

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

DAIANE ALVES DE VARGAS

ANÁLISE DA COLHEITA FLORESTAL SEMIMECANIZADA EM CORTE FINAL
DE *Pinus elliottii* EM DUAS CONDIÇÕES OPERACIONAIS DE RELEVO

CURITIBA

2019

DAIANE ALVES DE VARGAS

ANÁLISE DA COLHEITA FLORESTAL SEMIMECANIZADA EM CORTE FINAL
DE *Pinus elliottii* EM DUAS CONDIÇÕES OPERACIONAIS DE RELEVO

Trabalho apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Gestão Florestal do curso de pós-graduação em Gestão Florestal, Departamento de Economia Rural e Extensão, setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Jean Alberto Sampietro

CURITIBA

2019

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar a produtividade de operações de colheita florestal semimecanizada em corte final de pinus em duas condições de relevo, verificando-se, também, os custos e a lucratividade das operações em cada condição, bem como a distância econômica de transporte da produção florestal. Este estudo foi desenvolvido em uma empresa situada na região de Vacaria-RS, no corte raso de um povoamento de *Pinus elliottii* E. A análise operacional foi realizada por meio de um estudo de tempos e movimentos, utilizando o método de registro do tempo produtivo e da produção conforme Magagnotti e Spinelli (2012) e Ackerman et al. (2014). A análise de custos de ambas condições operacionais, foram feitas segundo a metodologia da FAO/ECE/KWF segundo Machado e Malinovski (1988), expressos em dólares americanos por hora máquina programada (US\$/SMH) e tonelada por hora máquina programada (US\$/PMH). Para a avaliação da lucratividade da empresa terceira foi realizada uma simulação com o valor pago pela prestação de serviço em sua produção real, e outra considerando o impacto da variação de 30% da produtividade. Por meio de solução analítica simulou-se a distância econômica de transporte usando a receita média e diferentes custos de frete referentes ao transporte de toras de serraria para diversos destinos e distâncias. A produtividade mais alta da operação foi registrada no carregamento, com 23,62 t/SMH, sendo a etapa do traçamento a menos produtiva com 13,35 t/SMH. O custo da colheita em área declivosa é de 6,96 US\$/t e em área plana 5,06 US\$/t. O lucro da operação tendeu a menor aumento da proporção de área com relevo ondulado a forte ondulado no talhão devido os maiores custos nas operações de extração da madeira. A distância econômica de transporte, aonde a receita com venda de toras equivale às despesas com colheita e transporte, teve viabilidade até 300 km.

Palavras-chave: declividade, frete, motosserra.

ABSTRACT

The objective of this work was to analyze the productivity of semi-mechanized forest harvesting operations in final cut of pine trees in two relief conditions, also verifying the costs and the profitability of the operations in each condition, as well as the economic distance of transport of the forest production. This study was developed in a company located in the region of Vacaria-RS, in the shallow cut of a stand of *Pinus elliottii* E. The operational analysis was carried out by means of a study of times and movements, using the method of recording productive time and of production according to Magagnotti and Spinelli (2012) and Ackerman et al. (2014). The cost analysis of both operational conditions was made according to the FAO / ECE / KWF methodology according to Machado and Malinovski (1988), expressed in US dollars per hour (US \$ / SMH) and per machine hour per programmed hour \$ / PMH). For the evaluation of the profitability of the third company, a simulation was performed with the value paid for the service rendered in its actual production, and another considering the impact of the 30% productivity variation. The analytical solution was simulated the economic transport distance using the average revenue and different freight costs related to the transportation of saw logs to different destinations and distances. The highest productivity of the operation was registered in the loading, with 23.62 t / SMH, with the tracing stage being the least productive with 13.35 t / SMH. The cost of harvesting in sloping area is US \$ 6.96 / t and flat area US \$ 5.06 / t. The profit from the operation tended to increase less the proportion of area with corrugated relief to strong corrugated in the field due to the higher costs in the operations of extraction of the wood. The economic distance of transportation, where the revenue from log sales is equivalent to the costs of harvesting and transportation, was feasible up to 300 km.

Key-words: chainsaw, declivity, freight.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Localização do município de Vacaria no Estado.....	11
Figura 2. Modelo de motosserra utilizada no corte florestal.....	12
Figura 3. Equipamentos utilizados para a extração da madeira.....	13
Figura 4. Carregador florestal “munck” adaptado em trator agrícola utilizado para empilhamento e carregamento das toras em veículos de transporte.....	15
Figura 5. Representação dos custos fixos, variáveis e administrativos da etapa de corte e traçamento.....	24
Figura 6. Representação dos custos fixos, variáveis e administrativos dos equipamentos de arraste em área declivosa, langer e trator com guincho.....	26
Figura 7. Representação dos custos fixos, variáveis e administrativos dos equipamentos de arraste em área plana.....	27
Figura 8. Representação dos custos fixos, variáveis e administrativos do carregamento.....	28
Figura 9. Representação do custo opfoicional do sistema em áreas declivosas.....	30
Figura 10. Representação do custo opfoicional do sistema em áreas planas.....	31
Figura 11. Comparação entre o lucro atual e aumento de 30% na produtividade com variação da proporção de declividade no talhão.....	37
Figura 12. Custo do frete de toras vs distância.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dimensões das toras e finalidade dos sortimentos da madeira produzidos. ...	12
Tabela 2. Especificações técnicas dos equipamentos utilizados para extração de madeira.	14
Tabela 3. Especificações técnicas do Carregador florestal “munck” adaptado em trator agrícola.	15
Tabela 4. Estatística descritiva da produtividade das etapas da colheita.	21
Tabela 5. Distribuição dos custos das etapas de derrubada e traçamento, em dólares por hora anual de trabalho programada.	23
Tabela 6. Distribuição de custos etapa de arraste, em dólares por hora anual de trabalho programada.	25
Tabela 7. Distribuição de custos etapa de arraste, em dólares por hora anual de trabalho programada.	28
Tabela 8. Composição dos sistemas de colheita para áreas declivosas e áreas planas com a produtividade real.	29
Tabela 9. Cenário opfoicional com aumento de 30% na produtividade.	32
Tabela 10. Cenário opfoicional com diminuição de 30% na produtividade.	34
Tabela 11. Lucratividade atual da prestadora de serviço.	36
Tabela 12. Simulação do lucro com o aumento de 30 % na produtividade limite.	36
Tabela 13. Distância econômica de transporte.	38

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	5
SUMÁRIO.....	7
1. INTRODUÇÃO.....	8
2. OBJETIVOS	10
2.1 GFOIL	10
2.2 ESPECÍFICOS.....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	11
3.2 CARACTERIZAÇÕES DAS OPFOIÇÕES DE COLHEITA.....	12
3.3 ANÁLISE OPFOICIONAL	16
3.3.1 Determinação da produtividade	16
3.3.2 Análise dos dados.....	16
3.4 ANÁLISE DE CUSTOS	17
3.4.1 Custos Fixos.....	17
3.4.2 Custos Variáveis	18
3.4.3 Custos Administrativos	19
3.4.2 Custo opfoicional horário total e de produção	19
3.5 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE	19
4. RESULTADO E DISCUSSÃO.....	21
4.1 PRODUTIVIDADE DAS OPFOIÇÕES DE COLHEITA	21
4.2 ANÁLISE DE CUSTOS	23
4.2.1 Corte no talhão e traçamento das toras.....	23
4.2.2 Arraste de árvores/fustes	24
4.2.3 Carregamento.....	27
4.2.4 Custo opfoicional horário total e de produção.....	28
4.3 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE	31
5. CONSIDFOIÇÕES FINAIS	39
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

1. INTRODUÇÃO

Com uma área de 7,84 milhões de hectares de reflorestamento, o setor brasileiro de árvores plantadas é responsável por 91% de toda a madeira produzida para fins industriais e 6,2% do PIB Industrial no País, e um dos segmentos com maior potencial de contribuição para a construção de uma economia verde (IBÁ, 2017).

O cenário florestal vem crescendo cada vez mais no Brasil, havendo uma tendência do uso cada vez maior de produtos oriundos de florestas plantadas para a produção de multiprodutos madeireiros. Este cenário implica em uma alta demanda do aperfeiçoamento nas operações e técnicas de suprimento de madeira, visando aumentar o rendimento e a produção, e a diminuição de custos (DACOREGIO et al., 2016).

Dentre as etapas de produção florestal, a colheita se destaca por ser responsável por mais de 50% do custo final da madeira posta na indústria, atribuindo a esta etapa uma grande importância econômica, uma vez que diversos riscos de perdas estão envolvidos (MACHADO, 2014).

Devido à ampla variedade de condições operacionais que podem existir no manejo de florestas nativas ou plantadas, os sistemas de colheita devem ser dimensionados considerando vários fatores, dentre eles topografia do terreno, rendimento volumétrico do povoamento, tipo de floresta, uso final de madeira, máquinas, equipamentos e recursos disponíveis (MACHADO, 2002).

Entretanto, mesmo com o aumento da produtividade com a intensa mecanização a partir da década de 90, as máquinas florestais estão sujeitas a fatores ambientais que podem restringir seu uso, como: densidade do talhão, topografia, tipo de solo, volume por árvore e distância de transporte (MACHADO, 2014).

Contudo, mesmo com redução da utilização de métodos manuais e semimecanizados devido à mecanização das operações florestais, o uso de tais métodos, principalmente, com motosserra, ainda apresenta viabilidade em situações de corte próximo de áreas de preservação permanente, áreas de difícil acesso e em empresas de menor porte (SOUZA et al, 2014).

A declividade é uma das variáveis limitantes nas operações de colheita de madeira, que ocorrem dentro do povoamento, e genericamente, pode-se dizer que, quanto maior for a declividade, maiores serão as limitações ao deslocamento da máquina no terreno, e,

por conseguinte, menor será a produtividade (VAZ,2007).

As operações de colheita em áreas declivosas ou de difícil acesso, geralmente no Brasil, são realizadas com um grande contingente de mão de obra, em que o método semimecanizado com uso de motosserra ainda predomina. Nessas situações, as operações são constituídas pela derrubada das árvores e, em seguida, a extração geralmente feita com tratores agrícolas adaptados com guinchos arrastadores. Dessa forma, nestes locais é condicionado o uso do sistema de colheita de toras longas (*tree-length*) devido ao menor custo operacional em função da maior produtividade em comparação à sistemas de colheita de toras curtas (*cut-to-length*) (ROBERT et al., 2013).

O conhecimento do desempenho e custos operacionais de qualquer atividade é de suma importância no processo de tomada de decisão, auxiliando de forma fundamental, o controle e planejamento da utilização de equipamentos e mão de obra (MACHADO & MALINOVSKI, 1988).

Assim, em função dos riscos e complexidade da gestão das operações de colheita, algumas empresas optam pela terceirização dos serviços afim de reduzir os custos e melhorar a qualidade do serviço, reduzindo o número de funcionários e, assim, diminuindo as responsabilidades com encargos sociais, trabalhistas e salários. A terceirização é a transferência das funções que podem ser realizadas por outras empresas, permitindo que a tomadora de serviços se concentre na atividade principal da organização enquanto a prestadora de serviço executa as atividades secundárias (DE MORAES, 2012 apud BRASIL, 1993).

Contudo, independente da forma de contratação e realização das atividades, ferramentas de estudo do trabalho, como o estudo de tempos e movimentos, são importantes na gestão, pois, permitem análises do processo produtivo, da relação homem-máquina e operações em geral, em busca da melhoria dos métodos operacionais e condições de trabalho.

2. OBJETIVOS

2.1 GERAL

Analisar operações de colheita florestal semimecanizada em duas condições de declividade do terreno.

2.2 ESPECÍFICOS

- a. Analisar a produtividade das etapas de colheita em ambas condições de extração e do sistema;
- b. Determinar os custos das operações de colheita;
- c. Avaliar a relação custo/benefício da operação;
- d. Avaliar a influência da distância de transporte da madeira sobre os custos com frete e composição do preço da tora comercializada.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O trabalho foi desenvolvido em áreas com povoamentos *Pinus elliottii* E. de uma empresa situada na região de Vacaria-RS, nos Campos de Cima da Serra, com altitude de 955 metros. O clima da região é subtropical úmido Cfb segundo a classificação de Köppen (ALVAREZ et al., 2014). A precipitação anual do município é de 1715 mm, temperatura média de 16,1 C° (EMBRAPA, 2018) e o solo classificado como Latossolo Bruno alumínico câmbico (NACHTIGALL et al.2013).

Figura 1. Localização do município de Vacaria no Estado.



Fonte: IBGE, 2018.

Os povoamentos de *Pinus elliottii* tinham 32 anos de idade, peso médio individual de 1,5 t/árv e foram submetidos a quatro desbastes antes da intervenção de corte final, restando nessa etapa uma densidade de média 300 árvores por hectare.

O principal objetivo do plantio florestal foi a produção de toras para serraria e laminação (Tabela 1), visando-se colher mensalmente em torno de 1800 t de madeira, devendo esta meta de produção ser atendida pela prestadora de serviço de colheita.

Tabela 1. Dimensões das toras e finalidade dos sortimentos da madeira produzidos.

Classificação	Diâmetro (cm)	Comprimento (m)	Finalidade
Classe 1	20 a 24,9	1,95	Serraria
Classe 2	25 a 30,9	4,15	Serraria
Classe 3	31 a 34,9	2,65	Lâmina
Classe 4	35 acima	3,05	Serraria
Classe 5	Tora pé	3,08	Lâmina

Fonte: Produção do próprio autor

3.2 CARACTERIZAÇÕES DAS OPERAÇÕES DE COLHEITA

No presente trabalho foram avaliadas duas condições operacionais de colheita, uma para áreas consideradas planas (relevo plano a suave ondulado, declividade de 0 a 5°) e outra para áreas declivosas (relevo ondulado a forte ondulado, de 5 a 25°). Em ambas as condições operacionais, o sistema de colheita utilizado foi o de toras longas (*tree-length*) onde a derrubada, desganhamento e destopamento das árvores foi realizado dentro do talhão. Em seguida, conforme a declividade, diferentes meios foram empregados para extrair os fustes até o estaleiro na beira da estrada para posterior traçamento e carregamento das toras em veículos de transporte de acordo com o sortimento desejado.

As etapas iniciais de corte das árvores dentro do talhão foram realizadas por uma equipe de trabalho composta somente por um operador de motosserra (sistema 1 + 0), o qual realizava a derrubada, desganche e destopo com motosserra Stihl MS 382, peso de 6,2 kg, potência de 5,3 cv (Figura 2).

Figura 2. Modelo de motosserra utilizada no corte florestal.



Motosserra MS 382

Fonte: Stihl (2018)

Em condições de declividade considerada plana, a extração da madeira foi realizada por um trator com pinça denominado “Campineiro” (figura 3b), o qual fazia o arraste dos fustes do interior do talhão até o estaleiro. Em áreas declivosas, os fustes foram extraídos por meio de um trator com “Langer” (figura 3a), o qual realizava o guinchamento para um local de melhor acesso dentro do talhão e os outros guinchos (figura 3c e 3d) arrastavam a madeira até o local do traçamento.

Figura 3. Equipamentos utilizados para a extração da madeira.



Fonte: Produção do próprio autor.

Legenda: a) Trator com guincho de torre “Langer”; b) Trator campineiro; c) Trator com guincho; d) Trator com guincho.

As especificações técnicas dos equipamentos utilizados para a extração da madeira estão descritas na Tabela 2.

Tabela 2. Especificações técnicas dos equipamentos utilizados para extração de madeira.

Especificações	Descrição			
Máquina Base				
	Área plana		Área declivosa	
Marca	Valmet	Ford	Massey Ferguson	Valmet
Modelo	128	7630 s100	290	880
Ano	1986	2004	1994	1994
Motor	MWM D229 6 cilindros	Genesis 5.0L diesel, 4 cilindros	Diesel Perkins 4.1L de 4 cilindros	MWM D229 4 cilindros
Potência	124,2 hp	102,9 hp	78,9 hp	79,8 hp
Implemento				
Tipo do Implemento	Campineiro	Guincho	Guincho	Guincho
Marca	Tmo	Tmo	Tmo	Tmo
Modelo	1046	G1- 33T	G1- 33T	Langer- 12T
Cabo de aço	-	7/8" 80 metros	7/8" 80 metros	3/4" 80 metros

Fonte: Produção do próprio autor.

No estaleiro, o traçamento das árvores ocorria através de um operador com motosserra de mesmo modelo Stihl MS 382, mais um ajudante que realizava a medição das toras e sortimentos. Antes do carregamento, as toras foram classificadas empilhadas à margem do talhão através de um carregador florestal “munck” adaptado em trator agrícola (Figura 4), especificações técnicas na Tabela 3.

Figura 4. Carregador florestal “munck” adaptado em trator agrícola utilizado para empilhamento e carregamento das toras em veículos de transporte.



Fonte: Produção do próprio autor.

Tabela 3. Especificações técnicas do Carregador florestal “munck” adaptado em trator agrícola.

Especificação	Descrição
Máquina Base	
Marca	Valmet
Modelo	128
Ano	1986
Motor	MWM
Potência	124,2 hp
Implemento (Munck Florestal)	
Marca	Johnson
Modelo	6166
Alcance máximo lança	6,6 metros

Fonte: Produção do próprio autor.

A composição do módulo de colheita na condição de áreas consideradas declivosas foi: derrubada, desgalhamento e destopamento com motosserra + guinchamento com trator com “Langer” mais arraste com tratores com guincho + traçamento com motosserra + carregamento com carregador florestal “munck”.

Para a condição de áreas planas foi considerada a seguinte: derrubada, desgalhamento e destopamento com motosserra + arraste com trator “campineiro” + traçamento com motosserra + carregamento com carregador florestal “munck”.

Todas as operações de colheita foram realizadas por uma empresa terceira que presta serviço no ramo florestal a mais de 15 anos e independente da condição de relevo o valor recebido para execução do trabalho foi de R\$ 32,00/t. Os colaboradores possuíam, em média, mais de dez anos de experiência na execução das atividades e foram aptos para executá-las através de treinamento. O horário programado de trabalho foi das 07:30 às 17:48 horas com intervalo das 12:00 às 13:30 horas para almoço, tendo a tarde, geralmente, uma pausa para café. Isso correspondia a 8 horas e 48 minutos por dia e 22 dias por mês.

3.3 ANÁLISE OPERACIONAL

3.3.1 Determinação da produtividade

A análise operacional foi realizada por meio de um estudo de tempos e movimentos, utilizando o método de registro do tempo produtivo e da produção conforme Magagnotti e Spinelli (2012) e Ackerman et al. (2014). Neste método, cada etapa da colheita foi observada dez vezes com amostras de 60 minutos de duração, contabilizando-se o número de árvores/fustes/toras que foram derrubadas, arrastadas, traçadas ou carregadas, conforme a etapa, determinando-se, dessa forma, a produtividade por hora máquina programada (t/SMH) através da fórmula a seguir:

$$P = \frac{N \times pmi}{t}$$

Em que: P: Produtividade (t/SMH); N: Número de árvores observadas pelo tempo; pmi: peso médio individual (t/árv); t: Tempo (min).

3.3.2 Análise dos dados

Os dados de produtividade de cada etapa da colheita foram analisados por meio de estatísticas descritivas de medidas de posição e dispersão, sendo determinada os valores de: média, variância, desvio padrão, coeficiente de variação, erro absoluto e relativo de amostragem.

3.4 ANÁLISE DE CUSTOS

A análise de custos de ambas as condições operacionais, foram feitas pelo método contábil com uso de valores reais e estimados segundo a metodologia da FAO/ECE/KWF citado por Machado e Malinovski (1988).

Os custos de cada etapa da colheita foram classificados em fixos, variáveis e administrativos, estes expressos em dólares americanos por hora máquina programada (US\$/SMH), tendo um valor de câmbio na data de 30/09/2018 de 4,05 R\$/US\$.

Para o custo fixo considerou-se a depreciação das máquinas, juros e o pessoal operacional, enquanto como custos variáveis considerou-se o combustível, óleos e graxas, material rodante e manutenção.

3.4.1 Custos Fixos

De acordo com Oliveira (2013) os custos fixos são aqueles que não variam com as horas de operação, ocorrendo independente da máquina estar produzindo ou não. Sendo eles os custos com a depreciação de máquinas, juros e custo de pessoal operacional.

a) Depreciação (Dp): corresponde à perda do valor do equipamento, ou máquina, no decorrer do tempo de uso (SILVA et al, 2010). Para o cálculo da depreciação foi utilizado o método de depreciação linear.

$$Dp = \frac{(Va - Vr)}{N \times SMH}$$

Em que: Dp = depreciação (US\$/SMH); Va = valor de aquisição do equipamento (US\$); Vr = valor residual ou de revenda do equipamento (US\$); N = vida útil em anos; SMH = horas anuais programadas de trabalho.

b) Juros: os juros foram calculados pela aplicação de uma taxa de juros ao investimento médio anual (IMA), que corresponde ao custo de oportunidade que seria aplicado ao capital, para isso foi considerado uma taxa real de juros de 10% a.a (OLIVEIRA,2013).

O cálculo dos juros foi obtido através das equações a seguir:

$$J = \frac{IMA \times i}{SMH}$$

Em que: J= custos de juros (US\$/SMH); IMA = investimento médio anual (R\$); i = taxa de juros e seguros (%) e; SMH = horas anuais programadas de trabalho (horas).

$$IMA = \frac{(Va - Vr) \times (N + 1)}{2 \times N} + Vr$$

Em que: IMA = investimento médio anual (R\$); Va = valor de aquisição da máquina + implemento (R\$); Vr = valor residual ou de revenda da máquina + implemento (R\$) e; N = vida útil estimada (anos).

3.4.2 Custos Variáveis

Os custos variáveis correspondem a todos os fatores variáveis de produção (LEITE et al, 2014), estando diretamente ligados com a frequência de uso da máquina e incidem de acordo com a quantidade produzida ou com o uso dela (OLIVEIRA, 2013). Esses custos são compostos pelos combustíveis, óleos e graxas, material rodante e manutenção.

a) Consumo de combustível:

O consumo de combustível foi calculado pelo consumo médio informado pela empresa e o preço naquele período.

$$Cc = C * p$$

Em que: CC = Consumo de combustível (US\$/SMH); C = consumo médio informado pela empresa (L/hora programada) e p = preço atual de mercado (US\$/L).

b) Índice de Óleos e Graxas:

Para determinar o consumo de óleos e graxas foi considerado 36,8 % sobre o consumo de combustível, de acordo com Brinker, 2002.

c) Material Rodante:

O material rodante será calculado pelo produto do número de rodados e do preço unitário e divididos pela vida útil dos mesmos.

$$MR = \frac{NR * p}{N}$$

Em que: MR= custo do material rodante (US\$/SMH); NR= número de rodados (pneus) da máquina; p= preço atual de mercado por unidade (US\$); N= vida útil (SMH)

d) Manutenção

Os custos de manutenção foram calculados pelo produto da depreciação do equipamento, depreciação do implemento e coeficiente de manutenção definido.

$$M = Dpm + Dpi * K$$

Em que: M= custo de manutenção (US\$/SMH); Dpm= depreciação da máquina (US\$); depreciação do implemento (US\$); K = coeficiente de manutenção, índice adotado 60%.

3.4.3 Custos Administrativos

Em relação aos custos administrativos foram considerados aqueles relacionados com contabilidade, escritório e supervisão de campo, para tanto considerou-se o percentual de 10 % sobre o somatório de custos fixos e variáveis.

3.4.2 Custo operacional horário total e de produção

O custo operacional horário total de cada condição de colheita foi determinado como resultado do somatório dos custos fixos, variáveis e administrativos. O custo de produção de cada etapa, expresso em dólares americanos por tonelada de madeira (US\$/t), foi determinado pelo produto da divisão do custo operacional horário total pela produtividade por hora máquina produtiva.

A determinação do custo de produção do sistema de colheita de cada condição, foi realizada conforme Rummer e Klepac (2002). Para tal, assumiu-se que a produção máxima do sistema de colheita é limitada pelo equipamento/função de menor produtividade. Assim, o custo de produção de colheita de ambas condições foi determinado pela razão entre o custo operacional horário do sistema e a produtividade do equipamento/função menos produtivo.

3.5 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

A análise de sensibilidade teve como objetivo avaliar cenários operacionais nos quais foram simulados uma variação de 60 % (30 % para mais e para menos) na produtividade do sistema de colheita de cada condição operacional. Assim, avaliou-se os impactos no dimensionamento da colheita, custos de produção e razão custo/benefício do

serviço prestado.

Para a avaliação da lucratividade da empresa terceira foi realizada uma simulação com o valor pago pela prestação de serviço (R\$ 32,00/t) em sua produção real de 1.800 t/mês e com margem de lucro de 20%. A variação de porcentagem de área declivosa no talhão foi um fator aplicado pois influência no custo da operação. Outra simulação foi realizada considerando o impacto da variação de 30% a mais na produtividade para avaliação do lucro final.

Também, por meio de solução analítica e dados de custos com frete em diferentes distâncias de transporte, simulou-se a distância econômica de transporte, considerando a tora posta na serraria, obtendo-se assim a distância em que é viável a madeira ser comercializada pela empresa até quando a receita gerada se equivale às despesas de colheita mais transporte. Para estes cálculos foi utilizado o preço médio da tonelada comercializada.

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1 PRODUTIVIDADE DAS OPERAÇÕES DE COLHEITA

Segundo a tabela 4 onde estão demonstradas a produtividade média das operações, a etapa com maior rendimento foi registrada no carregamento, com média de 23,62 t/SMH. A etapa do traçamento caracterizou-se como o gargalo da operação, sendo menos produtiva que as demais com 13,35 t/SMH e o fator limitante da produção independente da condição de declividade. As etapas corte no talhão e arraste tiveram valores muito próximos, 16,35 t/SMH e 16,65 t/SMH respectivamente.

Tabela 4. Estatística descritiva da produtividade das etapas da colheita.

Parâmetro	Etapas da Colheita			
	Corte no talhão	Arraste	Traçamento	Carregamento
Média (t/SMH)	16,35	16,65	13,35	23,62
Variância	37,73	78,73	17,23	47,57
Desvio Padrão	6,14	8,87	4,15	6,90
Coefficiente de Variação	37,57	53,29	31,09	29,20
Erro Absoluto	4,39	6,35	2,97	4,93
Erro Relativo	26,87	38,12	22,24	20,89

Fonte: Produção do próprio autor.

Para áreas declivosas a operação com uso de motosserra no corte dentro do talhão registrou 16,35 t/SMH, o arraste com *Langer* e outro trator de guincho 15,64 t/SMH sendo abaixo da média encontrada, o traçamento 13,35 t/SMH e o carregamento 23,62 t/SMH.

Para áreas planas, podemos considerar os mesmos valores de produtividade da área declivosa para as seguintes etapas: corte no talhão, traçamento e carregamento, porém para a etapa de arraste a produtividade foi 19,00 t/SMH mais alta do que a média registrada.

A diferença entre as produtividades do arraste ocorreram em função da declividade, o trator campineiro produz arrastando a árvore direto do talhão para o estaleiro. Enquanto na área declivosa é necessário que haja no mínimo dois guinchamentos: o *Langer* guinchando a árvore até um local em que o outro trator com guincho consiga chegar para arrastar o fuste até o estaleiro.

Andreon (2011) relata uma produtividade de 7,59 m³/SMH para atividades de corte em floresta de eucalipto com 7 anos de idade de madeira com casca. Batista (2008) relatou uma produtividade de 21,83 m³/SMH da motosserra realizando corte em uma floresta localizada na Amazônia Central através do método de tempo individual. Leite et al (2014) obteve produtividade média de 5,73 m³/SMH em corte florestal semimecanizado de eucalipto em espaçamento de 3 x 4 m.

A baixa produtividade do traçamento ocorria em função do chefe da equipe além de operar o trator com “munck” realizar as manutenções e em algumas situações havia a necessidade de sair da colheita para buscar peças, com a troca do operador de motosserra do estaleiro para o carregamento o substituto não conseguia manter o desempenho.

Outra situação que explica a baixa produtividade do traçamento é o local do estaleiro pois, algumas vezes foi necessário pausar a atividade para afiar a serra em função das pedras.

Brinate (2016) relatou a produtividade de 1,98 m³/SMH para áreas com elevada declividade mas sem variação no relevo e 2,28 m³/SMH para áreas com elevada declividade e com variação no relevo (grotas) da atividade de extração da madeira com guincho de arraste. São valores inferiores ao encontrado neste trabalho e a principal causa é o vmi das árvores, pois para Brinate (2016) o volume individual da árvore é de apenas 0,388 m³.

Analisando ainda a tabela 4, a etapa que demonstrou maior coeficiente de variação foi o arraste com 78,73 % isto demonstra heterogeneidade dos dados e baixa representatividade da média, o carregamento teve menor erro relativo 20,89 %, portanto mais próximo ao valor exato.

Embora o método de estudo de tempos e movimentos utilizado não permita que sejam avaliados tempos produtivos e tempos não produtivos (interrupções) e, também, não se tenham dados de controle das operações ao nível de turno, verificou-se que a produtividade das operações poderia ser mais alta devido à frequente número de quebras e paradas para manutenção das máquinas, uma vez que, o equipamento de menor tempo de uso apresentava tinha 14 anos. Tais paradas afetam diretamente a produção, pois, em algumas ocasiões foi necessária a parada de todos os operadores e auxiliares para trocar uma peça de um trator ou fazer a retirada desta para transportá-la até o recurso.

4.2 ANÁLISE DE CUSTOS

4.2.1 Corte no talhão e traçamento das toras

Os custos levantados para o corte no talhão com motosserra e traçamento são destacados na tabela 4. Entre as duas operações, o traçamento apresentou um custo de produção mais alto por possuir uma equipe maior (um operador de motosserra mais um ajudante), além disso, foi a atividade de menor produtividade em relação às outras, sendo, dessa forma, o “gargalo” técnico da colheita, uma vez que a produção de toda a operação é limitada por esta atividade.

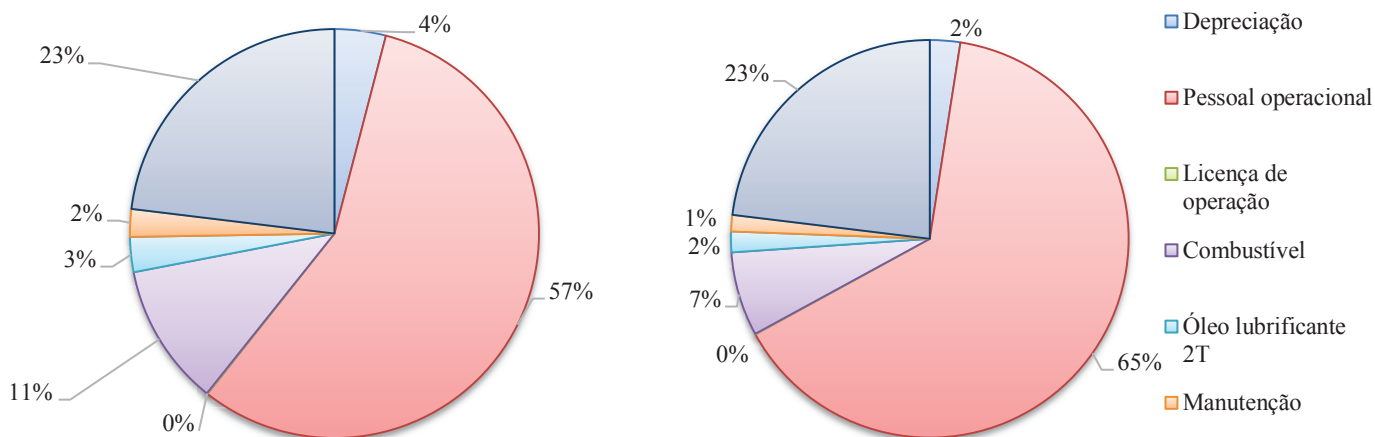
Dos custos fixos (60,73 % e 67,06%), o item pessoal operacional inclui salários, encargos, alimentação, transporte e hospedagem, correspondem 57% no corte com motosserra dentro do talhão e 65 % no traçamento das toras. São valores próximos aos de Santos et al. (2015) que encontrou 48% na composição do custo variável em avaliação ao módulo de colheita composto por motosserra e guindaste. Leite et al. (2014) com 75 % da mão de obra nos custos variáveis em análise de corte semimecanizado de eucalipto em diferentes espaçamentos.

Tabela 5. Distribuição dos custos das etapas de derrubada e traçamento, em dólares por hora anual de trabalho programada.

	Critérios	Etapa	
		Corte no talhão	Traçamento
Custos Fixos (US\$/SMH)	Depreciação	0,32	0,32
	Pessoal operacional	4,40	8,24
	Licença de operação	0,00	0,00
Custos Variáveis (US\$/SMH)	Combustível	0,87	0,87
	Óleo lubrificante 2T	0,22	0,22
	Manutenção	0,17	0,17
Custo Administrativo (US\$/SMH)	30%	1,79	2,95
Custo Operacional Total (US\$/SMH)		7,77	12,77
Custo de Produção (US\$/t)		0,48	0,96

Fonte: Produção do próprio autor.

Figura 5. Representação dos custos fixos, variáveis e administrativos da etapa de corte e traçamento.



A licença de porte de motosserra é válida por dois anos e por isso não possui valor significativo assim como nos trabalhos citados acima.

O custo com combustível (corte 11% e traçamento 7%) tem destaque na composição dos custos variáveis (16,20% e 9,86%) assim como Andreon (2011) que demonstrou 6,56 %.

Por se tratar de operações com alto risco de acidentes o custo administrativo é relativamente alto comparado a outras atividades, correspondendo a 23,08 % do custo total em ambos, o custo de produção do corte é de 0,48 US\$/t e do traçamento 0,96 US\$/t.

4.2.2 Arraste de árvores/fustes

A distribuição dos custos das etapas de arraste nas duas condições levantadas estão demonstrados na tabela 5, por se tratarem de máquinas e implementos bastante usados o valor residual considerado para cálculo da depreciação foi de 5%.

Para os custos fixos destacam-se o pessoal operacional que inclui salários, encargos, alimentação, transporte e hospedagem, este valor é maior para os tratores de arraste com guincho pois é necessário o ajudante para o cabo. Portanto são dois colaboradores envolvidos enquanto que na condição de área plana é necessário somente um.

Em relação aos custos variáveis o critério que teve maior representatividade foi o combustível, seguido pelos óleos e graxas, material rodante e manutenção.

Tabela 6. Distribuição de custos etapa de arraste, em dólares por hora anual de trabalho programada.

	Critérios	Arraste		
		Áreas declivosas		Áreas planas
		Langer	Ford 7630	Valmet 128
Custos Fixos (US\$/SMH)	Depreciação máquina base	0,28	0,70	0,65
	Depreciação implemento	0,19	0,31	0,17
	Juros e Seguros máquina base	0,20	0,51	0,47
	Juros e Seguros implemento	0,09	0,14	0,08
	Pessoal Operacional	6,01	6,01	4,40
	Custos Variáveis (US\$/SMH)	Combustível	10,01	10,01
	Índice de óleos e graxa	3,69	3,69	3,69
	Material Rodante	0,54	1,15	1,15
	Manutenção	0,28	0,61	0,49
Custo Administrativo (US\$/SMH)	10%	2,13	2,31	2,11
Custo Operacional Total (US\$/SMH)		23,42	25,45	23,22
Custo de Produção (US\$/t)		1,41	1,53	1,39

Fonte: Produção do próprio autor.

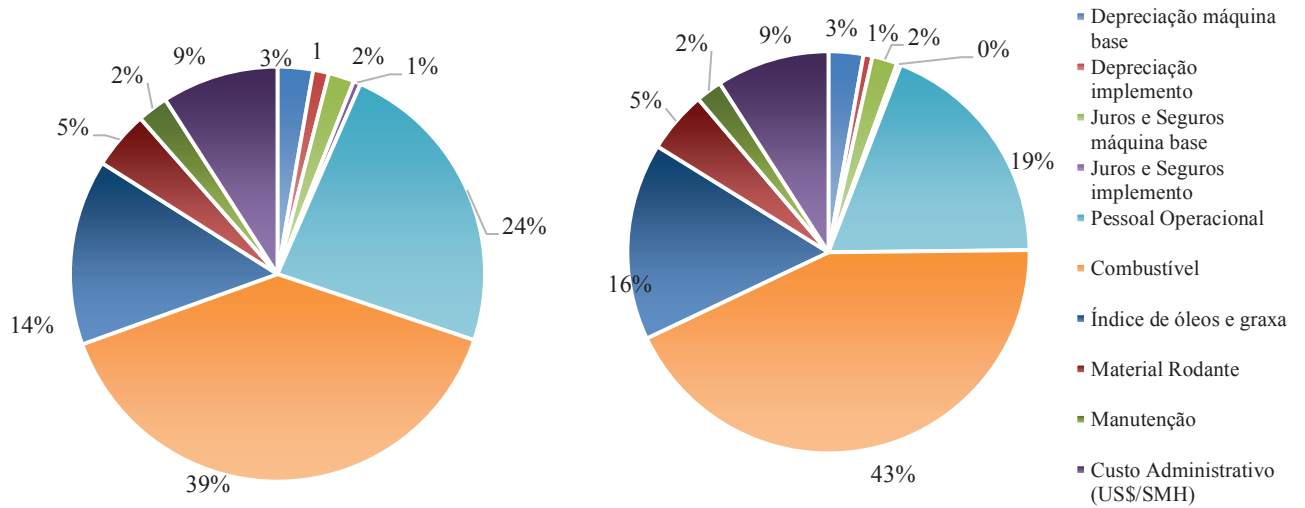
O menor custo de produção foi registrado para o equipamento campineiro usado em áreas de declive menos acentuado com 1,39 US\$/t. Sudam (1978) citado por Chirinda (1994) cita que o arraste com trator articulado (skidder) de 160 HP resultou no rendimento de 25 m³/hora, esta operação registrou o custo médio de 1.30 US\$/m³.

Dentre os outros o trator com guincho de torre (langer) possui menor custo de produção 1,41 US\$/t, entretanto é necessário utilizar este equipamento juntamente com outro trator com guincho onde seu custo de produção é 1,51 US\$/t, isto reflete diretamente no custo operacional do sistema em área de declive acentuado.

Para a operação de arraste em áreas declivosas o custo operacional total (figura 2) é composto principalmente pelo combustível: 43% para o langer e 40% para o trator com guincho, pessoal operacional 26 e 24 %, 16 e 15% de óleos e graxas e 9% em custo administrativo para os dois equipamentos. As outras percentagens de 6 e 12 % representam a depreciação da máquina e implemento, juros, material rodante, manutenção

e custo administrativo.

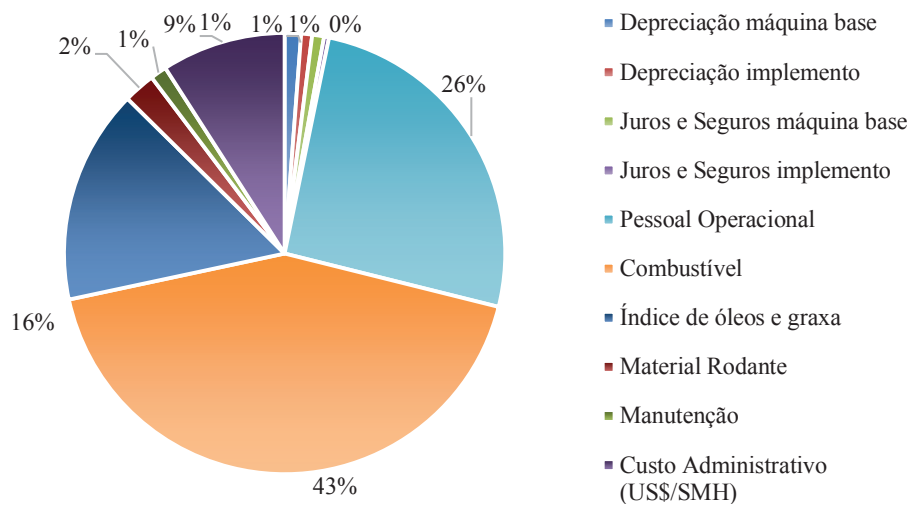
Figura 6. Representação dos custos fixos, variáveis e administrativos dos equipamentos de arraste em área declivosa, langer e trator com guincho.



Fonte: Produção do próprio autor.

Analisando a figura 3, o custo operacional total para arraste em área plana é composto principalmente por 43% de combustível, 19% de mão de obra, 16% por óleos e graxas e 9 % de custo administrativo. Outros 13 % são diluídos entre depreciação da máquina e implemento, juros, material rodante e manutenção.

Figura 7. Representação dos custos fixos, variáveis e administrativos dos equipamentos de arraste em área plana.



Fonte: Produção do próprio autor.

O custo operacional do carregamento também é influenciado pelas quebras e manutenções dos equipamentos, pois a eficiência se torna mais baixa e assim tornando mais onerosa do que devia.

4.2.3 Carregamento

O carregamento possui comportamento similar ao trator usado em área plana, pois somente um colaborador opera a máquina.

Na composição do custo operacional total há participação importante do combustível com 42%, pessoal operacional 18 %, óleos e graxas com 16% e custo administrativo com 9%,

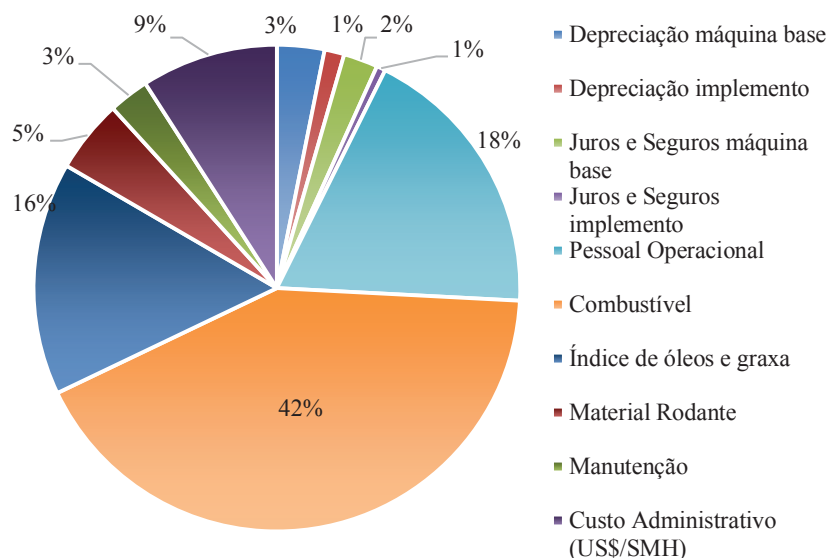
O carregamento teve melhor resultado se tratando de custo de produção 1,01 US\$/t, devido a maior produtividade comparado as outras etapas da colheita.

Tabela 7. Distribuição de custos etapa de arraste, em dólares por hora anual de trabalho programada.

	Crítérios	
Custos Fixos (US\$/SMH)	Depreciação máquina base	0,75
	Depreciação implemento	0,31
	Juros e Seguros máquina base	0,54
	Juros e Seguros implemento	0,14
	Pessoal Operacional	4,40
Custos Variáveis (US\$/SMH)	Combustível	10,01
	Índice de óleos e graxa	3,69
	Material Rodante	1,15
	Manutenção	0,64
Custo Administrativo (US\$/SMH)	10%	2,16
Custo Operacional Total (US\$/SMH)		23,80
Custo de Produção (US\$/t)		1,01

Fonte: Produção do próprio autor.

Figura 8. Representação dos custos fixos, variáveis e administrativos do carregamento.



Fonte: Produção do próprio autor.

4.2.4 Custo operacional horário total e de produção

Na Tabela 8 podemos visualizar a composição do módulo de colheita que embasam o custo final de cada sistema.

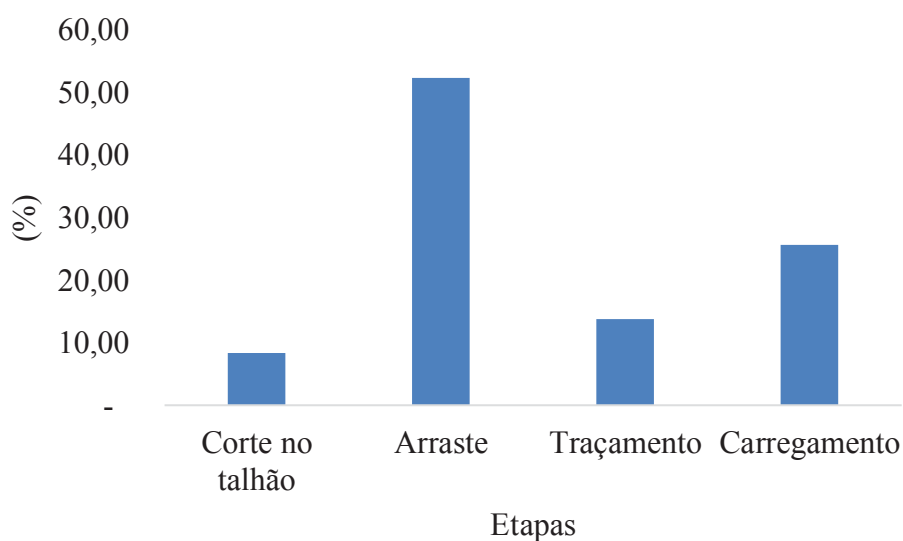
Tabela 8. Composição dos sistemas de colheita para áreas declivosas e áreas planas com a produtividade real.

Cenários	Etapas da colheita				
	Derrubada	Arraste	Traçamento	Carregamento	
	Motosserra	Langer	Trator com guincho	Motosserra	Trator com grua
	1	2	2	2	1
	16,35	23,42	16,65	13,35	23,62
Áreas Declivosas					
Equipamento					
Nº pessoas na operação					
Produtividade da função, média (t/SMH)					
Produtividade do sistema, média (t/SMH)					
Custo operacional (US\$/SMH)	7,77	23,42	25,18	12,77	23,80
Custo operacional horário do sistema (US\$/SMH)			92,94		
Custo da colheita (US\$/t)			6,96		
	Motosserra	Campineiro	Motosserra		Trator com grua
	1	1	2		1
	16,35	16,65	13,35		23,62
Áreas Planas					
Equipamento					
Nº pessoas na operação					
Produtividade da função, média (t/SMH)					
Produtividade do sistema, média (t/SMH)					
Custo operacional (US\$/SMH)	7,77	23,22	12,77		23,80
Custo operacional horário do sistema (US\$/SMH)			67,56		
Custo da colheita (US\$/t)			5,06		

Fonte: Produção do próprio autor.

O custo da colheita em áreas declivosas foi mais alto em função do número de pessoas envolvidas e do custo do arraste das árvores/fustes, este último representa de 52,29 % do custo operacional horário do sistema, o custo da colheita é US\$ 6,96/t. Os valores se diferem de Silva (2011) que obteve custo médio da colheita de 8,39 m³/SMH em plantios de eucalipto em áreas de encostas e topos de morros com declividade acentuada.

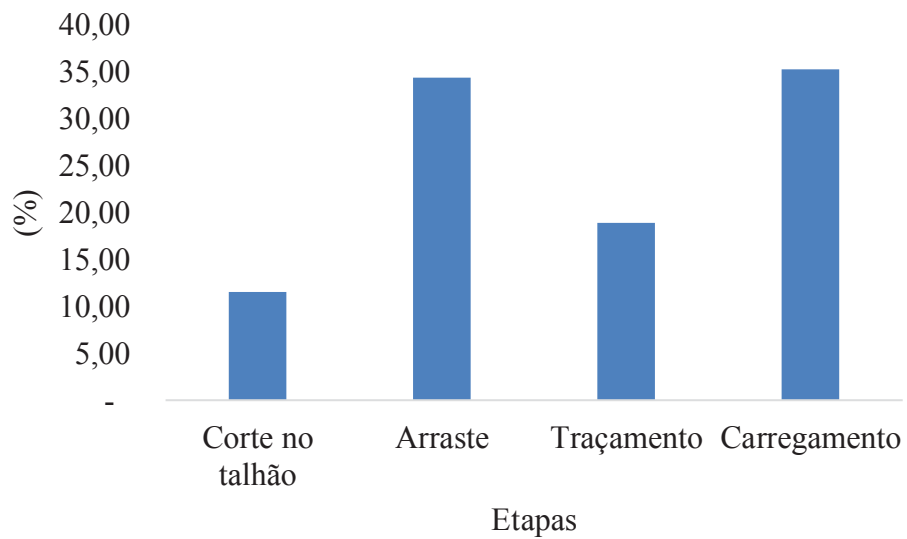
Figura 9. Representação do custo operacional do sistema em áreas declivosas.



Fonte: Produção do próprio autor.

Como é esperado o custo para retirada de madeira em áreas planas é menor e resultou em US\$ 5,06/t. O arraste teve representação de 34,37 % sobre o custo operacional horário do sistema, valor próximo ao do carregamento com 35,23%. Na composição dos custos de colheita de Silva (2011) o corte teve participação de 61,86 %, o carregamento de 20,86 % e o tombamento com 17,28%.

Figura 10. Representação do custo operacional do sistema em áreas planas.



Fonte: Produção do próprio autor.

4.3 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

A formação dos cenários demonstra o impacto da produtividade no custo operacional horário do sistema e no custo da colheita em ambas situações.

A simulação do aumento da produtividade serve para gestão da equipe terceira, na tabela 9 é possível visualizar o impacto do aumento em 30% na produção limite do sistema que nesse caso é o traçamento.

Tabela 9. Cenário operacional com aumento de 30% na produtividade.

Cenários	Etapas da colheita				
	Derrubada	Arraste	Traçamento	Carregamento	
	Motosserra	Trator com guincho	Motosserra	Trator com grua	
	1	2	2	1	
	16,35	16,65	13,35	23,62	
Áreas Declivosas					
Equipamento					
Nº pessoas na operação					
Produtividade da função, média (t/SMH)					
Produtividade do sistema, média (t/SMH)		17,36			
Custo operacional (US\$/SMH)	7,77	25,18	12,77	23,80	
Custo operacional horário do sistema (US\$/SMH)		92,94			
Custo da colheita (US\$/t)		5,36			
	Motosserra	Campineiro	Motosserra	Trator com grua	
	1	1	2	1	
	16,35	16,65	13,35	23,62	
Áreas Planas					
Equipamento					
Nº pessoas na operação					
Produtividade da função, média (t/SMH)					
Produtividade do sistema, média (t/SMH)		17,36			
Custo operacional (US\$/SMH)	7,77	23,22	12,77	23,80	
Custo operacional horário do sistema (US\$/SMH)		67,56			
Custo da colheita (US\$/t)		3,89			

Fonte: Produção do próprio autor.

Para área declivosa temos uma diminuição de 6,96 para 5,36 US\$/t e em áreas planas de 5,06 para 3,89 US\$/t, o que serve de estímulo para que a própria equipe seja mais eficiente e aumente o lucro no final do mês.

Neste caso para aumentar a produtividade limite do sistema, algumas alterações poderiam ser feitas como a programação das manutenções para que não tenha que remanejar os colaboradores de uma função para outra.

Em situação contrária a apontada acima, na tabela 10 podemos simular o impacto de 30% a menos na produtividade máxima do sistema.

Nesta situação o objetivo é mensurar quanto o prestador de serviço está perdendo com a má eficiência da equipe, períodos de chuva ou quebra de equipamentos. Podendo assim ter um planejamento melhor junto com a empresa contratante para diluir seus custos ao longo do ano, ao invés de concentrar o lucro no verão e o prejuízo no inverno.

O custo da colheita para área declivosa passa de 6,96 para 9,95 US\$/t e para área plana de 5,06 para 7,23 US\$/t.

Tabela 10. Cenário operacional com diminuição de 30% na produtividade.

Cenários	Etapas da colheita			
	Derrubada	Arraste	Traçamento	Carregamento
	Motosserra	Trator com guincho	Motosserra	Trator com grua
Equipamento	Langer	2	2	1
Nº pessoas na operação	1	2	2	1
Produtividade da função, média (t/SMH)	16,35	16,65	13,35	23,62
Produtividade do sistema, média (t/SMH)	7,77	23,42	12,77	23,80
Custo operacional (US\$/SMH)			9,35	
Custo operacional horário do sistema (US\$/SMH)			25,18	
Custo da colheita (US\$/t)			92,94	
			9,95	
	Motosserra	Campineiro	Motosserra	Trator com grua
Equipamento	Langer	2	2	1
Nº pessoas na operação	1	1	2	1
Produtividade da função, média (t/SMH)	16,35	16,65	13,35	23,62
Produtividade do sistema, média (t/SMH)	7,77	23,22	12,77	23,80
Custo operacional (US\$/SMH)			9,35	
Custo operacional horário do sistema (US\$/SMH)			67,56	
Custo da colheita (US\$/t)			7,23	

Fonte: Produção do próprio autor.

A lucratividade da empresa em situação normal de faturamento está demonstrada na tabela 11.

O lucro da operação está diretamente ligado a quantidade de área com relevo ondulado a forte ondulado no talhão devido a composição de máquinas para extração da madeira, pois a medida que é usado mais o trator com guincho há maior necessidade de mão de obra.

A simulação do aumento da produtividade demonstrou que o lucro final da operação poderia ser maior até mesmo em áreas mais declivosas, somente com o ajuste da própria equipe, Tabela 12.

Tabela 11. Lucratividade atual da prestadora de serviço.

Produção mensal (t)	Proporção de área declivosa no talhão	Receita (R\$)	Receita Colheita (R\$)	Custo Colheita (R\$)	Receita líquida (R\$)	Custo+Margem (R\$)	Lucro (R\$)
1.800	40%	57.600	57.600	43.079	14.521	51.695	5.905
1.800	50%	57.600	57.600	44.507	13.093	53.408	4.192
1.800	60%	57.600	57.600	45.935	11.665	55.122	2.478
1.800	70%	57.600	57.600	47.362	10.238	56.835	765
1.800	80%	57.600	57.600	48.790	8.810	58.548	-948

Fonte: Produção do próprio autor.

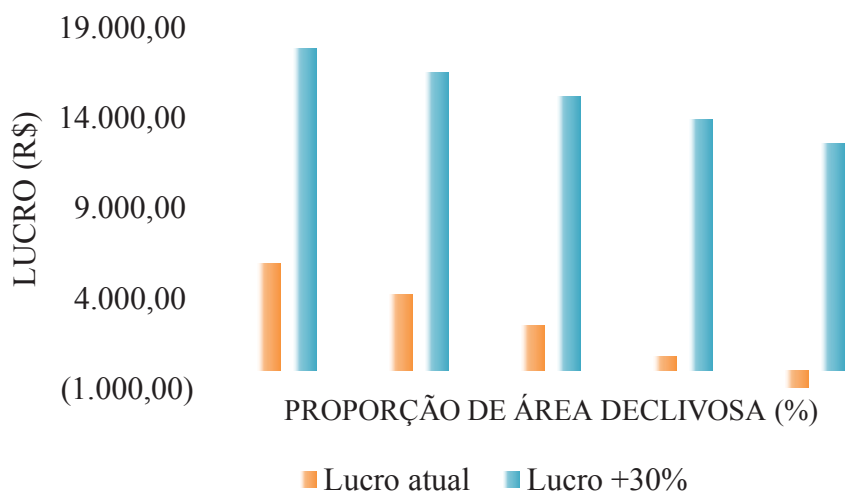
Tabela 12. Simulação do lucro com o aumento de 30 % na produtividade limite.

Produção mensal (t)	Proporção de área declivosa no talhão	Receita (R\$)	Receita Colheita (R\$)	Custo Colheita (R\$)	Receita líquida (R\$)	Custo+Margem (R\$)	Lucro (R\$)
1.800	40%	57.600	57.600	33.140	24.460	39.768	17.832
1.800	50%	57.600	57.600	34.238	23.362	41.086	16.514
1.800	60%	57.600	57.600	35.336	22.264	42.404	15.196
1.800	70%	57.600	57.600	36.434	21.166	43.721	13.879
1.800	80%	57.600	57.600	37.532	20.068	45.039	12.561

Fonte: Produção do próprio autor.

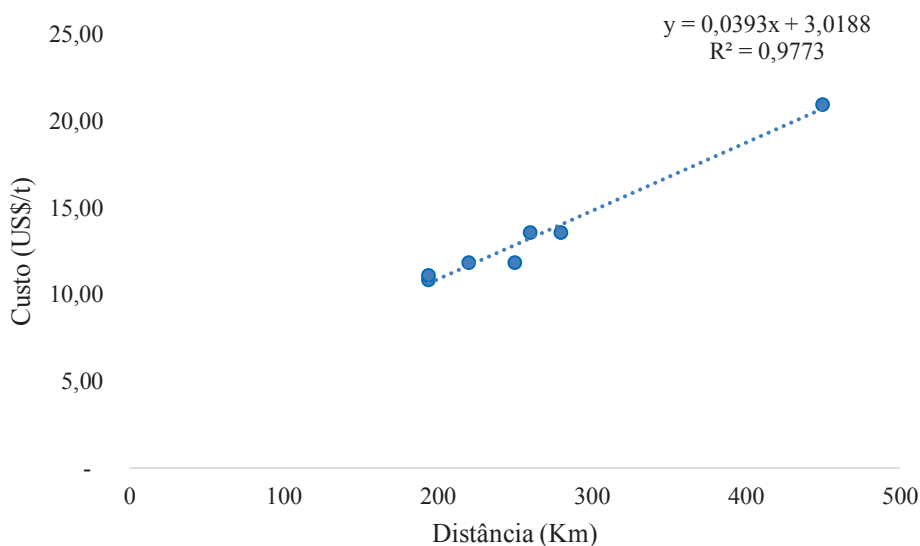
Na figura 11 é possível ver com maior clareza a comparação do lucro da empresa nas duas simulações de produtividade.

Figura 11. Comparação entre o lucro atual e aumento de 30% na produtividade com variação da proporção de declividade no talhão.



Através de equação ajustada para o custo do frete (figura 12) foram obtidos valores para as diferentes distâncias (tabela 13).

Figura 12. Custo do frete de toras vs distância.



A distância econômica de transporte considerando a receita média para a colheita em questão é até 300 km acima disto o custo ultrapassa a receita e o lucro se torna

negativo, caracterizando prejuízo.

É importante salientar que para obter este resultado foi utilizado o preço médio da venda da madeira, portanto a distância econômica para a tora da classe 1 é menor se comparada a classe 5, pois os valores de venda são diferentes. A Classe 5 suporta ser transportada até 500 km de distância sem dar prejuízo.

Tabela 13. Distância econômica de transporte.

Distância (km - ida)	Distância - somente Colheita (US\$/t)	Custo Frete (US\$/t)	Custo Total (US\$/t)	Custo Total (R\$/t)	Receita Média (R\$/t)	Lucro (t)
20	7,90	3,80	11,71	47,41	95,00	47,59
40	7,90	4,59	12,49	50,59	95,00	44,41
60	7,90	5,38	13,28	53,78	95,00	41,22
80	7,90	6,16	14,06	56,96	95,00	38,04
100	7,90	6,95	14,85	60,14	95,00	34,86
120	7,90	7,73	15,64	63,33	95,00	31,67
140	7,90	8,52	16,42	66,51	95,00	28,49
160	7,90	9,31	17,21	69,69	95,00	25,31
180	7,90	10,09	17,99	72,88	95,00	22,12
200	7,90	10,88	18,78	76,06	95,00	18,94
220	7,90	11,66	19,57	79,24	95,00	15,76
240	7,90	12,45	20,35	82,43	95,00	12,57
260	7,90	13,24	21,14	85,61	95,00	9,39
280	7,90	14,02	21,92	88,79	95,00	6,21
300	7,90	14,81	22,71	91,98	95,00	3,02
320	7,90	15,59	23,50	95,16	95,00	-0,16
340	7,90	16,38	24,28	98,34	95,00	-3,34
360	7,90	17,17	25,07	101,53	95,00	-6,53
380	7,90	17,95	25,85	104,71	95,00	-9,71
400	7,90	18,74	26,64	107,89	95,00	-12,89
420	7,90	19,52	27,43	111,08	95,00	-16,08
440	7,90	20,31	28,21	114,26	95,00	-19,26
460	7,90	21,10	29,00	117,44	95,00	-22,44
480	7,90	21,88	29,78	120,63	95,00	-25,63
500	7,90	22,67	30,57	123,81	95,00	-28,81

Para a empresa que comercializa a madeira é importante estar próximo aos consumidores para não sofrer influência do frete no preço da tonelada, mas neste caso não há nenhuma serraria ou fábrica a menos de 100 km de distância. A consequência disso é a diminuição no preço da tonelada para manter a competitividade e inserção do produto no mercado.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produtividade da operação depende principalmente da organização do prestador de serviço, o traçamento é o ponto sensível onde deve ser otimizado.

Os custos da colheita são influenciados diretamente pela declividade do terreno, em área declivosa a etapa mais onerosa é o arraste devido ao aumento do número de máquinas e de mão de obra.

O lucro da empresa terceira é comprometido quando o talhão é composto por mais de 50 % de área declivosa mas isso pode ser contornado se otimizar a produtividade limite.

O custo de frete tem impacto negativo acima de 300 km de distância, pois torna a madeira posta inviável considerando a receita média da floresta.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACKERMAN, P.; GLEASURE, E.; ACKERMAN, S.; SHUTTLEWORTH, B. **Standards for time studies for the South African forest industry**. South African: ICFR/FESA, 2014. 49 p.

ALVAREZ, C.A. et al., Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Vol. 22, No. 6, 711–728. 2014.

ANDREON, B. C. **Análise de custos do corte florestal semimecanizado em regiões declivosas no sul do Espírito Santo**. 2011. 33 f. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, SP, Brasil.

BATISTA, H. L. P., Estudo de Tempo e Rendimento da Motosserra Considerando Fatores Ergonômicos numa Exploração Florestal na Amazônia Central, Manaus, Amazonas, 2008.

BRINATE, I. B. **Colheita semimecanizada de eucalipto em áreas declivosas**. 2016. 48 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2016.

BRINKER, R.W. et al., Machine Rates for Selected Forest harvesting Machines. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn, Alabama, 2002.

CHIRINDA, A. T., **Aplicação de Metodologia de Cálculo de Rendimentos e Custos de Sistemas de Exploração em Floresta Nativa de Moçambique**. 1994. 264. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1994.

DACOREGIO, H. M. et al. Análise técnica e econômica de um trator arrastador na extração de madeira em povoamentos de Eucalyptus sp. In: Simpósio Brasileiro de Pós-graduação em Ciências Florestais, 9, 2016. Guarapari, Es. **Anais..** Guarapari, ES. UFES. 2016.

DE MORAIS, Maria Gabriela Alencar. **Colheita e Transporte de Madeira: Terceirização x verticalização das operações**. 2012. 169 p.- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

EMBRAPA UVA E VINHO: Dados Meteorológicos Unidade Vacaria. Disponível em: <https://www.embrapa.br/uva-e-vinho/dados-meteorologicos/vacaria/-/asset_publisher/SL3WxNTudP12/content/2016-agrometeorologia-vacaria-resumo-anu-1/1355300?inheritRedirect=false&redirect=https%3A%2F%2Fwww.embrapa.br%2Fuv

a-e-vinho%2Fdados-meteorologicos%2Fvacaria%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_SL3WxNTudP12%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-2%26p_p_col_pos%3D5%26p_p_col_count%3D7>. Acesso em: 11 ago. 2018.

EMBRAPA, Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Solos, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2º edição, Brasília, 2006.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Dados e estatísticas**. 2017. Disponível em: <<http://iba.org/pt/dados-e-estatisticas>>. Acesso em: 01 jul. 2018.

LEITE, Elton da Silva et al. Análise técnica e de custos do corte florestal semimecanizado em povoamentos de eucalipto em diferentes espaçamentos. [S.l.]: **Cerne**, 2014. p.637-643 v. 20.

MACHADO, C. C.; MALINOVSKI, J. R. **Ciência do trabalho florestal**. Viçosa: UFV, Impr. Univ., 1988. 65 p.

MACHADO, C. C.; LOPES, E. S. Planejamento. In: MACHADO, C. C., (Coord.) **Colheita florestal**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2014.

MACHADO, C. C.; SILVA EN; PEREIRA RS. O setor florestal brasileiro e a colheita florestal. In: MACHADO CC. (Ed.). **Colheita florestal**. UFV, 2014.

MAGAGNOTTI, N.; SPINELLI, R. **Good Practice Guidelines for Biomass Production Studies**. Sesto Fiorentino: CNR IVALSA, 2012. 52 p.

NACHTIGALL, G. R.; CARGNINO, C.; ERNANI, P. R. Disponibilidade de água no solo para o cultivo de macieira nas safras 2008/09 a 2012/13 em Vacaria, RS. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2013. 8 p. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 147).

OLIVEIRA, D. **Aspectos técnicos e custos de sistemas de colheita de madeira em povoamentos de *Eucalyptus grandis* de baixo volume individual**. 2013. 16 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati, 2013.

ROBERT, R. **Análise técnica e econômica de um sistema de colheita mecanizada em plantios de *Eucalyptus* spp.** em duas condições de relevo acidentado. 2013. 113 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do

Paraná, Curitiba, 2013.

RUMMER, R.; KLEPAC, J. Mechanized or hand operations: wich is less expensive for small timber? In: SMALL DIAMETER TIMBER: RESOURCE MANAGEMENT, MANUFACTURING, AND MARKETS, 2002, Spokane – Washington. Proceedings... Spokane: Washington State University Cooperative Extension, 2002. p. 183 – 189.

SANTOS, D.W.F et al, Análise técnica-econômica de sistemas de colheita: toras curtas e toras longas sob métodos mecanizado e semimecanizado, Magistra, Cruz das Almas, V. 27, N.3/4, p.412-423, Jul./Dez.2015.

SILVA, E. N. et al. Avaliação técnica e econômica do corte mecanizado de *Pinus* sp. com harvester. **Revista Árvore**, Viçosa, v.34, n.4, p.745-753, 2010.

SILVA, A. L. P., **Custo de produção, colheita e transporte de madeira de eucalipto proveniente do programa produtor florestal no sul do Espírito Santo**. 2011. 61 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) -Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2011.

SOUZA, F. L. et al. Análise operacional do corte semimecanizado em primeiro desbaste de povoamentos de *Pinus taeda*. In: Seminário de Atualização em Sistemas de Colheita de Madeira e Transporte Florestal, 17, 2014. Campinas, SP. **Anais..** Campinas, SP. 2014. p. 36.

VAZ, T.P., **Variáveis operacionais na produtividade de motosserras**. 2007. 27 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007.