



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

MARCELO GOMES MOZ

ESTUDO E AVALIAÇÃO DA REDUÇÃO DOS CUSTOS LOGÍSTICOS: estudo de caso
em uma empresa alimentícia

Recife

2019

MARCELO GOMES MOZ

ESTUDO E AVALIAÇÃO DA REDUÇÃO DOS CUSTOS LOGÍSTICOS: estudo de caso
em uma empresa alimentícia

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
em Engenharia Mecânica da Universidade
Federal de Pernambuco, como parte dos
requisitos parciais para obtenção do título de
grau em Engenharia Mecânica.

Orientadora: Profa. Dra. Mônica Santos de Araújo Abreu.

Recife

2019

Catálogo na fonte
Bibliotecária Margareth Malta, CRB-4 / 1198

M939e Moz, Marcelo Gomes.

Estudo e avaliação da redução dos custos logísticos: estudo de caso em uma empresa alimentícia / Marcelo Gomes Moz. – 2019.

39 folhas, il., gráfs., tabs.

Orientadora: Profa. Dra. Mônica Santos de Araújo Abreu.

TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.
Departamento de Engenharia Mecânica, 2019.

Inclui Referências.

1. Engenharia Mecânica. 2. Custos logísticos. 3. Lote econômico de compra. 4. Taxa de frete. I. Abreu, Mônica Santos de Araújo. (Orientadora). II. Título.

UFPE

621 CDD (22. ed.)

BCTG/2019-240

MARCELO GOMES MOZ

ESTUDO E AVALIAÇÃO DA REDUÇÃO DOS CUSTOS LOGÍSTICOS: estudo de caso
em uma empresa alimentícia

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
em Engenharia Mecânica da Universidade
Federal de Pernambuco, como parte dos
requisitos parciais para obtenção do título de
grau em Engenharia Mecânica.

Aprovado em: 01/07/2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Mônica Santos de Araújo Abreu (Orientadora)

Prof. Dr. João Paulo Cerquinho Cajueiro (Examinador Interno)

Prof. Dr. Bleyson Cavalcanti Moreira (Examinador Externo)

RESUMO

Em um cenário de elevada concorrência no mercado atual, as empresas buscam alternativas para explorar ao máximo vantagens para se manterem mais competitivas em relação as outras. Entre essas maneiras, se faz necessário uma gestão eficaz dos custos logísticos que são englobados por três atividades principais: aquisição de itens, manutenção de estoque e transporte. Nesse contexto, o presente trabalho realizou um estudo dos custos envolvidos na tomada de decisão dos lotes pedidos ao comprador e fornecedor de uma empresa alimentícia do estado de Pernambuco. De forma mais específica, explanou a metodologia do Lote Econômico de Compra (LEC) observando o comportamento dos custos envolvidos com o lote, além de uma análise da prática do frete na empresa em questão, pontuando as principais características como tipo de veículo e tipo de acordo. Ademais, por meio de análise por métodos propostos na literatura, foi avaliado a implementação do custo de transporte na metodologia da determinação do lote econômico de compra e foi verificado que a implementação desses custos tem influência na tomada de decisão quanto ao lote ótimo a ser escolhido, bem como uma redução anual nos custos logísticos da empresa.

Palavras-chave: Custos logísticos. Lote econômico de compra. Taxa de frete.

ABSTRACT

In a scenario of high competition in the current market, companies are looking for alternatives to exploit to the maximum the advantages of being more competitive in relation to the others. Among these ways, it is necessary to effectively manage the logistics costs that are encompassed by three main activities: item acquisition, inventory maintenance and transportation. In this context, the present study carried out a study of the costs involved in the decision making of the lots requested from the buyer and supplier of a food company in the state of Pernambuco. More specifically, it explained the methodology of the Economic Purchase Lot (LEC) observing the behavior of the costs involved with the lot, besides an analysis of the practice of the freight in the company in question, punctuating the main characteristics like type of vehicle and type of wake up. In addition, by means of analysis by methods proposed in the literature, it was evaluated the implementation of the transport cost in the methodology of the determination of the economic lot of purchase and it was verified that the implementation of these costs has influence in the decision making regarding the optimal lot to be chosen , as well as an annual reduction in the company's logistics costs.

Keywords: Logistic costs. Economic purchase lot. Freight rate.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Relação entre as atividades logísticas primárias.....	11
Figura 2 - Exemplo de Tabela de Frete.	16
Figura 3 - Tarifas Médias de Frete Rodoviário por Veículo.....	18
Figura 4 - Compensação dos custos relevantes de estoque com a quantidade pedida.....	19
Figura 5 - Custo Anual de Armazenamento.....	23
Figura 6 - Custo de Pedido Anual.....	24
Figura 7 - Custo Total Anual do Estoque.....	24
Figura 8 - Comportamento do Custo X Quantidade Econômica do Pedido.....	25
Figura 9 - Custo do Sistema Anual do Estoque.....	26
Figura 10 - Custo Anual sem Custo de Transporte x Com Custo de Transporte.....	30
Figura 11 - Comportamento Gráfico do Custo de Pedir x Tamanho do Lote.....	34
Figura 12 - Comportamento Gráfico do Custo de Manter x Tamanho do Lote.....	35
Figura 13 - Comportamento Gráfico do Custo de Adquirir x Tamanho do Lote.....	35
Figura 14 - Comportamento Gráfico do Custo Logístico Total Anual e de Transporte.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Extensão de Rodovias – comparação entre países.....	13
Tabela 2 - Principais privatizações no transporte rodoviário.....	14
Tabela 3 - Exemplo de Quebra de Peso x Taxa de Frete.....	27
Tabela 4 - Tabela de Frete utilizada pela empresa.....	31
Tabela 5 - Informações do Estudo Prático.....	32
Tabela 6 - Tabela de Frete do Estudo Prático.....	33
Tabela 7 - Tabela de Custos X Lotes.....	33

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1	TRANSPORTE.....	12
2.1.1	A Prática do Frete.....	14
2.2	GESTÃO DE ESTOQUE	17
2.2.1	Lote econômico de compra	21
3	MÉTODO E APLICAÇÃO	26
3.1	MÉTODO DE APLICAÇÃO	26
3.2	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA EM ESTUDO	30
3.3	COLETA DE DADOS E APLICAÇÃO	31
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
5	CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS	37
	REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

Vivemos em uma sociedade onde o cenário é de forte concorrência, as empresas necessitam explorar ao máximo suas vantagens para concorrer no mercado. Em um mundo extremamente competitivo e globalizado, o principal desafio é saber gerenciar da melhor forma possível a qualidade de serviço oferecido para seus clientes e os custos gerados com todo o processo de fazer com que o produto chegue até eles.

Com o mercado moderno em constante evolução, foi desenvolvido o termo Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos (GCS), que aborda a essência da logística integrada, onde a logística passa a ser considerada parte de um grande processo complexo. O GCS trata da coordenação do fluxo de produtos ao longo de funções e de empresas para produzir vantagem competitiva e lucratividade para cada uma das companhias envolvidas na cadeia de suprimentos. (BALLOU,2001).

Várias atividades se tornaram necessárias para atingir o objetivo de uma organização e entre elas estão as consideradas atividades chave para qualquer cadeia de suprimentos: a manutenção de estoques, a aquisição de produtos e o transporte de matéria-prima e produtos através da cadeia (Figura 1).

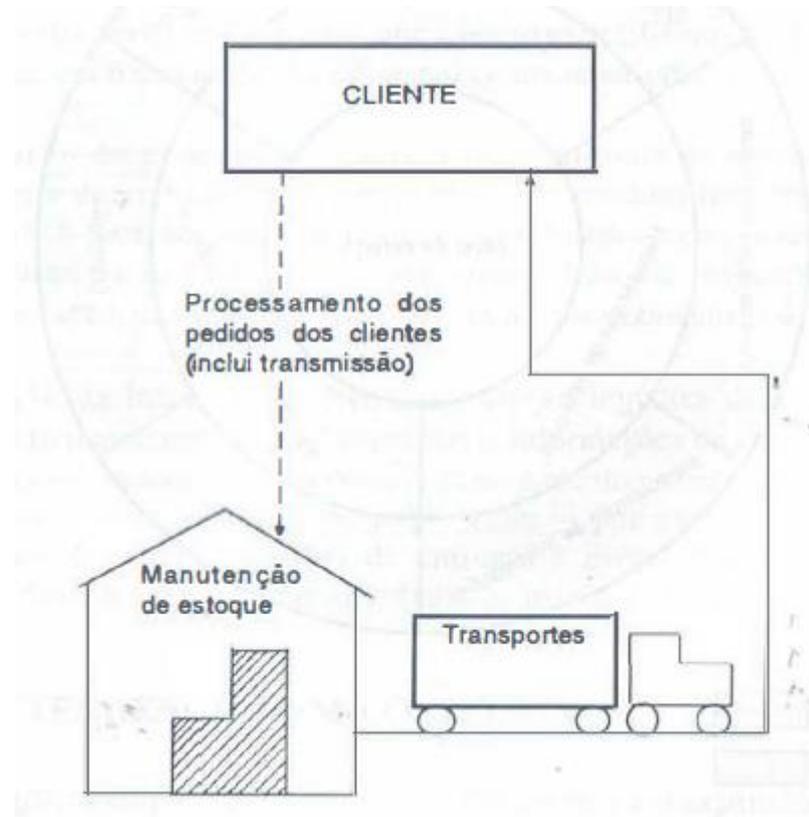
A manutenção de estoques permite que o produto permaneça sempre disponível para os clientes, atuando como uma balança entre a oferta e a procura, no entanto, essa atividade aumenta o custo do produto e estreita os lucros da empresa, sendo necessária uma sincronia perfeita entre a oferta e a demanda, a fim de eliminar a manutenção de estoques (MONKS,1987). No entanto, a sincronia perfeita não é encontrada na prática, se produto acumulado sem controle significa custo de armazenagem, a escassez de matéria-prima pode acarretar despesas, visto que a demanda não será devidamente atendida.

“A aquisição de materiais compreende a elaboração e colocação de um pedido de compra com um fornecedor já selecionado e a monitoração contínua desse pedido a fim de evitar atrasos no processo” (BERTAGLIA, 2009). Ainda segundo o autor, é um processo estratégico que compreende custo, qualidade de velocidade de resposta.

Ballou (2001) aponta o transporte como sendo atividade essencial, pois nenhuma empresa pode operar sem fornecer a movimentação de suas matérias-primas e/ou de seus

produtos acabados. O transporte representa metade ou até dois terços dos custos logísticos totais de uma empresa. Esta atividade adiciona valor de lugar a um produto ou serviço.

Figura 1- Relação entre as atividades logísticas primárias



Fonte: Ballou (1993).

Todas as atividades acima citadas geram custos logísticos para a empresa e é necessário que a organização gerencie de maneira integrada estes custos, da obtenção até a distribuição. O princípio da análise do custo logístico total requer que o gerenciamento logístico se empenhe na otimização dos custos das três atividades principais e não somente na redução individual de cada uma delas.

Ferramentas clássicas de gestão de estoque, como a do Lote Econômico de Compra (*LEC*), avaliam somente custos associados à compra (Custo de pedir + custo do item) e (Custo de manutenção), deixando de lado custos relacionados ao transporte, no entanto, a literatura já apresenta estudos (SWENSETH E GODFREY, 2002; CARTER E FERRIN, 1996) acerca da implementação dos custos de transporte na tomada de decisão do lote econômico de compra, com o intuito da redução de custos logísticos anuais.

O reconhecimento explícito dos custos de transporte como uma variável de decisão pode influenciar grandemente o tamanho ótimo de lotes de pedidos disponíveis para o comprador e o fornecedor, porém é necessário que os responsáveis pela gestão da logística tenham um conhecimento dos custos de transporte específicos associados às alternativas de quantidade de pedidos. Esta relação de custo da tomada de decisão entre quantidade x frete sugere que reduções substanciais na taxa de frete podem ser obtidas mesmo com pequenos aumentos na quantidade do pedido.

Neste contexto, a presente monografia tem por objetivo geral o estudo dos custos logísticos de transporte e manutenção de estoque envolvidos na decisão do tamanho de lotes pedidos ao comprador e fornecedor de uma empresa alimentícia do estado de Pernambuco.

De forma detalhada, no âmbito dos aspectos citados, tem-se em foco os seguintes objetivos específicos:

- Explicação teórica do Lote Econômico de Compra;
- Avaliação da prática da cobrança do frete para a empresa em questão;
- Aplicação de método proposto na literatura para avaliar a sensibilidade do tamanho do lote econômico envolvendo o custo de transporte;

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção serão abordados conceitos referentes a atividade do transporte, bem como da gestão de estoque, além de abordar metodologias de gerenciamento encontradas na literatura.

2.1 TRANSPORTE

O transporte atrelado à logística, segundo Bruno Paoleschi (2011), foi desenvolvido para preencher uma necessidade bélica em transporte de tropas durante a Segunda Guerra Mundial. A logística no transporte deve ser a mais precisa possível, sempre buscando um nível de operações transparente, confiável e ágil, buscando a utilização da carga de retorno dos veículos.

De acordo com Ballou (1993), o transporte é considerado como a mais importante atividade primária da logística em uma empresa, pois é responsável por absorver cerca de 1 a 2 terços dos custos logísticos. O frete por si só poderá atingir quase dois terços dos gastos com a logística, além de ser responsável por 9 a 10% do PIB (Produto Interno Bruto). Essa atividade é imprescindível no dia a dia dos processos, pois nenhuma empresa hoje, tem a capacidade de operar sem a movimentação de seus produtos e matérias primas, tanto para abastecer as empresas, quanto para entregar o produto final para seus clientes.

O território em que vivemos, é fortemente voltado para o uso do modal rodoviário, o Brasil é o país que possui a maior concentração de rodovias de transporte de cargas entre as principais economias mundiais. Segundo dados do Banco Mundial (2018), 58% do transporte no país é feito por rodovias, contra 53% da Austrália e 50% da China. 75% da malha rodoviária é utilizada para escoamento dos produtos no país, seguida da marítima com 9,2% e a aérea com 5,8%. Bertaglia (2009) apresenta um comparativo da extensão de rodovias entre o Brasil e outros países (Tabela 1).

Tabela 1 – Extensão de Rodovias – comparação entre países.

País	Extensão de rodovias pavimentadas (km)	Extensão de rodovias não pavimentadas (km)	Extensão total de rodovias (km)	Pavimentadas/ Extensão total (%)
EUA	4.165.110,00	2.265.256,00	6.430.366,00	64,80
Índia	1.603.705,00	1.779.639,00	3.383.344,00	47,40
Austrália	336.962,00	473.679,00	810.641,00	41,60
México	116.751,00	118.919,00	235.670,00	49,50
Rússia	738.000,00	133.000,00	871.000,00	84,73
Canadá	415.600,00	626.700,00	1.042.300,00	39,90
Argentina	68.809,00	160.335,00	229.144,00	30,00
China	1.515.797,00	354.864,00	1.870.661,00	81,00
Chile	16.080,00	63.525,00	79.605,00	25,30
Brasil	96.353,00	1.655.515,00	1.751.868,00	5,50

Fonte: Bertaglia (2009).

Segundo Amaral (2016), fazendo a comparação com o cenário dos Estados Unidos, o qual é considerado um exemplo de logística, pode-se notar certas divergências que acabam diferenciando o serviço entre os países. A principal é no quesito investimento, visto que é feito de forma muito mais uniforme do que no Brasil.

Investimentos mais uniformes facilitam a intermodalidade no país, ou seja, quando dois modais são utilizados para transporte de um mesmo produto, acarreta uma maior eficiência além de redução de custos de frete de ambos.

Nos últimos 30 anos, o Brasil tem buscado melhorar o investimento desse modal com a privatização de rodovias (Tabela 2). Rodovias em boas condições tornam o transporte rodoviário competitivo pela redução do consumo de combustível e gastos com manutenção dos veículos, no entanto, o valor do pedágio cobrado pelas empresas administradoras acaba influenciando diretamente no preço do produto, uma vez que em seu valor está englobado todo o custo com o pacote de transporte.

Tabela 2- Principais privatizações no transporte rodoviário.

Concessionária	Trecho	Extensão (Km)	Ano
Ponte S.A	Ponte Rio - Niterói	15	1995
CONCER	Juiz de Fora - Rio de Janeiro	180	1996
Nova Dutra	São Paulo - Rio de Janeiro	402	1996
Econorte	Norte do Paraná - São Paulo	280	1997
VIAPAR	Norte do Paraná	474	1997
Autoban	Sistema Anhanguera - Bandeirantes	314	1998
Renivas	Nordeste de São Paulo - Minas Gerais	290	1998
Univias	Rodovias - Rio Grande do Sul	993	1998

Fonte: Bertaglia (2009).

Contudo, o transporte rodoviário ainda é o mais independente dos transportes, visto que fornece a possibilidade de movimentação de uma variedade grande de materiais para inúmeros destinos possíveis, consequência de sua grande flexibilidade e é um modal bastante utilizado para movimentação de mercadorias com distâncias relativamente curtas, pois oferece a operação bastante agilidade e eficiência.

A elevada oferta, a baixa fiscalização e as poucas exigências para a operação deste modal reduziram o preço do frete que apesar de tantos incentivos ainda é muito impactante.

2.1.1 A prática do frete

A taxa de frete é o preço que se paga pela locação da embarcação de qualquer meio de transporte pago à transportadora a fim de compor o custo de transporte. Os valores finais são formados baseados em diversas variáveis as quais são acordadas antes de firmar o contrato. Para que a cobrança seja feita da melhor maneira possível e não esteja sujeito a erros, é muito comum a utilização da tabela de frete, a qual é utilizada para realizar os cálculos. A Figura 2 apresenta o exemplo de uma tabela de frete.

Figura 2– Exemplo de Tabela de Frete.

TABELA REFERENCIAL DE CUSTOS DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGA							
Distância em Km			Custo Tonelada (R\$)	Distância em Km			Custo Tonelada (R\$)
1	a	50	28,26	1.401	a	1.500	210,88
51	a	100	34,56	1.501	a	1.600	223,48
101	a	150	40,85	1.601	a	1.700	236,07
151	a	200	47,15	1.701	a	1.800	248,67
201	a	250	53,45	1.801	a	1.900	261,26

Fonte: Blog Betalabs (2015).

O valor do frete pode variar em relação ao peso transportado além da distância em km percorrida pelo transporte, porém, vale ressaltar que os componentes de uma tabela de frete podem variar de acordo com acordo firmado entre o embarcador e o transportador. O peso, a distância percorrida, a modalidade do transporte e taxas específicas são os principais parâmetros possíveis de variação.

O peso é definido como a relação entre o peso físico da carga e o peso cubado. Este último considera o volume que uma carga ocupa em um veículo, em geral o volume da embalagem, multiplicado por um termo que define a relação ideal de volume e peso, conhecido como Fator de Cubagem, o resultado é expresso em quilos, o peso cubado varia com o tipo de transporte utilizado.

Este peso cubado trata-se de uma variável utilizada para determinar o frete que consiste na comparação do maior valor entre o peso físico da carga e do seu peso cubado. Em geral o maior valor entre os dois é o praticado.

A distância percorrida é uma variável diretamente proporcional ao valor do frete pois, quanto mais longo o percurso, maior é o valor do frete. Esse cálculo é baseado também na quantidade de combustível gasto para fazer o trajeto.

Apesar de no Brasil o transporte de cargas ser feito basicamente pela malha rodoviária, outras modalidades de transporte também são opções de variação do preço de frete, a mais comuns são o transporte aquaviário, o dutoviário, o transporte aéreo e o transporte ferroviário.

Todas essas opções possuem vantagens e desvantagens em relação ao modal rodoviário, como também suas próprias peculiaridades no cálculo do frete.

No entanto, essas opções a serem comparadas com a opção rodoviária, acabam ficando em segundo plano. O transporte aéreo, por exemplo, por mais que possa trafegar longas distâncias independente dos acidentes geográficos, tenha um trânsito livre e seja o modal com menor tempo de entrega, ele ainda é limitado no quesito volume transportado, além de possuir um custo de transporte elevado em relação aos demais.

As taxas específicas também podem configurar um quarto fator de variação no custo do frete, dentre essas taxas podemos citar as taxas cobradas por difícil acesso, taxas de reentrega e outras.

Outro fator que deve ser negociado na contratação do frete, é a definição de que parte de acordo ficará responsável pelo pagamento do valor e toda a gestão dos riscos e consequências no momento que o produto é carregado até ser entregue no cliente. Quanto a isso, duas opções estão disponíveis no mercado: FOB e CIF.

Num contrato tipo FOB (*Free on Board*), o cliente se responsabiliza totalmente pelo pagamento do valor com o transporte, seguro dos itens e com todos os riscos que o transporte pode oferecer. É uma opção típica quando a empresa tem parcerias com transportadoras e consegue negociar descontos viabilizando a negociação.

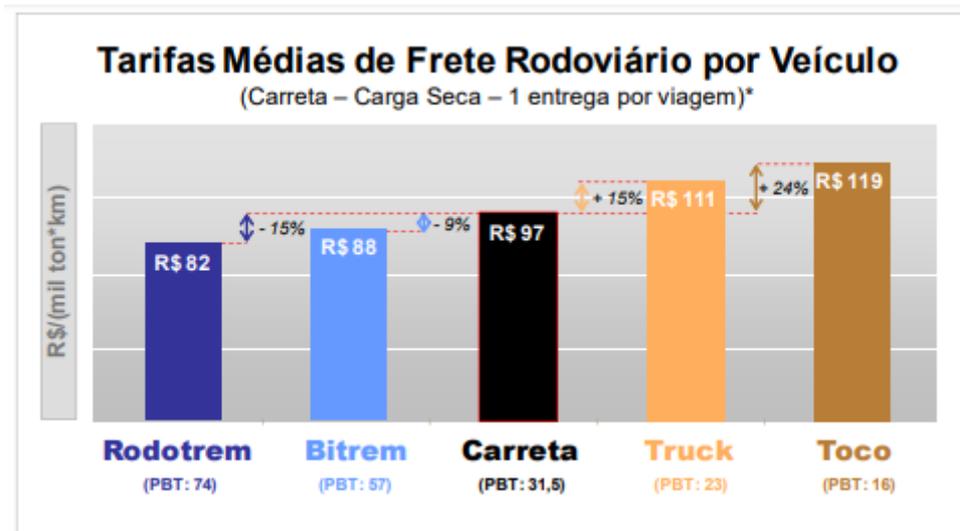
Já na escolha da opção CIF (*Cost, Insurance and Freight*), a responsabilidade por todos os custos e riscos de entrega é por conta do fornecedor. Todas as despesas são pagas na origem do carregamento fazendo com que a empresa contratante também se responsabilize do manuseio do transporte até o consumidor final. Neste tipo de frete, os valores costumam se diluir no preço do produto.

Os profissionais responsáveis pela contratação do transporte devem sempre estar atentos ao mercado, visto que é essencial a análise do frete pago nos diferentes percursos. Regiões com maior demanda por serviços possuem fretes mais caros, além disso regiões de retorno de transporte acabam possuindo descontos significativos abaixando assim o preço do frete pago.

É de responsabilidade do contratante analisar o perfil de frota utilizada, visto que esse fator é importantíssimo na formação do preço do frete. No Brasil, existem diversos tipos de veículos para transporte de carga, dentre eles se destacam a carreta com capacidade de 28

toneladas, o truck com capacidade de 12 toneladas e o toco que transporta até 6 toneladas. Para o tipo de veículo toco, ou truck, o preço do frete custa, em média, R\$115,00 para se transportar 1 tonelada em um percurso de 1000km, a Figura 3 apresenta valores para tarifas médias de frete rodoviário.

Figura 3 - Tarifas Médias de Frete Rodoviário por Veículo.



Fonte: CEL/COPPEAD (2006).

2.2 GESTÃO DE ESTOQUE

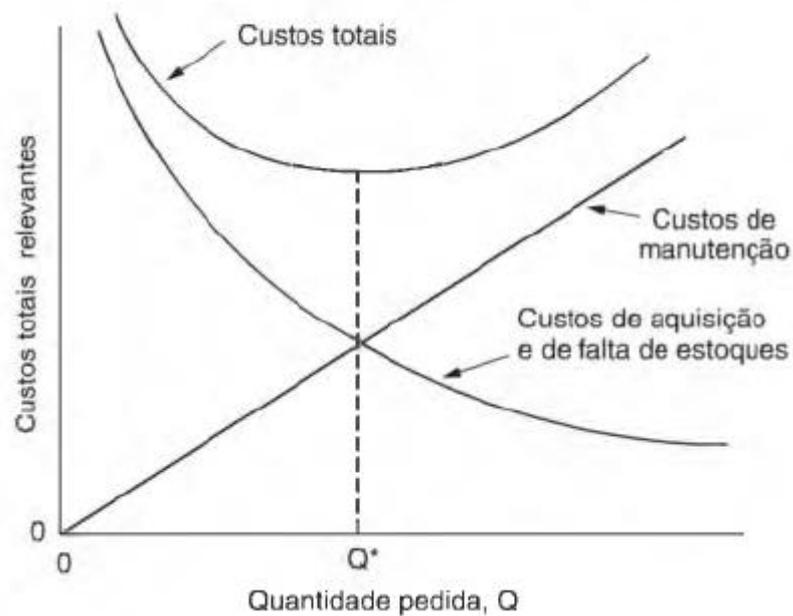
O estabelecimento dos níveis de estoque e de onde armazenar é apenas uma parte do grande problema de planejamento logístico. Considerando que o problema da disponibilidade do produto é o ponto chave nesse planejamento, fazer o adequado controle de estoques é uma questão de saber balancear e identificar os custos relevantes a esta gestão.

Segundo Bertaglia (2009), as empresas preferem fazer a utilização de métodos intuitivos para tomada de decisões que envolvam a administração do estoque e, as que utilizam volumes maiores de estoque deveriam aplicar métodos mais analíticos para suportar essas tomadas de decisões.

Um alinhamento entre as áreas da empresa também é necessário, visto que, por exemplo, o setor financeiro tem a preferência de manter estoques mínimos, já os setores de venda e manufatura preferem manter estoques mais altos para evitar surpresas de abastecimento. Portanto, é fundamental a utilização de métodos analíticos e de uma apurada identificação de todos os custos que circulam no que se diz respeito ao estoque.

Segundo Ballou (2001), existem 3 classes de custos que devem ser determinadas para fundamentar a política de estoque ideal, são elas: Custos de obtenção, de manutenção e custos pela falta de estoque. Tais custos estão em compensação ou em conflito um com os outros e o objetivo é encontrar um plano de suprimento ideal que faça com que o custo total seja minimizado. A Figura 4 apresenta a curva de compensação de custos com a quantidade de pedido.

Figura 4 – Compensação dos custos relevantes de estoque com a quantidade pedida.



Fonte: Ballou (2006).

Os custos de manutenção de estoque compreendem todos os custos que são necessários para fazer com que certa quantidade de produto (ou matéria-prima) seja mantida no estoque por determinado tempo, alguns custos associados compõem o custo de manutenção.

O custo de espaços são custos oriundos de cobranças feitas pelo uso da metragem cúbica dentro de onde está sendo estocado o material. Esses custos acabam por impactar muito pouco ao calcularmos os custos de manutenção para estoques em trânsito.

Já os custos de capital referem-se ao custo investido no estoque. Esse investimento fica imobilizado no estoque visto que poderia ser investido de forma diferente na empresa. O

quanto de capital a que deve ser investido é sempre uma questão de debate na própria empresa.

Os custos referentes a seguros e impostos cobrados contra as perdas decorrentes de incêndio, tempestades ou roubo, por exemplo, são denominados custos dos serviços de estoque.

Os custos de risco de estoque são aqueles referentes à deterioração do produto, o encolhimento, os danos, a obsolescência e até mesmo a incineração. São todos os riscos que tornam o produto inapropriado ou com sério risco para venda.

Outro grupo de custos bastante importante é o de custos relacionados à falta de estoque. Estes custos aparecem quando um pedido é colocado no sistema, porém o estoque não pode preencher com o produto ao qual foi designado pois não se tem esse produto no estoque. Com isso, temos dois tipos de custos por falta de estoque: custos por venda perdida e custos de pedidos em aberto. Como esses custos dependem muito das ações do cliente são de difícil apuração.

O custo de vendas perdidas ocorre quando o cliente faz o pedido, porém a empresa não possui o produto em seu estoque. Esse custo se refere ao lucro que teria com a venda, além do fato de o cliente poder estar disposto a comprar da concorrência.

Os custos de pedidos em aberto ocorrem quando o cliente resolve esperar, até que seu pedido seja preenchido de modo que não se perca a venda.

E por fim, tem-se os custos associados com a aquisição das mercadorias para o reabastecimento dos estoques. Os custos de aquisição estão relacionados aos custos de pedir e obter o material e são divididos em fixos e variáveis. Os custos fixos se referem aos salários dos funcionários, já os custos que aumentam de acordo com o aumento dos pedidos, são os custos variáveis.

Tomando-se como principal função da gestão de estoques a manutenção de um nível mínimo no estoque de produtos, sem que acumule e que afete a disponibilidade desejada pelo cliente, os estoques têm a função de um amortecedor entre a oferta e a demanda dos produtos.

O estoque é um dos aspectos de maior relevância na logística. No processo de armazenagem estão concentrados os ativos importantes para a empresa, que acabam comprometendo diretamente no seu capital de giro. Ou seja, parte do dinheiro da empresa está

reunida ali. Comprometer esta área impacta diretamente outras áreas de grande importância na empresa, que necessitam de capital para investimento, como é o caso do setor de marketing, financeiro e comercial. Portanto, uma má gestão neste setor pode ser sinônimo de grandes prejuízos para a instituição.

A falta de planejamento para reposição de um determinado material no tempo certo implica na busca de seus clientes em produtos similares na concorrência do mercado. Na contramão, a estocagem de grandes quantidades do mesmo material, ou seja, o seu excesso, resulta em custo, o que implica diretamente na questão financeira da empresa e isso pode levar um tempo para que essa perda seja sanada.

Segundo Bowersox e Closs (2001), ter uma boa gestão de estoque pode ser de muita valia para o alcance dos objetivos desejados de atendimento ao cliente, ao passo que se não houver uma boa gestão, haverá a dificuldade da avaliação do “*trade-off*” para o nível de serviço, eficiência na operação e nível de estocagem. Para estes autores, as empresas precisam ter um estoque acima de suas necessidades para poder suprir a demanda dos clientes.

Já de acordo com Robald H. Ballou (2001), “enquanto o transporte adiciona valor de “lugar” ao produto, o estoque agrega valor de “tempo”. Para agregar este valor dinâmico, o estoque deve ser posicionado próximo aos consumidores ou aos pontos de manufatura. O número normalmente grande destes pontos de estoque e os altos custos associados a manter estes produtos armazenados, em geral entre 25 e 30% do valor do produto por ano, requerem administração cuidadosa. A Administração de estoques envolve manter seus níveis tão baixos quanto possível, ao mesmo tempo que provê a disponibilidade desejada pelos clientes.

Para se ter uma boa gestão de estoques, segundo Correa (2010), é preciso entender as principais motivações, sendo as principais: manter as etapas do processo coordenadas, preencher os canais de distribuição e gerenciar incertezas em relação a demanda. Ainda segundo o autor, a classificação do tipo de demanda a ser comercializada deve ser escolhida baseada no conhecimento acerca do modelo de gestão de estoque e para isso, o autor atribui da seguinte forma as demandas:

- Demanda independente: aquela cuja demanda tem que ser prevista;
- Demanda dependente: seu consumo futuro deve ser calculado com base em fatores de controle e operação.

Além do mais, vale ressaltar que a identificação de custos é de extrema importância para a análise dos estoques. É sempre necessário um gerenciamento baseado em métodos analíticos e bom senso.

2.2.1 Lote econômico de compra

Como Krajewski, Ritzman e Malhorta (2009) apontam, gerentes enfrentam pressões conflitantes para manter estoques baixos o suficiente para tentar evitar custos abusivos de armazenamento, porém, altos o suficiente para reduzir custos de pedido e preparação. Um bom início para equilibrar essas pressões conflitantes e determinar o melhor nível de estoque para um produto, é encontrando o seu Lote Econômico de Compra.

O Modelo do Lote Econômico tem o objetivo de determinar o tamanho de um lote a ser comprado ou produzido com a intenção de minimizar os custos de aquisição e os custos anuais de ter estoque, buscando um equilíbrio entre as vantagens e desvantagens de se manter estoque (BERTAGLIA,2009).

Esse método se baseia em algumas premissas: taxa de demanda para o produto constante; sem restrição de capacidade; lead time constante.

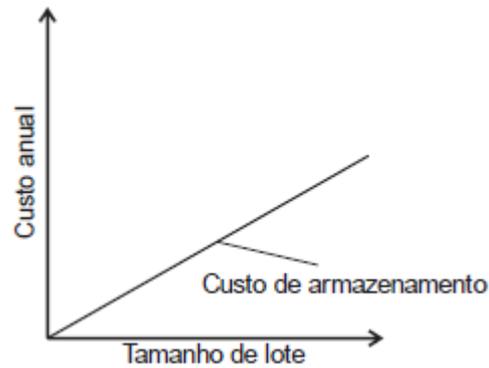
Os custos incidentes que são relevantes são dois: Custo de armazenagem e de preparação do pedido (ou de preparação da produção).

Para determinar o lote econômico de compra é necessário calcular os custos incidentes citados acima. O custo de armazenamento é calculado pela Equação 2-1, sendo C_A o custo com o armazenamento do produto anual em unidades monetárias, C_e o custo de armazenamento no ano de uma unidade no estoque, em R\$/uni e Q o tamanho do lote.

$$CA = Ce * \frac{Q}{2} \quad (2-1)$$

A Figura 5 apresenta o entendimento de que o custo anual de armazenamento cresce de forma diretamente proporcional ao crescimento do tamanho do lote.

Figura 5 - Custo Anual de Armazenamento.



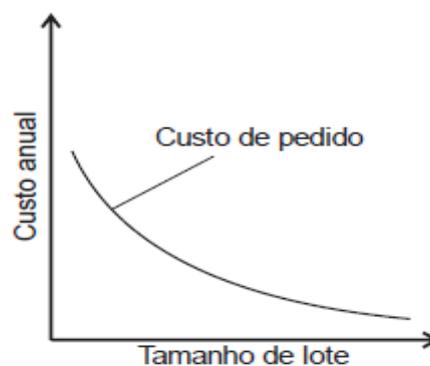
Fonte: Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009).

O custo de pedido do produto em unidade monetária (C_p) é calculado pela Equação 2-2, em que D é a demanda, Q , o tamanho de cada pedido de reabastecimento em estoque, e S , o custo do pedido, em unidades monetárias.

$$C_p = \frac{D}{Q} * S \quad (2-2)$$

Vale ressaltar que a expressão $\frac{D}{Q}$ representa o número de vezes no ano que um pedido de reabastecimento é colocado na sua fonte de fornecimento. Conforme Figura 6 pode-se verificar como se comporta o gráfico do custo de pedido diante do crescimento do tamanho do lote.

Figura 6 – Custo de Pedido Anual.

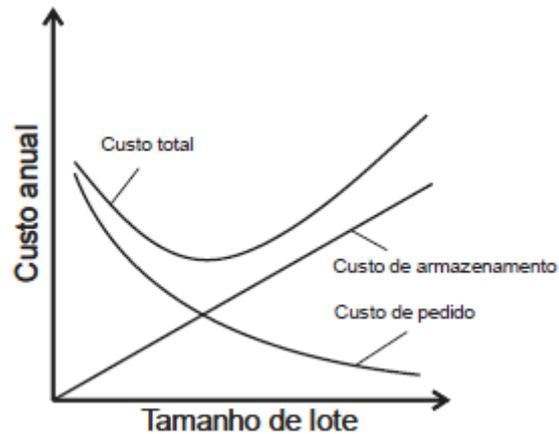


Fonte: Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009).

De posse das informações dos custos de armazenagem (Equação 2-1) e de pedido (Equação 2-2) o cálculo total de estoque pode ser calculado (Equação 2-3), em que o Custo total do estoque C_t é a soma dos custos de armazenamento (C_a) e de pedido (C_p) conforme apresentado na Figura 7.

$$C_t = \frac{D}{Q} * S + C_e * \frac{Q}{2} \quad (2-3)$$

Figura 7 – Custo Total Anual do Estoque.



Fonte: Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009).

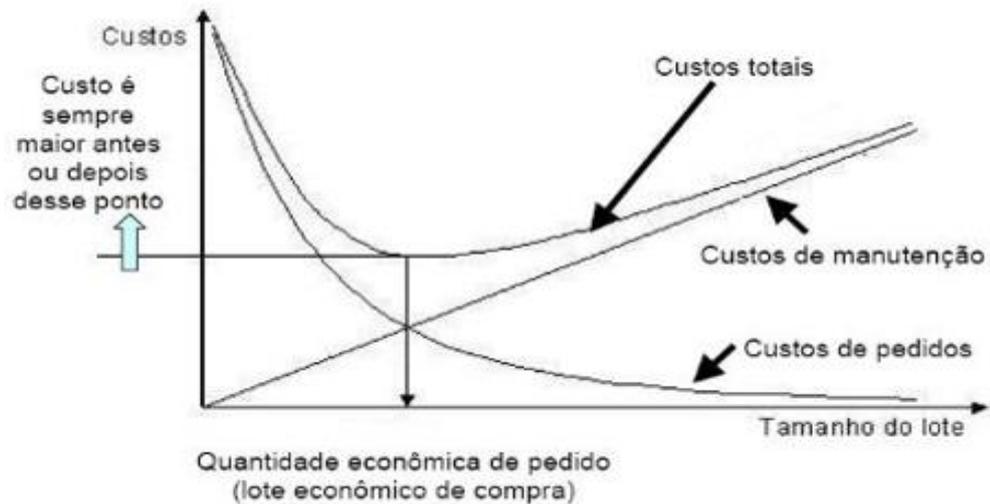
Em virtude da variação do termo Q , devido ao fato de enquanto um custo aumenta o outro diminui, matematicamente é mostrado que existe uma quantidade ótima de pedido, um Lote Econômico (L_e), que seria a quantidade ótima comprada tal que minimizasse o custo total anual no estoque.

Com isso, o Lote Econômico (L_e) é calculado através da Equação 2-5, em que L_e é a quantidade de pedido ótima em unidade; D é a demanda anual por item em estoque em unidade; S é o custo de obtenção do pedido em unidade monetária e C_e é o custo de armazenagem no ano de uma unidade no estoque em valores monetários.

$$L_e = \sqrt{\frac{2DS}{C_e}} \quad (2-4)$$

A Figura 8 representa graficamente o comportamento do custo total versus o tamanho do lote de compra.

Figura 8 - Comportamento do Custo x Quantidade econômica do pedido.



Fonte: Adaptado Slack *et al.* (2006).

Vale ressaltar que na equação do custo de pedir (Equação 2-2), não está englobado o custo de aquisição do item visto que para o cálculo da Equação 2-3 não se faz necessária sua utilização. Contudo este valor é utilizado no cálculo do Custo Total do Sistema, que é representado pela soma das parcelas do custo de pedir, de manter e de adquirir, conforme equação abaixo.

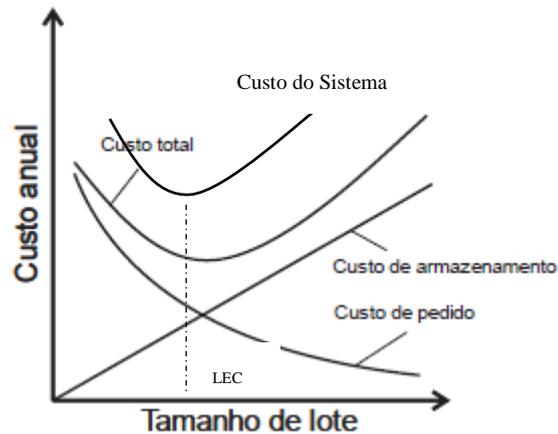
$$Cs = \frac{D}{Q} * S + Ce * \frac{Q}{2} + Ca \quad (2-5)$$

Onde Ca representa o custo de aquisição do produto, e é representado pela equação abaixo.

$$Ca = P * D \quad (2-6)$$

Onde, P representa o preço de obtenção do produto e D representa a demanda anual do item em unidades. A Figura 9 representa graficamente o custo total do sistema versus o lote econômico de compra.

Figura 9 - Custo do Sistema Anual do Estoque.



Fonte: Adaptado Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009).

É importante notar que ao se acrescentar o custo anual de aquisição da mercadoria ao custo total em estoque C_t , implicando no C_s , o LEC não se altera.

Ademais, é importante avaliar que em algumas situações ao se comprar determinada mercadoria, o fornecedor pode oferecer um determinado desconto para o comprador em virtude de uma maior quantidade por pedido. Essa variação do preço relacionado a variação da quantidade solicitada, serve de análise para o comprador visto que quantidades maiores significam um menor custo de pedir e custo de aquisição, porém impacta no custo de manutenção do item o que leva a ser necessário para o comprador criar uma rotina para julgar, dentre as opções fornecidas, qual é a mais interessante em termos de custos.

3 MÉTODO E APLICAÇÃO

Nesta seção será abordado o método proposto pelo trabalho, na empresa onde será feito o estudo de caso.

3.1 MÉTODO DE APLICAÇÃO

O modelo do LEC é um modelo de fácil utilização e, devido a sua robustez e simplicidade, permite que o gestor determine quantidades ótimas de compra. Este modelo otimiza o balanceamento dos custos de pedir e de manter o estoque por meio de cálculos básicos e pouco trabalhosos. Contudo, além das premissas básicas apresentadas na seção 2.2.1, este modelo não contempla os custos de transporte nos seus cálculos.

Com o intuito de conceber um modelo simples que contemplasse no cálculo do Lote Econômico de Compra os custos com transporte, Swenseth e Godfrey (2002) conceberam o Modelo de Lote Econômico de Compra que acrescenta uma parcela para considerar o custo do transporte, essa parcela contém uma taxa fixa por peso para transporte (F_y) provendo uma função de custos logísticos total anual (L) conforme Equação 3-1.

$$\frac{Q}{2} Ce + \frac{D}{Q} S + F_y Dw \quad (3-1)$$

Em que Q é a quantidade pedida (unidades), C_e o custo para manter uma unidade em estoque por um ano (calculada pegando o custo unitário C e multiplicando pela taxa de manutenção i), D é a demanda anual requerida, S o custo de colocar um pedido, F_y a taxa de frete por peso para um dado carregamento de peso (y) em uma dada rota, e w o peso por unidade.

O preço do frete por quilo (F_y) é incorporado como parâmetro importante na tomada de decisão do tamanho do lote econômico de compra, somando-se aos custos tradicionais de manter e pedir. Cada transportadora tem seu próprio cálculo com base no peso da remessa e distância da rota e, em relação ao peso, esta taxa de frete varia da seguinte forma: quanto maior o peso transportado menor será a taxa de frete aplicada à carga e conseqüentemente menor será o custo do transporte, em virtude da maior ocupação da carga no veículo.

Por meio de uma prática existente nos Estados Unidos conhecida como “quebra de peso”, a prática do preço do frete é alterada conforme algumas faixas de quantidades de lotes para transportes que não possuem carga suficiente para completar a carga do caminhão. A Tabela 3 exemplifica a prática de frete por quebra de peso.

Tabela 3 – Exemplo de Quebra de Peso x Taxa de Frete.

Quebra de Peso [Pounds]	Taxa de Frete [CWT]
Minimum charge	\$50.00
1–499	\$22.00
500–999	\$18.50
1000–1999	\$17.25
2000–4999	\$16.00
5000–9999	\$15.50
10,000–19,999	\$7.60
Truckload 20,000	\$1,110.00

Fonte: Adaptado de Godfrey e Swenseth (2002).

Para cada faixa de peso na primeira coluna da Tabela 3 existe uma taxa de frete inversamente proporcional a carga do veículo e, à medida que se aumenta a carga presente no veículo, a taxa de frete decresce, ao final o custo do transporte é obtido pela multiplicação do peso da carga pelo valor da taxa de frete.

Um carregamento de 600 *pounds*, por exemplo, corresponde a uma taxa de frete de \$18,50 para cada 100 *pounds* (CWT) resultando em um custo final de \$111,00.

O objetivo dessa estratégia é realizar pequenas mudanças no tamanho do lote com o intuito de gerar grandes resultados ao longo do tempo. Considerando ainda o exemplo da Tabela 3, se a empresa passar a solicitar carregamentos de 500 *Pounds* ao invés de 400, é possível obter uma redução anual de 15,9% no frete, visto que o valor cobrado passaria a ser de \$18,5/ CWT ao invés de \$22,5/CWT.

Caso esses pequenos ajustes possam ser feitos para uma quantidade maior de pedidos ao ano, resultados expressivos podem ser adquiridos com essa prática, além disso, o fato de as taxas de frete serem constantes para qualquer quantidade de pedido que caia entre uma quantidade de quebra de peso e a quantidade mínima de desconto seguinte, faz com que as quantidades pedidas e, portanto, os estoques possam ser reduzidos sem aumentar os custos de

transporte. O reconhecimento explícito dos custos de transporte como uma variável de decisão separada pode influenciar grandemente o tamanho ótimo de lotes de pedidos disponíveis para o comprador e o fornecedor.

Assim como o lote econômico de compra padrão (seção 2.2.1), o método apresentado nessa seção assume as seguintes hipóteses:

1. Descontos por quantidade não estão disponíveis;
2. A demanda anual para compra é conhecida e constante;
3. O custo do pedido é fixo para o pedido;
4. O custo de manutenção anual está linearmente relacionado ao estoque médio;
5. Todos os itens são comprados pela opção FOB.

Ao considerar a hipótese de que não há descontos por quantidade e a fim de obter uma expressão que possa oferecer o tamanho do Lote Econômico de Compra com a parcela do custo do transporte, deriva-se a função de L (Equação 3-1) em relação a Q e obtém-se a Equação 3-2.

$$\sqrt{\frac{2DS}{Ce}} \quad (3-2)$$

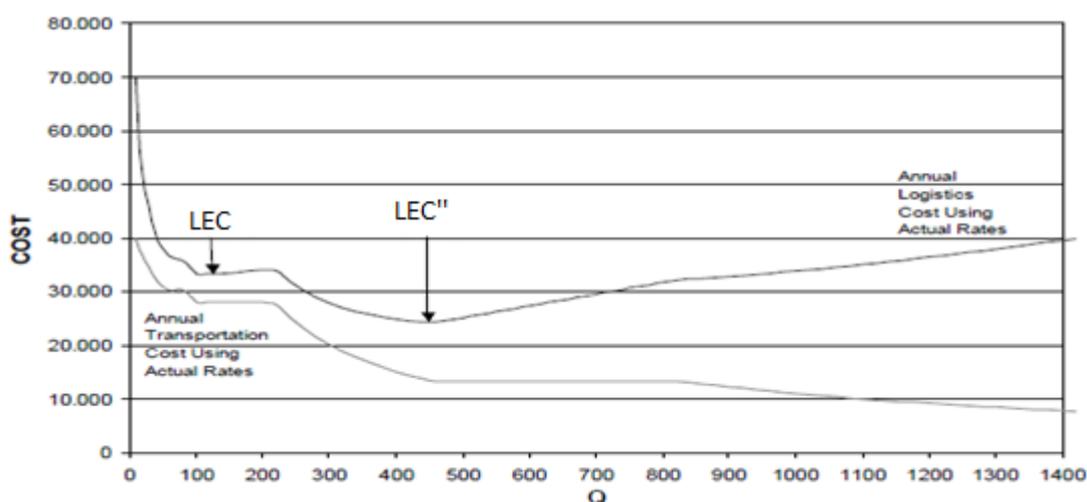
Observa-se, no entanto, que a Equação 3-2 tem o mesmo efeito de não incorporar taxas de frete ao modelo, visto que a taxa de frete real não é constante para todos os pesos, mas decresce a medida que o peso do carregamento cresce. A incorporação da taxa de frete real neste modelo pode resultar em benefícios para carregamentos grandes, conclui-se que resultados mais expressivos são adquiridos ao realizar uma avaliação a partir da Equação 3-1 de forma numérica.

Portanto, para introduzir os custos de transporte na decisão de dimensionamento do lote com precisão e eficácia, uma abordagem numérica é recomendada e tamanhos de lotes alternativos devem ser avaliados em relação às suas implicações anuais de custos de transporte. O tamanho do lote que fornece o melhor resultado com base nos efeitos

combinados do custo de transporte anual e outros parâmetros de decisão resulta no tamanho ideal do lote de pedido.

A Figura 10 apresenta um exemplo de função de custo logístico usando taxas reais de frete pelo método numérico. Observa-se que utilização do método do LEC tradicional apresenta um ponto de mínimo superior ao encontrado quando utilizado o método do novo valor ótimo do Lote (LEC'').

Figura 10 – Exemplo de Custo Logístico Anual usando taxas reais.



Fonte: Adaptado Godfrey e Swenseth (2001).

Ademais, é de se observar que à medida que se aumenta a quantidade de lote solicitada, tem-se uma redução no custo de transporte total anual, o que pode ser explicado pela relação inversa entre a quantidade a ser transportada e a taxa de frete conforme verificado no conteúdo acima.

Portanto, a eficácia das decisões de dimensionamento de lotes de pedidos pode ser melhorada se os responsáveis pela gestão da logística têm conhecimento dos custos de transporte específicos associados às alternativas de quantidade de pedidos. Esta relação de custo tomada de decisão entre quantidade x frete, sugere que reduções substanciais na taxa de frete podem ser obtidas mesmo com pequenos aumentos na quantidade do pedido.

O estudo proposto por este trabalho tem como objetivo verificar a aplicabilidade do método descrito nessa seção em uma empresa alimentícia da região pernambucana, utilizando os aspectos locais de frete.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA EM ESTUDO

A empresa do presente estudo atua no ramo de alimentos perecíveis. Em sua estrutura estão presentes diversas fábricas espalhadas pelo Brasil e uma dessas encontra-se no estado de Pernambuco na cidade de Vitória de Santo Antão, ali também se encontra um Centro de Distribuição que abastece seus clientes de toda região pernambucana.

Tem em seu portfólio mais de 500 produtos vendidos pelo mundo todo e seus produtos variam pelas categorias de frios, congelados, embutidos, margarinas até in natura. Além do fato de esses produtos terem uma restrição de tempo de vida útil curto, outro desafio encontrado na sua gestão é a conservação dos alimentos. Todos os itens vendidos pela empresa necessitam de um nível de resfriamento adequado para manter a qualidade do material.

A empresa atende supermercados, lojas de varejo, lojas de atacado, restaurantes e outros clientes através de uma rede de distribuição que leva os produtos até os consumidores por meio de entregas semanais e mensais. Uma frota de veículos terceirizada de capacidade variada é contratada anualmente e as opções mais comuns são os veículos de categoria leve, que possuem uma capacidade de carga de até 3 toneladas e possuem maior rapidez na entrega; categoria toco que possui capacidade de até 7 toneladas; categoria truck com capacidade de até 12 toneladas e categoria carreta que comporta até 28 toneladas.

Para a produção, a empresa necessita de matérias e insumos oriundos do Sul do País, que trafegam utilizando o modal rodoviário, por meio de carretas, devido a vantagem de custo considerável por esse transporte em relação aos demais modais.

No que se diz respeito a tomada de decisão em relação ao frete que é praticado, a empresa trabalha com algumas particularidades. O frete praticado na empresa é do tipo FOB, ou seja, ela que arca com todos os custos do frete e todos os riscos de transporte são de sua responsabilidade. Quanto aos valores, eles são variados conforme alguns parâmetros (Tabela 4) que influenciam na determinação do frete são: peso transportado e a quantidade de diárias.

Para cada veículo da frota disponível existe uma taxa (Valor R\$/kg) que é pago para cada kg transportado. Os gastos referentes a combustível, pneu, lubrificação e custos de manutenção do veículo estão contemplados nessa taxa.

Tabela 4 – Tabela de Frete utilizada pela empresa.

Veículo	Capacidade da Frota (Kg)	Valor R\$/kg	Valor da Diária (R\$)
TOCO	3.000	R\$1,37	R\$549,58
TRUCK	12.000	R\$1,23	R\$616,04
CARRETA	28.000	R\$1,13	R\$712,96

Fonte: Autor (2019).

Por fim, são somados ao frete o valor das diárias. A diária representa a quantia paga ao transportador referente à quantidade de dias que ele prestou serviço ao contratante. É válido ressaltar que o tempo de descarga e o tempo gasto nas filas de descarga nos clientes são cruciais no custo do frete. Caminhão parado é sinônimo de custo para os transportadores visto que essas horas paradas podem refletir em mudanças de itinerário, entregas fora do prazo, e horas extras.

3.3 COLETA DE DADOS E APLICAÇÃO

Para a presente análise foram coletadas informações acerca da quantidade de insumos e matérias prima para a produção de 375 toneladas, que é a demanda anual da empresa para a produção de determinada linha de produtos. Esse insumo é oriundo de Rio Verde – GO, e é transportado pelo veículo do tipo truck para a unidade fabril da empresa em Vitória de Santo Antão – PE totalizando 2500 km de distância e um dia e meio de viagem.

A fim de dimensionar o lote econômico de compra, foi realizada uma coleta de dados durante o primeiro trimestre de 2019 na empresa em questão da qual foram obtidos os valores relacionados a obtenção e manutenção (Tabela 5).

O estudo foi realizado para uma demanda anual de 375.000 Kg de determinado produto da empresa. Este produto pesa, em média, 7,5 kg o que acarreta numa demanda anual de 50.000 unidades da mercadoria.

Como o produto em questão é comercializado pela empresa no ramo varejista, o veículo utilizado para estudo, no presente trabalho, será do tipo Truck em virtude de sua capacidade ideal para transporte de cargas para clientes de pequeno e médio porte cuja demanda condiz com a capacidade transportada pelo veículo.

Além disso, o mercado varejista se concentra na região metropolitana do Recife, dificultando assim a escolha de Carretas para transporte deste produto em virtude das condições geográficas da região além de não condizer com uma carga ideal de transporte.

Por fim, não foi escolhido o veículo do tipo Toco em virtude de sua baixa capacidade de carga para o produto em questão. Trata-se de um produto com demanda moderada e com transporte de carga disponível com pelo menos 5 toneladas para transporte.

Tabela 5 – Informações do estudo prático.

<i>Demanda Anual (Kg)</i>	375.000
<i>Demanda Anual (Unidades)</i>	50.000
<i>Peso da Unidade (Kg)</i>	7,5
<i>Custo Unitário de Manutenção (R\$)</i>	R\$27,00
<i>Custo de obtenção de cada pedido (R\$)</i>	R\$12,00
<i>Taxa do frete em R\$/Kg</i>	R\$ 1,23
<i>Preço Unitário (R\$)</i>	R\$ 1,50

Fonte: O Autor (2019).

Ademais, foram coletadas informações acerca dos parâmetros referentes aos custos de estoque desse produto. Custo unitário de R\$27,00 para manutenção do produto em estoque, considerando uma taxa anual de 85%; Custos administrativos referentes a todo o processo de pedido: R\$12,00; Taxa de frete para o tipo de veículo Truck de R\$1,23/Kg; E por fim o preço unitário de obtenção do produto sendo de R\$1,50. É de se ressaltar que os valores e preços da mercadoria acima listados foram baseados em um estudo de mercado.

Aplicando o método do Lote Econômico de Compra para os valores demonstrados na Tabela 5 com o auxílio da equação 2-5, foi encontrado como tamanho do lote ideal 211 unidades por entrega, implicando em um custo total anual de R\$142.245,05 reais para pedir, manter e transportar toda essa matéria prima para a fábrica em vitória de Santo Antão. Por considerar unidade de produto, o valor foi arredondando para 211 unidades.

De posse da informação de que a empresa que faz todo o transporte destes produtos trabalha com descontos por faixa de peso transportado, foi verificado que o lote a ser pedido deve ocorrer na quebra de peso associada a um patamar de frete ao invés de uma quantidade qualquer. A Tabela 6 informa acerca dos patamares de frete em relação ao peso em Kg e em unidades do veículo Truck.

Tabela 6 – Tabela de Frete do Estudo Prático.

TRUCK	Faixa por Peso (Kg)	Faixa por Unidades	Taxa de frete (R\$)
	0 – 2999	0 – 399	R\$1,23
	3000 – 5999	400 – 799	R\$1,18
	6000 – 8999	800 – 1199	R\$1,13
	9000 – 12000	1200 – 1600	R\$1,08

Fonte: O Autor (2019).

A tabela 6 explana bem o conceito de quebra de peso, conforme visto na seção 3 do presente estudo. A coluna “Faixa por peso” traz as quatro faixas de peso com suas respectivas taxas de frete na última coluna da figura. Como todo o cálculo acerca da metodologia vista será feito em unidades do produto, a primeira coluna da figura foi toda transformada em unidades (Faixa por Unidades), com a informação de que a unidade do produto tem o peso de 7,5kg.

Com isso, foram feitos os cálculos nas respectivas faixas de quebra de peso, e o que pôde se verificar, é o que está representado Tabela 7:

Tabela 7 – Tabela de custos x Lotes.

<i>Tamanho dos lotes</i>	211	399	400	799
<i>Custo de pedido</i>	R\$2.843,06	R\$1.503,76	R\$1.500,00	R\$750,94
<i>Custo de manter</i>	R\$2.848,50	R\$5.386,50	R\$5.400,00	R\$10.786,50
<i>Custo com transporte</i>	R\$61.552,94	R\$61.500,00	R\$59.000,00	R\$59.000,00
<i>Custo de aquisição</i>	R\$75.000,00	R\$75.000,00	R\$75.000,00	R\$75.000,00
Total	R\$142.245,05	R\$143.390,26	R\$140.900,00	R\$145.537,44

<i>Tamanho dos lotes</i>	800	1199	1200	1600
<i>Custo de pedido</i>	R\$750,00	R\$500,42	R\$500,00	R\$375,00
<i>Custo de manter</i>	R\$10.800,00	R\$16.186,50	R\$16.200,00	R\$21.600,00
<i>Custo com transporte</i>	R\$56.500,00	R\$56.500,00	R\$54.000,00	R\$54.000,00
<i>Custo de aquisição</i>	R\$75.000,00	R\$75.000,00	R\$75.000,00	R\$75.000,00
Total	R\$143.050,00	R\$148.186,92	R\$145.700,00	R\$150.975,00

Fonte: O Autor (2019).

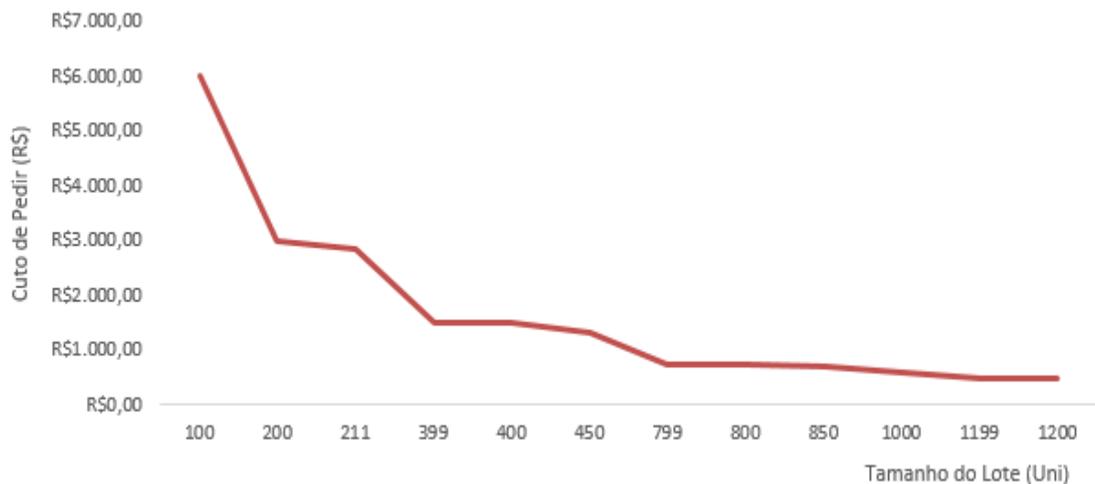
A partir de informações retiradas da tabela 7 foi identificada uma função e os dados foram estudados e analisados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De posse dos dados levantados na empresa, feitos por um estudo de mercado foram obtidos os resultados apresentados na seção anterior. A tabela 7 apresenta todos os custos relacionados ao presente problema utilizando os parâmetros mencionados na tabela 5.

Nas figuras 11, 12, 13 e 14, é possível visualizar o comportamento de cada custo à medida que é selecionado um outro tamanho de Lote.

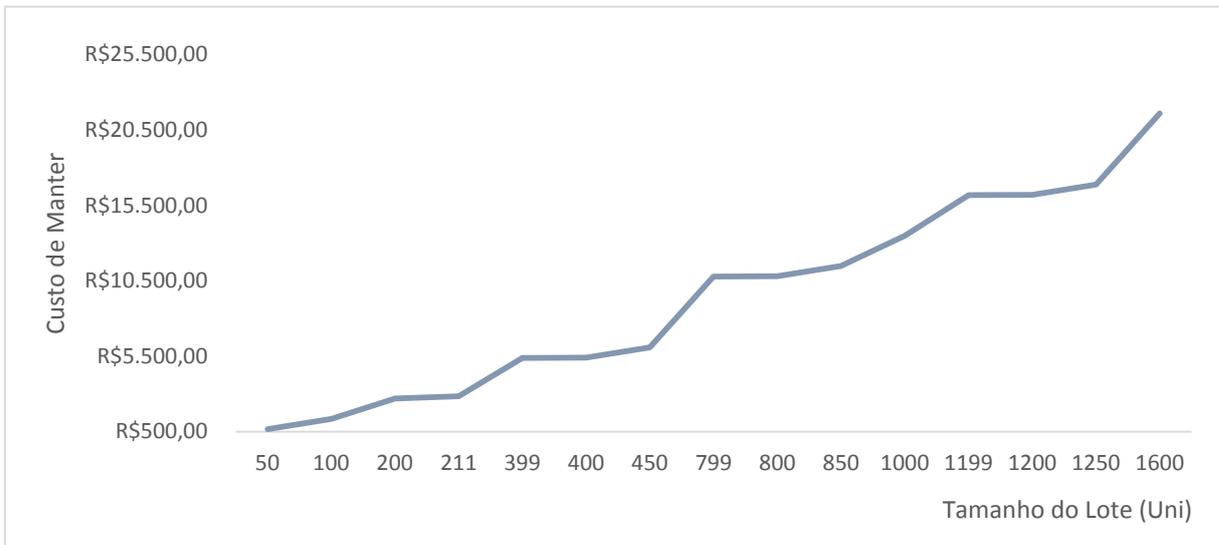
Figura 11 – Custo de Pedir x Tamanho do Lote.



Fonte: O Autor (2019).

A figura 11 demonstra o comportamento da função Custo de Pedir, à medida que o tamanho do lote cresce, a quantidade de ordens solicitadas anualmente, diminui. Devido a este fato, a relação do custo de pedir com o tamanho do lote é dada de forma inversamente proporcional. Por outro lado, existe uma redução no custo de pedir à medida que o tamanho do lote aumenta e, sabendo que a demanda anual é constante, ao se aumentar a quantidade do lote, aumenta-se também o custo de estoque destes produtos em um comportamento proporcional, como pode ser verificar na figura 12.

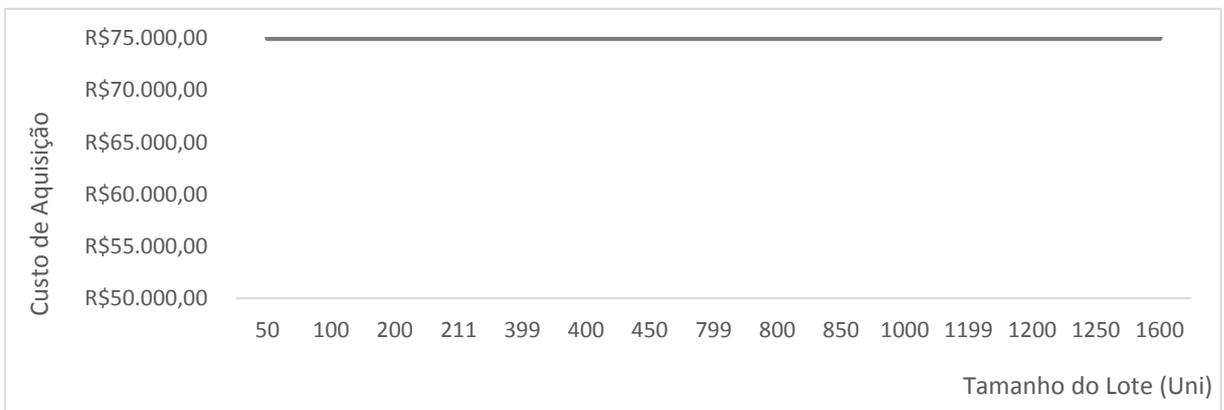
Figura 12 – Custo de Manter x Tamanho do Lote.



Fonte: O Autor (2019).

Como a função custo de aquisição não varia em relação a quantidade do lote solicitado durante o ano, trata-se de uma função constante o ano todo (Figura 13).

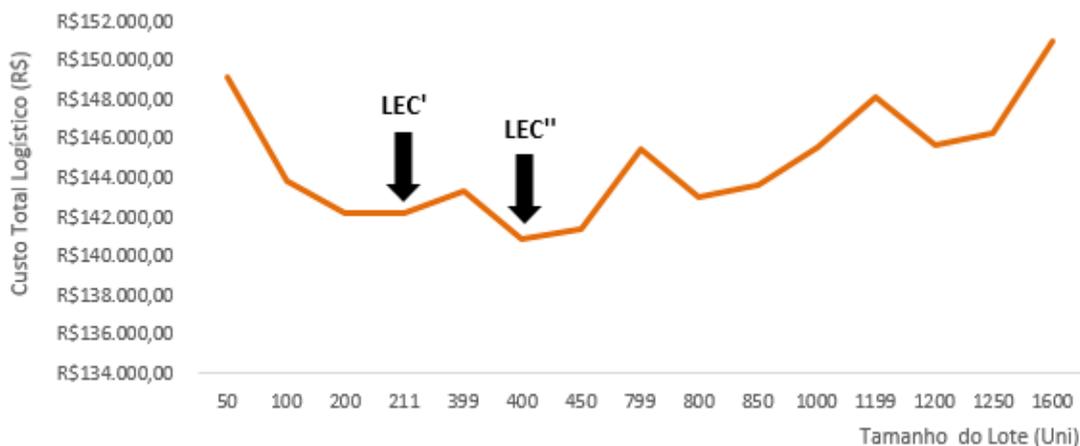
Figura 13 – Comportamento gráfico do Custo de Adquirir x Tamanho do Lote.



Fonte: O Autor (2019).

Efetuada a aplicação da metodologia vista na seção 3-3 foi obtido o gráfico representado pela Figura 14.

Figura 14 – Comportamento gráfico do Custo Logístico Total Anual e de Transporte.



Fonte: O Autor (2019).

O gráfico acima representa o comportamento das duas funções abordadas na seção 3 do presente estudo. É de se verificar a tendência da função custo do transporte anual decrescer, o que é abordado na implementação da metodologia de quebra de peso: à medida que aumenta a carga transportada (lotes), a taxa de frete diminui, refletindo uma relação inversamente proporcional entre os dois parâmetros.

Já a função do Custo Total Anual Logístico, com o transporte incorporado, apresenta um comportamento diferente, à medida que aumentamos a quantidade do Lote ideal, partindo do valor do lote encontrado com o método padrão do LEC (211 unidades), verificamos que o custo anual logístico decresce até um ponto mínimo cujo tamanho do lote neste ponto é igual a 400 unidades.

A partir desse ponto a função custo total anual logístico tem comportamento repetitivo, com subidas e descidas, porém sem alcançar novamente o ponto mínimo de custo.

O ponto de lote igual a 400 unidades é considerado o Lote Econômico Ideal, devido ao fato de proporcionar o menor custo logístico total em comparação com o Lote de 211 unidades visto anteriormente pelo método padrão do LEC.

Com o resultado obtido, é válido observar a economia ao se implementar o custo de transporte na decisão do tamanho do lote ideal de reposição. Os R\$142.245,05 reais comparados com o custo de R\$140.900,00 reais obtidos ao se incorporar a metodologia do custo de transporte na tomada de decisão do lote econômico de compra, gerou uma economia de R\$1.345,05 reais.

5 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O estudo dos custos logísticos pode contribuir na elaboração de ações que tragam diferencial competitivo. Analisar práticas de gerenciamento de estoque e de gerenciamento de transporte logístico, como também, a interação entre elas, faz-se necessário no ambiente empresarial.

Este trabalho analisou, através de um estudo de caso, os efeitos nos custos logísticos pela aplicação do método do lote econômico de compra incorporado os custos relacionados ao transporte na determinação deste lote.

Os dados necessários para a aplicação do método foram pesquisados assim como a prática do frete existente para o setor da empresa em questão. As limitações rodoviárias direcionaram o veículo tipo truck como mais adequado para o transporte do produto selecionado para o estudo de caso, pois a área de venda do produto é restrita ao mercado varejista preferencialmente localizado na região metropolitana do Recife que apresenta condições geográficas de difícil acesso para outros tipos de veículos.

Apesar da prática do frete encontrada no estudo de caso, possuir somente variação do preço do transporte entre categorias, toco, truck e carreta, o estudo avaliou o resultado simulando faixas de preço (quebra de peso) dentro de uma mesma categoria, a truck, com o intuito de comparar os resultados com o método da literatura selecionado para aplicação.

O lote econômico de compra foi obtido e foi realizada uma simulação numérica para obtenção do lote econômico ideal que gerou uma função no gráfico custo total anual logístico x tamanho do lote com o comportamento similar ao do método da literatura selecionado.

Contudo, a economia obtida no custo total logístico anual com o uso do lote econômico ideal em detrimento do lote econômico de compra tradicional, foi de apenas 1%.

Por fim, como o estudo avaliou somente um produto, a extensão desse trabalho pode considerar um mix de produtos, o que representa uma situação mais realista no transporte de empresas de varejo alimentício, além disso, uma avaliação sobre o impacto das simplificações do método, através de suas premissas, no resultado dos custos, também pode ser conduzido.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, Carolina. **Uma comparação da logística dos EUA e Brasil**. Disponível em <https://www.ecommercebrasil.com.br/eblog/2016/01/14/uma-comparacao-da-logistica-dos-eua-e-brasil/>. Acesso em 19 de abr. 2019.
- AMARAL, J.N. Competitividade e longevidade de micro e pequenas empresas que atuam ou não em rede: um estudo comparativo de farmácias em Belo Horizonte. *In: UNIVERSIDADE FUMEC. Projetos, dissertações e teses do Programa de Doutorado e Mestrado em Administração*, 2016. Belo Horizonte: FUMEC, v. 2, n. 1, 2016.
- BALLOU, Ronald. **Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física**. São Paulo: Atlas, 1993.
- BALLOU, Ronald. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- BERTAGLIA, Paulo Roberto. **Logística: gerenciamento da cadeia de abastecimento**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2009.
- BOWERSOX, D.J.; CLOSS, D.J. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimentos**. São Paulo: Atlas, 2007.
- CAUCHICK, M. P. **Metodologia da pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Campus; Abepro, 2012.
- CHRISTOPHER, M. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégias para a redução de custos e melhoria dos serviços**. São Paulo: Pioneira, 1997.
- CORONADO, Osmar. **Logística integrada: modelo de gestão**. São Paulo: Atlas, 2007.
- CORRÊA, H. L. **Gestão de redes de suprimento: integrando cadeias de suprimento no mundo globalizado**. São Paulo: Atlas, 2010
- CUSTOS DO TRANSPORTE RODOVIÁRIO. Disponível em <https://www.hivecloud.com.br/post/custos-do-transporte-rodoviario-cargas/>. Acesso em: 12 nov.2018.
- DESCUBRA COMO FUNCIONA O TRANSPORTE. Disponível em: <https://www.hivecloud.com.br/post/descubra-como-funciona-o-transporte/>. Acesso em: 2 jul. 2018.
- FERRIN, B. Transportation costs and inventory management: why transportation costs matter. **Production and Inventory Management Journal**, New York, Jan. 1996. p. 58–62.
- FURLAN, Guilherme. **A Utilização do transporte multimodal como meio de reduzir custos logísticos: estudo de caso em uma empresa alimentícia**. 2014. Trabalho de Conclusão

de Curso (Graduação) – Centro Universitário Eurípides de Marília, UNIVEM, Marília, 2014. p.78.

KRAJEWSKI, L; RITZMAN, L; MALHORTA, M. **Administração da produção e operações**. 8. ed. São Paulo: Pearson, 2009.

MONKS, J.G. **Administração da produção**. São Paulo: McGraw-Hill, 1987.

O QUE É PROCESSAMENTO DE PEDIDOS. Disponível em: <https://portogente.com.br/portopedia/91053-o-que-e-processamento-pedidos>. Acesso em: 5 jul.2018.

PAOLESCHI, Bruno. **Logística industrial integrada** – do planejamento, produção, custo e qualidade à satisfação do cliente. São Paulo: Érica, 2011.

PRIVATIZAÇÃO DAS ESTRADAS É UM BOM NEGOCIO. Disponível em: <https://nacionaltransportes.com/blog/estradas-brasileiras/privatizacao-de-estradas-bom-negocio/>. Acesso em 20 de jul. 2018.

SALVADOR, A. D. **Métodos e técnicas de pesquisas bibliográfica**: elaboração de trabalhos científicos. 8. ed. Porto Alegre: Sulina, 1980.

SISTEMA DE CONTROLE DE ESTOQUE ECONÔMICO. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75901976000500001. Acesso em: 10 de jul. 2018.

SLACK, N. et al. **Administração da produção**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

SWENSETH, S; GODFREY, M. Incorporating Transportation Costs Into Inventory Replenishment Decisions. **International Journal of Production Economics**, New York, 27 Nov. 2001. p. 113- 130.

TRANSPORTADOR E EMBARCADOR QUAL A DIFERENÇA. Disponível em: <https://corretor.sulamericaseguros.com.br/outros/noticias/transportador-e-embarcador-qual-a-diferenca.htm>. Acesso em: 2 jul.2018.

TRANSPORTE FERROVIÁRIO. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/transporte-ferroviario/>. Acesso em 20 de jul. 2018.