

# Dimensionamento de uma Frota de Veículos com Foco na Redução de Custos: Estudo de caso

Mateus Bergesch Barth – UFRGS (mathbbarth@hotmail.com)  
Fernando Dutra Michel – UFRGS (michel@producao.ufrgs.br)

## **Resumo**

Este trabalho tem o propósito de demonstrar e resolver o problema de dimensionamento de frotas a partir de um estudo de caso. Inicialmente o artigo apresenta uma revisão bibliográfica mencionando diferentes tipos de métodos para resolução. O trabalho foi realizado em uma empresa do ramo varejista atuante na região sul do Brasil e a pesquisa realizada a partir de dados históricos de tempos ligados a operação e custos médios da frota fornecidos pela própria empresa. Com os dados foi realizado o dimensionamento baseado nos tempos de ciclo e o cálculo do custo médio desagregado da frota. A partir dos resultados o trabalho propôs realizar uma redução de veículos da frota demonstrando uma ociosidade significativa da mesma, bem como, possíveis ganhos econômicos que seriam obtidos caso a quantidade de veículos da empresa estivesse dimensionada de maneira eficiente.

## **Abstract**

This work aims to demonstrate and solve the problem of sizing the fleet from a case study. Initially the paper presents a literature review citing different types of methods for resolution. The study was conducted in a company active in the retail industry in southern Brazil and research from historical data from time-bound operation and the fleet average costs provided by the company. With the data was performed based on the design cycle times and calculating the average cost of unbundled fleet. From the results of the work proposed to hold a reduced fleet vehicles demonstrating a significant idle the same, as well as possible economic gains that would be obtained if the amount of company vehicles were scaled efficiently.

**Palavras Chave:** Transporte de Cargas; Dimensionamento de Frota; Custos de Transporte.

**Porto Alegre**

**2012**

## 1. Introdução

Para o desenvolvimento econômico de um país, é de fundamental importância investimentos em infraestrutura, seja em energia, comunicações ou sistema de transportes. Estes esforços são necessários para uma nação, se o objetivo é manter-se competitiva. Em relação à infraestrutura de transportes, o Brasil encontra-se deficitário, limitando o crescimento e a expansão da economia brasileira. Esta deficiência está sustentada em investimentos insuficientes principalmente nas últimas três décadas. Os investimentos destinados a rodovias chegavam a 1,8% do PIB em 1974, enquanto em 2010 foi de apenas 0,8% do PIB. Apenas 212 mil quilômetros de estradas são pavimentadas, cerca de 12% do total (Michel et al, 2011). Este cenário contribui para ampliar os prejuízos das empresas logísticas, com aumento nos prazos de entrega e riscos de acidentes. Segundo Neves (2005), o Brasil sofre uma série de problemas em relação ao modal rodoviário para cargas, dos quais podem ser destacados a “comoditização” do produto transporte, má conservação das estradas, roubo de cargas, idade da frota dos caminhões, pouca carga de retorno e altos tempos de espera para carga e descarga.

O setor de transportes vem crescendo ao longo dos últimos anos, tanto em número de empresas quanto em capacidade transportada, principalmente em relação ao modal rodoviário o qual é estimado em 60% das toneladas por quilômetro transportado. (CNT, 2002). A forte dependência deste meio de transporte está sustentada pelo contexto histórico que o Brasil passou desde os incentivos dos governantes a utilização do modal e a instalação das montadoras no final da década de 50. Deve-se considerar ainda que as indústrias passaram a atribuir ao transportador outras atividades como estocagem e armazenagem, criando outras necessidades. Desta maneira, há uma forte concorrência no setor e as empresas buscam cada vez mais a redução de seus custos para continuarem a ser competitivas no mercado.

Muitas indústrias de diversos ramos veem no setor de transportes uma estratégia para se diferenciar dos concorrentes, seja com a utilização de uma frota própria ou terceirizando a atividade. Quando o serviço for realizado de maneira eficiente e com qualidade, atendendo os prazos de entrega, as indústrias tem uma imagem qualificada em relação a seus clientes finais. Estudos recentes demonstram a importância que o transporte desempenha para a eficiência das empresas, cuja função é destacada com a mesma importância em relação à armazenagem e estoque. Os objetivos da gestão de transporte são a satisfação do cliente, e a diminuição dos custos para empresa (Vargas, 2008).

De acordo com Ballou (2006), o percentual dos custos de transporte em relação aos custos logísticos totais pode variar de 30% a 60%. Desta maneira, um bom planejamento para o transporte de cargas, é de grande importância para o bom desempenho do sistema logístico.

A proposta do trabalho é apresentar o problema de dimensionamento de frotas que afeta muitas empresas sejam elas de pequeno, médio ou grande porte. O estudo será feito no setor de transportes de uma empresa do ramo varejista que atua na comercialização e distribuição de eletrodomésticos a fim de saber se há ociosidade. Neste caso, serão levantados os tempos necessários para realização das rotas. Por conseguinte, serão levantados os custos e separados em fixos e variáveis para todos veículos, visando saber o custo do quilômetro rodado a partir da atual frota, sendo possível também verificar os modelos eficientes, considerando que a frota é heterogênea. Após será verificado a redução do custo de transporte que se obtém com o dimensionamento, como também a economia que a empresa obteria com a minimização do número de veículos.

A partir deste contexto, afirma-se que o objetivo principal do trabalho consiste em dimensionar a frota da empresa, enquanto os objetivos secundários são: apresentar o custo atual que a empresa mantém na área de transportes, e calcular os ganhos em termos financeiros e econômicos com a otimização do número de veículos.

### 1.1 Justificativa do trabalho

A partir de uma análise inicial na própria empresa foi constatado que haviam veículos que ficavam parados por tempos demasiados em suas dependências. Diante da situação presenciada, verificou-se uma necessidade de mensurar o nível de utilização operacional da frota.

## 2. Referencial Teórico

Inicialmente o trabalho propõe uma consulta na literatura, verificando os métodos de dimensionamento e de levantamento de custos em relação às características, bem como a possibilidade de aplicação para o problema em estudo.

### 2.1 Dimensionamento de frota

Atualmente a capacidade de oferta de empresas transportadoras está no limite, visto que 20 % trabalham com alguma folga, 52% estão sem folga e ainda 28 % não conseguem dar conta da demanda exigida. Apesar desses números, a demanda por transportes cairá apenas se o país tiver um crescimento negativo. Entretanto, para que as empresas mantenham as margens e

umentem a capacidade de carga, é preciso um bom planejamento de suas operações, e neste caso um dimensionamento de frotas empregado de maneira correta poderá contribuir para ampliação da capacidade (Masiero, 2008).

Para Maia (2011), o dimensionamento de frota deve seguir uma metodologia a partir de uma sequência de passos, onde deve ser ressaltada a importância da fase de levantamento de dados que deve ser realizada com precisão a fim de obter a acuracidade dos dados.

A literatura aborda a problemática do dimensionamento de três maneiras distintas: (i) seja como um problema de roteirização; (ii) como um problema de complexidade matemática sem o envolvimento de roteamento ou *scheduling* de veículos; (iii) se baseando no princípio do tempo de ciclo do veículo. No trabalho proposto o dimensionamento será baseado pelos tempos de ciclo devido à dificuldade para determinar a demanda das rotas em termos de peso e volume.

#### 2.1.1 Dimensionamento de Frota a partir da Roteirização de Veículos

Teixeira (2001) buscou a resolução do problema de roteamento e dimensionamento em sua dissertação de mestrado. O autor optou pelo método heurístico baseado no algoritmo *out of kilter* (HOK), considerando a interação de busca de circulação em uma rede capacitada. O trabalho foi modelado objetivando a circulação em custo mínimo, e levando em consideração os custos fixos e variáveis para cada veículo, assim como suas capacidades de transporte.

Cunha (1991) em seu trabalho de dissertação propôs uma formulação matemática a partir do Problema de Roteamento e Programação (PRP). O propósito central do estudo era definir a rota com menor custo, que atendesse vários pontos de demanda a partir de um depósito central. O autor ainda relevou diversas restrições encontradas em situações práticas como múltiplos veículos, janelas de tempo e frota heterogênea.

Mourad (2005) desenvolveu um algoritmo de minimização do custo para o problema de roteirização e programação, considerando o problema com um ponto de origem e um ponto de destino. O autor considerou muitas restrições práticas, entre elas, paradas para manutenção da frota, e os resultados finais foram obtidos a partir de heurísticas baseadas em Busca Tabu.

Bonasser (2005) tratou o problema de roteirização de veículos pela proposição de quatro métodos de resolução: método adaptado da heurística de Clarke e Wright, meta-heurística colônia de formigas, meta heurística Busca Tabu e uma meta heurística desenvolvida a partir das três anteriores. A proposta do autor foi aplicada para as atividades da força aérea brasileira (FAB) considerando para este caso múltiplos depósitos, restrições de capacidade e distância e frota heterogênea.

Roco (2010) em sua tese de doutorado procurou a resolução integrada do problema de roteirização com o problema de carregamento de veículos. Até então esses dois assuntos foram estudados de forma separada, devido à interdependência existente. Desta maneira, o modelo do autor usa heurísticas para o carregamento de veículos e metaheurística de Busca-Tabu para a roteirização, adotando uma abordagem aproximativa para resolver o problema. Para maiores informações consultar (Glover F, 2003).

### 2.1.2 Dimensionamento de frota sem abordagem de Roteirização

Estes modelos que se caracterizam por abordar o dimensionamento isoladamente foram bastante desenvolvidos ao longo dos últimos 50 anos. Tais problemas são classificados por serem de grande complexidade matemática. Diferentes pesquisas foram realizadas sob enfoques diferentes. Kirby (1959) procura saber o tamanho ideal da frota considerando uma demanda com variação sazonal conhecida e uma frota homogênea. O autor resolve o problema a partir de formulações algébricas e não leva em conta os custos variáveis.

O método proposto por Wyatt (1961) é aplicado para casos de demanda determinística e em frotas homogêneas compostas por veículos de mesmo tipo e tamanho, sendo análogo aos estudos de Kirby (1959). Neste caso os custos variáveis são considerados para o dimensionamento ótimo.

Gould (1969) é o primeiro autor que considera o uso de frotas heterogêneas (tipos e tamanhos dos veículos) para a solução do problema e o método proposto foi formulado a partir de programação Linear. A demanda é considerada como determinística e as entregas podem ser realizadas por mais de um operador logístico.

Diversos autores utilizaram como base os estudos de Wyatt (1961) e Kirby (1959) para resolução do problema de dimensionamento. Já como metodologias de resolução foram utilizadas desde fórmulas algébricas até métodos de programação Linear, programação dinâmica e teoria de filas.

Outro modelo encontrado na literatura para o problema de dimensionamento de frota é o BPP da sua versão inglesa ("*bin packing problem*"). Este modelo se refere ao problema de empacotamento e a ideia consiste em arrumar objetos de diferentes dimensões em um número infinito de *bins* (caixas, pallets, aviões, trens, caminhões etc.) com a restrição de capacidade e volumes. O objetivo original deste modelo é minimizar o número de *bins* que contenham todos os objetos (Alvim; 2004).

O modelo de *bin packing* varia de acordo com o número de vetores: unidimensional, bidimensional e tridimensional. Este problema pode ser considerado de difícil resolução, sendo classificado como (NP-Hard) (Gendreau et al; 1995).

Os modelos de *bin packing* encontrados na literatura, na maioria dos casos, consideram apenas um tipo de *bin* com o objetivo de determinar a menor quantidade de *bins* possíveis. Han et al. (1994) apresentou uma heurística bidimensional para o problema, considerando diferentes tipos de *bins*. O objetivo do trabalho foi minimizar o número de *bins* ao menor custo.

### 2.1.3 Dimensionamento de Frota com base nos tempos de ciclo do veículo

Stringher (2004) em sua dissertação determinou o tamanho ideal de uma frota sem a abordagem de roteirização, levando em conta os tempos de ciclo de cada veículo e com esta proposta o autor buscou pela minimização dos custos de transportes. O trabalho foi realizado através de um estudo de caso e foi classificado como um problema de cobertura de rota, permitindo determinar a quantidade ideal de veículos. Foi considerada a frota como homogênea. O problema da otimização da frota a partir deste método caracteriza-se por ser um método aproximativo sem complexidade matemática envolvida. Para determinar o dimensionamento da frota, o autor identificou três etapas: tempo de ciclo, produtividade de cada rota e quantidade de veículos necessários.

O cálculo do tempo de ciclo corresponde ao somatório de todos os tempos que compõem a viagem, podendo variar em situações específicas, por exemplo, ausência de cargas de retorno.

$$\text{Tempo de ciclo} = \text{Tempo de carregamento} + \text{Tempo de viagem ida} + \text{Tempo de descargas} + \\ \text{Tempo de viagem roteiro} + \text{Tempo de viagem volta} + \text{Tempo de esperas}$$

Fórmula 1 tempos de ciclo

Para o cálculo de produtividade da rota foi apenas dividido tempo disponível pelo tempo de ciclo.

$$\text{Produtividade da rota} = \text{Tempo disponível} / \text{Tempo de ciclo}$$

Fórmula 2 produtividade da rota

O último passo foi determinar a quantidade de veículos necessários, com base no número de viagens a ser realizadas por mês.

$$\text{Número de veículos} = \text{Número de viagens} / \text{Produtividade da rota}$$

Fórmula 3 número de veículos

O último passo de Stringher (2004) foi identificar as rotas mais atrativas a partir de um modelo de custeio.

## 2.2 Classificação dos Custos

Antes de classificar os custos, é importante abordar a diferença entre gastos e custos. Entende-se como custos os valores dos bens e/ou serviços consumidos de forma eficiente para produção de bens e/ou serviços. Por outro lado os gastos são responsáveis por englobar as ineficiências do sistema produtivo (Kliemann; 1990).

Quanto à variabilidade, os custos são classificados em fixos e variáveis, os quais se diferenciam por dependerem ou não do volume de produção. Os custos variáveis (matéria-prima, serviços terceirizados etc.) são diretamente proporcionais a atividade produzida, e os custos fixos (custo do capital, salário dos funcionários etc.) são decorridos de forma independente ao volume de produção (Novaes, 2002).

Outra forma de classificar os custos é a partir da relação com a operação, os quais são divididos em diretos e indiretos. Assim, os custos diretos estão ligados a atividade produtiva (mão de obra, matéria prima, custo do capital etc.), enquanto os indiretos não se relacionam com a operação propriamente dita ( custos administrativos, estocagem etc.) (Atkinson et al, 2000).

De acordo com Alvarenga e Novaes (2000) os custos de transporte podem ser divididos em diretos e indiretos, considerando que os diretos são os que têm relação direta com a atividade de transporte e são segmentados em fixos e variáveis. Os custos indiretos caracterizam-se por não relacionarem diretamente com a operação, podendo variar de empresa para empresa conforme características peculiares. O autor ainda afirma que cerca de 85% dos custos de transporte são diretos, enquanto o custo indireto responde pelos restantes 15%.

Reis (2001) realizou um trabalho para ANTC (Associação Nacional do Transporte de Cargas), onde são enfatizados os custos operacionais, bem como fretes e renovação de frotas. Como complemento Reis indica algumas técnicas para redução de custos, como por exemplo, ajuste da bomba injetora e manter os bicos em boas condições de uso a fim de ter o consumo de combustível minimizado, ou então a escolha adequada de pneus para o serviço e qual a calibragem correta.

### 2.3.1 Método do comprimento Virtual

É um método aplicado com maior frequência em análise de viabilidade econômica para projetos rodoviários. Para compreensão da sistemática é preciso seguir os conceitos

utilizados: rodovia ideal, comprimento virtual, características condicionantes de uma rodovia e fatores virtuais. Este último se refere a coeficientes que representam a extensão de uma rodovia padrão que é equivalente em custos operacionais a uma unidade da característica condicionante da rodovia. Novaes et al. (2008) divide em três etapas o cálculo do custo operacional para cada tipo de veículo: (a) custo operacional na rodovia ideal à velocidade mais econômica; (b) custo operacional na rodovia real à velocidade mais econômica; (c) custo operacional na rodovia real a velocidade real.

### 2.3.2 Método ABC

Este sistema de custeio aborda a ideia de que a empresa é um conjunto de processos inter-relacionados, considerando assim um aspecto conceitual importante para o aprimoramento da contabilidade gerencial. A origem do método surgiu sob o enfoque de melhorar a alocação dos custos indiretos fixos. Para implementação do método há uma sequência de passos: divisão da empresa em atividades, compreensão do comportamento das atividades, cálculo do custo de cada atividade, identificação das causas principais dos custos e alocação dos custos aos produtos proporcionalmente ao grau de utilização (Michel et al.; 2011). Para maiores informações consultar Gestão de Custos Logísticos, (Faria A.C, 2008).

### 2.3.3 Método do custo médio para o transporte rodoviário

O objetivo do método é fornecer estimativas para os custos operacionais para os veículos rodoviários, a partir de parâmetros médios de consumo. O método limita-se a levar em consideração condições médias de velocidade, tráfego, carregamento e rodagem, desta maneira, não é sensível as variações. A vantagem do método é desagregar o cálculo por componente de custo (manutenção, salários, pneus, etc.), permitindo também que cada empresa crie seus próprios parâmetros referentes ao tipo, modelo e parâmetro de veículo (Novaes et al, 2008).

No caso do transporte rodoviário, os custos variáveis dependem da distância percorrida. De acordo com Lima (2001) os principais itens são indicados abaixo com uma breve explicação na sequência.

-Combustível: este item representa uma grande parcela dos custos totais e depende diretamente da distância percorrida, e sua economia é obtida pela eficiência do veículo.

-Pneus: são consumidos conforme usados, e a escolha do tipo de pneu mais adequado é relativo às condições das vias ao qual o veículo irá percorrer, bem como o peso que será submetido.

-Manutenção: pressupõe-se uma média de gasto mensal com este custo para cada caminhão, sendo impactado pela idade do veículo, além de condições de uso e revisão adequada.

-Pedágio: é um item de custo relativamente novo, o qual depende se a rota for ou não pedagiada e do comprimento da mesma, pois pode passar por um, dois ou mais pedágios.

-salários/encargos e benefícios: não dependem de distâncias percorridas, pois são pagos mensalmente em um valor pré-fixado, como também pode haver bonificações por horas adicionais trabalhadas.

-IPVA: imposto anual que deve ser recolhido e pago no mês conforme a numeração da placa do veículo.

-Seguro do veículo: este item de custo não é obrigatório, embora haja um crescimento bastante significativo em empresas que o adotam.

-Lubrificantes/Lavagem: são dependentes da distância percorrida, e no caso da lavagem também é influenciado pelo tipo de pavimentação ao qual o veículo estará sujeito.

-Depreciação: capital que deveria ser reservado para reposição do bem ao fim de sua vida útil.

-Remuneração do Capital: está relacionado ao custo de oportunidade do capital imobilizado.

Para calcular o custo das rotas é interessante calcular os itens de custos unitários para cada tipo de veículo utilizado, sendo assim, deve-se montar uma planilha comum onde serão calculados os custos fixos e variáveis unitários em função dos parâmetros (combustível, pedágio, pneus etc.). Com exceção dos custos administrativos, todos são considerados diretos, tornando o cálculo relativamente simples. Os custos fixos são constantes, exceto por variações de preço ou salariais, e devem ser calculados em relação ao mês. Já os custos variáveis são calculados em função da quilometragem (Lima; 2001).

### 3. Metodologia

Nesta seção serão detalhadas a descrição da empresa e as etapas da pesquisa, conseqüentemente serão especificadas as metodologias usadas no trabalho em relação ao dimensionamento de frota e cálculos para os custos da frota de veículos.

#### 3.1 Descrição da Empresa

O caso em estudo será no setor de transportes de uma empresa do setor varejista, responsável pela comercialização de eletrodomésticos. A empresa possui 40 anos de história, e atualmente está presente nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e sul do Paraná. No ano de 2011 foi atingida a marca de 150 lojas as quais devem ser abastecidas duas vezes por semana através de seu centro de distribuição. Para realização das entregas, a empresa conta com uma

frota de 48 caminhões. A atividade de distribuição não necessita de ajudante, sendo assim, é realizada por apenas um funcionário (o motorista) o qual se responsabiliza por entregar a mercadoria até as filiais, além de fazer a conferência no despacho da carga.

As rotas são montadas geograficamente, de tal maneira que cada veículo faça as entregas obedecendo a uma direção, sendo possível a realização da atividade em apenas um dia, e para rotas mais longas dois ou três dias.

### 3.2 Classificação da Pesquisa

O trabalho proposto tem como características o desenvolvimento a partir de uma pesquisa de abordagem quantitativa, onde são mensurados os critérios necessários para o estudo. Os objetivos são relatados de maneira descritiva a partir do estudo de caso.

### 3.3 Etapas da Pesquisa

Este trabalho está organizado em três etapas, sendo que a primeira tem o objetivo de dimensionar a frota a partir dos dados coletados. Na segunda serão calculados os custos dos veículos, a fim de tomar conhecimento do custo por quilometro rodado e determinar o percentual de participação de cada item. Para finalizar será feito uma análise econômica em relação à frota da empresa a fim de determinar ganhos mensais adquiridos com ausência de ociosidade.

### 3.4 Dimensionamento da Frota

Foi verificada uma necessidade de dimensionar a frota, devido a dinâmica do crescimento da empresa, pois cada ano aumenta o número de lojas, necessitando mais capacidade de transporte, e considerando que o mau dimensionamento dos veículos pode acarretar no aumento dos custos da empresa. Na situação atual há mais de 150 lojas que devem ser atendidas por 48 caminhões. A carga transportada é caracterizada por ser de alto volume, desta maneira é bastante relevante o espaço do baú.

Antes de realizar os cálculos de dimensionamento, é preciso levantar os dados necessários. Para isto o trabalho seguirá a sequência de passos proposta por Maia (2011) adaptado para o caso em estudo. A seguir serão demonstradas as etapas do processo:

- 1) Fixar os dias de trabalho por mês e as horas de trabalho por dia

Nesta fase serão determinados os dias e as horas trabalhadas por mês, devendo tomar cuidado com critérios de atendimento para feriados e fins de semana. Outro aspecto a ter cuidado é o tempo mensal que os veículos levam para manutenções.

## 2) Escolha do modelo de veículo

É preciso analisar as características dos veículos, identificando os modelos que melhor se adequam ao transporte desejado, considerando a eficiência do processo durante o carregamento, transporte e descarregamento.

## 3) Verificar os dados das rotas a serem utilizadas

Nesta fase serão analisadas as condições de tráfego, aos quais os veículos serão submetidos, assim como tipos de estradas, condições de pavimentação, etc. Estes aspectos serão importantes para determinar a velocidade de cruzeiro e, conseqüentemente, saber os tempos médios de percurso.

## 4) Medir os tempos de carga, descarga, espera, refeição e descanso do motorista

Esta etapa corresponde ao cálculo dos tempos de ciclo, o qual será composto por 6 tópicos, que são: tempo de Carregamento, tempo de viagem de ida até a primeira loja, tempo de descarga das lojas, tempo de viagem entre lojas, tempo de viagem da última loja e tempos de esperas. Para determinar estes parâmetros foi feito uma pesquisa com seis funcionários experientes o qual responderão ao questionário e a partir das respostas será feito uma média. Os resultados serão considerados nos cálculos para o dimensionamento da frota.

A proposta para o cálculo de dimensionamento será a partir dos tempos de ciclos de cada rota, cuja metodologia é expressa na dissertação de mestrado de Stringher (2004). O estudo considera uma demanda média mensal para o cálculo dos tempos de ciclos das rotas.

## 3.5 Segmentações de custos para os veículos da frota

Nesta etapa são levantados os custos fixos e variáveis para todos modelos de caminhões que a empresa dispõe, O objetivo é saber o custo total da frota permitindo também observar quais os modelos que são economicamente mais viáveis. Outro aspecto analisado é a proporção de cada item de custo do total calculado.

A coleta de dados é feita juntamente com o gerente de frotas da empresa, o qual mantém planilhas individuais por cada caminhão, além de alguns dados serem obtidos pelas concessionárias Mercedes Benz, Volkswagen e Ford. Para esta problemática o trabalho propõe 2 estágios. O primeiro, considerar o cálculo a partir do cenário atual em que a empresa se encontra e o segundo, buscando o resultado a partir da frota dimensionada. A partir da diferença entre os 2 estágios serão demonstradas as diferenças em termos econômicos.

Para o cálculo dos custos fixos serão considerados a depreciação do veículo e do equipamento; remuneração do capital investido do veículo e do equipamento; salários e encargos do motorista; licenciamento e seguro obrigatório e a cobertura de risco. Já os custos

variáveis, serão estratificados em: custo de manutenção; combustível; pneus; pedágio; óleo de cárter; câmbio e diferencial. As fórmulas usadas para os cálculos relativos aos custos estão indicadas na tabela 1.

Tabela 1: Planilha de fórmulas para os cálculos

Custo	Item	Fórmula	Legenda
Fixo	Remuneração do Capital	$\frac{VE * 13\%}{12}$	VE = valor do equipamento VA = Valor de aquisição
Fixo	Depreciação	$\frac{VA - VR}{VU}$	VR = Valor residual VU = vida útil
Fixo	Salário motorista	Salário + Encargos	DPVAT = seguro do trânsito IPVA = imposto anual
Fixo	Licenciamento	$\frac{DPVAT + IPVA + TL}{12}$	TL = Taxa de licenciamento PO = Preço do óleo (R\$/litro)
Variável	Óleo	$\frac{PO * RO}{IT}$	RO capacidade de reserva (óleo) IT = intervalo para troca de óleo
Variável	Combustível	PC/RM	PC = preço do combustível (R\$/litro) RM = rendimento do combustível (Km/litro)
Variável	Pneu Dianteiro	$\frac{(P * NP)}{VP}$	P = preço do Pneu NP = número de Pneus
Variável	Pneu Traseiro	$\frac{\{[1,2 * P * NP] + (R * NP)\}}{VP}$	R = preço da recapagem VP = vida útil do Pneu
Variável	Manutenção	CTM/KM	CTM = custo de manutenção por veículo CTP = custo de pedágio por veículo
Variável	Pedágio	CTP/KM	KM = quilometragem média mensal

#### 4. Aplicação do método

##### 4.1 Dimensionamento da frota

Para calcular a quantidade necessária de veículos considerou-se tempos de ciclo a fim de verificar a capacidade de frota disponível por semana. As lojas da rede devem ser atendidas duas vezes por semana, desconsiderando o período de Natal onde tem um acréscimo considerável na demanda, por conseguinte, a frequência de entrega é modificada. Foram identificados 44 roteiros que abrangem o estado do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e mais recentemente Paraná. A partir dos tempos coletados buscou-se a quantidade mínima necessária de veículos possíveis para atender semanalmente a rede de lojas.

Para coletar os tempos de cada rota foi realizada uma pesquisa com seis funcionários com experiência de três anos ou mais na empresa. Cada funcionário respondeu as rotas que atende

com maior frequência. O questionário foi dividido em seis tópicos, conforme descrito na tabela abaixo.

Tabela 2: Tópicos dos tempos de ciclo

a)	T carregamento	d)	Tempo viagem entre lojas
b)	T viagem ida até primeira loja	e)	T viagem volta da última loja
c)	T descarga lojas	f)	T esperas

Em relação aos itens correspondentes ao tempo de carregamento e tempo de descarga nas lojas foi estabelecida uma média a partir das respostas do questionário. O processo de carregamento possui variações nos tempos por fatores como: disponibilidade de produtos nos boxes de carregamento e agilidade na conferência da carga. O tempo de descarga nas lojas é afetado pela disponibilidade de funcionários para ajudar no descarregamento, e pela disponibilidade de espaço para estacionar o veículo. Desta maneira o tempo de carregamento no depósito varia de 2 horas até 3 horas. Já o tempo de descarga na loja é em torno de 1 hora. Os tempos de viagens de ida, de volta e dentro do roteiro foram considerados regulares, não levando em conta possíveis imprevistos. Para cada roteiro foi adicionado um tempo de espera correspondente. Os resultados da coleta para cada rota estão indicados na tabela 3.

Tabela 3: Tempos de ciclo dos roteiros

ROTEIRO	T. DE CICLO						
<b>Roteiro 1</b>	28h 40m	<b>Roteiro 12</b>	20h 50m	<b>Roteiro 23</b>	8h 45m	<b>Roteiro 34</b>	17h 15m
<b>Roteiro 2</b>	24h 10m	<b>Roteiro 13</b>	19h 35m	<b>Roteiro 24</b>	8h	<b>Roteiro 35</b>	10h 10m
<b>Roteiro 3</b>	33h 10m	<b>Roteiro 14</b>	21h 50m	<b>Roteiro 25</b>	16h 5m	<b>Roteiro 36</b>	14h 5m
<b>Roteiro 4</b>	25h 30m	<b>Roteiro 15</b>	15h 30m	<b>Roteiro 26</b>	14h	<b>Roteiro 37</b>	10h 20m
<b>Roteiro 5</b>	23h 55m	<b>Roteiro 16</b>	17h 25m	<b>Roteiro 27</b>	12h 55m	<b>Roteiro 38</b>	7h 25m
<b>Roteiro 6</b>	35h	<b>Roteiro 17</b>	19h 30m	<b>Roteiro 28</b>	17h 45m	<b>Roteiro 39</b>	6h 30m
<b>Roteiro 7</b>	26h 30m	<b>Roteiro 18</b>	32h 20m	<b>Roteiro 29</b>	15h 30m	<b>Roteiro 40</b>	11h
<b>Roteiro 8</b>	23h 50m	<b>Roteiro 19</b>	25h 30m	<b>Roteiro 30</b>	14h	<b>Roteiro 41</b>	9h 20m
<b>Roteiro 9</b>	26h 45m	<b>Roteiro 20</b>	16h 10m	<b>Roteiro 31</b>	18h 55m	<b>Roteiro 42</b>	9h 25m
<b>Roteiro 10</b>	27h	<b>Roteiro 21</b>	11h 10m	<b>Roteiro 32</b>	13h 20m	<b>Roteiro 43</b>	8h 45m
<b>Roteiro 11</b>	20h	<b>Roteiro 22</b>	18h 10m	<b>Roteiro 33</b>	17h 15m	<b>Roteiro 44</b>	4h

#### 4.1.1 Produtividade da Rota / Número de Veículos

Para saber a quantidade de viagens semanal possível para cada rota foi necessário relacionar o tempo de ciclo com o tempo disponível. Para esta relação, foi considerada uma jornada de trabalho de oito horas diárias, caso o tempo seja extrapolado deve se pagar hora extra ao motorista. A empresa adota seis dias úteis de trabalho por semana. Em média, cada veículo demanda dois dias parados por mês devido à manutenção e trocas de óleo/lubrificantes.

Para os cálculos os tempos foram convertidos para minutos, desta maneira, o tempo diário é de 480 minutos, e semanal de 2880 minutos. Considerando 4 semanas por mês o tempo passa para 11520 minutos. Como deve ser descontado 960 minutos de manutenção mensal por caminhão, totalizando 10560 minutos. O tempo semanal para o cálculo de produtividade da rota foi de 2640 minutos. O resultado deve ser obtido pela divisão do tempo disponível semanal por veículo pelo tempo de ciclo de cada rota. Para obter o número de veículos necessários deve-se fazer a divisão do número de viagens semanal por rota pela produtividade de cada rota. Por semana as rotas são abastecidas duas vezes, então o resultado provém da divisão:

$$N \text{ veículos} = 2 / \text{Produtividade da Rota}$$

A partir da resposta, pode-se concluir a ociosidade presente na frota da empresa, ou então a existência de um superdimensionamento. A tabela 4 indica a quantidade de veículos necessários por semana em cada rota.

Tabela 4: Quantidade de veículos por roteiro

Roteiro	N. Viagens	Prod. Rota	N. Veículos	Roteiro	N. Viagens	Prod. Rota	N. Veículos
Roteiro 1	2	1,535	1,303	Roteiro 23	2	5,029	0,398
Roteiro 2	2	1,821	1,098	Roteiro 24	2	5,500	0,364
Roteiro 3	2	1,327	1,508	Roteiro 25	2	2,736	0,731
Roteiro 4	2	1,725	1,159	Roteiro 26	2	3,143	0,636
Roteiro 5	2	1,840	1,087	Roteiro 27	2	3,406	0,587
Roteiro 6	2	1,257	1,591	Roteiro 28	2	2,479	0,807
Roteiro 7	2	1,660	1,205	Roteiro 29	2	2,839	0,705
Roteiro 8	2	1,846	1,083	Roteiro 30	2	3,143	0,636
Roteiro 9	2	1,645	1,216	Roteiro 31	2	2,326	0,860
Roteiro 10	2	1,630	1,227	Roteiro 32	2	3,300	0,606
Roteiro 11	2	2,200	0,909	Roteiro 33	2	2,551	0,784
Roteiro 12	2	2,112	0,947	Roteiro 34	2	2,551	0,784
Roteiro 13	2	2,247	0,890	Roteiro 35	2	4,328	0,462
Roteiro 14	2	2,015	0,992	Roteiro 36	2	3,124	0,640
Roteiro 15	2	2,839	0,705	Roteiro 37	2	4,258	0,470
Roteiro 16	2	2,526	0,792	Roteiro 38	2	5,933	0,337
Roteiro 17	2	2,256	0,886	Roteiro 39	2	6,769	0,295
Roteiro 18	2	1,361	1,470	Roteiro 40	2	4,000	0,500
Roteiro 19	2	1,725	1,159	Roteiro 41	2	4,714	0,424
Roteiro 20	2	2,722	0,735	Roteiro 42	2	4,673	0,428
Roteiro 21	2	3,940	0,508	Roteiro 43	2	5,029	0,398
Roteiro 22	2	2,422	0,826	Roteiro 44	2	11,000	0,182
<b>Total Veículos</b>							<b>35,330</b>

A partir do resultado utilizando os tempos de ciclo foi obtida a quantidade de 35,33 veículos necessária para atender a rede. Sendo assim, é preciso considerar a necessidade de 36 caminhões para empresa. O cenário atual é a disposição de 48 veículos de diversos modelos.

Com os dados finais é possível afirmar um excesso de 12 caminhões na frota, o que corresponde a 25 % de ociosidade.

Deve-se ressaltar que a empresa mantém uma demanda constante ao longo do ano, com exceção do período de Natal em que há um acréscimo de mercadorias vendidas, conseqüentemente a quilometragem percorrida é maior, exigindo uma quantidade de veículos adicional. Para este caso, não justifica a empresa manter uma quantidade maior de caminhões apenas para atender o período natalino, sendo vantajoso recorrer ao serviço terceirizado para atender o adicional da demanda.

A carga transportada tem a característica de ser heterogênea e fragmentada, complicando a obtenção da demanda pelo volume e pelo peso. Dependendo da mercadoria transportada pode representar volume elevado e baixo peso, como é o caso de colchões e linha branca, ou então a carga pode ser de um volume mais baixo e um peso mais elevado, como é o caso de móveis. A empresa também não disponibiliza de balanças a fim de medir o peso da carga, sendo possível saber o peso transportado apenas esporadicamente em balanças rodoviárias. O critério usado para quantificar a demanda é apenas por valor de mercadoria, que não possui importância em cálculos de dimensionamento de frota que necessita de critérios físicos.

## 4.2 Custos da Frota

A partir do resultado do dimensionamento, o trabalho propõe fazer um levantamento de custos da frota, a fim de saber qual o gasto que a empresa tem com a presença de ociosidade, e qual a participação dos itens de custos da frota. Outro aspecto que é possível observar a partir dos dados do trabalho é a diferença econômica entre os diversos modelos de caminhões, devido a frota ser heterogênea no critério tipos de veículos.

### 4.2.1 Custos Variáveis

Os custos variáveis foram divididos em 5 itens: (i) DO-Despesas com óleo/lubrificante; (ii) DP-Despesas com pneus; (iii) PED-Custos com pedágios; (iv) DC-Despesas com combustível; (v) DM-Despesas com manutenção.

Por considerar o tipo de Frota Rodoviária, o intervalo entre troca de óleos obedece a seguinte regra: óleo de motor – 20.000 km; óleo de caixa de câmbio – 90.000 km; óleo de diferencial – 90.000 km. Cada veículo possui suas características em relação à capacidade do reservatório de óleo. Para o cálculo do item foi verificado o preço do litro de óleo e multiplicado pela quantidade necessária e após dividido pelo intervalo entre trocas. O resultado obtido variou de R\$ 0,01 a R\$ 0,02 por quilômetros rodados.

O combustível é o item de custo com a representação mais alta e é influenciado diretamente pelo rendimento do veículo. Foi feito um levantamento da média de consumo dos veículos referente aos meses de Dezembro de 2011 e Janeiro e Fevereiro de 2012. Para calcular o custo basta dividir o preço por litro pelo rendimento. O custo por quilometro rodado teve variações de R\$ 0,45 até R\$ 0,53 dependendo do modelo de caminhão.

Para calcular o custo relativo aos pneus foram consultados dados históricos para troca de pneus tanto traseiros quanto dianteiros. Desta maneira foi constatado uma média de durabilidade dos pneus dianteiros de 90.000 km, já os pneus traseiros variam de 170.000 Km até 200.000 Km e pneus recapados tem vida útil equivalente a 80% de um pneu novo. O cálculo para os pneus traseiros e dianteiros obedeceram as seguintes fórmulas:

$$PT = \{[1,2 * P * NP] + (R * NP)\} / VP$$

$$PD = (P * NP) / VP$$

Onde: PT = Pneu traseiro, PD = Pneu dianteiro, P = Preço do Pneu, NP = Número de Pneus. R = Preço do Pneu Recapado, VP = Vida útil do Pneu.

O resultado obtido para o custo com pneus foi de R\$ 0,02/Km para pneus traseiros e R\$ 0,03/Km para pneus dianteiros.

Para obter o custo de manutenção deve-se calcular uma média mensal de gastos com os devidos reparos. Cada veículo deve ter uma ficha indicando as despesas com oficina, no entanto foi um controle que a empresa não possuía. Os dados obtidos foram apenas um gasto geral mensal para frota. Desta maneira, os gastos foram rateados entre os veículos, distorcendo resultados reais, por considerar que a empresa tem veículos com uma diferença de até 17 anos de idade. O valor das despesas com manutenção foi de R\$ 0,06 por quilometro rodado.

O pedágio é considerado um item de custo variável, porém depende do roteiro e não é influenciado diretamente pela distância percorrida. Para determinar o gasto com pedágio por veículo, foi usada a mesma técnica de manutenção, onde se buscou o gasto total de pedágio e dividiu pela quilometragem total percorrida. A partir dos dados levantados, a empresa tem um gasto mensal de R\$ 13.692,80 e percorre em média 250.000 km por mês, resultando em R\$ 0,05/Km.

Considera-se, que cada veículo da frota atual percorre em média 5.208 km por mês, e como há 48 caminhões, é totalizada a média de 250.000 km por mês. A tabela 5 apresenta o custo por quilômetro rodado por veículo.

Tabela 5: Custos variáveis por modelo de veículo

QTY	Modelos	DO	DC	DP	DM	PED.	Total
1	MB 1720	R\$ 0,01	R\$ 0,46	R\$ 0,05	R\$ 0,06	R\$ 0,05	<b>R\$ 0,64</b>
5	MB 1718 (atego)	R\$ 0,01	R\$ 0,47	R\$ 0,05	R\$ 0,06	R\$ 0,05	<b>R\$ 0,65</b>
6	MB 1718 (atego)	R\$ 0,01	R\$ 0,47	R\$ 0,05	R\$ 0,06	R\$ 0,05	<b>R\$ 0,65</b>
19	MB 1718 (trad.)	R\$ 0,01	R\$ 0,47	R\$ 0,05	R\$ 0,06	R\$ 0,05	<b>R\$ 0,65</b>
1	MB 1725	R\$ 0,02	R\$ 0,53	R\$ 0,05	R\$ 0,06	R\$ 0,05	<b>R\$ 0,72</b>
2	VW 15 180	R\$ 0,01	R\$ 0,47	R\$ 0,05	R\$ 0,06	R\$ 0,05	<b>R\$ 0,65</b>
3	VW 15 180e	R\$ 0,01	R\$ 0,46	R\$ 0,05	R\$ 0,06	R\$ 0,05	<b>R\$ 0,64</b>
1	VW 16 170	R\$ 0,01	R\$ 0,51	R\$ 0,05	R\$ 0,06	R\$ 0,05	<b>R\$ 0,68</b>
1	VW 16 170	R\$ 0,01	R\$ 0,51	R\$ 0,05	R\$ 0,06	R\$ 0,05	<b>R\$ 0,68</b>
1	VW 16 220	R\$ 0,01	R\$ 0,50	R\$ 0,05	R\$ 0,06	R\$ 0,05	<b>R\$ 0,68</b>
2	VW 17 210	R\$ 0,01	R\$ 0,51	R\$ 0,05	R\$ 0,06	R\$ 0,05	<b>R\$ 0,69</b>
1	VW 17 250	R\$ 0,02	R\$ 0,53	R\$ 0,05	R\$ 0,06	R\$ 0,05	<b>R\$ 0,72</b>
1	VW 17 250	R\$ 0,02	R\$ 0,53	R\$ 0,05	R\$ 0,06	R\$ 0,05	<b>R\$ 0,72</b>
1	Ford 1722 E	R\$ 0,01	R\$ 0,51	R\$ 0,05	R\$ 0,06	R\$ 0,05	<b>R\$ 0,69</b>
3	Ford 1717 E	R\$ 0,01	R\$ 0,45	R\$ 0,05	R\$ 0,06	R\$ 0,05	<b>R\$ 0,63</b>

#### 4.2.2 Custos Fixos

Para cada veículo foi calculado os custo fixos divididos em 6 grupos: (i) LC-Licenciamento/Seguro obrigatório; (ii) DV-Depreciação do veículo; (iii) DE-Depreciação do equipamento; (iv) RCV-Remuneração de Capital do veículo; (v) RCE-Remuneração de capital do equipamento; (v) SM-Salário do motorista.

Para o item LC foi levado em consideração as Taxas de licenciamento, DPVAT e IPVA, e neste caso foi preciso detalhar os caminhões por modelo e ano de fabricação. A taxa é cobrada anualmente, para saber o gasto mensal, basta dividir pelo número de meses.

Para detalhar o custo de oportunidade é necessário avaliar cada veículo da frota, e o valor empregado no equipamento utilizado, que no caso do estudo são baús. Para o cálculo foi considerado uma taxa de juros anual de 12% mais 1% para remunerar o capital investido em peças de reposição.

Seguindo a tabela da ANTC (2001) a vida útil para um veículo comercial médio e semipesado são 72 meses. O cálculo do custo de depreciação admitiu-se este período. Para o valor residual do caminhão considerou-se 20% do valor de um similar zero quilometro. Em relação à depreciação dos baús foi usada a mesma técnica, porém com vida útil de 120 meses.

Em relação ao salário dos motoristas foi tomado como padrão o mês de abril de 2012; incluindo encargos e benefícios. A tabela 6 indica os custos fixos por veículo.

Tabela 6: custo fixo mensal por modelo de veículo

QTY	modelos	ano	LC	RCV	DV	RCE	DE	SM	Total
1	MB 1720	2004	R\$ 106,13	R\$ 1.169,40	R\$ -	R\$ 216,67	R\$ 246,67	R\$ 1.550,00	R\$ 3.288,86
5	MB 1718 (atego)	2008	R\$ 103,23	R\$ 1.257,78	R\$ 1.947,22	R\$ 216,67	R\$ 246,67	R\$ 1.550,00	R\$ 5.321,56
6	MB 1718 (atego)	2009	R\$ 108,01	R\$ 1.319,80	R\$ 1.947,22	R\$ 216,67	R\$ 246,67	R\$ 1.550,00	R\$ 5.388,37
19	MB 1718 (trad.)	2010	R\$ 113,82	R\$ 1.203,26	R\$ 1.588,51	R\$ 216,67	R\$ 246,67	R\$ 1.550,00	R\$ 4.918,92
1	MB 1725	2008	R\$ 111,69	R\$ 1.384,70	R\$ 2.061,11	R\$ 216,67	R\$ 246,67	R\$ 1.550,00	R\$ 5.570,83
2	VW 15 180	2004	R\$ 82,81	R\$ 939,41	R\$ -	R\$ 216,67	R\$ 246,67	R\$ 1.550,00	R\$ 3.035,56
3	VW 15 180e	2008	R\$ 99,30	R\$ 1.114,15	R\$ 1.752,78	R\$ 216,67	R\$ 246,67	R\$ 1.550,00	R\$ 4.979,57
1	VW 16 170	1994	R\$ 52,83	R\$ 595,65	R\$ -	R\$ 216,67	R\$ 246,67	R\$ 1.550,00	R\$ 2.661,81
1	VW 16 170	1995	R\$ 56,82	R\$ 626,76	R\$ -	R\$ 216,67	R\$ 246,67	R\$ 1.550,00	R\$ 2.696,92
1	VW 16 220	1999	R\$ 81,03	R\$ 931,50	R\$ -	R\$ 216,67	R\$ 246,67	R\$ 1.550,00	R\$ 3.025,87
2	VW 17 210	2002	R\$ 78,05	R\$ 968,55	R\$ -	R\$ 216,67	R\$ 246,67	R\$ 1.550,00	R\$ 3.059,94
1	VW 17 250	2006	R\$ 111,15	R\$ 1.236,63	R\$ 2.071,63	R\$ 216,67	R\$ 246,67	R\$ 1.550,00	R\$ 5.432,74
1	VW 17 250	2008	R\$ 121,43	R\$ 1.380,06	R\$ 2.071,63	R\$ 216,67	R\$ 246,67	R\$ 1.550,00	R\$ 5.586,45
1	Ford 1722 E	2009	R\$ 106,79	R\$ 1.226,33	R\$ 1.793,62	R\$ 216,67	R\$ 246,67	R\$ 1.550,00	R\$ 5.140,08
3	Ford 1717 E	2011	R\$ 112,93	R\$ 1.295,35	R\$ 1.695,87	R\$ 216,67	R\$ 246,67	R\$ 1.550,00	R\$ 5.117,49

#### 4.2.3 Custo Médio por veículo

Para determinar o custo médio da frota, foi feito o custo por cada modelo de veículo e após uma média ponderada pela quantidade de cada tipo, obtendo-se um veículo que representa a frota. Foi possível observar a participação de cada item de custo em relação ao total gasto. Verificou-se que com a atual frota de 48 veículos os custos fixos representam 58% do total. Analisando individualmente o custo de combustível é o que possui maior participação chegando a 30%. A tabela 7 indica o valor mensal gasto para cada item de custo para o veículo que representa o custo da frota

Tabela 7: Custo médio por veículo

	LC	RCV	DV	RCE	DE	SM	TOTAL	%
<b>Fixo</b>	104,86	1180,52	1457,19	216,67	246,67	1550,00	4755,907	58%
	<b>DO</b>	<b>DC</b>	<b>DP</b>	<b>DM</b>	<b>PED</b>			
<b>Variável</b>	54,45	2489,29	270,04	312,48	285,25		3411,513	42%

A participação dos custos é representada pela figura 1.

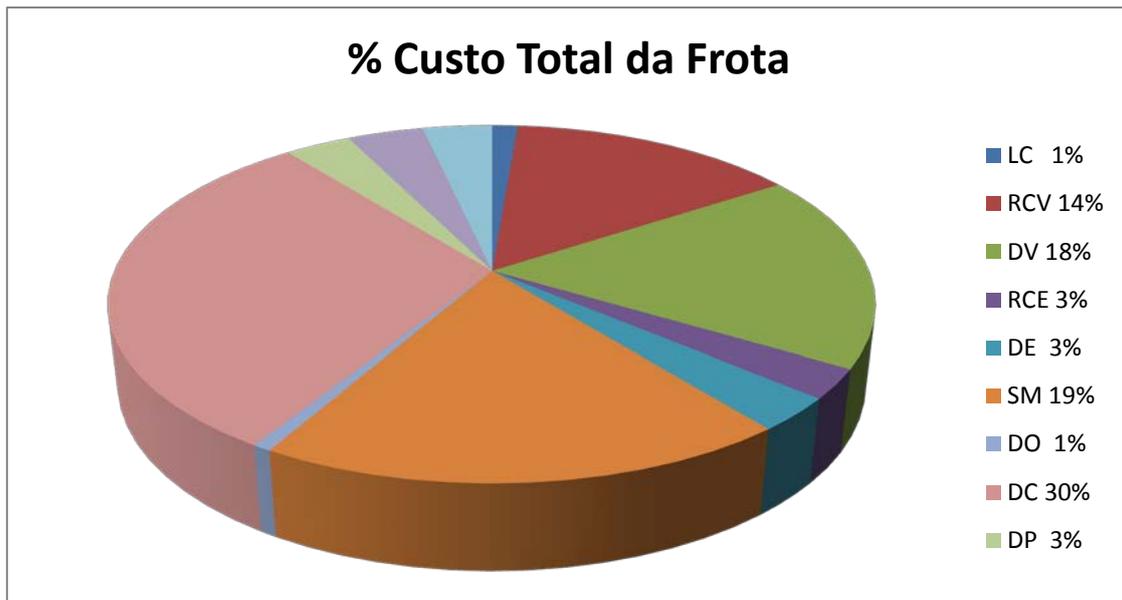


Figura 1: participação dos custos para atual frota

Pode verificar-se que cada veículo possui um custo médio mensal de R\$ 8.167,42. Como a quilometragem média mensal da frota é de 250000 km, o custo médio por Km é aproximadamente R\$ 1,57 para os 48 caminhões. Para a Frota da Empresa o gasto médio mensal se aproxima de R\$ 392.000,000.

#### 4.2.4 Custo da Frota de veículos dimensionada

Considerando o dimensionamento usando como base o tempo de ciclo proposto por (Stringher, 2004) fica evidente que a empresa possui uma frota acima da necessidade, sendo possível realizar os trabalhos com 75% da atual capacidade de transporte, desconsiderando o período natalino. Como visto na seção 4.1.1, o estudo indica uma quantidade de 36 veículos possíveis de serem usados, respeitando os limites de tempo impostos pela legislação. A quilometragem média mensal é elevada de 5208 km para 6944 km, a partir dessa diferença a estrutura de custos é modificada, aumentando a participação dos custos variáveis em decorrência do aumento de quilometragem. Para o caso em estudo, foram removidos 12 veículos que apresentavam rendimentos econômicos mais baixos e possuíam idade elevada.

O custo total por veículo aumenta 15%, chegando a R\$ 9.515,879. Os custos variáveis tem um acréscimo de 5%, sendo principalmente decorrente do combustível que passa de 30% para 34% de participação. Como a distância percorrida por veículo aumenta em 25%, o custo por quilometro rodado reduziu cerca de 14%, se aproximando de R\$ 1,37.

#### 4.2.5 Economia com transporte dimensionado

Além da redução de custo com a utilização de 36 veículos, é possível obter o ganho anual com 12 veículos a menos na frota. Este gasto é decorrente de um custo fixo adicional desnecessário. Desta maneira, procurou quantificar o valor gasto a partir dos 12 veículos que foram removidos. A tabela abaixo segue os valores ganhos a partir do dimensionamento.

Tabela 7: custo dos veículos removidos da frota

QTY	modelos	ano	LC	RCV	DV	RCE	DE	SM	Total
1	MB 1720	2004	R\$ 106,13	R\$ 1.169,40	R\$ -	R\$ 216,67	R\$ 246,67	R\$ 1.550,00	<b>R\$ 3.288,86</b>
1	MB 1725	2008	R\$ 111,69	R\$ 1.384,70	R\$ 2.061,11	R\$ 216,67	R\$ 246,67	R\$ 1.550,00	<b>R\$ 5.570,83</b>
2	VW 15 180	2004	R\$ 82,81	R\$ 939,41	R\$ -	R\$ 216,67	R\$ 246,67	R\$ 1.550,00	<b>R\$ 3.035,56</b>
1	VW 15 180e	2008	R\$ 99,30	R\$ 1.114,15	R\$ 1.752,78	R\$ 216,67	R\$ 246,67	R\$ 1.550,00	<b>R\$ 4.979,57</b>
1	VW 16 170	1994	R\$ 52,83	R\$ 595,65	R\$ -	R\$ 216,67	R\$ 246,67	R\$ 1.550,00	<b>R\$ 2.661,81</b>
1	VW 16 170	1995	R\$ 56,82	R\$ 626,76	R\$ -	R\$ 216,67	R\$ 246,67	R\$ 1.550,00	<b>R\$ 2.696,92</b>
1	VW 16 220	1999	R\$ 81,03	R\$ 931,50	R\$ -	R\$ 216,67	R\$ 246,67	R\$ 1.550,00	<b>R\$ 3.025,87</b>
2	VW 17 210	2002	R\$ 78,05	R\$ 968,55	R\$ -	R\$ 216,67	R\$ 246,67	R\$ 1.550,00	<b>R\$ 3.059,94</b>
1	VW 17 250	2006	R\$ 111,15	R\$ 1.236,63	R\$ 2.071,63	R\$ 216,67	R\$ 246,67	R\$ 1.550,00	<b>R\$ 5.432,74</b>
1	VW 17 250	2008	R\$ 121,43	R\$ 1.380,06	R\$ 2.071,63	R\$ 216,67	R\$ 246,67	R\$ 1.550,00	<b>R\$ 5.586,45</b>

Com a retirada dos veículos chega-se a R\$ 45.434,04 de economias mensais o que corresponde a R\$ 545.208,48 por ano. Porém deve ser considerado um aumento de quilometragem de 70.000 km durante o mês de dezembro, o qual a presente frota não suportaria, sendo necessária a contratação de um serviço terceirizado. O preço do frete praticado vai depender de um contrato firmado. No entanto, pode ser estipulado um valor pago pelo mercado na ordem de R\$ 1,70 que corresponderia a um gasto adicional para empresa de R\$ 119.000,00. Desta maneira a economia possível de obter pelo dimensionamento da frota representaria aproximadamente R\$ 426.208,48 por ano.

#### 4.2.6 Análise de sensibilidade para o dimensionamento de frota

A economia representada corresponde aos cálculos médios de tempo de ciclo. Porém é possível admitir um acréscimo nos tempos, consequentemente modificando os gastos que a empresa mantém. Desta maneira, usando o método de (Stringher, 2004) e considerando um desvio de 10% nos tempos de ciclo a frota necessária de 36 veículos passa para 39 veículos e a economia anual seria de aproximadamente R\$ 232.566,25. Se admitir 20% de desvio nos tempos a frota necessária passaria para 43 veículos com economia anual de aproximadamente R\$ 55.053,64. A partir de 36% no acréscimo dos tempos a empresa não conseguiria atender a demanda com a atual quantidade de caminhões e levando em consideração o aumento de quilometragem necessária para atender o período natalino, a empresa passaria a ter prejuízo a partir de 25% de acréscimo nos tempos de ciclo.

## 5. Conclusão

O tema abordado neste trabalho é de grande importância por tratar de um problema que atinge muitas empresas como afirma a literatura. O dimensionamento de frotas ainda é pouco explorado no Brasil, agravando para o aumento dos gastos desnecessários tanto para frotistas terceirizados como para o transporte próprio das empresas. A falta de conhecimento para mensurar este critério é o principal fator de causa do problema.

A partir dos resultados obtidos afirma-se que os objetivos do trabalho foram atingidos, constatando a presença de ociosidade na frota de veículos da empresa, e medindo os custos e os gastos que a empresa mantém com a atual frota.

O método utilizado para o dimensionamento foi a partir dos tempos de ciclo coletados, porém há muitos outros métodos para resolver tal problemática, basta para isso conhecer os parâmetros da empresa, bem como as limitações existentes. Em cada caso a ser estudado deve-se aplicar o método mais adequado de acordo com as características. Neste trabalho não foi considerado a capacidade do veículo em termos de volume, pois a demanda das rotas mantém-se inferior a lotação cúbica máxima do caminhão. É importante ressaltar que a característica da mercadoria é heterogênea e fragmentada, aliada a esta situação não há presença de balanças na empresa, o que complica para determinar as cargas das rotas em termos de pesos. O critério que define a demanda das lojas é o valor da mercadoria.

Por fim este trabalho colabora pela conscientização de um tema que ainda é pouco explorado no Brasil, e fornece uma base para futuros trabalhos que visam o desenvolvimento de novos métodos para aplicação nos mais diversos casos, buscando sempre pela eficiência dos resultados finais.

## 6. Referências Bibliográficas

ALVARENGA, A. C.; NOVAES, A. G. N. Logística Aplicada: Suprimentos e distribuição física. São Paulo, Editora Edgar Bluncher Ltda, 2000.

ALVIM, A. A hybrid improvement heuristic for the bin-packing problem and its application to the multiprocessor scheduling problem, 2004.

ATKINSON, A.; BANKER; R. KAPLAN & R, YOUNG, S. Contabilidade Gerencial. São Paulo: Atlas, 2000.

BALLOU, Ronald H. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial. Porto Alegre: Bookman, 2006. Parte III, p 150-237. Estratégia de transporte.

BONASSER, U. O. Meta-Heurísticas híbridas para solução do problema de roteirização de veículos com múltiplos depósitos e frota heterogênea fixa: aplicação na Força Aérea

Brasileira. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Transportes. São Paulo, Tese de Doutorado, 2005.

CNT, Pesquisa Empresa de cargas. Relatório Analítico – Confederação Nacional do Transporte, Brasília, 2002.

CUNHA, C. B. Algoritmos para roteamento e programação de veículos no contexto da distribuição física. Escola politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Transportes. São Paulo, dissertação de Mestrado, 1991.

FARIA, A.C.; COSTA, M.F.G. Gestão de Custos Logísticos. Ed. Atlas, São Paulo, 2008.

FLEURY, P. F. “Vantagens competitivas e estratégicas no uso de operadores logísticos”. Revista Tecnológica, Ed. Setembro, 1999.

GENDREAU, M; LAPORTE, G.; MUSARAGANY, C.; TAILLARD E. D., A tabu search heuristic for the heterogeneous fleet vehicle routing problem. Computers and Operations Research, v. 26 , n. 12, p. 1153-1173, 1999.

GLOVER, F.; KOCHENBERGER, G.A. Handbook of Metaheuristics. (2003).

GOULD, J. K. , The size and composition of a road transport fleet. Operational Research society v. 20, 1969.

HAN B.T., DIEHR, G., COOK, J.S. Multiple-type, two-dimensional bin packing problems: applications and algorithms. Operational Research, v.50, p. 239-261, 1994.

KIRBY, D. Is your Fleet the right size ? Operational Research society. V. 10, p. 252, 1959.

KLIEMANN F. J. Custos Industriais. Apostila da disciplina de Custos Industriais, Porto Alegre: PPGEP/UFRGS, 1990.

LIMA, M. O custeio do transporte rodoviário. Centro de Estudos em Logísticas Coppead Rio de Janeiro, 2001.

MAIA R. C. Metodologia e dimensionamento da frota de transferência. [www.revistamundologistica.com.br](http://www.revistamundologistica.com.br), acesso 31/10/2011.

MASIERO, L. S. Proposta de Dimensionamento de frota para uma transportadora. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2008.

MICHEL F. D.; SENNA L. A.; SENNA E. T. P. Os desafios do financiamento de projetos e megaprojetos de transportes. Congresso de Pesquisa e ensino em transportes. XXV ANPET, 2011.

MOURAD, F. O problema de roteirização de veículos com carga completa e janelas de tempo. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Transportes. São Paulo, Dissertação de Mestrado, 2005.

NEVES, Marco A. O. Diretor da Tigerlog Consultoria e treinamento em logística Ltda, 2005.

NOVAES, A.G. Custos ABC no transporte de carga. Gestão Logística do Transporte de Cargas, São Paulo: Atlas, 2002.

NOVAES, A.G.; VALENTE, A.M.; PASSAGLIA, E.; VIEIRA, H. Gerenciamento de Transporte e Frotas. Segunda edição, 2008.

REIS N. G. Custos Operacionais, Fretes e Renovação de Frotas. Associação Nacional do Transporte de Cargas, ANTC 2001.

ROCO R. A. Uma Abordagem de Resolução Integrada Para os Problemas de Roteirização e Carregamento de Veículos. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tese de Doutorado, 2010.

STRINGHER, F. G. Designação de Rotas para uma Frota Dedicada em uma Rede de Distribuição de Linha Branca. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Dissertação de Mestrado, 2004.

TEIXEIRA, R. G. Heurísticas para o problema de dimensionamento e roteirização de uma frota heterogênea utilizando o Algoritmo Out of Kilter. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Dissertação de mestrado, 2001.

WIATT, J. K. , Optimal fleet size, operational research society. v. 12, p.186. 1961.

VARGAS, R. A importância da gestão do transporte rodoviário. Disponível em <http://www.administradores.com.br/informe-se/artigos/a-importancia-da-gestao-do-transporte-rodoviario/24814/>. Acesso em 25/10/2011.