



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

EDSON LACHINI

**DESEMPENHO OPERACIONAL E CUSTOS DO TRANSPORTE FLORESTAL
RODOVIÁRIO EM REGIÃO MONTANHOSA**

JERÔNIMO MONTEIRO - ES

2015

EDSON LACHINI

**DESEMPENHO OPERACIONAL E CUSTOS DO TRANSPORTE FLORESTAL
RODOVIÁRIO EM REGIÃO MONTANHOSA**

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

Orientador: Prof. Dr. Nilton César Fiedler.
Coorientador: Prof. Dr. Gilson Fernandes da Silva.

JERÔNIMO MONTEIRO – ES

2015

**DESEMPENHO OPERACIONAL E ANÁLISE DE CUSTOS DO
TRANSPORTE FLORESTAL RODOVIÁRIO EM REGIÃO MONTANHOSA**

EDSON LACHINI

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

Aprovada em: 24 de fevereiro de 2015.

Prof. Dr. Nilton César Fiedler
Orientador – DCFM-CCA/UFES

Prof. Dr. Gilson Fernandes da Silva
Coorientador – DCFM-CCA/UFES

Prof. Dr. Adriano Ribeiro de Mendonça
Examinador interno – DCFM-CCA/UFES

Prof. Dr. Christiano Jorge Gomes Pinheiro
Examinador externo – DER-CCA/UFES

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela presença e proteção sempre presentes.

Aos meus pais, pelo apoio incondicional.

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

Ao Professor Nilton César Fiedler pela orientação, amizade, motivação a desafios e conselhos pessoais e profissionais.

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

A todos que participaram diretamente e indiretamente permitindo que alcançasse meus objetivos.

Uma pessoa será tão feliz quanto a sua mente decidir.”

Abraham Lincoln

RESUMO

LACHINI, Edson. **Desempenho operacional e análise de custos do transporte florestal rodoviário em região montanhosa**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES. Orientador: Prof. Dr. Nilton César Fiedler. Coorientador: Prof. Dr. Gilson Fernandes da Silva

Dentro do setor florestal o transporte é uma das atividades mais onerosas, representando o elemento mais importante do custo logístico na maioria das empresas. A organização e racionalização das operações do transporte florestal, poderá representar uma grande economia de recursos para as empresas do setor, e com isso aumentar a eficiência operacional. Esta pesquisa foi realizada nas áreas operacionais de colheita de madeira pertencente à empresa Jomadeiras, no município de Domingos Martins, na região Serrana do Espírito Santo, tendo como objetivo analisar os fatores técnicos e de custos do transporte florestal rodoviário de madeira. O estudo identificou e avaliou os fatores que influenciam o sistema de transporte de madeira, avaliou a eficiência operacional e por fim analisou os custos de transporte rodoviário. Foram avaliadas as operações pertencentes ao processo de transporte florestal, dentre elas a velocidade média, fatores operacionais do transporte de madeira e análise dos custos da frota da Empresa. Os veículos utilizados foram três modelos de caminhões. Com a realização da pesquisa foi possível conhecer com maiores detalhes o sistema de transporte adotado pela empresa, identificando as principais falhas e propondo melhorias para que as atividades de transportes sejam otimizadas. De acordo com os resultados da análise dos tempos operacionais, o caminhão A foi o que apresentou melhores resultados para disponibilidade mecânica e eficiência operacional com 93,23 e 83,86%, respectivamente. As atividades de maior representatividade nos tempos operacionais foram as paradas para refeição (média de 18,30% do tempo total), carregamento no campo (média de 20,04% do tempo total), tempo de paradas (média de 79,4% dos tempos improdutivos) e manutenções (média de 11,48% do tempo total). Em relação a análise de custo, concluiu-se que o caminhão B foi o que apresentou o melhor resultado em termos econômicos (5,53 R\$/km). O caminhão A foi o que apresentou o maior custo de transporte de madeira (7,64 R\$/km) no traslado do campo à serraria.

Palavra-chave: Técnicas e operações florestais; transporte de madeira; carga e descarga.

ABSTRACT

LACHINI, Edson. **Operational performance and cost analysis of forest road transport in mountain areas**. 2014. Dissertação (Master of Forest Science) - Federal University of Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES. Advisor: Prof. Dr. Nilton César Fiedler. Coadvisor: Prof. Dr. Gilson Fernandes da Silva.

Within the forest sector transportation is one of the most costly activities, representing the most important element of logistics costs in most companies. The organization and rationalization of the forest transport operations, may represent a great resource savings for companies in the sector, and thus increase operational efficiency. This research was conducted in wood harvesting operational areas belonging to Jomadeiras company in the municipality of Domingos Martins, in the mountainous region of the Holy Spirit, and to analyze the technical factors and wood forest road transport costs. The study identified and assessed the factors that influence the timber transport system, evaluated the operational efficiency and finally analyzed the road transport costs. We evaluated the operations belonging to the forest transportation process, among them the operational average speed, operational factors of timber transport and analysis of the costs within the fleet of the company. The vehicles used were three models of trucks. With the research was possible to know in more detail the transportation system adopted by the company, identifying the main problems and proposing improvements to the transport activities are optimized. According to the analysis of the results of the operating time, the truck A showed the best results for mechanical availability and operational efficiency with 93.23 and 83.86%, respectively. The activities that most represented the operating times were the stops for meals (average of 18.30% of the total time), loading in the field (average of 20.04% of the total time), stops time (average of 79.4% of unproductive time) and maintenance (average of 11.48% of the total time). Regarding cost analysis, it was concluded that the truck B showed the best results in economic terms (5.53 R\$ km). The truck was the one with the largest timber shipping cost (7.64 R\$/km) in the field transfer to the sawmill.

Keyword: Technical and forestry operations; timber transport; loading and unloading.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS	12
2.1	Objetivo Geral	12
2.2	Objetivos Específicos	12
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3.2	Transporte Rodoviário de madeira no Brasil	13
3.3	Classificação de Veículos no Transporte Rodoviário.....	14
3.3	Tipos de veículos utilizados no transporte de madeira	15
3.4	Estudo de Tempos e Movimentos	16
3.5	Custos do Transporte rodoviário de madeira	18
3.5.1	Depreciação	18
3.5.2	Salários motoristas e encargos sociais.....	19
3.5.3	Manutenção mecânica.....	20
4	MATERIAL E MÉTODOS	21
4.1	Descrição da área de estudo	21
4.2	Coleta de dados.....	23
4.3	Descrição das atividades	23
4.4	Caracterização dos veículos utilizados.....	23
4.5	Análise Técnica.....	25
4.5.1	Análise da Velocidade Média	26
4.5.2	Disponibilidade mecânica do sistema	26
4.5.3	Grau de utilização	27
4.5.4	Eficiência operacional.....	27
4.6	Análise de Custos.....	27
4.6.1	Custos Fixos	28
4.6.2	Depreciação	28
4.6.3	Salários e encargos sociais.....	29
4.6.4	Licenciamento e seguro obrigatório	29
4.6.5	Remuneração de capital.....	29
4.7	Custos variáveis	30
4.7.1	Combustível	30
4.7.2	Lubrificantes.....	31
4.7.3	Custos de pneus e acessórios	31
4.7.4	Manutenção mecânica dos caminhões.....	32
4.7.5	Lavagem.....	32
4.8	Obtenção do Custo Total	32

4.9	. Análise Estatística	33
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
5.1	. Estudo de Tempos e Movimentos	35
5.2	Estudos Operacionais	39
5.2.1	Velocidade Média	39
5.2.2	Tempo de Carregamento.....	40
5.2.3	Tempo de Descarregamento.....	41
5.3	Comparação entre os modelos de caminhões	42
5.4	Análise de Custos.....	44
6	CONCLUSÃO	49
7	REFERÊNCIAS	50
APÊNDICE	54

1 INTRODUÇÃO

O transporte de cargas no Brasil em sua maioria é realizado pelo modal rodoviário devido ao histórico e tendência nacional. Em 2013, a distribuição dos modais brasileiros foi representada nas seguintes proporções: transporte rodoviário (61%), ferroviário (21%) e hidroviário (14%). Os demais modais representaram (4%) da matriz do transporte nacional (CNT, 2013).

O modal rodoviário no Brasil possui grande aceitação, devido a diversos fatores como, extensa malha viária, grande oferta de diferentes tipos de veículos, baixo valor de instalação quando comparado a outros modais existentes (MACHADO et al., 2009). Além disso, os baixos preços cobrados pelos transportadores rodoviários de cargas no Brasil acabam gerando uma maior dificuldade na utilização de outros modais de transportes existentes.

A facilidade de escolha de veículos com diferentes capacidades de carga e um número grande de rotas permitidas pelo modal rodoviário torna-se um problema, quando há a escolha inadequada dos veículos. Entretanto, também existe uma série de dificuldades estruturais no sistema rodoviário. O tráfego, por exemplo, se dá em rodovias em mal estado de conservação, o que compromete a segurança da operação.

O transporte representa, em média, cerca de 60% das despesas logísticas, podendo variar entre 4% e 25% do faturamento bruto, e em muitos casos superando o lucro operacional. Contudo, no setor florestal, o modal rodoviário também é o que mais se destaca por ser bastante flexível e pela rapidez nas operações de transporte da madeira (RODRIGUES, 2010).

A operação de transporte florestal consiste na movimentação de madeira e seus derivados da floresta ou indústria até o local de consumo. No setor florestal, o transporte é uma das atividades mais onerosas, representando o elemento mais importante do custo logístico na maioria das empresas.

O custo com transporte de madeira realizado no Brasil tem sido um dos principais fatores que inviabilizam economicamente projetos florestais. Em razão de uma grande parte dos reflorestamentos estarem situados muito distantes dos centros consumidores, as etapas de colheita e transporte são consideradas atividades de

suma importância, pois chegam a representar mais que 50% dos custos totais da madeira posta na indústria (MACHADO et.al., 2000).

Um grande empecilho encontrado para os profissionais que atuam nas empresas florestais é a falta de estudos orientados para avaliar o desempenho e otimização da logística e transporte florestal (ALVES, 2011). A falta de planejamento e o amadorismo presente no sistema de transporte das empresas ocasionam um distúrbio em relação à manutenção de estoques de peças de reposição e itens de manutenção, os quais são necessários para compensar as incertezas dos fornecimentos, o que acaba refletindo nos custos e preço final dos produtos, prejudicando a competitividade das empresas do setor florestal.

O planejamento do transporte leva em consideração a escolha dos veículos mais indicados para uma determinada característica de rede viária, o número de turnos mais econômicos, e a adequação do fluxo de veículos, respeitando a infraestrutura de carga e descarga (SEIXAS, 1992).

Desta forma, deve-se planejar as atividades do transporte florestal juntamente com a logística de máquinas e a otimização da sequência de corte dos plantios, visando obter menores distâncias de deslocamentos, podendo resultar em menores custos com a atividade, além de aumentar a produtividade de toda a etapa da colheita e transporte florestal.

No custo final dos produtos florestais, os custos de transporte representam parcela significativa. Desta forma, reduções, nestes custos, podem representar valores de ganhos elevados pelo que é importante medir e avaliar estes custos.

Estudos visando a otimização das operações do transporte florestal rodoviário, poderão representar uma grande economia de recursos para as empresas do setor, aumentar a eficiência operacional, a produtividade dos veículos, proporcionando confiabilidade necessária para a tomada de decisão.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar os fatores operacionais e de custos do transporte florestal rodoviário de madeira em uma serraria no município de Domingos Martins.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar os fatores que influenciam o sistema de transporte de madeira;
- Avaliar tecnicamente três tipos de veículos em termos de: eficiência operacional, disponibilidade mecânica e tempos produtivos em cada fase
- Analisar os custos de transporte em função de: distância e capacidade de carga dos veículos em atividade.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Transporte Rodoviário de madeira no Brasil

Em 2013, a distribuição dos modais brasileiros foi representada nas seguintes proporções: transporte rodoviário (61%), ferroviário (21%) e hidroviário (14%). Os demais modais representaram (4%) da matriz do transporte nacional (CNT, 2013).

A predominância do modal rodoviário é uma característica de todo o setor de transportes brasileiro. A instalação de indústrias cuja matéria-prima é a madeira, procurou, em regra, ser feita próxima aos grandes reflorestamentos, o que viabilizava o transporte rodoviário devido a curta distância. Mesmo o incremento posterior nas distâncias de transporte, com o aumento na demanda por madeira, não alterou essa tradição devido às limitações das outras opções de transporte (MACHADO et al., 2009).

De acordo com a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT, 2012) existem diversos fatores que favorecem indevidamente a opção pelo transporte rodoviário no Brasil: (I) prática de excesso de carga, que acarreta na destruição da malha rodoviária nacional e em maiores custos de manutenção; (II) falta de regulamentação da jornada de trabalho do motorista, permitindo que a viagem seja feita mais rapidamente e, conseqüentemente, reduzindo custos, ao mesmo tempo em que sacrifica o motorista e contribui para o aumento do número de acidentes de trânsito; (III) sonegação de impostos, devido à ineficiência no controle da emissão de conhecimento de transporte ou mesmo da nota fiscal dos produtos transportados por autônomos; e (IV) prática de cobrança de fretes abaixo do custo, o que impossibilita a renovação da frota (ANTT, 2012).

O governo brasileiro possui grande parte da responsabilidade da situação do preço do frete estar bem abaixo do valor ideal. Com financiamentos do tipo pró-caminhoneiro, a empresa ou o autônomo pode retirar seu veículo cem por cento financiado sem nenhum valor de entrada e com juros bem abaixo dos apresentados no mercado financeiro. Em 2012 as montadoras obtiveram recorde em vendas de caminhões, a economia passou por um grande crescimento, porém a situação do mercado de fretes no Brasil que já estava conturbada, se tornou caótica, ocorrendo a completa submissão do setor às imposições do mercado, uma vez que, os

prestadores de serviços estão à mercê dos contratantes, que pagam um baixo valor ao serviço, pois sabem da situação desfavorável que se encontra os prestadores.

Os preços dos fretes praticados no mercado brasileiros são estabelecidos pelas grandes empresas junto com seus respectivos concorrentes. Esta negociação tem como vantagem a abertura para a livre negociação e concorrência, entretanto, na prática, o que se observa é a imposição de valores preestabelecidos pelos contratantes deste serviço, que nem sempre remuneram adequadamente os custos inerentes à operação de transporte. Procede devido ao excessivo número de oferta de prestadores de serviços de transporte de cargas no mercado brasileiro (CORREA; RAMOS, 2010).

No Brasil, o setor de transporte é responsável por quase 50% do consumo de derivados do petróleo, sendo o óleo diesel o principal combustível utilizado no transporte de cargas e passageiros. Não se espera para os próximos 20 anos alternativas econômicas que, em larga escala, substituam este combustível no setor de transporte. Assim, aumentar a eficiência e a racionalização de seu uso é, acima de tudo, ação estratégica (GUIMARÃES, 2004).

3.1.1 Classificação de Veículos no Transporte Rodoviário

De acordo com o Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes (DNIT, 2006), os veículos de cargas são classificados de acordo com a capacidade de carga e o número de eixos presentes nos veículos:

- a) Leves: veículo simples, com capacidade de carga de até 10 toneladas;
- b) Médios: veículo simples, com capacidade de carga entre 10 e 20 toneladas;
- c) Semi-pesados: veículo simples, articulado ou conjugado, com capacidade de carga entre 20 e 30 toneladas;
- d) Pesados: veículo articulado ou conjugado, com capacidade de carga entre 30 e 40 toneladas; e
- e) Extra-pesados: veículos conjugados do tipo rodotrem, treminhão, bitrem e tritrem, com capacidade de carga acima de 40 toneladas.

O DNIT classifica os diferentes tipos de veículos de acordo com a composição veicular, descrita assim:

- a) Simples (caminhão): constituído de uma unidade tratora e transportadora;

- b) Articulado (carreta): constituído de uma unidade tratora e um semi-reboque;
- c) Conjugado (biminhão): constituído de um caminhão simples e um reboque;
- d) Bitrem: combinação de um cavalo-mecânico e dois semi-reboques;
- e) Tritrem: combinação de um cavalo-mecânico e três semi-reboques;
- f) Rodotrem: constituído de um veículo articulado e um reboque;
- g) Treminhão: constituído de um caminhão simples e dois reboques.

Barbosa (2004) e Machado et al (2009) utilizam essa classificação do DNIT em suas respectivas publicações na área de transporte florestal.

3.1.2 Tipos de veículos utilizados no transporte de madeira

Os tipos de veículos variam de acordo com o tamanho e a capacidade de carga, sendo sua escolha de acordo com as condições locais, distância de transporte e volume de madeira a ser transportado (MACHADO et al, 2009).

Segundo o mesmo autor, os tipos de veículos rodoviários utilizados no Brasil eram: caminhão convencional (4 x 2, 4 x 4, 6 x 2, 6 x 4); caminhão e reboque “Romeu e Julieta” (caminhão 6x4); caminhão e semi-reboque com cambão telescópico (caminhão 6 x 4); cavalo mecânico, semi-reboque e reboque “rodotrem” (cavalo mecânico 6 x 2 ou 6 x 4).

Malinovski e Perdoncini (1990) comentam que a linha mais encontrada no transporte florestal é a dos traçados (4 x 4 e 6 x 4), porém ocorrendo a utilização dos convencionais 4 x 2 e 6 x 2, principalmente em regiões planas ou caminhões de terceiros que transportam madeira sazonalmente.

3.1.3 Fatores que afetam o transporte florestal

Existem diversos fatores que afetam o desempenho de caminhões e o custo do transporte rodoviário florestal. Entre estes fatores podem-se citar aqueles relacionados com o tipo de veículo, com a rede rodoviária florestal, com as condições locais (clima e altitude), com o método de trabalho e, ainda, com os fatores inerentes ao ser humano (Leite, 1992).

O desempenho de caminhões em aclives depende da relação massa/potência: quanto maior essa relação, pior o desempenho do caminhão. Em regiões de aclives acentuados o desempenho dos caminhões tendem serem inferiores a regiões planas, o que torna necessário a utilização de caminhões com maior quantidade de potência. Com relação a tara do veículo as montadoras buscam sempre inovações tecnológicas que permitam seu decréscimo, tornando-os os caminhões mais resistentes, contudo mais leves (AASHTO, 2011).

Segundo Leite (1992), a distância é um dos fatores que mais afetam o custo de transporte e este varia de acordo com a localização da fábrica em relação às áreas de produção de madeira.

Caixeta Filho et al. (2011) listam uma série de variáveis que influenciam no estabelecimento do preço do frete, a saber: (i) distância percorrida; (ii) especificidade da carga transportada e do veículo utilizado; (iii) prazo de entrega da carga; (iv) custos operacionais; (v) sazonalidade da demanda; (vi) perdas e avarias; (vii) características e aspectos geográficos das vias utilizadas; (viii) pedágios; e (ix) a possibilidade da carga de retorno para as zonas de origem.

O preço do frete pode ainda se diferenciar de acordo com a rota. Uma região onde há maior demanda pelo transporte possui fretes mais caros (HIJJAR, 2008).

3.2 Estudo de Tempos e Movimentos

O estudo de tempos e movimentos foi definido por Barnes (1977) como o estudo sistemático dos processos de trabalho, tendo como objetivo o desenvolvimento de um método adequado, sendo aquele de menor custo e padronizado. O estudo determina o tempo gasto por uma pessoa qualificada e devidamente treinada para executar a operação específica e orientar o treinamento do trabalhador no método preferido.

Machado et.al, (2009) estabelece o estudo de tempos e movimentos na colheita florestal como aquele que procura encontrar a melhor técnica de se executar uma operação, enquanto determina o seu tempo padrão dentro de um clima econômico, social e ecológico.

O estudo de tempos e movimentos é uma das técnicas que pode ser empregada no planejamento e na otimização das operações florestais. Por meio do

estudo de tempos são obtidas as informações mais importantes para tomada de decisões em relação ao planejamento e execução do trabalho (BARNES, 1977).

De uma forma geral, os objetivos do estudo de tempos e movimentos do trabalho envolvem medição do tempo total e dos tempos parciais necessários para realizar determinada tarefa, registro do resultado do trabalho obtido durante esses tempos (rendimento) e compreensão dos fatores que exercem influência sobre a atividade desenvolvida, permitindo análises do processo produtivo, de atividades, relação homem-máquina e operações em geral. No planejamento econômico da empresa, o estudo de tempos pode ser usado para a otimização e racionalização das operações, bem como para o micro e macroplanejamento operacional (FENNER, 2002).

Segundo o mesmo autor, para atingir os mais variados objetivos na realização do estudo de tempos e movimentos, é preciso conhecer os tempos parciais e totais necessários à realização de cada atividade, os rendimentos obtidos (produção), bem como os fatores que influem direta ou indiretamente no resultado do trabalho desenvolvido.

Os estudos são realizados para aumentar a capacidade em horas produtivas (com eficiência normal), reduzindo as horas improdutivas, pois, no geral, existem diferenças substanciais entre as horas disponíveis para o trabalho e as horas efetivas, ou seja, o tempo dedicado à transformação propriamente dita com eficiência razoável (MACHADO et.al., 2009)

Barnes (1977) concluiu que a relação entre o estudo de movimentos e de tempos permite avaliar melhorias operacionais, incentivos salariais, modernização de máquinas, equipamentos e ferramentas.

O uso de métodos de estudo de tempos e movimentos exige programas de treinamento continuado dos profissionais de planejamento, aplicação, análise de dados e decisão de adoção de resultados. Igualmente, o treinamento de operadores de ações e/ou máquinas e equipamentos também devem ser permanentes, visto que o efeito da prática, correção de vícios e eliminação de fadiga operacional são fundamentais na obtenção da otimização dos tempos e movimentos (BARNES, 1977).

3.3 Custos do Transporte rodoviário de madeira

Os custos do transporte de madeira resultam da soma dos custos fixos e dos custos variáveis. Esses custos afetam significativamente o custo total do produto e podem, em alguns casos, ser maiores que os custos dos serviços estabelecidos pelo mercado.

Segundo Neves (1995) os custos fixos são aqueles cujos valores são os mesmos qualquer que seja o volume de produção da empresa, inclusive no caso da empresa não produzir.

Custos fixos são os custos que a empresa é empreendida a pagar para fatores de produção durante um período de decisão definido (ASAE, 2001). Os custos fixos incluem depreciação, custos de oportunidade, impostos, seguros, taxas e garagem (EDWARDS, 2002).

De acordo com Rocha (1997), denominam-se custos variáveis todos aqueles que se alteram na proporção direta com a quantidade produzida. Os custos variáveis devem ser analisados com respeito às quantidades consumidas na produção e não às quantidades adquiridas ou às estocadas. O conhecimento dos custos variáveis da empresa permite que sejam formuladas as estratégias e quantificados os resultados esperados.

Segundo Neves (1995), os custos variáveis são aqueles cujos valores se alteram em função da produção da empresa, ou seja, aumentam à medida que a produção aumenta.

Os custos variáveis dependem do nível de utilização das máquinas, aumentando os custos de combustível, lubrificantes, serviços, manutenção, reparos e salários em relação ao maior uso da máquina (KANTOLA; HARSTELA, 1994).

3.3.1 Depreciação

A depreciação se refere à desvalorização da máquina em função do tempo, seja ela utilizada ou não. Se uma máquina é pouco utilizada durante o ano, a sua depreciação ocorrerá principalmente devido a obsolescência, enquanto se a mesma

for intensamente utilizada a depreciação se dará devido ao desgaste (BALASTREIRE, 1990).

Segundo o mesmo autor, a depreciação de uma máquina somente será conhecida com certeza quanto à mesma for vendida, pois apenas nesta ocasião se terá certeza do seu valor real. Por esse motivo, a depreciação normalmente é estimada por meio de diversos métodos existentes na literatura especializada.

De acordo com a ASAE (2001) depreciação é a redução do valor de uma máquina ao longo da sua vida útil. Há métodos vários para calcular os custos de depreciação. O método de depreciação linear resulta num custo anual constante, e este é o método mais utilizado para calcular os custos de depreciação, consistindo na aplicação de taxas constantes durante o tempo de vida útil estimado para o bem.

A grande influência do custo de depreciação na formação dos custos operacionais da colheita florestal faz com que se atente para a importância da determinação do tempo ótimo de substituição das máquinas e equipamentos utilizados nestas operações. É de grande importância a determinação da vida útil econômica dessas máquinas e equipamentos para que sua substituição seja feita no tempo certo (MACHADO et.al., 2002).

3.3.2 Salários e encargos sociais

De acordo com a Food and Agriculture Organization - FAO (1992), o custo de mão-de-obra inclui pagamentos indiretos como impostos, pagamentos de seguro, comida, moradia, transporte, subsídios, etc. Os custos de mão de obra precisam ser considerados cuidadosamente quando são calculados os custos dos veículos.

Os salários do operador, bem como outros benefícios e encargos sociais, referentes à mão de obra, devem ser computados no cálculo do custo operacional dos veículos (BALASTREIRE, 1990).

Conforme a ASAE (2001), o custo de mão-de-obra é calculado para pagar os operadores e usam taxas salariais comuns em folha de pagamento, incluindo benefícios e impostos.

3.3.3 Manutenção mecânica

Dentre as despesas de manutenção que devem ser computadas, para o cálculo do custo de operação de máquinas, encontram-se aquelas realizadas para a manutenção preventiva e corretiva. Na manutenção preventiva, devem ser computados os gastos com componentes trocados a intervalos regulares, tais como filtros de ar, filtros de óleo, filtros de combustíveis, etc (BALASTREIRE, 1990).

Segundo o autor, a manutenção corretiva é bem mais difícil de ser estimada, uma vez que dependem de fatores de difícil controle, como a habilidade do operador, as condições do terreno (tipo de cobertura, topografia, obstáculos) etc. Em face dessa dificuldade, há necessidade de se conduzir estudos detalhados sobre a manutenção de máquinas agrícolas, de forma a fornecer tabelas que permitam o cálculo desses custos, até mesmo antes da aquisição das máquinas necessárias.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Descrição da área de estudo

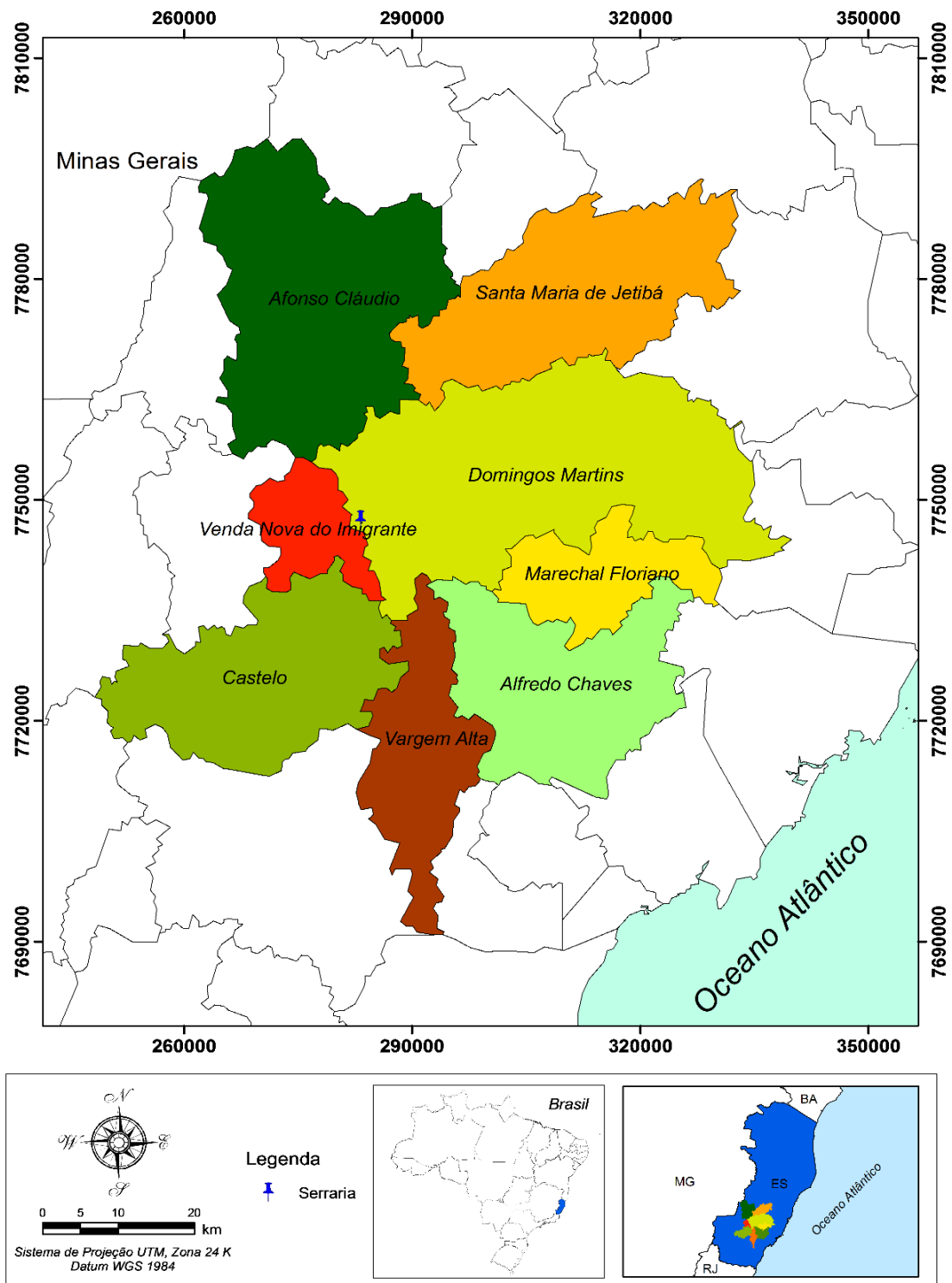
Os dados da pesquisa foram coletados na serraria Jomadeiras, que se localiza na região montanhosa do Espírito Santo, no município de Domingos Martins (Latitude "Sul: 20° 18' 30", Longitude Oeste: 40° 43' 30"), distrito de Aracê, a 1050 m de altitude, divisa com o município de Venda Nova do Imigrante (Figura 1). Predominantemente encontra-se uma superfície de topografia vigorosa, com predomínio de formas acidentadas, usualmente constituídas de morros, montanhas e maciços montanhosos, apresentando desnivelamentos relativamente grandes e declives fortes e muito fortes, predominantemente variáveis de 45 a 75% (EMBRAPA, 2006).

A precipitação média anual no município de Domingos Martins é de 1.750 a 2.000 mm. O clima predominante é o tropical de altitude e com temperatura média de 18°C, máxima de 28° e mínima de 8° (ANA,2015).

O município de Domingos Martins limita-se com um grande número de municípios, o que favorece as transações econômico-financeiras. Ao Norte faz-se divisas com Afonso Cláudio, Santa Maria de Jetibá e Santa Leopoldina; Ao Sul: Vargem Alta, Alfredo Chaves e Marechal Floriano; A Leste: Viana e Cariacica; A Oeste: Castelo e Venda Nova do Imigrante. Muitos dos contratos firmados na empresa para compra e venda de madeira são provenientes desses municípios do entorno (Figura 2).

Os plantios de espécies florestais na região são manejados para atender principalmente as serrarias da região. As árvores são derrubadas com motosserra, arrastadas para a margem da estrada com a técnica do tombamento manual. As árvores são traçadas no local de derrubada, em geral, com 2,5 metros de comprimento. No carregamento das toras é utilizado um caminhão auto carregável, em seguida transportadas para serrarias da região.

Figura 2. Localização da área de estudo representativa do Estado do Espírito Santo, Brasil.



Fonte: Autor

4.2 Coleta de dados

A pesquisa avaliou todo ciclo operacional do transporte florestal em áreas declivosas, na região serrana do Espírito Santo, compreendendo as atividades de carregamento, descarregamento e tempos de viagens, utilizando-se três modelos de caminhão, considerando-se as características relacionadas aos custos, eficiência e operacionalidade.

A segunda etapa da pesquisa consistiu na determinação dos custos operacionais de cada caminhão, para a avaliação dos custos das mesmas.

Os dados da pesquisa foram coletados em dois períodos. Na primeira parte foram avaliadas as atividades no período de 06 de junho a 09 de julho de 2014. O segundo período foi avaliado no período de 04 de agosto a 29 de agosto de 2014, sendo a jornada de trabalho realizada em um único turno diário de 8 horas.

Os dados para realização das análises econômicas foram obtidos com a utilização do banco de dados fornecido pela empresa e por coletas de campo.




4.3 Descrição das atividades

Todos os três caminhões são equipados com uma grua florestal de marca Penzsaure, modelo 9200 PH, o que facilita o carregamento e descarregamento de madeira em locais de difícil acesso, não precisando de um trator tipo grua em cada local de plantio, diminuindo assim os custos de locomoção e transporte. Os caminhões executam as atividades de carregamento, descarregamento e transporte da madeira do campo até a serraria. A sequência de trabalho é constituída pela viagem da serraria até o plantio onde será realizado o carregamento, seguido pela viagem de retorno do campo para a serraria e descarregamento das toras no pátio.

4.4 Caracterização dos veículos utilizados

Nesta pesquisa avaliaram-se três modelos de caminhões Truck auto carregável, sendo que as principais características destes veículos encontram-se compiladas na Tabela 1.

Tabela 1 – Caracterização técnica dos caminhões utilizados no estudo.

Veículos	CAMINHÃO A	CAMINHÃO B	CAMINHÃO C
Caminhão			
Ano de fabricação	2010	2011	2014
Motor	Diesel - 06 cilindros em linha	Diesel - 06 cilindros em linha	Diesel - 06 cilindros em linha
Potência motor	320 cv (235kW) a 2000 rpm	230 cv (169 kW) a 2.300 rpm	290cv (213kW) a 2.300 rpm
Torque máximo	131 kgfm(1288 Nm) /1.600 rpm	83,7 kgfm(821 Nm)/1.500 rpm	96,9 kgfm(951 Nm)/1.500 rpm
Sistema de injeção	Injeção eletrônica	Injeção eletrônica	Injeção eletrônica
Peso do veículo	8.410 kg	7.145 kg	8.385 kg
Capacidade máxima de tração	63 ton	32 ton	42 ton
Capacidade máxima de carga	30,5 ton	24,15 ton	26,2 ton

FONTE:Autor

4.5 Análise Técnica

Na coleta de dados foi realizado o acompanhamento no campo das atividades operacionais do transporte florestal. Realizou-se um estudo de tempo e movimentos, caracterizado pelo método de tempos contínuos com uso de cronômetro digital e formulário para registro dos dados, com número mínimo de amostras estabelecido conforme metodologia proposta por Barnes (1977). O acompanhamento das operações e fases foi *in loco*, no andamento normal das atividades na empresa, sem qualquer interferência.

Para a avaliação do estudo de desempenho operacional, os tempos gastos com cada etapa operacional foram divididos a saber:

a) Tempo Produtivo (TP): aquele contabilizado quando um equipamento ou equipe está efetivamente desempenhando sua função produtiva;

b) Tempo Auxiliar (TA): corresponde ao tempo despendido com funções auxiliares, obrigatoriamente exigidas pela operação, sem as quais essa não ocorreria;

c) Tempo Acessório (TAc): é aquele caracterizado pelo tempo despendido com funções obrigatórias, porém não diretamente relacionadas com a operação, como paradas pessoais por exemplo.

d) Tempo Improdutivo (TI): engloba o período em que o equipamento está disponível para operar, porém não é utilizado em função de aspectos gerenciais do sistema, independentes da máquina ou implemento florestal;

e) Tempo em Manutenção (TM): corresponde ao período que a máquina ou o implemento florestal está em manutenção;

Após avaliação detalhada, o ciclo de transporte de madeira foi dividido em operações comuns a todos tipo de veículos, e em fases dentro das operações, devido às características locais, de veículos e obrigatoriedades a serem cumpridas.

Assim, o ciclo de transporte foi dividido em:

a) Operação de viagem: separada na fase de viagem vazio (correspondendo ao tempo e distância gastos da saída da serraria até o ponto de carregamento); fase de viagem carregado (correspondendo ao tempo e distância gastos da saída do carregamento até chegada na serraria).

b) Operação de carregamento de Madeira em Campo: caracterizada pelo tempo gasto no carregamento de cada veículo no campo.

c) Operação de descarregamento: caracterizada pelo tempo gasto nas fases referentes ao descarregamento da madeira no pátio da serraria, e subdividido em descarregamento de madeira.

4.5.1 Análise da Velocidade Média

Com os dados provenientes da análise de tempos e movimentos, é possível calcular o tempo gasto em cada trajeto. Assim, pode-se obter a velocidade média do percurso em Km/h, dividindo a distância percorrida em km pelo tempo gasto de viagem em horas, de acordo com a Equação 1.

$$VM = \frac{D}{T} \quad (1)$$

em que:

VM = velocidade média (km h⁻¹);

D = Distância percorrida (km);

T = Tempo de viagem (h).

4.5.2 Disponibilidade mecânica do sistema

A disponibilidade mecânica foi obtida a partir da relação entre o tempo total de trabalho destinado às atividades, quando o veículo encontrava-se apto para o desempenho de suas funções e o período em que interrompe o trabalho para manutenção, de acordo com a Equação 2, (FONTES; MACHADO, 2008).

$$DM = \frac{TE}{(TE + TM)} * 100 \quad (2)$$

em que:

DM = Disponibilidade mecânica (%);

TE = Tempo de trabalho efetivo (hora) e

TM = Tempo de manutenção (hora).

4.5.3 Grau de utilização

O grau de utilização é a percentagem do tempo efetivamente trabalhado pelo veículo em relação ao tempo total programado para o trabalho, de acordo com a Equação 3 (FONTES; MACHADO, 2008).

$$GU = \frac{TE}{(TE + TI)} * 100 \quad (3)$$

em que:

GU = Grau de utilização (%);

TE = Tempo de trabalho efetivo (h) e

TI = Tempo de interrupções operacional (h).

4.5.4 Eficiência operacional

A eficiência operacional é dada pelo produto da disponibilidade mecânica e o grau de utilização, de acordo com a Equação 4:

$$EO = \frac{(DM * GU)}{100} \quad (4)$$

em que:

EO = Eficiência Operacional (%);

DM = Disponibilidade mecânica (%) e

GU = Grau de utilização (%).

4.6 Análise de Custos

Existem várias metodologias para o cálculo de custos operacionais de uma frota de veículos oferecendo maior flexibilidade para os diferentes equipamentos.

A análise de custos foi realizada pelo método FAO (1956), proposto por Freitas et al (2004) e adaptado por Alves (2011) para a realidade do estudo, conforme descrito a seguir.

4.6.1 Custos Fixos

A análise de custos foi realizada baseada na depreciação dos veículos, salários dos motoristas mais encargos sociais, licenciamento dos veículos mais seguro obrigatório e remuneração de capital. A soma destes custos fornecerá o custo fixo total.

4.6.2 Depreciação

Utilizou-se o método da depreciação linear, pois considerou-se que os recursos financeiros correspondentes ficam no caixa da empresa com remuneração zero (MACHADO; MALINOVSKI, 1988). A depreciação foi obtida pela Equação 5:

$$D = \frac{(Va - Vr)}{(n * km)} \quad (5)$$

em que:

D= Depreciação (R\$ mês⁻¹);

Va = Valor de aquisição (R\$);

Vr = Valor residual (R\$);

n= Vida útil (em meses), e,

km = Quilometragem média mensal (km).

4.6.3 Salários e encargos sociais

Os dados referentes aos salários e encargos sociais foram obtidos junto ao Setor de Pessoal da empresa, sendo que estes salários compostos por três itens, conforme demonstrado na Equação 6, (FONTES; MACHADO, 2008).

$$SM = \frac{N * (S + E + C)}{Km} \quad (6)$$

em que:

SM = Salário motorista (R\$ km⁻¹);

N = Número de motoristas;

S = Salário fixo (R\$ km⁻¹);

E = Encargos (R\$ km⁻¹);

C = Comissões (R\$ km⁻¹) e

Km = Quilometragem média mensal (km).

4.6.4 Licenciamento e seguro obrigatório

Para o cálculo deste custo utilizar-se-á a Equação 7:

$$LS = \frac{(CL + CS)}{Km} \quad (7)$$

em que:

LS = Custos de licenciamento e seguro obrigatório (R\$ km⁻¹);

CL = Custo de licenciamento (R\$ km⁻¹);

CS = Custo de seguro obrigatório (R\$ km⁻¹) e

Km = Quilometragem média mensal (km).

4.6.5 Remuneração de capital

A remuneração de capital foi calculada pela aplicação de uma taxa de juros ao investimento médio anual (IMA) correspondente ao custo de oportunidade que seria aplicado ao capital. Foi adotada a taxa de juros de 12%

a.a., sendo esta, a mesma adotada por Burla et al. (2008), de acordo com a Equação 8:

$$RC = \frac{IMA * i}{Km} \quad (8)$$

em que:

RC = Remuneração de capital (R\$ km⁻¹);

i = Taxa anual de juros simples (%);

IMA = Investimento médio anual (R\$) e

Km = Quilometragem média mensal (km).

4.7 Custos variáveis

A análise dos custos variáveis foi realizada baseada na média dos preços gastos pelos veículos com: combustíveis, lubrificantes, pneus, manutenções e lavagens. A soma destes custos fornecerá o custo variável total.

4.7.1 Combustível

Foram coletadas informações de consumo de cada caminhão durante os meses de pesquisas junto ao Departamento de Manutenção Mecânica da Empresa. O custo mensal de combustível foi determinado pela Equação 9:

$$CO = \frac{Pcl}{fa} \quad (9)$$

em que:

CO = Custo com combustível (R\$ km⁻¹);

Pcl = Preço por litro de combustível (R\$), e,

fa = Quilometragem média por litro (km).

4.7.2 Lubrificantes

As informações necessárias para o cálculo de custos de lubrificantes também foram obtidas junto ao Departamento de Manutenção Mecânica da empresa, relativo ao consumo de cada caminhão durante os meses da pesquisa.

Com base em indicadores médios de consumo e das informações técnicas do fabricante, os custos de lubrificantes foram estimados com fator de ajuste de 20% dos custos do combustível consumido por hora de trabalho, conforme a metodologia proposta pela ASAE (2001). O custo de lubrificantes foi calculado de acordo com a Equação 10:

$$LU = Co * Fc \quad (10)$$

em que:

LU = Custo de lubrificantes (R\$. km⁻¹);

Co = Custo com combustível (R\$ km⁻¹) e,

Fc= Fator de correção (20%).

4.7.3 Custos de pneus e acessórios

Para a determinação do intervalo médio de tempo entre cada troca de pneus ou recapes, foram utilizadas informações do Departamento de manutenção mecânica e do Setor de compras da empresa.

Considerou-se ainda um “fator de segurança” no final da expressão, como um coeficiente de segurança para pneus estourados e sem condições de recuperação. O valor mínimo para este fator é 1,1, que equivale a 10% (ALVES, 2011). Os custos com pneus e acessórios foram determinados pela Equação 11:

$$PN = \frac{(Ppn + Pc + Pr)Np}{(Kmp)} * 1,1 \quad (11)$$

em que:

PN= Custo de pneus e acessórios (R\$ km⁻¹);

Ppn = Preço dos pneus e acessórios (R\$ mês⁻¹);

P_c = Preço de conserto (R\$ mês⁻¹);
 P_r = Preço de recapagem (R\$ mês⁻¹);
 N_p = Número de pneus, e,
 K_{mp} = Média mensal por pneu (km).

4.7.4 Manutenção mecânica dos caminhões

Os custos de manutenção dos veículos foram obtidos com auxílio do setor de contabilidade da Empresa e são divididos em custos de peças e custos de oficina (salários e encargos dos mecânicos).

4.7.5 Lavagem

Estipulou-se ainda um custo referente a lavagens dos veículos (LA), com base em pesquisas de mercado. Cada caminhão é submetido a um número de lavagens mensais, em que geralmente após a lavagem é efetuada a lubrificação do veículo, troca de óleos e reparos mecânicos de pequeno porte, quando necessários.

4.8 Obtenção do Custo Total

Para obtenção do custo total por veículo, somam-se os custos fixos e variáveis mais as despesas administrativas, que variam entre 5 e 15% sobre o custo total, sendo o mesmo adotado por Burla et al. (2001). A equação global que forneceu o custo total (CT) do transporte em R\$ mês por caminhão foi de acordo com a Equação 12:

$$CT = CF + CV + DA \quad (12)$$

em que:

CT = Custo total (R\$ km⁻¹);
CF = Custos fixos (R\$ km⁻¹);
CV = Custos variáveis (R\$ km⁻¹) e,
DA = Despesas administrativa (R\$ km⁻¹).

4.9. Análise Estatística

A amostragem foi definida a partir de um estudo piloto realizado para definir o tamanho mínimo da amostra de dados a serem utilizados na pesquisa. O número de unidades amostrais foram obtidos por meio da seguinte equação, proposta por Barnes (1977), Equação 13:

$$n = \frac{(t^2 * s^2)}{e^2} \quad (13)$$

em que:

n = número de amostras necessárias;

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

s = desvio-padrão da amostra piloto; e

e = erro admissível (10%).

Considerou-se o número mínimo de amostras necessárias para cada uma das fases que compõe a operação de transporte florestal: deslocamento vazio do veículo de transporte, carregamento da madeira no campo, transporte carregado e o descarregamento na fábrica.

No período de obtenção dos dados, foram coletadas 40 amostras para os caminhões trucks auto carregáveis A; B e C, sendo necessário para ser representativo 26, 19 e 30 amostras respectivamente para cada caminhão.

Os resultados referentes às fases operacionais da região de estudo, foram analisadas pelo Teste t de Student para amostras independentes a 5% de probabilidade.

Foi utilizado o teste F para verificação da homogeneidade das variâncias residuais para uma variável resposta Y (número de viagens), considerando 3 tratamentos (Caminhões), cada um com 40 repetições, para os quais se deseja avaliar se a variância residual é idêntica para todos os tratamentos. Em termos práticos verificou se o efeito do erro experimental afetou igualmente todos os tratamentos. Caso isto ocorra, as variâncias dentro de tratamentos tenderam a apresentar valores bem similares, sendo, portanto, viável a obtenção de um

estimador comum para a variância dentro de tratamentos. Os dados foram processados e obtidos com auxílio do software BROffice.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 . Estudo de Tempos e Movimentos

Para o estudo dos tempos e movimentos, os resultados de cada ciclo foram avaliados de forma a obter-se a amostragem dentro do proposto pelo estudo, respondendo a 95% da operação real e normal (Tabela 2).

Tabela 2. Distribuição dos tempos de viagem dos caminhões analisados no estudo.

Tempos (%)	Caminhão A	Caminhão B	Caminhão C
Tempo Produtivo	66,92	61,60	59,95
Tempo Acessório	5,27	3,49	4,04
Tempo Improdutivo	3,00	3,62	3,17
Tempo Manutenção	5,22	12,57	16,47
Outros	19,60	18,70	16,36
Total	100	100	100

Em relação ao tempo produtivo das operações realizadas, o Caminhão A obteve um maior percentual em relação aos demais caminhões, seguido pelo Caminhão B e Caminhão C. Conseqüentemente o tempo improdutivo do Caminhão A foi o que apresentou o menor valor, sendo deste modo o caminhão mais efetivo em aproveitamento do tempo de trabalho.

As operações de carregamento de madeira preferivelmente possuem um tamanho de 2,2 m e quando um talhão está no fim do ciclo de corte o caminhão recolhe os tocos de madeira para utilização na forma de lenha para as empresas compradoras. As toras de 2,2 m e os tocos em sua totalidade é transportada pelos mesmos veículos, que comportam uma carga líquida média de 33 metros estéreos (st).

Para melhor compreensão e análise dos resultados, os tempos produtivos foram subdivididos, podendo-se observar o tempo consumido por cada fase operacional (Tabela 3). O tempo de carregamento do Caminhão A consome 20,85% do total do tempo analisado, sendo o tempo de carregamento um dos principais pontos de gargalos durante o tempo efetivo da operação. Geralmente

não é realizado um empilhamento adequado das toras para facilitar o trabalho de carregamento, dificultando o trabalho da grua.

Tabela 3. Estratificação dos tempos dos caminhões analisados no estudo em porcentagem.

Atividade (%)	Caminhão A	Caminhão B	Caminhão C
Viagem vazio	18,49	17,08	15,65
Viagem carregado	20,57	18,73	17,30
Carregamento	20,85	19,19	20,09
Descarregamento	6,89	7,28	6,90
Preparo	2,31	1,49	1,93
Manobras	2,97	2,04	2,10
Paradas	2,49	2,19	2,20
Espera	0,51	0,35	0,97
Manutenção	5,28	12,71	16,47
Almoço	19,64	18,91	16,36
Total	100	100	100

Outro ponto em que o carregamento é prejudicado relaciona-se as características topográficas da região apresentando uma dificuldade diária para os motoristas, onde a presença de lugares de difícil acesso, pouco espaço para manobras ocorre constantemente. Deparado com esta situação de difícil carregamento, normalmente o primeiro carregamento do dia é realizado na região de maior dificuldade de manobras que o veículo encontra na área, uma vez que a realização das manobras com o caminhão vazio é facilitada. Posteriormente, a carga é completada numa área de melhor acesso, ou na saída do talhão.

O tempo de preparo pelo carregamento consome 2,31% do tempo total, uma vez que, devido a topografia, as péssimas condições das estradas da região e a forma não adequada de arranjo da madeira pelos trabalhadores não permite que o motorista aperfeiçoe essa etapa, gerando despendidos de tempo durante o processo.

A disponibilidade mecânica do Caminhão A foi de 93,23%, sendo que a eficiência do sistema de transporte de 83,86%, consistindo o somatório do tempo produtivo, tempo acessório e tempo auxiliar. Como geralmente em pequenas empresas não existe um contrato com uma empresa de operação logística, o transporte é realizado pela frota do próprio dono da serraria. Assim, quando um veículo precisa de algum tipo de manutenção e precisam ficar parados por um tempo não ocorre a substituição do mesmo nos dias que não trabalham, o mesmo não ocorre nas operadoras logísticas. Assim, não mantém o número constante de veículos rodando, ocasionam uma pressão nos outros caminhões, seja aumentando o número de viagens por dia, diminuição do tempo de almoço e aumento da carga horária.

Eventualidades no campo como problemas nos freios, quebra de peças, pneus furados e em casos extremos de atolamentos podem e são comuns de ocorrerem nessa atividade de transporte florestal. Não existe uma equipe para o apoio logístico, composto por tratores equipados com guincho para tracionar os veículos em trechos de maiores dificuldades, impedindo que ocorra paradas ou atolamentos. Se o problema for simples resolução o motorista mesmo busca solucionar, caso seja um problema mais grave, dependendo da hora do dia, o motorista terá que solicitar uma ajuda no ponto mais próximo ou ligar para o gerente da frota levar ajuda, porém nem sempre é possível a resolução do problema no mesmo dia.

Dentro do tempo acessório, existem medidas que devem ser melhoradas, como o tempo de manobras que o motorista é obrigado a fazer devido a forma inadequada de empilhamento da madeira feita pelos trabalhadores responsáveis pela colheita e empilhamento das toras. A serraria paga um valor superior para que o serviço de empilhamento das toras no campo seja feito de maneira a facilitar o trabalho do carregamento da grua do caminhão.

Os tempos improdutivos totalizam 3% do tempo total observado, reduzindo totalmente ou mesmo parcialmente esse gargalo, otimizando as etapas teoricamente se ganharia eficiência operacional. Dentro dos tempos perdidos, 2,49% são pausas que ocorrem sem justificativa operacional não tendo uma explicação lógica do porquê acontecem.

No período chuvoso, em que o transporte de madeira do campo diretamente para a serraria é reduzido drasticamente devido às dificuldades

relacionadas às estradas e declividades da região, a empresa busca alternativas nas plantações de regiões vizinhas. Neste período de chuvas intensas é de conhecimento prévio da empresa os locais de melhores acessos para os caminhões, onde as estradas secundárias são de melhor qualidade, com isso concentra-se o transporte de madeira nesses locais de melhores condições.

Os tempos de carregamento do Caminhão B foram os que consumiram menor porcentagem do tempo comparado aos outros caminhões estudados, consumindo 19,19% do tempo total da viagem. A eficiência do sistema de transporte totalizou 77,38% sendo a disponibilidade mecânica de 84,28%.

Um ponto muito importante e que exige atuação rápida está relacionado aos tempos de manutenção, que somam 12,71% do tempo total dos ciclos. Pelo Caminhão B possuir uma idade avançada de uso, o mesmo está sujeito a um maior desgaste, resultando em quebras e maiores tempos de manutenções.

O tempo de espera praticamente não ocorreu sendo de 0,36% do tempo total, isso demonstra um processo otimizado na operação e é devido principalmente pela habilidade e experiência do operador. Outro ponto dentro dos tempos improdutivos são as paradas sem justificativas operacionais, que somam 2,19% do tempo total.

A eficiência do sistema de transporte do Caminhão C totaliza 71,83%, A disponibilidade mecânica foi de 79,79%, apresentando o menor valor comparado com os outros caminhões.

Os tempos improdutivos ou perdidos totalizam 3,17% do tempo total observado, eliminando totalmente ou mesmo parcialmente esse gargalo teoricamente se ganharia eficiência operacional. Dentro dos tempos perdidos, 2,20% são pausas que ocorrem sem justificativa operacional.

Um ponto muito mais relevante deste caminhão e que exige uma tomada de decisão rápida está relacionado aos tempos de manutenção, que somam 16,47% do tempo total dos ciclos, fornecendo uma menor eficiência com menor número de horas trabalhadas. Por ser o caminhão mais novo da frota, o mesmo não poderia apresentar nenhum tipo de desgaste, uma vez que, se trata de um veículo novo. Uma hipótese que deve ser considerada é que esse modelo de caminhão para a empresa não estaria de acordo com o serviço praticado, devendo assim tomar medidas para que a empresa não fique prejudicada com o transporte de madeira. Fundamental a realização de estudos para determinar a

vida útil dos caminhões e, por consequência, encontrar o tempo ótimo de substituição dos mesmos.

5.2 Estudos Operacionais

5.2.1 Velocidade Média

Foram obtidas as velocidades médias na operação de viagem com o caminhão vazio e carregado (Tabela 4).

Tabela 4. Velocidade média operacional em (km.h⁻¹) dos veículos analisados no estudo.

Veículo	Vazio(km.h⁻¹)	Carregado(km.h⁻¹)	Geral(km.h⁻¹)
Caminhão A	37,23	32,17	34,70
Caminhão B	34,15	30,76	32,46
Caminhão C	38,18	34,24	36,20

A carga líquida de madeira transportada na região foi 20 toneladas em média. Este valor da carga é superior a capacidade de transporte dos caminhões, com isso, há sobrecarga e excesso para os veículos, afetando diretamente a velocidade média. Para se obter um resultado dentro dos padrões adequados, um melhor desempenho na velocidade média operacional e baixo índice de problemas mecânicos deve se fazer o uso correto do peso da carga.

A média geral da velocidade praticada pelo Caminhão A foi de 34,70 km.h⁻¹, sendo que a velocidade média na viagem vazia foi de 37,23 km.h⁻¹ e 32,17 km.h⁻¹ na viagem carregada. A velocidade média tem grande influência no tempo de viagem e no número médio de viagens por dia dos veículos, já que a maior parte do tempo, os veículos ficam na estrada.

Semelhantemente a média geral da velocidade praticada pelo Caminhão B foi de 32,46 km.h⁻¹, sendo que a velocidade média na viagem vazia foi de 34,15 km.h⁻¹ e 30,76 km.h⁻¹ na viagem carregada. Para o Caminhão C a média geral da velocidade foi de 36,20 km.h⁻¹, sendo que a velocidade média na viagem vazia foi de 38,18 km.h⁻¹ e 34,24 km.h⁻¹ na viagem carregada.

Pelo teste t de Student com 5% de probabilidade, a velocidade média praticada pelos caminhões foi semelhante para os três veículos, como é apresentado a seguir na Tabela 5.

Tabela 5. Análise estatística da velocidade média (Km h⁻¹) dos veículos analisados.

Tratamento	Média 1 (km.h⁻¹)	Média 2 (km.h⁻¹)	P-valor
Caminhão A x B	34,70	32,46	0,245 ^{ns}
Caminhão A x C	34,70	36,20	0,485 ^{ns}
Caminhão B x C	32,46	36,20	0,069 ^{ns}

^{ns} Não significativo pelo teste t ($p > 0,05$). * Significativo pelo teste t ($p \leq 0,05$).

Como observado na Tabela 5, a velocidade média dos caminhões avaliados no estudo não se diferenciou estatisticamente, em virtude provavelmente das péssimas condições das estradas não permitirem um melhor desempenho dos caminhões, o que não permitiu que nenhum caminhão se destacasse dos demais.

A verificação se a diminuição do volume da caixa de carga, por meio da diminuição dos fueiros, desgastaria menos os componentes e peças dos caminhões, afim de reduzir custos com manutenção e aumentar a operacionalidade.

5.2.2 Tempo de Carregamento

Os tempos de carregamento considerados são somente os tempos gastos para a operação propriamente dita. Não são levados em consideração esperas ou manobras (Tabela 6). Para que o caminhão consiga realizar duas viagens por dia, conseguindo manter o estoque de madeira na serraria, o tempo médio estipulado para a realização da operação de carregamento é de aproximadamente 0,5 (h). Na análise dos tempos, as médias ficaram abaixo do tempo estipulado pelo planejamento.

Tabela 6. Análise estatística do tempo de carregamento (horas) dos veículos analisados.

Tratamento	Média 1(h)	Média 2(h)	P-valor
Caminhão A x B	0,796	0,761	0,320 ^{ns}
Caminhão A x C	0,796	0,921	0,0002*
Caminhão B x C	0,761	0,921	0,0001*

^{ns} Não significativo pelo teste t ($p > 0,05$). * Significativo pelo teste t ($p \leq 0,05$).

Para o Caminhão C verificou-se que obteve o maior tempo gasto ao nível de 5% de probabilidade para o carregamento. Isto pode ser justificado pelo fato desta atividade ser executada por um operador inexperiente, com pouco tempo de trabalho nessa atividade, o que não foi observado para os demais caminhões. A atividade de carregamento requer bastante habilidade e atenção do operador, o que na maioria das vezes só adquirida com experiência e treinamentos. A capacitação e o treinamento dos motoristas e dos funcionários da serraria, com o intuito de aperfeiçoar as etapas de transporte, carregamento e descarregamento, aumenta consideravelmente o desempenho operacional das atividades. Além disso, já era esperado para o Caminhão C maior dificuldade no carregamento devido sua carroceria ser menor em termos de comprimento e possuir um designer diferente que a dos outros caminhões, requerendo que a carga de madeira seja melhor arrumada. Para os demais veículos não apresentaram diferença significativa ao mesmo nível de significância, uma vez que, os motoristas estão treinados para este tipo de atividade.

A capacitação e o treinamento dos motoristas e dos funcionários da serraria, com o intuito de otimizar as etapas de transporte, carregamento e descarregamento, aumentaria o desempenho operacional dos caminhões analisados no estudo.

5.2.3 Tempo de Descarregamento

Nos tempos de descarregamento, somente são considerados o tempo gasto para a operação propriamente dita. Neste caso, não são levados em consideração esperas ou manobras do descarregamento (Tabela 7). O tempo médio estipulado para a realização da operação de descarregamento é de

aproximadamente 25 minutos. Na análise dos tempos, as médias ficaram abaixo do tempo estipulado pelo planejamento.

Tabela 7. Análise estatística do tempo de descarregamento (horas) dos caminhões utilizados no estudo.

Tratamento	Média 1(h)	Média 2(h)	P-valor
Caminhão A x B	0,263	0,289	0,130 ^{ns}
Caminhão A x C	0,263	0,316	0,054 ^{ns}
Caminhão B x C	0,289	0,316	0,092 ^{ns}

^{ns} Não significativo pelo teste t ($p > 0,05$). * Significativo pelo teste t ($p \leq 0,05$).

Como observado na Tabela 7, para a etapa do descarregamento não ocorreu diferença estatística, em virtude provavelmente da etapa de descarregamento não requerer uma maior experiência do operador nem um nível de habilidade e atenção elevado, diferentemente da etapa de carregamento.

5.3 Comparação entre os modelos de caminhões

Com base nos estudos e levantamentos realizados individualmente por cada veículo de transporte, é possível estabelecer uma comparação entre os principais fatores de impacto na operação do transporte de madeira, (Tabela 8).

Tabela 8. Comparativo entre os caminhões utilizados no transporte (%).

Veículo	Disponibilidade Mecânica	Grau de Utilização	Eficiência Operacional
Caminhão A	93,23%	89,95%	83,86%
Caminhão B	84,28%	91,80%	77,38%
Caminhão C	79,79%	90,01%	71,83%

Aumentar a disponibilidade mecânica de uma máquina implica em reduzir o número de falhas ocorridas e aumentar a rapidez de correção das mesmas, melhorar os procedimentos de trabalho e logística e, também da interdependência desses fatores como descrito por Fontes e Machado, (2008). Com relação ao impacto do tempo em manutenção no tempo total da viagem, o

Caminhão C apresenta o maior impacto, seguindo pelo Caminhão B e Caminhão A (Tabela 9).

Tabela 9. Comparativo entre os veículos de transporte de acordo com os tempos em manutenção e em interrupções.

Veículo	Tempo em Manutenção	Tempo em Interrupções
Caminhão A	4,90%	7,76%
Caminhão B	12,57%	7,12%
Caminhão C	16,47%	7,21%

A maior disponibilidade mecânica e eficiência operacional foi apresentada pelo Caminhão A, uma vez que apresentou um menor tempo em manutenção que os demais caminhões analisados, em contra partida a menor disponibilidade mecânica e eficiência operacional foi obtida pelo Caminhão C, devido possuir o maior tempo em manutenção.

O caminhão C, por possuir uma idade inferior aos demais caminhões e ser novo, do ano de 2014, deveria apresentar resultados mais apropriados na atividade do transporte florestal. Em razão de ser o caminhão mais novo, possuir uma melhor aceitação no mercado de transporte rodoviário, devido à credibilidade de sua marca, motor com sistema eletrônico, o que proporciona o trabalho sempre de forma inteligente sem prejudicar o mesmo, não poderia sofrer com tantas manutenções.

Por apresentar um menor tempo em interrupções durante a operação do transporte de madeira até a serraria, o maior grau de utilização foi obtido pelo Caminhão B.

A realização estudos que visam reduzir os tempos improdutivos e os tempos de manutenção, otimizaria a logística em todo processo, uma vez que, percebeu-se que os caminhões ficam parados por falta de um horizonte de planejamento mais amplo da gerência da serraria e por manutenções corretivas que poderiam ser minimizadas se tomassem medidas preventivas.

5.4 Análise de Custos

Na situação real local, na qual ambas os modelos de caminhão trabalham por um período de 8 horas diárias, procedeu-se os cálculos referentes aos custos operacionais, com o intuito de representar o custo real dos caminhões.

Adotou-se um valor residual das máquinas em aproximadamente 50% do valor de aquisição do caminhão novo, junto com uma análise de mercado utilizando a Tabela Fipe. A Tabela Fipe expressa preços médios de veículos no mercado nacional, servindo apenas como um parâmetro para negociações ou avaliações. Os preços efetivamente praticados variam em função da região, conservação, cor, acessórios ou qualquer outro fator que possa influenciar as condições de oferta e procura por um veículo específico. Os valores utilizados no cálculo do custo dos três diferentes modelos de caminhão, (Tabela 10).

Tabela 10. Valores utilizados no cálculo do custo operacional dos caminhões avaliados.

Itens	Caminhão A	Caminhão B	Caminhão C
Valor de aquisição (R\$)	280.000,00	220.000,00	270.000,00
Valor residual (R\$)	140.000,00	110.000,00	145.000,00
Vida útil (meses)	60	60	60
Taxa de juros anual (%)	12	12	12
Custo óleo diesel (R\$)	2,4	2,4	2,4
Consumo médio diesel por km (l/km)	0,9	1,9	1,5
Custo óleo motor (R\$)	15	15	15
Consumo médio óleo motor por km (l/km)	0,042	0,042	0,042
Quilometragem média por mês (km)	2000	1827,2	1939

Aplicando-se a metodologia da FAO segundo Machado e Malinovski (1988), obteve-se o custo operacional para os modelos Caminhão A, Caminhão B e Caminhão C de 7,62 R\$/km, 5,54 R\$/km e 6,20 R\$/km respectivamente (Tabela 11).

Tabela 11. Componentes do custo operacional (R\$/km⁻¹) dos caminhões avaliados.

Componentes de Custo	Custo unitário (R\$)		
	Caminhão A	Caminhão B	Caminhão C
Depreciação	1,16	1,03	1,07
Salários motoristas e encargos sociais	0,85	0,93	0,87
Licenciamento e seguro obrigatório	0,12	0,09	0,12
Remuneração de capital (CDB)	1,40	1,20	1,39
Custos Fixos	3,53	3,25	3,45
Combustível	2,67	1,26	1,60
Lubrificantes	0,53	0,25	0,32
Custos de pneus e acessórios	0,35	0,35	0,35
Lavagem e lubrificação	0,12	0,12	0,13
Custos Variáveis	3,67	1,98	2,40
Custos de Administração	0,42	0,31	0,35
Custo Total	7,62	5,54	6,20

Os custos operacionais encontrados no estudo foram semelhantes aos encontrados por Alves (2011), para o Bitrem e Tritem, que foi de R\$ 6,22 por km, utilizando o mesmo modal de transporte rodoviário.

A distribuição dos custos para os Caminhões A, B e C foram bem distintas. Os custos fixos corresponderam a 46,33, 58,40 e 55,36% do custo total respectivamente, sendo a remuneração de capital e a depreciação os custos que mais influenciaram dentre os custos fixos.

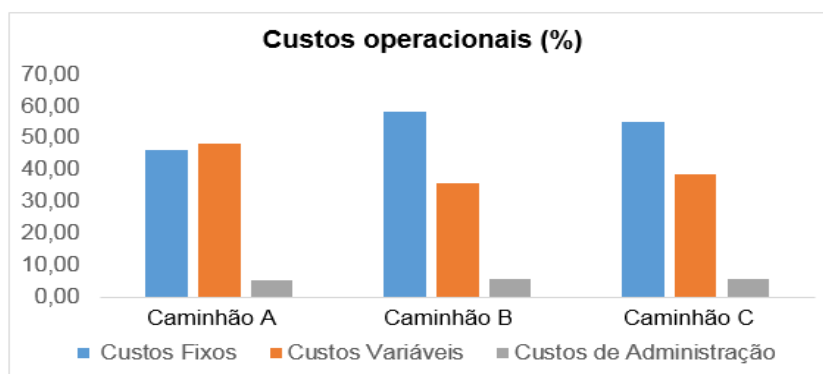
Pode-se verificar que o caminhão A apresenta valores maiores principalmente quanto ao custo de Depreciação, em relação aos outros caminhões, devido ao fato do valor de aquisição deste ser mais elevado, o que fornece um valor depreciativo médio mensal mais elevado.

Para os custos variáveis corresponderam para os caminhões 48,16; 35,98 e 38,64% respectivamente, sendo o custo de combustível o componente mais relevante dos custos variáveis. Os custos de administração para os caminhões foram semelhantes sendo 5,49, 5,60 e 5,63% respectivamente. A distribuição dos elementos que compõe o custo operacional dos caminhões é ilustrada na Figura 3.

O item mais significativo nos custos variáveis foi o combustível, representando em média de 67% dos custos variáveis, sendo o principal

influenciador do custo variável e custo total de transporte florestal. O combustível de acordo com os resultados obtidos se mostrou um fator de extrema importância na análise dos custos chegando a representar para Caminhão A 72,55% dos custos variáveis. Torna-se fundamental a busca de caminhões que consomem menos combustível por km rodado, tendo em vista que o custo com combustível afeta diretamente o preço final do custo do transporte de madeira.

Figura 3. Distribuição dos custos fixos, custos variáveis e custos de administração dos caminhões avaliados.



Como o caminhão A permanece pouco tempo no setor de manutenção mecânica, ele consegue efetuar um número maior de viagens, consumindo uma quantidade de combustível e lubrificantes mais elevado que os demais veículos devido ao maior número de viagens e maior potência do motor.

De acordo com Fernandes e Leite (2001), o consumo de combustível corresponde a um dos principais itens formadores do custo operacional da máquina, constituindo um indicativo da eficiência do processo de conversão de energia do sistema mecanizado, fato observado também neste estudo, onde o custo de combustível representa 27,82% dos custos operacionais totais.

Uma tendência nacional nos últimos anos nas empresas de transporte rodoviário é a aquisição de um reservatório de combustível, com intuito de baratear e diminuir os custos com o óleo diesel, um dos componentes mais onerosos no sistema de transporte. Assim o empresário pode negociar o preço do combustível direto do representante, gerando uma economia importante para os transportadores, uma vez que preço do frete está bem desvalorizado no cenário atual.

Cabe salientar, que tanto a empresa quanto o autônomo que possuem os preços dos fretes sub estimados precisam operar no mercado tentando se adequar a esta distorção, caso contrário poderão perder contratos de fretes e ficar em uma situação pior do que a atual, com o veículo parado sendo improdutivo. Assim, mesmo sabendo que estão com os preços abaixo do que seria correto, ambos precisam ajustar seus custos de tal modo que ainda permaneçam competitivos no mercado de fretes.

Através dos dados referentes ao custo total mensal por caminhão, obtêm-se o custo por quilômetro rodado, dividindo-se o custo total pela quilometragem média mensal de cada caminhão. Para se obter o custo por estêreo por quilômetro, divide-se o custo por quilômetro rodado pela capacidade de carga do veículo.

Paras ambos caminhões analisados a capacidade teórica de carga por viagem foi de 20 toneladas, considerando o Caminhão A percorrer uma distância média de percurso 50 km, o preço final do frete seria 19,07 R\$/ton/km. Para o Caminhão B considerando a distância média do percurso 45,70 km e para o Caminhão C uma distância média de percurso de 48,475 km, o preço final do frete seria 12,87 R\$/ton/km e 15,19 R\$/ton/km respectivamente.

O preço médio praticado na região para a atividade de transporte florestal varia de 15 à 20 R\$/ton/km. De acordo com os custos apresentados para cada caminhão, a atividade de transporte de madeira representa para o empresário uma atividade de considerável risco, uma vez que a margem de lucro é estreitamente pequena e alguns casos não ocorre lucro.

Por ser uma empresa de pequeno porte torna-se inviável economicamente a utilização de mais de um turno de oito horas de trabalho por dia, visto que, não possui uma demanda para o transporte de madeira dessa magnitude na região. A utilização de mais de um turno de trabalho é utilizado nas grandes empresas do setor florestal, como nas empresas de celulose e papel, onde a demanda de madeira na fábrica é muito grande e a manutenção dos estoques de madeira no pátio da fábrica deve ser constante para que não ocorra a falta de madeira.

Silva (2008) e Carmo (2013) comentam a importância que o trabalho em turnos proporciona para as grandes empresas do setor florestal para o aumento da produção e redução dos preços dos produtos. O sistema de trabalho em

turnos ocorrerá uma continuidade da produção, sendo realizadas em horários diurnos ou não, com ou sem interrupção diária, durante os dias úteis do mês.

Levando em consideração os valores dos custos apresentados para cada caminhão, o Caminhão B obteve um menor custo R\$/ton/km, sendo o mais viável para a execução da atividade. A inviabilidade econômica observada nas condições produtivas podem ter sido provenientes do baixo valor de mercado praticado na região.

Os efeitos causados pela globalização exigem do empresário um grande esforço nas organizações da busca de instrumentos eficazes para a sustentação dos seus negócios, neste contexto o objetivo perseguido pela contabilidade de custos, deixa de ser apenas o de fornecer dados para o atendimento da legislação, mas paralelamente deve gerar informações que agreguem valor nas decisões gerenciais.

Sugere-se que os resultados obtidos neste estudo sejam utilizados para tomadas de decisões, pois oferece subsídios que auxiliarão no planejamento operacional.

6 CONCLUSÃO

- Baixa velocidade média provenientes da má qualidade de estradas, tempos improdutivos durante as viagens e a fragilidade do caminhão relacionado a quebras constantes, foram os principais problemas operacionais encontrados no estudo.
- Em termos de eficiência operacional e disponibilidade mecânica o Caminhão A apresentou melhores resultados.
- Para o grau de utilização, o caminhão B foi o que mais se destacou.
- Na análise do ciclo operacional, a etapa de carregamento registrou o maior tempo para o caminhão C, em contra partida o caminhão B apresentou o menor.
- O maior percentual em tempos improdutivos foi com paradas desnecessárias nos três caminhões analisados.
- Em relação ao custo do transporte por quilômetro e por volume, o caminhão B se mostrou o de menor custo por km, por ser mais econômico no consumo de combustível e por apresentar uma desvalorização menor. Contudo, o caminhão A registrou o maior custo de transporte por quilômetro e por volume, apresentando um grande consumo de combustível por km e uma alta depreciação no decorrer dos anos.

7 REFERÊNCIAS

AASHTO – American Association of the State Highway Transportation Officials. **A Policy on Geometric Design of Highways and Streets**. American Association of State Highway and Transportation Officials. Chapter III: Elements of Design. Washington, D. C. 2001, p. 235-254. Fourth Edition.

ANTT - Agência Nacional de Transportes Terrestres. (2012) Disponível em www.antt.gov.br.

ALVES, R.T. **Análise técnica e de custos do transporte florestal rodoviário**. 2011. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2011.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **ASAE standards 2001**: machinery, equipment, and buildings: operating costs. Ames, Iowa, USA, 2001. p. 164-226.

ANA. Agência Nacional de Águas. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br>>. Acesso em 18 de março 2015.

BALASTREIRE, L. A. **Máquinas agrícolas**. São Paulo: Manoele, 1990. 307p.

BARBOSA, S. T. **Evolução do sistema de transporte florestal na região de Telêmaco Borba**. 2004. Monografia (Trabalho Conclusão de Curso) Universidade Estadual de Ponta Grossa, Telêmaco Borba.

BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho**. Tradução da 6ª ed. americana de Sérgio Luiz Oliveira Assis; José S. Guedes Azevedo; Arnaldo Pallotta. Revisão técnica Miguel de Simoni; Ricardo Seidl da Fonseca. São Paulo, 1977. 635p.

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

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

CAIXETA Filho, J. e MARTINS, R. **Gestão logística do transporte de cargas, São Paulo**: Atlas, p 13-31, 2011.

CARMO, Flávio Cipriano de Assis. **ANÁLISE OPERACIONAL DA COLHEITA FLORESTAL NO SUL DA BAHIA**. 2013. 50 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES, 2013.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES – CNT. **Transporte de carga no Brasil, ameaças e oportunidades para o desenvolvimento do país – Diagnóstico e Plano de Ação**. Brasil, 2002. 184 p.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES – CNT. **Plano CNT de transporte e logística**. Brasil, 2013.

CORREA, V. H. C; RAMOS, P. A precariedade do transporte rodoviário brasileiro para o escoamento da produção de soja do Centro-Oeste: situação e perspectivas. **RESR**, Piracicaba, SP, vol. 48, nº 02, p. 447-472, 2010.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT. **Pesagem: Informativo Técnico**. Brasília, Brasil. 2006.

EDWARDS, W. **Estimating farm machinery costs**. In: AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERING. In: PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON CROP HARVESTING AND PROCESSING. Louisville. p. 3-29, 2002.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa - Solos, 2006. 306p.

FENNER, P. T. **Métodos de cronometragem e a obtenção de rendimentos para as atividades de colheita de madeira**. Notas de aula da Disciplina de Exploração Florestal. Botucatu: UNESP, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2002. 14p

FERNANDES, H. C. & LEITE, A. M. P. Proposta de uma metodologia para ensaio de máquinas colhedoras de madeira. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 5. 2001, Porto Seguro. **Anais...** Viçosa: SIF/UFV, 2001. p. 227- 239.

FLEURY, P. F.; FIGUEIREDO, K.; WANKE, P. **Logística Empresarial: A perspectivas brasileiras**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2000. 376 p. (Coleção COPPEAD de Administração).

FREITAS, L. C; MARQUES, G. N; SILVA, M. L; MACHADO, R. R; MACHADO, C. C. Estudo comparativo envolvendo três métodos de cálculo de custo operacional do caminhão bitrem. **Revista Árvore**, Viçosa: v.28, n. 6, p. 855-863, 2004.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Cost control in forest harvesting and road construction**. Rome, 1992. 99p.

FONTES, J. M.; MACHADO, C. C. Manutenção mecânica. In: MACHADO, C. C. (Ed.) **Colheita Florestal**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. 265p.

FREITAS, L. C; MARQUES, G. N; SILVA, M. L; MACHADO, R. R; MACHADO, C. C. Estudo comparativo envolvendo três métodos de cálculo de custo operacional do caminhão bitrem. **Revista Árvore**, Viçosa: v.28, n. 6, p. 855-863, 2004.

GUIMARAES, H. S. A logística como fator decisivo das operações de colheita e transporte florestal. In: SEMINARIO DE ATUALIZACAO SOBRE SISTEMAS DE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 13, 2004, Curitiba. **Anais**, Curitiba: UFPR, 2004. p.127-146.

HIJJAR, M. F. **Logística, soja e comércio internacional**, 2004. Disponível em <<http://www.cel.coppead.ufrj.br>>. Acesso em: 15 Nov. 2014.

KANTOLA, M.; HARSTELA, P. **Manual de tecnologia apropriadas as operações florestais em países em desenvolvimento**: parte 2: transporte de madeiras e construção de estradas. Helsinki: Direção Nacional de Educação Vocacional do Governo, 1994. 202p.

LEITE, A. M. P. **Análise dos fatores que afetam o desempenho de veículos e o custo de transporte de madeira no distrito florestal do Vale do Rio Doce, MG**. 1992. 102 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1992.

LOPES, S. E. **Análise técnica e econômica de um sistema de colheita florestal**. 2007. 144 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, 2007.

MACHADO, C. C. **Planejamento e controle de custos na exploração florestal**. ed. Viçosa: UFV, 1984. 138p.

MACHADO, C. C.; LOPES, E. S.; BIRRO, M. H. **Elementos básicos do transporte florestal rodoviário**. ed. Viçosa: UFV, 2000. 167p.

MACHADO, C. C.; LOPES, E. S.; BIRRO, M. H. **Elementos básicos do Transporte Florestal Rodoviário**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2009. 167p.

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

MALINOVSKI, J. R.; PERDONCINI, W. **Estradas de uso florestal**. Colégio Florestal de Irati - GTZ, Irati, 1990. 100p.

NEVES, S da. **Curso moderno de contabilidade**. São Paulo: Lisa, 1995. 657p.

ROCHA, L. A. de G. **Jogos de empresa**: desenvolvimento de um modelo para aplicação no ensino de custos industriais. 1997. 135 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia)- Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.

RODRIGUES, Paulo. **Introdução aos sistemas de transporte no Brasil e à logística internacional**. 4. ed. São Paulo: Aduaneiras, 2010. 243p.

SEIXAS, F. **Uma metodologia de seleção e dimensionamento da frota de veículos rodoviários para o transporte principal de madeira.** 1992. 106 f. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 1992.

SILVA, M. L. da; JACOVINE, A. G.; VALVERDE, S. R. **Economia florestal.** ed. Viçosa: UFV, 2005. 178p.

SILVA, M. P. da S. **Sistemas de trabalho em turnos e seus impactos sobre a saúde dos trabalhadores – uma abordagem ergonômica.** 2008. 108 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

APËNDICE

PLANILHA DE TRANSPORTE FLORESTAL CAMINHÃO A

Distância percorrida (km): 2000 km/mês

Rota 49 km

Número de viagem: 40

Estimado 2 viagens por dia

CUSTOS FIXOS

Depreciação

D = Depreciação (R\$/mês):

Va = Valor de aquisição (R\$): 280.000,00

Vr = Valor residual (R\$): 140.000,00

n = Vida útil (em meses): 60

Km = Quilometragem média mensal: 2000 km

$$D = \frac{(Va - Vr)}{(n * km)}$$

$$D = \frac{(280.000,00 - 140.000,00)}{(60 * 2000)} =$$

$$D = 1,16 \text{ R\$/km}$$

Salários motoristas e encargos sociais

SM = Salário motorista (R\$/km):

N = Número de motoristas: 1

S = Salário fixo (R\$/mês): 1.400,00

E = Encargos (R\$/mês): 300,00

C = Comissões (R\$/mês): 0

Km = Média mensal (km): 2000

$$SM = \frac{N * (S + E + C)}{Km}$$

$$SM = \frac{1 * (1.400,00 + 300,00 + 0)}{2000}$$

$$SM = 0,85 \text{ R\$/km}$$

Licenciamento e seguro obrigatório

LS = Custos de licenciamento e seguro obrigatório (R\$/mês):

CL = Custo de licenciamento (R\$/mês): 200,00

CS = Custo de seguro obrigatório (R\$/mês): 16,67

Km = Média mensal (km): 1939

$$LS = \frac{(CL+CS)}{Km}$$

$$LS = \frac{(225,00 + 16,67)}{2000}$$

$$LS = 0,120 \text{ R\$/km}$$

Remuneração de capital

RC = Remuneração de capital (R\$):

i = Taxa anual de juros simples (%): 1%

IMA = Investimento médio anual (R\$): 280.000,00

Km = Média mensal (km): 2000

$$RC = \frac{IMA \cdot i}{Km}$$

$$RC = \frac{280.000,00 \cdot 1\%}{2000}$$

$$RC = 1,40 \text{ R\$/km}$$

TOTAL CUSTO FIXOS = 3,54 R\$/km

CUSTOS VARIÁVEIS

Combustível

CO = Custo com combustível (R\$/km):

Pcl = Preço por litro de combustível (R\$): 2,40

fa = Quilometragem média por litro: 0,9

$$CO = \frac{Pcl}{fa}$$

$$CO = \frac{2,40}{0,9}$$

$$CO = 2,67 \text{ R\$/km}$$

Lubrificantes

LU = Custo de lubrificantes (R\$/km):

Co = Custo com combustível (R\$/km): 2,67

Fc = Fator de correção (20%): 0,2

$$LU = Co \cdot Fc$$

$$LU = 2,67 \cdot 0,2$$

$$LU = 0,53 \text{ R\$/km}$$

Custos de pneus e acessórios

PN= Custo de pneus e acessórios (R\$/mês):

Ppn = Preço dos pneus e acessórios (R\$/mês): 1.500,00

Pc = Preço de conserto (R\$/mês): 60,00

Pr = Preço de recapagem (R\$/mês): 500,00

Np = Número de pneus: 10

Kmp = Média mensal por pneu (km): 80.000

$$PN = \frac{(Ppn + Pc + Pr)Np}{(Kmp)} * 1,1$$

$$PN = \frac{(1500,00 + 60,00 + 1000,00) * 10 * 1,1}{80.000}$$

$$PN = 0,352 \text{ R\$/km}$$

Lavagem e Lubrificação

La = Custo de lavagem e lubrificação (R\$/mês)

X = Preço de cada lavagem: 250,00

Y = Média por mês: 2

Km = Média mensal (km): 2000

$$La = \frac{(250,00 * 1)}{2000}$$

$$La = 0,125 \text{ R\$/km}$$

TOTAIS CUSTOS VARIÁVEIS: 3,68 R\$/km

DESPESAS ADMINISTRATIVAS: 0,41 R\$/km

CUSTO TOTAL: **7,62** R\$/km

Considerando a distância total do percurso (50 km) e a capacidade teórica por viagem (20ton):

PREÇO FINAL DO FRETE: 18,69 R\$/ton

PLANILHA DE TRANSPORTE FLORESTAL CAMINHÃO B

Distância percorrida (km): 1828 km/mês

Rota 45,75 km

Número de viagem: 40

Estimado 2 viagens por dia

CUSTOS FIXOS

Depreciação

D= Depreciação (R\$/mês):

Va = Valor de aquisição (R\$): 280.000,00

Vr = Valor residual (R\$): 140.000,00

n= Vida útil (em meses): 60

KM= Quilometragem média mensal: 1828 km

$$D = \frac{(Va - Vr)}{(n * km)}$$

$$D = \frac{(280.000,00 - 140.000,00)}{(60 * 1828)} =$$

D =	1,003 R\$/km
-----	--------------

Salários motoristas e encargos sociais

SM = Salário motorista (R\$/km):

N = Número de motoristas: 1

S = Salário fixo (R\$/mês): 1.400,00

E = Encargos (R\$/mês): 300,00

C = Comissões (R\$/mês): 0

Km = Média mensal (km): 2000

$$SM = \frac{N * (S + E + C)}{Km}$$

$$SM = \frac{1 * (1.400,00 + 300,00 + 0)}{1828}$$

SM =	0,93 R\$/km
------	-------------

Licenciamento e seguro obrigatório

LS = Custos de licenciamento e seguro obrigatório (R\$/mês):

CL = Custo de licenciamento (R\$/mês): 150,00

CS = Custo de seguro obrigatório (R\$/mês): 16,67

Km = Média mensal (km): 1827

$$LS = \frac{(CL+CS)}{Km}$$

$$LS = \frac{(150,00 + 16,67)}{1827}$$

$$LS = 0,091 \text{ R\$/km}$$

Remuneração de capital

RC = Remuneração de capital (R\$):

i = Taxa anual de juros simples (%): 1%

IMA = Investimento médio anual (R\$): 220.000,00

Km = Média mensal (km): 1827

$$RC = \frac{IMA * i}{Km}$$

$$RC = \frac{220.000,00 * 1\%}{1827}$$

$$RC = 1,20 \text{ R\$/km}$$

TOTAL CUSTO FIXOS = 3,23 R\$/km

CUSTOS VARIÁVEIS

Combustível

CO = Custo com combustível (R\$/km):

Pcl = Preço por litro de combustível (R\$): 2,40

fa = Quilometragem média por litro: 0,9

$$CO = \frac{Pcl}{fa}$$

$$CO = \frac{2,40}{1,9}$$

$$CO = 1,26 \text{ R\$/km}$$

Lubrificantes

LU = Custo de lubrificantes (R\$/km):

Co = Custo com combustível (R\$/km): 2,67

Fc = Fator de correção (20%): 0,2

$$LU = Co * Fc$$

$$LU = 1,26 * 0,2$$

$$LU = 0,252 \text{ R\$/km}$$

Custos de pneus e acessórios

PN= Custo de pneus e acessórios (R\$/mês):

Ppn = Preço dos pneus e acessórios (R\$/mês): 1.500,00

Pc = Preço de conserto (R\$/mês): 60,00

Pr = Preço de recapagem (R\$/mês): 500,00

Np = Número de pneus: 10

Kmp = Média mensal por pneu (km): 80.000

$$PN = \frac{(Ppn+Pc+Pr)Np}{(Kmp)} * 1,1$$

$$PN = \frac{(1500,00 + 60,00 + 1000,00) * 10 * 1,1}{80.000}$$

$$PN = 0,352 \text{ R\$/km}$$

Lavagem e Lubrificação

La = Custo de lavagem e lubrificação (R\$/mês)

X = Preço de cada lavagem: 250,00

Y = Média por mês: 2

Km = Média mensal (km): 2000

$$La = \frac{(250,00 * 1)}{2000}$$

$$La = 0,125 \text{ R\$/km}$$

TOTAIS CUSTOS VARIÁVEIS: 1,99 R\$/km

DESPESAS ADMINISTRATIVAS: 0,31 R\$/km

CUSTO TOTAL: **5,54** R\$/km

Considerando a distância total do percurso (45,70 km) e a capacidade teórica por viagem (20ton):

PREÇO FINAL DO FRETE:12,87 R\$/ton

PLANILHA DE TRANSPORTE FLORESTAL Caminhão C

Distância percorrida (km): 1939 km/mês

Rota 48,47 km

Número de viagem: 40

Estimado 2 viagens por dia

CUSTOS FIXOS

Depreciação

D= Depreciação (R\$/mês):

Va = Valor de aquisição (R\$): 270.000,00

Vr = Valor residual (R\$): 145.000,00

n= Vida útil (em meses): 60

KM= Quilometragem média mensal: 1939

$$D = \frac{(Va - Vr)}{(n * km)}$$

$$D = \frac{(270.000,00 - 145.000,00)}{(60 * 1939)} =$$

D =	1,07 R\$/km
-----	-------------

Salários motoristas e encargos sociais

SM = Salário motorista (R\$/km):

N = Número de motoristas: 1

S = Salário fixo (R\$/mês): 1.400,00

E = Encargos (R\$/mês): 300,00

C = Comissões (R\$/mês): 0

Km = Média mensal (km): 1939

$$SM = \frac{N * (S + E + C)}{Km}$$

$$SM = \frac{1 * (1.400,00 + 300,00 + 0)}{1939}$$

SM =	0,87 R\$/km
------	-------------

Licenciamento e seguro obrigatório

LS = Custos de licenciamento e seguro obrigatório (R\$/mês):

CL = Custo de licenciamento (R\$/mês): 217,00

CS = Custo de seguro obrigatório (R\$/mês): 16,67

Km = Média mensal (km): 1939

$$LS = \frac{(CL+CS)}{Km}$$

$$LS = \frac{(217,00+16,67)}{1939}$$

$$LS = 0,12 \text{ R\$/km}$$

Remuneração de capital

RC = Remuneração de capital (R\$):

i = Taxa anual de juros simples (%): 1%

IMA = Investimento médio anual (R\$): 270.000,00

Km = Média mensal (km): 1939

$$RC = \frac{IMA \cdot i}{Km}$$

$$RC = \frac{270.000,00 \cdot 1\%}{1939}$$

$$RC = 1,39 \text{ R\$/km}$$

TOTAL CUSTO FIXOS = 3,46 R\$/km

CUSTOS VARIÁVEIS

Combustível

CO = Custo com combustível (R\$/km):

Pcl = Preço por litro de combustível (R\$): 2,40

fa = Quilometragem média por litro: 1,5

$$CO = \frac{Pcl}{fa}$$

$$CO = \frac{2,40}{1,5}$$

$$CO = 1,60 \text{ R\$/km}$$

Lubrificantes

LU = Custo de lubrificantes (R\$/km):

Co = Custo com combustível (R\$/km): 1,33

Fc = Fator de correção (20%): 0,2

$$LU = Co \cdot Fc$$

$$LU = 1,60 \cdot 0,2$$

$$LU = 0,32 \text{ R\$/km}$$

Custos de pneus e acessórios

PN= Custo de pneus e acessórios (R\$/mês):

Ppn = Preço dos pneus e acessórios (R\$/mês): 1.500,00

Pc = Preço de conserto (R\$/mês): 60,00

Pr = Preço de recapagem (R\$/mês): 500,00

Np = Número de pneus: 10

Kmp = Média mensal por pneu (km): 80.000

$$PN = \frac{(Ppn + Pc + Pr)Np}{(Kmp)} * 1,1$$

$$PN = \frac{(1500,00 + 60,00 + 1000,00) * 10 * 1,1}{80.000}$$

$$PN = 0,35 \text{ R\$/km}$$

Lavagem e Lubrificação

La = Custo de lavagem e lubrificação (R\$/mês)

X = Preço de cada lavagem: 250,00

Y = Média por mês: 2

Km = Média mensal (km): 2000

$$La = \frac{(250,00 * 1)}{2000}$$

$$La = 0,13 \text{ R\$/km}$$

TOTAIS CUSTOS VARIÁVEIS: 2,40 R\$/km

DESPESAS ADMINISTRATIVAS: 0,35 R\$/km

CUSTO TOTAL: **6,20** R\$/km

Considerando a distância total do percurso (48,475 km) e a capacidade teórica por viagem (20ton):

PREÇO FINAL DO FRETE: 15,19 R\$/ton