



CERNE

ISSN: 0104-7760

cerne@dcf.ufla.br

Universidade Federal de Lavras  
Brasil

José de Oliveira, Robson; Ribeiro Machado, Raiane; Lopes da Silva, Marcio; Cardoso  
Machado, Carlos

AVALIAÇÃO DOS CUSTOS DE DIFERENTES SISTEMAS LOGÍSTICOS DE  
SUPRIMENTO DE MADEIRA

CERNE, vol. 13, diciembre, 2007, pp. 91-96

Universidade Federal de Lavras  
Lavras, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=74459039015>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

## **AVALIAÇÃO DOS CUSTOS DE DIFERENTES SISTEMAS LOGÍSTICOS DE SUPRIMENTO DE MADEIRA**

Robson José de Oliveira<sup>1</sup>, Raiane Ribeiro Machado<sup>2</sup>, Marcio Lopes da Silva<sup>3</sup>, Carlos Cardoso Machado<sup>3</sup>

(recebido: 5 de outubro de 2006; aceito: 28 de setembro de 2007)

**RESUMO:** Objetivou-se no presente estudo a avaliação de três cenários de transporte com composições veiculares de carga (CVC) e rotas de transporte diferentes, buscando a otimização dos custos do suprimento de madeira via transporte rodoviário. Utilizou-se o Programa TRANSROAD para estimar os custos fixos, variáveis e totais com base na qualidade das estradas e tipo de CVC. Verificou-se que os melhores resultados foram encontrados com as CVCs extrapesada realizando o transporte de madeira diretamente para a indústria.

Palavras-chave: Otimizar, cenários e transporte de madeira.

### **COSTS EVALUATION OF WOOD SUPPLY USING DIFFERENT LOGISTIC SYSTEM**

**ABSTRACT:** *This study evaluated three transport sceneries using truck trailer and different transport route for optimizing wood supplying costs. Different sceneries of logistic system of wood supply were analyzed. A TRANSROAD program was used to determine fixed, variables and total costs for defining the best scenery. It was verified that the best results were found with the extra heavy CVCs for accomplishing the wood transport directly to the industry.*

*Key words: Wood transportation cost, sceneries and wood transport logistic.*

## **1 INTRODUÇÃO**

A administração do sistema logístico de suprimento de madeira das empresas florestais tem sido equacionado e estudado de diferentes formas, não seguindo um padrão predeterminado. Na opinião de Worrel (1959), o transporte é um importante custo a ser considerado no processamento de produtos madeireiros. A tendência é que as indústrias procurem se localizar próximo aos seus centros consumidores, caso os custos de transporte do produto final sejam maiores que os custos de transporte da madeira da floresta até a fábrica. O ideal é que, na definição da localização geográfica de uma indústria do setor florestal, o somatório dos custos de transporte da madeira e do produto final seja minimizado. O caso padrão geral de localização das indústrias florestais é que elas não são orientadas no sentido do consumidor do produto final, uma vez que o processamento industrial arca com as perdas existentes em termos de peso e/ou volume da madeira, o que não ocorre atualmente.

Segundo Council of Logistics Management (2005), entende-se por logística o conjunto de todas as atividades

de movimentação e armazenagem necessárias, de modo a facilitar o fluxo de produtos do ponto de aquisição da matéria-prima até o ponto de consumo final, como também dos fluxos de informação que colocam os produtos em movimento, obtendo níveis de serviço adequados aos clientes, a um custo razoável.

Inicialmente, a logística foi utilizada na área militar de modo a combinar da forma mais eficiente, quanto a tempo, custo e com os recursos disponíveis realizar o deslocamento das tropas e supri-las com armamentos, munição e alimentação durante o trajeto, expondo-as o mínimo possível ao inimigo (MOURA, 2005).

Com uma administração integrada, consegue-se enxergar a logística como um processo, e não como um somatório de atividades isoladas em vários departamentos (RAGO, 2005). Dessa forma, a logística tem o papel de orientar para resultados no todo e não se prender a ganhos isolados (VERLANGIERI, 2005). Com isso, eliminam-se os desperdícios e há melhora considerável no resultado final, o que não pode ser confundido apenas como redução de custos (MOURA, 2005).

<sup>1</sup>Doutorando em Ciência Florestal no Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa – UFV – Campus Universitário – 36571-000 – Viçosa, MG – robinhojo@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Professora da Universidade do Estado do Mato Grosso/UNEMAT – Av. Tancredo Neves, 1095 – 78200-000 – Cáceres, MT.

<sup>3</sup>Professores do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa – UFV, Campus Universitário – 36571-000 – Viçosa, MG – marlosil@ufv.br, machado@ufv.br

O transporte florestal consiste na movimentação de madeira dos pátios ou das margens das estradas até o local de consumo. No Brasil, pode ser realizado por diversos tipos de veículos, em função da distância de transporte, do volume de madeira a ser deslocado, das condições locais da região, da capacidade de carga do veículo e dos tipos de equipamentos de carregamento e descarregamento (MACHADO et al., 2000).

As estradas florestais são as mais importantes vias de acesso às florestas, servindo para viabilizar o tráfego de mão-de-obra e os meios de produção necessários para implantação, proteção, colheita e transporte da madeira e/ou produtos florestais. Essas estradas normalmente têm como principal característica um tráfego reduzido, às vezes temporário, mas de elevado peso, com isso leva a uma deterioração mais rápida da estrada (MACHADO & PEREIRA, 2003).

A rapidez nos fluxos de transporte, a crescente competitividade dos mercados, as exigências de padrões de qualidade e as expectativas da sociedade quanto ao meio ambiente, são apontados como fatores que tornam necessários o desenvolvimento de estudos e pesquisas para processos de tomada de decisão com recursos de otimização, que apoiem a atividade de planejamento do transporte principal de madeira (SOUZA, 2000).

As empresas florestais brasileiras apresentam uma vasta malha de rodovias que visam o estabelecimento, a exploração, a proteção e o transporte de suas madeiras até os pátios de estocagem, aliados ao uso cada vez mais de veículos extrapesados que visam o transporte de um maior número de madeiras em menos viagens. Vêm se buscando rotas e alternativas que minimizem os gastos com transporte (SILVEIRA, 2003).

Existem alguns fatores que influenciam na qualidade das rodovias como: geometria horizontal (GH) que é a sinuosidade horizontal da rodovia; geometria vertical (GV) que é a sinuosidade vertical da rodovia e a irregularidade da superfície de rolamento (QI) que é a rugosidade da superfície da pista de rolamento da rodovia.

Principalmente, objetivou-se neste trabalho identificar o melhor cenário do sistema logístico de suprimento de madeira através do transporte rodoviário, otimizando assim uma rota melhor e determinando um veículo mais apropriado, evitando-se custos desnecessários à empresa.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em um grande empresa florestal na região do Vale do Rio Doce na cidade de Peçanha, pertencente à regional de Guanhães em áreas da CENIBRA – Celulose Nipo-Brasileira S. A. Essa regional tem uma latitude de 18° 46' 48" (S) e longitude de 42° 56' 38" (W), com um relevo que varia de suave ondulado a forte ondulado, apresentando solos profundos, argilosos e férteis e como características de clima apresenta uma precipitação anual em torno de 1184 (mm), umidade relativa de 62% e uma temperatura em média de 27°C. Foi definido um percurso que abrangesse as três categorias de estradas (asfalto, cascalho e terra) com suas respectivas distâncias médias que melhor representam a situação real de uma empresa. Estabeleceu-se quatro cenários para se otimizar o transporte, considerando-se duas composições veiculares de carga (CVCs) (veículo extrapesado e médio) e três qualidades de estrada. A CVC extrapesada utilizada foi o rodotrem e a média foi um caminhão 6x4 (Tabela 1).

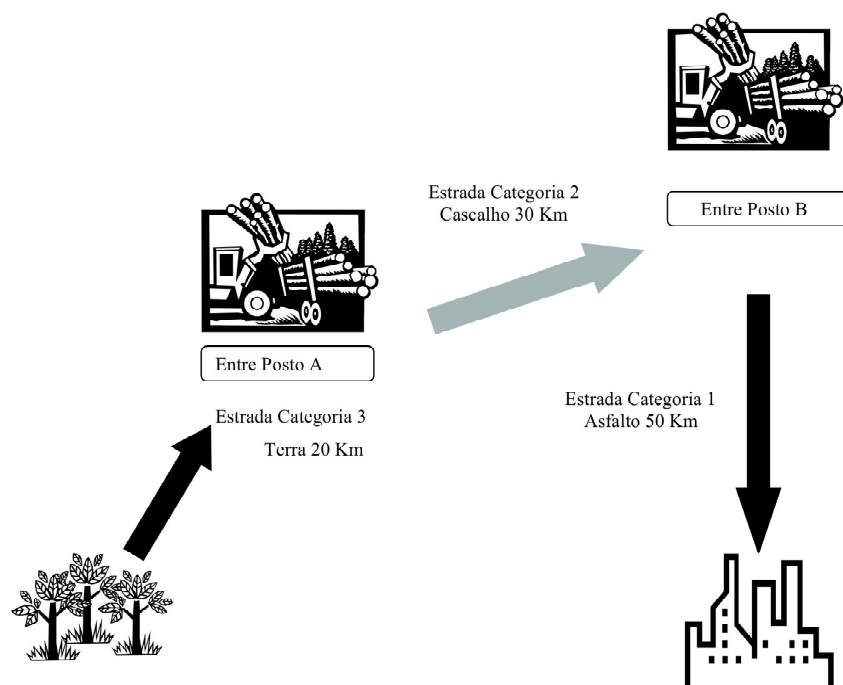
A Figura 1 ilustra a rota percorrida pelas CVCs.

A sistemática de processamento de dados foi baseada no exame de confiabilidade dos dados e pelo uso de um software denominado TRANSROAD. O sistema facilitou as modificações ou manipulações necessárias para o gerenciamento ou análise dos dados, protegendo ao mesmo tempo os dados básicos. Todos os arquivos gerados passaram por um processo de controle de qualidade para obtenção de um banco de dados confiável e dinâmico. Foi utilizado o “software” TRANSROAD nas simulações do inter-relacionamento entre a qualidade das estradas e os custos operacionais de transporte. Com esse software pode-se estimar os custos fixos, variáveis e

**Tabela 1** – Cenários do transporte de madeira.

**Table 1** – Wood transport sceneries.

Cenários	Veículos e Percurso
Cenário 1	Rodotrem ⇒ Todo o percurso (Estradas de categoria 1, 2 e 3)
Cenário 2	Caminhão 6X4 ⇒ Todo o percurso (Estradas de categoria 1, 2 e 3)
Cenário 3	Rodotrem nas estradas categorias 1, 2 e o Caminhão 6X4 na estrada 3
Cenário 4	Rodotrem na estrada de categoria 1 e o Caminhão 6X4 nas estradas 2 e 3



**Figura 1** – Esboço da rota de transporte de madeira.

*Figure 1* – Wood transport route sketch.

totais do transporte da madeira; saindo dos talhões por estradas da categoria 3 (Terra), passando pelo entreposto A, pela estrada da categoria 2 (Cascalho), pelo entreposto B e, finalmente, pela estrada da categoria 1 (Asfalto) chegando-se à fábrica. Foram utilizados os seguintes valores cedidos pela empresa florestal:

- Taxa de juros = 19 % a.a.
- Valor residual dos veículos = 20%.
- Mão de obra de motorista = US\$ 2,8/hora.
- Manutenção = US\$ 2,8/hora.
- Disponibilidade mecânica = 80%.
- Grau de utilização = 80%.
- Jornada de trabalho = 16 horas.
- Preço do combustível = US\$ 0,70/hora.
- Preço do lubrificante = US\$ 8,00/litro.
- Custo de carregamento = US\$ 0,5 /t
- Custo de descarregamento = US\$ 0,5 /t

Na Tabela 2, apresentam-se dados específicos de cada composição veicular de carga, utilizados para estimativa dos custos.

Na Tabela 3, seguem-se os índices de geometria horizontal, vertical e de irregularidade da superfície da rodovia que foram usados como parâmetros para os cenários

e categorias de estrada na análise no Programa Transroad, que foi desenvolvido por Machado (1991), tendo como objetivo simular o custo do transporte em função da qualidade da rodovia variando os veículos envolvidos na operação, a partir de funções estatísticas do Highway Design and Maintenance Standards Model (HDM) (DOMINGUES, 1995). O programa Transroad é uma ferramenta que vem para auxiliar na redução dos custos com transportes e estradas já que ele simula hipóteses de transporte e detecta aquela com menor custo para que a empresa possa por em prática (MACHADO, 1991).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Compilaram-se os resultados de custos simulados pelo Programa Transroad gerando-se diferentes cenários, conforme Figura 2.

O melhor resultado encontrado foi no cenário 1 que utilizou o veículo do tipo rodotrem nos três tipos de estrada, com um valor de US\$ 11,84/tonelada em razão dessa CVC fazer uma melhor distribuição do peso de sua carga nos eixos e acabar tendo um ganho de custo, como ilustrado pela figura 1 ao comparar com outros cenários onde se utilizou outro veículo de transporte.

**Tabela 2** – Dados das CVCs analisadas.**Table 2** – CVCs data analyzed.

CVC Extrapesado (Rodotrem)	Custo de aquisição	US\$ 170.000,00
	Pneus radial	US\$ 500,00
	Carga líquida	47 t
	Peso Bruto Total	74 t
	Relação Potência / Peso	5,14cv / t
	Número de pneus	32
	CVC Médio (Veículo 6x4)	Custo de aquisição
Pneus radial		US\$ 300,00
Carga líquida		14 t
Peso Bruto Total		22t
Relação Potência / Peso		10cv / t
Número de pneus		10

Fonte: (MACHADO & PEREIRA, 2003).

**Tabela 3** – Índices de qualidade das estradas.**Table 3** – Road quality index.

Categorias de estradas	Geometria Vertical (m/km)	Geometria Horizontal (m/km)	Quociente de Irregularidade (m/km)
Asfalto (1)	3	30	35
Cascalho (2)	15	120	90
Terra (3)	40	330	210

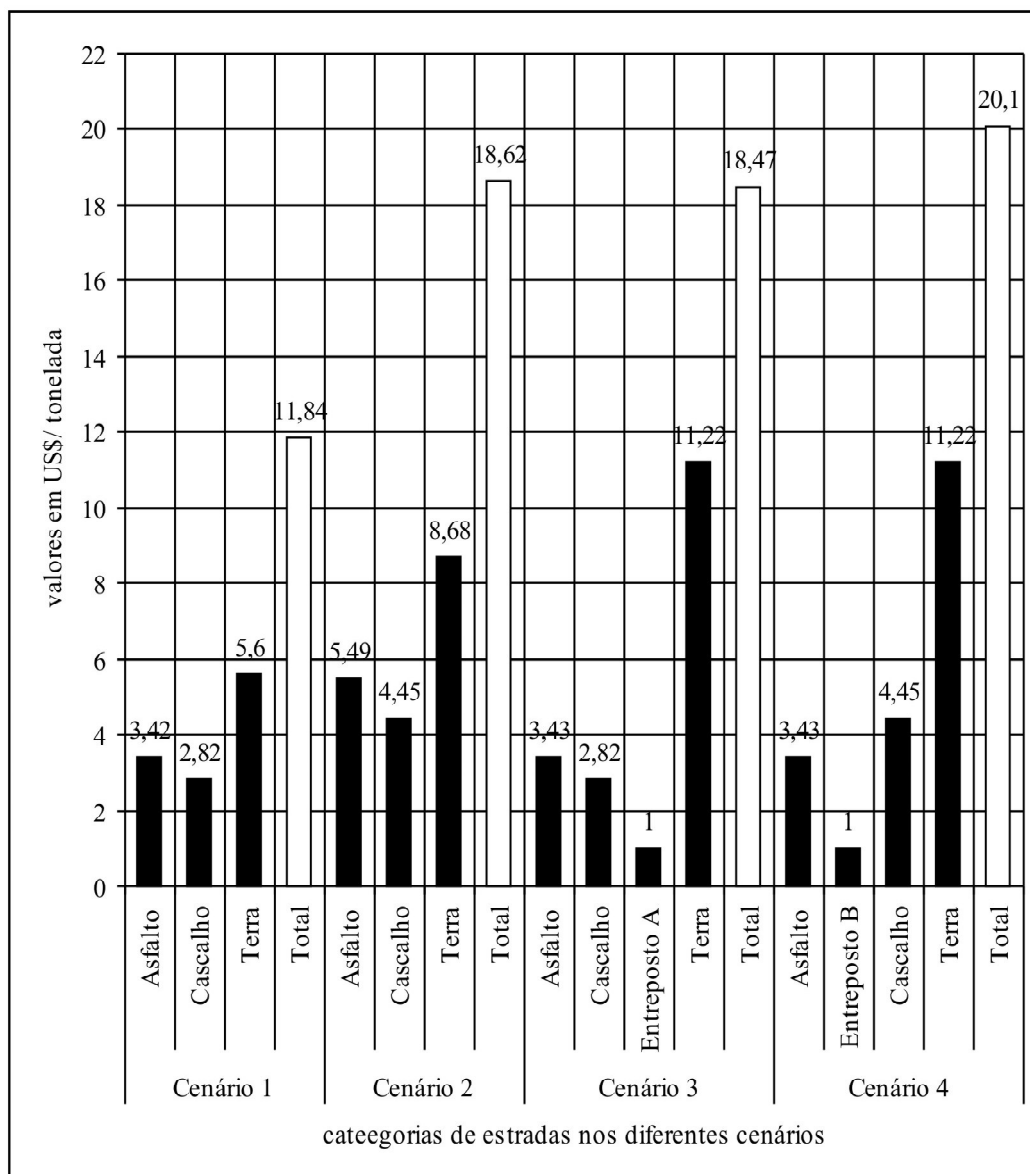
Fonte: (MACHADO & PEREIRA, 2003).

No cenário 2, onde se utilizou uma CVC média (caminhão 6X4) em todo percurso, houve o pior resultado rodando na estrada do tipo cascalho, em torno de US\$ 4,45/tonelada, sendo igual ao resultado encontrado no cenário 4 para esse mesmo tipo de estrada devido ao fato de, nesse cenário 4, ter sido utilizado o mesmo caminhão 6X4 após o entreposto B, para estradas do tipo cascalho e de terra, e, antes no asfalto, usou-se o rodotrem. No cenário 3, que utilizou o rodotrem nas estradas do tipo asfalto e cascalho e mudou para o caminhão 6X4, no entreposto A, entrando na estrada de terra resultou o custo mais alto por tonelada para esse tipo de estrada de terra igualando ao valor encontrado no cenário 4, para esse mesmo tipo de estrada. Para estrada do tipo cascalho, os menores custos foram encontrados nos cenários 1 e 3, em torno de US\$ 2,82, utilizando nesse trecho apenas o rodotrem.

#### 4 CONCLUSÕES

O cenário 1, utilizou uma composição veicular de carga extrapesada (rodotrem), em todo percurso com auxílio do programa Transroad, e foi possível concluir que esse cenário 1 é a melhor opção de transporte. Um dos possíveis fatores que levaram a essa conclusão é o fato de se utilizar um veículo apenas e de maior capacidade de carga, com isso a empresa evita também outros custos caso se utilize outra composição veicular de carga, otimizando assim o sistema. A diferença entre os dois melhores cenários, no caso o 1 para o 3, foi de 64%, o que representa para a empresa um aumento nos custos de 64 % caso ela opte por usar rodotrem, nos trechos 1 e 2, com o caminhão 6 X 4, no trecho 3.

A idéia de intercalar diferentes tipos de veículos destina-se a buscar uma melhor movimentação deles nas



**Figura 2** – Distribuição dos custos operacionais nos diferentes cenários.

*Figure 2* – Operational cost arrangement in different sceneries.

estradas florestais, já que muitas vezes, na etapa de colheita, as empresas precisam investir mais nas estradas para tornar viável o tráfego dos veículos extrapesados, por causa da sua extensão. Assim, se não se buscar uma otimização de todo o sistema logístico de suprimento de madeira, o transporte poderá inviabilizar a empresa de comercializar seus produtos, por não possuir custos competitivos.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COUNCIL OF LOGISTICS MANAGEMENT. *Glossary terms*. Disponível em: <<http://cscmp.org>>. Acesso em: 16 jun. 2005.

DOMINGUES, F. A. A. Sobre a gerência de pavimentos e o uso do modelo HDM-III. In: REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO, 27., 1995, São Paulo, SP. *Anais...* São Paulo: [s.n.], 1995. p. 363-390.

- MACHADO, C. C. **Transroad**. Viçosa: UFV, 1991. Software.
- MACHADO, C. C.; LOPES, E. S.; BIRRO, M. H. B. **Elementos básicos do transporte florestal rodoviário**. Viçosa: UFV, 2000. 167 p.
- MACHADO, C. C.; PEREIRA, R. S. Qualidade da rodovia versus desempenho e custo do transporte rodoviário de madeira. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 6., 2003, Belo Horizonte, MG. **Anais...** Belo Horizonte: SIF/UFV, 2003. p. 132-149.
- MOURA, R. A. **Logística ajuda as empresas a ganharem a vantagem competitiva**: artigos e casos. Disponível em: <<http://guiadelogistica.com.br>>. Acesso em: 16 jun. 2005.
- RAGO, S. F. T. **Estruturar uma equipe de logística requer cuidados**: artigos e casos: logística. Disponível em: <<http://guiadelogistica.com.br>>. Acesso em: 16 jun. 2005.
- SILVEIRA, G. L. **Monitoramento do consumo de combustível de veículos de transporte rodoviário de madeira utilizando computador de bordo**. 2003. 55 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.
- 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) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2000.
- VERLANGIERI, M. V. **Just-in time, milk run**: artigos e casos: logística. Disponível em: <<http://guiadelogistica.com.br>>. Acesso em: 16 jun. 2005.
- WORREL, A. C. **Economics of american forestry**. New York: J. Wiley & Sons, 1959. 441 p.