

Custo operacional de caminhão bi-trem: aplicação atualizada e adaptada do método FAO/América do Norte

Recebimento dos originais: 05/07/2011
Aceitação para publicação: 08/02/2012

Alexandre Xavier Vieira Braga

Mestre em Ciências Contábeis pela UNISINOS
Instituição: Universidade Federal de Pelotas
Endereço: Rua Almirante Barroso, 1734, Centro. Pelotas/RS.
CEP: 96100-000.
E-mail: axvb@hotmail.com

Marcos Antonio de Souza

Doutor em Controladoria e Contabilidade – FEA/USP
Instituição: Universidade do Vale dos Sinos – UNISINOS.
Endereço: Av. Unisinos, 900, Cristo Rei. São Leopoldo/RS.
CEP: 93022-000.
E-mail: marcosas@unisinos.br

Daniele Penteado Gonçalves Braga

Mestre em Administração pela UFSM
Instituição: Faculdade Atlântico Sul Pelotas Anhanguera
Endereço: Rua Almirante Barroso, 300, Três Vendas. Pelotas/RS.
CEP: 96087-200.
E-mail: daniele.braga@unianhanguera.edu.br

Resumo

O objetivo do trabalho é apresentar o recálculo do custo de um caminhão Bi-trem, segundo o método FAO/América do Norte, calibrando os parâmetros iniciais propostos pelo modelo. A motivação do estudo é o fato de que a carência de informações sobre custos logísticos no Brasil torna freqüente a utilização de dados defasados. Dentre os segmentos afetados por tal situação merecem destaque os negócios agrícolas e agroindustriais. Trata-se de um estudo de natureza descritiva, exploratória e quantitativa, desenvolvido na modalidade de estudo de caso único. Os dados foram coletados no segundo semestre/2009 em uma transportadora de porte médio localizada no estado do Rio Grande do Sul. Na atualização do procedimento foram detectadas necessidades de mudanças em diversos parâmetros adotados pelo modelo, alterando para menos o custo deste modal no âmbito nacional, em comparação com a proposta original do método. Tem-se a partir deste estudo um modelo de mensuração que oportuniza a discussão desse relevante custo no contexto da atividade logística.

Palavras-chave: Transportes. Custeio. Atividade Logística.

1. Introdução

O transporte de carga rodoviário no Brasil chama a atenção por faturar mais de R\$ 40 bilhões e movimentar 2/3 do total de carga do país. Por outro lado, destaca-se por ser palco de várias greves e impasses, quase sempre com um motivo comum: o valor do frete.

Isso acontece, conforme SCANIA (2008), em virtude do alto grau de pulverização desse setor, que opera com mais de 350 mil transportadores autônomos, 12 mil empresas transportadoras e 50 mil transportadores de carga própria. Entre as razões dessa pulverização destaca-se a relativa facilidade de entrada de competidores no setor, em virtude da baixa regulamentação. Isso pode acabar repercutindo no aumento da oferta de serviços de transporte rodoviário e assim a concorrência faz com que os preços sejam reduzidos ao máximo possível, chegando muitas vezes a valores inferiores ao seu preço de custo.

Conforme enfatizam Freitas *et al* (2004), a carência de informações sobre custos logísticos no Brasil torna freqüente a utilização de dados defasados. Uma das dificuldades é que estes dados não necessariamente representam a realidade local, tornando difícil, entre outras coisas, a comparação com outros países. Acrescente-se ainda que a falta de um histórico acaba inviabilizando a análise da evolução interna do custo logístico.

Este cenário, apresentado até o momento, mostra a grande necessidade por quantificar e tornar mais visível o atual custo operacional do transporte rodoviário. Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo calcular o custo de um caminhão modelo Bi-trem segundo o método mais rigoroso de apuração de custos, no caso, o método FAO/América do Norte, calibrando os parâmetros iniciais propostos por Freitas *et al* (2004).

2. Referencial Teórico

2.1. Características gerais da logística e transporte de cargas

A logística originou-se das operações militares, situação na qual existia a necessidade de suprir soldados em operações de guerra com munição, comida e medicamentos (NOVAES, 2007). Embora em outra situação, nas empresas também há um fluxo demandado pela necessidade de suprimento de matéria-prima e organizar a movimentação de outros materiais dentro da organização, assim como cuidar da distribuição de produtos e gerir da melhor forma possível a circulação de materiais auxiliares e serviços correlatos. O correto deslocamento dos

produtos aos menores custos possíveis são alguns dos atributos delegados à logística. Isso está presente no estudo de Ballou (1993, p.19), para o qual

Um sistema logístico eficiente permite uma região geográfica explorar suas vantagens inerentes pela especialização de seus esforços produtivos naqueles produtos que ela tem vantagens e pela exportação desses produtos às outras regiões. O sistema permite então que o custo do país (custos logísticos e de produção) e a qualidade desse produto sejam competitivos com aqueles de qualquer outra região. [...] Custos logísticos são um fator-chave para estimular o comércio.

Ching (1999, p.55) inclui em sua definição o aspecto da competitividade, ao definir logística como “a integração das áreas e processos da empresa a fim de obter melhor desempenho que seus concorrentes”. Também conduzindo o termo logística para as empresas, Cardoso *et al* (2003) a conceituam como aquela atividade que tem base nos objetivos organizacionais e no conjunto de suas macro atividades. Assim, parte-se para o desdobramento das macro atividades em medidas adequadas de disponibilidade e funcionamento do fluxo de material, informações e valores no processo de transformação executado por uma empresa.

Alvarenga e Novaes (2000, p. 80) ressaltam que “muito embora a logística incorpore diversos fatores que transcendem o domínio estrito do transporte, cobrindo também aspectos ligados à comercialização, estoques, marketing, tratamento da informação, etc. O subsistema transporte é um dos mais importantes na atividade logística, em razão dos impactos que produz nos custos, no nível de serviço e nas demais variáveis do problema logístico”. Bovet e Martin (2000) ratificam tal entendimento, acrescentando que os gastos com transporte podem variar de 2% a 12% das vendas, dependendo do setor. As principais funções do subsistema de transporte, segundo os autores, são: a supervisão de tráfego e operações que analisa os tipos de transportes a serem utilizados e a sua coordenação; a análise de custos e estudos econômicos que estabelecem a viabilidade econômica dos transportes. O sistema de transporte se relaciona com a logística, porque, por meio dela, se racionalizam as alternativas de distribuição dos produtos e se definem as faixas apropriadas de uso de cada modalidade de transporte dadas as vantagens que possuem sobre as demais.

A logística atualmente vem sendo muito abordada e discutida como responsável pela cadeia de suprimento e distribuição, trabalhando com os diversos modais de transporte: rodoviário, ferroviário, aeroviário, dutoviário e aquaviário. Ela vem constantemente recebendo maior importância nas organizações, acreditando-se que os gestores já estejam assimilando melhor seu verdadeiro significado. Segundo Faria e Costa (2005) o objetivo da

Custos e @gronegocio on line - v. 7, n. 3 – Set/Dez - 2011. www.custoseagronegocioonline.com.br ISSN 1808-2882

logística é prover ao cliente os níveis de serviços por ele requeridos, com a entrega do produto certo, no lugar certo, no momento certo, nas condições certas e pelo custo certo. Verifica-se, desta forma, o enfoque sistêmico que a logística abrange e sua relevância nas organizações.

No mundo empresarial a busca por maiores resultados é um desafio, sendo a logística uma função meio de vários processos, em muitas empresas passando a compor um custo relevante e merecedor de constante acompanhamento. Isso tem sido particularmente relevante nas atividades agrícolas e agropecuárias.

A formação da logística envolve diversos processos. Os principais, segundo Novaes (2007) são apresentados a seguir:

- a) **Instalações:** devem possuir uma estrutura adequada para a empresa e passar por uma análise para a sua localização, compreendendo: leis locais de zoneamento; atitude da comunidade e do governo local com relação ao depósito; custo para desenvolver e conformar o terreno; custos de construção; disponibilidade e acesso a serviços de transportes; potencial para expansão; disponibilidade de salários, ambiente e produtividade da mão-de-obra local; taxas relativas ao local e à operação do armazém; segurança do local, valor promocional do local; taxas de seguro e disponibilidade de financiamento; congestionamento de tráfego nas redondezas do local;
- b) **Estoques:** deve ser analisada a necessidade de estoque dada a demanda da região que a empresa irá abastecer;
- c) **Frota:** deve ser feito um estudo para identificar a que será mais eficiente para a logística, o que implicada o tamanho, o tipo de veículo, sua manutenção e renovação. Outra possibilidade é a terceirização da frota, que pode facilitar o controle e planejamento dos custos;
- d) **Informação e conhecimento:** a empresa para prestar um nível aceitável de serviços, deve se preocupar em ter informações de todas as atividades envolvidas e, através dessas informações, buscar conhecimentos para manter ou melhorar o nível dos serviços oferecidos;
- e) **Hardware e software:** para empresas que são competitivas ou querem se tornar, são necessários investimentos em hardware e software, recursos necessários ao suporte e gerenciamento das funções logísticas;

- f) **Custos:** a empresa sempre deve manter custos adequados aos níveis dos serviços que pretende oferecer, pois, caso contrário, terá dificuldades em manter-se no mercado;
- g) **Recursos humanos:** a qualidade dos recursos humanos é essencial para o nível de serviço logístico. Apesar de todo o desenvolvimento da tecnologia e dos sistemas, o que faz as empresas terem maior ou menor grau de competitividade são as pessoas.

No que tange aos itens frota e custos, a utilização de métodos de cálculos e simulações são de reconhecida importância para o planejamento de uma transportadora, particularmente no Brasil onde há uma grande concentração e opção pelo transporte no modal rodoviário. Esse modal rodoviário possui grande flexibilidade, o que facilita a demanda por seus serviços. A esse respeito, Bowersox, Closs e Cooper (2006, p.284) afirmam que “As operações de transporte rodoviário caracterizam-se por um custo fixo baixo e custos variáveis altos.”

Apesar de o biocombustível ser uma possível alternativa para a redução do custo energético do transporte rodoviário, é ainda o óleo diesel a principal fonte utilizada para abastecer este modal. Frente a isso, a falta de uma política voltada especificamente para este setor, assim como o pouco profissionalismo da classe dos transportadores no país, faz com que várias empresas do ramo estejam enfrentando problemas de ordem financeira. O estudo de Rodrigues (2009, p.31) ressalta que “As soluções para o transporte movido a combustíveis alternativos dependem do envolvimento de todos os agentes. É preciso assegurar a correta especificação do combustível, sua disponibilidade e, dependendo do caso, a adotar políticas públicas que motivem e viabilizem sua implantação.” A questão da evolução no setor também é ressaltada por Novaes (2007, p.58), para o qual

[...] o transporte rodoviário de cargas no Brasil está infestado de operadores arrivistas, sem a mínima experiência e tradição na área, e que oferecem seus serviços com fretes excessivamente baixos. Muito embora a busca pela redução de custos seja uma constante na moderna prática logística, a qualidade e a confiabilidade dos serviços são de fundamental importância. Um dos resultados dessa competição ruínosa dos transportadores de carga no Brasil é a pouca evolução observada nos últimos anos nesse setor, salvo algumas honrosas exceções.

No que diz respeito ao gerenciamento logístico, ressalta-se que algumas das grandes empresas já possuem *softwares* adequados, com sistema integrado de informações. Apesar disso, no entanto, sabe-se que a base do transporte no país ainda é feita por pequenas transportadoras com gerenciamento primário, sem um controle ideal de custos e administrado na maioria das vezes por uma estrutura tipo familiar.

De acordo com Fleury (2005), o modal rodoviário é historicamente o principal responsável pela movimentação de carga no Brasil, seguido da ferrovia e pelo modal aquaviário. Fleury enfatiza que o cenário do setor se mantém com predominância do modal rodoviário na movimentação de produtos de baixo valor agregado e percorrendo longas distâncias. Entretanto, ainda segundo Fleury, seria necessário favorecer arranjos logísticos que contemplassem o transporte hidroviário e ferroviário indicado para este perfil.

2.2. Produtividade no transporte: O modelo Bi-Trem

No que tange ao transporte de grãos no Brasil, a cadeia produtiva esbarra na estrutura apresentada pelas estradas do país, gerando perdas do produto e desgaste do caminhão, com conseqüente aumento do preço do frete.

Conforme Chistopher (2005), a evolução do mercado rodoviário de transporte para caminhões com grandes configurações é uma tendência. As empresas, em todo mundo, estão buscando veículos com maior produtividade isto é, maior capacidade de transporte. Isto implica em maior capacidade de transportar cargas com o mesmo equipamento e fazendo uso de combinações de veículos cada vez maiores para o transporte.

No Brasil, conforme estudo de Rodrigues (2009), até a década de 1990 a legislação permitia somente veículos com capacidade líquida de carga de até 27 toneladas, para semi-reboques de três eixos. Com o objetivo de aperfeiçoar os custos de fretes, os transportadores começaram a adotar composições mais pesadas, o chamado Bi-trem. O Bi-trem de sete eixos possui capacidade líquida de 37.000 kg e se prolifera muito com o uso das AET – Autorizações Especiais de Transporte - tornando-se uma tendência a partir de 1.996, fazendo com que o governo regulamentasse a permissão para essas e outras composições veiculares de carga (CVC). Conforme enfatiza Reis (2009), a grande evolução se deu com as Resoluções CONTRAN 210 e 211/2007, que passaram a considerar o Bi-trem como veículos convencionais, dispensando assim qualquer tipo de autorização para trafegar.

2.3. Modelos de custeio de transporte

O conhecimento do custo operacional de máquinas em geral é de destacada importância no processo de tomada de decisão, auxiliando, de forma fundamental, o controle e planejamento da utilização desses equipamentos (MACHADO, LOPES e BIRRO, 2000). Geralmente, segundo os autores, tais custos são expressos em termos de unidades de horas

efetivas de trabalho da máquina, existindo várias metodologias para o cálculo do referido custo.

Freitas *et al* (2004) destacam que 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. Em 1971, essa metodologia sofreu leve modificação, processada pelo *Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik* (KWF), dando origem a um novo método denominado FAO/ECE (Economic Commission for Europe)/KWF. Já o método Battistella/Scânia contempla os custos por unidade de quilômetro, diferenciando, portanto, dos dois primeiros, que apresentam o custo por unidade de horas efetivas de trabalho.

No Brasil, Freitas *et al* (2004) compararam as três metodologias utilizadas, sem nenhuma adaptação, para o cálculo do custo operacional de veículos de transporte florestal, a saber: FAO/América do Norte, FAO/ECE/KWF e Battistella/Scânia. Para tanto, considerou-se um caminhão Bi-trem, um dos mais utilizados no transporte de carga florestal no Brasil. Nos dois primeiros métodos, o custo foi calculado por hora efetiva de trabalho (he), sendo no último calculado por quilômetro (km), situação em que se utilizou um fator para converter o custo de km em custo por hora efetiva de trabalho (he). O custo operacional, no método FAO/América do Norte e FAO/ECE/KWF foi dado pelo somatório dos seguintes custos: de maquinário (custos fixos e variáveis), administrativo (custo de administração) e de pessoal (custo de mão-de-obra). No método Battistella/Scânia, esse custo foi resultante do somatório dos custos de maquinário e administrativo.

Como resultado do estudo de Freitas *et al* (2004), teve-se que o método FAO/América do Norte foi o mais expressivo em termos de custo operacional (US\$ 50,47/he), sendo o mais indicado no caso em estudo, em razão, principalmente, da grande aproximação em relação ao custo real. O custo de maquinário representou mais de 85% do custo total em todas as metodologias, destacando-se o custo variável devido ao alto custo do combustível. Observou-se que o custo operacional apresentou valores distintos, uma vez que nesses métodos se utilizam fórmulas diferenciadas num mesmo custo.

3. Procedimentos Metodológicos

Esta pesquisa se caracteriza, quanto aos objetivos, como exploratória tendo em vista o foco do estudo em avançar sobre uma temática pouco explorada na área de custos. Já quanto à

abordagem do problema a pesquisa é descritiva, pois, descreve as formas de cálculo dos custos de transportes na metodologia tratada.

A análise dos dados é apresentada de forma quantitativa, acompanhada de uma análise qualitativa quanto ao significado dos resultados.

Quanto aos procedimentos técnicos trata-se de um estudo de caso único, fundamentado na percepção de resultados obtidos com a aplicação e revisão de parâmetros do método proposto, no caso o FAO/América do Norte, aplicado a uma transportadora localizada no estado do Rio Grande do Sul. A pesquisa documental a diversos relatórios e apontamentos da transportadora complementa a classificação metodológica.

O Estudo ocorreu no segundo semestre de 2009 e teve como ponto de partida a coleta dos diversos dados trabalhados no processo de mensuração e custeio. Os principais dados foram os seguintes: valores de seguro, valor atual do Bi-trem, custo de combustíveis, pneus, licenciamento, custo de funcionários entre outros que envolvem e fazem parte principalmente dos custos variáveis do caminhão Bi-trem.

Os cálculos tiveram como base dados atuais em moeda nacional, utilizando ainda o modelo proposto que calcula custo por hora trabalhada, realizando os possíveis ajustes de coeficientes. Com tal processo, torna-se possível analisar e ratificar o modelo como um possível instrumento de apoio no momento da contratação de fretes e prestações de serviços realizados por caminhão Bi-trem.

É importante ressaltar que os dados foram coletados a partir da realidade apresentada pela referida transportadora, de médio porte. Os dados disponibilizados correspondem ao período de um ano, finalizando em 2009.

Dentre as limitações do estudo, deve ser observado que podem ocorrer variações em alguns elementos de custos e despesas de uma empresa para outra. Outra limitação do estudo corresponde ao objeto utilizado como parâmetro, o caminhão, um cavalo mecânico da Scânia, tipo 420 cv, 4x2 com 3º eixo, mais um Bi-trem da marca Guerra equipado e pronto para operar, ambos zero quilômetro. Portanto, outras marcas e modelos poderiam ser escolhidos, o que levaria a custos diferenciados.

4. Resultados e Discussão

Conforme pode ser observado na sequência, o tratamento dos dados é apresentado de forma bastante objetiva, correspondendo a apresentação das fórmulas e aplicação dos dados coletados na transportadora estudada.

4.1. Modelo original FAO/América do Norte

Custo de Maquinário

a) Custos fixos

$$J = \frac{Va * i * f}{hf}$$

Em que:

J = juros

Va = valor de aquisição da composição veicular de carga CVC (R\$ 450.000,00);

i = taxa anual de juros (12% a.a);

f = fator que corrige o valor do equipamento em virtude da depreciação (0,6);

hf = hora efetiva de trabalho por ano (2.000).

$$\text{Cálculo do hf: } hf = \frac{\text{vida útil (horas)}}{\text{tempo máximo de uso (anos)}} \Rightarrow hf = \frac{20.000}{10} \Rightarrow hf = 2.000$$

$$\text{Então: } j = \frac{450.000 * 0,12 * 0,6}{2.000} \Rightarrow J = \text{R\$ } 16,20 \text{ juro/hora trabalhada}$$

Seguros (S):

$$S = \frac{Sa}{hf}$$

Em que:

Sa = Seguro anual (Va * 0,05).

Cálculo do Sa :

$$Sa = 450.000 * 0,05 \Rightarrow Sa \Rightarrow 22.500$$

$$\text{Então: } S = \frac{22.500}{2.000} \Rightarrow S = \text{R\$ } 11,25 \text{ seguro/hora trabalhada}$$

Impostos (I):

$$I = \frac{Ia}{hf}$$

Em que:

Ia = Imposto anual (Va*0,05)

Cálculo do Ia :

$$Ia \Rightarrow 450.000 * 0,05 \Rightarrow Ia \Rightarrow 22.500$$

$$\text{Então: } I = \frac{22.500}{2.000} \Rightarrow I = \text{R\$ } 11,25 \text{ impostos/hora trabalhada}$$

Depreciação (D):

$$D = \frac{(Va - Vr)}{H}$$

Em que:

Va = valor de aquisição da composição veicular de carga CVC (R\$ 450.000,00)

Vr = valor residual da CVC (Va * 0,20);

H = vida econômica da CVC, expressa em horas efetivas de trabalho (20.000 horas).

Cálculo do Vr:

$$Vr = 450.000 * 0,20 \Rightarrow Vr 90.000$$

$$\text{Então: } D = \frac{(450.000 - 90.000)}{20.000} \Rightarrow D = \text{R\$ } 18,00 \text{ depreciação/hora trabalhada}$$

b) Custos variáveis

Combustível (Ccb):

$$Ccb = 0,121 * PB * p$$

Em que:

0,121 = constante para estimar o consumo para motores a diesel;

PB = potencia bruta (420 CV);

P = preço do litro do diesel (R\$ 1,99)

$$\text{Então: } Ccb = 0,121 * 420 * 1,99 \Rightarrow Ccb = \text{R\$ } 101,13 \text{ combustível/hora trabalhada}$$

Graxas e lubrificantes (G.L):

$$G.L = 0,20 * Ccb$$

Em que:

0,20 = representam a porcentagem do custo do combustível;

Ccb = custo do combustível.

$$\text{Então: } G.L = 0,20 * 101,13 \Rightarrow G.L = \text{R\$ } 20,23 \text{ graxas e lubrif./hora trabalhada}$$

Manutenção e consertos (CmanCo): dados pelo somatório dos seguintes custos: Custo de consertos (Co) mais Custo de Pneus.

Custo de consertos (Co):

$$Co = \frac{Va}{t * hv}$$

Em que:

T = vida útil do veículo, em anos (10);

Hv = hora efetiva de viagem (transito e espera) por ano (1.500)

$$\text{Cálculo do hv: } hv = hf \left(1 - \frac{TE}{TV + TE} \right) \Rightarrow hv = 2.000 \left(1 - \frac{1}{1+3} \right) \Rightarrow hv = 1.500$$

Sendo:

TE = tempo de espera (1h) (carregamento mais descarga);

TV = tempo de viagem (3h).

$$\text{Então: } Co = \frac{450.000}{10 * 1.500} \Rightarrow Co = \text{R\$ } 30,00 \text{ custo de consertos/hora trabalhada}$$

Custo de pneus (Cp):

$$Cp = \frac{B}{t * hv} + \frac{(T + B)(T * hv - N)}{N * T * hv}$$

Em que:

B = corresponde a 50% do custo de substituição do jogo de pneus (B=0,05*T);

T = custo de substituição de um jogo de pneus (R\$25.540,00);

N = vida útil dos pneus, em horas de viagem (10.000)

Então:

$$Cp = \frac{12.770}{10 * 1.500} + \frac{(25.540 - 12.770)(25.540 * 1.500 - 10.000)}{10.000 * 25.540 * 1.500}$$

$$\Rightarrow Cp = \text{R\$ } 2,13 \text{ custo de pneus/hora trabalhada.}$$

Sendo assim:

$$CmanCo = Co + Cp \Rightarrow CmanCo = 30 + 2,13 \Rightarrow CmanCo = \text{R\$ } 32,13 \text{ custo de manutenção e consertos/hora trabalhada}$$

Custo com pessoal (CMD):

$$CMD = \frac{12 * Sm(1 + S)}{hf}$$

Em que:

12 = representam uma constante equivalente aos 12 meses do ano;

SM = representa a soma do salário mensal do motorista e ajudante (R\$ 1.430,00)

S = Fator de encargos sociais (35%)

$$\text{Então: } CMD = \text{R\$ } 11,58 \text{ custo de mão de obra/hora trabalhada}$$

Custo de Administração (CAD):

$$CAD = CD * K$$

Em que:

CD = custo direto – representa a soma dos custos de maquinário e de pessoal;

K = coeficiente de administração (10%).

$$CD = 210,19 + 11,58 \Rightarrow CD = 222$$

$$\text{Então: } CAD = 221,77 * 0,1 \Rightarrow CAD = \text{R\$ } 22,18 \text{ custo de administração/hora trabalhada.}$$

4.2. Método FAO/América do Norte atualizado e adaptado

Nesta parte do estudo é apresentado recálculo do método, consideradas as atualizações e adaptações propostas. As mudanças estão explicitadas em cada fase do processo de cálculo e, em algumas delas, quando considerado necessário para melhor esclarecimento, faz-se uma menção específica.

Custo de maquinário

a) Custos fixos

Juros (J):

$$J = \frac{Va * i * f}{hf}$$

Em que:

Va = valor de aquisição da composição veicular de carga CVC (R\$ 450.000,00);

i = taxa anual de juros (4,5% a.a);

f = fator que corrige o valor do equipamento em virtude da depreciação (0,6);

hf = hora efetiva de trabalho por ano (2.000).

$$\text{Cálculo do hf: } hf = \frac{\text{vida útil (horas)}}{\text{tempo máximo de uso (anos)}} \Rightarrow hf = \frac{20.000}{10} \Rightarrow hf = 2.000$$

Então:

$$J = \frac{Va * i * f}{hf}$$

Em que:

Va = valor de aquisição da composição veicular de carga CVC (R\$ 450.000,00);

i = taxa anual de juros (4,5% a.a)

f = fator que corrige o valor do equipamento em virtude de depreciação (0,6);

hf = hora efetiva de trabalho por ano (2.000).

$$\text{Então: } J = \frac{450.000,00 * 0,045 * 0,60}{2.000} \Rightarrow J = \text{R\$ } 6,08 \text{ juro/hora trabalhada}$$

Atualização/Adaptação: O valor de aquisição diz respeito a um Caminhão da marca Scania G 420 – 4x2 com 3º eixo que cotado atualmente em R\$ 327.048,00 (novo), emplacamento de R\$ 2.679,69, mais um Bi-trem da marca Guerra R\$ 87.000,00 (nova), 17 pneus sendo um de reserva (outro reserva vem junto com o Cavalô Mecânico) produzido pela Continental do Brasil, com custo total de R\$ 16.490,00, mais seguro total do Cavalô Mecânico com prêmio de R\$ 15.344,44. A soma destes valores forma o Va do problema, aproximadamente R\$ 450.000,00. Com relação à taxa anterior de juros (12% a. a.), a mesma foi pré-determinada no método original (FREITAS *et al.* 2004) sem explicação da sua escolha. Nesta atualização/adaptação do modelo, utilizou-se a taxa de 4,5% a. a., correspondente àquela utilizada pelo BNDES

MODERFROTA na época deste estudo. É a taxa pela qual os caminhoneiros ou transportadoras contraem financiamentos, através do BNDES, ao comprar um caminhão zero KM.

Seguros (S):

$$S = \frac{Sa}{hf}$$

Em que:

$$Sa = \text{Seguro anual} = (Va * 0,027) = S = \text{R\$ } 6,08 \text{ juro/hora trabalhada}$$

Atualização/Adaptação: O cálculo do seguro anual sugerido pelo autor da FAO/America do Norte foi substituído pelo valor real brasileiro, fornecido pela companhia de seguros Sul América Auto em novembro de 2009. É importante lembrar que o valor do seguro dado pela seguradora refere-se apenas ao cavalo mecânico, por se tratar do equipamento de maior valor. Além disso, o seguro contra terceiros se estende ao Bi-trem já que o mesmo encontra-se articulado, e não possui motorização própria.

Impostos (I):

$$I = \frac{Ia}{hf}$$

Em que:

Ia = imposto anual (Va *0,05)

Cálculo do Ia:

Ia = R\$ 2.714,56

$$\text{Então: } I = \frac{2.714,56}{2.000} \Rightarrow I = \text{R\$ } 1,36 \text{ imposto / hora trabalhada}$$

Atualização/Adaptação: O cálculo do imposto anual sugerido pelo autor da FAO (América do Norte) será substituído pelo valor já conhecido e real, pago para atualização da documentação do Cavalo Mecânico, no valor de R\$ 2.679,69, mais a taxa de expedição para documentação do Bi-trem R\$34,87 no DETRAN/RS.

Depreciação (D):

$$D = \frac{(Va - Vr)}{H}$$

Em que:

Va = valor de aquisição da composição veicular de carga CVC (R\$ 450.000,00);

Vr = valor residual da CVC (Va *0,20);

H = vida econômica da CVC, expressa em horas efetivas de trabalho (20.000 horas).

Cálculo do Vr:

$$Vr = 450.000 * 0,20 \Rightarrow Vr = 90.000$$

$$\text{Então: } D = \frac{(450.000 - 90.000)}{20.000} \Rightarrow D = R\$18,00 \text{ depreciação / hora trabalhada}$$

b) Custos variáveis

Combustível (Ccb):

$$Ccb = 0,121 * PB * p$$

em que:

0,121 = constante dada pelo autor para estimar o consumo para motores a diesel;

0,601 = constante que foi calculada para aproximar mais a realidade atual;

PB = potência bruta (420 CV);

P = preço do litro (R\$ 1,99);

Então:

$$Ccb = 0,0601 * 420 * 1,99 \Rightarrow Ccb = R\$50,23 \text{ combustivel / hora trabalhada}$$

Atualização/Adaptação: Segundo dados auferidos pela transportadora, como também da própria fábrica, um conjunto Scania 420 equipado com Bi-trem normalmente faz uma média de 2,2 km/litro trabalhando no Estado do Rio Grande do Sul. Considerando uma velocidade média de 55,55km/h, uma média de 2,2km/l, com o custo de combustível de R\$ 1,99/litro tem-se uma nova constante de 0,0601.

Atualização/Adaptação: Em 55,55km/h se gasta 25,25 litros a um custo de R\$ 1,99/litro então R\$ 50,23/hora trabalhada. Com estes dados aplica-se a fórmula para obter a nova constante que se aproxima mais da realidade do caso.

Graxas e lubrificantes (G.L):

$$G.L = 0,20 * Ccb$$

em que: 0,20 *Ccb

0,20= constante dada pelo autor que representa a porcentagem do Ccb;

0,0215 = constante que foi calculada para aproximar mais da nossa realidade;

Ccb = custo do combustível.

Então:

$$G.L. = 0,0215 * 50,23 \Rightarrow G.L = R\$1,08 \text{ graxas e lurificantes./ hora trabalhada}$$

Atualização/Adaptação: Foi adotada uma nova constante para tornar o cálculo que reflita melhor a realidade atual:

Se a hora efetiva de trabalho estimada pelo autor é de 2.000/ano, então: 166,66/mês. O custo da troca de óleo mais filtros é um valor conhecido: O litro do óleo R\$ 6,50 (a cada troca 33 litros), Kit de filtros R\$ 145,00, totalizando R\$ 359,00. O óleo é trocado a cada 20.000km, que corresponde a dois meses de serviço, sendo assim a troca de óleo pelos dois meses de horas trabalhadas para obter-se o gasto com G.L por hora

trabalhada que será de R\$1,078/graxas e lubrif./hora trabalhada. A nova constante será obtida aplicando este valor na fórmula do G.L.

Manutenção e consertos (CmanCo):

Custo de consertos (Co):

$$D = \frac{Va}{t * hv}$$

Em que:

t = vida útil do veículo, em anexos (10);

hv = hora efetiva de viagem (transito e espera) por ano (1.500).

Atualização/Adaptação: Como não se tem uma estimativa segura referente ao tempo de espera (TE), será considerado o hv como sendo a hora efetiva de trabalho (hf).

Cálculo do hv:

$$hv = hf \left(1 - \frac{TE}{TV + TE} \right) \Rightarrow hv = hf \text{ temos } hv = 2.000$$

Sendo:

TE = tempo de espera (1h) (carregamento mais descarga);

TV = tempo de viagem (3h).

Então:

$$Co = \frac{450.000}{10 * 2.000} \Rightarrow Co = 22,50 \text{ custo de consertos/hora trabalhada}$$

Custo de pneus (Cp):

$$Cp = \frac{B}{t * hv} + \frac{(T + B)(T * hv - N)}{N * T * hv}$$

Em que:

B = corresponde a 50% do custo de substituição do jogo de pneus (B=0,50*T)

T= custo de substituição de um jogo de pneus (R\$ 25.540,00, sendo: 4 pneus Borrachudos a um; custo de R\$ 1.050,00/unid. E 22 pneus lisos custando R\$ 970,00/unid), da marca Continental.

N = vida útil dos pneus, em horas de viagem (10.000).

$$\text{Então: } Cp = \frac{12.770}{10 * 2.00} + \frac{(25.540 + 12.770) (25.540 * 2.000 - 10.000)}{10.000 * 25.540 * 2.000} \Rightarrow Cp = 4,47$$

custo de pneus/hora trabalhada

Sendo assim:

CmanCo = Co + Cp \Rightarrow CmanCo = 22,50 + 4,47 \Rightarrow CmanCo = R\$ 26,97 *custo de manutenção e consertos/hora trabalhada.*

Custo da Mão de Obra (CMD):

$$CMD = \frac{12 * Sm(1 + S)}{hf}$$

Em que:

12 = representam uma constante equivalente aos 12 meses do ano;

SM = representa a soma do salário mensal do motorista e ajudante (R\$ 1.430,00), neste caso será utilizado somente o salário do motorista;

S= Fator de encargos sociais (35 %).

Então: $CMD = \frac{12 * 1.430(1 + 0,35)}{2.000} \Rightarrow CMD = R\$ 11,58$ custo de mão de obra/hora trabalhada.

Custo da Administração (CAD)

$$CAD = CD * K$$

Em que:

CD = custo direto – representa a soma dos custos de maquinário e de pessoal;

K = coeficiente de administração (10%)

Custos de Maquinário

$$\Rightarrow \frac{J}{6,08} + \frac{S}{7,67} + \frac{I}{1,36} + \frac{D}{18,00} + \frac{Ccb}{50,23} + \frac{G.L}{1,08} + \frac{CmaCo}{26,97}$$

$$\Rightarrow \text{Custo de Maquinário} = 111,38$$

$$\Rightarrow \text{Custo de Pessoal} = 11,58$$

Então:

$$CAD = 122,97 * 0,1 \Rightarrow CAD = R\$ 12,30 \text{ juro/hora trabalhada}$$

A visão geral e comparativa dos dados, considerando o estudo de Freitas *et al* (2004), o FAO Original, e este estudo, o FAO Ajustado, estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Resumo Comparativo dos Custos de Ambos os Estudos

ITENS (R\$)	CAD	CMD	CMCO	CP	CO	GL
FAO Original	22,18	11,58	32,13	2,13	30,00	20,23
FAO Ajustado	12,30	11,58	26,97	4,47	22,50	1,08
ÍTENS (R\$)	CCB	D	I	J	S	SOMA
FAO Original	101,13	18,00	11,25	16,20	11,25	<u>276,08</u>
FAO Ajustado	50,23	18,00	1,36	6,08	6,08	<u>160,65</u>

De acordo com os dados da Tabela 1, nota-se que no geral o FAO Ajustado (este estudo) revela uma acentuada redução de 41,8% (equivalente a R\$115,43) quando comparado com o custo de Freitas *et al* (2004), não ajustado a dados que melhor refletem a realidade prática local. Na Tabela 2 está apresentada a comparação de cada elemento da estrutura de custo, o que possibilita conhecer os fatores de maior impacto.

Tabela 2 – Comparativo Analítico por Elemento de Custo

ITENS	FAO Original	FAO Ajustado	Variação (\$)	Variação (%)
CAD (Administração)	22,18	12,30	- 9,88	- 44,5
CMD (Mão-de- Obra)	11,58	11,58	-	*
CMCO (Manutenção)	32,13	26,97	- 5,16	- 16,1
CP (Pneu)	2,13	4,47	2,34	+ 109,9
CO (Conserto)	30,00	22,50	- 7,50	- 25,0
GL (Graxas e Lubrific)	20,23	1,08	- 19,15	- 94,7
CCB (Combustível)	101,13	50,23	- 50,90	- 50,3
D (Depreciação)	18,00	18,00	-	*
I (Impostos)	11,25	1,36	- 9,89	- 87,9
J (Juros)	16,20	6,08	- 10,12	- 62,5
S (Seguro)	11,25	6,08	- 5,17	- 46,0
Total	276,08	160,65	- 115,43	41,8

Observa-se que dos 11 elementos de custos, apenas dois não apresentaram variação. Dos demais, apenas um apresentou valor superior no Modelo Ajustado, contrariamente aos outros oito que tem valores inferiores.

Verifica-se que o custo de Pneu, apesar de menor variação em valor monetário (\$2,34) é o mais representativo em termos percentuais, com um acréscimo de 109,9% no Modelo Ajustado. O expressivo aumento de custos com pneus tem sido reconhecido em outros estudos que tratam da infra-estrutura das estradas brasileiras (CASTRO, 2011; CAIXETA FILHO, OLIVEIRA FILHO *et al.*, 2005; PEDROZO, 2001).

Dentre os custos de maior redução, em valor monetário, sobressai-se o de Combustível com \$50,23. Já em termos percentuais têm-se os Impostos com 87,9%.

De posse de tais dados e mecanismo de cálculo, cada usuário, para subsidiar seu processo decisório, poderá fazer suas simulações e analisar comparativamente os parâmetros monetários e percentuais, apresentados neste estudo.

5. Conclusões

No contexto do objetivo deste estudo, consideram-se importantes as análises propostas de forma a possibilitar a verificação da representatividade e viabilidade econômica dos fretes que são ofertados a todos os usuários e fornecedores deste serviço.

A necessidade de organização das empresas de transportes deve ser uma constante, dado o objetivo de firmarem-se como organizações competitivas, sólidas e produtivas. Por vezes, o frete que o mercado oferta pode não cobrir nem os custos do equipamento, obrigando muitas delas a operarem e carregarem a qualquer preço.

Este estudo deixa explícita a contribuição que o método escolhido, devidamente customizado, propicia a uma empresa transportadora e seus usuários.

Utilizando-se de premissas operacionais, procurou-se associar o cálculo dos custos ao que vinha sendo aplicado na empresa estudada, tendo como consequência a correção de estratégias que poderiam não estar de acordo com as projeções da firma. Sendo assim, constatou-se que o cálculo de custos de um caminhão bi trem pelo método FAO/América do Norte, após ser ajustado a valor presente, traduz com eficiência os custos da empresa estudada, em que a aplicação do modelo na íntegra proposta poderá propiciar aos sócios uma visualização e um gerenciamento dinâmico e direcionado à visão de empresa.

O desenvolvimento do estudo evidenciou que o custo rodoviário é formado, em grande parte, por variáveis representadas pelas despesas com combustível, lubrificantes, filtros, manutenção e pedágios. Os principais fatores que impulsionam ou retraem esse custo são as despesas com combustível, as despesas com pedágios e as despesas com o conjunto de rodagem.

Quanto ao método proposto no trabalho, também se pode afirmar que foi válido, já que este processo de aplicação do método de custo possui flexibilidade de aplicação a diversos setores de transporte rodoviário. Na atualização do método foram detectadas mudanças em alguns parâmetros, que alteraram, para menos, os custos deste modal no âmbito nacional, em comparação com a proposta original do método.

De motivação a futuras pesquisas, fica a sugestão de aplicar este instrumento de análise a outras empresas de transporte e outros tipos de caminhões, para procurar evidenciar a eficácia do método na tradução dos custos de transporte. Um dos possíveis avanços em relação à principal limitação deste estudo (tratar-se de um estudo de caso único) seria a consideração de estudos de casos múltiplos

Por fim, espera-se que o conteúdo exposto possa contribuir para outros trabalhos a serem realizados na área de logística, assim como servir de base para que algumas empresas de transporte possam se organizar dentro dos padrões apresentados, visando tornarem-se mais competitivas no mercado.

6. Referências

ALVARENGA, A. C; NOVAES, A. G. *Logística aplicada: suprimento e distribuição física*. 3ª Ed. São Paulo: Blücher, 2000.

BALLOU, R. H. *Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física*. São Paulo: Atlas, 1993.

BOVET, D. M.; MARTIN, B. Sinal verde para o transporte. *HSM Management*, Ano 4, n. 21, Julho-Agosto, 2000.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B. *Gestão logística de cadeias de suprimentos*. Porto Alegre: Bookman, 2006.

CARDOSO, J; PINTO, C. A; ERDMANN, R. Estruturação logística: uma proposta contextualizada a realidade de pequenas empresas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23, ANAIS... ABEPRO, Ouro Preto, out de 2003.

CASTRO, C. Retrato da ineficiência. *Revista CNT Transporte Atual*, ano XVII, n. 195, p. 20-29, 2011.

CHING, H. Y. *Gestão de estoques na cadeia de logística integrada – supply chain*. São Paulo: Atlas, 1999.

CHRISTOPHER, M. *Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos*. São Paulo: Pioneira, 2005.

ECONOMIA E TRANSPORTE. *Economia e formação de preço de transporte*. Disponível em: <http://www.guiadotrc.com.br/truckinfo/gestao_open.asp> Acesso em: 06 dez. 2009.

FARIA, A. C.; COSTA, M. F. *Gestão de custos logísticos*. São Paulo: Atlas, 2005.

FLEURY, P. F. *A infra-estrutura e os desafios logísticos das exportações brasileiras*. Disponível em:<<http://www.cel.coppead.ufrj.br/fs-public.htm>>. Acesso em: nov. 2009.

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

MACHADO, C. C.; LOPES, E. S.; BIRRO, M.H.B. *Elementos básicos do transporte rodoviário*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000.

NOVAES, A. G. *Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

OLIVEIRA FILHO, P. C.; LOPES, E. S.; MAGRAF, W.; DISPERATI, A. A. Determinação da rota ótima de transporte com auxílio de um sistema de informação geográfica. *Ciência Florestal*, v. 15. n. 4, p. 403-409, 2005.

PEDROZO, L. C. Custos na infra-estrutura rodoviária: análise e sistematização. *Dissertação* (Mestrado Profissionalizante em Engenharia), Escola de Engenharia da URG. Porto Alegre, 2001.

REIS, Neuto Gonçalves. *Excesso de peso ganha manual*. 2007. Disponível em: <http://www.ntcelogistica.org.br/arquivos/tecnicos/20102206balancas.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2009.

RODRIGUES, P. R. *Introdução aos sistemas de transporte no Brasil*. 4ª Ed. São Paulo: Aduaneiras, 2009.

SCANIA LATIN AMÉRICA LTDA. Falta de motoristas qualificados é principal motivo para carência de mão-de-obra. *Revista Scania*. São Bernardo do Campo, v. 134, p. 16-18, agosto/set/out. 2008.