

## O DIMENSIONAMENTO DE FROTA: COMPARATIVO DA UTILIZAÇÃO DE UM MODELO MATEMÁTICO E A REALIDADE DE UMA GRANDE EMPRESA DO SETOR VAREJISTA

### FLEET SIZING: COMPARED TO THE USE OF A MATHEMATICAL MODEL AND THE REALITY OF A LARGE COMPANY IN THE RETAIL SECTOR

César Sá Carneiro Cambi<sup>1</sup>

Roberto Higashi<sup>2</sup>

#### RESUMO

O transporte de carga possui grande importância para o processo logístico chegando a representar até 70% do frete comercial em certos países e possui um impacto significativo no Produto Interno Bruto (PIB). Em qualquer setor de atividade possui grande relevância, mas em particular para o setor de *Fast Fashion* (FF) é de suma importância, pois este tem como características operacionais a velocidade, disponibilidade, confiabilidade, capacidade e frequência. A otimização, com a utilização de modelos matemáticos é utilizada em várias áreas, mas segundo alguns autores é muito pouco utilizada para o dimensionamento de frotas. O modelo foi aplicado em uma grande empresa do setor de FF. Os resultados indicam que a utilização de modelos matemáticos pode otimizar a utilização de recursos.

**Palavras-chave:** Logística. Transporte. Dimensionamento. Varejo. *Fast Fashion*.

#### ABSTRACT

In logistic process, cargo transportation is very important, accounting for up to 70% of commercial freight in certain countries and has a significant impact on the Gross Domestic Product (GDP). In any sector of activity has great relevance, but in particular for the sector of *Fast Fashion* (FF) has great importance, since its operational characteristics are speed, availability, reliability, capacity and frequency. The optimization, using mathematical models is used in several areas, but according to some authors is very little used for fleet dimensioning. The model was applied to a large company in the FF sector. The results indicate that the use of mathematical models can optimize the use of resources.

**Keywords:** Logística. Transporte. Dimensionamento. Varejo. *Fast Fashion*.

<sup>1</sup> Especialista – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - cesar\_cambi@hotmail.com.

<sup>2</sup> Mestre - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – robertohigashi@gmail.com.

## 1 INTRODUÇÃO

Logística e cadeia de suprimentos são assuntos que receberam grande atenção por parte de estudiosos, como na forma de disciplinas tradicionalmente ensinados como gestão de materiais, armazenamento, administração de almoxarifados e transportes (MACHILINE, 2011). Segundo o autor estas disciplinas hoje estão agrupadas sob a denominação genérica de logística ou cadeias de suprimentos, e apesar disso muitos estudiosos consideram que esses termos não passam de uma criação semântica, pois para estes a expressão cadeia de suprimentos é um sinônimo elegante de logística, que por seu turno é um modismo para dizer transporte.

No estudo sobre as últimas cinco décadas de logística, Machiline (2011) chama de Era do Transporte que se estende até os anos 1950, passando em seguida para a Era da Logística Empresarial até os anos 1970 para seguir na Era da Cadeia de Suprimentos até os anos 2000, chegando nos dias de hoje à chamada Era das Redes de Suprimentos. Inicialmente a visão era de empresas isoladas, passando a uma visão sistêmica, seguindo para uma visão integrada, culminando em uma visão global de redes de fornecedores (e subfornecedores) e redes de clientes intermediários e finais.

Independentemente da divisão teórica sobre os estudos em logística, não se pode negar a importância do transporte, pois a produção e o consumo de produtos raramente são realizados no mesmo local, assim o transporte passa a ter um papel de grande importância na cadeia de suprimentos por meio da logística de distribuição (CHOPRA; MEINDL, 2016). De acordo com Ballou (2015), o transporte é o elemento de maior importância no custo logístico das empresas, absorvendo uma grande parte dos gastos logísticos com uma considerável representatividade no PIB.

O transporte é fator distintivo para as organizações de um modo geral, mais ainda no caso de indústria chamada de *Fast Fashion* (FF), pois esta possui características muito peculiares como a conjunção de baixo custo, rápida fabricação, flexibilidade e abordagens ágeis de varejo de uma organização. Apesar de ter origem na indústria da moda, este termo não se limita a ele, é aplicável a qualquer outro segmento em que haja características semelhantes. O próprio termo “*fashion*”, referindo-se a “moda”, está presente em vários aspectos da vida contemporânea, e pode ser visto em móveis, alimentos, tecnologia, informática, ciência, arquitetura, artesanato, automóveis, entre outros (SOLINO et al., 2015).

O mercado das empresas de FF tem uma estrutura semelhante no mundo inteiro, com Centros de Distribuição (CD) estrategicamente localizados e atendimentos aos pontos de venda (lojas) predominantemente por modal rodoviário. Isto porque as características operacionais de velocidade, disponibilidade, confiabilidade, capacidade e frequência, são considerados no planejamento estratégico das empresas (BULLER, 2012). O fato de utilizar o modal rodoviário está em consonância com outras atividades logísticas, pois em todo o mundo, os caminhões transportam uma fração significativa dos bens movimentados. Em 2002, os caminhões movimentavam 69,5% do frete comercial dos Estados Unidos em valor e 60,1% em peso (CHOPRA; MEINDL, 2016).

O Brasil possui uma frota de 1.088.358 veículos de empresas, 553.643 veículos de caminhoneiros autônomos e 22.865 veículos de cooperativas. De 2001 para 2016 a frota de veículos teve um aumento de 194,1% (CNT, 2017). Os transportes têm uma participação de 3,4% do PIB brasileiro e investimentos mais de R\$ 10 bilhões anuais (CAXITO, 2014). Com números tão expressivos acredita-se que o dimensionamento de frotas tenha um peso grande nos custos de transporte, pois conforme Menchik (2010), é o item de maior perda no processo logístico, pois o transporte rodoviário utiliza apenas 43% de sua capacidade total. E também

conforme o Manual de Cálculo de Custos e Formação de Preços do Transporte Rodoviário de Carga (NTC, 2014), tanto os custos fixos quanto variáveis dos custos de operação são relativos a escolha e/ou formação da frota de veículos da empresa.

Como citado por Barth e Michel (2012), o problema de dimensionamento de frota é abordado na literatura de três maneiras: como um problema de roteirização, ou como um problema matemático complexo sem o envolvimento de roteamento ou programação de veículos, ou então baseando-se no princípio do tempo de ciclo do veículo. Neste trabalho será feita a comparação entre o modelo adotado pela empresa em estudo e o modelo matemático baseado no tempo de ciclo pelas características do produto.

Para a consecução desse objetivo, este artigo se divide em quatro partes: esta introdução com o objetivo, seguida por uma revisão de literatura com o referencial teórico relevante ao tema. Na sequência será descrita a metodologia utilizada, com o objeto de pesquisa, a simulação matemática para o dimensionamento de frota e os resultados obtidos. Através dos resultados serão feitas as comparações com o cenário atual da empresa e finalmente as considerações finais.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

No referencial teórico será efetuada a revisão de literatura inicialmente caracterizado o mercado de *Fast Fashion* para em seguida serem abordados os aspectos de transportes, para que se possa então descrever o dimensionamento de frota e assim finalizar os aspectos relativos ao referencial teórico utilizado no estudo em questão.

### 2.1 O mercado de Fast Fashion

Segundo Bhardwaj e Fairhurst (2010), o advento deste setor foi estimulado pelo declínio da produção de massa, do aumento da quantidade de coleções de moda e modificações estruturais da cadeia de suprimentos que ocorreram nos anos 1980. Ainda segundo os autores, isto forçou os varejistas a buscar baixos custos e flexibilidade no design, na qualidade, na entrega e velocidade de suprimento.

Para Solino et al. (2015), este fenômeno tem suas origens no desenvolvimento do *Quick Response Management* (QRM), uma estratégia de envolvimento da empresa como um todo, para além da produção, mas “apesar de trabalhar com prazos de fabricação significativamente curtos, não emprega recursos para obter um design avançado nos produtos” (SOLINO et al., 2015, p. 1022). Assim, para conseguir atender as duas características simultaneamente, a indústria da moda desenvolveu um sistema próprio.

Antes disso, a estrutura básica da indústria da moda, até o final da década de 1980, era dos varejistas fazerem a previsão de demanda e das tendências da moda muito antes do momento de consumo (chamado de moda pronta ou *ready-to-wear*) (BHARDWAJ; FAIRHURST, 2010). Ainda segundo os autores, atualmente, os varejistas de moda competem uns com os outros para demonstrar a sua habilidade em fornecer mais rapidamente as tendências reveladas pelas passarelas.

Outro fator, como já dito anteriormente, é a rapidez com que o consumidor tem acesso à informação e que provoca mudanças em seu comportamento. Isto altera o modelo de compra

padronizada para um modelo customizado, que possa oferecer produtos mais atrativos e com menor ciclo de vida (SOLINO et al., 2015). Assim estes varejistas de moda adotaram este modelo de “moda rápida” como uma consequência de um processo não planejado para a redução do intervalo de tempo entre o desenvolvimento e o consumo (BHARDWAJ; FAIRHURST, 2010).

Esta conjunção de baixo custo, rápida fabricação, flexibilidade e abordagens ágeis de varejo de uma organização, tem como resultado o FF. Apesar de ter origem na indústria da moda, este termo não se limita a ele, é aplicável a qualquer outro segmento em que haja características semelhantes. O próprio termo “*fashion*”, referindo-se a “moda”, está presente em vários aspectos da vida contemporânea, e pode ser visto em móveis, alimentos, tecnologia, informática, ciência, arquitetura, artesanato, automóveis, entre outros (SOLINO et al., 2015).

Assim sendo, para que as organizações contemporâneas possam ser eficientes, é necessário que possuam características como: flexibilidade e rapidez na resposta a mudanças, que são a base do modelo FF. Para que estas organizações possam cumprir com os requisitos deste modelo, torna-se imperativo que possam fazer previsões de demanda com a maior acurácia possível e depois fazer com que o (re)suprimento chegue aos pontos de venda de maneira eficaz e eficiente para que possa atender as demandas desse mercado.

## 2.2 O transporte e a cadeia de suprimento

Como citado por Bowersox e Closs (2007, p. 279) o “transporte é necessário para movimentar produtos até a fase seguinte do processo de fabricação ou até um local fisicamente mais próximo ao cliente final”. Para realizar essa tarefa de movimentação na cadeia de agregação de valor, faz uso de recursos temporais, financeiros e ambientais, portanto deve ser realizado apenas quando há um aumento real do valor dos produtos (BOWERSOX; CLOSS, 2007).

O recurso temporal se refere ao tempo em que o produto está inacessível durante o transporte, o estoque em trânsito, que podem ser utilizados como estratégias de *just in time* ou *quick response*, para a redução de estoques nas fábricas e centros de distribuição (BOWERSOX; CLOSS, 2007). A estratégia de *quick response* é como já dito anteriormente uma das origens do mercado de FF. Os recursos financeiros são mais óbvios e são divididos em despesas administrativas e custos de coleta/entrega e transferência (NTC, 2014). Os chamados recursos ambientais são a energia gasta para o transporte (combustível e lubrificante) e a poluição sonora e do ar causados pelos veículos no transporte do produto (BOWERSOX; CLOSS, 2007).

Pode-se concluir então que o objetivo principal é movimentar produtos de uma origem até um destino com a menor utilização recursos temporais, financeiros e ambientais. Ao mesmo tempo não se pode esquecer que a satisfação dos clientes são determinados por fatores como o preço dos produtos, a pontualidade da entrega e as condições com que o produto chega ao seu destino (KOTLER; KELLER, 2006). Assim, seguindo Kotler e Keller, os responsáveis pela expedição devem levar em consideração critérios como: velocidade, frequência, confiabilidade, capacidade, disponibilidade, rastreabilidade e custo.

O transporte de carga nesse contexto é predominantemente rodoviário, como são a maioria das cargas transportadas em diversos mercados com números próximos de 75% da tonelada-quilômetro transportada (KUO; TANG, 2011), como no mercado europeu, ou como no caso brasileiro com participação de 61% na matriz de transportes (CNT, 2017). Isto se deve ao fato de que o transporte rodoviário possui uma flexibilidade operacional, com o serviço porta

a porta e velocidade de movimentação favorecendo as atividades de produção e distribuição, e o transporte a curta distância de produtos de alto valor (BOWERSOX; CLOSS, 2007).

Conforme Bowerson e Closs (2007) algumas das dificuldades da adoção do modal rodoviário são relacionadas com os custos de substituição e manutenção dos equipamentos, ou como para a Associação Nacional do Transporte de Cargas e Logística (NTC) também no custo de oportunidade relativa a aquisição (NTC, 2014).

### 2.3 Dimensionamento de frota

Conforme estudo do NTC, os custos de operação de transportes dividem-se em custos fixos e variáveis. Os custos fixos correspondem aos custos operacionais do veículo que não variam com a distância percorrida, isto é, continuam existindo, mesmo com o veículo parado. Estão ligados ao tempo, e geralmente, são calculados por mês. Já os custos variáveis correspondem aos custos que variam com a quilometragem rodada pelo veículo, ou seja, que deixam de existir quando o veículo está parado (desligado).

O custo fixo de operação do veículo, para o NTC, é composto de:

- a) Remuneração mensal do capital empatado;
- b) Salário do motorista;
- c) Salário de oficina;
- d) Reposição do veículo;
- e) Reposição do equipamento/implemento;
- f) Taxas e Impostos sobre o veículo;
- g) IPVA (1,5%), DPVAT, Licenciamento, vistoria de tacógrafo;
- h) Seguro do veículo e do equipamento/implemento; e,
- i) Seguro de responsabilidade civil facultativo.

O custo variável é composto de:

- a) Peças, acessórios e material de manutenção;
- b) Despesas com combustível;
- c) Lubrificantes;
- d) Lavagem e graxas; e,
- e) Pneus e recauchutagens.

Como pode-se notar excetuando-se os salários e o seguro de responsabilidade civil, todos os outros custos são relativos ao veículo. Portanto, como os custos relativos a aquisição, substituição e manutenção dos equipamentos tem grande impacto nos custos de transporte. Assim, pode-se inferir que o dimensionamento da frota se torna relevante para as organizações que utilizam o transporte de carga rodoviário. É relevante também, pois segundo Menchik (2010), é o item de maior perda no processo logístico, as frotas normalmente utilizam apenas 43% da sua capacidade total.

Dimensionar uma frota de veículos é definir a quantidade de veículos para atender a demanda de transporte com a melhor relação entre o custo e o benefício oferecido pelo veículo componente da frota. Essas estimativas geralmente são baseados em dados históricos, na bagagem profissional e percepção pessoal do profissional com base em sua experiência, chamado comumente de *feeling* (VALENTE et al., 2008). Determinar o número de veículos

necessários para o transporte solicitado é uma análise relativamente simples, mas que muitas vezes não é realizada.

Segundo Valente et al. (2008), para realizar o dimensionamento de uma frota, é recomendado o seguinte procedimento:

- a) Determinar a demanda mensal da carga;
- b) Fixar os dias úteis de trabalho/mês e as horas de trabalho/dia;
- c) Verificar as rotas a serem utilizadas, analisando os aclives, condições de tráfego, rugosidade da pista, tipo de estrada (asfaltada, de terra, cascalhada);
- d) Determinar a velocidade de cruzeiro no percurso, determinar os tempos de carga, descarga, espera, refeição, descanso do motorista;
- e) Identificar a capacidade de carga útil do veículo escolhido;
- f) Calcular o número de viagens/mês possíveis de serem realizadas por cada veículo;
- g) Determinar o número de toneladas transportadas por veículo.

O dimensionamento da necessidade de frota necessária, ainda segundo o autor, será obtido dividindo-se a demanda mensal de carga pela quantidade de carga transportada no mês por equipamento. Devendo, ainda, incluir um fator de segurança referente à manutenção preventiva e outras eventualidades que possam ocorrer no período.

Este cálculo é feito levando-se em conta uma demanda determinada e a utilização de um padrão de veículo. Pode-se também utilizar uma frota heterogênea, pois cada veículo e suas características diferenciam as suas dimensões físicas, os custos incorridos na sua utilização e aquisição, bem como as restrições de compatibilidade com a malha viária a ser utilizada (HOFF et al., 2010). As restrições são cada vez mais presentes, principalmente em centros urbanos de grande fluxo de tráfego. Nesses locais a utilização de veículos de carga de menor porte não é apenas uma opção, mas uma obrigatoriedade, pois a infraestrutura urbana é muitas vezes inadequada para o transporte de carga (KOÇ et al., 2016).

### 3 MÉTODO

Segundo Kotler (2000), é definido varejo toda e qualquer atividade de venda de bens ou serviços a consumidores finais, ainda o mesmo, diz que qualquer organização que realiza o ato de vender para consumidores finais, seja um fabricante, atacadista ou varejista, está fazendo varejo. Las Casas (1992) diz que independente da forma que as manifestações varejistas são apresentadas, o que define varejo é toda comercialização a consumidores finais.

A metodologia é um estudo de caso aplicado a uma grande empresa do setor de varejo de roupas com mais de 50 anos e mais de 40 mil funcionários. A empresa possui além de lojas físicas e *e-commerce*, centros de distribuição e fábricas, um centro financeiro e transportadora própria. Alinhada com a sustentabilidade, a empresa possui uma loja com certificação LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) reconhecimento emitido por *U.S. Green Building Council* (USGBC), bem como programas de Jovem Aprendiz e vagas para portadores de deficiência. Como informado, a logística da empresa está dividida em três centros de distribuição, e um destes foi escolhido como objeto deste estudo. Este estudo visa realizar através de um modelo matemático o dimensionamento de frota com o objetivo de avaliar se a frota existente está alinhada a demanda ou não condiz com a necessidade da empresa. Também

serão abordados os custos médios mensais dos veículos da empresa e com isso verificar e propor reduções de custos na escolha dos veículos.

O modelo matemático utilizado seguindo as recomendações feitas por Valente et al. (2008), pode ser simplificado, ver Fórmula 1.

$$\text{Frota} = \frac{C_{tm}}{C_{uv}} / (D_{ut} - D_{pm}) * \frac{Q_t * T_{ct}}{(T_c + T_{vi} + T_d + T_{vv} + T_e)} \quad (1)$$

Onde:

$C_{tm}$  = carga total mês.

$C_{uv}$  = capacidade útil do veículo.

$T_c$  = tempo de carregamento.

$T_{vi}$  = tempo de viagem de ida.

$T_d$  = tempo de descarga.

$T_{vv}$  = tempo de viagem de volta.

$T_e$  = tempo de esperas.

$Q_t$  = quantidade de turnos.

$T_{ct}$  = tempo de cada turno.

$T_{do}$  = tempo diário de operação.

$D_{ut}$  = dias úteis trabalhados.

$D_{pm}$  = dias parados de manutenção.

Os veículos de cargas utilizados como referência, foram reduzidos a três modelos possíveis de serem utilizados para este trabalho.

O primeiro modelo é chamado de Veículo Urbano de Carga (VUC). O segundo modelo chamado de  $\frac{3}{4}$  é um caminhão de porte de cerca de  $\frac{3}{4}$  do comprimento de um modelo TOCO e possui dois eixos. O terceiro modelo é chamado de TOCO, um caminhão com um eixo simples na carroceria, ou seja, um eixo frontal e outro traseiro. O quarto modelo chamado de TRUCK é um modelo de caminhão com dois eixos na carroceria, ou seja, um eixo frontal e dois na traseira. Apresenta-se no Quadro 1, as características típicas de cada um dos modelos.

Quadro 1 - Características de veículos

| Tipo | Dimensões (m) |             |        | Capacidade (ton)  | Carga Útil | Consumo (Km/l) |
|------|---------------|-------------|--------|-------------------|------------|----------------|
|      | Largura       | Comprimento | Altura | Peso Bruto Máximo |            |                |
| VUC  | 2,2           | 7,2         | 2,2    | 8,0               | 3          | 6,0            |

|       |     |      |     |      |    |     |
|-------|-----|------|-----|------|----|-----|
| 3/4   | 2,4 | 10,0 | 2,6 | 10,0 | 4  | 4,5 |
| TOCO  | 2,6 | 14,0 | 3,0 | 16,0 | 6  | 3,5 |
| TRUCK | 2,6 | 14,0 | 3,0 | 23,0 | 12 | 2,5 |

Fonte: Portal do caminhoneiro

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A frota do Centro de Distribuição (CD), objeto de pesquisa deste estudo de caso, possui frota ativa composta por quatro caminhões, sendo: dois modelos VUC e dois modelos TOCO, gerando um gasto médio mensal de R\$43.500,00 (VUC - R\$9.950,00 por carro e TOCO - R\$11.800,00 por carro). O CD objetiva como meta abastecer nove lojas. As lojas geram uma demanda média de 25 toneladas/mês. Os caminhões são próprios e operam uma média de 24 dias do mês, tendo um dia de parada para manutenção.

Os caminhões trabalham em um único turno diário, tendo uma jornada de trabalho de 8 horas/dia. Foi calculado que a empresa percorre 820 quilômetros no trajeto de ida para atender as lojas e 800 quilômetros no retorno a base, gastam em média 120 minutos para carga e descarga em cada loja dando um total de 1080 minutos gastos com carga e descarga no percurso de ida e 120 minutos no percurso de volta. Também foi informado que os veículos operam em uma velocidade média de 55km/h no percurso de ida e de 65km/h na volta.

Após coleta dos dados, foi realizado uma simulação com 4 modelos de caminhões, TOCO e VUC, veículos que a empresa já possui e 3/4 e Truck, modelos que a empresa não possui porem tem fácil acesso a compra destes outros dois modelos, visto isso foi definido que seria incluído na análise estes dois outros modelos, para que haja uma comparação dos modelos utilizados e os disponíveis no mercado, com o objetivo de apresentar uma possível redução de custos caso a empresa tivesse definido a compra dos modelos 3/4 e Truck.

Como relatado anteriormente o objetivo deste estudo é realizar a simulação de dimensionamento de frota do Centro de Distribuição desta empresa inserida no mercado do varejo têxtil, além desta análise também serão verificados os possíveis ganhos financeiros que a empresa poderia obter, se optasse por um modelo matemático no dimensionamento de sua frota.

Realizou-se a simulação, utilizando a planilha de cálculos Excel da Microsoft, com cada modelo de caminhão de forma individual, as Figuras 1 e 2 mostram os quadros das simulações.



Figura 1 - Resultado da simulação matemática feita para os modelos TOCO e VUC

| <b>TOCO MANAUS</b>                    |       | <b>Cálculos</b>                     |          |
|---------------------------------------|-------|-------------------------------------|----------|
| <b>Dados do veículo</b>               |       | <b>Cálculos</b>                     |          |
| chassi (Kg)                           | 8120  | Peso total do veículo (Kg)          | 8.120    |
| Peso Bruto Total (Kg)                 | 14000 | Carga útil do veículo (ton)         | 5,88     |
| Peso semi-reboque (Kg)                |       | Número de viagens mensais           | 4,25     |
| outros equipamentos (Kg)              |       | Tempo de ida (min)                  | 894,55   |
| Velocidade ida (Km/h)                 | 55    | Tempo de volta (min)                | 738,46   |
| Velocidade volta (Km/h)               | 65    | Tempo total de viagem (min)         | 2.833,01 |
| <b>Dados operacionais</b>             |       | Tempo diário de operação (min)      | 480      |
| Tempo de carga e descarga ida (min)   | 1080  | nº de viagens do veículo/dia        | 0,1695   |
| Tempo de carga e descarga volta (min) | 120   | Total de dias disponíveis /veic/mês | 23       |
| Distância percorrida ida (Km)         | 820   | nº de viagens mensais/veic          | 3,90     |
| Distância percorrida volta (Km)       | 800   | Cálculo da frota necessária         | 1,09     |
| jornada útil (h/dia)                  | 8     |                                     | <b>2</b> |
| Turnos diários                        | 1     |                                     |          |
| Dias úteis mensais                    | 24    |                                     |          |
| Paradas para manutenção (dias)        | 1     |                                     |          |
| <b>Dados da carga</b>                 |       |                                     |          |
| Quantidade (ton)                      | 25    |                                     |          |

  

| <b>VUC MANAUS</b>                     |      | <b>Cálculos</b>                     |          |
|---------------------------------------|------|-------------------------------------|----------|
| <b>Dados do veículo</b>               |      | <b>Cálculos</b>                     |          |
| chassi (Kg)                           | 3960 | Peso total do veículo (Kg)          | 3.960    |
| Peso Bruto Total (Kg)                 | 6700 | Carga útil do veículo (ton)         | 2,74     |
| Peso semi-reboque (Kg)                |      | Número de viagens mensais           | 9,12     |
| outros equipamentos (Kg)              |      | Tempo de ida (min)                  | 894,55   |
| Velocidade ida (Km/h)                 | 55   | Tempo de volta (min)                | 738,46   |
| Velocidade volta (Km/h)               | 65   | Tempo total de viagem (min)         | 2.833,01 |
| <b>Dados operacionais</b>             |      | Tempo diário de operação (min)      | 480      |
| Tempo de carga e descarga ida (min)   | 1080 | nº de viagens do veículo/dia        | 0,1695   |
| Tempo de carga e descarga volta (min) | 120  | Total de dias disponíveis /veic/mês | 23       |
| Distância percorrida ida (Km)         | 820  | nº de viagens mensais/veic          | 3,90     |
| Distância percorrida volta (Km)       | 800  | Cálculo da frota necessária         | 2,34     |
| jornada útil (h/dia)                  | 8    |                                     | <b>3</b> |
| Turnos diários                        | 1    |                                     |          |
| Dias úteis mensais                    | 24   |                                     |          |
| Paradas para manutenção (dias)        | 1    |                                     |          |
| <b>Dados da carga</b>                 |      |                                     |          |
| Quantidade (ton)                      | 25   |                                     |          |

Fonte: os autores

Figura 2 - Resultado da simulação matemática feita para os modelos TRUCK e 3/4

| <b>TRUCK MANAUS</b>                   |       |                                     |               |
|---------------------------------------|-------|-------------------------------------|---------------|
| <b>Dados do veículo</b>               |       | <b>Cálculos</b>                     |               |
| chassi (Kg)                           | 14000 | Peso total do veículo (Kg)          | 14.000        |
| Peso Bruto Total (Kg)                 | 27000 | Carga útil do veículo (ton)         | 13,00         |
| Peso semi-reboque (Kg)                |       | Número de viagens mensais           | 1,92          |
| outros equipamentos (Kg)              |       | Tempo de ida (min)                  | 894,55        |
| Velocidade ida (Km/h)                 | 55    | Tempo de volta (min)                | 738,46        |
| Velocidade volta (Km/h)               | 65    | Tempo total de viagem (min)         | 2.833,01      |
| <b>Dados operacionais</b>             |       | Tempo diário de operação (min)      | 480           |
| Tempo de carga e descarga ida (min)   | 1080  | nº de viagens do veículo/dia        | 0,1695        |
| Tempo de carga e descarga volta (min) | 120   | Total de dias disponíveis /veic/mês | 23            |
| Distância percorrida ida (Km)         | 820   | nº de viagens mensais/veic          | 3,90          |
| Distância percorrida volta (Km)       | 800   | Cálculo da frota necessária         | 0,49 <b>1</b> |
| jornada útil (h/dia)                  | 8     |                                     |               |
| Turnos diários                        | 1     |                                     |               |
| Dias úteis mensais                    | 24    |                                     |               |
| Paradas para manutenção (dias)        | 1     |                                     |               |
| <b>Dados da carga</b>                 |       |                                     |               |
| Quantidade (ton)                      | 25    |                                     |               |

  

| <b>3/4 MANAUS</b>                     |       |                                     |               |
|---------------------------------------|-------|-------------------------------------|---------------|
| <b>Dados do veículo</b>               |       | <b>Cálculos</b>                     |               |
| chassi (Kg)                           | 5390  | Peso total do veículo (Kg)          | 5.390         |
| Peso Bruto Total (Kg)                 | 10000 | Carga útil do veículo (ton)         | 4,61          |
| Peso semi-reboque (Kg)                |       | Número de viagens mensais           | 5,42          |
| outros equipamentos (Kg)              |       | Tempo de ida (min)                  | 894,55        |
| Velocidade ida (Km/h)                 | 55    | Tempo de volta (min)                | 738,46        |
| Velocidade volta (Km/h)               | 65    | Tempo total de viagem (min)         | 2.833,01      |
| <b>Dados operacionais</b>             |       | Tempo diário de operação (min)      | 480           |
| Tempo de carga e descarga ida (min)   | 1080  | nº de viagens do veículo/dia        | 0,1695        |
| Tempo de carga e descarga volta (min) | 120   | Total de dias disponíveis /veic/mês | 23            |
| Distância percorrida ida (Km)         | 820   | nº de viagens mensais/veic          | 3,90          |
| Distância percorrida volta (Km)       | 800   | Cálculo da frota necessária         | 1,39 <b>2</b> |
| jornada útil (h/dia)                  | 8     |                                     |               |
| Turnos diários                        | 1     |                                     |               |
| Dias úteis mensais                    | 24    |                                     |               |
| Paradas para manutenção (dias)        | 1     |                                     |               |
| <b>Dados da carga</b>                 |       |                                     |               |
| Quantidade (ton)                      | 25    |                                     |               |

Fonte: os autores

Logo após as simulações notou-se que a empresa dimensionou sua frota de forma diferente do modelo teórico, visto que todos os resultados foram inferiores a quatro veículos.

#### 4.1 TOCO

Ao realizar a simulação com os dados de um veículo modelo TOCO, notou-se que com apenas dois veículos deste modelo a empresa conseguiria atender sua demanda mensal. Sugere-se a inclusão de mais um caminhão deste modelo como frota de segurança, desta forma a empresa teria dois caminhões TOCO ativos e um reserva, como dito anteriormente o gasto médio mensal de um caminhão deste modelo é de R\$11.800,00 se multiplicarmos essa quantidade por três (dois caminhões ativos mais um reserva) teríamos um gasto mensal de R\$35.400,00 uma redução de R\$8.100,00/Mês cerca de 81% dos custos mensais que a empresa tem hoje com a frota de dois VUCs e dois TOCOs. Por ano seria uma redução de R\$97.200,00, redução notória em qualquer cenário, principalmente no cenário econômico que o país enfrenta.

## 4.2 VUC

Ao realizar a simulação com os dados de um veículo modelo VUC, notou-se que com apenas três veículos deste modelo a empresa conseguiria atender sua demanda mensal.

Sugere-se a inclusão de mais um caminhão deste modelo como frota de segurança, desta forma a empresa teria três caminhões VUC ativos e um reserva, como dito anteriormente o gasto médio mensal de um caminhão deste modelo é de R\$9.950,00 se multiplicarmos essa quantidade por quatro (três caminhões ativos mais um reserva) teríamos um gasto mensal de R\$39.800,00 uma redução de R\$3.700,00/Mês cerca de 91% dos custos mensais que a empresa tem hoje com a frota de dois VUCs e dois TOCOs.

Por ano seria uma redução de R\$44.400,00, redução menor do que a informada no modelo TOCO, porém com uma ainda com uma redução significativa.

## 4.3 TRUCK

Ao realizar a simulação com os dados de um veículo modelo TRUCK, notou-se que com apenas um veículo deste modelo a empresa conseguiria atender sua demanda mensal.

Sugere-se a inclusão de mais um caminhão deste modelo como frota de segurança, desta forma a empresa teria um caminhão TRUCK ativo e um reserva. Foi informado pela empresa que o gasto médio deste modelo de caminhão é de R\$22.000,00 se multiplicarmos essa quantidade por dois (um caminhão ativo mais um reserva) teríamos um gasto mensal de R\$44.000,00, um aumento de R\$500,00 por mês, visto que a empresa busca a otimização de sua frota acompanhado da redução de custos, esta análise foi descartada para o cenário atual da empresa, porém, caso haja inaugurações de lojas em que o CD Manaus seja responsável, esta análise possa se tornar viável.

## 4.4 Modelo ¾

Ao realizar a simulação com os dados de um veículo modelo ¾, notou-se que com apenas dois veículos deste modelo a empresa conseguiria atender sua demanda mensal. Sugere-se a inclusão de mais um caminhão deste modelo como frota de segurança, desta forma a empresa teria dois caminhões do modelo ¾ ativo e um reserva, foi informado pela empresa que o gasto médio deste modelo de caminhão é de R\$10.875,00, se multiplicarmos essa quantidade por três (dois caminhões ativos mais um reserva) teríamos um gasto mensal de R\$32.625,00, uma redução de R\$10.875,00/Mês cerca de 75% dos custos mensais que a empresa tem hoje com a frota de dois VUCs e dois TOCOs. Por ano seria uma redução de R\$130.500,00, redução mais significativa dentre todos os modelos.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a simulação com o modelo matemático mencionado anteriormente, notou-se de forma nítida que a empresa poderia ter realizado um melhor dimensionamento de sua frota, uma vez que três dos quatro modelos simulados resultaram em redução de custos sem prejudicar a demanda mensal quando comparados a frota ativa da empresa. Dentro dos modelos de veículos

simulados, o modelo  $\frac{3}{4}$  teve maior destaque, uma vez que o mesmo traria uma economia de R\$130.500,00 por ano para a empresa.

Apenas o modelo TRUCK trouxe um custo maior quando comparado com a frota do CD em questão, visto os resultados obtidos, caso a empresa tivesse dimensionado sua frota de acordo com o modelo matemático, teria uma redução de seus custos e uma frota dimensionada corretamente.

Existe a possibilidade de combinações entre os modelos de caminhões mencionados, porém foi decidido que este estudo seria mais objetivo na questão de apresentar para empresa que o modelo matemático de dimensionamento não só funciona, como traria economias significativas.

O trabalho sinaliza que se podem-se obter melhorias utilizando-se ferramentas relativamente simples, que geralmente são negligenciadas, dando lugar ao *feeling* do gestor da área (VALENTE et al., 2008). Este estudo não encerra este tema, pois trata exclusivamente de uma única organização, mas poderia ser realizado em outras organizações, assim demonstrar o pouco ou nenhuma utilização de modelos matemáticos para o dimensionamento de frotas.

## 6 REFERÊNCIAS

- BALLOU, R. **Logística Empresarial**. São Paulo: Atlas, 2015.
- BARTH, M. B.; MICHEL, F. D. **Dimensionamento de uma frota de veículos com foco na redução de custos : estudo de caso**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.
- BHARDWAJ, V.; FAIRHURST, A. Fast fashion: response to changes in the fashion industry. **The International Review of Retail, Distribution and Consumer Research**, v. 20, n. 1, p. 165–173, 2010.
- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. **Logística Empresarial: O processo de Integração da Cadeia de Suprimento**. São Paulo: Atlas, 2007.
- BULLER, L. S. **Logística empresarial**. Curitiba: IESDE Brasil, 2012.
- CAXITO, F. **Logística: um enfoque prático**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2014.
- CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gestão da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operação**. 6. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.
- CNT. **Anuário CNT 2017**, Brasília,. Brasília: [s.n.].
- HOFF, A. et al. Industrial aspects and literature survey: Fleet composition and routing. **Computers and Operations Research**, v. 37, n. 12, p. 2041–2061, 2010.
- KOÇ, Ç. et al. The impact of depot location, fleet composition and routing on emissions in city logistics. **Transportation Research Part B: Methodological**, v. 84, p. 81–102, 2016.
- KOTLER, P.; KELLER, K. L. **Administração de Marketing**. 12. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.
- KUO, C.-W.; TANG, M.-L. Relationship among service quality, corporate image, customer satisfaction and behavioral intention for the elderly in high speed rail service. **Journal of Advanced Transportation**, v. 47, n. June 2010, p. 512–525, 2011.

MACHILINE, C. Cinco décadas de logística empresarial e administração da cadeia de suprimentos no Brasil. **Revista de Administração de Empresas - RAE**, São Paulo, v. 51, n. 3, p. 227–231, 2011.

MENCHIK, C. R. **Gestão Estratégica de Transportes e Distribuição**. Curitiba: IESDE Brasil, 2010.

NTC. **Manual de Cálculo de Custos e Formação de Preços do Transporte Rodoviário de Carga**, São Paulo, São Paulo: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.portalntc.org.br/media/images/publicacoes/manual-de-calculo-e-formacao-de-precos-rodoviario-2014/index.html#/12/zoomed>>.

SOLINO, L. J. S. et al. Fast-Fashion: uma revisão bibliográfica sistemática e agenda de pesquisa. **Revista Produção Online**, v. 15, n. 3, p. 1021–1048, 2015.

VALENTE, A. M. et al. **Gerenciamento de Transportes e Frotas**. São Paulo: Cengage Learning, 2008.