



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

**RAFAEL TONETTO ALVES**

**ANÁLISE TÉCNICA E DE CUSTOS DO TRANSPORTE FLORESTAL  
RODOVIÁRIO**

JERÔNIMO MONTEIRO - ES  
AGOSTO – 2011

**RAFAEL TONETTO ALVES**

**ANÁLISE TÉCNICA E DE CUSTOS DO TRANSPORTE FLORESTAL  
RODOVIÁRIO**

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 a obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais na Área de Concentração em Ciências Florestais.

Orientador: Prof. Dr. Nilton César Fiedler.  
Coorientador: Prof. Dr. Eduardo da Silva Lopes.

JERÔNIMO MONTEIRO - ES  
AGOSTO - 2011

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

**ANÁLISE TÉCNICA E DE CUSTOS DO TRANSPORTE FLORESTAL  
RODOVIÁRIO**

**RAFAEL TONETTO ALVES**

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Dr. Nilton César Fiedler  
Orientador – DEF/UFES

---

Prof. Dr. Eduardo da Silva Lopes  
Co-orientador – DER/UFES

---

Prof. Dr. Elizabeth Neire da Silva  
Examinador interno – DEF/UFES

---

Coordenador do PPGCF: Prof. Dr.  
Roberto Avelino Cecílio  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
ESPÍRITO SANTO  
Jerônimo Monteiro, ES,  
31 de Agosto de 2011

---

Dr. Antônio Marcos Rosado  
Examinador externo – Cenibra S.A.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida, saúde, oportunidade, força, por estar comigo, por me guiar.

Agradeço a Deus pela minha família, os meus “anjos da guarda”.

Agradeço ao professor Nilton, pela oportunidade dada quando cursava a graduação, agradeço pelos conhecimentos transmitidos, oportunidades geradas e acompanhamento durante todo o meu desenvolvimento profissional e intelectual.

Agradeço a minha mãe, por toda dedicação, carinho e amor dedicados a mim durante toda a minha vida.

Agradeço meus tios, sou uma pessoa abençoada por tê-los como pais e mães.

Agradeço aos meus primos, meus irmãos.

Agradeço aos meus amigos, que estiveram ao meu lado durante toda a graduação e o mestrado.

Agradeço a Lídia, ao Pompeu, a Dieyme, a Rafaella, ao Rômulo (com acento), a Ludmila, por todos os momentos que passamos durante esses anos.

Agradeço a “família” Ana e Ariana, pelas risadas, companhia, conversas aos domingos pela manhã...

Aos “murrinhas” do laboratório.

Agradeço a Fibria S.A., pelo fornecimento das bolsas durante o decorrer do mestrado.

Agradeço a Celulose Nipo-brasileira S.A., pela oportunidade do desenvolvimento da dissertação.

Agradeço, simplesmente agradeço...

“A vida não dá nem empresta; não se comove nem se apieda. Tudo quanto ela faz é retribuir e transferir aquilo que nós lhe oferecemos.”

Albert Einstein

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ix</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1. OBJETIVOS .....	3
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>4</b>
2.1. LOCALIZAÇÃO DE PROJETOS.....	4
<b>2.1.1. Orientação locacional de projetos</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1.2. Forças locacionais</b> .....	<b>7</b>
2.1.2.1. Custos de Transferências ou Custos de Frete .....	8
2.2. O SETOR FLORESTAL BRASILEIRO.....	9
2.3. TRANSPORTE DE MADEIRA NO BRASIL .....	10
2.4. ESTUDO DE TEMPOS E MOVIMENTOS: MÉTODO CONTÍNUO.....	11
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>14</b>
3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	14
3.2. COLETA DE DADOS .....	17
3.3. CARACTERIZAÇÃO DOS VEÍCULOS UTILIZADOS POR REGIONAL	17
3.4. ANÁLISE DA VELOCIDADE MÉDIA.....	19
3.5. ANÁLISE DE PRODUTIVIDADE DOS VEÍCULOS.....	19
3.6. ANÁLISE TÉCNICA .....	20
<b>3.6.1. Operações e fases estudadas</b> .....	<b>20</b>
<b>3.6.2. Disponibilidade mecânica do sistema</b> .....	<b>21</b>
<b>3.6.3. Eficiência operacional</b> .....	<b>22</b>
3.7. ANÁLISE DE CUSTOS .....	22
3.9. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	27
<b>3.9.1. Número mínimo de amostragem</b> .....	<b>27</b>
<b>3.9.2. Procedimento estatístico</b> .....	<b>27</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>28</b>
4.1. REGIONAL GUANHÃES .....	28
<b>4.1.1. Estudo de Tempos e Movimentos</b> .....	<b>28</b>
<b>4.1.2. Estudos Operacionais</b> .....	<b>31</b>
4.1.2.1. Velocidade Média .....	32
4.1.2.2. Tempo de Carregamento.....	33
4.1.2.3. Tempo de Espera no Carregamento .....	34
4.1.2.4. Carga Média Transportada.....	35

4.1.2.5. Tempo Médio de Viagem.....	35
<b>4.1.3. Custos.....</b>	<b>36</b>
4.1.3.1. Custo do Transporte de Madeira por Tritrem na Região de Guanhães.....	36
4.1.3.2. Fatores Operacionais nos Custos de Transporte para Região de Guanhães.....	37
4.2. REGIONAL COCAIS.....	38
<b>4.2.1. Estudo dos Tempos e Movimentos.....</b>	<b>38</b>
<b>4.2.2. Estudos Operacionais.....</b>	<b>40</b>
4.2.2.1. Velocidade Média.....	40
4.2.2.2. Tempo de Carregamento.....	41
4.2.2.3. Tempo de Espera no Carregamento.....	42
4.2.2.4. Tempo Médio de Viagem.....	43
<b>4.2.3. Custos.....</b>	<b>44</b>
4.2.3.1. Custo do Transporte de Madeira por Bitrem na Regional Cocais .....	44
4.2.3.2. Fatores Operacionais nos Custos de Transporte para a Regional Cocais.....	45
4.3. REGIONAL RIO DOCE.....	46
<b>4.3.1. Particularidade.....</b>	<b>46</b>
<b>4.3.2. Estudo dos tempos e movimentos.....</b>	<b>46</b>
<b>4.3.3. Estudos operacionais.....</b>	<b>48</b>
4.3.3.1. Velocidade Média.....	48
4.3.3.2. Tempo de Carregamento e Tempo de Viagem.....	49
<b>4.3.4. Custos.....</b>	<b>50</b>
4.3.4.1. Custo do Transporte de Madeira por Tritrem na Região do Rio Doce.....	51
4.3.4.2. Fatores Operacionais nos Custos de Transporte com Tritrem para Região do Rio Doce.....	52
4.4. ESTUDO DO DESCARREGAMENTO DE MADEIRA NA FÁBRICA.....	53
<b>4.4.1. Descarregamento de madeira na fábrica.....</b>	<b>53</b>
4.4.1.1. Ciclo de descarregamento.....	53
4.4.1.2. Estudo dos Tempos de Descarregamento.....	54
<b>5. COMPARAÇÃO ENTRE AS REGIONAIS E O TIPO DE TRANSPORTE... 57</b>	
<b>6. CONCLUSÕES..... 59</b>	
<b>7. REFERÊNCIAS..... 61</b>	
<b>ANEXOS..... 63</b>	

## RESUMO

ALVES, Rafael Tonetto. **Análise técnica e de custos do transporte florestal rodoviário**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro-ES. Orientador: Prof. Dr. Nilton César Fiedler. Coorientador: Prof. Dr. Eduardo da Silva Lopes.

O transporte de madeira no Brasil na sua maioria é realizado pelo modal rodoviário e somente os fretes chegam a consumir até 60% do gasto logístico total. A organização, racionalização das operações do transporte florestal rodoviário, identificação dos fatores operacionais e interferência no custo, poderão representar uma grande economia de recursos para as empresas do setor, e com isso aumentar a eficiência operacional. Este trabalho teve por objetivo analisar os fatores técnicos e de custos do transporte rodoviário de madeira, com diferentes composições veiculares, em localidades distintas no vale do Rio Doce, MG. Inicialmente realizou-se o estudo de tempos e movimentos das viagens no período diurno e noturno, bem como o carregamento de madeira no campo e o descarregamento de madeira na fábrica, com o levantamento de informações operacionais. As análises foram divididas em três regionais de produção de madeira com diferentes distâncias de transporte. A regional Rio Doce, com distância média de transporte de 73 km; a regional Guanhães, com distância média de transporte de 135 km; e regional Nova Era, região de Cocais, com distância média de transporte de 74 km. A velocidade média operacional na regional Rio Doce foi de 35 km/h para veículos Tritrem e 41 km/h para veículos Bitrem; eficiência operacional de 83,4% para Tritrem e 89,6% para Bitrem. A velocidade média operacional na regional Guanhães foi de 37 km/h para veículos Tritrem e Rodotrem; eficiência operacional de 89%. A velocidade média operacional na região de Cocais foi de 29 km/h para veículos Bitrem, e eficiência operacional de 88,5%. O comparativo dos custos operacionais mostrou que o transporte de madeira na região de Cocais é o mais caro, custando 0,341 R\$/m<sup>3</sup>/km; seguido de Rio Doce 0,208 R\$/m<sup>3</sup>/km; e Guanhães 0,201 R\$/m<sup>3</sup>/km. O elevado custo do transporte de Cocais tem ligação com o volume médio de transporte por viagem, porém, por critérios legais e operacionais não é possível o uso de veículos com maior capacidade de carga nesta Região.

**Palavras-chave:** transporte florestal rodoviário, custos de transporte, veículos de transporte, fatores operacionais do transporte de madeira.



## ABSTRACT

ALVES, Rafael Tonetto. **Technical and cost analysis of highway forest transportation**. 2011. Dissertation ( Master in Forest Science) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro-ES. Orientator: Prof. Dr. Nilton César Fiedler. Coorientator: Prof. Dr. Eduardo da Silva Lopes.

Timber transportation in Brazil is mostly done through highways and the freights alone sometimes consume up to 60% of all logistic expenditures. The organization, rationalization of highway forest transportations operations, identification of operational factors and cost interference, might represent great economy of resources for the companies of this sector, and also increase operational efficiency. This study's objective was to analyze timber highway transportation technical and cost factors, with different vehicles compositions, in different locations of Vale do Rio Doce, MG. Initially were studied times and movements of trips at daytime and nighttime, as well as timber loading on field and unloading at the factory, gathering operational information. The analyses were divided in three timber production regionals with different transportation distances. Rio Doce's regional, with a mean transportation distance of 73 km; Guanhões' regional, with mean transportation distance of 135 km; and Nova Era's regional, Cocais' region, with mean transportation distance of 74 km. The mean operational speed in Rio Doce's regional was 35 km/h for three semi-trailers and 41 km/h for two semi-trailers; operational efficiency of 83,4% for three semi and 89,6% for two semi. The mean operational speed at Guanhões' regional was 37 km/h for three semi and road train; operational efficiency of 89%. The mean operational speed at Cocais' region was 29 km/h for two semi, and operational efficiency of 88,5%. The operational costs comparative showed that timber transportation at Cocais' region is the most expensive, costing 0,341 R\$/m<sup>3</sup>/km; followed by Rio Doce's 0,208 R\$/m<sup>3</sup>/km; and Guanhões' 0,201 R\$/m<sup>3</sup>/km. Cocais' high cost of transportation is connected to the mean volume transported per trip, however, because of legal and operational criteria it's not possible to use vehicles with larger cargo capacities at this region.

**Keywords:** highway forest transportation, transport cost, transportation vehicles, operational factor of timber hauling.

## 1. INTRODUÇÃO

O setor de base florestal brasileiro tem participação significativa no Produto Interno Bruto Nacional, representando 3,4% do PIB nacional, ou seja, US\$ 44,6 bilhões (ABRAF 2011/2010).

De acordo com dados da Sociedade Brasileira de Silvicultura (2008), o crescimento do consumo industrial de madeira em toras de 2002 a 2007 foi de aproximadamente 39%. Seguindo essa tendência, o setor de celulose teve um aumento de 2,2% na formação de florestas em 2007 comparando com o ano de 2006. Observa-se que as grandes empresas produtoras e consumidoras de madeira em toras estão cada vez aumentando seu raio de atuação na formação de florestas, com isso a fase de transporte da matéria prima, tende a ficar cada vez mais oneroso em decorrência do aumento das distâncias até a fábrica.

Rodrigues (2010) afirma que o transporte é um dos fatores de composição do custo logístico de maior valor, e nas nações desenvolvidas, somente os fretes costumam consumir aproximadamente 60% do gasto logístico total e entre 9% a 10% do produto nacional bruto, o que reforça a justificativa de buscar sempre a eficiência e qualidade em todas as fases do processo.

No Brasil o transporte rodoviário corresponde a 59% da carga transportada, enquanto o transporte ferroviário detém 24%. Em outros países com dimensões similares ao Brasil o transporte ferroviário tem maior força como na Rússia (81%) e Canadá (46%) (COSTA, 2006 citado por MACHADO et al., 2009).

Devido ao histórico e tendência nacional, o transporte florestal em sua maioria é realizado pelo modal rodoviário, devido a diversos fatores como extensa malha viária, oferta de diferentes tipos de veículos, baixo valor de instalação quando comparado a outros modais existentes (MACHADO et al., 2009).

Essa facilidade de escolha de veículos com diferentes capacidades de cargas e rotas permitidas pelo modal rodoviário torna-se um problema, quando

não se faz a escolha adequada. Segundo Lopes et al. (2006), atualmente uma dificuldade enfrentada pelas empresas é o controle de carga e a correta distribuição do peso sobre os eixos dos veículos, devido aos diferentes tipos e volumes, espécies e comprimentos de madeira transportada.

Outra característica comumente esquecida, é que as fases de colheita e transporte florestal devem ser analisadas, planejadas e executadas em concordância. Os locais de carregamento, tamanho e formato de pilhas de madeira devem ser proporcionais aos sistemas usados e compatíveis com os veículos de transporte, pois esses fatores possuem influência sobre o tempo de duração do ciclo operacional de transporte rodoviário de madeira.

Machado et al. (2006) cita que a quantidade de carregadores florestais no campo, o número de veículos de transporte rodoviário, as condições das estradas, a distância de transporte, a velocidade média de operação, são os principais fatores de perda de rendimento no processo. Para os autores a fila de transporte não está só relacionada somente com o número de veículos, mas também com o rendimento ou produtividade dos carregadores florestais.

Assumindo que a colheita e o transporte florestal são fases integradas para a entrega de madeira à fábrica, estas devem ser constantemente monitoradas de forma adequada para cada atividade, com o objetivo de controle dos custos e eficiência operacional. No caso específico de veículos de transporte florestal, um dos fatores que mais contribuem para o aumento dos custos operacionais é o desgaste prematuro das estradas florestais, por acarretar maior consumo de pneus e peças, e contribuir de forma negativa à velocidade de deslocamento (BURLA, 2001).

Uma grande dificuldade para os profissionais que atuam nas Empresas é a falta de pesquisas orientadas para avaliar o desempenho e otimização da logística florestal. Para Machado et al. (2009), o caminhão tem importância no processo de transporte de madeira, não somente pela capacidade de carga, mas também pelo melhor deslocamentos e possibilidade de interligação de pontos distintos. Assim, deve-se considerar a escolha dos veículos mais indicados para uma determinada característica de rede viária.

A realização de pesquisas que visem à organização, racionalização das operações do transporte florestal rodoviário, identificação dos fatores operacionais e interferência no custo, poderão representar uma grande

economia de recursos para as empresas do setor, aumentar a eficiência operacional, a produtividade dos veículos, bem como dar a confiabilidade necessária para a tomada de decisão adequada.

### 1.1. OBJETIVOS

Analisar os fatores técnicos e de custos do transporte rodoviário de madeira, com diferentes composições veiculares, em diferentes localidades no vale do Rio Doce – Minas Gerais.

Os objetivos específicos foram:

- Identificar os fatores que influenciam o sistema de transporte de madeira;
- Avaliar a eficiência operacional, disponibilidade mecânica, os tempos produtivos em cada fase e ocorrências de perda de produtividade, para cada regional e tipo de veículo utilizado;
- Analisar os custos de transporte por regional em função das distâncias, da capacidade de carga dos veículos, tipo de veículo utilizado, eficiência e velocidade média.
- Realizar análise comparativa entre as regionais de produção.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. LOCALIZAÇÃO DE PROJETOS

Um motivo de preocupação para os empresários e que possui suma importância no atual contexto de globalização da produção, é o problema de “onde produzir”, ou seja, onde localizar a atividade industrial (AZZONI, 1981). A priori, a localização é um problema de condicionalidade espacial, isto é, as influências que o espaço geográfico exerce sobre as atividades econômicas, uma vez que estas se encontram, necessariamente, condicionadas pela distribuição espacial dos recursos de produção, de um lado, e pelos aglomerados humanos, de outro (ALVES, 1983).

Segundo Bowersox (1996) localização é a determinação de um ou mais locais, para abrigar uma ou mais instalações, que permitam otimizar alguns fatores de desempenho previamente estabelecidos – transporte, custos, tempo de entrega dentre outros.

O tema, localização das atividades econômicas, ganha novo estímulo devido ao processo de reestruturação produtiva iniciado a partir dos anos 70. Num mundo globalizado, a competição estende-se territorialmente para novas áreas geográficas, que buscam atrair para seus respectivos espaços os investimentos industriais, tanto com o intuito de se expandir como na busca de novos produtos e produtividade (BOWERSOX, 1996).

Pacheco (1997) acrescenta que os centros decisórios procurarão locais providos de redes rodoviárias e infraestrutura de telecomunicações modernas, bem como oferta de mão-de-obra com talentos empresariais, habilidades administrativas e capacidades fiscalizadoras.

A classificação dos fatores locais torna-se difícil, tendo em vista a sua multiplicidade, principalmente se levar em conta os diversos tipos de indústrias. Em síntese, uma enumeração dos fatores individuais que se podem encontrar nas várias indústrias, só seria possível empiricamente e, com mais exatidão, levando-se em conta os próprios casos individuais. Entretanto, cabe observar que para possuir uma certa redução no peso de alguns fatores locais clássicos ocorre o aumento dos pesos de dois fatores: o do capital humano e o do ambiental. Estes dois fatores trazem consigo uma tendência

locacional que já se verifica na economia brasileira e mundial, que é o deslocamento da localização das atividades industriais para fora das regiões metropolitanas em direção as cidades médias (PACHECO, 1997).

De acordo com Pacheco (1997), regiões já industrializadas são capazes de atrair novas criações graças às infra-estruturas que oferecem: organização da distribuição da energia, dos transportes, da formação profissional da mão-de-obra dentre outros.

Para Mota (1968), o capitalismo tende a potencializar a aglomeração, aprofundando a articulação entre os lugares complementares através da comunicação e dos transportes e com isso propicia o fim da atomização do espaço. Ainda que a ênfase a ser dada a cada fator possa variar de acordo com a especificidade da região, a análise é realizada a partir de uma proposição geral (macro) para uma situação determinada (micro), sendo enfatizados, nos fatores gerais, a polarização, urbanização, implicações estratégicas e tipos de indústrias (poluentes e não poluentes).

A teoria abordada por Mota em 1968 é real e presente nos dias atuais, ficando mais claro o entendimento com o complemento do autor sobre o assunto, que aos fatores regionais, têm-se: infra-estrutura; serviços (água, energia elétrica, combustíveis); comunicações (viárias - ferrovias, rodovias, etc./ não viárias - telecomunicação, correios, entre outras); recursos humanos (população, nível educacional, nível de especialização); mercado (supridor de matéria-prima e ou insumos, consumidor). Em relação aos fatores locais: custo da terra (valor histórico); condições do terreno (declividade, condições de transporte); meio-ambiente (despejos industriais, poluição atmosférica, nível acústico), micro clima (chuvas, temperatura, umidade, ventos); incentivos (governamentais). Para estes últimos fatores, os estímulos à desconcentração industrial são: a doação e venda de terrenos, as facilidades de infra-estrutura, as condições de financiamento e os incentivos fiscais.

### **2.1.1. Orientação locacional de projetos**

Várias forças influenciam os custos de transferências para indústrias particulares e levam a um ponto de menor custo, nas proximidades da matéria-

prima. Estas forças são: perda de peso das matérias-primas durante a produção, disponibilidade dessas para indústrias extrativas e perecibilidade das mesmas (PACHECO, 1997).

Ainda segundo o autor, as indústrias que adicionam peso durante a produção de bens finais apresentam um diferencial significativo de valor entre as matérias-primas e os mesmos, por eles possuírem grande perecibilidade, localizando-se próximas ao mercado. A necessidade da velocidade no manejo dos produtos pode levar a um aumento dos custos de transferir bens, como pães, sorvetes e produtos de delicatessen. Sob tais condições, a produção próxima ao mercado minimiza o custo de transferência.

Em suma, as forças que levam as plantas industriais a estarem posicionadas próximas ao mercado são: peso ganho durante a produção, taxas de frete diferentes entre matérias-primas e produtos finais; perecibilidade dos produtos finais. Existe um grupo de indústrias, segundo Bowersox (1996), chamado de "indústrias livres", esta denominação origina-se da relação entre os custos de transferência e seu processo de manufatura particular, que permite a seleção de uma planta industrial localizada próxima ao mercado, às matérias-primas ou em pontos intermediários. Caso uma indústria seja verdadeiramente livre, os custos de transferência terão pouca influência na localização.

Um exemplo disto são empresas de P&D (indústrias de pesquisas e desenvolvimento), que são praticamente independentes destas forças de transferência, (BOWERSOX, 1996). Entretanto, esta situação não pode ser generalizada para empresas que localizam suas plantas longe das matérias-primas e do mercado, pois em alguns casos, uma unidade industrial localizada em um ponto intermediário pode representar um custo de transferência mínimo. As afirmativas anteriores do porquê de as plantas serem atraídas pelas matérias-primas ou pelos mercados estão baseadas na suposição de que os fretes entre esses locais e as plantas são menores do que o realizado entre as unidades e locais intermediários. Embora isto seja uma realidade em algumas empresas, há algumas exceções. A exceção mais conhecida é a concessão de privilégios para empresas de transportes, como na fresagem e na fabricação. Nos dois casos, a matéria-prima pode ser embarcada para um ponto de

produção, depois para a destinação final, combinada com um custo ligeiramente mais alto do que o custo direto.

Quanto à topografia, sua influência e seus efeitos sobre as facilidades de transportes não podem ser muito enfatizados, pois, no caso das hidrovias, estas são restritas aos rios, vales, lagos, baías e áreas de níveis onde canais podem ser construídos (PACHECO, 1997). Outras barreiras naturais influenciam o caráter de vários modos de transportes. A rede de transportes é um elemento poderoso que limita a disponibilidade de localização para pontos ao longo de configurações de rotas de transferência.

Do ponto de vista da produção, a localização econômica é aquela que combina fatores imobilizados e com menor custo com fatores móveis de baixo custo. Os maiores custos de produção podem ser agrupados em três categorias, cada uma em vários graus, em um fator locacional importante: aluguel, trabalho e poder. Bowersox (1996) afirma que o grupo final de fatores que influenciam na seleção é classificado como fatores intangíveis, que podem ser divididos em dois grupos, para discussão. A primeira categoria inclui custos físicos influenciando fatores que resultam de contatos pessoais de executivos de companhias. O segundo grupo são as preferências pessoais, os desejos e as necessidades humanas, que influenciam nesta seleção para uma localização ideal.

Quanto às informações necessárias para a análise de localização, estas são definidas pelo mercado, produtos, redes, demanda dos consumidores, encargos de transportes e custos variáveis e fixos. Em relação à definição de mercado, a análise requer que uma demanda seja classificada ou designada para uma área geográfica. A combinação de áreas geográficas constitui áreas de serviços logísticos, as quais podem ser um país ou uma região global (PACHECO, 1997).

### **2.1.2. Forças locacionais**

São as variáveis que determinam ou orientam a distribuição geográfica das atividades e dispersão, em relação à base física da economia de um país ou de uma região. Cada força locacional apresenta um peso, ou seja, afeta em



maior ou menor grau a decisão com relação à localização do projeto. Dada essa disparidade, faz-se conveniente agrupar as forças locacionais em categorias, de acordo com o grau de importância que assumem (PACHECO, 1997 e BOWERSOX, 1996).

#### 2.1.2.1. Custos de Transferências ou Custos de Frete

Os custos de transferência resultam da soma de custos de transporte de insumo e produtos. Esses custos afetam significativamente o custo total do produto acabado e podem, em alguns casos, ser maiores que os custos de processamento do produto.

A principal característica dos custos dessa categoria é que eles variam de maneira sistemática e previsível, em relação à distância entre a matéria-prima e o mercado. Essa característica é muito valiosa, por permitir calcular matematicamente os custos de transporte (PACHECO, 1997).

Quando se fala em custos de transporte, devem-se considerar os custos de seguro, taxas e impostos, investimentos em máquinas e equipamentos, mão-de-obra dos motoristas e ajudantes, combustíveis, depreciação e manutenção de máquinas e veículos, como caminhões e automóveis. Deve-se considerar o problema da diferenciação entre as tarifas cobradas no transporte de matéria-prima e as cobradas no transporte do produto acabado. As primeiras, em geral, são mais baixas (RODRIGUES, 2010).

O custo com transporte tem sido o mais sério problema do setor florestal no Brasil, em virtude de grande parte dos reflorestamentos estarem situada muito distante dos centros consumidores. Essa má localização dos reflorestamentos deve-se, principalmente, à políticas de incentivos fiscais implantadas a partir de 1966 (SOARES; SOUSA; SILVA, 2008). Assim, fatores decisivos na definição da localização dos centros consumidores, como a produtividade dos solos e a distância até os centros de consumo, foram relegados à segundo plano, sendo o preço da terra a fator preponderante na escolha dos locais a serem reflorestados.

Na implantação de novos reflorestamentos, deve-se verificar a localização dos maciços florestais em relação aos centros de consumo, pois, dependendo da localização da floresta, os custos de transporte podem ser tão altos que investimentos em reflorestamentos mais próximos dos centros de consumo tornam-se mais viáveis, ainda que o custo da terra seja mais elevado e a produtividade menor (MACHADO et al., 2009).

## 2.2. O SETOR FLORESTAL BRASILEIRO

Após a aprovação da lei nº 5.106, de setembro de 1966, que dispõe sobre os incentivos fiscais concedidos a empreendimentos florestais, permitindo às empresas abaterem até 50% do valor do imposto de renda devido, o setor florestal começou a se destacar no Brasil. O crescimento da área reflorestada no país situou-se na faixa de 100 a 250 mil hectares anuais entre 1968 a 1973, elevando-se para 450 mil hectares anuais entre 1974 e 1982 (SOARES; SOUSA; SILVA, 2008).

Mesmo com o fim dos incentivos, em 1988, o setor continuou se desenvolvendo no país. Com a chegada de grandes empresas de base florestal dedicando-se a ampliar sua área reflorestada utilizando recursos próprios ou oriundos de empréstimos de longo prazo em bancos de fomento federais ou estaduais, ou incentivando o reflorestamento em pequenos e médios imóveis rurais (ANTONANGELO; BACHA, 1998 e LEÃO, 2000).

Em 2010, o Brasil totalizou uma área ocupada por florestas plantadas de 6.510.693 hectares, sendo 73,0% correspondente à área de plantios de *Eucalyptus* e 27,0% a plantios de *Pinus*. O crescimento da área de plantios foi de 3,2% em relação ao ano anterior, um crescimento modesto já que no período de 2005-2009 esse percentual foi de 4,5% a.a. A não efetuação dos investimentos previstos para o ano de 2010 como tentativa de recuperação da pré-crise financeira aliada às incertezas relativas ao mercado internacional de vários produtos da cadeia de base florestal fizeram com que as empresas do setor poupassem investimentos em novas unidades industriais, prorrogando também a expansão dos plantios (ABRAF; 2011).

Também segundo a ABRAF (2011), para a economia brasileira e para a sociedade em geral, o setor florestal contribui com uma parcela importante na geração de produtos, tributos, divisas, empregos e renda. Estima-se que o setor florestal manteve, aproximadamente, 4,7 milhões de empregos, incluindo empregos diretos (640,4 mil), indiretos (1,45 milhões) e empregos resultantes do efeito-renda (2,60 milhões) e sua participação no produto interno bruto (PIB) é de, aproximadamente, 5%.

O setor é estratégico no fornecimento de matéria-prima para o desenvolvimento da indústria nacional de base florestal. No âmbito social, as atividades da cadeia produtiva do setor promovem a geração de empregos e renda e, ao fixarem as populações no campo auxiliam também na melhoria da qualidade de vida nas áreas rurais. Do ponto de vista ambiental, destaca-se a contribuição do setor de florestas plantadas para a conservação da natureza e para o equilíbrio do ambiente, na promoção da biodiversidade, na recuperação e proteção de áreas degradadas, na manutenção dos regimes hídricos, da fertilidade do solo e da qualidade do ar e da água. Ressalta-se também a função dos plantios florestais como fixação de carbono (ABRAF; 2011).

### 2.3. TRANSPORTE DE MADEIRA NO BRASIL

A importância do caminhão como meio de transporte deve-se não só ao volume de carga a ser transportado, mas a versatilidade ou facilidade de deslocamento e interligação entre pontos de origens e destinos, situados em quase toda a superfície terrestre (BERGER et. al., 2003).

O transporte florestal consiste na movimentação de madeira dos pátios ou das margens das estradas nos talhões até o local de consumo ou pátio das empresas.

De acordo com Machado (2009), 59% da carga transportada no Brasil é pelo modal rodoviário, por isso, estudos que visam melhorar a eficiência no transporte rodoviário florestal são muito importantes.

A localização da fábrica e dos reflorestamentos são decisões estratégicas e requerem planejamento detalhado. Quanto mais longo o trajeto percorrido, maior será o custo unitário por volume de madeira transportada

(SILVERSIDES, 1976 citado por SILVA, 2007). Uma das maneiras de diminuir o custo em percursos longos tem sido a utilização de veículos com maior capacidade de carga (LEITE, 1992 citado por SILVA, 2007).

Atualmente, o número de eixos na composição e o peso em cada eixo são fatores de preocupação para o transportador que busca a otimização da quantidade de madeira transportada por veículo sem, contudo, ultrapassar os limites estabelecidos pela legislação (SEIXAS, 2001).

Vários fatores influenciam o transporte de cargas pelo modal rodoviário, e, no caso florestal, isso não poderia ser diferente. Machado (2009) destaca os tipos de veículo, a distância de transporte, o valor unitário do frete, as condições em que se encontram a malha rodoviária, o tempo de espera no carregamento e descarregamento, a capacidade de carga em volume que o veículo transporta, as condições locais e regionais e os tipos de equipamentos de carregamento e descarregamento.

Os veículos utilizados no transporte florestal rodoviário podem ser classificados de acordo com a capacidade de carga. Assim, têm-se os veículos leves (que têm capacidade de carga que não ultrapassa 10 toneladas); veículos pesados (que suportam de 30 a 40 toneladas de carga); e veículos extrapesados (com capacidade de carga acima das 40 toneladas). Como exemplo de veículos extrapesados, tem-se o Bitrem (um cavalo mecânico e dois semi-reboques), Tritrem (um cavalo mecânico e três semi-reboques), e o Rodotrem (um veículo articulado e um reboque) (MACHADO et al., 2009).

Para Silva (2007), os estudos de transporte florestal devem ser conduzidos para identificar qual o tipo de veículo mais indicado para se transportar madeira de determinada região ou empresa. Outro problema é com relação entre a distância máxima viável de transporte, pois o custo elevado tem grande poder de inviabilizar todo um projeto de reflorestamento com mais distância do centro consumidor.

#### 2.4. ESTUDO DE TEMPOS E MOVIMENTOS: MÉTODO CONTÍNUO

Assim como os demais custos na operação de uma empresa, a mão-de-obra necessita ser considerada e trabalhada objetivando aumentar o lucro

sob a venda do produto final. É função do setor administrativo, verificar que seus empregados não estejam realizando trabalho inútil e desnecessário. Todas as operações devem ser analisadas de forma a encontrar o método mais fácil e melhor para cada processo (BARNES, 1977).

O estudo de tempos teve seu início em 1881, quando Taylor o introduziu na empresa norte americana *Midvale Steel Company*. O estudo de tempos contribuiu na determinação de tempos padrão para as operações de processo. Em contrapartida o estudo de movimentos foi desenvolvido por Gilbreth durante a mesma época e foi empregado na melhoria de métodos de trabalho. Contudo foi só em 1930 que se iniciou um movimento geral para estudar o trabalho com o objetivo de descobrir métodos melhores e mais simples de se executar uma tarefa (BARNES, 1977).

Barnes (1977) afirma que o estudo de tempos e movimentos trata-se de um estudo sistemático do fluxo produtivo que possui como objetivos desenvolver o sistema e o método preferido, geralmente de menor custo; padronizar esse sistema e método; determinar o tempo gasto por uma pessoa qualificada e treinada, trabalhando num ritmo normal, para executar uma tarefa ou operação específica e, por fim, orientar o treinamento do trabalhador no método preferido.

Diante da execução de um estudo de tempos torna-se possível determinar o tempo que uma pessoa adaptada ao trabalho e completamente treinada no método específico levará para executar certa tarefa em um ritmo considerado normal. Este tempo é denominado de *tempo padrão* para a operação (BARNES, 1977).

O estudo de tempos estabelece programações e planeja o trabalho; determina os custos-padrão e auxilia no preparo de orçamentos; estima o custo de um produto antes do início da fabricação. Esta informação é de valor no preparo de propostas para concorrência e na determinação do preço de venda do produto. O estudo de tempos tem por finalidades, também, determinar a eficiência de máquinas, o número de máquinas que uma pessoa pode operar o número de homens necessários ao funcionamento de um grupo, e como um auxílio ao balanceamento de linhas de montagem e de trabalho controlado por transportadores; determina tempos-padrão a serem usados como base para o pagamento de incentivo à mão-de-obra direta e indireta, tais como

movimentadores de materiais e preparadores de produção e, por fim, é um método utilizado para determinar tempos padrão a serem usados como base do controle de custo da mão-de-obra (BARNES, 1977).

Dependendo do tipo de operação a ser analisada, a forma de execução do estudo de tempos pode variar. Contudo são citados por Barnes (1977) oito passos fundamentais:

- a) Obtenha e registre informações sobre a operação e o operador em estudo;
- b) Divida a operação em elementos e registre uma descrição completa do método;
- c) Observe e registre o tempo gasto pelo operador;
- d) Determine o número de ciclos a ser cronometrado;
- e) Avalie o ritmo do operador;
- f) Verifique se foi cronometrado um número suficiente de ciclos;
- g) Determine as tolerâncias; e
- h) Determine o tempo-padrão para a operação.

Como premissa, para início da tomada dos tempos, é necessário que os funcionários devam ser informados quanto ao estudo e seus objetivos. Antes o trabalho, é fundamental verificar se o equipamento está operando corretamente e o produto encontra-se dentro dos padrões de qualidade; se as condições de segurança na operação estão satisfatórias.

A partir da padronização da operação que se deseja fazer um estudo de tempos pode-se iniciar o processo de cronometragem. Esta medida deve ser considerada a fim de poupar tempo e dinheiro em um estudo que possa vir a se tornar desatualizado e, portanto, inútil.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado no Vale do Rio Doce no Leste do Estado de Minas Gerais, em parceria com a empresa florestal CENIBRA – Celulose Nipo-Brasileira S.A., que fica localizada na rodovia BR 381, KM 172, à 236 km da capital do Estado, Belo Horizonte, e com atuação em 54 municípios mineiros (Figura 01).

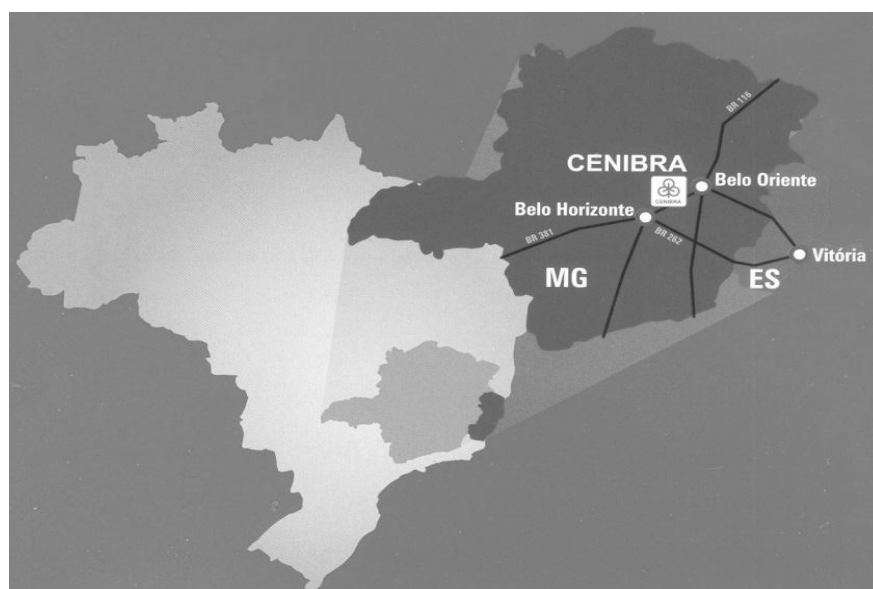


Figura 01 - Localização Cenibra S.A.

As áreas de atuação estão localizadas na região centro-leste do estado de Minas Gerais, entre as coordenadas – Latitude 18°29'25" a 20°15'52" S e Longitudes 42° 07'50" a 43° 35'58" W e pertencem à Bacia do Rio Doce, sub-bacias dos rios Piracicaba, Santo Antônio, Suaçuí Pequeno, Suaçuí Grande e Corrente Grande.

A maioria das áreas da Empresa encontra-se em um domínio ambiental conhecido como a região do Mar de Morros e a altitude varia de 200m a 1300m. No levantamento dos solos cultivados com eucalipto pela Empresa, foram encontrados os seguintes solos: Cambissolo Latossolo – 21,5%, Cambissolo – 19,5%, Latossolo Vermelho Amarelo 18,5%, Latossolo Vermelho – 15,2%, Latossolo Amarelo – 14,5%, Neossolo Flúvico – 5,0%,

Cambissolo (de fundos de vale) – 3,5%, Plintossolo Láptico – 1,6%, Litossolo Pétrico – 0,5% e Neossolo Lítico 0,2%.

As áreas situadas da foz do Rio Doce até a confluência dos rios do Carmo e Iranga, no baixo Rio Piracicaba e nos trechos médio e baixo dos rios Santo Antônio, Corrente Grande, Suaçuí Pequeno e Suaçuí Grande, o clima é classificado segundo Köppen como “quente com chuvas de verão” (AW).

Nesta região, estão localizadas as áreas de reflorestamento das Regionais Rio Doce e Ipaba. Nas áreas altas, nas bacias dos rios Piracicaba e Santa Bárbara o clima é classificado como “tropical de altitude, com chuvas de verão e verões frescos” (Cwb), onde se localizam os projetos de reflorestamento da Regional Nova Era. Nas demais áreas altas de reflorestamentos, nas bacias dos rios Santo Antônio, Guanhões e Corrente Grande, o clima é definido como “Tropical de altitude com chuvas de verão e verões quentes” (Cwa) (CENIBRA, 2010).

Nas áreas mais baixas, com altitudes de até 500 m, a temperatura média é superior a 18° C. O inverno é ameno, com quedas de temperaturas associadas à penetração da massa polar. O verão é quente, indo de outubro a março. A temperatura média oscila na encosta da serra do Espinhaço entre 20° C e 24° C. Nas áreas mais elevadas, em altitudes entre 900 e 1.000 m, os verões são amenos. A temperatura no mês mais quente oscila entre 18° C e 20° C. No inverno as temperaturas baixam para 8° C a 10° C, podendo atingir 0° C.

O regime pluviométrico apresenta dois períodos definidos: um chuvoso, de outubro a março, com maiores precipitações ocorrendo em dezembro, e um período de estiagem que vai de abril a setembro. A distribuição de chuva na região é bastante heterogênea. As áreas de maior altitude são as que apresentam maiores totais anuais de chuva, variando entre 1.200 e 1.600 mm. Nos fundos de vale e na região da sub-bacia do Rio Suaçuí Grande, os totais anuais variam entre 1100 e 1300 mm. Não há regiões com precipitação total anual inferior a 1000 mm. Na Tabela 01, são apresentadas as faixas de variação de características climáticas das áreas de atuação da empresa.



Tabela 01. Variações climáticas média

Variável	Mínimo	Máximo
Temperatura máxima (°C)	25,8	31,5
Temperatura mínima (°C)	15,3	19,0
Temperatura média (°C)	21,0	25,0
Evapotranspiração pontencial (mm)	2,3	3,1
Déficit hídrico (mm)	99,0	355,0
Radiação global (MJ/m <sup>2</sup> )(dia)	13,3	17,2
Precipitação (mm)	1190,0	1430,0

Fonte: Manual Interno Book Terras e Florestas, 2010.

As propriedades rurais estão agrupadas em três regionais administrativas: Guanhães (ao norte), Rio Doce (central) e Nova Era (ao sul), de acordo com a Figura 02.

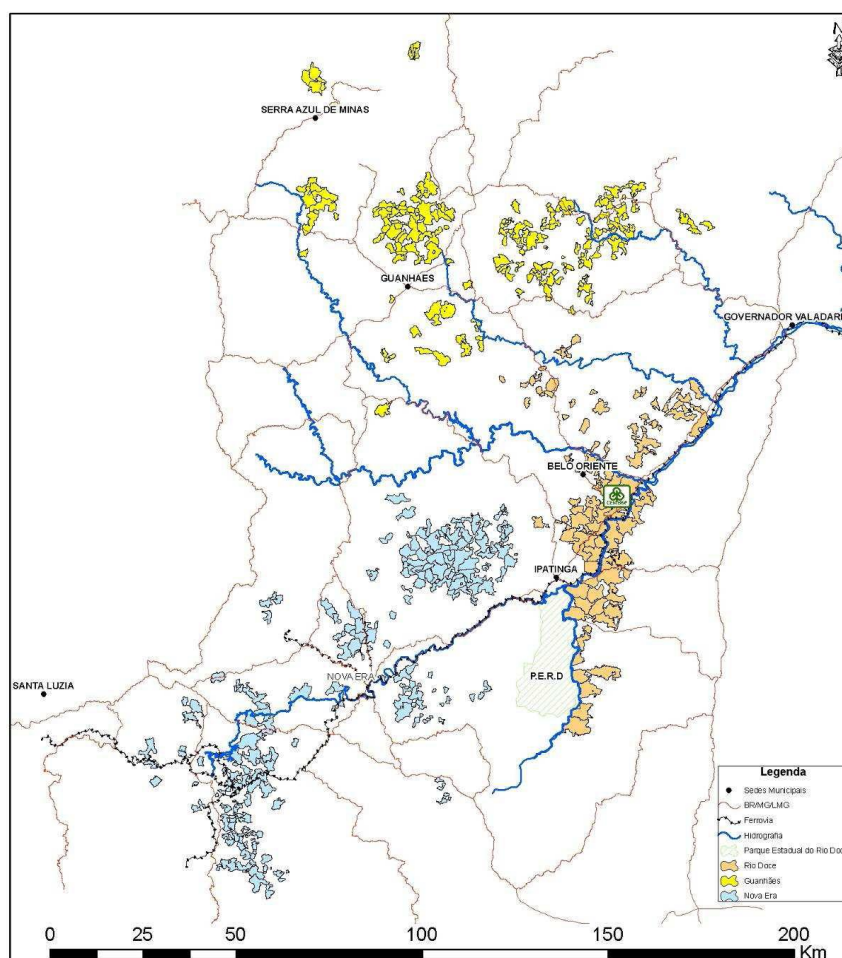


Figura 02. Localização dos plantios da Empresa (fábrica e regionais de produção).

A avaliação do processo de transporte rodoviário de madeira foi realizada em três regionais, que foram: Guanhães com distância média de projetos de 135 km da fábrica; Rio Doce com distância média de projetos de 73 km da fábrica; e Nova Era com distância média de projetos de 74 km da fábrica. As áreas florestais da empresa possuem como principal característica a localização em regiões de terreno ondulado a fortemente ondulado, e em algumas situações até montanhoso, o que torna a declividade um grande fator de complexidade no planejamento e execução das operações florestais. O delineamento das estradas florestais para um transporte eficiente e seguro, segue a característica de aproximadamente 10% de declive no delineamento longitudinal, e no delineamento horizontal, o raio de curvatura mínimo é de 20 metros; as estradas possuem largura mínima de 7 metros.

### 3.2. COLETA DE DADOS

Os dados da pesquisa foram coletados em três fases. Na regional Nova Era foi avaliada no período de 26 de junho a 12 de agosto de 2010. Na regional Guanhães foi avaliada no período de 16 de agosto a 30 de setembro de 2010. Na regional Rio Doce a coleta de dados foi dividida em duas etapas, de 18 de outubro a 30 de dezembro de 2010, e de 14 de abril a 13 de maio de 2011.

Devido a dificuldades de operação no período chuvoso, foi proposta pela empresa a coleta de dados nos períodos do ano com menor probabilidade da ocorrência de chuvas. Para o período chuvoso é montado um plano estratégico, onde o transporte de madeira é concentrado em estradas que sofreram intervenção para essa época do ano, além do aumento do transporte de madeira proveniente dos pátios estratégicos.

### 3.3. CARACTERIZAÇÃO DOS VEÍCULOS UTILIZADOS POR REGIONAL

O sistema de transporte de madeira na empresa ocorre de maneira terceirizada, sendo que cada regional é atendida por uma empresa contratada distinta. A opção da escolha do veículo e composição é realizada pela terceirizada conforme suas necessidades e metas de produção. Os veículos ou

composições veiculares utilizados, são o bitrem, tritrem e rodotrem, descritos abaixo.

O bitrem é caracterizado por um cavalo mecânico e dois semi-reboques, o tritrem um cavalo mecânico e três semi-reboques e o rodotrem é um veículo articulado com um reboque (MACHADO et al., 2009).




<p>Bitrem Articulado</p>	 <p>Comprimento Máximo: 19,80m</p>	<p>6t+17t+17t+17t PBTC = 57t</p>
<p>Tritrem</p>	 <p>Comprimento Máximo: 30,00m</p>	<p>6t+17t+17t+17t+17t PBTC = 74t</p>
<p>Rodotrem</p>	 <p>Comprimento Máximo: 30,00m</p>	<p>6t+17t+17t+17t+17t PBTC = 74t</p>

Figura 03. Esquema dos veículos avaliados.

A regional Guanhões é atendida por dois tipos de veículos por determinação técnica da empresa terceirizada, que são o tritrem e o rodotrem. A regional Rio Doce é atendida por veículos do tipo bitrem e tritrem. A regional Nova Era é atendida por veículos do tipo bitrem.

### 3.4. ANÁLISE DA VELOCIDADE MÉDIA

Durante o acompanhamento das viagens dos veículos da fábrica ao local de carregamento de madeira no campo, juntamente com o estudo de tempos e movimentos, foi realizado o acompanhamento da quilometragem percorrida, com a anotação da quilometragem marcada no odômetro do veículo na saída da fábrica, até a chegada no ponto de carregamento, e o mesmo processo até o retorno à fábrica, para posterior análise da distância percorrida por trajeto.

Com os dados provenientes da análise de tempos e movimentos, foi possível calcular o tempo gasto em cada trajeto. Assim, pode-se obter a velocidade média do percurso em Km/H, como demonstrado a seguir:

$$V_{\text{média}} = \frac{\text{Dist.percorrida}(km)}{\text{Tempoviagem}(h)}$$

### 3.5. ANÁLISE DE PRODUTIVIDADE DOS VEÍCULOS

A produtividade é a relação entre as quantidades de bens e serviços produzidos e os recursos (mão-de-obra, matéria prima e equipamentos) utilizados para a produção dentro de uma fração de tempo (hora, semana, mês e ano) expressando máxima produção na menor unidade de tempo e com menores custos. A produtividade vai além da execução dos serviços. São necessárias as melhorias constantes nos processos produtivos, cumprimento da legislação, competitividade no mercado, respeito ao meio ambiente e aporte do conhecimento, especialização e qualificação do profissional (Burla, 2001).

A fim de obter um modo de comparação entre as diferentes Regionais e tipos de veículos de transporte, foi estabelecido o custo do transporte (R\$) pelo volume (M<sup>3</sup>) pela distância. Assim, pode-se comparar o custo unitário do M<sup>3</sup> pela quilometragem.

### 3.6. ANÁLISE TÉCNICA

A análise técnica foi realizada com base nos seguintes critérios:

#### 3.6.1. Operações e fases estudadas

A coleta de dados foi realizada com uso de um estudo de tempo e movimentos, caracterizado pelo método de tempos contínuos com uso de cronômetro digital e formulário para registro dos dados. 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 todas as regionais e 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:

- Operação de viagem - separada na fase de viagem vazio (correspondendo ao tempo e distância gastos da saída da fábrica até o ponto de carregamento); fase de viagem carregado (correspondendo ao tempo e distância gastos da saída do carregamento até chegada na balança da fábrica)
- Operação de Carregamento de Madeira em Campo - caracterizada pelo tempo gasto no carregamento de cada veículo nos referidos tipo de madeira, MCC (madeira com casca) e MSC (madeira sem casca).
- Operação de descarregamento - caracterizada pelo tempo gasto nas fases referentes ao descarregamento da madeira no pátio da fábrica, da entrada do veículo na área fabril até sua saída, e subdividido em descarregamento de madeira de 2,2 m e 6,0 m de comprimento.

### 3.6.2. Disponibilidade mecânica do sistema

A disponibilidade mecânica foi obtida a partir da relação entre o tempo total de trabalho destinado para as atividades, quando o veículo encontrava-se apto para o desempenho de suas funções e o período em que interrompia o trabalho para manutenção. O cálculo foi obtido pela seguinte expressão:

$$DM = \frac{HT - HM}{HT} \times 100$$

Em que:

DM = disponibilidade Mecânica;

HT = horas totais de trabalho e

HM = horas em manutenção.

As horas em manutenção corretiva foram compostas pelos tempos que o veículo ficou inoperante devido a problemas mecânicos, como: pneu furado, problemas no freio, problemas no motor, etc. Fases como manutenção preventiva e corretiva não foram computadas nesse cálculo, pois teoricamente

quando um veículo entra nesse processo, ele é automaticamente substituído no sistema, para manter sempre o número constante de veículos.

### 3.6.3. Eficiência operacional

Compreende-se a eficiência operacional como o dimensionamento da capacidade horária total de produção da máquina e mão-de-obra com tempo em que o trabalho esteve efetivamente sendo realizado. Muitas vezes, a eficiência operacional está ligada com as características de trabalho do operador como o tempo para as refeições, descanso, higiene pessoal e às condições de operação, estrada, tipo de povoamento.

O cálculo foi obtido pela seguinte expressão:

$$EOp = \frac{T_{ef}}{T_{ef} + H_i} \times 100$$

Em que:

$EOp$  = eficiência Operacional EM %;

$T_{ef}$  = o tempo de trabalho efetivo em horas e

$H_i$  = horas de interrupções operacionais.

As horas de interrupções operacionais irão abranger às horas paradas devido problemas mecânicos e paradas devido a problemas adversos ao ciclo.

## 3.7. ANÁLISE DE CUSTOS

As diferentes metodologias para o cálculo de custos operacionais têm uma vantagem de oferecer maior flexibilidade para os diferentes equipamentos, porém podem conduzir a utilização de método inadequado ao tipo de máquina/equipamento. A Food and Agriculture Organization (FAO), em 1956, desenvolveu uma metodologia de cálculo em forma esquemática dos custos

operacionais, a qual foi aceita pela maioria dos países europeus e utilizada desde então.

A análise de custos foi realizado pelo método North American (1956), proposto por Freitas *et al* (2004) e adaptado para a realidade do estudo, conforme descrito abaixo.

## **CUSTOS FIXOS**

### *1.1 Depreciação*

- A) Custo da depreciação por KM
- B) Custo do veículo com pneu
- C) Custo da carreta sem pneu
- D) valor residual – 50%
- E) Tempo de depreciação – 36 meses
- F) KM média mensal

$$A = \frac{B + C - D}{ExF}$$

### *1.2 Salário Motorista + Encargos Sociais*

- A) Número de motoristas
- B) Salário fixo
- C) Encargos sociais – 77%
- D) Diária R\$
- E) KM média mensal

$$S.M. = \frac{A(B + C + D)}{E}$$

### *1.3. Licenciamento / Seguro Obrigatório*

- A) I.P.V.A



- B) Seguro
- C) KM média mensal

$$L.S.= \frac{A+B}{C}$$

#### *1.4 Remuneração de Capital*

- A) Investimento – (veículo + carreta)
- B) Índice – 1,0% x A
- C) KM média mensal

$$R.C.= \frac{B}{C}$$

#### *1.5. Seguro do casco*

- A) Taxa sobre investimento – 7%
- B) Valor do investimento (veículo + carreta)
- C) Número de meses – 12
- D) KM média mensal

$$S.C.= \frac{AxB}{Cx D}$$

#### *1.6 Equipamentos de segurança*

- A) Camisas, botas, calças, luvas (03 unidades por semestre)
- B) Capacete, capa de chuva (03 unidades por semestre por motorista)
- C) Despesa média mensal

$$E.S.= \frac{A+B+C}{9100}$$

TOTAL DOS CUSTOS FIXOS = 1.1+1.2+1.3+1.4+1.5+1.6

## **CUSTOS VARIÁVEIS**

### *2.1 Peças e materiais de reposição*

- A) Total do investimento (veículo + carreta)
- B) Índice: 1,3% a.m.
- C) KM média mensal

$$P.M.= \frac{AxB}{C}$$

### *2.2 Pneus / câmaras / protetores / recapagem*

- A) Pneus novo
- B) Câmara de AR – 2xR\$
- C) Protetor (1)
- D) Recapagem (3)
- E) KM por pneu
- F) Número de pneus

$$P= \frac{(A+B+C+D)xF}{E}$$

### *2.3 Combustível*

- A) Preço por litro
- B) Consumo médio de 1,2 KM/litro

$$C.= \frac{B}{C}$$

### *2.4 Óleo de câmbio*

- A) Quantidade de litros
- B) Preço por litro
- C) KM para troca

$$\text{O.C.} = \frac{AxB}{C}$$

### 2.5 Óleo de diferencial

- A) Quantidade de litros – 18 litros
- B) Preço por litro
- C) KM para troca – 50.000 KM

$$\text{O.D.} = \frac{AxB}{C}$$

### 2.6 Óleo de motor

- A) Quantidade de litros – 28 litros
- B) Preço por litro
- C) KM para troca – 10.000 KM
- D) Consumo a cada 1.500 KM

$$\text{O.M.} = \frac{(A+D)xB}{C}$$

### 2.7 Lavagem e lubrificação

- A) Preço de cada lavagem e lubrificação
- B) Pedido – 1.932 KM

$$L = \frac{A}{B}$$

TOTAL DOS CUSTOS VARIÁVEIS = 2.1+2.2+2.3+2.4+2.5+2.6+2.7

CUSTO TOTAL = FIXOS+VARIÁVEIS + DESPESAS ADMINISTRATIVAS (6% SOBRE CUSTO FIXO E VARIÁVEL)

### 3.9. ANÁLISE ESTATÍSTICA

#### 3.9.1. Número mínimo de amostragem

A amostragem foi definido através de um estudo piloto realizado para definir o tamanho mínimo da amostra de dados a serem utilizados na pesquisa. Esses dados serão analisados por meio da seguinte expressão, proposta por Conaw (1977), citado por Minette (1996):

$$n = \frac{(t^2 \times s^2)}{e^2}$$

Em que: n = número de amostras ou pessoas necessárias; t = valor tabelado a 10% de probabilidade (distribuição t de Student); s = desvio-padrão da amostra; e = erro admissível a 10% entorno da média.

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.

#### 3.9.2. Procedimento estatístico

Os resultados referentes às fases operacionais de cada região de estudo, foram analisadas pela ANOVA à 90% de probabilidade, teste de Tukey à 90% de probabilidade e quando necessário Teste *t-student* à 90% de probabilidade. Na região de Guanhões e Rio Doce, foram realizadas análises referente à comparação das composições veiculares utilizadas.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. REGIONAL GUANHÃES

#### 4.1.1. 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 90% da operação real e normal. Para isso, no período diurno foram coletadas 15 amostras, sendo necessárias 09 amostras; e no período noturno foram coletadas 10 amostras, sendo necessárias 10 amostras.

A fim de se minimizar as discrepâncias ocorridas por fatores ambientais, sendo caracterizados os fatores que fogem ao controle operacional, tal como acidentes nas vias de tráfego aberta a população, os resultados dos ciclos diurnos e noturnos foram compilados juntos e são apresentados a seguir na Tabela 2.

Tabela 2. Distribuição dos tempos de viagem na regional Guanhães

Classificação dos tempos	Porcentagem (%)
Tempo Produtivo	75,77
Tempo Auxiliar	6,39
Tempo Acessório	6,96
Tempo Improdutivo	6,60
Tempo em manutenção	2,15
Outros	2,14
<b>Total</b>	<b>100</b>

Para melhor compreensão e análise dos resultados, os tempos foram subdivididos podendo-se observar o tempo consumido para cada fase operacional, como mostrado na Tabela 3.

Tabela 3. Estratificação dos tempos de viagem na regional Guanhães

Atividade	Porcentagem (%)
Viagem vazio	31,75%
Viagem carregado	44,02%
Carregamento (Madeira 6,0 m)	1,92%
Carregamento (Madeira 2,2 m)	2,18%
Reaperto de carga	2,29%
Parada Obrigatória	1,97%
Balança	2,34%
Deslocamento dentro do carregamento	0,20%
Parada Apoio	2,44%
Espera carregamento	3,60%
Parada	3,00%
Problemas Mecânicos	0,73%
Atolado	1,42%
Pista Interditada	0,84%
Almoço	1,14%
Troca de turno	0,16%
<b>Total</b>	<b>100</b>

As fases ligadas diretamente à operação (tempo produtivo e tempo auxiliar) são: viagem vazio, viagem carregado, carregamento de madeira em campo e o reaperto da carga durante a viagem, sendo esse uma operação de segurança. As fases acessórias são aquelas que podem ocorrer facultativamente para que a operação tenha seu sucesso.

As operações de carregamento foram subdivididas em carregamento de madeira de 6,0 m e madeira de 2,2 m devido a ocorrência dessas duas formas na região estudada, sendo que a madeira de 2,2 m em sua totalidade é transportada pelo veículo Rodotrem, que comporta 8 feixes totalizando uma carga líquida média de 65 m<sup>3</sup>. A madeira de 6,0 m é transportada preferencialmente pelo Tritrem, que comporta 3 feixes e totaliza uma carga líquida média de 58,5 m<sup>3</sup>; porém, os dois veículos possuem a mesma capacidade de carga em toneladas, o que ocasiona o transporte igual em peso, como será analisado posteriormente.

O tempo de carregamento consome 4,1% do total do tempo analisado, sendo o tempo de carregamento, o tempo efetivo da operação. Somente o tempo de espera pelo carregamento consome 3,6% do tempo total, assim, o

tempo que os veículos ficam esperando é quase igual ao tempo da operação de fato, sendo um ponto de gargalo na operação que merece atenção.

A eficiência do sistema de transporte da região totaliza 89,12%, que é o somatório do tempo produtivo, tempo acessório e tempo auxiliar. A disponibilidade mecânica foi de 97,85%, devido ao contrato com a operadora logística, quando os veículos entram em manutenção, esses devem ser automaticamente substituídos para manter o número constante de veículos rodando, porém, eventualidades como problemas nos freios, quebra de peças, pneus furados e em casos extremos atolamentos podem ocorrer, sendo esse último fator considerado pela empresa dentro dos fatores “problemas mecânicos”, pois existe uma equipe chamada de apoio ao carregamento florestal, composto por tratores equipados com guincho para tracionar os veículos em trechos de maiores dificuldades para assim, impedir que ocorra paradas ou atolamentos.

Dentro dos fatores acessórios, somente o tempo gasto com paradas nas balanças rodoviárias são difíceis de reduzir, os outros três fatores podem e devem ser melhoradas, como as paradas obrigatórias e paradas nos pontos de apoio, seguindo corretamente a programação disponibilizada pela empresa contratante, essas paradas tendem a diminuir e em alguns trechos até deixar de existir. Essas paradas são necessárias para que não ocorra o chamado comboio na estrada, que é quando por denominação da empresa, três ou mais veículos trafegam próximos (distância inferior a 300 m entre veículos), caso isso seja constatado, a operadora logística sofre uma notificação correndo o risco de sofrer penalidades constantes em contrato.

Os tempos improdutivo ou perdidos totalizam 6,6% do tempo total observado, somente nesse ponto, já é observada uma oportunidade de melhoria imediata, pois ao eliminar mesmo que parcialmente esse gargalo teoricamente se ganharia eficiência operacional. Dentro dos tempos perdidos, 3% são pausas que ocorrem sem justificativa operacional ou fisiológica por parte do motorista, é uma perda operacional que simplesmente “ocorre”.

#### 4.1.2. Estudos Operacionais

Na região estudada, a operadora logística atua com dois tipos de veículos, o Tritrem e o Rodotrem. Conceitualmente, os dois veículos possuem o mesmo Peso Bruto Total Combinado (PBTC) de 74 toneladas, na avaliação e por definição da empresa, a carga líquida média é de 46,5 toneladas.

Por possuírem a mesma capacidade de carga, os dois tipos de veículos operam com o mesmo modelo de cavalo mecânico (Scania G 420), devido a esses dois fatores principais, as operações são realizadas equiparadas: da mesma forma e disponibilidade para ambos os veículos, o que acarreta igualdade entre todos os fatores operacionais observados, quando se faz o confronto Tritrem x Rodotrem, como é apresentado a seguir, nas Tabelas 4, 5 e 6.

Tabela 4. Análise de variância do tempo médio de viagem Tritrem x Rodotrem

Fonte de Variação	Grau de liberdade	Quadrado médio
Tratamento	1	0,016 <sup>ns</sup>
Resíduo	22	2,12

\*; ns: significativo e não significativo, ao nível de 10% de probabilidade.

Tabela 5. Análise de variância da velocidade média operacional Tritrem x Rodotrem

Fonte de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio
Tratamento	1	0,056 <sup>ns</sup>
Resíduo	22	6,06

\*; ns: significativo e não significativo, ao nível de 10% de probabilidade.

Tabela 6. Análise de variância da carga transportada Tritrem x Rodotrem

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Quadrado médio
Tratamento	1	0,555 <sup>ns</sup>
Resíduo	22	12,46

\*; ns: significativo e não significativo, ao nível de 10% de probabilidade.



Foram acompanhadas no total 25 viagens, porém, Três dessas viagens foram do transporte de madeira no percurso pátio intermediário para a fábrica, fugindo do padrão de avaliação proposto no trabalho, que foi o transporte de madeira do campo para a fábrica. Assim, essas viagens foram retiradas das análises subseqüentes.

#### 4.1.2.1. Velocidade Média

A análise estatística ANOVA, não demonstrou diferença entre a velocidade média operacional diurna e noturna. No período diurno a velocidade média foi de 37,8 km/h e no período noturno foi de 36,2 km/h. Para análise das velocidades foram coletadas 15 amostras no período diurno, sendo necessárias três amostras e no período noturno foram coletadas 10 amostras, sendo necessária uma amostra.

A média geral da velocidade praticada foi de 37 km/h (Figura 4), estando acima da velocidade média estabelecida em contrato (35 km/h). 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 dessa regional ficam na estrada (viagem vazio e viagem carregado).

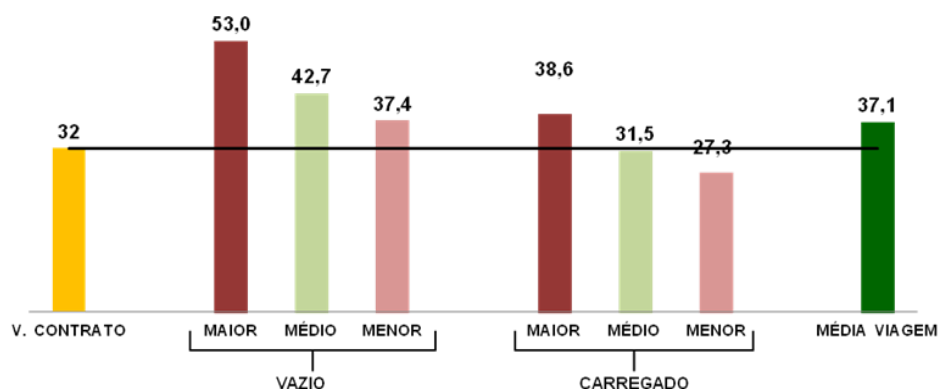


Figura 4. Velocidade média operacional do Tritrem na regional de Guanhães.

O aumento de 2 km/h na média da velocidade, já é suficiente para garantir que cada veículo tenha capacidade de realizar 2 viagens por dia,

podendo melhorar ainda mais a performance se atuar conjuntamente nos pontos críticos mostrados no estudo de tempos.

#### 4.1.2.2. Tempo de Carregamento

Os tempos de carregamento aqui considerados, é somente o tempo gasto para a operação propriamente dita, não são levados em consideração esperas ou filas. O tempo médio estipulado para a realização da operação é de uma hora, independente do comprimento da madeira. Porém, os tempos médios ficaram bem abaixo do estipulado como é apresentado na Figura 5.

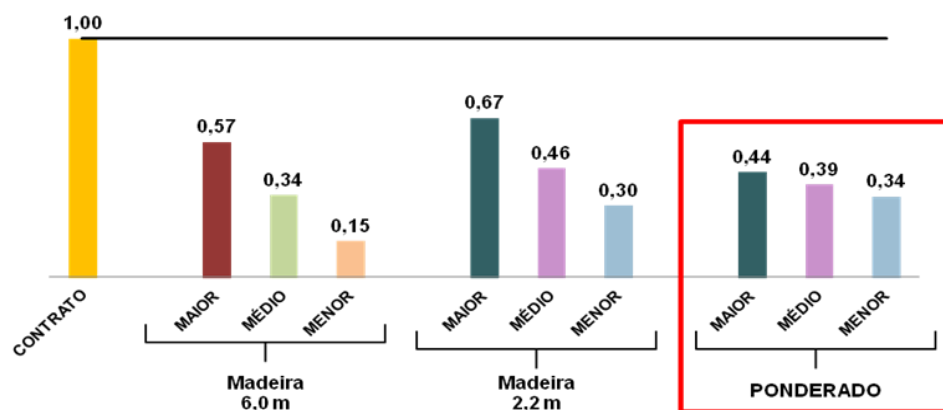


Figura 5. Tempos de carregamento de madeira de 2,2 e 6,0 m na regional de Guanhões.

A madeira de 2,2 m possui uma característica peculiar na área estudada, por ser proveniente de colheita semimecanizada, o baldeio da madeira normalmente é realizado por TMO e as pilhas de madeira na beira da estrada são normalmente feitas manualmente, e raramente ultrapassam 2,0 m de altura e são extensas ou quando não há espaço, são realizadas várias pequenas pilhas o que gera atrasos e consumo excessivo de tempo.

Na região estudada, ocorre uma operação de pós empilhamento antes do início das operações de carregamento, uma grua de esteira faz a “dobra da madeira”, que consiste em formar pilhas mais altas, normalmente acima de 3,0 m e de maior comprimento ao longo da estrada. Essa “dobra de madeira” facilita a operação de carregamento, pois a grua tem pouca necessidade de

deslocamento ao longo da pilha durante o carregamento, o que economiza tempo e também realiza menos movimentos da garra.

Foi constatada pela empresa, que a redução do tempo de carregado devido à “dobra de madeira”, tem um impacto suficiente no custo final do transporte, que essa economia custeia as despesas operacionais da grua adicional.

Correlacionando o índice de mecanização da região (60% Harvester, madeira de 6,0 m e 40% motosserra, madeira de 2,2 m), foi estabelecido um tempo médio de carregamento de 0,39 h. Sendo o tempo médio similar ao encontrado no carregamento do Tritrem na região de Rio Doce, que possui características de pilhas de madeira próximas, o que vem comprovar que pilhas acima de 3,0 m e de altura facilitam e torna o processo de carregamento de madeira mais rápido.

A realização da “dobra de madeira” contribui diretamente para a diminuição do tempo de carregamento da madeira de 2,2 m, pois a grua necessita realizar menos movimentos e menos deslocamentos ao longo do carregamento. Pelo teste t-student com 95% de representatividade, o tempo de carregamento da madeira de 2,2 m é maior quando comparado ao tempo de carregamento de madeira de 6,0 m.

Uma explicação para isso está relacionado ao número de feixes de madeira para a mesma capacidade de carga, a madeira de 6,0 m são necessários 03 feixes de madeira para atingir a carga máxima de 46,5 toneladas líquidas; enquanto que para a madeira de 2,2 m, são necessários de 06 a 08 feixes para a mesma carga líquida. Devido a esse fato, durante o carregamento a grua tem que realizar mais movimentos para a carga de madeira de 2,2 m.

#### 4.1.2.3. Tempo de Espera no Carregamento

Nos carregamentos avaliados, em 66% das vezes houve espera para a operação, porém, apenas 9% das vezes a espera teve como motivo fila de carregamento, com um número médio de 02 veículos. Um problema observado

é que na maioria das vezes que houve espera para o carregamento, não havia motivo operacional para isso.

A espera pelo carregamento consumiu 3,6% do tempo total avaliado, dando uma média de 0,40 h. Levando em consideração que a maior parte dessa ocorrência não teve motivo operacional, é necessário um controle maior e reciclagem de treinamento dos operadores e pessoais envolvidos na atividade.

#### 4.1.2.4. Carga Média Transportada

A carga líquida de madeira transportada na região ficou em 46 toneladas na média, o valor da carga fica dentro da capacidade de transporte do Tritrem e Rodotrem, com isso, não há sobrecarga e nem excesso de exigência para os veículos. Um resultado direto do uso da carga dentro dos padrões adequados é o melhor desempenho na velocidade média operacional e no baixo índice de problemas mecânicos.

#### 4.1.2.5. Tempo Médio de Viagem

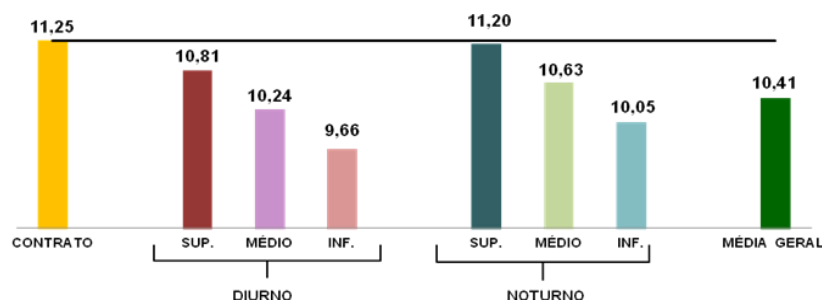


Figura 6. Tempos observados de viagem para o Tritrem na regional de Guanhões

O tempo médio de viagem foi de 10,4 h (figura x), a distância média percorrida por viagem (ida e volta) foi de 277 km, o tempo total de viagem contratado considerando os tempos de viagem e carregamento em campo é de 11,25 h. Mesmo com as perdas operacionais nos tempos improdutivos, o

tempo de viagem foi menor devido à melhor eficiência na velocidade média e no tempo de carregamento. Levando em consideração um tempo em contrato de descarregamento na fábrica de 1,25 h, com o tempo contratado cada veículo seria capaz de realizar 1,75 viagens/dia e no tempo avaliado, cada veículo tem capacidade de realizar 1,89 viagens/dia; um aumento de 8%.

### **4.1.3. Custos**

#### **4.1.3.1. Custo do Transporte de Madeira por Tritrem na Região de Guanhães**

As tabelas com os demonstrativos do cálculo dos custos estão em anexo, assim:

Custo fixo = 1,803 R\$/km;

Custo variável = 3,256 R\$/km;

Taxas administrativas – 6% do somatório dos custos fixos e variáveis.

Assim, o custo total ficou orçado em R\$/km 5,326.

Para a formação do frete são levados em consideração:

Taxa de lucro (5%) + Taxa IR (34%), para o cálculo do PIS/CONFIS – R\$/km 5,721.

PIS/COFINS – 5,31%.

Preço final do frete – 6,025 R\$/km

Considerando a distância total do percurso (270km) e a capacidade teórica por viagem (46,5ton):

Preço final do frete – 34,98 R\$/ton

Para obter o valor do frete na referencia R\$/m<sup>3</sup>, bastas multiplicar o valor R\$/ton pelo valor da Relação Peso Volume (RPV) estabelecida em orçamento para a região no valor de 0,820 ton/m<sup>3</sup>. Assim:

Preço final do frete – 28,68 R\$/m<sup>3</sup>

Usando os valores do frete juntamente com o volume em M<sup>3</sup> médio transportado e a distância média, é possível estabelecer o valor do frete em R\$/M<sup>3</sup>/km para a região. O volume médio transportado é de 60 m<sup>3</sup>, distância média de 135 km e R\$/ton de 34,98, têm-se:

Preço final do frete por km – 0,201 R\$/m<sup>3</sup>/km

#### 4.1.3.2. Fatores Operacionais nos Custos de Transporte para Região de Guanhões

Em parceria com a empresa onde foram coletados os dados, foi possível analisar através dos dados operacionais internos, a atuação de cada fator no custo final da madeira posto fábrica, bem como os fatores combinados.

Na Tabela 7 a seguir é possível visualizar a atuação dos fatores.

Tabela 7. Influência dos fatores no custo na região de Guanhões (R\$/ton)

VARIÁVEL	DIFERENÇA
Vel. Média	Redução 5,60%
Tempo de Carregamento	Redução 3,53%
Eficiência OP. (%)	Redução 2,37%
<b>FATORES COMBINADOS</b>	<b>Redução 6,62%</b>

A velocidade média operacional mostrou o forte impacto no custo, potencial de redução de 5,6% do valor da tonelada transportada, a velocidade média influi principalmente no número de viagens que os veículos podem fazer por dia.

O tempo de carregamento sozinho tem capacidade de influenciar uma redução de aproximadamente 3,53% no valor da tonelada transportada, já o aumento de aproximadamente 4% na eficiência tem potencial de redução de 2,73% no custo.

Quando se avalia todos os fatores atuando em conjunto, observa um potencial de redução no custo da tonelada transportada na região de aproximadamente 6,6%, isso indica que o atual sistema sem nenhuma intervenção já demonstra eficiência econômica acima do contratado, e que ainda existe potencial de melhora à medida que os ajustes de gestão operacional forem realizados.

## 4.2. REGIONAL COCAIS

### 4.2.1. Estudo dos 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 90% da operação real e normal. Para isso, no período diurno foram coletadas 17 amostras, sendo necessárias 13 amostras; e no período noturno foram coletadas 12 amostras, sendo necessárias 02 amostras.

A fim de se minimizar as discrepâncias ocorridas por fatores ambientais, sendo caracterizados os fatores que fogem ao controle operacional, tal como acidentes nas vias de tráfego aberta a população, os resultados dos ciclos diurnos e noturnos foram compilados juntos e são apresentados a seguir na Tabela 8.

Tabela 8. Distribuição dos tempos de viagem na regional Cocais

Classificação dos tempos	Porcentagem (%)
Tempo Produtivo	78,71
Tempo Auxiliar	9,66
Tempo Acessório	0,13
Tempo Improdutivo	9,26
Tempo em manutenção	2,24
Total	100

O transporte de madeira na região de Cocais é considerado na empresa como “diferenciado” devido algumas características peculiares dependendo da época do ano, como por exemplo, no período chuvoso, em que o transporte de madeira do campo diretamente para fábrica é reduzidas

substancialmente devido às dificuldades ligadas às estradas e declividades na região.

Outro ponto é a ocorrência do carregamento de madeira em dois pontos diferentes, quando esse fato ocorre, normalmente o primeiro carregamento é realizado na região de maior dificuldade de manobras do veículo na área, e posteriormente a carga é completada numa área de melhor acesso, ou na saída do projeto.

Tabela 9. Estratificação dos tempos de viagem na regional Cocais

Atividade	Porcentagem (%)
Viagem Vazio	30,8%
Viagem Carregado	47,9%
Carregamento 1º Ponto	5,7%
Carregamento 2º Ponto	0,8%
Reaperto de carga	3,1%
Deslocamento entre carregamento	0,1%
Espera carregamento	7,1%
Parada	2,2%
Pneu furado	2,2%
Total	100

Os tempos de carregamento dessa região foram os que consumiram maior porcentagem do tempo comparado as outras regiões estudadas, consumindo 6,5% do tempo total da viagem. A eficiência do sistema de transporte da região totaliza 88,5%, que é o somatório do tempo produtivo, tempo acessório e tempo auxiliar. A disponibilidade mecânica foi de 97,8%, devido ao contrato com a operadora logística, quando os veículos entram em manutenção, esses devem ser automaticamente substituídos para manter o número constante de veículos rodando, porém, eventualidades como problemas nos freios, quebra de peças, pneus furados e em casos extremos atolamentos podem ocorrer, sendo esse ultimo fator considerado pela empresa dentro dos fatores “problemas mecânicos”, pois existe uma equipe chamada de apoio ao carregamento florestal, composto por tratores equipados com guincho para tracionar os veículos em trechos de maiores dificuldades para assim, impedir que ocorra paradas ou atolamentos.



Um ponto muito importante e que exige atuação rápida está relacionado aos tempos improdutivos, que somam 9,26% do tempo total da viagem. Somente o tempo de espera por carregamento foi 7,1% do tempo total, isso demonstra um gargalo sério na operação e é causado principalmente pelo não cumprimento por parte da operadora logística da programação de saída de veículo disponibilizada pela empresa. Outro ponto dentro dos tempos improdutivos são as paradas sem justificativas operacionais ou fisiológicas, que somam 2,2% do tempo total, coincidentemente o mesmo percentual do tempo parado por problemas mecânicos.

## **4.2.2. Estudos Operacionais**

### 4.2.2.1. Velocidade Média

Para análise da velocidade média foram coletadas 17 amostras no período diurno, sendo necessárias 10 amostras e no período noturno foram coletadas 12 amostras, sendo necessárias 09 amostras.

A velocidade média no período diurno foi de 30 km/h e no período noturno foi de 27 km/h, pelo teste t- student com 95% de representatividade, não houve diferença entre as velocidades nos períodos, porém, a região apresenta uma característica peculiar que é a presença de uma serra que os veículos precisam percorrer quando estão voltando para a fábrica, que influenciam o tempo e logo a velocidade média quando estão carregados e principalmente no período noturno, onde a atenção é redobrada e a velocidade média reduzida.

A velocidade média geral foi de 29 km/h, sendo a velocidade média vazio de 35 km/h e carregado 23 km/h. A redução de aproximadamente 34% da velocidade média entre vazio e carregado sofre grande influência pela conformação topográfica da região, que é classificada pela empresa como montanhosa e os veículos tem dificuldades de exercer velocidades maiores. Como é mostrada na Figura 7, mesmo a maior velocidade carregado, ainda é menor que a média das velocidades vazio; a velocidade média operacional de contrato é de 25 km/h e foi identificado que os veículos conseguem operar com velocidade média 16% maior que a contratada.

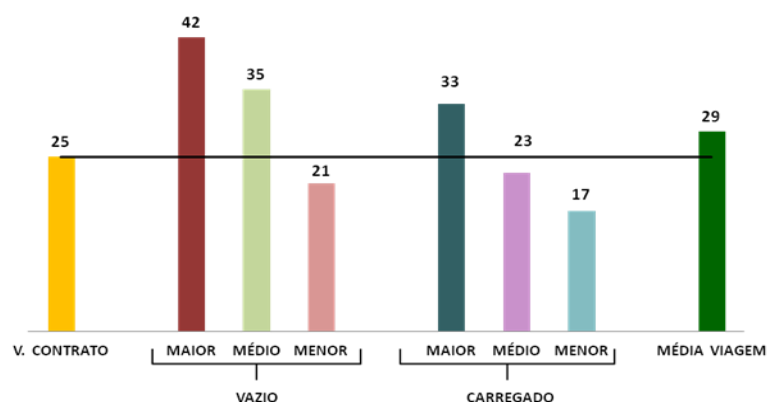


Figura 7. Velocidade média operacional do Bitrem na regional de Cocais.

#### 4.2.2.2. Tempo de Carregamento

Os tempos de carregamento aqui considerados, é somente o tempo gasto para a operação propriamente dita, não são levados em consideração esperas ou filas. O tempo médio estipulado para a realização da operação é de uma hora, independente do comprimento da madeira. Porém, os tempos médios ficaram abaixo do estipulado como é apresentado na Figura 8.

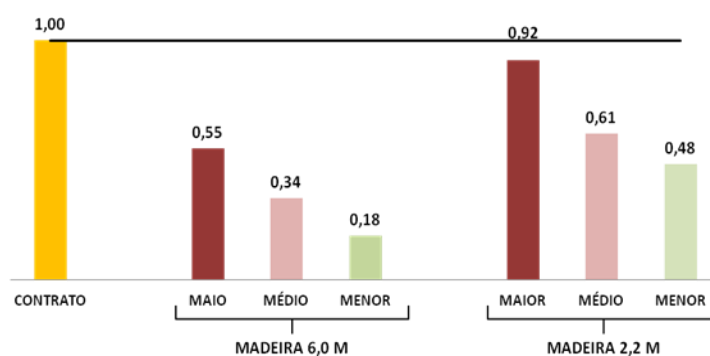


Figura 8. Tempo médio de carregamento de madeira de 2,2 e 6,0 m na regional de Cocais.

Na regional de Cocais em Nova Era, não há uma precisão sobre a distribuição entre colheita mecanizada e semimecanizada para processar uma média operacional, a regional apresenta peculiaridades que dificultam o processo de carregamento de madeira no campo, as pilhas de madeira com

2,2 m de comprimento proveniente da colheita semimecanizada, são em sua maioria de no máximo 2,0 metros de altura, e não há a atividade de “dobra de madeira” como na região de Guanhães.

Para análise foram coletadas 16 amostras para madeira de 2,2 m sendo necessárias 09 e 13 amostras para madeira de 6,0 m sendo necessárias 10 amostras. O tempo médio de carregamento da madeira de 6,0 m foi de 0,34 h e da madeira de 2,2 m foi de 0,61h; pelo teste t- student com 95% de representatividade houve diferença entre os tempos de carregamento. Confrontando os tempos de carregamento com a formação da pilha de madeira, pode-se concluir que a altura da pilha tem grande influência no tempo de carregamento, pois na região de Guanhães onde ocorre a dobra de madeira das pilhas de madeira de 2,2 m, os tempos de carregamento são iguais para os diferentes tipos de madeira.

Com esses resultados, foi recomendado para a empresa que quando possível, realizar a dobra de madeira de 2,2 m, a fim de agilizar o carregamento de madeira no campo e melhorar a desempenho do transporte.

#### 4.2.2.3. Tempo de Espera no Carregamento

Nos carregamentos avaliados, em 76% das vezes houve espera para a operação, porém, em 27% das vezes a espera teve como motivo fila de carregamento, com um número médio de 07 veículos. Um problema observado é que na maioria das vezes que houve espera para o carregamento, não havia motivo operacional para isso.

A espera pelo carregamento consumiu 7,1% do tempo total avaliado, dando uma média de 0,80 h. Levando em consideração que a maior parte dessa ocorrência não teve motivo operacional, é necessário um controle maior e reciclagem de treinamento dos operadores e pessoais envolvidos na atividade além de uma melhor revisão na programação da saída dos caminhões, já que o número médio de veículos nas filas foi um número considerável.

#### 4.2.2.4. Tempo Médio de Viagem

A Figura 9 se refere aos tempos observados de viagem para o bitrem na regional Cocais.

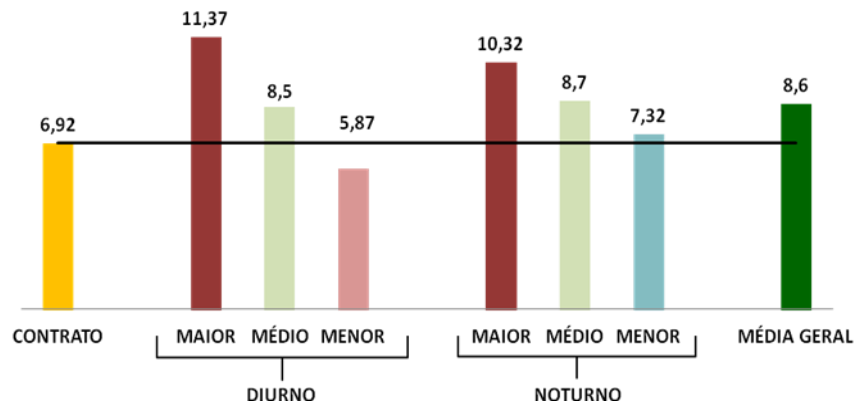


Figura 9. Tempos observados de viagem para o Bitrem na regional de Cocais.

O tempo médio de viagem foi de 8,6 h (Figura 9), a distância média percorrida por viagem (ida e volta) foi de 154 km, o tempo total de viagem contratado considerando os tempos de viagem e carregamento em campo é de 6,9 h. Devido às perdas operacionais de mais de 9%, mesmo com uma velocidade média de operação superior ao contratado, o tempo médio de viagem é 24,6% maior que o contratado.

Outro fator relevante para o aumento do tempo de viagem é relacionado à distância média percorrida, que foi 4% maior que a distância média de contrato. Levando em consideração um tempo em contrato de descarregamento na fábrica de 1,25 h, com o tempo contratado cada veículo seria capaz de realizar 2,29 viagens/dia e no tempo avaliado, cada veículo tem capacidade de realizar 1,96 viagens/dia; uma redução de aproximadamente 14%.

A união dos fatos citados mostra a necessidade urgente de mudanças no sistema de gestão operacional para corrigir os gargalos encontrados.

### 4.2.3. Custos

#### 4.2.3.1. Custo do Transporte de Madeira por Bitrem na Regional Cocais

As tabelas com os demonstrativos do cálculo dos custos estão em anexo, assim:

Custo fixo = 2,915 R\$/km;

Custo variável = R\$ 3,818 R\$/km;

Taxas administrativas – 6% do somatório dos custos fixos e variáveis.

Assim, o custo total ficou orçado em 7,137 R\$/km.

Para a formação do frete são levados em consideração:

Taxa de lucro (5%) + Taxa IR (34%), para o cálculo do PIS/CONFIS – R\$/km 7,616.

PIS/COFINS – 5,31%.

Preço final do frete – 8,02 R\$/km

Considerando o volume de madeira disponível para transporte no mês e fazendo a ponderação pela capacidade nominal de carga:

Preço final do frete – 31,24 R\$/ton

Para obter o valor do frete na referencia R\$/m<sup>3</sup>, bastas multiplicar o valor R\$/ton pelo valor da Relação Peso Volume (RPV) estabelecida em orçamento para a região no valor de 0,812 ton/m<sup>3</sup>. Assim:

Preço final do frete – 25,62 R\$/m<sup>3</sup>

Usando os valores do frete juntamente com o volume em M<sup>3</sup> médio transportado e a distância média, é possível estabelecer o valor do frete em R\$/M<sup>3</sup>/km para a região. O volume médio transportado é de 47 m<sup>3</sup>, distância média de 74 km e R\$/ton de 31,24, têm-se:

Preço final do frete por km = 0,341 R\$/m<sup>3</sup>/km

#### 4.2.3.2. Fatores Operacionais nos Custos de Transporte para a Regional Cocais

Em parceria com a empresa onde foram coletados os dados, foi possível analisar através dos dados operacionais internos, a atuação de cada fator no custo final da madeira posto fábrica, bem como os fatores combinados.

Na Tabela 10 é possível visualizar a atuação dos fatores.

Tabela 10 – Influência dos fatores no custo na região de Cocais (R\$/ton)

VARIÁVEL	DIFERENÇA
Vel. Média	Redução 8,01%
Tempo de Carregamento	Redução 3,84%
Eficiência OP. (%)	Redução 2,73%
<b>FATORES COMBINADOS</b>	<b>Redução 6,14%</b>

A velocidade média operacional, sozinha mostrou o forte impacto no custo, potencial de redução de 8,0% do valor da tonelada transportada. A velocidade média influi principalmente no número de viagens que os veículos podem fazer por dia, aumentando sua disponibilidade.

O tempo de carregamento sozinho tem capacidade de influenciar uma redução de aproximadamente 3,8% no valor da tonelada transportada, já o aumento de aproximadamente 3% na eficiência tem potencial de redução de 2,73% no custo.

Quando se avaliam todos os fatores atuando em conjunto, observa um potencial de redução no custo da tonelada transportada na região de aproximadamente 6,14%, isso indica que o atual sistema sem nenhuma intervenção já demonstra eficiência econômica acima do contratado, e que ainda existe potencial de melhora à medida que os ajustes de gestão operacional forem realizados.

## 4.3. REGIONAL RIO DOCE

### 4.3.1. Particularidade

No início do estudo, na Regional Rio Doce o transporte era realizado somente por Tritrem, modelo semelhante aos veículos Tritrem de Guanhães. Porém, o tipo de veículo de transporte foi alterado para Bitrem por motivos inerentes a legislação vigente. Assim, houve a oportunidade de comparar os fatores operacionais dois tipos de veículos para as mesmas características.

### 4.3.2. Estudo dos 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 90% da operação real e normal.

Durante o período do estudo, as viagens com o Bitrem só foram realizadas no período diurno, portanto, para a comparação foram filtrados os valores do Tritrem para terem as mesmas bases de análise.

Foram coletadas 23 amostras para o Bitrem, sendo necessárias 12 amostras; e para o Tritrem foram coletadas 23 amostras, sendo necessárias 16 amostras.

Para melhor compreensão e análise dos resultados, os tempos foram subdivididos podendo-se observar o tempo consumido para cada fase operacional, como mostrado na Tabela 11.

Tabela 11. Distribuição dos tempos de viagem na Regional Rio Doce para o Bitrem e Tritrem

Classificação dos tempos	Bitrem (%)	Tritrem (%)
Tempo Produtivo	71,48	68,25
Tempo Auxiliar	10,81	13,91
Tempo Acessório	7,29	1,65
Tempo Improdutivo	4,38	6,86
Tempo em manutenção	5,24	5,91
Outros	0,80	3,42
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

A Tabela 12 se refere a estratificação dos tempos de viagem para os veículos bitrem e tritrem na regional Rio Doce.

Tabela 12. Estratificação dos tempos de viagem para Bitrem e Tritrem na Região Rio Doce

Atividade	Bitrem (%)	Tritrem (%)
Viagem Vazio	32,81%	30,46%
Viagem Carregado	38,67%	37,80%
Carregamento	7,03%	5,97%
Reaperto de Carga	3,79%	7,94%
Deslocamento	1,58%	1,08%
Parada Obrigatória	5,69%	0,33%
Deslocamento no carregamento	0,02%	0,23%
Espera carregamento	4,25%	6,67%
Parada	0,13%	0,18%
Parada Pátio	5,2%	4,50%
Problemas Mecânicos	0,00%	0,59%
Atolado	0,00%	0,83%
Pista Interditada	0,59%	1,22%
Almoço	0,00%	1,90%
Troca de turno	0,15%	0,30%
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

As fases ligadas diretamente à operação (tempo produtivo e tempo auxiliar) são: viagem vazio, viagem carregado, carregamento de madeira em campo e o reaperto da carga durante a viagem, sendo esse uma operação de segurança. As fases acessórias são aquelas que podem ocorrer facultativamente para que a operação tenha seu sucesso.

Durante todo o período avaliado, só houve transporte de madeira de 6,0 m dessa Regional. O tempo de carregamento consumiu mais tempo nas viagens do Bitrem (7,03%), porém, o tempo de aperto de carga durante a viagem foi menor (3,79%) quando comparado ao Tritrem (7,94%). O tempo perdido por espera para carregamento na viagem do Bitrem (4,25%), também foi menor quando comparada ao Tritrem (6,67%).

O Bitrem apresentou eficiência operacional de 89,58% e o Tritrem de 83,81% que é o somatório do tempo produtivo, tempo acessório e tempo auxiliar; a eficiência mínima exigida pela empresa é de 85%. Assim, o Tritrem apresentou eficiência operacional abaixo do mínimo exigido.



A disponibilidade mecânica do Bitrem também foi maior que a do Tritrem, 94,76% e 94,09%, respectivamente. Porém, na sua totalidade o tempo de manutenção do Bitrem foi decorrências de ajustes necessários pela adaptabilidade ao novo sistema.

A maior eficiência aparente do sistema com Bitrem foi observada em função da utilização dos mesmos cavalos mecânicos dos Tritrem. Como o Bitrem possui capacidade de carga menor, houve favorecimento para o aumento no desempenho dos veículos, logo de todo o sistema.

Os tempos improdutivos foram 4,38% para o Bitrem e 6,86% para o Tritrem. Nos dois sistemas a maior influência dos tempos improdutivos foram a espera pelo carregamento.

### **4.3.3. Estudos operacionais**

#### **4.3.3.1. Velocidade Média**

Para análise da velocidade média foram coletadas para o Bitrem 23 amostras, sendo necessárias 02 amostras e para o Tritrem 23 amostras, sendo necessárias 03 amostras.

Pelo teste *t-student* com 95% de representatividade, a velocidade média praticada pelo Bitrem foi maior que velocidade média praticada pelo Tritrem. Como pode ser observada na Figura 10, a velocidade média do Bitrem foi de 41 km/h e a do Tritrem foi de 35 km/h. A velocidade média do Bitrem foi 16% maior que a do Tritrem, a melhor performance é justificada pelo melhor desempenho do veículo (Tabela 12).

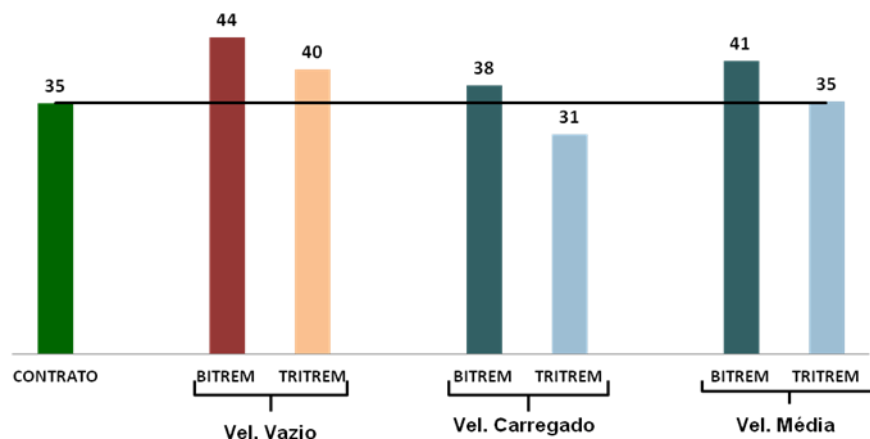


Figura 10. Comparativo das velocidades entre Bitrem x Tritrem na região do Rio Doce.

#### 4.3.3.2. Tempo de Carregamento e Tempo de Viagem

Os tempos de carregamento aqui considerados, é somente o tempo gasto para a operação propriamente dita, não são levados em consideração esperas ou filas. O tempo médio estipulado para a realização da operação é de uma hora, independente do comprimento da madeira. Para o Bitrem foram coletadas 23 amostras, sendo necessárias 14; e para o Tritrem foram coletadas 23 amostras, sendo necessárias 10.

Pelo teste t- student com 95% de representatividade, o tempo de carregamento do Bitrem foi menor que o tempo de carregamento do Tritrem, isso é justificado pela menor quantidade de madeira a ser movimentada para carregar o Bitrem quando comparada ao Tritrem.

O tempo médio de carregamento do Bitrem foi de 0,27 h e o tempo médio para carregamento do Tritrem foi de 0,39 h, o tempo para carregar o Bitrem foi aproximadamente 30% menor (Tabela 13), o tempo médio de carregamento estipulado pela empresa é de 1,0 h, assim, o tempo de carregamento dos dois tipos de veículos foram abaixo do estipulado previamente. Quando comprado o impacto do tempo de carregamento na distribuição dos tempos totais, o tempo de carregamento do Bitrem tem maior impacto, pois o tempo de viagem do Bitrem é menor que o do Tritrem.

Durante o estudo, foi movimentado somente madeira de 6,0 m na totalidade da Região, quando comparado o tempo de carregamento do Tritrem da Região do Rio Doce (0,39 h) ao tempo de carregamento do Tritrem da Região de Guanhães (0,34 h), percebe-se uma similaridade devido as características semelhantes da formação da pilha de madeira proveniente da colheita mecanizada (madeira de 6,0 m de comprimento).

Pelo teste t- student com 95% de representatividade, o tempo médio de viagem do Tritrem (6,2 h) foi maior que o tempo de viagem do Bitrem (5,7 h) para distância média percorrida semelhante.

O peso médio transportado pelo Bitrem (33 toneladas) também foi menor estatisticamente, que o peso médio transportado pelo Tritrem (46 toneladas) (Tabela 13).

A atuação conjunta dos fatores mostra um melhor desempenho do Bitrem ao ser comparado com o Tritrem, porém, mesmo assim, o Bitrem não possui a mesma capacidade de entrega de madeira para um mesmo período de tempo.

Tabela 13. Comparativo Bitrem x Tritrem na Regional Rio Doce

VARIÁVEL	BITREM	TRITREM	DIF. % Bitrem x Tritrem
Velocidade Vazio (km/h)	44	40	Maior 10,0%
Velocidade Carregado (km/h)	38	31	Maior 22,6%
Velocidade Média (km/h)	41	35	Maior 17,1%
Tempo Viagem (H)	5,6	6,3	Menor 8,6%
Tempo Carregamento (H)	0,27	0,39	Menor 30,7%
Carga Média (tonelada)	33	46	Menor 28,3%
Número de Viagens dia	3,9	3,2	Maior 21,9%

#### 4.3.4. Custos

No caso específico do estudo do transporte por Bitrem ainda não havia formação da tabela de frete de pagamento, por ser uma nova forma de transporte e a avaliação foi realizada na fase de adaptação da empresa e

operadora logística a essa nova necessidade. Porém, a empresa possui uma expectativa que o custo do transporte com Bitrem fique por volta de 20% mais caro que o transporte por Tritrem.

#### 4.3.4.1. Custo do Transporte de Madeira por Tritrem na Região do Rio Doce

As tabelas com os demonstrativos do cálculo dos custos estão em anexo, assim:

Custo fixo = 2,043 R\$/km;

Custo variável = 3,185 R\$/km;

Taxas administrativas – 6% do somatório dos custos fixos e variáveis.

Assim, o custo total ficou orçado em R\$ 5,542 R\$/km.

Para a formação do frete são levados em consideração:

Taxa de lucro (5%) + Taxa IR (34%), para o cálculo do PIS/CONFIS – 5,913 R\$/km.

PIS/COFINS – 5,31%.

Preço final do frete – 6,227 R\$/km

Considerando a distância total do percurso (146 km) e a capacidade teórica por viagem (46,5ton):

Preço final do frete – 19,55 R\$/ton

Para obter o valor do frete na referencia R\$/m<sup>3</sup>, bastas multiplicar o valor R\$/ton pelo valor da Relação Peso Volume (RPV) estabelecida em orçamento para a região no valor de 0,812 ton/m<sup>3</sup>. Assim:

Preço final do frete – 16,03 R\$/m<sup>3</sup>

Usando os valores do frete juntamente com o volume em M<sup>3</sup> médio transportado e a distância média, é possível estabelecer o valor do frete em R\$/M<sup>3</sup>/km para a região. O volume médio transportado é de 60 m<sup>3</sup>, distância média de 73 km e R\$/ton de 19,55, têm-se:

Preço final do frete por km – 0,208 R\$/m<sup>3</sup>/km

Supondo um aumento de 20% no valor do frete para o transporte por Bitrem, no mesmo raciocínio, têm-se:

Preço final do frete por km – 0,249 R\$/m<sup>3</sup>/km

#### 4.3.4.2. Fatores Operacionais nos Custos de Transporte com Tritrem para Região do Rio Doce

Em parceria com a empresa onde foram coletados os dados, foi possível analisar através dos dados operacionais internos, a atuação de cada fator no custo final da madeira posto fábrica, bem como os fatores combinados.

Na Tabela 14 é possível visualizar a atuação dos fatores.

Tabela 14. Influência dos fatores no custo na região do Rio Doce para o Tritrem (R\$/ton)

VARIÁVEL	DIFERENÇA
Tempo de Carregamento	Redução 5,14%
Eficiência OP. (%)	Aumento 0,58%
<b>FATORES COMBINADOS</b>	<b>Redução 4,56%</b>

Para o transporte com Tritrem, o tempo de carregamento abaixo do valor previamente estipulado pela empresa, tem um potencial de reduzir 5,14% no valor do frete. A eficiência operacional abaixo do mínimo estabelecido pela empresa tem um impacto potencial de aumento de 0,58% no valor do frete. Porém, quando combinado os dois fatores, o potencial de redução do valor do frete é de 4,56%.

Como a velocidade média identificada no estudo foi o mesmo valor da velocidade estabelecida em contrato, não houve impacto no valor do frete.

#### 4.4. ESTUDO DO DESCARREGAMENTO DE MADEIRA NA FÁBRICA

O descarregamento de madeira na fábrica ocorre por guias de descarga ou por ponte rolante, sendo que na área da ponte rolante a prioridade é o descarregamento de madeira proveniente do modal ferroviário. Para o estudo, foram realizados somente descarregamento por guias.

Existem basicamente três tipos de carga de madeira, a carga completa de madeira de 6,0 m (proveniente da colheita mecanizada), a carga completa de madeira de 2,2 m (proveniente da colheita semimecanizada) e a carga Mista (madeira de 6,0 m e 2,2 m na mesma carga). A carga Mista ocorre principalmente do transporte da Região de Guanhães, quando há área onde ocorreu colheita mecanizada e semimecanizada simultaneamente, quando já está no fim da atividade de carregamento na referida área e para que não haja veículos carregando menos madeira que o comportado, é admitido que ocorra esse tipo de carga.

Foram coletados os tempos do descarregamento de Bitrem, Tritrem e Rodotrem. Nessa operação de descarregamento, o tipo de veículo não é prioridade e sim o tipo de carga, pois o tempo máximo admitido que um veículo fique dentro do pátio para a atividade é de 1,2h não importando qual o tipo de veículo.

A necessidade então foi descobrir o tempo médio total que o veículo permanece dentro da área fabril pela carga trazida. Para assim, poder definir um tempo máximo a nível geral, ou determinar um tempo máximo para cada tipo de carga.

##### **4.4.1. Descarregamento de madeira na fábrica**

###### 4.4.1.1. Ciclo de descarregamento

O descarregamento no pátio da fábrica segue um ciclo estabelecido para todos os veículos, como se observa na Figura 11.

## CICLO AVALIADO

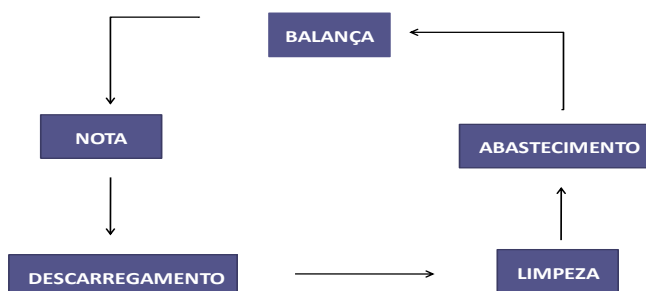


Figura 11. Ciclo de descarregamento da madeira avaliado na Fábrica.

O tempo de estadia do veículo dentro da fábrica começa a contar na hora que entra na balança, a partir desse momento todo e qualquer atraso pode trazer prejuízo financeiro à empresa.

Após sair da balança, os veículos vão retirar a nota que autoriza o descarregamento e indica se a madeira vai direto para o processo ou vai ficar estocada; após o descarregamento, os veículos vão para uma área de limpeza da carroceria, onde são retiradas os restos vegetais e detritos para que não caiam nas estradas no percurso de volta ao campo; os veículos são abastecidos e saem novamente pela balança onde é verificado a Tara do caminhão e registrado o peso carregado na viagem.

### 4.4.1.2. Estudo dos Tempos de Descarregamento

O tempo máximo definido pela empresa para que não haja o pagamento de estadia dos veículos é de 1,25 horas, estadia é uma multa paga pela a empresa às operadoras logísticas pela indisponibilidade dos mesmos devido a ficar indisponíveis pela demora no descarregamento.

Na Figura 12, é observado o tempo médio que os veículos permanecem dentro do pátio da empresa para o descarregamento.

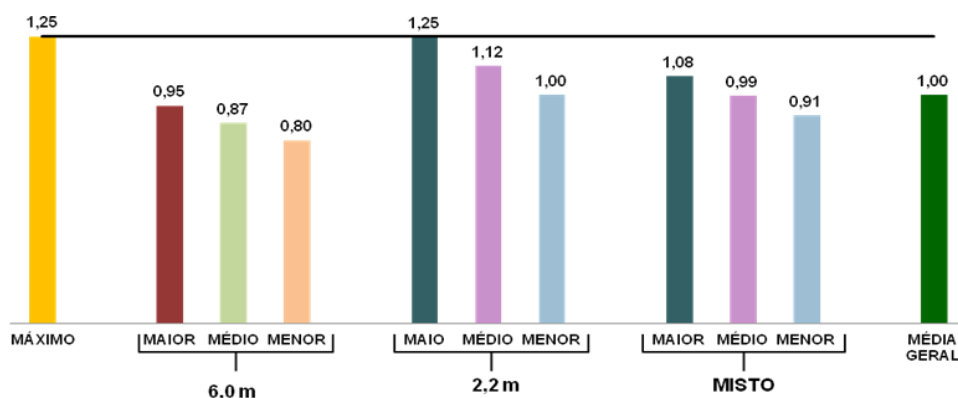


Figura 12. Tempo médio de descarregamento na fábrica para os diferentes tipos de carga.

As Tabelas 15 e 16 demonstram a análise estatística entre os tempos de descarregamento.

Tabela 15. Análise de variância Tempo de descarregamento carga de madeira 6,0 m x 2,2 m x Misto

Fonte de Variação	Grau de liberdade	Quadrado médio
Tratamento	2	0,223**
Resíduo	37	0,408

\*; ns: significativo e não significativo, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 16. TUKEY Tempo de descarregamento carga de madeira 6,0 m x 2,2 m x Misto

Fonte de Variação	MÉDIA (ton)	
MCC	1,12	A
MISTO	0,99	A B
MSC	0,87	B

A análise estatística demonstrou que há similaridades quando ocorre transporte de carga Mista entre carregamento de madeira de 6,0 m e carregamento de madeira de 2,2 m, podendo se encaixar em qualquer um dos tipos.

Pela dificuldade de se fazer o levantamento do número de cargas que chegam de cada tipo, pois o controle da madeira que chega à fábrica é de



madeira de 2,2 m e madeira de 6,0 m, foi feito uma média operacional, que ficou em 1,0 hora o tempo em que um veículo fica dentro do pátio da fábrica, tempo este abaixo do estabelecido pelo contrato (1,25h).

Um fator que influencia o descarregamento da madeira é o comprimento das toras. O menor tempo de permanência é devido ao comprimento de 6,0 m das toras, necessitando de menos movimentos da grua para a completa descarga do veículo.

Na Tabela 17, é apresentada a distribuição dos tempos e subdivisões das atividades relacionadas à descarga de madeira no pátio da fábrica.

Tabela 17. Distribuição dos tempos durante o descarregamento na fábrica

<b>Atividade</b>	<b>Porcentagem (%)</b>
<b>Descarregamento</b>	18,54%
<b>Nota</b>	13,6%
<b>Abastecimento</b>	5,1%
<b>Balança</b>	7,7%
<b>Limpeza</b>	7,9%
<b>Deslocamento</b>	20,8%
<b>Aguardando Abastecimento</b>	2,8%
<b>Aguardando Descarga</b>	19,5%
<b>Parado</b>	1,8%
<b>Aguardando Balança</b>	1,2%
<b>Checagem Manutenção</b>	0,5%
<b>Trem</b>	0,5%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

Dentro do ciclo, o maior tempo é gasto com os deslocamentos entre as fases (20,8%), o descarregamento consome em média 18,5%. Porém, foi identificado que os veículos perdem muito tempo esperando pelo descarregamento, consumindo em média 19,5%, o tempo médio de espera foi de 0,17 horas, chegando a casos de espera de 0,75 horas.

Um fator desse tempo de espera por descarregamento é originado pelo não cumprimento da programação das viagens, pois ocorre que as empresas encaminham grupos de veículos para as viagens quase que ao mesmo tempo, assim, formam a fila de espera no carregamento no campo, muitas vezes ocorre formação de comboios nos percursos campo-fábrica, formação que não

é permitida pela empresa, e conseqüentemente, acúmulo de veículos para o descarregamento no pátio da fábrica, gerando perda de tempo.

Considerando somente os tempos gastos nas atividades do ciclo de descarregamento, o tempo total seria de 0,73 horas aproximadamente (Tabela 45).

Tabela 18. Tempo otimizado do descarregamento

<b>FASE</b>	<b>TEMPO (H)</b>	<b>TEMPO (H:MIN)</b>
Balança	0,076	0:04
Nota	0,134	0:08
Descarregamento	0,183	0:10
Limpeza	0,078	0:04
Deslocamento	0,205	0:12
Abastecimento	0,050	0:03
<b>Total</b>	<b>0,73</b>	<b>0:43</b>

## 5. COMPARAÇÃO ENTRE AS REGIONAIS E O TIPO DE TRANSPORTE

Com base nos estudos e levantamentos realizados individualmente por cada Regional e tipo de transporte, é possível estabelecer uma comparação entre os principais fatores de impacto na operação de carregamento e transporte de madeira. Na Tabela 19, são resumidos os fatores de cada região.

Tabela 19. Comparativo entre Regionais e Veículos de Transporte

<b>REGIÃO</b>	<b>ESPERA PARA CARREGAMENTO</b>	<b>Ef. Op</b>	<b>DM</b>	<b>R\$/M³/KM</b>
Guanhães - Tritrem	3,60%	89,12%	97,85%	0,201
Cocais - Bitrem	7,10%	88,50%	97,80%	0,341
Rio Doce - Tritrem	6,67%	83,81%	94,09%	0,208
Rio Doce - Bitrem	4,25%	89,58%	94,76%	0,249

Com relação ao impacto da espera para carregamento no tempo total da viagem, a Regional Cocais apresenta o maior impacto, seguindo por Rio Doce com Tritrem e Bitrem. A maior Eficiência Operacional (Ef.Op.) foi em Rio Doce com Bitrem, porém a melhor Disponibilidade Mecânica (DM) foi em Guanhães com Tritrem.

Quando analisado o custo por volume e distância (R\$/M<sup>3</sup>/km), o frete do transporte de madeira em Guanhães apresenta o menor valor e em Cocais o maior valor. Para a Regional Rio Doce, com relação ao custo por m<sup>3</sup> e km rodado, o Tritrem apresenta a melhor opção, porém devido a restrições legais, se tornou inapropriado.

Para a Regional Cocais, uma maneira de reduzir o valor por volume e distância, seria aumentando o volume por viagem, porém, as condições locais não comportam um veículo de maior capacidade de carga e não há liberação por parte dos Órgãos de licenciamento.

## 6. CONCLUSÕES

- Como pode-se observar, ocorre um efeito cascata quando uma fase da operação está em desacordo, a baixa velocidade média proveniente do excesso de carga, as filas de espera no carregamento em campo, as paradas indevidas durante as viagens, entre outros fatores, geram problemas operacionais no que seria considerado o “final do ciclo”, que é o descarregamento da madeira.
- O tempo de espera no carregamento possui forte influência no custo, bem como a velocidade média de transporte.
- O fator principal no tempo de carregamento da madeira no campo não é o comprimento das toras, mas a altura da pilha de madeira, como demonstrado na Regional Guanhães, onde as pilhas de madeira de 6,0 m e de 2,2 m possuíam a mesma altura, não houve diferença entre os tempos de carregamento.
- No descarregamento da madeira na fábrica, o comprimento da madeira tem forte influência no tempo de permanência dos veículos no pátio da fábrica. Pois, para o descarregamento de madeira de 6,0 m as gruas necessitam de menor número de movimentos quando comparado com madeira de 2,2 m de comprimento.
- Na Regional Guanhães para os fatores operacionais de tempo de viagem, velocidade média de operação e carga média transportada, não houve diferença entre o Rodotrem e o Tritrem.
- Mesmo o Bitrem na Regional Rio Doce apresentando melhor rendimento em algumas características como velocidade média, tempo de viagem e número de viagens, ele não é capaz de superar o Tritrem no volume final de madeira entregue na fábrica num mesmo período de tempo.
- Com relação ao custo do transporte por quilômetro e volume, a Regional Guanhães com o Tritrem se mostrou a de menor custo, e Cocais com o Bitrem o maior custo. Porém, por características de estradas, trafego e

restrição legal, não é possível adotar veículos de maior capacidade de carga na Regional Cocais.

## 7. REFERÊNCIAS

ALVES, F. F. Localização industrial do Nordeste - Análise de alguns indicadores 1959-1970-1975-1980. **Revista Econômica do Nordeste**. Fortaleza, v. 14, n. 2, p. 177-218, 1983.

ANTONÂNGELO, A.; BACHA, C. J. I. As fases da silvicultura no Brasil. **Revista Brasileira de Economia**, v. 52, n. 1, p. 207-238, 1998.

ASSOCIALÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anual Estatístico Abraf 2011, ano base 2010**. Brasília, 2011. Disponível em: <http://www.abraflor.org.br/estatisticas/ABRAF11/ABRAF11-BR.pdf>. Acesso em: 23 de maio de 2011.

AZZONI, C. R. **Incentivos Municipais e Localização Industrial no Estado São Paulo**. IPE-USP, São Paulo, 1981.

BERGER, R.; TIMOFEICZYK, R. Jr.; CAMIERI, C.; LACOWICZ, P. G.; SAWINSKI, J. Jr.; BRASIL, A. A. Minimização de custos de transporte florestal com a utilização da programação linear. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 33, n. 1, p. 53-62, 2003.

BOWERSOX, Donald J. , CLOSS, David J. **Logistical Management – The Integrated Supply Chain Process**. 1.ed. Michigan. McGraw-Hill, 1996.

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

CENIBRA, **Manual Interno Book Terras e Florestas**. Cenibra, Belo Oriente – MG, 2010.

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, p. 855-863, 2004.

LEÃO, R. M. **A floresta e o homem**. São Paulo: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 448 p. 2000.

LOPES, E. S. CRISTO, J. F. C. PIEPER, M. Avaliação Técnica de um Sistema de Pesagem no Carregamento Florestal. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 575-581, 2006.

MACHADO, C.C; LOPES, E.S.; BIRRO, M.H. **Elementos básicos do Transporte Florestal Rodoviário**. Viçosa - MG; Universidade Federal de Viçosa, 167p, 2 ed., 2009.

MACHADO, R. R.; SILVA, M. L.; MACHADO, C. C.; LEITE, H. G. Avaliação do Desempenho Logístico do Transporte Rodoviário de Madeira Utilizando Rede

de Petri em uma Empresa Florestal de Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 999-1008, 2006.

MINETTE, L. J. **Análise de fatores operacionais e ergonômicos na operação de corte florestal com motosserra**. 1996. 211 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.

MOTA, F. O. **Manual de localização industrial: tentativa de adequação da teoria a realidade**. 2a. ed. Fortaleza, BNB. ETENE, APEC, 1968.

PACHECO, R. **Prerrogativas Locacionais face à economia globalizada: uma introdução conceitual**. In: Inserção na Economia Global: Uma Reapreciação. Fundação Konrad Adenauer Stiftung. Pesquisas nº 08, 1997.

RODRIGUES, Paulo. **Introdução aos sistemas de transporte no Brasil e à logística internacional**. 4. Edição revisão e ampliada. Aduaneiras, 2007.

SBS, Sociedade Brasileira de Silvicultura. **Fatos e Números do Brasil Florestal**. Dezembro 2008.

SEIXAS, F. Novas tecnologias no transporte rodoviário de madeira. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 5., 2001, Porto Seguro. **Anais...** Viçosa, MG: Sociedade de Investigação Florestal, p. 1-27, 2001.

SILVA, M. L.; OLIVEIRA, R. J.; VALVERDE, S. R.; MACHADO, C. C.; PIRES, V. A. V. Análise do custo e do raio econômico de transporte de madeira de reflorestamentos para diferentes tipos de veículos. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 6, p. 1073-1079, 2007

SOARES, N. S.; SOUSA, E. P.; SILVA, M. L. In: **Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**, 46, 2008, Rio Branco. **Anais...** Disponível em: <http://www.sober.org.br/palestra/9/214.pdf>. Acesso em: 23 de maio de 2011.

## ANEXOS

### A) CUSTOS TRANSPORTE COM TRITREM NA REGIONAL RIO DOCE

#### PLANILHA DE TRANSPORTES FLORESTAL

Distancia percorrida.....:	13578 KM MÉS	Rota 73 km
Numero de viagens .....	93,00 MÉS	Estimado 1,75 viagens por dia

#### CUSTOS FIXOS

##### 1.1 - Depreciação

A	Custo da depreciação por KM:	
B	Custo do veículo c/ pneus.....: R\$	330.000,00
C	Custo da carreta s/ pneus.....: R\$	190.493,36
D	Valor residual - 50 %	
E	Tempo de depreciação - 36 meses	
F	KM média mensal.....: KM	13.578,00

$A = \frac{B + C - D}{E \times F}$	A = $\frac{520.493,36 - 260.246,68}{488808} = 260.246,68$	A = 0,532
------------------------------------	---	-----------

##### 1.2 - Salário Motorista + encargos sociais

A	Numero de motoristas.....: Qt.	1700	3
B	Salário fixo.....: R\$	1819	2.078,68
C	Encargos sociais - 77%.....: R\$		1600,58
D	Diária R\$ - x $\frac{0}{\text{Numero de dias}}$ R\$		-
E	KM média mensal.....: KM		13.578,00

$S.M. = \frac{A (B + C + D)}{E}$
----------------------------------

S.M. = 3	6.236,04 +	4801,752 +	-	S.M. = 0,813
		13.578,00		

##### 1.3 - Licenciamento/ seguro obrigatório

A	I.P.V.A.....: R\$	3300,00 x 1/12.	R\$	275,00
B	Seguro.....: R\$	190,49 x 1/12.	R\$	15,87
C	KM média mensal.:		KM	13578

$L.S. = \frac{A + B}{C}$	L.S. = $\frac{290,87 + 15,87}{13578}$	L.S. = 0,021
--------------------------	---------------------------------------	--------------

##### 1.4 - Remuneração de capital

A	Investimento - ( VEÍCULO + CARRETA ) .....	R\$ 520.493,36
B	Índice - 1,0 % X A .....	R\$ 5.204,93
C	KM média mensal .....	KM 13578

$R.C. = \frac{B}{C}$	= $\frac{5.204,93}{13578}$	R.C. = 0,383
----------------------	----------------------------	--------------

##### 1.5 - Seguro do casco

A	Taxa anual sobre investimento - 7 %	
B	Valor do investimento ( VEÍCULO + CARRETA ) .....	R\$ 520.493,36
C	Numero de meses - 12	
D	KM média mensal .....	KM 13578

$S.C. = \frac{A \times B}{C \times D}$
--

S.C. =	36.434,54	:	12	/	13578
					S.C. = 0,224



---

---

**1.6 - Equipamentos de segurança**

A	Camisas , botas , calças , luvas ( 03 unid p/ semestre ) /mot)	R\$	411,39
B	Capacete, capa de chuva ( 03 unid p/ semestre /mot )	R\$	148,56
C	Despesa médica mensal	R\$	377,11

E S = (A + B+ C)/9100                      13578

E S = 0,069013

---

---

<b>TOTAL DOS CUSTOS FIXOS.....: R\$                      2,043</b>
--

**CUSTOS VARIÁVEIS**

**2.1 - Peças e materiais de reposição**

A	Total do investimento ( VEICULO + CARRETA ) .....	R\$	520.493,36
B	Índice: 1,3% a.m.		
C	KM média mensal .....	R\$	13578

$$P.M. = \frac{A \times B}{C}$$

$$P.M. = 7.118,60 : 13578$$

$$P.M. = 0,524$$

7.118,60

### 2.2 - Pneus / câmaras / protetores / recapagem

A	Pneu novo .....	R\$	1100,00
B	Câmara de AR - 2 x R\$ .....	R\$	60
C	Protetor ( 1 ) .....	R\$	130,00
D	Recapagem ( 3 ) .....	R\$	700,00
E	KM por pneu =	100.000	KM
F	Numero de pneus =	34	

$$P = \frac{(A + B + C + D) \times F}{E}$$

$$P = \frac{2434,818488 \times 34}{100.000}$$

$$P = 0,828$$

### 2.3 - Combustivel

A	Preço por litro .....	R\$	2,01
B	Consumo médio de 1,27 KM / litro		

$$C = \frac{A}{B}$$

$$2,012 : 1,27$$

$$C = 1,584$$

### 2.4 - Oleo de cambio

A	Quantidade de litros :	16	Lts
B	Preço por litro .....	R\$	7,95
C	KM para troca .....	35.000	KM

$$O.C. = \frac{A \times B}{C}$$

$$16 \times 7,95 : 35.000$$

$$O.C. = 0,0036331$$

### 2.5 - Oleo de diferencial

A	Quantidade de litros:	18	litros
B	Preço por litro .....	R\$	9,44
C	KM para troca .....	50.000	KM

$$O.D. = \frac{A \times B}{C}$$

$$18 \text{ Lts} \times 9,44 : 50.000$$

$$O.D. = 0,003$$

### 2.6 - Oleo de motor

A	Quantidade de litros .....	28	Lts
B	Preço por litro .....	R\$	10,43
C	KM para troca .....	10.000	KM
D	Consumo a cada 1.500 KM	10.000 : 1.500 =	litros 6,66666667

$$O.M. = \frac{(A + D) \times B}{C}$$

$$O.M. = \frac{28 \text{ litros} + 7 \text{ litros} \times 10,43}{10.000}$$

$$O.M. = 0,036$$

**2.7 - Lavagem e lubrificação**

A Preço de cada lavagem e lubrificação .....: R\$ 397,37  
 B Pedido .....: 1.932 KM

$$L = \frac{A}{B}$$

R\$ 397,37 : 1.932 KM

$$L = 0,206$$

**TOTAL DOS CUSTOS VARIÁVEIS .....: R\$ 3,185**

A Total dos custos fixos / KM .....: R\$ 2,043  
 B Total dos custos variáveis .....: R\$ 3,185  
 C Total dos custos FIXOS + VARIÁVEIS .....: R\$ 5,228  
 D Despesas administr. 6 % sobre custo fixos + variáveis: 0,314

Custo total = C + D

R\$ 5,542

**FORMAÇÃO PREÇO FRETE**

A Custo total  
 B Taxa lucro = 5 % + 34 % ( I.R. ) = 6,70% 0,371  
 P Preço sem PIS/COFINS P = 5,913  
 Pedágios = 0,00  
 PIS / COFINS = 5,31% = 0,31  
 PREÇO FINAL = 6,23

**VALOR DO FRETE 6,227 P/KM**

**VALOR DO FRETE 19,55 P/TON**

## B) CUSTOS TRANSPORTE COM TRITREM NA REGIONAL GUANHÃES

### PLANILHA DE TRANSPORTES FLORESTAL

Distancia percorrida.....: 14175 KM MÉS Rota 135 km  
 Numero de viagens .....: 52,50 MÉS Estimado 1,75 viagens por dia

#### CUSTOS FIXOS

##### 1.1 - Depreciação

A Custo da depreciação por KM:  
 B Custo do veículo c/ pneus.....: R\$ 288.950,00  
 C Custo da carreta s/ pneus.....: R\$ 159.316,00  
 D Valor residual - 50 %  
 E Tempo de depreciação - 36 meses  
 F KM média mensal.....: KM 14.175,00

$$A = \frac{B + C - D}{E \times F} \quad A = \frac{448.266,00 - 224.133,00}{510300} = 224.133,00 \quad A = 0,439$$

##### 1.2 - Salário Motorista + encargos sociais

A Numero de motoristas.....: Qt. 1700 3  
 B Salário fixo.....: R\$ 1819 2.078,68  
 C Encargos sociais - 77%.....: R\$ 1600,58  
 D Diária R\$ - x  $\frac{0}{\text{Numero de dias}}$  R\$ -  
 E KM média mensal.....: KM 14.175,00

$$S.M. = \frac{A(B + C + D)}{E}$$

$$S.M. = 3 \quad 6.236,04 + \quad 4801,752 + \quad - \quad S.M. = 0,779$$

##### 1.3 - Licenciamento/ seguro obrigatório

A I.P.V.A.....: R\$ 2889,50 x 1/12. R\$ 240,79  
 B Seguro.....: R\$ 159,32 x 1/12. R\$ 13,28  
 C KM média mensal.: KM 14175

$$L.S. = \frac{A + B}{C} \quad L.S. = \frac{254,07 + 13,28}{14175} \quad L.S. = 0,018$$

##### 1.4 - Remuneração de capital

A Investimento - (VEÍCULO + CARRETA) .....: R\$ 448.266,00  
 B Índice - 1,0 % X A .....: R\$ 4.482,66  
 C KM média mensal .....: KM 14175

$$R.C. = \frac{B}{C} \quad = \frac{4.482,66}{14175} \quad R.C. = 0,316$$

**1.5 - Seguro do casco**

A	Taxa anual sobre investimento - 7 %			
B	Valor do investimento ( VEÍCULO + CARRETA )	.....: R\$		448.266,00
C	Numero de meses - 12			
D	KM média mensal	.....: KM		14175

$$S.C. = \frac{A \times B}{C \times D}$$

$$S. C. = 31.378,62 : 12 / 14175$$

$$S. C. = 0,184$$

**1.6 - Equipamentos de segurança**

A	Camisas , botas , calcas , luvas ( 03 unid p/ semente )	/mot	R\$	411,39
B	Capacete, capa de chuva ( 03 unid p/ semestre /mot )		R\$	148,56
C	Despesa medica mensal		R\$	377,11

$$E S = (A + B + C) / 9100 \quad 14175$$

$$E S = 0,066107$$

---



---

TOTAL DOS CUSTOS FIXOS.....: R\$	1,803
----------------------------------	-------

**CUSTOS VARIÁVEIS**

**2.1 - Peças e materiais de reposição**

A	Total do investimento ( VEICULO + CARRETA ) .....	R\$	448.266,00
B	Índice: 1,3% a.m.		
C	KM média mensal .....	R\$	14175

$P.M. = \frac{A \times B}{C}$	P. M. = 7.118,60 :	14175	P. M. = 0,502	7.118,60
-------------------------------	--------------------	-------	---------------	----------

**2.2 - Pneus / câmaras / protetores / recapagem**

A	Pneu novo .....	R\$	1100,00
B	Câmara de AR - 2 x R\$ .....	R\$	60
C	Protetor ( 1 ) .....	R\$	130,00
D	Recapagem ( 3 ) .....	R\$	700,00
E	KM por pneu =	100.000 KM	
F	Numero de pneus =	34	

$P = \frac{(A + B + C + D) \times F}{E}$
--

P =	2434,818488	x	34	P = 0,828	
			100.000		

**2.3 - Combustível**

A	Preço por litro .....	R\$	2,01
B	Consumo médio de 1,2 KM / litro		

$C = \frac{A}{B}$	2,012 :	1,2	C = 1,677	
-------------------	---------	-----	-----------	--

**2.4 - Oleo de cambio**

A Quantidade de litros : 16 Lts  
 B Preço por litro .....: R\$ 7,95  
 C KM para troca .....: 35.000 KM

$$O.C. = \frac{A \times B}{C} \quad 16 \times 7,95 : 35.000$$

$$O. C. = 0,0036331$$

**2.5 - Oleo de diferencial**

A Quantidade de litros: 18 litros  
 B Preço por litro .....: R\$ 9,44  
 C KM para troca .....: 50.000 KM

$$O.D. = \frac{A \times B}{C} \quad 18 \text{ Lts} \times 9,44 : 50.000$$

$$O. D. = 0,003$$

**2.6 - Oleo de motor**

A Quantidade de litros .....: 28 Lts  
 B Preço por litro.....: R\$ 10,43  
 C KM para troca .....: 10.000 KM  
 D Consumo a cada 1.500 KM  $\frac{10.000}{1.500} = \text{litros } 6,666666667$

$$O.M. = \frac{(A + D) \times B}{C}$$

$$O.M. = \frac{28 \text{ litros} + 7 \text{ litros}}{10.000} \times 10,43 \quad O. M. = 0,036$$

**2.7 - Lavagem e lubrificação**

A Preço de cada lavagem e lubrificação .....: R\$ 397,37  
 B Pedido .....: 1.932 KM

$$L = \frac{A}{B} \quad R\$ 397,37 : 1.932 \text{ KM} \quad L. = 0,206$$

**TOTAL DOS CUSTOS VARIÁVEIS .....: R\$ 3,256**

A	Total dos custos fixos / KM .....	R\$	1,803
B	Total dos custos variáveis .....	R\$	3,256
C	Total dos custos FIXOS + VARIÁVEIS .....	R\$	5,058
D	Despesas administr. 6 % sobre custo fixos + variáveis:		0,303

Custo total = C + D      **R\$ 5,362**

**FORMAÇÃO PREÇO FRETE**

A	Custo total				
B	Taxa lucro =	5 %	+	34 % ( I.R. ) =	6,70%
P	Preço sem PIS/COFINS			P =	<b>5,721</b>
	Pedágios =	0,00			
	PIS / COFINS			=	0,30
	PREÇO FINAL			=	<b>6,02</b>

**VALOR DO FRETE 6,025 P/KM**

**VALOR DO FRETE 34,98 P/TON**

**C) CUSTOS TRANSPORTE COM BITREM NA REGIONAL NOVA ERA**





**1.6 - Equipamentos de segurança**

A	Camisas , botas , calcas , luvas ( 03 unid p/ semente ) /mot)	R\$	411,39
B	Capacete, capa de chuva ( 03 unid p/ semestre /mot )	R\$	148,56
C	Despesa medica mensal	R\$	377,11

E S = (A + B+ C)/9100                      10162,5459    E S = 0,092208

**TOTAL DOS CUSTOS FIXOS.....: R\$    2,915**

**CUSTOS VARIÁVEIS**

**2.1 - Peças e materiais de reposição**

A	Total do investimento ( VEICULO + CARRETA ) .....	R\$	460.000,00
B	Índice: 1,3% a.m.		
C	KM média mensal .....	R\$	10162,5459

$P.M. = \frac{A \times B}{C}$                       P. M. = 7.118,60 :                      10162,5459                      P. M. = 0,700    7.118,60

**2.2 - Pneus / câmaras / protetores / recapagem**

A	Pneu novo .....	R\$	1100,00
B	Câmara de AR - 2 x R\$ .....	R\$	60
C	Protetor ( 1 ) .....	R\$	130,00
D	Recapagem ( 3 ) .....	R\$	700,00
E	KM por pneu =	100.000 KM	
F	Numero de pneus =	26	

$P = \frac{(A+B+C+D) \times F}{E}$

P =  $\frac{2434,818488}{100.000} \times 26$     P = 0,633

**2.3 - Combustivel**

A	Preço por litro .....	R\$	2,01
B	Consumo médio de 0,9 KM / litro		

$C = \frac{A}{B}$     2,012 :                      0,9    C = 2,236

**2.4 - Óleo de cambio**

A Quantidade de litros : 16 Lts  
 B Preço por litro .....: R\$ 7,95  
 C KM para troca .....: 35.000 KM

$$O.C. = \frac{A \times B}{C} \quad 16 \times 7,95 : 35.000$$

$$O. C. = 0,0036331$$

**2.5 - Óleo de diferencial**

A Quantidade de litros: 18 litros  
 B Preço por litro .....: R\$ 9,44  
 C KM para troca .....: 50.000 KM

$$O.D. = \frac{A \times B}{C} \quad 18 \text{ Lts} \times 9,44 : 50.000$$

$$O. D. = 0,003$$

**2.6 - Óleo de motor**

A Quantidade de litros .....: 28 Lts  
 B Preço por litro.....: R\$ 10,43  
 C KM para troca .....: 10.000 KM  
 D Consumo a cada 1.500 KM  $\frac{10.000}{1.500} = \text{litros } 6,66666667$

$$O.M. = \frac{(A + D) \times B}{C}$$

$$O.M. = \frac{28 \text{ litros} + 7 \text{ litros}}{10.000} \times 10,43 \quad O. M. = 0,036$$

**2.7 - Lavagem e lubrificação**

A Preço de cada lavagem e lubrificação .....: R\$ 397,37  
 B Pedido .....: 1.932 KM

$$L = \frac{A}{B} \quad R\$ 397,37 : 1.932 \text{ KM} \quad L. = 0,206$$

**TOTAL DOS CUSTOS VARIÁVEIS .....: R\$ 3,818**

A	Total dos custos fixos / KM .....	R\$	2,915
B	Total dos custos variáveis .....	R\$	3,818
C	Total dos custos FIXOS + VARIÁVEIS .....	R\$	6,733
D	Despesas administr.                      6 % sobre custo fixos + variáveis:		0,404

Custo total = C + D                      **R\$ 7,137**

**FORMAÇÃO PREÇO FRETE**

A	Custo total					
B	Taxa lucro =	5 %	+	34 % ( I.R. )	=	6,70%
P	Preço sem PIS/COFINS				P =	7,616
	Pedágios =	0,00				
	PIS / COFINS			5,31%	=	0,40
	<b>PREÇO FINAL</b>				=	<b>8,02</b>

**VALOR DO FRETE                      8,020                      P/KM**

**VALOR DO FRETE                      31,24                      P/TON**