

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FELIPE RODRIGUES DE CAMARGO

DINÂMICA OPERACIONAL EM ÁREAS DECLIVOSAS NO MUNICÍPIO
DE SENGÊS-PR

CURITIBA
2016

DINAMINA OPERACIONAL EM ÁREAS DECLIVOSAS NO MUNICÍPIO DE SENGÊS-PR

2016

FELIPE RODRIGUES DE CAMARGO

DINÂMICA OPERACIONAL EM ÁREAS DECLIVOSAS NO MUNICÍPIO DE
SENGÊS-PR

Trabalho apresentado como requisito parcial à obtenção do grau de MBA em Gestão Florestal no curso de pós-graduação em Gestão Florestal, Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Profº Dr. Renato Cesar Gonçalves Robert

CURITIBA
2016

TERMO DE APROVAÇÃO

FELIPE RODRIGUES DE CAMARGO

DINAMINA OPERACIONAL EM ÁREAS DECLIVOSAS NO MUNICÍPIO DE
SENGÊS-PR

Trabalho apresentado como requisito parcial à obtenção do grau de MBA em Gestão Florestal no curso de Pós-graduação em Gestão Florestal, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná-UFPR, pela seguinte banca examinadora:

Profº Dr.

Profº Dr.

Profº Dr.

Curitiba, novembro de 2016

A Deus, meus pais, minha esposa, família e amigos por estarem sempre ao meu lado durante minha vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pelo Dom da vida, pela saúde e sabedoria para seguir e buscar objetivos traçados em minha vida.

Agradeço a todas as pessoas que estiveram presentes em minha vida, em especial a meus pais, minha esposa, familiares e amigos que sempre me apoiaram e incentivaram para realização deste curso.

Ao Curso de MBA em Gestão Florestal, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, na pessoa de seu coordenador Prof. João Carlos Garzel L. da Silva, pelo apoio recebido. Agradeço especialmente ao meu orientador Prof. Dr. Renato Cesar Gonçalves Robert que sempre esteve presente no processo de elaboração, pelos ensinamentos, orientação e sugestões que contribuíram para o desenvolvimento deste. E a todos os professores do curso de MBA em Gestão Florestal que colaboraram durante o período de estudo de alguma forma para conclusão deste trabalho.

Agradeço a empresa que me possibilitou a realização deste trabalho e em especial a equipe da operação, pelos ajudantes Ozico, Leoni, Valdinei e Valter e pelo operador de máquina Antônio. Obrigado senhores pela paciência durante a coleta de dados.

Não há no mundo exagero mais belo que a gratidão!

*Ama-se mais o que se conquista com esforço.
Benjamin Disraeli*

RESUMO

Este trabalho objetivou analisar os tempos do ciclo operacional e a produtividade do trator florestal *Skidder* de cabo na extração de madeira em diferentes métodos e distância, visando gerar informações para o planejamento eficiente das operações e o melhor método a ser implantado. Este estudo foi conduzido em uma empresa situada no sudoeste do estado do Paraná. Realizou-se estudo de tempos e movimentos do ciclo operacional em diferentes métodos de extração de madeira, onde através destes foi realizado a análise estatística e a produtividade entre dos métodos. Os resultados indicaram que as atividades que consumiram a maior parte do tempo total do ciclo de trabalho foram o “arraste do cabo de aço e engate” com 39% e “desengate” com 26%. Ficou evidente que quanto maior a distância de extração de madeira menor é a produtividade da máquina *Skidder* de cabo em todos os métodos analisados e, o método que apresentou ser mais eficaz em áreas declivosas foi o com três ajudantes e dezesseis cabos estrobo.

Palavras-chave: Métodos de extração; *Skidder*; áreas declivosas

ABSTRACT

This study aimed to analyze the operating cycle times and productivity skidder cable skidder in logging in different methods and distance, aimed at generating information for efficient planning of operations and the best method to be implemented. This study was conducted in a company located in the southwest of Paraná. We conducted a study of times and movements of the operating cycle in different logging methods, which through these statistical analysis was performed and productivity of the methods. The results indicated that the activities that consume most of the total duty cycle time have been the "drag steel cable and hook" and 39% "trip" at 26%. It was evident that the greater the smaller logging away is the productivity of the cable skidder machine in all methods and analyzed, the method showed to be more effective in hilly areas was three helpers and sixteen strobe cables

Keywords: extraction methods; skidder ; hilly areas.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - Sistema de árvores inteira (Full-tree).....	19
FIGURA 2 - Mapa da localização da área de estudo em Ouro Verde-PR.....	24
FIGURA 3 - Trator Florestal Skidder de Cabo Caterpillar 525C.....	26
FIGURA 4 - Correntes 7/16”.....	27
FIGURA 5 - Cabo Estrobo Black Steel.....	27
FIGURA 6 - Operador do Skidder (a) e Ajudantes (b).....	28
FIGURA 7 - Elemento Deslocamento vazio	30
FIGURA 8 - Elemento arraste do cabo de aço e engate	31
FIGURA 9 - Elemento guinchamento	31
FIGURA 10 - Elemento desengate das correntes	32
FIGURA 11 - Elemento empilhamento	32

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Tempos médios do ciclo operacional em diferentes métodos de extração.	35
TABELA 2 - Quantidade de árvores extraídas na distância de 0 – 50m dos métodos de extração.....	36
TABELA 3 - Análise de variância da quantidade de árvores extraídas pela distância de 0 – 50m dos métodos de extração.	37
TABELA 4 - Comparação da média de árvores extraídas pela distância de 0 – 50m dos métodos de extração.	37
TABELA 5 - Quantidade de árvores extraídas na distância de 50 – 100m dos métodos de extração.....	38
TABELA 6 - Análise de variância da quantidade de árvores extraídas pela distância de 50 – 100m dos métodos de extração.	39
TABELA 7 - Comparação da média de árvores extraídas pela distância de 50 – 100m dos métodos de extração.	39
TABELA 8 - Quantidade de árvores extraídas na distância de 100 – 150m dos métodos de extração.....	40
TABELA 9 - Análise de variância da quantidade de árvores extraídas pela distância de 100 – 150m dos métodos de extração.	41
TABELA 10 - Comparação da média de árvores extraídas pela distância de 100 – 150m dos métodos de extração.	41
TABELA 11 - Total de árvores extraídas em cada método e total de horas efetivas de trabalho nas distancias de extração de 0 – 50m, 50 – 100m e 100 – 150m.	43
TABELA 12 - Produtividade (m ³ /cc) dos métodos de extração considerando todas as distancias (0 – 50m, 50 – 100m e 100 – 150m).	44
TABELA 13 - Análise de variância produtividade (m ³ /cc) dos métodos de extração considerando todas as distancias (0 – 50m, 50 – 100m e 100 – 150m).	44
TABELA 14 - Comparação da produtividade média (m ³ /cc) dos métodos de extração considerando todas as distancias (0 – 50m, 50 – 100m e 100 – 150m).	45

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - Porcentual de tempos médios do ciclo operacional.....	46
GRÁFICO 2 - Produtividade em m ³ /cc dos métodos considerando as distâncias de extração de 0 – 50m, 50 – 100m e 100 – 150m.....	47

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVO	16
2.1 OBJETIVO GERAL	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3 MATERIAL E MÉTODO	17
3.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
3.1.1 Produção Florestal do Brasil.....	17
3.1.2 Colheita Florestal	17
3.1.3 Estudo de tempos e movimentos.....	22
3.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	24
3.3 COLETA DOS DADOS	25
3.4 EQUIPAMENTOS DE EXTRAÇÃO.....	26
3.5 AMOSTRAGEM	28
3.6 ELEMENTOS DO CICLO.....	29
3.6.1 Deslocamento vazio.....	29
3.6.2 Arraste do cabo de aço e engate.....	30
3.6.3 Guinchamento.....	31
3.6.4 Desengate	32
3.6.5 Empilhamento	32
3.7 CARACTERIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE COLHEITA UTILIZADO	33
3.8 ANÁLISE DOS DADOS	34
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1 RESULTADOS.....	35
4.1.1 Avaliação dos tempos médios do ciclo operacional por método de extração.	35
4.1.2 Avaliação da quantidade de arvores extraídas por distância.	36

4.1.3 Avaliação da produtividade.....	42
4.2 DISCUSSÕES.....	45
5 CONCLUSÃO	49
6 REFERÊNCIAS.....	50
7 APÊNDICES	52

1 INTRODUÇÃO

Devido ao aumento da demanda pela matéria prima madeira para atender à produção de produtos derivados do pinus no estado do Paraná, as empresas florestais brasileiras começaram a investir e verificar melhorias para aumentar a produtividade do setor florestal.

Dentro deste setor, as atividades da colheita de madeira, composta pelas etapas de corte e extração são de grande importância do ponto de vista econômico, representando mais de 50% do custo final da madeira posta na indústria, Machado (2008). De acordo com Lopes (2001) a colheita é influenciada por diversos fatores técnicos, ambientais, ergonômicos e sociais que interferem nos custos e na forma de execução das operações.

A extração é uma das etapas de maior complexidade na colheita de madeira, sendo responsável pela retirada da madeira do interior do talhão até a beira da estrada ou pátio intermediário, exigindo um planejamento rigoroso, devido à influência de diversos fatores que afetam diretamente a produtividade e os custos de produção, como distância de extração, declividade do terreno, densidade do talhão, características do povoamento, tipo de máquina e nível de experiência do operador (OLIVEIRA *et al.*, 2009; SANTOS *et al.*, 2013; SEIXAS, 2014).

Studier e Binkley (1974) afirmam que a extração da madeira se torna ainda mais complexa quando realizada em terrenos declivosos, sendo, atualmente um grande desafio para as empresas florestais, exigindo um alto nível de planejamento das atividades, bem como o desenvolvimento de máquinas e equipamentos específicos para estas condições, capazes de aliar os custos envolvidos e a interferência no meio ambiente. Para uso nessas condições de terreno, existem diversas opções de equipamentos disponíveis no mercado, podendo-se destacar os sistemas de cabos aéreos, os guinchos de tração e os balões e helicópteros, que podem ser utilizados em áreas com até 100% de declividade.

Em função da complexidade da extração de madeira em terrenos declivosos, dos elevados custos, dos danos ao meio ambiente e da expansão das áreas florestais nessas, muitas empresas têm buscado novas alternativas de extração de madeira que

sejam viáveis em relação aos aspectos técnico, econômico e ambiental (SILVA *et al.*, 2003; ROCHA *et al.*, 2009).

Entretanto como ainda existe poucas informações sobre a dinâmica na operação da extração com *skidder* de cabo em terrenos declivosos, torna-se necessária a realização de estudos para obtenção de informações para o desenvolvimento de técnicas que melhorem o desempenho operacional na extração de madeira com guincho.

Desta forma, o presente trabalho visa realizar uma avaliação operacional do trator florestal *skidder* de cabo (*Chocker Skidder*) na extração de madeira, num povoamento de *Pinus taeda* em região montanhosa, analisando através de um estudo de tempo o seu desempenho em diferentes métodos e distância na extração da madeira, visando gerar informações do melhor método para aumentar a produtividade da máquina.

2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar o método mais eficiente na extração de madeira com *skidder* de cabo em áreas declivosas no município de Sengés-PR.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar diferentes quantidades de componentes na extração (Correntes e Cabos Estrobo) em cada método;
- Avaliar diferentes quantidades de ajudantes (auxiliares) em cada método;
- Avaliar diferentes distâncias de extração em cada método.

3 MATERIAL E MÉTODO

3.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1.1 Produção Florestal do Brasil

O setor de florestas plantadas no Brasil vem passando por uma significativa expansão desde a última década, com uma taxa de crescimento anual de 4,6%. De acordo com números da ABRAF (2013), no ano de 2012 a área brasileira de plantios de Eucalyptus e Pinus atingiu 6,66 milhões de hectares, sendo 76,6% de plantio de Eucalyptus e 23,4% destinados as florestas de Pinus. Estas florestas estão distribuídas por 16 estados brasileiros em diferentes condições topográficas (áreas planas, onduladas e montanhosas).

Além disso, deve-se destacar a sua importância para a economia nacional. Estima-se que em 2012, o setor florestal manteve 4,4 milhões de postos de empregos, incluindo empregos diretos (0,6 milhão), empregos indiretos (1,3 milhão) e empregos resultantes do efeito-renda (2,4 milhões) e um valor bruto da produção (VBP) obtido pelo setor totalizando BRL 56,3 bilhões, segundo o Anuário Estatístico da Associação Brasileira de Florestas Plantadas, ABRAF (2013).

3.1.2 Colheita Florestal

A colheita florestal pode ser definida como um conjunto de atividades que visam o corte, a extração e o sortimento da madeira onde se faz necessário o uso de técnicas específicas para proporcionar um determinado produto oriundo. A colheita destaca-se como a fase mais importante do ponto de vista técnico-econômico e inclui as etapas de corte (derrubada, desgalhamento e traçamento ou processamento); descascamento, extração e carregamento, Machado (2002).

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

3.1.2.1 Sistemas de Colheita de Madeira

Segundo a FAO MONTES 2 (1978) e Malinovski e Malinovski (1998), os sistemas de colheita podem ser classificados quanto ao comprimento das toras e forma como são extraídas ao local de processamento. Segundo Malinovski e Malinovski (1998), desta forma existem basicamente 4 (quatro) sistemas de colheita:

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

Segundo Seixas e Oliveira Júnior (2001), no Brasil predominam dois sistemas (toras curtas e árvores inteiras) na colheita florestal, cujos módulos foram desenvolvidos em função dos tipos de máquinas e manipulação da madeira: o sistema escandinavo “cut-length” (toras curtas) e o sistema norte americano “full tree” (árvores inteiras). Os autores verificaram que ambos os módulos de colheita podem provocar distúrbios ao solo, dependendo das condições de umidade e do relevo.

No sistema de árvores inteiras (Full-tree) é largamente utilizado na colheita de Pinus em regiões acidentadas, onde a árvore é derrubada e extraída para fora do talhão e seu o processamento é realizado em locais previamente determinados, como mostra a Figura 1.

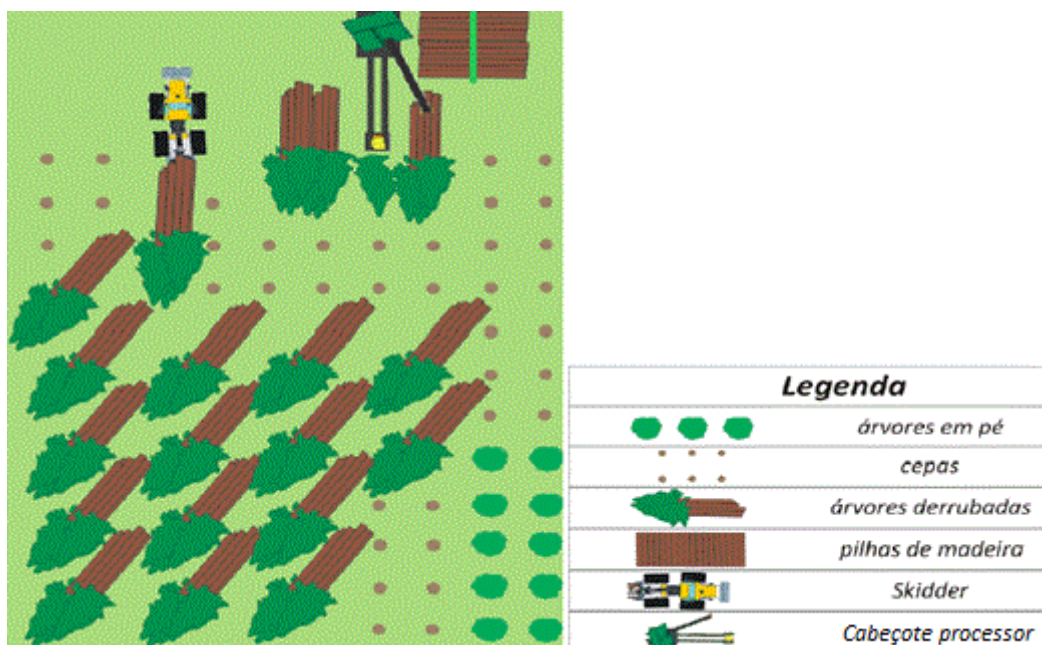


FIGURA 1 - Sistema de árvores inteira (Full-tree)
 FONTE: O autor (2016).

3.1.2.2 Extração

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

Na etapa de extração da madeira com *skidder de cabo*, existem diversas condições adversas para obter um rendimento favorável na extração da madeira, dentro dessas condições, citam-se algumas destas:

Condições climáticas, como em dias de chuva, onde é necessária a realização de um planejamento adequado, pois em condições de terreno acidentado, em dias de chuva ocorre o encharcamento do solo e a atividade de extração se torna impossibilitada, devido ao grau de risco e a dificuldade na operação. Sendo viável a realização de um planejamento antecipado em condições de chuva para terrenos acidentados. Segundo Seixas (2008) a uma total incapacidade de movimentação do veículo em uma determinada condição de tipo de solo e conteúdo de umidade.

Condições de topografia, como acidentado, quanto mais acidentado o terreno, mais dificuldade na extração de madeira do interior do talhão. Nessas condições a dificuldade de se locomover no interior do talhão é maior, tanto para máquina *skidder*

de cabo como para os ajudantes que realizam o engate das correntes nas árvores. De acordo com Seixas (2008) a inclinação do terreno delimita o equipamento que será utilizado, influenciando diretamente o rendimento da máquina escolhida. Deve ser respeitada para cada equipamento a sua capacidade máxima de trabalho, de acordo com a declividade e as imperfeições do terreno.

A etapa de corte das árvores também se destaca na extração de madeira com *skidder* de cabo, onde através da derrubada, as árvores podem estar juntas ou dispersas uma das outras. Quando juntas, possibilita um melhor rendimento no engate das correntes nas árvores podendo engatar mais de uma árvore por corrente, aumentando o número de árvores a serem extraídas.

Densidade e tipo do povoamento da floresta. Em Florestas com baixa densidade, o tempo de viagem do equipamento aumenta e a produção fica abaixo da média e os custos unitários tornam-se maiores. Uma vez que mais tempo é gasto para remover uma menor quantidade de madeira, Seixas (2008).

Distância de extração da madeira do interior do talhão até o pátio intermediário influencia diretamente no desempenho da máquina *skidder* de cabo. Birro (2002), avaliando a extração de madeira com “track-skidder” em região montanhosa relatou que aumentando a distância de extração, o deslocamento da máquina passou a ser um item significativo em seu ciclo de operação, afetando significativamente a sua eficiência operacional.

3.1.2.3 Tipos de Extração

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

- Arraste: Quando a carga está em contato total ou parcial com o terreno. E citam os principais equipamentos os tratores agrícolas adaptados, skidders, guinchos, extração manual e animal;
- Baldeio: É quando a carga é extraída sobre uma plataforma como um trailer ou um trator autocarregável como forwarders e tratores auto-carregáveis;

- Suspensão: É quando a madeira é extraída suspensa por meio de teleféricos, balões ou helicópteros.

3.1.2.4 Trator Florestal Skidder

O trator florestal *skidder* é a máquina mais utilizada para o arraste da madeira, porém algumas restrições de uso dizem respeito à declividade do terreno. Machado (1984) destaca-se que para obter a máxima eficiência operacional, a declividade do terreno deve estar entre 30% sentido favorável e 10% sentido adverso.

Segundo Seixas (2002), o *skidder* surgiu na década de 60 e é um veículo versátil, forte, fácil de operar e econômico. Sua robustez e facilidade de manutenção são algumas das razões que o fazem popular na atividade florestal.

De acordo com Machado et al. (2008) o *skidder* é um trator florestal articulado com tração 4 x 4, 6 x 6 e até 8 x 8, desenvolvido exclusivamente para o arraste de árvores. Também existem modelos projetados e construídos sobre esteiras. Máquina projetada para operar no sistema de árvores inteiras onde executa o arraste do corte até a margem da estrada.

Machado et al. (2008) cita que na parte frontal a máquina apresenta uma lâmina que auxilia na limpeza de vias de acesso, remoção de algum obstáculo no talhão, entre outros. Sua capacidade de carga depende de algumas variáveis onde todas se alteram de acordo com o teor da umidade do solo e sua textura. O desempenho do operador é fundamental, pois pode influenciar em 40% do rendimento e pneus devem estar em pressão compatível com as condições e o tipo de solo.

Alguns tipos de *skidder* se destacam na área florestal, onde são acoplados com diferentes implementos, cita-se como exemplo:

a) Skidder de Cabo

O trator florestal *skidder* de cabo são tratores de pneus, articulados, com um sistema de guincho na parte traseira e tração nas quatro rodas. O *skidder* trabalha

puxando a carga até onde este se encontra e depois ela é levantada, Malinovski e Malinovski (1998). Este equipamento é indicado para a extração de toras dispersas na área, além de trabalhar em terrenos acidentados, não sendo necessário que a máquina chegue até a carga, Seixas (2002).

b) Skidder com Garra ou Pinça

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

c) Skidder com Pinças Invertidas (clambunk)

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

3.1.3 Estudo de tempos e movimentos

Segundo Barnes (1977), os estudos de tempos e movimentos receberam diversas interpretações no decorrer dos anos, dependendo de como eram utilizados.

Seixas et al. (2004) consideram o estudo de tempos e movimentos uma técnica muito importante no desenvolvimento de sistemas de colheita de madeira, pois o tempo consumido por cada um dos elementos do ciclo de trabalho permite: a

organização do trabalho, com o objetivo de otimizar o sistema operacional com o mínimo de tempos improdutivos.

Uma das técnicas utilizadas no planejamento e na otimização das atividades de colheita é o estudo de tempos e movimentos, Andrade (1998). A análise das operações florestais geralmente está vinculada a dados coletados. Frequentemente, estes dados estão contidos em relatórios de estudos de tempos e movimentos; antes da coleta dos dados, as operações devem ser explicitamente definidas e separadas em nível de elemento, Valverde (1995).

Störh (1981) afirma que as atividades florestais podem ser registradas por meio de ciclos de trabalho. Pois desta maneira, os cálculos de variação dos valores são feitos com uma boa margem de segurança. Fora isso, os resultados ficariam comprometidos por não haver média devido ao desconhecimento do desvio-padrão, não seja possível a determinação da representatividade dos valores. Existem três métodos para a tomada de tempo, estes são:

a) Método de tempo contínuo,

É caracterizado pela tomada de tempo sem detenção do cronometro, ou seja, de forma contínua. A leitura é realizada no momento em que acontece um ponto de medição, sendo anotada a hora da atividade parcial recém-terminada. O tempo requerido para cada trabalho parcial é calculado durante a avaliação por subtração entre a hora que terminou a atividade parcial em questão e a hora que se iniciou.

b) Método de tempo individual

A diferença do método anterior é que o cronometro é detido em cada ponto de medição, onde após cada medição os ponteiros voltam a posição zero, ou seja, o tempo é cronometrado individualmente para cada atividade parcial partindo do zero.

c) Método de multimomento

O método de multimomento trabalha com cronômetros que giram continuamente, não medindo os tempos das atividades parciais, ou seja, são determinados segundo a frequência com que ocorrem.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O presente trabalho foi realizado na região dos Vales do Iguaçu, no sudoeste do estado do Paraná, mais precisamente na zona rural do município de Sengés.

Seu acesso se dá pelas estradas municipais de Sengés ($24^{\circ}07'08,78''$ S $49^{\circ}22'35,28''$ O). Jaguariaíva ($24^{\circ}14'32,86''$ S $49^{\circ}41'03,87''$ O). Doutor Ulysses ($24^{\circ}33'55,46''$ S $49^{\circ}25'10,56''$ O), do Estado do Paraná, e pela estrada municipal SP-258 de Bom Sucesso de Itararé ($24^{\circ}18'33,58''$ S $49^{\circ}09'19,80''$ O), do Estado de São Paulo, como mostra a figura 2.

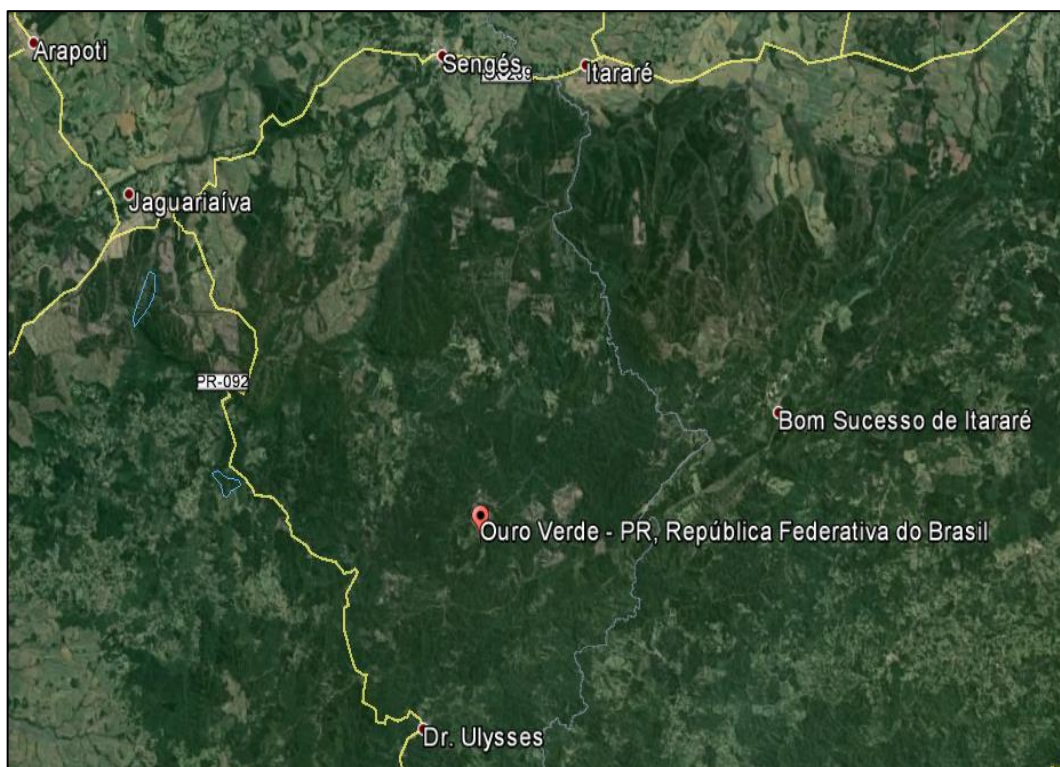


FIGURA 2 - Mapa da localização da área de estudo em Ouro Verde-PR.
FONTE: Google Earth (2016).

Segundo IAPAR (2010^a) o município de Sengés situa-se em uma região de transição de climas, no que condiz a classificação de Koppen, sendo que pode-se encontrar dois tipos climáticos: Cfa e Cfb. Porém, conforme a classificação, a predominância no município é do clima tipo Cfb, ou seja, é caracterizado como Clima Subtropical Úmido Mesotérmico, verões frescos, geadas severas e frequentes, sem estação seca.

Segundo Batista, Reissmanne e Soares (1997), a altitude média de Sengés é de 960m acima do nível do mar, com temperatura média anual de 18,5°C e a precipitação média anual é de 1.720 mm (média de 20 anos), sendo que os meses de Junho e Julho são os meses que apresentam a menor média de precipitação.

Quanto aos solos e hidrologia predominantes na região, os principais tipos de solos existentes são: Litólicos, Latossolo vermelho-escuro e Podzólico vermelho-amarelo. Nos dias de coleta dos dados as condições solo se encontravam favorável ao trabalho.

3.3 COLETA DOS DADOS

A coleta dos dados foi realizada durante três semanas (de segunda à sexta) no mês de maio de 2016. Nas áreas onde o estudo foi realizado o povoamento era de *Pinus taeda*, onde possuía 14 anos de idade com espaçamentos 3,0 metros por 2,0 metros, sendo que a condução da floresta não houve poda e desbaste.

Os dados específicos do talhão estudado chegam a 47,5 hectares (ha), onde o volume médio individual por árvore (VMI) é de 0,3519 metros cúbicos com casca (m³/cc) e, altura média das árvores de 15,7 metros e, o diâmetro da altura do peito (DAP) médio de 21,9 centímetros (cm), esses dados foram disponibilizados pela empresa. A classe de relevo estudada está classificada como forte ondulado, pois as áreas de trabalho se enquadraram em declividades entre 18° e 27° (20% a 45%).

Para estudo de tempos, os dados foram obtidos através da cronometragem pelo método de tempo contínuo onde através de um cronometro digital centesimal registrou-se a leitura e, por fim as informações coletadas foram registradas em ficha de campo.

3.4 EQUIPAMENTOS DE EXTRAÇÃO

Na extração da madeira, foi utilizado trator florestal *skidder* com cabo, marca Caterpillar, modelo 525C articulado com tração 4x4, com sistema de rodante traseiro e dianteiro nas mesmas dimensões, com potência 136kW (182hp), torque máximo 896Nm @ 1400rpm, velocidade de deslocamento (à Frente 27,5km/h; Ré 18,6km/h), sendo o peso de operação estimado 17.711kg. Neste estudo o cabo de guincho estava com 90 metros de comprimento, como mostra figura 3.



FIGURA 3 - Trator Florestal Skidder de Cabo Caterpillar 525C
FONTE: O autor (2016).

As correntes utilizadas neste estudo foram da marca Vonder 11mm 7/16", com peso de 3,960kg x 1,50m de comprimento e possui dois anéis de carga de 1", como mostra figura 4.



FIGURA 4 - Correntes 7/16".
FONTE: O autor (2016).

Os Cabos estrobo Black Steel utilizados neste estudo são da marca Prodinsa, com diâmetro 9/16" x 1,8m de comprimento e com peso aproximado de 2,650kg. Possui um anel de diam. 5 1/2" e em uma extremidade com o olho dedal, deslizante e topo duplo na outra extremidade, conforme figura 5.



FIGURA 5 - Cabo Estrobo Black Steel.
FONTE: O autor (2016).

Na operação de extração, a equipe de trabalho era composta por um operador de máquina *skidder* de cabo e ajudantes onde realizam o engate e desengate das correntes ou cabos, como mostra figura 6.

Os ajudantes faziam o revezamento contínuo durante o dia e também durante a semana. Este revezamento é definido de acordo com a preferência dos ajudantes. Com o objetivo de evitar um desgaste físico maior nas atividades. O turno de trabalho destes funcionários é de 9h30min, sendo 1 hora para almoço, onde os mesmos batem o ponto 7h30min e às 17h00min.



FIGURA 6 - Operador do Skidder (a) e Ajudantes (b).
FONTE: O autor (2016).

3.5 AMOSTRAGEM

Para análise operacional do *skidder* de cabo foi feita uma subdivisão dos movimentos executados pela máquina na realização das operações, denominados elementos do ciclo operacional.

Previamente foi realizado um estudo-piloto, no qual foram feitas dez (10) medidas de tempo do ciclo operacional para cada método de trabalho, a fim de se estabelecer estatisticamente o número de observações necessárias. O número necessário de observações com erro relativo igual a $\pm 5\%$ e 95% de confiança foi igual a 30 ciclos operacionais por método, utilizando-se a metodologia proposta por Barnes (1968).

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

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 (5%).

Os elementos que compuseram o ciclo operacional do *skidder* de cabo na extração foram: *Deslocamento vazio, arraste do cabo e engate, guinchamento, desengate, empilhamento*. Os tempos de interrupções operacionais e não operacionais foram desconsiderados para esses estudos tomando por base somente os tempos produtivos.

3.6 ELEMENTOS DO CICLO

3.6.1 Deslocamento vazio

É o tempo em que a máquina *skidder* se desloca em direção ao interior do talhão, manobrando até certo ponto onde consiga parar a máquina para realizar o guinchamento das árvores. Esta atividade é novamente realizada a partir do momento em que se termina a atividade de empilhando das árvores, como mostra figura 7.



FIGURA 7 - Elemento Deslocamento vazio
FONTE: O autor (2016).

3.6.2 Arraste do cabo de aço e engate

É o tempo consumido em que o ajudante faz o arraste do cabo do *skidder* até as árvores a serem engatadas, onde estas já estão entrelaçadas com as correntes ou cabos e logo só faz o engate nas mesmas. Esta atividade se finaliza quando o ajudante faz a fuga e se desloca até uma distância segura para que não ocorram riscos de acidentes, como mostra a figura 8.





FIGURA 8 - Elemento arraste do cabo de aço e engate
FONTE: O autor (2016).

3.6.3 Guinchamento

É o tempo consumido em que se começa a serem extraídas as árvores do interior do talhão e se finaliza quando soltas no estaleiro ou pátio intermediário para serem desengatas pelo ajudante, como mostra a figura 9.



FIGURA 9 - Elemento guinchamento
FONTE: O autor (2016).

3.6.4 Desengate

É o tempo consumido em que o ajudante faz o desengate de todas as correntes ou cabos que estavam engatadas nas árvores e finaliza colocando-as no *skidder* novamente para próximo ciclo, como mostra a figura 10.



FIGURA 10 - Elemento desengate das correntes
FONTE: O autor (2016).

3.6.5 Empilhamento

É o tempo consumido que se finaliza o desengate das correntes ou cabos, logo o trator com a lâmina frontal empilha as árvores extraídas uma encima da outra, onde será mais fácil para que o arraste seja realizado, como mostra a figura 11.

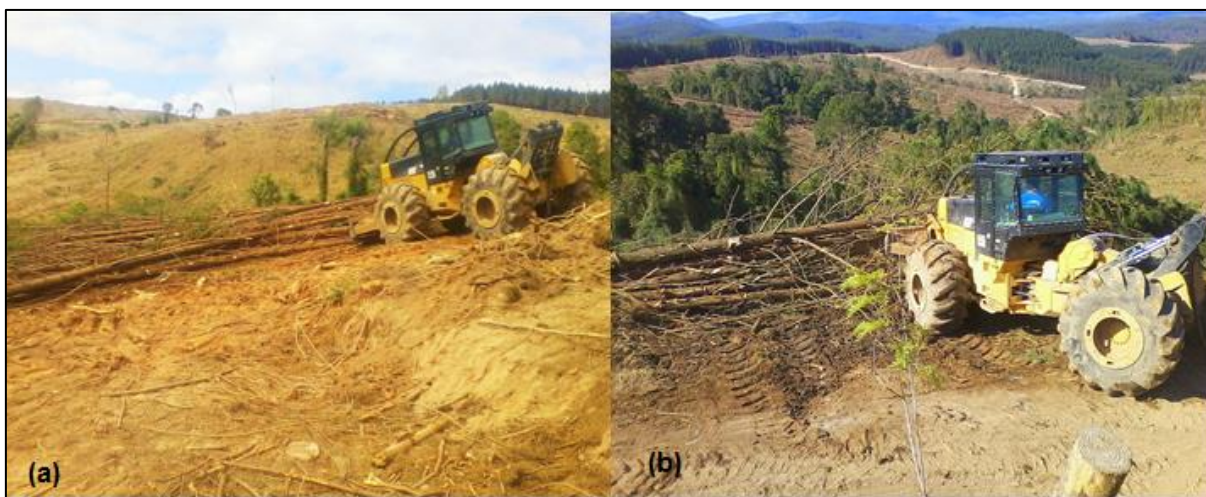


FIGURA 11 - Elemento empilhamento
FONTE: O autor (2016).

3.7 CARACTERIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE COLHEITA UTILIZADO

O sistema de colheita analisado foi o semi-mecanicado sendo que os operadores de motosserras realizavam o corte das árvores direcionando sempre que possível agrupadas em formato espinha de peixe para facilitar o guinchamento das árvores.

Foram analisados seis diferentes métodos sendo cada com um número de correntes e cabos específicos, considerando diferentes distancias na extração.

- Método A (02 Ajudantes e 05 Correntes) – Nesse método, a extração de madeira foi realizada com dois ajudantes, sendo um ajudante responsável pelo elemento “arraste do cabo e engate” nas árvores e outro para o elemento “desengate” quando estas guinchadas e, com um número de correntes inferiores aos demais, com cinco correntes no guinchamento das árvores.
- Método B (02 Ajudantes e 05 Cabos Estrobo) – Nesse método, a extração da madeira se assemelha a utilizada no método A, porem utilizou-se o componente para amarração das árvores os cabos estrobo.
- Método C (03 Ajudante e 10 Corrente) – Neste método, a extração de madeira obteve três ajudantes, onde dois ajudantes realizavam o elemento “arraste do cabo e engate” e, um ajudante realizava o elemento “desengate”. Diferencia-se neste método a quantidade de correntes utilizadas na extração, sendo com dez correntes, onde em cada ciclo as árvores eram guinchadas com cinco correntes. Enquanto cinco correntes guinchavam as árvores, outras cinco correntes eram engatadas pelos ajudantes.
- Método D (03 Ajudantes e 10 Cabos Estrobo) – Neste método se assemelha as condições do método C, porem somente difere na questão do componente de amarração sendo utilizado os cabos estrobo.
- Método E (03 Ajudantes e 16 Correntes) – Neste método, as condições de extração também são de três ajudantes no elemento “arraste do cabo de aço e engate” e com um ajudante no elemento “desengate”. Nesse método a quantidade de correntes foi de dezesseis unidades, sendo utilizadas oito correntes por ciclo operacional.

- Método F (03 Ajudantes e 16 Cabos Estrobo) – Neste método se assemelha as condições utilizadas ao método E, porem difere na questão do componente utilizado sendo os cabos estrobo.

Foram considerados para este estudo as distâncias de extração DE ≤ 50 m; II: 50 < DE ≤ 100 m; III: 100 < DE ≤ 150m para todos os métodos.

3.8 ANÁLISE DOS DADOS

Na realização na análise dos dados foram realizados os cálculos para obter a média de cada método considerando as distâncias de extração.

Após os cálculos, os dados encontrados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e os valores comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para determinação da produtividade (metros cúbicos com casca por hora efetiva de trabalho). Foi usado o volume médio por arvore de 0,3519 m³cc fornecido pelo inventário da empresa, sendo este valor multiplicado pelo número de árvores extraídas por cada método em determinada distância de extração, sendo então, divididas pelo total de horas efetivamente trabalhadas (he) em cada distância de extração, conforme a seguinte expressão proposta por Moreira (2004):

$$Pr = \frac{N \times V}{he}$$

Onde:

Pr = Produtividade (m³cche¹)

N = Numero de árvores extraídas

V = Volume médio individual das árvores com casca (m³cc)

he = Tempo efetivo de trabalho (horas).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 RESULTADOS

4.1.1 Avaliação dos tempos médios do ciclo operacional por método de extração.

Na Tabela 1 é apresentado os tempos médios do ciclo operacional na extração de madeira nos diferentes métodos analisados. Como pode ser observado, o método que se mostrou com a média de tempo maior em comparação aos demais métodos, foi o método A com 12:02min. Os métodos D e F, foram as melhores médias de tempo observadas, ficando abaixo de 8:00min.

Elementos do ciclo operacional	Métodos de extração - Tempo médio (horas)					
	(A) 02 Ajud - 05 Correntes	(B) 02 Ajud - 05 Cabos Estrobo	(C) 03 Ajud - 10 Correntes	(D) 03 Ajud - 10 Cabos Estrobo	(E) 03 Ajud - 16 Correntes	(F) 03 Ajud - 16 Cabos Estrobo
Deslocamento Vazio	00:00:33	00:00:44	00:00:41	00:00:18	00:00:31	00:00:16
Arrastar do cabo de aço e engate	00:06:14	00:03:12	00:02:23	00:02:50	00:02:40	00:02:53
Guinchamento	00:01:28	00:01:28	00:01:56	00:01:03	00:01:53	00:01:18
Desengate	00:02:38	00:02:10	00:02:26	00:01:48	00:02:25	00:02:01
Empilhando das árvores	00:01:08	00:00:44	00:01:06	00:00:42	00:01:19	00:00:52
Total das Médias	00:12:02	00:08:30	00:08:32	00:06:40	00:08:49	00:07:20

TABELA 1 - Tempos médios do ciclo operacional em diferentes métodos de extração.
 FONTE: O autor (2016),

De acordo com dados encontrados, observou que as médias dos tempos do ciclo operacional com o componente de amarração corrente foram superiores as

médias dos tempos com o componente de amarração cabo estrobo. Uma das variáveis observadas foi devido ao peso da corrente ser maior em comparação com o peso do cabo estrobo, onde influencia diretamente no tempo de “arraste do cabo de aço e engate” das árvores no interior do talhão. Outra variável observada foi no tempo de “desengate”, pois, a corrente entrelaça em mais de uma árvore, onde dificulta o ajudante a desengatar esta corrente do cabo de aço, posteriormente influenciando no tempo de desengate.

4.1.2 Avaliação da quantidade de árvores extraídas por distância.

Na tabela 2, são apresentados a quantidade de árvores extraídas em cada método considerando a distância de extração de 0 – 50m.

Número de ciclo	Métodos de extração					
	(A) 02 Ajud - 05 Correntes	(B) 02 Ajud - 05 Cabos Estrobo	(C) 03 Ajud - 10 Correntes	(D) 03 Ajud - 10 Cabos Estrobo	(E) 03 Ajud - 16 Correntes	(F) 03 Ajud - 16 Cabos Estrobo
1	7	5	6	5	8	8
2	4	5	6	5	7	8
3	6	5	5	5	9	8
4	3	5	7	5	8	8
5	6	5	7	5	8	8
6	7	5	7	5	8	8
7	6	5	6	5	5	8
8	6	5	8	5	6	8
9	7	5	8	5	8	8
10	4	5	6	5	9	8
Total Geral	56	50	66	50	76	80

TABELA 2 - Quantidade de árvores extraídas na distância de 0 – 50m dos métodos de extração.
FONTE: O autor (2016).

De acordo com a tabela 2, observa-se a quantidade de árvores extraídas em cada método na distância de extração de 0 – 50m e, com o número de repetições de ciclo operacionais de 10 (dez) para cada método. Posterior realizou-se para

comprovar se diferenças dos métodos são significativas do ponto de vista estatístico, as mesmas foram submetidas ao teste de estatística (ANOVA) a seguir na (Tabela 3).

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	85,4	5	17,08	22,39	4,41E-12	2,39
Dentro dos grupos	41,2	54	0,76			
Total	126,6	59				

TABELA 3 - Análise de variância da quantidade de árvores extraídas pela distância de 0 – 50m dos métodos de extração.

FONTE: O autor (2016).

De acordo com a tabela 3, a (ANOVA) demonstra que houve diferença estatística entre os métodos.

O Teste de Significância, ou valor de F calculado corresponde a 22,39 enquanto que o valor do F tabelado (F crítico) é igual a 2,39. Neste caso aceita-se a hipótese de significância, isto quer dizer que há evidências de diferença significativa entre os métodos, mediante a comparação das somatórias foi aplicado o Teste de Tukey.

Na tabela 4, são apresentadas as médias dos métodos e comparadas pelo teste de Tukey.

Métodos	Médias de árvores extraídas por ciclo
(F) 03 Ajud - 16 Cabos	8 a
(E) 03 Ajud - 16 Correntes	8 a c
(C) 03 Ajud - 10 Correntes	7 a c e
(A) 02 Ajud - 05 Correntes	6 b d e g
(D) 03 Ajud - 10 Cabos	5 b d f g h
(B) 02 Ajud - 05 Cabos	5 b d f g h

TABELA 4 - Comparação da média de árvores extraídas pela distância de 0 – 50m dos métodos de extração.

FONTE: O autor (2016).

Observação: Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si segundo o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De acordo com os dados encontrados, observa-se que o método F e E, apresentaram ser os mais eficazes na distância de 0 -50m, porém não apresentaram

diferença significativa entre si e, não tiveram diferença significativa em relação ao método C, apenas se sobressaíram em comparação com os demais métodos A, D e B.

Na tabela 5, são apresentados a quantidade de árvores extraídas em cada método considerando a distância de extração de 50 – 100m.

Número de ciclo	Métodos de extração					
	(A) 02 Ajud - 05 Correntes	(B) 02 Ajud - 05 Cabos Estrobo	(C) 03 Ajud - 10 Correntes	(D) 03 Ajud - 10 Cabos Estrobo	(E) 03 Ajud - 16 Correntes	(F) 03 Ajud - 16 Cabos Estrobo
1	5	5	6	5	7	8
2	5	5	6	5	8	8
3	6	5	5	5	6	8
4	4	5	8	5	7	8
5	3	5	7	5	10	8
6	2	5	5	5	6	8
7	7	5	6	5	8	8
8	6	5	5	5	6	8
9	9	5	7	5	6	8
10	6	5	7	5	1	8
Total Geral	53	50	62	50	65	80

TABELA 5 - Quantidade de árvores extraídas na distância de 50 – 100m dos métodos de extração.
FONTE: O autor (2016).

De acordo com a tabela 5, observa-se a quantidade de arvores extraídas em cada método na distância de extração de 50 – 100m e, com o número de repetições de ciclo operacionais de 10 (dez) para cada método. Posterior realizou-se para comprovar se diferenças dos métodos são significativas do ponto de vista estatístico, as mesmas foram submetidas ao teste de estatística (ANOVA) a seguir na (Tabela 6)

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	67,8	5	13,56	7,77	1E-05	2,39
Dentro dos grupos	94,2	54	1,74			
Total	162	59				

TABELA 6 - Análise de variância da quantidade de árvores extraídas pela distância de 50 – 100m dos métodos de extração.
 FONTE: O autor (2016).

De acordo com a tabela 6, a (ANOVA) demonstra que houve diferença estatística entre os métodos.

O Teste de Significância, ou valor de F calculado corresponde a 7,77 enquanto que o valor do F tabelado (F crítico) é igual a 2,39. Neste caso aceita-se a hipótese de significância, isto quer dizer que há evidências de diferença significativa entre os métodos, mediante a comparação das somatórias foi aplicado o Teste de Tukey.

Na tabela 7, são apresentadas as médias dos métodos e comparadas pelo teste de Tukey.

Métodos	Médias de árvores extraídas por ciclo
(F) 03 Ajud - 16 Cabos	8 a
(E) 03 Ajud - 16 Correntes	7 a c
(C) 03 Ajud - 10 Correntes	6 a c e
(A) 02 Ajud - 05 Correntes	5 b c e
(D) 03 Ajud - 10 Cabos	5 b d e
(B) 02 Ajud - 05 Cabos	5 b d e

TABELA 7 - Comparação da média de árvores extraídas pela distância de 50 – 100m dos métodos de extração.
 FONTE: O autor (2016).

De acordo com os resultados, podemos observar o método que se mostrou mais eficaz na distância de extração de 50 -100m foi o método F, porém não apresentou diferença significativa quando comparados com os métodos E e C mas, foi superior em relação aos métodos A, D e B.

Os métodos E e C, também não apresentaram diferença significativa entre si e, observa-se que não houve significância entre os métodos C e A.

Os demais métodos D e B apresentaram os piores resultados na distância de extração de 50 – 100m

Na tabela 8, são apresentados a quantidade de árvores extraídas em cada método considerando a distância de extração de 100 – 150m.

Número de ciclo	Métodos de extração					
	(A) 02 Ajud - 05 Correntes	(B) 02 Ajud - 05 Cabos Estrobo	(C) 03 Ajud - 10 Correntes	(D) 03 Ajud - 10 Cabos Estrobo	(E) 03 Ajud - 16 Correntes	(F) 03 Ajud - 16 Cabos Estrobo
1	4	5	7	5	5	8
2	7	5	8	5	7	8
3	5	5	6	5	8	8
4	4	5	5	5	7	8
5	5	5	7	5	8	8
6	3	5	4	5	9	8
7	8	5	3	5	10	8
8	6	5	7	5	6	8
9	5	5	6	5	7	8
10	7	5	6	5	7	8
Total Geral	54	50	59	50	74	80

TABELA 8 - Quantidade de árvores extraídas na distância de 100 – 150m dos métodos de extração.
FONTE: O autor (2016).

De acordo com a tabela 8, observa-se a quantidade de árvores extraídas em cada método na distância de extração de 100 – 150m e, com o número de repetições de ciclo operacionais de 10 (dez) para cada método. Posterior realizou-se para comprovar se diferenças dos métodos são significativas do ponto de vista estatístico, as mesmas foram submetidas ao teste de estatística (ANOVA) a seguir na tabela 9.

ANOVA						
<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	82,48	5	16,50	14,44	5,66625E-09	2,39
Dentro dos grupos	61,70	54	1,14			
Total	144,18	59				

TABELA 9 - Análise de variância da quantidade de árvores extraídas pela distância de 100 – 150m dos métodos de extração.

FONTE: o Autor (2016).

De acordo com a tabela 9, a (ANOVA) demonstra que houve diferença estatística entre os métodos.

O Teste de Significância, ou valor de F calculado corresponde a 14,44 enquanto que o valor do F tabelado (F crítico) é igual a 2,39. Neste caso aceita-se a hipótese de significância, isto quer dizer que há evidências de diferença significativa entre os métodos, mediante a comparação das somatórias foi aplicado o Teste de Tukey.

Na tabela 10, são apresentadas as médias dos métodos e comparadas pelo teste de Tukey.

Métodos	Médias de árvores extraídas por ciclo
(F) 03 Ajud - 16 Cabos	8 a
(E) 03 Ajud - 16 Correntes	7 a c
(C) 03 Ajud - 10 Correntes	6 b c e
(A) 02 Ajud - 05 Correntes	5 b d e
(D) 03 Ajud - 10 Cabos	5 b d e
(B) 02 Ajud - 05 Cabos	5 b d e

TABELA 10 - Comparação da média de árvores extraídas pela distância de 100 – 150m dos métodos de extração.

FONTE: O autor (2016).

De acordo com os dados encontrados, podemos observar onde o método que apresentou ser mais eficaz na distância de extração de 100 – 150m foi o método F, porém não apresentou diferença significativa em relação ao método E, mas se sobressaiu em comparação aos métodos C, A, B e E. O método E apresentou não haver significância em comparação com o método C, mas apresentou diferença significativa em comparação aos demais métodos A,D e B. Os métodos A, D e B

apresentou os piores resultados na distância de extração de 100 – 150m e, não houveram diferença entre si.

4.1.3 Avaliação da produtividade

Na tabela 11, são apresentados o total de arvores extraídas em cada método e o total de horas efetivas de trabalho considerando as distâncias de extração.

Distância de extração	(A) 02 Ajud - 05 Correntes		(B) 02 Ajud - 05 Cabos Estrobo		(C) 03 Ajud - 10 Correntes		(D) 03 Ajud - 10 Cabos Estrobo		(E) 03 Ajud - 16 Correntes		(F) 03 Ajud - 16 Cabos Estrobo	
	Total (horas)	Total árvore	Total (horas)	Total árvore	Total (horas)	Total árvore	Total (horas)	Total árvore	Total (horas)	Total árvore	Total (horas)	Total árvore
0 - 50m	01:31:37	56	01:12:00	50	01:03:35	66	00:51:57	50	01:13:42	76	00:59:12	80
50 - 100m	02:03:52	53	01:22:31	50	01:39:17	62	01:08:08	50	01:26:23	65	01:16:23	80
100 - 150m	02:26:48	54	01:44:21	50	01:33:18	59	01:20:06	50	01:46:19	74	01:24:38	80
TOTAL	06:02:17	163	04:18:52	150	04:16:10	187	03:20:11	150	04:26:24	215	03:40:13	240

TABELA 11 - Total de árvores extraídas em cada método e total de horas efetivas de trabalho nas distancias de extração de 0 – 50m, 50 – 100m e 100 – 150m.

FONTE: O autor (2016).

Através dos dados encontrados na tabela 11, realizou o cálculo para determinação da produtividade m^3/cc , A tabela 12 apresenta os resultados encontrados.

Distância de Extração	Métodos					
	(A) 02 Ajud - 05 Correntes	(B) 02 Ajud - 05 Cabos Estrobo	(C) 03 Ajud - 10 Correntes	(D) 03 Ajud - 10 Cabos Estrobo	(E) 03 Ajud - 16 Correntes	(F) 03 Ajud - 16 Cabos Estrobo
0 - 50m	12,91	14,66	21,92	20,32	21,77	28,53
50 - 100m	9,03	12,79	13,19	15,49	15,89	22,11
100 - 150m	7,77	10,12	13,35	13,18	14,70	19,96
Média	9,50	12,23	15,41	15,82	17,04	23,01

TABELA 12 - Produtividade (m^3/cc) dos métodos de extração considerando todas as distancias (0 – 50m, 50 – 100m e 100 – 150m).
 FONTE: O autor (2016).

De acordo com a tabela 12, observa-se a produtividade em m^3/cc em cada método considerando as 03 (três) distancias de extração. Posterior a esses dados realizou-se para comprovar se produtividade em cada método são significativas do ponto de vista estatístico, as mesmas foram submetidas ao teste de estatística (ANOVA) a seguir na tabela 13.

ANOVA						
<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	324,82	5	64,96	4,59	0,01	3,11
Dentro dos grupos	169,70	12	14,14			
Total	494,53	17				

TABELA 13 - Análise de variância produtividade (m^3/cc) dos métodos de extração considerando todas as distancias (0 – 50m, 50 – 100m e 100 – 150m).
 FONTE: O autor (2016).

De acordo com a tabela 13, a (ANOVA) demonstra que houve diferença estatística entre os métodos.

O Teste de Significância, ou valor de F calculado corresponde a 4,59 enquanto que o valor do F tabelado (F crítico) é igual a 3,11. Neste caso aceita-se a hipótese de significância, isto quer dizer que há evidências de diferença significativa entre os métodos, mediante a comparação das somatórias foi aplicado o Teste de Tukey.

Na tabela 14, são apresentadas as médias dos métodos e comparadas pelo teste de Tukey.

Métodos	Médias da Produtividade m ³ /cc
(F) 03 Ajud - 16 Cabos	23,53 a
(E) 03 Ajud - 16 Correntes	17,45 a c
(D) 03 Ajud - 10 Cabos	16,33 a c d
(C) 03 Ajud - 10 Correntes	16,15 a c d e
(B) 02 Ajud - 05 Cabos	12,52 b c d e f
(A) 02 Ajud - 05 Correntes	9,90 b c d e f

TABELA 14 - Comparação da produtividade média (m³/cc) dos métodos de extração considerando todas as distancias (0 – 50m, 50 – 100m e 100 – 150m).
 FONTE: O autor (2016).

De acordo com os dados encontrados na tabela 14, podemos concluir que o método F foi o que apresentou a maior produtividade média com 23,53m³/cc, mas não obteve diferença significativa em comparação com os métodos E, D, e C. Porem sobressaiu em comparação as medias dos métodos B e A. Os métodos E, D, C, B e A, não apresentaram diferença significativa entre si.

4.2 DISCUSSÕES

O gráfico 1, são apresentados a distribuição percentual média dos tempos dos elementos do ciclo operacional do *skidder* de cabo.

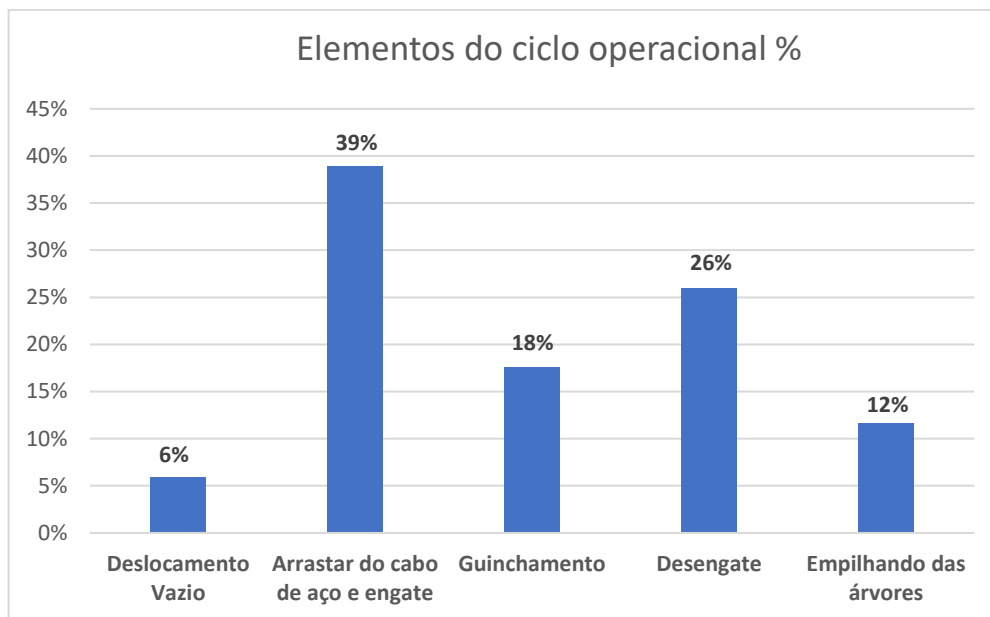


GRAFICO 1 - Porcentual de tempos médios do ciclo operacional.
 FONTE: O autor (2016).

Analisando os tempos médios de cada elemento do ciclo operacional em diferentes métodos de extração observamos que o elemento “arraste do cabo de aço e engate” consumiu cerca de 39% do ciclo e o elemento “desengate” com cerca de 26%. Foram os maiores tempos apresentados do ciclo operacional em qualquer dos métodos analisados. Houve uma melhora no tempo de arraste do cabo de aço e engate quando aumentamos a quantidade de ajudantes de dois para três no ciclo da operação. Segundo Lopes e Diniz (2015) estudando o trator florestal *Chocker Skidder* em terrenos declivosos, evidenciaram que os elementos que mais consumiram tempo do ciclo operacional foram o arraste do cabo principal com 28% e o engate nas correntes com 11%.

Ao analisar os componentes, observou um aumento do tempo médio do ciclo operacional com os componentes “corrente” em comparação com os componentes cabo estrobo. Uma das causas observadas foi devido à dificuldade no engate e desengate das correntes nas árvores, onde cada corrente possibilita entrelaçar mais de uma árvore, porém no desengate a dificuldade em desengata-las se torna maior, neste caso o método com componentes cabos estrobo apresentou ser mais ágil no engate e entrelaçar somente uma árvore, e possui um melhor desempenho no desengate das árvores. Segundo Lopes e Diniz (2015), os autores citam que o consumo dos tempos de engate e desengate foi ocasionado pela maior dificuldade de deslocamento dos auxiliares sobre o terreno declivoso para o arraste do cabo e, o

desengate das correntes sendo ocasionado pela dificuldade de desengate das correntes que ficavam presas nas árvores arrastadas.

Ao analisar a quantidade média de árvores extraídas em cada método, verificou-se na distância de extração de 0 – 50m, de 50 – 100m e 100 – 150m, um melhor desempenho por parte dos métodos F (03 ajudantes e 16 cabos estrobo) e (03 ajudantes e 16 correntes), portando se aumentar a quantidade de componentes por ciclo, consequentemente teremos um aumento na quantidade de árvores extraídas.

Analisando a questão da produtividade da máquina *skidder* de cabo em diferentes métodos, conclui-se através dos dados encontrados e confirma através da gráfico 2, quanto maior for distância de extração, menor será a produtividade da máquina *skidder* de cabo independente de qualquer método utilizado.

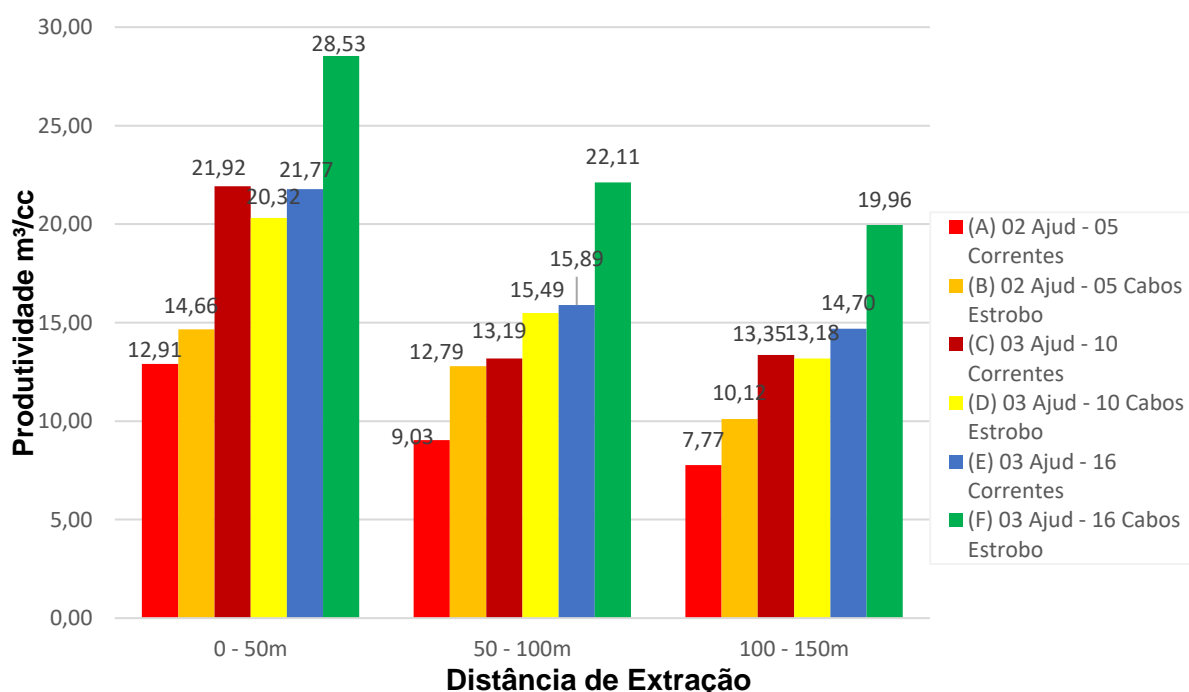


GRÁFICO 2 - Produtividade em m³/cc dos métodos considerando as distâncias de extração de 0 – 50m, 50 – 100m e 100 – 150m.

FONTE: O autor (2016).

O método F (03 ajudantes e 16 cabos estrobo) foi o método que apresentou a maior produtividade de 28,53m³/cc na distância de extração de 0 – 50m e, com 23,53m³/cc em média considerando todas as distâncias. Segundo Lopes e Diniz (2015) a produtividade média da máquina *skidder* de cabo em terrenos declivosos,

foi de apenas 17,56 m³cc.he-1 e 11,92 cc.he-1 encontradas na distância de extração de 0 - 50m .Tais resultados estão abaixo do obtido por Santos *et al.* (2013), que, estudando um *clambunk skidder*, obtiveram uma produtividade de 80,3 m³cc.he-1 em um povoamento de eucalipto na distância média de extração de 241,2 m, e por Fiedler *et al.* (2008), que, estudando um *skidder de garra* na extração de madeira de eucalipto, obtiveram uma produtividade de 42,3 m³cc.he-1 para uma distância média de arraste de 230 metros.

5 CONCLUSÃO

Após as análises e discussão dos resultados, o presente estudo permitiu concluir que:

a) O elemento “arraste do cabo de aço e engate” e “desengate” foram os maiores tempos percentuais do ciclo operacional da máquina *skidder* de cabo em todos os métodos de extração

b) Nas condições estudadas, a produtividade do *skidder* de cabo na extração de madeira foi menor com o aumento da distância de extração em todos os métodos analisados.

c) O método que se apresentou mais eficiente em todas as distancias de extração foi o método com três ajudantes e dezesseis cabos estrobo.

d). Recomenda-se o estudo da viabilidade do custo para implantação de mais um ajudante no sistema de colheita. A possibilidade de aumentar a quantidade de componentes na extração e o estudo de outro tipo de equipamento para a extração de madeira em terrenos declivosos no município de Sengés-PR.

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS-ABRAF. **Anuário Estatístico da ABRAF – 2013**: Ano base 2012.

BATISTA, A.C.; REISSMANNE, B.C.; SOARES, V.R. **Efeitos da queimada controlada sobre algumas propriedades químicas do solo em um povoamento de *Pinus taeda* no município de Sengés-PR**. Curitiba: UFPR, 1997.

BARNES, R.M. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho**. São Paulo: E. Blüncher, 1968. 635p.

BIRRO, M.H.B. **Avaliação técnica e econômica da extração de madeira de eucalipto com track -skidder em região montanhosa**. 2002. 19p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) -Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

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

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

IAPAR - **Instituto agrônomo do Paraná**. Histórico de geadas, 2010.

LOPES, E. S. **Aplicação do programa SNAP III (Scheduling and Network Analysis Program) no planejamento da colheita e do transporte florestal**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 150 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa.

LOPES, E. S.; DINIZ, C. C. C. **Produtividade do trator florestal Chocker Skidder na extração de madeira em terrenos declivosos**. Floresta, Curitiba, PR, v. 45, n. 3, p. 625 - 634, 2015.

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

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

MACHADO, C. C.; SILVA, E, N.; PEREIRA, R. S. **O setor florestal brasileiro e a colheita florestal**. In: MACHADO, C. C. (Coord.). Colheita Florestal. 2ª. Ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. P. 15-41.

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

MOREIRA, F. M. T.; SOUZA, A. P.; MACHADO, C. C.; MINETTI, L. J.; SILVA, K. R. **Avaliação operacional e econômica do “feller-buncher” em dois subsistemas de colheita de florestas de eucalipto.** Revista *Árvore*, v. 28, n. 2, p. 199 - 205, 2004

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.

ROCHA, E. B.; FIEDLER, N. C.; ALVES, R. T.; LOPES, E. S.; GUIMARÃES, P. P.; PERONI, L. **Produtividade e custos de um sistema de colheita de árvores inteiras.** *Cerne*, Lavras, v. 15, n. 3, p. 372 - 381, 2009.

SANTOS, P. H. A.; SOUZA, A. P.; MARZANO, F. L. C.; MINETTE, L. J. **Produtividade e custos de extração de madeira de eucalipto.** Revista *Árvore*, Viçosa, v. 37, n. 3, p. 511 - 518, 2013.

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

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

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

SEIXAS, F.; CAMILO, D. R. **Colheita e transporte florestal – Notas de aula.** Piracicaba ESALQ/USP. 243 p. 2008.

SEIXAS, F. Extração. In: MACHADO, C. C. **Colheita florestal.** 3 ed. Viçosa: Ed. UFV, 2014. 543 p.

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

STOHR, G.W.D. 1981. **Técnicas de estudo do trabalho florestal.** In: BECKER, G.; STOHR, G.W.D; MALINOVSKI, J.R. *III Curso de Atualização Sobre Sistemas de Exploração e Transporte Florestal.* Curitiba, Paraná, p.45-58.

STUDIER, D. D.; BINKLEY, W. V. **Cable Logging Systems-DTM/Pacific Northeast Station.** Forest Service – USDA: Oregon, 1974. 210 p.

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

7 APÊNDICES

Apêndice A - Ficha de tomada de tempo

Ficha de Campo - TOMADA DE TEMPOS			
Data:		Equipe:	Atividade:
Projeto:		Setor:	Talhão:
Máquina:		Colaborador:	Avaliador:
n°	Descrição da Atividade	Hora Inicial	Hora Final
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			