

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA INDUSTRIAL MADEIREIRA  
CAMPUS DE ITAPEVA

JOÃO MARCOS REICHERT ALBUQUERQUE

**AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE DIFERENTES  
COMPOSIÇÕES VEICULARES EMPREGADAS NO  
TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE MADEIRA: ESTUDO DE  
CASO**

Itapeva - SP

2013

JOÃO MARCOS REICHERT ALBUQUERQUE

**AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE DIFERENTES  
COMPOSIÇÕES VEICULARES EMPREGADAS NO  
TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE MADEIRA: ESTUDO DE  
CASO**

Trabalho de Graduação apresentado no Campus Experimental de Itapeva - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", como requisito para a conclusão do curso de Engenharia Industrial Madeireira.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Francisco Savi

Itapeva - SP

2013

**FICHA CATALOGRÁFICA**

Albuquerque, João Marcos Reichert
A345a Avaliação econômica de diferentes composições veiculares empregadas no transporte rodoviário de madeira: estudo de caso / João Marcos Reichert Albuquerque. -- Itapeva, SP, 2013 52 f. : il.
Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Engenharia Industrial Madeireira) - Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Itapeva, 2013
Orientador: Prof. Dr. Antonio Francisco Savi
Banca examinadora: Prof. <sup>a</sup> Dr. <sup>a</sup> Glauca Aparecida Prates; Prof. <sup>a</sup> Dr. <sup>a</sup> Juliana Cortez Barbosa
Bibliografia
1. Transporte rodoviário de cargas - Aspectos econômicos. 2. Madeira -- Transporte - Custos. 3. Engenharia econômica. I. Título. II. Itapeva - Curso de Engenharia Industrial Madeireira.
CDD 388.11

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca - UNESP, Câmpus de Itapeva

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA INDUSTRIAL MADEIREIRA  
CAMPUS DE ITAPEVA

**AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE DIFERENTES  
COMPOSIÇÕES VEICULARES EMPREGADAS NO  
TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE MADEIRA: ESTUDO DE  
CASO**

JOÃO MARCOS REICHERT ALBUQUERQUE

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO  
COMO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE  
**GRADUADO EM ENGENHARIA INDUSTRIAL MADEIREIRA**

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO  
DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA INDUSTRIAL MADEIREIRA

Prof. Dr. Carlos Alberto Oliveira de Matos  
Coordenador de Curso

**BANCA EXAMINADORA:**

Prof. Dr. Antonio Francisco Savi  
Orientador – Campus Experimental de Itapeva/UNESP

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Glauca Aparecida Prates  
Campus Experimental de Itapeva/UNESP

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Juliana Cortez Barbosa  
Campus Experimental de Itapeva/UNESP

## DEDICATÓRIA

Dedico aos meus pais, João Marcos e Nercy,  
e aos meus irmãos, Karen e Paulo.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, razão maior da nossa existência.

Aos meus pais, presentes em todos os momentos: encorajando nos momentos difíceis e vibrando com as conquistas, pela paciência, pela compreensão e, principalmente, pelo amor incondicional.

Aos meus irmãos, pela amizade e apoio sempre sincero.

Aos amigos de turma, pelo companheirismo e bons momentos que passamos juntos.

Ao Prof.Dr. Antonio Francisco Savi pela atenção e sugestões.

A todos que contribuíram com a preparação deste estudo.

## RESUMO

O transporte é um dos serviços indispensáveis para o desenvolvimento da maioria das atividades econômicas. No setor florestal brasileiro, o principal meio utilizado para transportar madeira da floresta para os locais de consumo é o transporte rodoviário. O transporte é o elemento que mais onera o custo de produção da madeira, podendo ocasionar, em certas situações, um elevado percentual no preço final da madeira colocado na indústria. Para que as empresas do setor possam reduzir esses desembolsos e aumentar a eficiência da cadeia produtiva florestal é necessário que as atividades de transporte sejam avaliadas e aprimoradas. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é avaliar economicamente três tipos de composições veiculares de carga utilizadas no transporte de tora de uma serraria da região Sudoeste do Estado de São Paulo. Para isso, realizou-se um levantamento de dados para a composição dos custos e receitas do transporte florestal, e deste modo, executar a análise econômica dos veículos. O acompanhamento das atividades ocorreu durante o segundo semestre de 2013 e a pesquisa alcançou os resultados da viabilidade econômica utilizando ferramentas e métodos de Engenharia Econômica.

**Palavras chaves:** Transporte rodoviário; Madeira; Análise econômica.

## ABSTRACT

Transport is one the essential services for the development of most economic activities. In the forestry sector, the main transport used to carry wood from the forest to local consumption is road. The transport increases the producing costs of wood and may be responsible of a high percentage in the final price of the wood sold in the industry. To reduce the company's costs and increase the efficiency of forest production those transport activities must be analyzed and improved. In that context, an economic analysis is the main objective of this work, evaluating three different types of log transport from a sawmill in São Paulo's Southwest region. For this, a data collection was done to compound the costs and the incomes of timber transport, and that way, to do the economic analyses of each transport. The monitoring activities were done in the second 2013 half-year and the research achieved economic viability results utilizing tools and methods of Economic Engineering.

**Keywords:** Road transport; Wood; Economic analysis.

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1: Trem utilizado no transporte florestal. Fonte: MACHADO <i>et al.</i> , 2000. ....	5
Figura 2: Transporte marítimo de tora. Fonte: FIBRIA, 2013. ....	6
Figura 3: Transporte aeroviário de madeira. Fonte: MACHADO <i>et al.</i> , 2000. ....	6
Figura 4: Cavacoduto. Fonte: MACHADO <i>et al.</i> , 2000. ....	7
Figura 5: Caminhão florestal. Fonte: MACHADO <i>et al.</i> , 2000. ....	8
Figura 6: Caminhão utilizado no transporte de madeira. Fonte: SCANIA, 2013. ....	9
Figura 7: Cavalo-mecânico. Fonte: MACHADO <i>et al.</i> , 2000. ....	9
Figura 8: Reboque. Fonte: MALINOVSKI, 2005. ....	10
Figura 9: Semi-reboque. Fonte: SIEPIERSKI, 2013. ....	10
Figura 10: Veículo articulado. Fonte: ROMERO, 2009. ....	11
Figura 11: Veículo conjugado. Fonte: MALINOVSKI, 2005. ....	11
Figura 12: Quinta-roda. Fonte: JOST, 2013. ....	12
Figura 13: Caminhão simples. Fonte: MALINOVSKI, 2005. ....	13
Figura 14: Carreta. Fonte: MACHADO <i>et al.</i> , 2000. ....	14
Figura 15: Romeu e Julieta – 3 eixos. Fonte: MALINOVSKI, 2005. ....	14
Figura 16: Bitrem. Fonte: GUERRA, 2013. ....	15
Figura 17: Tritrem. Fonte: MALINOVSKI, 2005. ....	15
Figura 18: Rodotrem. Fonte: GUERRA, 2013. ....	15
Figura 19: Treminhão. Fonte: MERCEDES-BENZ, 2013. ....	16
Figura 20: Caminhões aprovados para o transporte. Fonte: MALINOVSKI, 2010. ....	18
Figura 21: Caminhões que necessitam de autorização especial de trânsito (AET). Fonte: MALINOVSKI, 2010. ....	19
Figura 22: Esquema dos veículos avaliados. Fonte: MALINOVSKI, 2010. ....	25
Figura 23: Quantidade de madeira transportada por mês. ....	33
Figura 24: Custo de transporte por tonelada transportada. ....	34
Figura 25: Componentes do custo total. ....	34

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Receita mensal dos veículos.....	32
Tabela 2: Custo total dos veículos (R\$/mês).....	33
Tabela 3: Resultados dos métodos de análise de investimento. ....	35
Tabela 4: Resumo dos resultados obtidos por veículo. ....	36

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. Objetivo geral .....	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
3.1. Transporte florestal.....	4
3.2. Tipos de transportes de madeira .....	4
3.2.1. Transporte ferroviário.....	4
3.2.2. Transporte hidroviário .....	5
3.2.3. Transporte aeroviário.....	6
3.2.4. Transporte dutoviário .....	7
3.2.5. Transporte rodoviário .....	7
3.3. Veículos utilizados no transporte rodoviário.....	8
3.3.1. Conceitos .....	8
3.3.2. Classificação de veículos quanto à capacidade de carga.....	12
3.3.3. Classificação de veículos quanto à composição veicular .....	13
3.4. Normas impostas ao transporte florestal por rodovias .....	16
3.4.1. Cargas por eixo.....	17
3.4.2. Autorização especial de trânsito (AET) .....	20
3.5. Custos .....	20
3.6. Ferramentas para análise da viabilidade econômica.....	21
3.6.1. Valor Presente Líquido (VPL).....	21
3.6.2. Taxa Interna de Retorno (TIR) .....	22
3.6.3. Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE).....	23
4. MATERIAIS E MÉTODOS .....	24
4.1. Caracterização da empresa e do estudo .....	24
4.2. Coleta dos dados.....	25
4.3. Receitas.....	26
4.4. Custos .....	26
4.4.1. Custos Fixos .....	26

4.4.1.1. Depreciação .....	27
4.4.1.2. Salários de motorista .....	27
4.4.1.3. Licenciamento, IPVA e seguro obrigatório.....	27
4.4.1.4. Custos administrativos.....	28
4.4.1.5. Custo de oportunidade pelo uso do capital (juros) .....	28
4.4.2. Custos Variáveis .....	29
4.4.2.1. Combustíveis .....	29
4.4.2.2. Lubrificantes .....	29
4.4.2.3. Pneus.....	30
4.4.2.4. Manutenção .....	30
4.4.2.5. Pedágios.....	30
4.5. Análise econômica.....	31
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	32
5.1. Receita .....	32
5.2. Custo operacional .....	32
5.3. Análise econômica.....	35
6. CONCLUSÕES.....	37
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	38
ANEXOS .....	41

## 1. INTRODUÇÃO

O setor florestal brasileiro contribui significativamente com a economia brasileira e devido à sua potencialidade, se tornou um dos mais competitivos no cenário mundial. Conforme dados da Bracelpa (2013), a atividade florestal gerou um valor bruto de produção de R\$ 56,3 bilhões em 2012, correspondendo a 5,7% do PIB industrial brasileiro.

Segundo a Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas - ABRAF (2013), em 2012 a área brasileira de plantios de eucaliptos e pinus atingiu 6,66 milhões de hectares, dos quais o cultivo de eucalipto representou 76,6% da área total e o de pinus 23,4%. O consumo brasileiro de madeira em tora para uso industrial proveniente de plantios florestais foi de 182,4 milhões de metros cúbicos, com destaque para o segmento de celulose e papel como principal consumidor (35,2% do total).

Todo esse volume de madeira deve ser transportado da floresta para os locais de consumo. O transporte é um dos serviços indispensáveis para o desenvolvimento da maioria das atividades econômicas, pois é através dele que os insumos suprem as indústrias e os outros consumidores, além de ser, normalmente, elemento considerável no custo final dos produtos.

No setor florestal, toda movimentação de madeira do carreador ou dos pátios de estocagem, até o local de sua utilização (fábrica) denomina-se transporte florestal principal ou transporte secundário. Dentre as formas possíveis desse transporte, a mais utilizada no Brasil ocorre pelo modal rodoviário.

O transporte por rodovias é prevacente devido à ampla cadeia de estradas brasileira. Do total de cargas transportadas, 65% acontecem por rodovias. Na área florestal, o vínculo é ainda maior e o transporte é realizado praticamente por caminhões. A seleção dos veículos baseia-se em fatores como raio de transporte, quantidade de madeira a ser transportada, condições locais da região, capacidade de carga do caminhão e tipos de equipamentos de carga e descarga (MACHADO *et al.*, 2000).

O transporte é o componente que mais sobrecarrega o custo de produção da madeira, podendo ocasionar, em certos casos, um elevado percentual no preço final da madeira posto fábrica. Para Seixas (2001), o transporte vem passando por um acréscimo nas despesas em decorrência da implantação de novas praças de pedágios, maior controle da Lei da Balança

e aumento freqüente nos valores dos combustíveis, chegando a significar, no geral, de 40 a 70% do gasto da madeira colocada na indústria.

A agilidade nos fluxos de transporte, o aumento da concorrência comercial, as reivindicações por qualidade e as perspectivas das pessoas em relação ao meio ambiente são fatores indicados que tornam necessário o estudo e o desenvolvimento de medidas de tomada de decisão, que auxiliem na organização do transporte secundário (SOUSA, 2000).

Como a atividade de transporte florestal representa uma parcela expressiva nos custos da madeira colocada na indústria, faz-se necessário determinar meios para reduzir esses desembolsos e aumentar a eficiência de toda cadeia produtiva florestal. Deste modo, o setor precisa ter suas atividades aperfeiçoadas através do investimento em veículos mais rentáveis, assim como o aprimoramento das técnicas empregadas.

Neste contexto, torna-se necessário uma análise rigorosa e bem estruturada dos diferentes tipos de caminhões empregados no transporte florestal. A escolha da melhor composição veicular de carga vai depender da alternativa econômica e operacionalmente mais vantajosa, e assim, garantir maior competitividade para as indústrias.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Este trabalho tem como objetivo avaliar economicamente três tipos de composições veiculares de carga (Romeu e Julieta 3 eixos, Romeu e Julieta 4 eixos e bitrem) utilizadas no transporte de tora.

### **2.2. Objetivos específicos**

Este trabalho tem como objetivos específicos:

- Analisar as restrições operacionais dos diferentes tipos de caminhões empregados no transporte florestal;
- Encontrar a composição mais vantajosa;
- Fornecer dados que apóiem na seleção de investimentos futuros.

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1. Transporte florestal**

O transporte é um serviço de consumo intermediário que movimenta cargas entre diferentes lugares, sendo um dos fatores estratégicos para o desenvolvimento e a sustentabilidade do sistema socioeconômico (MACHADO *et al.*, 2000).

Segundo Sousa (2000), o setor florestal é composto por duas fases de transporte da matéria-prima madeira. A primeira, conhecida como transporte primário ou extração, fornece a madeira em um pátio intermediário ou na beira da estrada, facilitando a entrada e o carregamento dos veículos. A segunda fase é chamada de transporte principal ou secundário que vai do pátio intermediário até o estoque de matéria-prima da indústria.

#### **3.2. Tipos de transportes de madeira**

De acordo com Machado *et al.* (2000), o transporte florestal pode ser realizado pelo modal ferroviário, hidroviário, aeroviário, dutoviário e rodoviário.

##### **3.2.1. Transporte ferroviário**

Realizado em vias férreas com a utilização de locomotivas atreladas em vagões (Figura 1). O transporte florestal ferroviário é extremamente raro no Brasil, devido à pequena disponibilidade de ferrovias próximas aos povoados florestais.

Conforme Machado *et al.* (2000), a principal vantagem deste sistema é a grande capacidade de carga do trem em relação ao seu consumo de energia e ao desgaste de seus equipamentos. Os maiores problemas que dificultam o transporte ferroviário no Brasil, entre

outros fatores, são: diversidade de bitolas, a pequena extensão relativa da rede ferroviária e sua inflexibilidade de rotas.



Figura 1: Trem utilizado no transporte florestal. Fonte: MACHADO *et al.*, 2000.

### 3.2.2. Transporte hidroviário

Transporte realizado por intermédio de embarcações como navios, barcos, balsas, ou por livre flutuação da madeira. As principais formas de transporte hidroviário correspondem ao marítimo (Figura 2), fluvial e lacustre.

Segundo Machado *et al.* (2000), as principais vantagens deste sistema são:

- baixo investimento inicial no preparo das vias;
- elevada capacidade de carga.

E as desvantagens são:

- baixa velocidade de operação;
- limitação pela existência de rios e canais navegáveis.



Figura 2: Transporte marítimo de tora. Fonte: FIBRIA, 2013.

### 3.2.3. Transporte aeroviário

Este modal se caracteriza pela utilização de aviões, helicópteros (Figura 3), balões e teleférico. No Brasil, a participação do transporte aeroviário é muito pequena na área florestal, devido ao seu elevado custo.

As vantagens, de acordo com Machado *et al.* (2000), desse meio de transporte são a economia de tempo, a redução da necessidade de construção de estradas e rodovias e a flexibilidade de rota, permitindo o transporte da madeira em locais de difícil acesso.

O transporte aeroviário pode ser uma alternativa em regiões onde o movimento não demonstra a necessidade de implantação de outros meios de transporte. Esse modal depende que a exploração seja economicamente viável (MENDES NETO, 2005).



Figura 3: Transporte aeroviário de madeira. Fonte: MACHADO *et al.*, 2000.

### 3.2.4. Transporte dutoviário

O transporte de madeira através deste método é realizado em dutos (Figura 4). No setor florestal, essa modalidade é pouco empregada. A utilização desse sistema exige a fragmentação da madeira em cavacos, para que a mesma possa ser transportada.

Os principais benefícios deste sistema são o baixo custo de transporte, a eliminação de amplas áreas de estoque e a baixa influência das condições topográficas e climáticas. E as inconveniências são a exigência de uma elevada quantidade para ser executável e a necessidade de um elevado investimento inicial (MACHADO *et al.*, 2000).



Figura 4: Cavacoduto. Fonte: MACHADO *et al.*, 2000.

### 3.2.5. Transporte rodoviário

No setor florestal, o transporte por rodovias é o modal principal do país, devido à ampla cadeia de estradas, à existência de equipamentos com diversas capacidades de carga, à menor aplicação inicial, à versatilidade e à disponibilidade de caminhos alternativos. Este tipo de transporte é realizado por caminhões de diferentes tipos (MACHADO *et al.*, 2000).

Para Berger *et al.* (2003), 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 diferentes pontos, conforme ilustra a Figura 5.

Segundo Silva (2007), estudos sobre o transporte florestal rodoviário devem ser conduzidos para identificar qual o tipo de veículo mais indicado para se transportar madeira de determinada região ou empresa, tendo como finalidade aumentar a eficiência do transporte através de uma melhor organização e racionalização das operações.



Figura 5: Caminhão florestal. Fonte: MACHADO *et al.*, 2000.

### 3.3. Veículos utilizados no transporte rodoviário

#### 3.3.1. Conceitos

Machado *et al.* (2000) apresentam alguns conceitos relacionados aos veículos utilizados no transporte:

- Veículo: qualquer meio utilizado para transportar cargas de um lugar para outro.
- Caminhão: veículo automotor utilizado no transporte de cargas, respeitando o limite máximo de carga por eixo (Figura 6).



Figura 6: Caminhão utilizado no transporte de madeira. Fonte: SCANIA, 2013.

- Cavalo-mecânico: unidade tratora responsável por tracionar um ou mais semi-reboques (Figura 7).



Figura 7: Cavalo-mecânico. Fonte: MACHADO *et al.*, 2000.

- Reboque: equipamento de dois ou mais eixos, sendo indispensável um caminhão simples para tracioná-lo (Figura 8).



Figura 8: Reboque. Fonte: MALINOVSKI, 2005.

- Semi-reboque: equipamento composto por um ou mais eixos traseiros, que se movimenta apoiado no cavalo-mecânico de forma articulada (Figura 9).



Figura 9: Semi-reboque. Fonte: SIEPIERSKI, 2013.

- Veículo articulado: veículo composto por um cavalo-mecânico e semi-reboque (Figura 10).



Figura 10: Veículo articulado. Fonte: ROMERO, 2009.

- Veículo conjugado: composto por dois ou mais equipamentos, sendo o primeiro um caminhão simples e a(s) outra(s) unidade(s) reboque(s). (Figura 11).



Figura 11: Veículo conjugado. Fonte: MALINOVSKI, 2005.

- Quinta-roda: sistema de acoplamento responsável pela articulação entre o cavalo-mecânico e o semi-reboque, localizado sobre o eixo-trator do cavalo-mecânico (Figura 12).



Figura 12: Quinta-roda. Fonte: JOST, 2013.

- Tara de veículo: peso do veículo vazio, considerando todos os equipamentos necessários para sua operação.
- Carga útil: corresponde ao peso total da carga a ser transportada, ou seja, peso total do veículo menos a tara.
- Peso bruto total (PBT): peso máximo (carga + tara) que o equipamento suporta, sendo que o valor é especificado pelo fabricante.
- Peso bruto total combinado (PBTC): peso máximo suportado por uma composição veicular de carga.
- Capacidade de carga por eixo: peso máximo em cada eixo do veículo conforme determina a legislação.
- Capacidade máxima de tração (CMT): corresponde ao máximo de peso total (PBT ou PBTC) que um veículo pode tracionar.

### 3.3.2. Classificação de veículos quanto à capacidade de carga

Machado *et al.* (2000) descrevem os veículos em relação à capacidade de carga do seguinte modo:

- Leve: caminhão simples, sendo 10 toneladas o limite máximo de carga;
- Médio: caminhão simples, com o limite de carga variando de 10 a 20 toneladas;

- Semi-pesado: pode ser caminhão simples, articulado ou conjugado, com capacidade de carga de 20 a 30 toneladas;
- Pesado: pode ser articulado ou conjugado, com capacidade de carga variando de 30 a 40 toneladas; e
- Extrapesado: apresenta capacidade de carga acima de 40 toneladas.

### 3.3.3. Classificação de veículos quanto à composição veicular

Conforme Machado *et al.* (2000), os tipos de veículos utilizados no transporte de madeira pelo modal rodoviário se classificam, em relação à composição veicular, como:

- Caminhão simples: possui uma única unidade tratora e transportadora com tração que pode ser 4x2, 4x4, 6x2 ou 6x4 (Figura 13).



Figura 13: Caminhão simples. Fonte: MALINOVSKI, 2005.

- Articulado (Carreta): formado pelo cavalo-mecânico, com tração 4x2, 6x2 ou 6x4 e um semi-reboque (Figura 14).



Figura 14: Carreta. Fonte: MACHADO *et al.*, 2000.

- Conjugado (Biminhão ou Romeu e Julieta): constitui-se de um caminhão simples e um reboque (Figura 15).



Figura 15: Romeu e Julieta – 3 eixos. Fonte: MALINOVSKI, 2005.

- Bitrem: conjunto formado por um cavalo-mecânico e dois semi-reboques (Figura 16).



Figura 16: Bitrem. Fonte: GUERRA, 2013.

- Tritrem: conjunto formado por um cavalo-mecânico e três semi-reboques (Figura 17).



Figura 17: Tritrem. Fonte: MALINOVSKI, 2005.

- Rodotrem: constitui-se da combinação de um cavalo-mecânico, de um semi-reboque e um reboque (Figura 18).



Figura 18: Rodotrem. Fonte: GUERRA, 2013.

- Treminhão: composto de um caminhão simples e dois reboques (Figura 19).



Figura 19: Treminhão. Fonte: MERCEDES-BENZ, 2013.

Malinovski e Perdoncini (1990) relatam que o tipo de tração mais encontrada no transporte de madeira eram os 4x4 e 6x4, mas acontecendo o emprego dos 4x2 e 6x2, basicamente em locais de planície ou em caminhões que transportam madeira temporariamente.

O transporte de madeira, na maioria das vezes, é feito com a utilização de composições veiculares de carga de forma articulada ou conjugada, e também com caminhões simples. Com a atualização dos equipamentos empregados no transporte, o transporte rodoviário de madeira foi favorecido pela entrada de caminhões com maior força e maior capacidade de carga, aprimorando esse serviço (ESTRADAS..., 2013).

### 3.4. Normas impostas ao transporte florestal por rodovias

O transporte de madeira está ligado às leis de transporte de cargas vigentes no Brasil, uma vez que não existem normas ou legislação específicas para transporte de produtos florestais. As leis estão incluídas no Código Nacional de Trânsito, Lei nº 9503, de 23 de setembro de 1997. Contudo, as leis são dinâmicas e podem sofrer mudanças a qualquer momento (MACHADO *et al.*, 2000).

De acordo com Malinovski (2010), a resolução N° 246 do CONTRAN, de 27 de julho de 2007, estabelece condições de segurança para o transporte de madeira bruta por veículo de carga. Esta norma considera tora como a madeira bruta com comprimento maior que 2,50 metros, e registra que estas devem ser transportadas no sentido longitudinal do veículo, com disposição vertical ou piramidal (triangular). As toras precisam estar obrigatoriamente confinadas, para o transporte vertical, com painéis na frente e na traseira da carroceria do veículo, menos para os veículos extensíveis com toras acima de 8 metros de comprimento, para os quais são dispensáveis os painéis traseiros. As toras também precisam estar apoiadas em reforços laterais metálicos, perpendicularmente ao plano do assoalho da carroceria do veículo (fueiros) sendo necessários dois apoios de cada lado, no mínimo, para cada tora ou pacote de toras. A madeira deve permanecer amarrada com cabo de aço ou cordas de poliéster, com capacidade mínima de ruptura à tração de 3.000 kgf, apertadas por aparelho pneumático auto-ajustável ou catracas presas na carroceria do caminhão.

#### **3.4.1. Cargas por eixo**

A legislação referente à Lei da Balança estabelece a carga máxima por eixo (estrutura de pesos no veículo) e as dimensões necessárias ao transporte rodoviário de cargas, através de um conjunto de códigos, resoluções e portarias.

Conforme Malinovski (2010) descreve, a portaria n° 86 de 20 de dezembro de 2006, emitida pelo DENATRAN, aprova as configurações dos caminhões utilizados no transporte de carga, com os seus relativos limites de dimensão, de peso bruto total (PBT), de peso bruto total combinado (PBTC) e de carga por eixo (Figuras 20 e 21).




































COMPOSIÇÕES		Peso máximo por eixo ou conjunto de eixos (t)	PBT E PBTC (t)						Comprimento máximo (m)
			Comprimento total (metros)						
			inferior ou igual a 14,0	inferior a 16,0	superior ou igual a 16,0	inferior a 17,5	superior ou igual a 17,5	superior a 19,8	
Caminhão		6-10-16	16						14,0
		6-17-23	23						
		12-17-29	29						
Caminhão + ar m-reboque		6-10-10-26		26	26				18,6
		6-10-17-33		33	33				
		6-10-10-10-36		36	36				
		6-10-25,5-41,5		41,5	41,5				
		6-10-10-17-43		43	43				
		6-10-10-10-10-46		45	46				
		6-17-10-33		33	33				
		6-17-17-40		40	40				
		6-17-10-10-43		43	43				
		6-17-25,5-48,5		45	48,5				
		6-17-10-17-50		45	50				
		6-17-10-10-10-53		45	53				
Caminhão + reboque		6-10-10-10-36				36	36		19,8
		6-10-10-17-43				43	43		
		6-17-10-10-43				43	43		
		12-17-10-10-49				45	49		
		6-10-17-17-50				45	50		
		6-17-10-17-50				45	50		
		12-17-10-17-56				45	56		
		6-17-17-17-57				45	57		
Caminhão + semi-reboque + reboque		6-10-10-10-10-46				45	46		19,8
		6-17-10-10-10-53				45	53		
		6-10-17-10-10-53				45	53		
		6-10-10-17-10-53				45	53		
		6-10-10-10-17-53				45	53		
Caminhão + 2 ar m-reboque		6-10-10-10-36				36	36		19,8
		6-17-10-10-43				43	43		
		6-10-17-10-43				43	43		
		6-10-10-17-43				43	43		
		6-17-10-17-50				45	50		
		6-17-17-10-50				45	50		
		6-10-17-17-50				45	50		

Figura 20: Caminhões aprovados para o transporte. Fonte: MALINOVSKI, 2010.

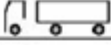
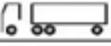
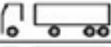
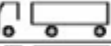



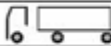


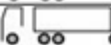
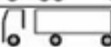
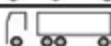
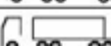
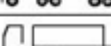
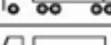
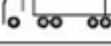
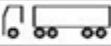
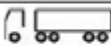

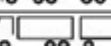
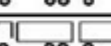
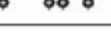
COMPOSIÇÕES QUE NECESSITAM DE AUTORIZAÇÃO ESPECIAL DE TRÂNSITO - AET										
Caminhão + semi-reboque + reboque		6-10-10-10-10-46							46	30,0
		6-17-10-10-10-53							53	
		6-10-17-10-10-53							53	
		6-10-10-17-10-53							53	
		6-10-10-10-17-53							53	
Caminhão + 2 semi-reboque		6-10-10-10-36							36	30,0
		6-17-10-10-43							43	
		6-10-17-10-43							43	
		6-10-10-17-43							43	
		6-17-10-17-50							50	
		6-17-17-10-50							50	
		6-10-17-17-50							50	
Caminhão + 2 semi-reboque		6-17-17-17-57							57	30,0
		6-17-25,5-17 = 65,5							65,5	
		6-17-17+25,5= 65,5							65,5	
Caminhão + 2 semi-reboque		6-17-25,5-25,5= 74							74	30,0
		6-17-17-10-10= 60							60	
		6-17-17-10-17= 67							67	
Caminhão + semi-reboque + reboque		6-17-17-17-17= 74							74	30,0
		6-17-10-10-10= 63							63	
Caminhão + 2 reboque		6-17-10-17-10-10= 70							70	30,0
		6-17-10-10-10= 63							63	
Caminhão +3 semi-reboque		6-17-17-17-17= 74							74	30,0

Figura 21: Caminhões que necessitam de autorização especial de trânsito (AET). Fonte:

MALINOVSKI, 2010.

Para Seixas (2001), 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.

Conforme Saab Scania (1985), nos caminhões é indispensável um menor peso do veículo vazio para elevar a carga líquida, visto que pela legislação, o equipamento é restrito a um peso bruto total ou a um peso bruto total combinado.

### 3.4.2. Autorização especial de trânsito (AET)

A resolução 68/98 segundo Machado *et al.*(2000), determina quais os veículos de transporte rodoviário que precisam de AET para rodarem. Os caminhões que precisam de AET são as combinações veiculares de carga (CVC) compostas por mais de dois equipamentos, incluindo o veículo automotor (ex.: rodotrem, treminhão e tritem), além de CVCs com comprimento superior a 19,80 metros. Estes veículos combinados deverão respeitar o PBTC de até 74 toneladas, o comprimento máximo de 30 metros e a capacidade de carga por eixo.

Para os veículos que possuem CVCs, segundo os mesmos autores, são exigidos como equipamentos de segurança: sistema de acoplamento dos veículos do tipo automático e reforçado com correntes ou cabos de aço; freios interligados a todas as unidades; indicação na traseira, apontando-o como veículo longo; e lanternas laterais em intervalos de 3 m, em todo o comprimento do conjunto.

### 3.5. Custos

Seixas e Widmer (1993) afirmam que o custo com transporte corresponde, para determinadas instituições, entre 38% e 66% do gasto final de aquisição colocado na indústria.

As divergências em volume, massa e forma entre a matéria-prima madeira e os produtos finais no arranjo da carga, juntamente com a característica predominante de baixo preço unitário da madeira, esclarecem a alta participação das despesas do transporte no custo do produto final (SOUSA, 2000).

O custo da operação de transporte florestal depende, entre outros fatores, da distância, da existência de frete de retorno, das condições e manutenção das estradas, da construção de estradas, das operações de carga e descarga, dos tempos de espera, do volume de carga transportada por combinação de veículo e do consumo de combustível (COSTA *et al.*, 2003).

Berger *et al.* (2003) descrevem que como o transporte da madeira é uma das atividades que mais geram despesas dentro de uma empresa de base florestal, torna-se indispensável uma tomada de decisão visando a minimização dos custos.

De acordo com Zatta *et al.* (2002), compreender a forma que os gastos modificam e dividir custos fixos e variáveis, são muito importantes para auxiliar a administração. Os cargos administrativos necessitam da noção de como as despesas se comportam e comportarão.

O custo fixo total representa os custos que não alteram com a produção, independente do uso dos veículos florestais e os custos variáveis se alteram diretamente de acordo com a produção e dependem do uso dos veículos florestais (LACOWICZ *et al.*, 2002).

Freitas *et al.* (2004) afirmam que é complicado avaliar a eficácia de determinada metodologia, dentre as várias formas de estimar o custo operacional, devendo-se, em contrapartida, atentar para a escolha de um procedimento adequado com o tipo de equipamento a ser utilizado.

### **3.6. Ferramentas para análise da viabilidade econômica**

Segundo Casarotto Filho e Kopittke (2007), os métodos básicos da análise de investimento são: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE). Os métodos citados levam ao mesmo resultado, porém cada um se adapta melhor a determinado problema.

Para avaliar as melhores alternativas de investimento, estabelecem a adoção de uma taxa de juros básica, que é a Taxa Mínima de Atratividade (TMA). Essa taxa representa a mínima rentabilidade pretendida em um investimento (TORRES, 2004).

#### **3.6.1. Valor Presente Líquido (VPL)**

Segundo Malinovski *et al.* (2011), o Valor Presente Líquido corresponde ao cálculo do valor presente de pagamentos futuros, descontados a uma taxa de juros apropriada, menos o

custo do investimento inicial. Consiste no valor dos fluxos financeiros trazidos à data zero do investimento. O VPL corresponde à seguinte fórmula matemática:

$$VPL = C_0 + \sum_{n=1}^n \frac{C_n}{(1+i)^t} \quad (1)$$

onde:

$C_0$  = Custo do investimento inicial;

$C_n$  = Fluxo de caixa durante o período  $n$ ;

$n$  = Número de períodos;

$i$  = Taxa de juros;

$t$  = Período de ocorrência.

Se VPL for positivo, então o valor investido será recuperado e haverá um ganho. Se VPL for zero significa que aplicar ou não, não fará diferença. Agora se VPL for negativo significa que o investidor estará recebendo um valor menor que o valor investido, então não se deve aplicar neste investimento.

### 3.6.2. Taxa Interna de Retorno (TIR)

Malinovski *et al.* (2011) definem a Taxa Interna de Retorno como o cálculo da taxa de desconto que, aplicada a uma série de entradas e saídas de caixa, iguala o fluxo a zero. Simplificando, é a taxa que zera o Valor Presente Líquido. Sua fórmula é dada por:

$$\sum_{j=0}^n R_j (1 + TIR)^{-j} = \sum_{j=0}^n C_j (1 + TIR)^{-j} \quad (2)$$

onde:

$R_j$  = Receita ocorrida no período  $j$ ;

$C_j$  = Custo ocorrido no período  $j$ ;

$i$  = Taxa de juros (% ao ano);

$j$  = Período de ocorrência de receita ou custo (anos);

$n$  = Número máximo de períodos (anos).

Se a TIR de um investimento for: maior do que a TMA, representa que o investimento é viável financeiramente; menor do que a TMA, o projeto pode ser desconsiderado, pois o investimento não é viável financeiramente.

### 3.6.3. Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE)

Conforme Malinovski *et al.* (2011), o Valor Anual Uniforme Equivalente corresponde na distribuição de todos os valores no fluxo de caixa ao longo de sua vida útil, transformando-os em uma única série uniforme de pagamentos e ou recebimentos. Sua fórmula é calculada por período em um somatório, que compreenderá o benefício ou pagamento, a partir de seu investimento inicial ( $C_0$ ) somado a todos os pagamentos (P) daquele período a um dado juro ( $i$ ) do período, somado as receitas (R) obtidas no mesmo período por um dado juro ( $i$ ) referente do período estudado:

$$VAUE = C_0 + (P \cdot i) + (R \cdot i) \quad (3)$$

Se o VAUE for maior ou igual a zero, o projeto pode ser aceito. Se o VAUE for negativo, rejeita-se o projeto.

## **4. MATERIAIS E MÉTODOS**

Para o desenvolvimento deste trabalho a metodologia utilizada compreendeu-se, inicialmente, em um levantamento bibliográfico do assunto em questão: o transporte rodoviário de madeira. Inseridos neste levantamento estão os tipos de transporte de madeira, os veículos utilizados no transporte rodoviário florestal, as normas legais aplicáveis ao setor, além do custo do transporte principal, fator responsável por uma parcela expressiva no valor final da madeira colocada nos pátios das fábricas.

Além da revisão bibliográfica, foi realizado um estudo de caso. O estudo teve como ponto inicial a coleta dos dados necessários para a composição dos custos e receitas do transporte florestal, e deste modo, realizar a análise econômica das composições veiculares empregadas no transporte de madeira.

### **4.1. Caracterização da empresa e do estudo**

O estudo foi realizado no município de Buri, região Sudoeste do Estado de São Paulo, em uma serraria que atua na produção de madeira serrada para a construção civil, no comércio de cavaco e no transporte de madeira. O setor de transporte é responsável pelo abastecimento de matéria-prima para a serraria. A frota própria de caminhões é composta por seis veículos de diferentes configurações.

Para alcançar os objetivos propostos neste trabalho, foram considerados no estudo três tipos diferentes de composições veiculares de carga para a realização do transporte de tora: Romeu e Julieta 3 eixos, Romeu e Julieta 4 eixos e bitrem. A Figura 22 mostra os modelos dos veículos que foram utilizados neste estudo com as respectivas capacidades de carga.

É necessário observar que os dados foram obtidos com base nos fatos apresentados pela empresa. O acompanhamento das atividades ocorreu durante o segundo semestre de 2013.

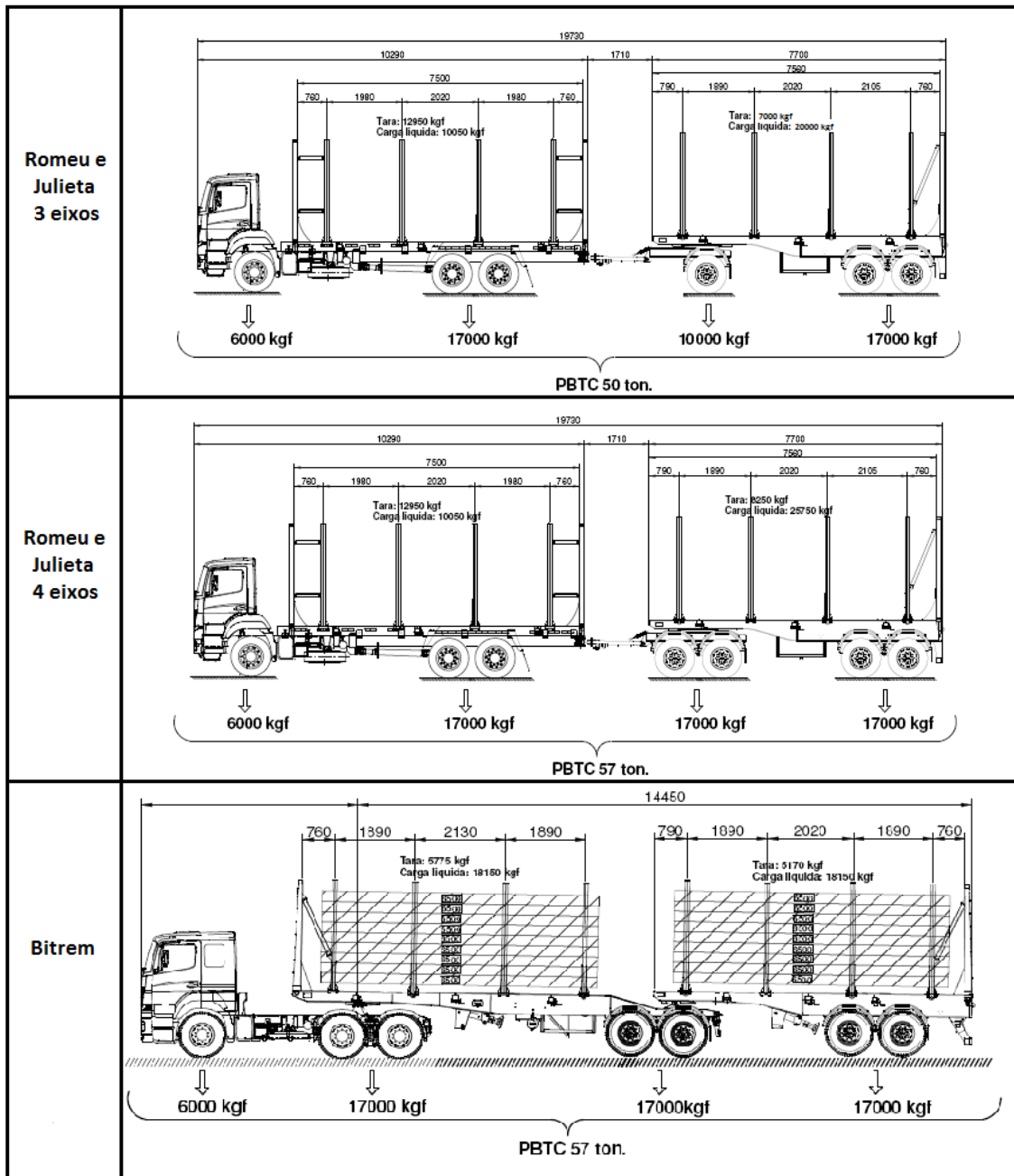


Figura 22: Esquema dos veículos avaliados. Fonte: MALINOVSKI, 2010.

#### 4.2. Coleta dos dados

Realizou-se um estudo detalhado sobre cada composição veicular coletando-se dados durante dois meses (Agosto e Setembro de 2013). Nesse estudo, foram levantadas

informações referentes às características dos veículos utilizados, aos custos incorridos na realização do transporte de toras, às particularidades envolvidas na realização da atividade e às receitas geradas pela prestação do serviço. Os dados obtidos foram, posteriormente, organizados em planilha eletrônica no programa de computador Microsoft Excel 2007®, conforme demonstrado no Anexo I, para a realização das análises.

### **4.3. Receitas**

Malinovski (2010) define receita como o resultado de uma atividade, isto é, o preço de cada unidade multiplicado pela quantidade produzida.

Assim, a receita mensal de cada composição veicular será obtida pela multiplicação entre o preço por tonelada, a quantidade de carga transportada (tonelada) e o número de viagens mensais.

### **4.4. Custos**

Para Machado *et al.* (2000), a compreensão do custo operacional de máquinas é de grande importância na tomada de decisão, contribuindo, de forma essencial, no controle e no planejamento do uso dessas ferramentas de trabalho.

O custo total se refere a todos os custos envolvidos no processo e, geralmente, é dividido em custos fixos e custos variáveis.

#### **4.4.1. Custos Fixos**

Berger *et al.* (2003) definem os custos fixos como aqueles que não alteram com a produção, ou seja, mantêm-se permanentes, independente do uso do equipamento.

Como custos fixos, foram considerados: depreciação, salário de motorista, licenciamento, IPVA, seguro obrigatório, custos administrativos, taxa de juro.

#### **4.4.1.1. Depreciação**

A depreciação corresponde à desvalorização de um equipamento ao longo de seu período de uso. A depreciação foi calculada pela seguinte expressão:

$$D = (VA - VR)/n \quad (4)$$

onde:

D= Depreciação (em R\$/mês);

VA = Valor de aquisição;

VR = Valor residual;

n= Vida útil (em meses).

#### **4.4.1.2. Salários de motorista**

A remuneração mensal dos motoristas foi obtida junto ao setor de recursos humanos, sendo que estes salários são compostos por salário e encargos mensais.

#### **4.4.1.3. Licenciamento, IPVA e seguro obrigatório**

Essas despesas correspondem a valores pagos ao governo. A empresa forneceu dados referentes ao valor anual do licenciamento, do IPVA e do seguro obrigatório. Para o cálculo deste custo mensal utilizou-se a seguinte fórmula:

$$CLIS = (VL + VI + VS) / 12 \quad (5)$$

onde:

CLIS = Custos do licenciamento, IPVA e seguro obrigatório (R\$/mês);

VL = Valor do licenciamento;

VI = Valor do IPVA;

VS = Valor do seguro obrigatório.

#### 4.4.1.4. Custos administrativos

São os custos indiretos relacionados com a administração do trabalho e com o equipamento. Corresponde aos custos do pessoal da gerência e encargos.

A empresa forneceu o custo administrativo mensal referente ao transporte florestal. Esse valor foi dividido pelo número de caminhões, encontrando assim o custo administrativo mensal de cada veículo.

#### 4.4.1.5. Custo de oportunidade pelo uso do capital (juros)

Malinovski (2010) considera o custo de oportunidade como o valor que o capital empregado no negócio estaria rendendo no seu melhor uso alternativo.

Segundo Machado *et al.* (2000), os juros podem ser calculados pela seguinte expressão:

$$J = VA \times i \times f \quad (6)$$

onde:

J = Juros;

VA = Valor de aquisição;

i = taxa de juros;

f = fator responsável pela correção do valor do equipamento devido à depreciação (0,6).

Neste trabalho, foi utilizada a taxa de juros de 0,58% a.m., que corresponde à taxa da poupança na data de estudo.

#### 4.4.2. Custos Variáveis

Os custos variáveis modificam diretamente com a proporção de trabalho e dependem do uso do equipamento. Como custos variáveis, foram considerados: combustíveis, lubrificantes, pneus, manutenção e pedágios.

##### 4.4.2.1. Combustíveis

A empresa forneceu informações do consumo de cada veículo, assim como, o preço do diesel e a distância percorrida mensalmente. O custo mensal de combustível foi calculado através da seguinte fórmula:

$$CC = P \times K \times (1/M) \quad (7)$$

onde:

CC = Custo de combustível (em R\$/mês);

P = Preço por litro de combustível;

K = Quilometragem mensal do veículo;

M = Consumo de combustível do veículo (média).

##### 4.4.2.2. Lubrificantes

Segundo Machado *et al.* (2000), o custo de lubrificantes pode ser calculado da seguinte maneira:

$$LU = CC \times Fc \quad (8)$$

onde:

LU = Custo de lubrificantes (R\$/mês);

CC = Custo de combustível;

Fc = Fator de correção (20%).

#### 4.4.2.3. Pneus

Conforme Berger *et al.* (2003), o custo de pneus e recapagens pode ser calculado pela expressão abaixo:

$$CP = (Pp + Pc + Pr) \times Np \times 0,1 \quad (9)$$

onde:

CP = Custo de pneus e recapagens;

Pp = Preço dos pneus;

Pc = Preço de conserto;

Pr = Preço de recapagem;

Np = Número de pneus.

O valor 0,1 no final da expressão refere-se a um coeficiente de segurança para pneus perdidos.

#### 4.4.2.4. Manutenção

O custo de manutenção dos caminhões foi obtido com a assistência do setor administrativo da empresa. Foram consideradas despesas com oficina, peças e duas lavagens mensais de cada veículo.

#### 4.4.2.5. Pedágios

O cálculo do custo mensal do pedágio é feito utilizando-se a somatória do preço por eixo, o número de eixos de cada composição veicular e o número de viagens mensais.

#### **4.5. Análise econômica**

Com as informações das receitas e os dados do custo do transporte pelos diferentes caminhões, foi possível proceder a uma análise econômica e verificar a composição veicular mais vantajosa. A análise econômica foi realizada com base nos seguintes critérios de avaliação: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1. Receita

A partir dos dados de produção do Anexo I, dimensionou-se o rendimento bruto dos caminhões conforme o procedimento apresentado na metodologia. A Tabela 1 apresenta os valores da receita mensal de cada composição veicular. O maior faturamento bruto foi obtido pelo bitrem devido a sua capacidade de carga líquida ser, respeitando a legislação vigente, maior que a dos outros veículos.

Tabela 1: Receita mensal dos veículos.

Tipo de CVC	Preço (R\$) / t	Carga líquida (t)	Nº de viagens	Receita (R\$/mês)
Romeu e Julieta 3 eixos	48,00	30,05	24	34617,60
Romeu e Julieta 4 eixos	48,00	35,8	24	41241,60
Bitrem	48,00	36,3	24	41817,60

### 5.2. Custo operacional

A tabela 2 mostra em detalhes o custo fixo, variável e a composição do custo total dos três veículos em estudos, valores obtidos através dos dados coletados (Anexo I) e da aplicação dessas informações nas respectivas fórmulas (4 a 9) apresentadas nos procedimentos metodológicos.

Tabela 2: Custo total dos veículos (R\$/mês).

Custo operacional	Romeu e Julieta 3 eixos	Romeu e Julieta 4 eixos	Bitrem
<b>Custos fixos:</b>			
Depreciação	3166,67	3416,67	3500,00
Salários de motorista	1473,27	1473,27	1473,27
Licenciamento/ IPVA /seguro obrigatório	457,68	457,68	481,91
Custos administrativos	488,16	488,16	488,16
Custo de oportunidade	1618,20	1705,20	1757,40
<b>Custos variáveis:</b>			
Combustíveis	16770,00	17652,63	14906,67
Lubrificantes	3354,00	3530,53	2981,33
Pneus	3542,00	4186,00	4186,00
Manutenção	500,00	600,00	550,00
Pedágios	1440,00	1680,00	1680,00
<b>Custo total</b>	<b>32809,97</b>	<b>35190,13</b>	<b>32004,74</b>

De acordo com os resultados da Tabela 2, o bitrem apresentou o maior custo fixo dos veículos avaliados devido, principalmente, ao seu alto investimento inicial.

Verifica-se, também, que a composição Romeu e Julieta 4 eixos possui o maior custo total mensal. No entanto, o custo mais elevado não significa que o custo por tonelada colocado na serraria por este caminhão seja o mais elevado. O alto custo total pode ser compensado pela maior quantidade de madeira transportada no mesmo intervalo de tempo.

O custo por tonelada colocado no pátio da serraria é obtido dividindo-se o custo total pela quantidade de madeira transportada por mês. A Figura 23 mostra a quantidade de madeira transportada por mês. A Figura 24 ilustra os valores encontrados do custo por tonelada.

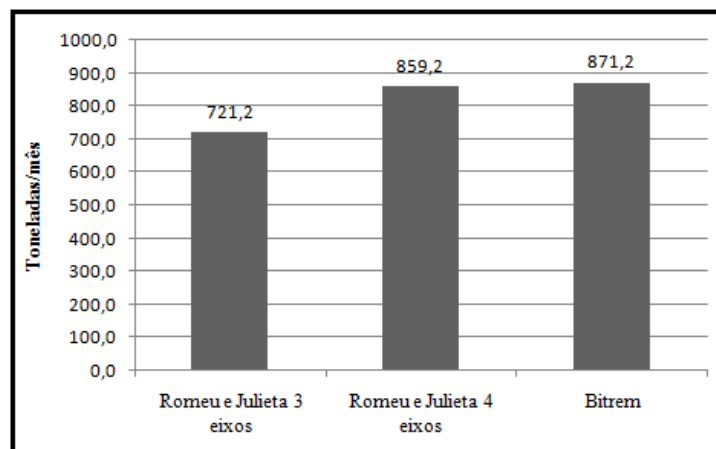


Figura 23: Quantidade de madeira transportada por mês.

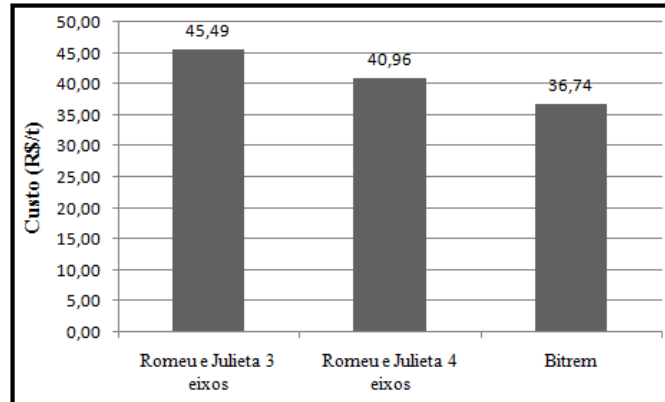


Figura 24: Custo de transporte por tonelada transportada.

Analisando-se as informações apresentadas na Figura 24, observa-se que o bitrem tem o custo por tonelada mais baixo, em consequência, principalmente, da sua maior capacidade de carga líquida. Apesar de ser o veículo com maior custo inicial, a sua capacidade de carga faz com que ocorra um aumento no desempenho operacional.

A Figura 25 ilustra a participação dos itens que compõem o custo total dos diferentes tipos de veículos. Observa-se, nessa figura, que o custo do combustível foi o fator que mais sobrecarregou o custo operacional, apresentando valores significativos nas três composições veiculares avaliadas. Deste modo, um cuidado exclusivo deve ser dado a essa variável visando à redução das despesas. Uma forma de se minimizar essa despesa seria aplicar técnicas de condução econômica. A condução econômica consiste utilização correta do veículo pelo operador, aproveitando os recursos do equipamento da melhor forma possível. Outra forma seria realizar a manutenção dos caminhões rigorosamente conforme estabelece o fabricante.

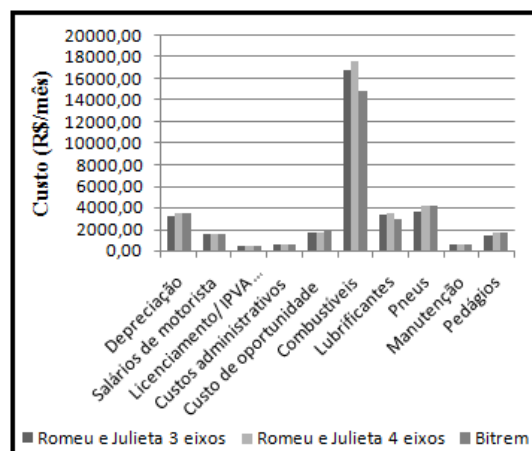


Figura 25: Componentes do custo total.

### 5.3. Análise econômica

Para as análises comparativas foi considerado um período de utilização dos veículos de cinco anos, após esse tempo a empresa renova a frota visando à preservação da produtividade. A rede viária, na rota utilizada, não apresenta restrições operacionais quanto ao tipo de composição veicular analisada, sendo composta principalmente pelo pavimento asfáltico. Ainda, considerou-se para a avaliação de cada tipo veículo uma taxa mínima de atratividade (TMA) de 7,19 % ao ano, que corresponde à remuneração paga pela poupança.

Os resultados das ferramentas para análise da viabilidade econômica são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Resultados dos métodos de análise de investimento.

	Romeu e Julieta 3 eixos	Romeu e Julieta 4 eixos	Bitrem
TMA	7,19% a.a.	7,19% a.a.	7,19% a.a.
TIR	-4%	8%	17%
VPL	R\$ - 182.171,42	R\$ 7.644,59	R\$ 183.842,88
VAUE	R\$ - 44.656,18	R\$ 1.873,94	R\$ 45.065,91

Os indicadores econômicos evidenciam que as composições Romeu e Julieta 4 eixos e bitrem são viáveis economicamente, pois os VPLs e os VAUEs apresentaram-se positivos, e as TIRs estão maiores que a TMA.

Já a composição Romeu e Julieta 3 eixos é inviável, uma vez que os valores das ferramentas de análise demonstraram-se negativos, indicando que o veículo opera em prejuízo econômico. Essas perdas ocorrem, principalmente, devido ao baixo peso bruto total combinado, resultando em uma quantidade de carga líquida transportada inferior que a dos outros caminhões e, conseqüentemente, numa receita menor. Como o custo total é elevado em relação à quantidade de carga transportada, esse veículo gera prejuízo para a empresa.

A composição Romeu e Julieta 4 eixos apresenta a capacidade de carga líquida menor e um consumo de combustível maior em relação ao bitrem. A capacidade de carga líquida é menor devido à tara da composição ser maior e o alto consumo de combustível está relacionado com as configurações do equipamento. Essas duas variáveis, sobretudo,

contribuíram com os valores menores do Romeu e Julieta 4 eixos em comparação com os resultados do bitrem.

O bitrem é a composição veicular que mais gera lucro para a empresa, embora apresente os maiores custos fixos e o maior custo inicial de aquisição. Dentre os diversos fatores, o baixo consumo de combustível e a maior receita obtida colaboraram de forma considerável com o resultado positivo desse caminhão.

Visando melhorar os resultados econômicos obtidos, independente do tipo de veículo, algumas providências podem ser adotadas, como: aumentar o aproveitamento do caminhão utilizando-o carregado na ida e na volta (contratação de fretes de retorno); aumentar a produtividade do veículo adicionando mais turnos; treinamento dos motoristas para aproveitarem ao máximo os recursos oferecidos pelos equipamentos; utilização de rotas com melhores estradas a fim de reduzir os custos de manutenção, pneu e combustível; e realizar manutenção preventiva.

A Tabela 4 apresenta o resumo dos resultados obtidos através da análise das diferentes composições veiculares de carga.

Tabela 4: Resumo dos resultados obtidos por veículo.

	Romeu e Julieta 3 eixos	Romeu e Julieta 4 eixos	Bitrem
Receita (R\$/mês)	34617,60	41241,60	41817,60
Custo fixo (R\$/mês)	7203,97	7540,97	7700,74
Custo variável (R\$/mês)	25606,00	27649,16	24304,00
Custo total (R\$/mês)	32809,97	35190,13	32004,74
TIR	-4%	8%	17%
VPL	-R\$ 182.171,42	R\$ 7.644,59	R\$ 183.842,88
VAUE	-R\$ 44.656,18	R\$ 1.873,94	R\$ 45.065,91
Viabilidade econômica	inviável	viável	viável

## 6. CONCLUSÕES

Realizando o trabalho, analisando os resultados, e tendo como objetivo avaliar economicamente três tipos de composições veiculares de carga utilizadas no transporte de tora conclui-se que:

- Aplicando-se as ferramentas para análise da viabilidade econômica, o bitrem é a composição veicular mais viável financeiramente, por apresentar um Valor Presente Líquido de R\$ 183.842,88, um Valor Anual Uniforme Equivalente de R\$ 45.065,91 e uma Taxa Interna de Retorno de 17%;

- As variáveis consumo de combustível e capacidade de carga tiveram maior influência nos resultados econômicos apresentados e devem ser levadas em consideração para investimentos futuros. Composições veiculares com maior peso bruto total combinado, como o tritrem e o rododrem, devem ser avaliadas, pois apresentam uma capacidade de carga líquida maior e podem proporcionar um menor custo por quantidade de madeira transportada;

- Outro fator relevante é a condição das estradas. Vias com melhores condições de trafegabilidade podem reduzir, consideravelmente, os custos variáveis de combustível, pneu e manutenção;

- Este trabalho serve de apoio para outras empresas que apresentem a mesma realidade estudada e que estejam localizadas na região Sudoeste do Estado de São Paulo.

Portanto, a seleção do veículo mais rentável pode reduzir o custo da madeira colocada na fábrica, aumentar a eficiência da cadeia produtiva florestal e garantir maior competitividade para as empresas, sendo indispensável uma análise rigorosa e organizada das diversas variáveis que compõem o transporte florestal antes de selecionar o tipo de composição veicular.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF 2013**: ano base 2012. Brasília: ABRAF, 2013, 148p.
- 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.
- BRACELPA. **Folha da Bracelpa**. Disponível em: <[http:// www. bracelpa.org.br/bra2/sites/default/files/folha/FolhaBracelpa-009.pdf](http://www.bracelpa.org.br/bra2/sites/default/files/folha/FolhaBracelpa-009.pdf)>. Acesso em: 09 set. 2013.
- CASAROTTO FILHO, N.; KOPITTKE, B. H. **Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial**. 10. ed. SÃO PAULO: Atlas, 2007. 468p.
- COSTA, F. A.; SOUZA, R. A. T.; LEITE, A. M. P. Transporte rodoviário de madeira: um estudo de caso na Amazônia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 6., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** Viçosa, MG: UFV; SIF, 2003. p. 350-362.
- ESTRADAS e transporte florestal. Disponível em: <<http://home.furb.br/erwin/>>. Acesso em: 15 out. 2013.
- FIBRIA. **Notícias**. Disponível em: <[http://www.fibria.com.br /web/pt/midia/ noticias/noticia\\_2012mai16.htm](http://www.fibria.com.br/web/pt/midia/noticias/noticia_2012mai16.htm)>. Acesso em: 15 out. 2013.
- FREITAS, L. C. et al. Estudo comparativo envolvendo três métodos de cálculo de custo operacional do caminhão bitrem. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 28, n. 6, p. 855-863, 2004.
- GUERRA. **Bitrem**. Disponível em: <<http://www.guerra.com.br/produtos/transporte-de-toras/bitrem>>. Acesso em: 15 out. 2013.
- GUERRA. **Rodotrem**. Disponível em: <<http://www.guerra.com.br/produtos/transporte-de-toras/rodotrem>>. Acesso em: 15 out. 2013.
- JOST. **Sala de imprensa**. Disponível em: <<http://jost.com.br/pt/sala-de-imprensa/press-releases/jost-brasil-completa-18-anos>>. Acesso em: 15 out. 2013.
- LACOWICZ, P. G. et al. Minimização dos custos de transporte rodoviário florestal com o uso da programação linear e otimização do processo. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 32, n. 1, 75-87, 2002.
- LEITE, A. M. P.; SOUSA, R. T. M. **Exploração e Transporte Florestal**. Disponível em: <[http://www.academia.edu/3634993/Apostila\\_de\\_Colheita](http://www.academia.edu/3634993/Apostila_de_Colheita)>. Acesso em: 09 set. 2013.
- MACHADO, C. C.; LOPES, E. S.; BIRRO, M. H. **Elementos básicos do transporte florestal rodoviário**. Viçosa: UFV, 2000, 167p.

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

MALINOVSKI, R. A.; ARAÚJO, V. A.; VASCONCELOS, J. S. Análise de viabilidade econômica de um processo de secagem de madeira para empresas madeireiras do sudoeste paulista. **Rev. Ciênc. Ext.** v.7, n.1, p.51, 2011.

MALINOVSKI, R. A. **Modelo matemático para otimização dos custos operacionais de transporte de toras com base na qualidade de estradas**. 2010. 180 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós- Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010. Disponível em: <[http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao/defesas/pdf\\_dr/2010/t294\\_0346-D.pdf](http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao/defesas/pdf_dr/2010/t294_0346-D.pdf)>. Acesso em: 20 out. 2013.

MALINOVSKI, R. **Colheita de Madeira**. Galeria de fotos, 2005. Disponível em: <<http://www.colheitademadeira.com.br/galeria-fotos.html>>. Acesso em: 19 out. 2013.

MENDES NETO, J. **Análise do custo do transporte rodoviário de madeira roliça através da composição de suas variáveis**. 2005. 134 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005. Disponível em: <[http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao/defesas/pdf\\_ms/2005/d426\\_0604-M/](http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao/defesas/pdf_ms/2005/d426_0604-M/)>. Acesso em: 15 out. 2013.

MERCEDES-BENZ. **Mercedes benz company**. Disponível em: <<http://www.mercedes-benz.com.br/ModeloDetalhe.aspx?categoria=171&conteudo=12767>>Acessado em:07 nov.2013.

ROMERO, W. F. **Uma abordagem do transporte de produtos florestais sob a ótica da segurança do trabalho**. 2009. 85 f. Monografia (Especialização) - Curso de Pós Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2009. Disponível em: <[http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CC0QFjAA&url=http://eest.phza.net/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=358&Itemid=17&ei=4X6JUtLiMcy-kQfW2YCIDQ&usg=AFQjCNFfvE15c8rle9xzEk6SqJfWk3\\_b9Q&bvm=bv.56643336,d.eW0](http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CC0QFjAA&url=http://eest.phza.net/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=358&Itemid=17&ei=4X6JUtLiMcy-kQfW2YCIDQ&usg=AFQjCNFfvE15c8rle9xzEk6SqJfWk3_b9Q&bvm=bv.56643336,d.eW0)>. Acesso em: 15 out. 2013.

SAAB, Scania do Brasil Ltda. **Custos Operacionais**. São Bernardo do Campo,1985-1988

SCANIA. **Soluções para o setor florestal**. Disponível em: <<http://www.blog.scania.com.br/blog/?p=1251>>. Acesso em: 15 out. 2013.

SEIXAS, F. Novas tecnologias no transporte rodoviário de madeira. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 5. 2001, Porto Seguro, **Anais...** Porto Seguro, BA: UFV/SIF, 2001.p. 1-27

SEIXAS, F.; WIDMER, J.A. Seleção e dimensionamento da frota de veículos rodoviários para o transporte principal de madeira, utilizando-se de programação linear não inteira. **IPEF – Série Técnica**, v.46, p.107-18, 1993.

SIEPIERSKI. **Semi-reboque florestal**. Disponível em: <<http://www.gsimplemento.com.br/implemento/397/item/119>>. Acesso em: 15 out. 2013.

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.

SOUSA, R. A. T. M. **Análise do fluxo de transporte rodoviário de toras curtas de eucalipto para algumas indústrias de celulose e de chapas de composição no Estado de São Paulo**. 2000. 115 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências, Área de Concentração: Economia Aplicada, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000. Disponível em: <[http://www.ipef.br/servicos/teses/arquivos/sousa\\_ratm.pdf](http://www.ipef.br/servicos/teses/arquivos/sousa_ratm.pdf)>. Acesso em: 09 set. 2013.

TORRES, R. **Matemática Financeira e engenharia econômica: a teoria e a prática**. 2004. 87 f. TCC (Graduação) - Curso de Matemática – Habilitação Licenciatura, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004. Disponível em: <[https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/96657/Roberta\\_Torres.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/96657/Roberta_Torres.pdf?sequence=1)>. Acesso em: 07 nov. 2013.

ZATTA, F. N.; FREIRE, H. V. L.; CASTRO, M. L.; COSER M.B.; ZANQUETTO, H. F. **Custos Indiretos (fixos) versus Receita Operacional Líquida: Um estudo do Setor Elétrico**. 2002. Disponível em: <[eco.unne.edu.ar/contabilidad/costos/VIIIcongreso/192.doc](http://eco.unne.edu.ar/contabilidad/costos/VIIIcongreso/192.doc)>. Acesso em 19/10/2013.

## ANEXOS

Anexo I: Dados dos veículos avaliados.

Dados	RJ3	RJ4	BT
Custo inicial (R\$)	465000,00	490000,00	505000,00
Valor de revenda (R\$)	275000,00	285000,00	295000,00
Período de utilização (anos)	5	5	5
Juros para remuneração do capital (% a.m.)	0,58	0,58	0,58
Preço do pneu novo (R\$)	1210,00	1210,00	1210,00
Preço da recapagem (R\$)	380,00	380,00	380,00
Preço do conserto pneu (R\$)	20,00	20,00	20,00
Número de pneus por conjunto (un)	22	26	26
Consumo de Combustível (km/L)	2,00	1,90	2,25
Preço do Combustível (R\$/L)	2,15	2,15	2,15
Custo de manutenção (R\$/mês)	500,00	600,00	550,00
Salário de motorista (R\$/mês)	1473,27	1473,27	1473,27
Custos administrativos (R\$/mês)	488,16	488,16	488,16
Licenciamento (R\$)	131,72	131,72	197,58
IPVA (R\$)	5250,00	5250,00	5475,00
Seguro obrigatório (R\$)	110,38	110,38	110,38
PBTC (t)	50	57	57
Tara (t)	19,95	21,2	20,7
Carga líquida por viagem (t)	30,05	35,8	36,3
Preço por t transp. (R\$/t)	48,00	48,00	48,00
Distância por viagem (Km/viagem)	650	650	650
Número de viagens (viagens/mês)	24	24	24
Pedágio (R\$/mês)	1440,00	1680,00	1680,00

Legenda: RJ3 – Romeu e Julieta 3 eixos; RJ4 – Romeu e Julieta 4 eixos; BT – Bitrem.