mais indicado para áreas acidentadas, porém, necessita um maior grau de mecanização (LEITE et al., 2014).

A atividade de colheita no sistema de árvores inteiras (*fulltree*) consiste em realizar apenas a derrubada da árvore no interior do talhão. O processamento é realizado em um local determinado. Este sistema precisa de um elevado grau de mecanização e de máquinas de grande porte, podendo ser utilizado tanto em áreas planas quanto acidentadas (MALINOVSKI et al., 2014).

3.3.2 Corte Florestal

O corte é a primeira atividade da colheita florestal e corresponde as operações de derrubada, desgalhamento, traçamento e empilhamento. Ele pode ser realizado de forma manual (machado), semimecanizado (motosserra) e mecanizado (máquinas). O método manual é mais rudimentar e está em desuso. O cortesemimecanizado é muito utilizado nas áreas acidentadas. Já o mecanizado,

queabrange principalmente as áreas planas, proporciona melhores condições de trabalho ao operador, além de maior eficiência e produtividade (SANT´ANNA, 2014).

A partir da década de 90, com a abertura das importações, a mecanização passou a ser utilizada de forma intensiva na colheita florestal, principalmente em reflorestamentos de áreas planas ou levemente inclinadas, onde houve a substituição do machado e da motosserra por máquinas como *feller-buncher* e *harvester*, proporcionando diversas vantagens às empresas florestais (LEITE et al., 2014).

A atividade de corte florestal é influenciada por uma série de fatores, como: declividade do terreno, condição climática, equipamento disponível, treinamento do operador, características do povoamento e a situação do sub-bosque (SALMERON, 1980). O planejamento desta atividade deve ser realizado com certa antecedência e, além de analisar os fatores acima citados, ainda deve considerar a redução dos custos, infraestrutura de apoio, otimização da atividade e minimização dos impactos ambientais (SANT´ANNA, 2014).

3.3.3 Extração Florestal

A atividade de extração florestal está relacionada à movimentação da madeira desde o local do corte no talhão da floresta até o local (estrada ou pátio intermediário) onde será transferida para os veículos que farão seu transporte. Atividade subsequente ao corte florestal, a extração pode ser feita por baldeio, arraste, encoste ou transporte primário (SEIXAS e CASTRO, 2014).

De acordo com LEITE (2002), no Brasil, a extração florestal é realizada de diversas formas, utilizando desde métodos rústicos a mecanizados. Os métodos mais utilizados na extração florestal são: a) arraste: neste método, a madeira é transportada de dentro do talhão até o pátio de estocagem, mantendo contato parcial ou total com o terreno; b) baldeio: refere-se à movimentação da madeira do local do corte até o pátio de estocagem, sem ter contato com o solo; c) transporte direto: o mesmo veículo que retira a madeira de dentro do talhão faz seu transporte até o local de utilização da mesma; d) sistema de cabos: a madeira é retirada

suspensa de dentro do talhão até a área de carregamento por meio de cabos aéreos; e e) outros métodos: a extração florestal pode ser realizada utilizando calhas, tombamento manual, argolão, entre outros.

Existem inúmeras máquinas de colheita florestal no mercado. Na extração, utiliza-se *forwarders*, tratores agrícolas adaptados (com guincho ou caçamba), *skidders*, cabo aéreo, entre outros (MACHADO et al., 2014).

A escolha do método ideal de extração se dá por uma gama de variáveis limitantes que influenciam na produtividade, planejamento e dimensionamento das atividades. Dentre os fatores mais influentes, se destacam a declividade do terreno, recurso disponível, tipo de solo, distância média de arraste, altura dos tocos, pedregosidade, sub-bosque, qualidade da madeira, estaleiro e sortimento (MALINOVSKI et al., 2006).

3.3.4 Colheita Florestal em Áreas Declivosas

O Brasil possui todos os requisitos favoráveis para a produção florestal: extensão territorial, condições climáticas, solo e conhecimento técnico. Porém, faltam incentivos para o uso em pequenas propriedades rurais e áreas de topografias acidentadas. As implantações florestais nestas áreas trazem vantagens ao solo, água, biodiversidade e às pessoas. Além de ser uma ótima alternativa para o melhor aproveitamento de áreas degradadas, evitando assim a lixiviação e erosão do solo e o assoreamento dos rios (BANTEL, 2009).

A colheita florestal realizada em áreas montanhosas é considerada mais complexa, necessitando de maior número de trabalhadores, uma vez que o método semimecanizado é amplamente utilizado (ROBERT et al., 2013). Há predominância nestas áreas do corte com motosserra e extração de toras e toretes por tombamento manual com animais ou trator agrícola simples (BANTEL, 2010).

A mecanização trouxe progressos para a colheita florestal, mas as áreas declivosas ainda são um dos os maiores entraves para o aumento do grau de mecanização no Brasil (MACHADO et al., 2014).

A declividade do terreno é uma variável determinante na mecanização florestal. Áreas muito acidentadas tornam inviável o tráfego de máquinas, por não

terem sido projetadas para trabalhos nestas condições. De acordo com Burla (2008), a declividade máxima para mecanização de preparo de solo é de 20°, acima deste valor não há mecanização. Em seu estudo com o trator colhedor florestal *harvester* de pneus, mesmo com o solo seco, o trator perde o atrito com o solo, não conseguindo superar encostas acima de 25°.

A produtividade da atividade de colheita e transporte em áreas acidentadas geralmente é menor quando comparado às condições de relevo plano. Estas áreas geram maior desgaste das máquinas, risco de acidentes, danos ambientais, além do maior custo de planejamento e administração da atividade (THEES; FRUTIG; FENNER, 2011).

De acordo com o Boletim do IPEF (2009), as atividades de colheita em regiões montanhosas ainda são um desafio para as empresas florestais, considerando que os sistemas mais usuais não são viáveis tecnicamente e economicamente. Para realizar a atividade adequadamente, são necessárias máquinas desenvolvidas especificamente para tais condições, para atender normas ergonômicas e ambientais.

Apesar das tecnologias disponíveis, o que predomina nas áreas com relevo acidentado ainda são os métodos manuais e semimecanizados. Entretanto, a utilização destes métodos tem indicado uma tendência de decréscimo devido à sua baixa produtividade e elevado custo operacional (RESSEL FILHO, 2001).

O corte semimecanizado é utilizado em grande escala nas áreas declivosas do Brasil. Mesmo sendo uma atividade perigosa e de elevada exigência física, é muito utilizado devido ao baixo investimento inicial, alta produtividade individual, além da possibilidade de ser utilizada em locais de difícil acesso (SANT'ANNA, 2014).

Após o corte, procede-se a extração das árvores, ou seja, a movimentação da madeira até a estrada ou pátio intermediário, atividade que pode ser realizada de forma manual ou mecanizada. No Brasil, as máquinas e equipamentos que predominam na extração mecanizada em áreas montanhosas são: trator agrícola com guincho arrastador, trator agrícola com guincho arrastador suspenso, *forwarders* com semiesteiras adaptadas, *skidders* e os cabos aéreos (ROBERT et al., 2013).

O método de extração com cabo aéreo tem apresentado bons resultados em áreas montanhosas no Brasil, permitindo a movimentação de madeira por maiores distâncias, de forma mais ergonômica, além de proporcionar menores impactos ao solo e a madeira (LEITE et al., 2012).

Cada área de topografia acidentada possui características específicas e variam de acordo com a rugosidade do terreno, tamanho das áreas, acesso à floresta. Sendo assim, a escolha do método silvicultural adequado é de fundamental importância. Este método, além de atender para as características da área, deve considerar o custo e a disponibilidade de equipamentos e pessoal (BANTEL, 2009). O surgimento de novas tecnologias de pequeno porte proporcionará aumento da capacidade produtiva, fixando, assim, o homem no campo (BANTEL, 2010).

3.3.5 Colheita em Pequenas Propriedades Rurais

As pequenas propriedades rurais geralmente adotam sistemas de colheita mais simples e de baixo custo, devido a estas áreas serem pequenas e possuírem baixo volume de madeira, inviabilizando a mecanização (LEITE et al., 2014).

A atividade na maioria das vezes é realizada de forma semimecanizada. As árvores são derrubadas e traçadas em toretes com comprimento de 2,20 m, utilizando motosserra. Usualmente, a extração é realizada por tombamento manual, podendo ser realizada de forma mecanizada, utilizando o trator autocarregável e o trator com guincho de arraste. O carregamento dos caminhões é feito manualmente, porém, em alguns casos, utilizam autocarregáveis e o transporte é realizado por caminhões (CANTO et al., 2007).

De acordo com OLIVEIRA; VALVERDE; COELHO (2006), os produtores fomentados relatam que os lucros no primeiro corte não são muito bons, devido ao alto custo da colheita e do transporte. A mão de obra especializada para realizar colheita é onerosa e os pátios para entrega de madeira geralmente ficam distantes das propriedades, o que reduz ainda mais o lucro dos proprietários. Outro fator que deve ser considerado é a falta de treinamento e equipamentos adequados por parte dos proprietários, proporcionando alto risco de acidentes e dificultando as atividades de colheita e transporte florestal.

3.4 Estudo de Tempos e Movimentos

O estudo de tempos e movimentos é definido por BARNES (1977) como a observação minuciosa dos sistemas de trabalho, afim de verificar o tempo necessário que uma pessoa treinada leva para executar a atividade em um ritmo normal de trabalho, determinar e orientar quanto ao melhor método e de menor custo, padronizar cada elemento dos sistemas de produção e, por fim, orientar na seleção e treinamento do melhor método.

O estudo de tempos e movimentos visa reduzir, controlar e padronizar o tempo necessário para realizar as atividades, otimizando o processo produtivo de forma que ele seja executado de maneira eficiente (CASTRO; RAMOS; COSTA, 2012).

Para a realização do estudo de tempos e movimentos, a atividade deve ser padronizada e realizada por um operador treinado e capacitado. O operador deve executar a atividade no ritmo normal de trabalho para que o resultado obtido seja próximo ao produzido no dia a dia. A forma mais utilizada na medição das atividades de trabalho é a cronometragem (ROCHA, 2014).

O estudo de tempos e movimento é muito importante no desenvolvimento das atividades de colheita florestal. A obtenção do tempo individual de cada componente do sistema permite análise detalhada do processo, possibilitando melhor organização do trabalho de forma a otimizar as atividades reduzindo o tempo improdutivo e os custos de colheita (SEIXAS; BARBOSA; RUMMER, 2004).

De acordo com BARNES (1977), os métodos mais comuns de cronometragem são:

- a) Método de tempo contínuo (leitura contínua): o observador mantém o cronômetro em movimento durante toda atividade. Inicia a cronometragem ao iniciar a atividade e faz uma leitura ao fim de cada elemento anotando na folha de observação. Para determinar o tempo individual é feita a subtração dos tempos finais de cada elemento;
- b) Método de tempo individual (leitura repetitiva): Observador inicia a cronometragem ao início de cada elemento, quando chega ao fim ele faz a leitura,

anota na folha de observação e zera o cronômetro. Fornece os tempos individuais sem precisar fazer subtração, porém exige um observador treinado;

c) Método multimomento: a cronometragem é feita de forma contínua, no qual, a cada intervalo de tempo pré-determinado, são feitas leituras que são marcadas na folha de observação. Este método não determina os tempos dos elementos individuais e sim os intervalos em que acontecem. Necessita de uma grande amostragem.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Descrição da área de estudo

A primeira etapa da pesquisa, que objetivou avaliar a técnica do corte semimecanizado extraído por tombamento manual (técnica tradicional), foi realizada nas áreas operacionais de colheita de madeira pertencente aos produtores rurais fomentados da empresa FIBRIA S.A., nos municípios de Marechal Floriano, Alfredo Chaves, Domingos Martins e Ibitirama, localizados na região central serrana e sul do Estado do Espírito Santo, com distâncias da capital Vitória de 222 km, para a mais distante (Ibitirama) e 42 km para a mais próxima (Domingos Martins).

De acordo o Instituto de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural do Espírito Santo – INCAPER, o clima predominante da região é tropical de altitude. Suas precipitações médias anuais variam de 1200 a 1800 mm e temperaturas médias anuais entre 18 a 23°C (INCAPER, 2011).

Predomina na região olatossolo vermelho-amarelo, argissolo e cambissolo. A topografia é caracterizada como acidentada, sendo que toda região possui declividades acima de 8%, podendo se enquadrar nas classes de relevo desde ondulado a escarpado, de acordo com a classificação de relevo da EMBRAPA (2006).

A segunda etapa da pesquisa, que objetivou avaliar a colheita semimecanizada extraída por guincho de arraste (técnica do guincho de arraste), foi realizada em uma área de contrato de parceria agrícola da empresa FIBRIA S.A. no município de Monteiro Lobato, estado de São Paulo, localizada a 129 km da capital. A área pertence ao domínio planalto médio do Vale do Paraíba. Sua topografia é acidentada e, de acordo com a classificação de relevo da EMBRAPA (2006), se enquadra entre terrenos montanhosos e escarpados da Serra da Mantiqueira. Há predominância de latossolo vermelho-amarelo em relevos forte ondulados, que corresponde à 83,64% dos solos da região e manchas de cambissolo em relevos montanhosos. Seu clima é classificado como subtropical mesotérmico, também conhecido como tropical de altitude, com temperatura média anual de 20°C. A precipitação média anual varia entre 1750 e 2000 mm (ISSA, 2003).

As coletas de dados foram realizadas em áreas cuja declividade do terreno variou entre 29,2° e 38,8°, se enquadrando nas classes de relevo Montanhoso (24,2°-36,9°) e Escarpado (acima de 36,9°), de acordo com EMBRAPA (2006).

4.2 Espécie Florestal e sub-bosque

Os povoamentos florestais predominantes nas áreas dos fomentados do estado do Espírito Santo são provenientes do clone híbrido de *Eucalyptus grandis* com *E. urophylla*, com idade média 7,5 anos, espaçamento de 3x3 m e estoque médio de 430 m³.ha⁻¹. As florestas praticamente não possuem matocompetição, apenas plantas herbáceas dominando a vegetação do sub-bosque.

O povoamento florestal de Monteiro Lobato, estado de São Paulo, possui idade média de 10 anos, e muitas áreas de preservação permanente nas proximidades, facilitando a dispersão de nativas. A área possui sub-bosque bem diversificado, sendo composta de plantas herbáceas e arbustos nativos.

4.3 Coleta de dados

Avaliou-se na pesquisa todo o ciclo operacional do corte semimecanizado extraído por tombamento manual (técnica tradicional) e por guincho arrastador (técnica do guincho de arraste) e suas características relacionadas à eficiência e produtividade.

A coleta de dados foi realizada em dois períodos distintos. No primeiro, foi avaliada a técnica tradicional entre os meses de março a abril de 2015. Na segunda coleta, foi avaliada a técnica do guincho de arraste no período de outubro a novembro de 2015. As atividades foram avaliadas durante a operação normal do turno de trabalho (jornada de trabalho de 9 horas, sendo de 7:00 às 11:30 e de 12:30 às 17:00 horas, de segunda a sexta-feira).

A coleta foi realizada em duas condições distintas (Figura 1), denominadas condições normal e crítica. As áreas que se enquadram como condição normal (Condição 1), possuem elevada declividade, sem variação no relevo. As áreas

críticas (Condição 2) possuem elevada declividade com características do relevo côncavo (grotas), sem estradas na parte inferior da área.

Figura 1 - Exemplo de condições normais de declividade (A) e críticas (B)

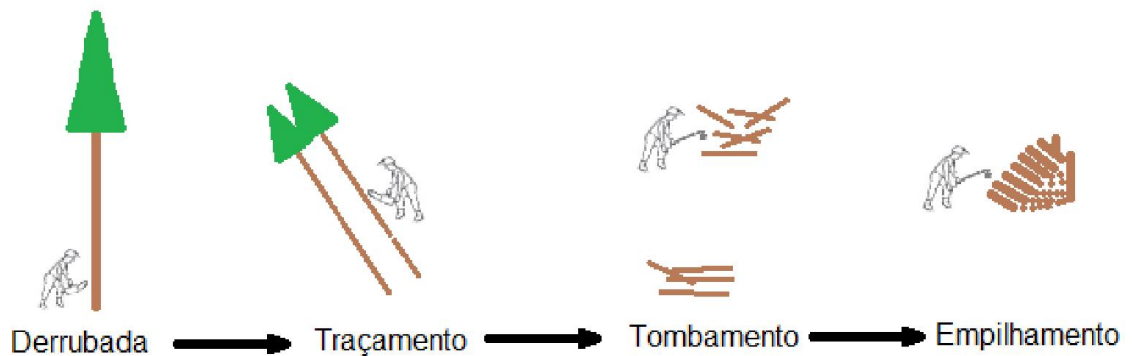


Na medição da declividade do terreno foi utilizado o clinômetro suunto, modelo PM-5 1520, que fornece os valores em graus. A distância média de extração foi obtida com o uso de uma trena de fibra de vidro de 50 m.

4.4 Descrição das atividades

A primeira técnica avaliada foi o corte semimecanizado extraído por tombamento manual (Figura 2). Este tipo de colheita é realizado geralmente por equipes no sistema (1+1), ou seja, um motosserrista e um ajudante que trabalham em conjunto. A colheita é realizada por eito de corte, sendo que o sistema adotado é o de toras curtas, no qual os toretes têm em média 2,25 m. Durante a atividade de derrubada, o ajudante geralmente auxilia no direcionamento das árvores. A partir do momento em que o motosserrista inicia a atividade de medição e traçamento, o ajudante inicia o tombamento e empilhamento. Quando as atividades de medição e traçamento chegam ao fim, o motosserrista auxilia na atividade de tombamento e empilhamento.

Figura 2 – Colheita semimecanizada extraída por tombamento manual (Técnica Tradicional).



O sistema adotado na colheita semimecanizada extraída por guincho arrastador é o de árvores inteiras (Figura 3 e Figura 4). A árvore é derrubada com motosserra e arrastada até a margem da estrada, onde é processada por um *harvester*. A atividade de arraste foi realizada por seis equipes, cada equipe composta por um operador e dois ajudantes, que trabalharam de forma intercalada. Enquanto um fazia a atividade, o outro descansava e ajudava a sinalizar para o operador. No arraste, o operador estacionava o trator e liberava o cabo, o ajudante pegava o cabo e fazia o deslocamento com o cabo vazio até as árvores. Na mesma área, montava o feixe, sinalizava para o outro ajudante e se deslocava até uma distância de segurança do feixe. Em seguida, o ajudante que estava em pausa, sinalizava para o operador acionar o guincho, realizando o arraste até a estrada. O operador acionava o guincho, o recolhia em direção a pilha de madeira, realizava a parada e fazia o arraste. O processo era repetido algumas vezes, até a madeira arrastada ficar paralela a da pilha. Ficava a cargo do ajudante que estava em pausa soltar o cabo do feixe arrastado. Em seguida, organizava-se a madeira arrastada e retornava para realizar um novo arraste.

Figura 3 – Colheita semimecanizada extraída por guincho de arraste.

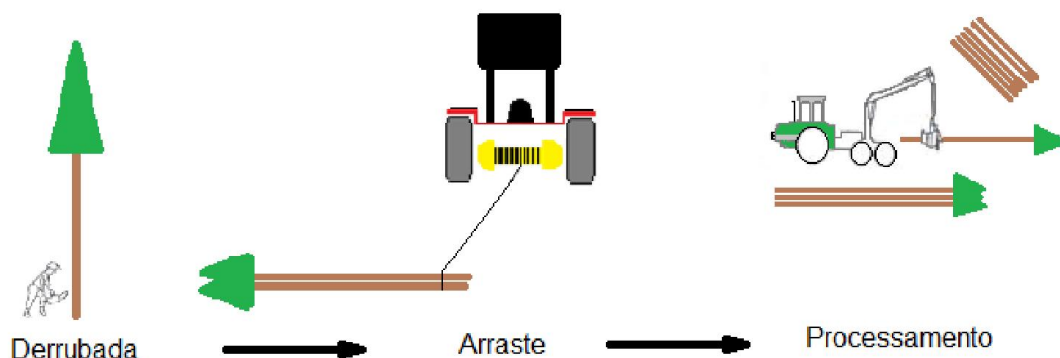
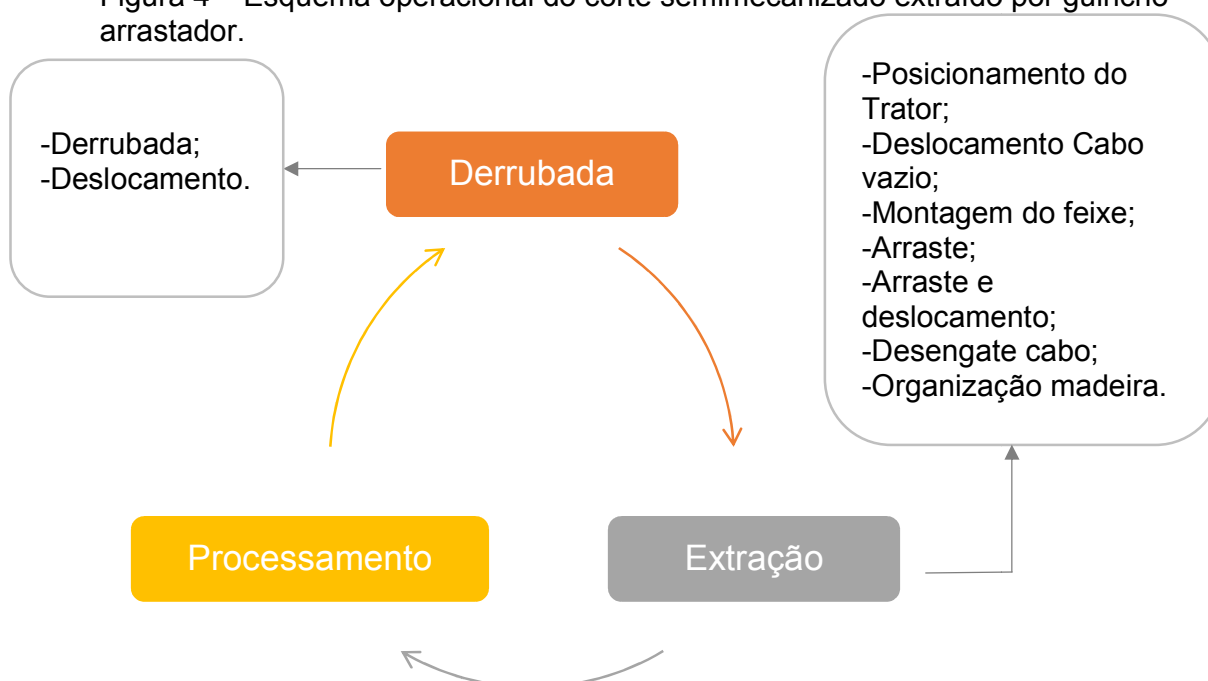


Figura 4 – Esquema operacional do corte semimecanizado extraído por guincho arrastador.



4.5 Caracterização das máquinas e equipamentos utilizados

As motosserras utilizadas na execução das atividades da técnica tradicional possuíam 59 cilindradas, 4,6 CV de potência e massa de 5,6 Kg (sem o combustível, sabre e corrente). Na técnica do Guincho de Arraste foram utilizadas



motosserras com 59 cilindradas, 3,9 HP de potência e massa de 5,5 Kg (sem o combustível, sabre e corrente).

Na operação de arraste, utilizou-se seis tratores de duas marcas (Tabela 1) equipados com guincho de arraste acoplados à sua tomada de potência (TDP) (Figura 5). Dentre os tratores avaliados, foram selecionados três de cada marca.

Figura 5 – Guincho de arraste que equipava os tratores.



Tabela 1 - Principais características dos modelos dos tratores utilizados no arraste.

Máquina	Modelo 1	Modelo 2
Trator		
Motor	Diesel, 4045 T, série 350, 4 cilindros turboalimentado, com bomba injetora rotativa	Diesel, 4 cilindros turbo, com bomba injetora rotativa/injeção direta.
Potência motor (HP)	104	110
Fabricação (ano)	2006	2008
Cilindradas (cm³)	4500	4400
Tração	4x4	4x4

4.6 Análise Técnica

4.6.1 Estudo de Tempos e Movimentos

Na coleta de dados, utilizou-se o método contínuo de cronometragem com o acompanhamento diário da atividade de colheita em campo, dispondo de cronômetro digital e formulário para registro das informações.

O estudo considerou os seguintes elementos parciais, que compõem a atividade de colheita florestal do corte semimecanizado extraído por tombamento manual (Tradicional):

- a) **Deslocamento:** tempo despendido com a movimentação do operador na atividade.
- b) **Direcionamento de queda:** orientação da direção de queda da árvore, afim de se realizar um abate mais seguro.
- c) **Derrubada:** desde o posicionamento da motosserra na árvore até o momento que a mesma atinge o chão.
- d) **Medição e traçamento:** seccionamento da árvore em toretes. O motosserrista mede os toretes com auxílio de um gabarito e realiza o traçamento.
- e) **Tombamento:** deslocamento dos toretes de forma manual até a margem da estrada.
- f) **Empilhamento:** organização da madeira em pilhas na margem da estrada.
- g) **Manutenção:** manutenção corretiva ou preventiva das máquinas, afiação de correntes e abastecimento.
- h) **Pausa:** tempo gasto para alimentação, hidratação, necessidades pessoais e fisiológicas, descanso, dentre outros.

No corte semimecanizado extraído por guincho arrastador (Guincho de Arraste), as atividades foram divididas em:

- a) **Deslocamento:** tempo dispendido na movimentação do operador na atividade.
- b) **Derrubada:** tempo gasto desde o posicionamento da motosserra na árvore até o momento que a mesma atinge o chão.

- c) **Posicionamento do trator:** tempo necessário para manobras e posicionamento no ponto de arraste. Compreende desde o deslocamento do trator até o momento em que se abaixa a sapata do guincho, liberando o cabo.
- d) **Deslocamento com o cabo vazio:** deslocamento do ajudante com o cabo vazio desde o trator até as bandeiras de madeira no talhão.
- e) **Montagem do feixe:** refere-se ao tempo necessário para aproximar os indivíduos, fazer a laçada no feixe e sinalizar para o operador iniciar o arraste.
- f) **Arraste:** deslocamento do feixe de dentro do eito até a borda da estrada.
- g) **Arraste e deslocamento:** refere-se à movimentação da madeira da borda do talhão para estrada e ao arraste da madeira até a pilha de madeiras.
- h) **Desengate do cabo:** deslocamento do ajudante até o feixe para soltar o cabo, até o momento que o operador termina de recolher o cabo.
- i) **Organização da pilha de madeira:** refere-se à acomodação do novo feixe na pilha de madeira e organização de toda pilha.
- j) **Manutenção:** refere-se à manutenção corretiva ou preventiva e abastecimento.
- k) **Pausa:** refere-se ao tempo dispendido para alimentação, hidratação, necessidades pessoais e fisiológicas, descanso, entre outros.

4.6.2 Produtividade

O cálculo da produtividade ($\text{m}^3 \text{HE}^{-1}$) foi baseado na metodologia de Burla (2008). Para sua determinação, foi considerado o volume médio das seções calculado a partir do método de cubagem rigorosa de Smalian (Equação 1), que, somados obteve-se o volume total do indivíduo. Na seleção dos indivíduos a serem cubados, mediu-se indivíduos de todos os tamanhos para obter um valor representativo do povoamento. A partir das árvores cubadas, chegou-se a um volume médio individual (VMI). Este teve seu valor multiplicado pelo número de árvores colhidas, obtendo o volume total médio de árvores colhidas. Na cubagem foi descartado o toco e foram feitas medidas

a0,1m, 0,7 m, 1,3 m, e 2 m. A partir destes valores, foram feitas medidas de 2 em 2 metros.

Com o estudo de tempos e movimentos, mensurou-se o número de horas efetivamente trabalhadas, valor calculado considerando o número total de horas, decrescendo as interrupções mecânicas e operacionais.

O volume das seções foi calculado seguindo-se a Equação 1 de Smalian (SOARES; PAULA NETO; SOUZA, 2012):

$$V = \frac{AS_1 + AS_2}{2} \times L \quad (1)$$

em que:

V = Volume (m³);

AS₁ e AS₂ = Áreas seccional obtidas nas extremidades da secção (m²); e

L = Comprimento da secção (m).

A produtividade foi calculada seguindo-se a Equação 2:

$$\text{Prod} = \frac{(Na \times Va)}{HE} \quad (2)$$

em que:

Prod = Produtividade (m³HE⁻¹);

Na = Número de árvores colhidas;

Va = Volume médio por árvore (m³); e

HE = Horas efetivas de trabalho.

4.6.3 Eficiência Operacional

A eficiência operacional foi calculada utilizando a porcentagem de tempo efetivamente trabalhado em relação ao tempo total programado para o trabalho. O cálculo da eficiência operacional foi baseado na metodologia de OLIVEIRA, LOPES, FIEDLER (2009), por meio da Equação 3:

$$EO = \frac{TE}{(TE + TI)} \times 100 \quad (3)$$

em que:

EO = Eficiência operacional (%);

TE = Tempo de trabalho efetivo em horas; e

TI = Tempo de interrupções operacionais em horas.

4.6.4 Disponibilidade mecânica do sistema

A disponibilidade mecânica indica a porcentagem de tempo que cada máquina está disponível e apta para desempenhar a atividade. O estudo de tempos e movimentos fornece os tempos de operação e as pausas para manutenção. A disponibilidade mecânica foi calculada utilizando a Equação 4.

$$DM = \frac{HE}{(HE + TM)} * 100 \quad (4)$$

em que:

DM = Disponibilidade mecânica (%);

HE = Tempo de trabalho efetivo (hora) e

TM = Tempo de manutenção (hora).

4.7 Análise Estatística

4.7.1. Número mínimo de amostras

Foi realizado um estudo piloto afim de se determinar o tamanho mínimo de amostras a serem utilizadas. Os dados obtidos foram analisados por meio da expressão proposta por Conaw (1977) citado por FIEDLER; COELHO; MINETTE (2008):

$$n = \frac{(t^2 \cdot s^2)}{e^2} \quad (5)$$

em que:

n = Número de amostras necessárias;

t = Valor tabelado a 10% de probabilidade (distribuição t de Student);

s = Desvio-padrão da amostra piloto;e

e = Erro admissível (5% entorno da média).

Considerou-se o número mínimo de amostras necessárias para cada uma das fases que compõe a operação de colheita florestal: derrubada, traçamento, extração e empilhamento da madeira.

4.7.2 Procedimento estatístico

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de *Shapiro-wilk*, utilizando o software gratuito Action 2.9. Os resultados referentes às fases operacionais (corte e extração)do estudo foram comparados pelo teste t de Student ao nível de 5% de probabilidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Estudo de Tempos e Movimentos

A Tabela 2 apresenta o número mínimo de amostras (NMA) e tempos médios necessários para realizar cada uma das atividades de colheita de uma árvore para cada técnica avaliada. O número mínimo de amostras foi calculado para as atividades da técnica tradicional e, o guincho de arraste, foi determinado o número mínimo de 250 amostras. De acordo com a Tabela 2, o número de amostras foi superior ao número mínimo de amostras necessárias em todas as atividades.

Tabela 2 - Número mínimo de amostras (NMA), coletas realizadas, tempo médio do ciclo e percentuais das atividades de colheita para o corte semimecanizado extraído por tombamento manual.

Técnica Tradicional							
Atividade	NMA	Normal			Crítica		
		Coletas realizadas	Tempo médio do Ciclo (Segundos)	%	Coletas realizadas	Tempo Médio do Ciclo (Segundos)	%
Derrubada	109	272	25	6	235	32	4
Traçamento	231	272	140	32	235	166	20
Tombamento	203	258	151	34	250	517	62
Empilhamento	242	258	124	28	250	120	14
Total			440	100		835	100
Técnica do Guincho de Arraste							
Derrubada	250	273	25	8	296	27	7
Arraste	250	505	228	75	352	257	71
Processamento	250	1000	39	13	1000	39	11
Manutenção	-	-	11	4	-	38	11
Total			303	100		361	100

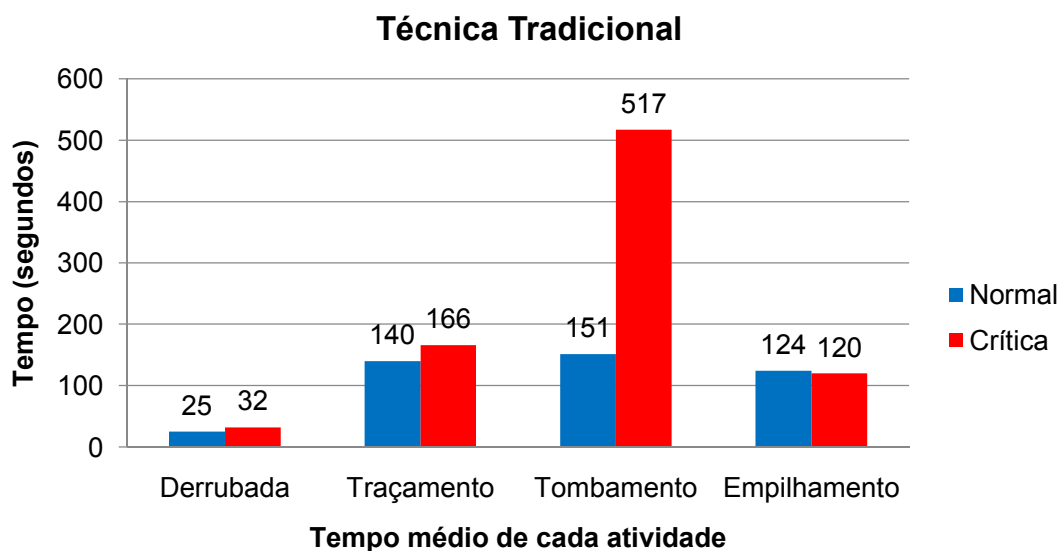
Como pode ser observado, a atividade de tombamento foi a que mais consumiu tempo na técnica tradicional, sendo que a mesma em atividade em áreas críticas consumiu 3,42 vezes mais. Exceto a atividade de empilhamento, todas as atividades realizadas na situação crítica consumiram mais tempo,

valores explicados pelo maior grau de dificuldade, elevado esforço físico e por movimentar toretes de pesos variados em condições desfavoráveis de relevo.

Na Tabela 2, observa-se, que a atividade que mais demanda tempo na técnica tradicional é a extração (tombamento e empilhamento), consumindo pelo menos 62% do tempo total, sendo que o tombamento se destacou com 34% em condições normais e 62% em críticas. Na técnica de guincho de arraste, a atividade de arraste é a que mais demanda tempo, empregando pelo menos 71% do tempo total, devido à complexidade da atividade.

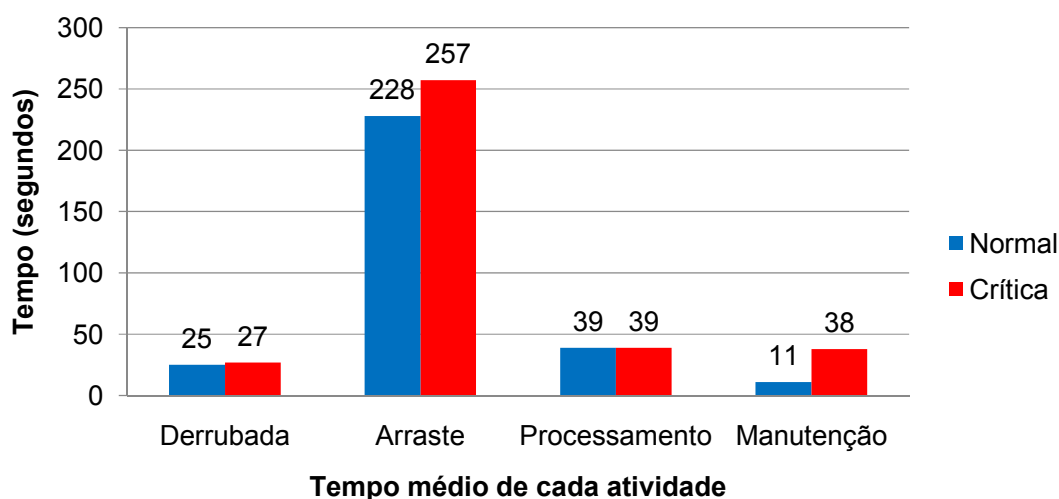
Entretanto, na técnica do guincho, o arraste foi a atividade que consumiu maior média de tempo, seguido por processamento e derrubada. Pode-se perceber na Figura 6 que as atividades realizadas em áreas críticas demandam mais tempo que em condições normais em praticamente todas as atividades, fato explicado pelo maior grau de dificuldade da atividade nestas áreas. Não há variação no processamento (guincho de arraste), pois toda madeira é processada na estrada.

Figura 6 – Percentuais de tempos consumidos na colheita semimecanizada extraída por tombamento manual.



A

Técnica do Guincho de Arraste



B

5.2 Produtividade

Antes de iniciar as medições, foi realizada avaliação do local das atividades, afim de se obter os dados de declividade média e distância média de extração (Quadro 1).

Quadro 1- Dados de distância média de extração e declividade média

Técnica	Condição	Distância média Extração (m)	Declividade Média (°)
Tradicional	Normal	60	33,7
Tradicional	Crítica	60	29,2
Guincho de Arraste	Normal	62	35,5
Guincho de Arraste	Crítica	50	38,8

Dispondo dos dados de horas efetivas trabalhadas, do número de árvores colhidas e do volume médio individual, foi possível calcular a produtividade, conforme o Quadro 2.

Quadro 2- Volume médio individual (VMI) e produtividade

Técnica	Condição	VMI (m³)	Produtividade Corte (m³.HE ⁻¹)	Produtividade Extração (m³.HE ⁻¹)
Tradicional	Normal	0,422	10,12 b	6,68 a
Tradicional	Crítica	0,357	5,48 c	1,20 c

Guincho de Arraste	Normal	0,366	55,48 a	1,98 b
Guincho de Arraste	Crítica	0,388	49,53 a	2,28 b

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de t ao nível de 5% de significância.

Deve ser ressaltado que a atividade na técnica tradicional compreende a derrubada e o traçamento, enquanto no guincho de arraste, só abrange a derrubada. O arraste é realizado por uma equipe de três pessoas e a produtividade por equipe foi $5,95 \text{ m}^3 \cdot \text{HE}^{-1}$ em condição normal e $6,85 \text{ m}^3 \cdot \text{HE}^{-1}$ em condição crítica.

O teste de médias evidenciou que não houve diferença estatística do corte florestal entre as condições, somente entre as técnicas, o que já era de se esperar, uma vez que a técnica tradicional possui uma atividade a mais. O corte realizado na técnica do guincho de arraste, além de mais produtivo, é mais seguro. A condição irregular do terreno em áreas críticas se torna um risco para o operador que terá que realizar o traçamento, pois, além de dificultar o posicionamento seguro, o engaiolamento e enganchamento da madeira são riscos potenciais de atingir o operador durante a atividade.

LEITE et al. (2014) em seu trabalho avaliando a produtividade individual do corte semimecanizado (derrubada + traçamento) em diferentes espaçamentos de plantio em áreas montanhosas, encontraram produtividade de $4,69 \text{ m}^3 \cdot \text{HE}^{-1}$ no espaçamento $3 \times 2,5$; $5,19 \text{ m}^3 \cdot \text{HE}^{-1}$ no $3 \times 3,33 \text{ m}$ e $5,73 \text{ m}^3 \cdot \text{HE}^{-1}$ no $3 \times 4 \text{ m}$. Valores inferiores aos do atual estudo em condição normal que foi de $10,12 \text{ m}^3 \cdot \text{HE}^{-1}$ e muito próximos ao de áreas críticas.

Analisando os dados da extração, foi observado que a produtividade média da técnica tradicional em condição normal se destacou dentre as demais, obtendo valor pelo menos 2,92 vezes maior que os demais.

O estudo realizado por PLASTER (2010), avaliando a colheita de pinus utilizando a técnica tradicional, resultou numa produtividade média no tombamento manual de $6,27 \text{ m}^3 \cdot \text{HE}^{-1}$, realizada por oito funcionários, ou $0,78 \text{ m}^3 \cdot \text{HE}^{-1} \cdot \text{trabalhador}^{-1}$, dados inferiores aos $6,68 \text{ m}^3 \cdot \text{HE}^{-1}$ obtidos em áreas normais e $1,2 \text{ m}^3 \cdot \text{HE}^{-1}$ em áreas críticas.

Os rendimentos da derrubada obtidos na técnica do guincho de arraste de $55,48$ e $49,53 \text{ m}^3 \cdot \text{HE}^{-1}$ foram superiores aos obtidos por BANTEL (2010),

que, avaliando o sistema de colheita de árvores inteiras em áreas montanhosas, obteve rendimento máximo de $31,36 \text{ m}^3.\text{HE}^{-1}$.

De acordo com o Quadro 2 pode-se observar que não há diferença estatística na técnica do guincho de arraste entre as condições normais e críticas, porém, nota-se que a produtividade em áreas críticas foi superior, dado explicado devido a madeira acumular em um único ponto, facilitando na montagem do feixe. A técnica do guincho de arraste em ambas condições é mais produtiva que a tradicional em áreas críticas, além de menos desgastante.

As produtividades da extração da técnica do guincho de arraste de 1,98 e $2,28 \text{ m}^3.\text{HE}^{-1}$, nas condições normais e críticas, respectivamente, foram inferiores às encontradas por VOLPATO et al. (1991), citado por SEIXAS e CASTRO (2014), em seu estudo utilizando o mesmo modelo de guincho, que obtiveram rendimentos operacionais individuais máximos de $4,76 \text{ m}^3.\text{HE}^{-1}$.

A madeira colhida em áreas críticas tende a acumular em um ponto do terreno, geralmente no fundo das grotas. Este acúmulo da madeira facilita a atividade de arraste, pois, o ajudante necessita de menos tempo montando o feixe de madeira, explicando assim sua maior produtividade quando comparada com a produtividade em área normal.

O planejamento das estradas está diretamente relacionado com a produtividade das técnicas, principalmente em áreas acidentadas. A atividade de arraste é muito influenciada pelo volume e largura das estradas. Portanto, o ideal é que se planeje as estradas antes de implantar a floresta. As estradas devem estar bem distribuídas ao longo do talhão, priorizando a parte inferior do talhão, além de serem mais largas, principalmente em pontos de arraste e de depósito de madeira.

Dentre as técnicas avaliadas, a tradicional é a mais indicada para pequenos e médios produtores, que possuem pequenas áreas. Já o guincho de arraste é mais recomendado para áreas maiores com características côncavas, por ser mais seguro e produtivo.

5.3 Eficiência Operacional

A eficiência operacional foi calculada para as técnicas nas duas condições de estudo, obtendo os seguintes valores (Tabela 3).

Tabela 3 – Eficiência operacional das técnicas avaliadas

Técnica	Condição	Horas efetivas .mês⁻¹	Horas paradas .mês⁻¹	Eficiência Operacional (%)
Tradicional	Normal	139,80	40,2	77,76
Tradicional	Crítica	117,08	62,92	73,18
Guincho de Arraste	Normal	176,40	3,60	98,40
Guincho de Arraste	Crítica	114,69	65,30	63,72
Tradicional	Normal	142,27	37,72	79,04
Tradicional	Crítica	150,51	29,48	83,62
Guincho de Arraste	Normal	165,52	14,47	91,96
Guincho de Arraste	Crítica	143,29	36,70	79,61

A atividade de corte que apresentou maior eficiência operacional foi a técnica do guincho de arraste em condições normais com 98,4%, que pode ser explicado pelo trabalho executado em condições mais favoráveis e por incluir apenas a derrubada. Os valores inferiores de eficiência operacional se concentram nas áreas críticas, com 63,72% para a técnica do guincho de arraste e 73,18% para a técnica tradicional, resultados que podem ser explicados pela condição mais desgastante, sendo necessário maior número de paradas tanto para manutenção, quanto para descanso.

A extração por guincho arrastador apresentou eficiência operacional de 91,96%, valor explicado pela atividade utilizar dois ajudantes, enquanto um realiza a atividade o outro fica em pausa. A eficiência operacional do guincho arrastador em áreas críticas não foi maior devido ao maior número de paradas para manutenção, pois, nestas condições, observa-se que o cabo arrebenta com maior frequência. Os valores de eficiência operacional foram próximos para o tombamento manual, com 79,04% em condições normais e 83,6% em condições críticas.

5.4 Disponibilidade Mecânica

Obteve-se os seguintes valores de disponibilidade mecânica para a técnica do guincho de arraste (Tabela 4).

Tabela 4 - Grau de disponibilidade mecânica do guincho arrastador

Técnica	Condição	Disponibilidade Mecânica (%)
Guincho de Arraste	Normal	95,00
Guincho de Arraste	Crítica	84,17

De acordo com a Tabela 4, pode-se notar que o guincho arrastador em condições normais obteve maior disponibilidade mecânica do que em condições críticas. Condições críticas são mais desgastantes para máquinas e equipamentos (THEES; FRUTIG; FENNER, 2011). Além do maior número de paradas para manutenção, observa-se que o rompimento do cabo de aço ocorre com maior frequência nestas condições.

6 CONCLUSÕES

- No estudo de tempos e movimentos, os tempos de colheita em áreas críticas (grotas) foram superiores às condições normais. A atividade que mais demandou tempo foi a extração, principalmente nas operações de tombamento e arraste.

- Em ambas condições avaliadas, o corte semimecanizado com extração realizada pela técnica do guincho de arraste foi mais produtivo, seguro e ergonômico.

- A extração por tombamento manual em condições normais se destacou apresentando maior produtividade que as demais.

- O arraste mostrou-se menos produtivo que o tombamento manual em condições normais. Porém, em condições críticas, a produtividade do arraste foi superior, além de ser mais seguro e demandar menor esforço físico dos trabalhadores.

- Em condições normais de trabalho obtêm-se maiores valores de eficiência operacional.

- O maior desgaste das máquinas e equipamentos em áreas críticas resultou em valores inferiores de disponibilidade mecânica.

- A técnica tradicional é a mais indicada para pequenos produtores que possuem pequenas áreas, ou locais que não possuem relevo côncavo, devido à produtividade, baixo investimento inicial e custo de manutenção. Já a técnica do guincho de arraste é mais indicada para áreas sem estradas na parte inferior do talhão e áreas de relevo côncavo, por ser mais produtiva, segura e menos desgastante.

7 REFERÊNCIAS

AMBIENTE BRASIL, **Fomento Florestal**. 2015. Disponível em: <http://ambientes.ambientebrasil.com.br/florestal/fomento_florestal/fomento_florestal.html>. Acesso em: 14 set. 2015.

BANTEL, C. A. **Aproveitamento de propriedades rurais de topografia acidentada ou de pequena e média dimensão na produção florestal**. 2009. Disponível em: <<http://www.sbef.org.br/bantel4.html>>. Acesso em: 10 mar. 2015.

BANTEL, C. A. **Estudo de diferentes sistemas de colheita de Eucalyptus spp em área montanhosa**. 2010. 145 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

BARNES, R.M. **Estudos de movimentos e de tempos - projeto e medida do trabalho**. Tradução da 6 ed. Americana. São Paulo, Edgard Blucher. 1977. 635 p.

BURLA, E. R.; FERNANDES, H. C.; MACHADO, C. C.; LEITE, D. M.; FERNANDES, P. S. **Avaliação técnica e econômica do harvester em diferentes condições operacionais**. Engenharia na Agricultura, Viçosa - MG, v.20, n.5, 412-422p, Setembro / Outubro, 2012.

BURLA, E.R. **Avaliação técnica e econômica do “harvester” na colheita do eucalipto**. 2008. 62p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

CANTO, J. L.; MACHADO, C. C.; SOUZA, A. P.; GARLET, A.; CARVALHO, R. M. M. A; NOCE, R.. Avaliação das condições de segurança do trabalho na colheita e transporte florestal em propriedades rurais fomentadas no Estado do Espírito Santo. *Revista Árvore* [online]. 2007, vol.31, n.3, pp. 513-520. ISSN 1806-9088

CASTRO, D. R. C.; RAMOS, M. O.; COSTA, D. O. C. Estudo de Tempos e Movimentos no Processo de Flow Rack em uma Empresa de Distribuição. In: XXXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2012, BENTO GONÇALVES, RS. **Anais....** Bento Gonçalves, 2012.

CHICHORRO, J. F.; BAUER, M. O.; PEREIRA, D. P. Viabilidade econômica e mercados para as florestas de produção em pequenas propriedades. In: SILVA, E. N. et al. **Florestas de Produção**. Viçosa, MG: Suprema, 2014. p. 183-210.

COUTO, J. L. V. **It 154 motores e tratores riscos de acidentes com tratores agrícolas**. Disponível em: <www.segurancaetrabalho.com.br/download/tratores-couto.doc>. Acesso em: 30 nov. 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.

FIEDLER, N. C.; COELHO, F.; MINETTE, L. J. Análise de fatores ergonômicos do ambiente de trabalho nas atividades de poda de árvores no Distrito Federal. **Engenharia na Agricultura**. Viçosa, v. 16, n. 2, p. 192-198 abr./jun. 2008.

FISCHER, A. O fomento na indústria de base florestal. **Informe Gepec**, v. 13, n. 2, p. 6-19. 2009.

FREITAS, L. C.; MACHADO, C. C.; SILVA, G. C. A mecanização da colheita florestal no Brasil. **Revista da Madeira**, v.20, n.121, p.46-50, 2009.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES – IBA. **Indicadores de Desempenho do setor nacional de árvores plantadas referentes ao ano de 2013**. Brasília: IBA, 2014. Disponível em: <http://www.bracelpa.org.br/shared/iba_2014_pt.pdf>. Acesso em: 04 nov. 2014.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES – IBA. **Indicadores de Desempenho do setor nacional de árvores plantadas referentes ao ano de 2013**. Brasília: IBA, 2015. Disponível em: < http://iba.org/images/shared/iba_2015.pdf>. Acesso em: 08 out. 2015.

INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL - INCAPER. **Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural 2011**. Disponível em:< <http://www.incaper.es.gov.br/proater/>>. Acesso em: 01 set. 2014.

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS-IEF, **Fomento Florestal**. Disponível em:
<http://www.ief.mg.gov.br/index.php?Itemid=90&id=58&option=com_content&task=view>. Acesso em: 16 set. 2015.

ISSA, M. de A. **Análise da Paisagem como subsídio ao ordenamento territorial no município de Monteiro Lobato-SP**. São José dos Campos: UNIVAP, 2003. 117 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional) Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos, SP, 2003.

LEITE, A. M. P. **Análise da terceirização na colheita florestal no Brasil**. Viçosa, MG: UFV, 2002. 251 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

LEITE, A. M. P.; FERNANDES, H. C.; GUEDES, I. L.; AMARAL, E. J.; LACERDA, E. G. Utilização de guindaste na extração de madeira em região montanhosa. **Revista Árvore**, Viçosa, v.36, n.1, p. 195-201, jan./fev. 2012.

LEITE, A. M. P.; LOPES, E. da S.; FIEDLER, N. C; MACHADO, C. C.; SILVA, E. N. da. Colheita Florestal em Propriedades Rurais. In: SILVA, E. N. et al. **Florestas de Produção**. Viçosa, MG: Suprema, 2014. p. 237-272.

LEITE, E. da S.; FERNANDES, H. C.; GUEDES, I. L.; AMARAL, E. J. do. Análise técnica e de custos do corte florestal semimecanizado em povoamentos de eucalipto em diferentes espaçamentos. **Revista Cerne**, v. 20, n. 3, p. 637-643, 2014.

MACHADO, C.C.; SILVA, E. N.; PEREIRA, R. S; CASTRO, G. P. O setor florestal brasileiro e a colheita florestal. In: Machado, C.C. (Ed.) **Colheita Florestal**. 3 ed. Viçosa, MG: UFV, 2014. p. 15-45.

MALINOVSKI, J. R.; CAMARGO, C. M. S.; MALINOVSKI, R. A.; MALINOVSKI, R. A.; CASTRO, G. P. Sistemas. In: Machado, C.C. (Ed.) **Colheita Florestal**. 3 e.d.Viçosa, MG: UFV, 2014. p. 178-205.

MALINOVSKI, R.A.; MALINOVSKI, R.; MALINOVSKI, J.R.; YAMAJI, F.M. Análise das variáveis de influência na produtividade das máquinas de colheita de madeira em função das características físicas do terreno, do povoamento e do planejamento operacional florestal. **Revista Floresta**, Curitiba, v.36, n.2, p.169-182, 2006.

MALINOVSKI, R.A.; MALINOVSKI, J. R. **Evolução dos sistemas de colheita de pinus na região sul do Brasil**. Curitiba: FUPEF, 1998, 138 p.

MENDES, Jefferson B. **Incentivos e mecanismos financeiros para o manejo Florestal sustentável na Região Sul do Brasil**. Curitiba. Relatório FAO-03: Mecanismos Financeiros. 2005.

OLIVEIRA JÚNIOR, E. D. de; SEIXAS, F. **Análise energética de dois sistemas mecanizados na colheita de eucalipto**. ScientiaForestalis, São Paulo, n. 70, p. 49-57, abr. 2006.

.

OLIVEIRA, P. R. S. de; VALVERDE, S. R.; COELHO, F. M. G. **Aspectos de relevância econômica no fomento florestal a partir da percepção dos**

produtores rurais envolvidos. *Rev. Árvore* [online]. 2006, vol.30, n.4, pp. 593-602. ISSN 1806-9088.

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

PENNA, E.S. **Avaliação ergonômica e ambiental de cabos aéreos na colheita de pinus em Cerro Azul, PR.** 2009. 155p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

PLASTER, O. B. **Fatores operacionais e de custo na colheita de pinus em área declivosa no sul do Espírito Santo.** Jerônimo Monteiro: UFES, 2010. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES, 2010.

RESSEL FILHO, E. H. Rendimento da colheita semimecanizada e extração de madeira em 1º desbaste de *eucalyptusgrandis Hill exmaiden* na Klabin Riocell, em Guaíba/RS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 5., 2001, Porto Seguro. **Anais...** Viçosa, MG: Sociedade de Investigações Florestais, 2001. p.194-205.

ROBERT, R. C. G; **Análise técnica e econômica de um sistema de colheita mecanizada em plantios de Eucalyptus spp. em duas condições de relevo acidentado.** 112p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

ROBERT, R. C.G.; SILVA, F. A. P. C.; ROCHA, M. P. da ; AMARAL, E. J. do ; GUEDES, I. L. . Avaliação do Desempenho Operacional do harvester 911.3 X3M em Áreas Declivosa. **Floresta e Ambiente**, v. 20, p. 183-190, 2013.

ROCHA, A. H. **Estudo de tempos e movimentos como ferramenta para a melhoria da produtividade nas obras.** Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola

Politécnica, 2014. 71 f. Monografia (Monografia em Construção Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro/Escola Politécnica, Rio de Janeiro, RJ, 2014.

SANT'ANNA, C. M. Corte. In: Machado, C.C. (Ed.) **Colheita Florestal**. 3 e.d. Viçosa, MG: UFV, 2014. p. 74-105.

SEIXAS, F.; BARBOSA, R.F.; RUMMER, R. Colheita de madeira de eucalipto. **Revista da Madeira**, Curitiba, n.82, 2004.

SEIXAS, F; CASTRO, G. P. Extração. In: Machado, C.C. (Ed.) **Colheita Florestal**. 3 e.d. Viçosa, MG: UFV, 2014. p. 106-161.

SILVA, M. L.; MIRANDA, G. M.; CORDEIRO, S. A.; LEITE, E. S. Custos. In: Machado, C.C. (Ed.) **Colheita Florestal**. 3 e.d. Viçosa, MG: UFV, 2014. p. 253-287.

SOARES, C. P. B.; PAULA NETO, F.; SOUZA, A. L. Volumetria. In: SOARES, C.P.B.; PAULA NETO, F.; SOUZA, A.L. **Dendrometria e Inventário Florestal**. 2 e.d. Viçosa, MG: UFV, 2012. p. 63-90.

THEES, O.; FRUTIG, F.; FENNER, P. Colheita *de madeira em terrenos acidentados*. – Recentes desenvolvimentos técnicos e seu uso *na Suíça*. In: *XVI SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO EM SISTEMA DE COLHEITA DE MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL*, 16. 2011, Campinas, SP. **Anais.... Campinas, SP, 2011. P. 125-146.**

VIDAL, N. G. **Acordos empresa florestal–comunidade no Brasil: situação atual e oportunidades para ação**. Washington, D.C. Forest Trends, 2005.