

**REDUÇÃO DOS CUSTOS OPERACIONAIS NA GESTÃO DA
DISTRIBUIÇÃO DE CARGAS POR MEIO DA UTILIZAÇÃO DAS
FERRAMENTAS CURVA ABC E SOLVER: ESTUDO DE CASO EM
OPERADOR LOGÍSTICO EM SÃO JOSÉ DOS CAMPOS – SP**

**REDUCTION OF OPERATIONAL COSTS IN THE MANAGEMENT OF
LOAD DISTRIBUTION BY USING THE ABC AND SOLVER CURVE
TOOLS: CASE STUDY OF A LOGISTIC OPERATOR IN SÃO JOSÉ
DOS CAMPOS – SP**

Artigo recebido em dezembro de 2017

Sueli Ferreira Colona¹
Rodrigo dos Santos Kelch²
Alcir das Neves Gomes³

RESUMO

A atual crise econômica e política brasileira, traz consequências como queda de consumo no mercado interno, redução dos investimentos e de produção por parte das empresas assim como queda do fluxo de mercadorias. Neste contexto os operadores logísticos buscam reduzir custos, melhorar seus processos e alinhar a cadeia de distribuição com as estratégias e demandas das empresas. A Logística de Distribuição, passa a ter um papel relevante, pois da sua eficiência, depende o atendimento aos atuais elevados níveis de desempenho, avaliados pelos clientes no momento da contratação de serviços, e a redução dos custos envolvidos neste processo. Assim o objetivo deste artigo é analisar o processo de distribuição, dos principais clientes de um operador logístico no interior de São Paulo, buscando implementações de melhorias, para redução dos custos operacionais. Foi feito um estudo de caso baseado em hipóteses, para que as evidências fossem comprovadas. A aplicação da programação linear no sistema logístico de distribuição do operador e o uso da curva ABC, resultaram na redução dos custos de transporte e na definição dos clientes prioritários, contribuindo para melhorar o processo de gestão de distribuição deste.

Palavras-chave: Gerenciamento. Logística. Regra 80/20. Programação Linear.

ABSTRACT

The current Brazilian economic and political crisis has consequences such as the fall in consumption in the domestic market, the reduction of investments and production by companies as well as the fall in the flow of goods. In this context, logistics operators seek to reduce costs, improve their processes

¹ Pós-Graduanda em Logística e Operações pelo Instituto Federal de São Paulo (IFSP- Suzano). Tecnóloga em Logística pelo Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza (FATEC Guarulhos). Bacharel em Publicidade e Propaganda pela Universidade Braz Cubas (UBC). E-mail: suelifer.s@gmail.com.

² Pós-Graduando em Logística e Operações pelo Instituto Federal de São Paulo (IFSP-Suzano). Tecnólogo em Logística pelo Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza (FATEC Guarulhos). E-mail: rodrigo.kelch@hotmail.com.

³ Mestre em Tecnologia pelo Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. Professor do Instituto Federal de São Paulo e da FATEC Zona Sul. E-mail: alcir.gomes@ifsp.edu.br.

and align the distribution chain with the strategies and demands of companies. The Distribution Logistics has a relevant role because its efficiency depends on meeting the current high levels of performance, evaluated by customers when contracting services, and reducing the costs involved in this process. Thus, the objective of this article is to analyse the distribution process of the main clients of a logistic operator in the interior of São Paulo, seeking implementations of improvements to reduce operating costs. A case study was made based on hypotheses, so that the evidence was proven. The application of linear programming in the logistics distribution system of the operator and the use of the ABC curve resulted in a reduction in transportation costs and definition of priority customers, contributing to improve the distribution management of this.

Keywords: Management. Logistics. Rule 80/20. Linear Programming.

1 INTRODUÇÃO

O atual cenário do país traz muitas instabilidades e incertezas para as empresas tanto de pequeno porte como para as consideradas de grande porte. Estas param de investir, devido à queda de consumo do mercado interno, reduzem suas produções e o fluxo de movimentação de cargas por consequência.

Neste contexto a Logística de Distribuição desponta como vantagem competitiva, pois a sua eficiência é relevante, já que pode proporcionar redução de custos e atendimento das expectativas do cliente. Gerenciar a Logística de Distribuição é uma tarefa que exige dedicação e participação de gestores e setores das empresas. Esta importância está associada com o papel relacionamento empresa-cliente, visto que diante do grande universo logístico um dos objetivos mais ambicionados na distribuição, é o produto certo, no lugar certo, na quantidade certa, no tempo certo, no menor custo e satisfazendo as expectativas dos clientes.

Para atingir tais objetivos uma das ferramentas utilizadas neste estudo, foi a curva ABC que classificou os principais clientes do operador logístico, priorizando assim esforços no atendimento aos mesmos. Novaes (2007) corrobora esse conceito, incorporando: ao nível de serviço desejado. Esse componente somado ao fator custo é fundamental para a logística empresarial. Essas variáveis nível de serviço e custos formam o *trade-off* da logística, pois a redução dos custos implicará provavelmente na redução da qualidade de serviços.

A gestão de distribuição tem uma abrangência ampla e envolve diferentes serviços, como dimensionamento, especificação de equipamentos, roteirização, custos, manutenção e renovação veículos, entre outros. Representa a atividade de reger, administrar ou gerenciar um conjunto de veículos pertencentes a uma empresa. Esta atividade utiliza o principal meio transporte de cargas no Brasil, o sistema rodoviário, que desempenha um papel fundamental para o desenvolvimento e economia do país e que opera em regime de livre mercado. Devido a esse fator cabe a gestão de distribuição, no que diz respeito a frota de veículos, atentar e obedecer a algumas leis específicas, entre as quais a Lei nº 11.442, de 5 de janeiro de 2007, que dispõe sobre o transporte rodoviário de cargas por conta de terceiros e mediante remuneração. Para o exercício dessa atividade de transporte rodoviário de cargas, em regime de livre concorrência, o transportador depende de prévia inscrição no Registro Nacional de Transportadores Rodoviários de Carga (RNTRC) da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT).

O objeto deste estudo foi um operador logístico que atua na prestação de serviços logísticos em armazenagem e distribuição em São José dos Campos – SP, sendo que este artigo se restringe somente a divisão de distribuição do referido operador logístico.

Segundo definição do SEBRAE (2017), que utiliza o critério por número de empregados do IBGE como critério de classificação do porte das empresas, esta é uma empresa de grande porte no ramo de serviços logísticos, contando com 500 colaboradores. Atua nas atividades de armazenagem geral, transporte intermodal e logística integrada. A empresa é composta de pontos de apoios nas cidades de Manaus, Cajamar, Curitiba, Hortolândia e Taubaté. Atualmente conta com rotas para todo o Brasil. Com 11 anos de atuação no segmento, a empresa tem por objetivo atender aos mais diversos setores produtivos oferecendo soluções completas em serviços, armazenagem geral, transporte de distribuição. A mesma orienta suas ações para expansão, acompanhando e avaliando atentamente a atuação e movimentação dos setores produtivos de eletro eletrônicos, químicos e alimentos.

Delimitar a pesquisa na Logística de Distribuição, justifica-se pela importância e características do setor que permite analisar o processo logístico e as vantagens competitivas que este pode trazer diante do atual cenário econômico do Brasil. O objetivo teve enfoque científico sobre o processo de distribuição, dos principais clientes do operador logístico, objeto de estudo, buscando implementações de melhorias, para redução dos custos operacionais do mesmo e será detalhado na próxima seção. Para isso foi realizada a classificação dos clientes por meio da curva ABC que priorizou os principais clientes e também foi feita a modelagem matemática do Solver que possibilitou minimizar os custos das operações logísticas.

Conforme Gil (2010), a metodologia utilizada desta pesquisa foi uma abordagem quantitativa com objetivos exploratório-descritivos e de natureza fundamental aplicada e será tratada na quarta seção. Também, uma abordagem qualitativa neste estudo objetiva compreender aplicações e conceitos de gestão de custos e receitas através de análises holísticas (YIN, 2010). O delineamento de pesquisa adotado foi de um estudo de caso, pois assim como Yin (2010) explica, pode-se realizar o uso de mais de uma técnica de pesquisa, possibilitando a obtenção de diferentes fontes de evidências. Neste caso, foram utilizadas técnicas de entrevistas, observação não participante, uma busca pela pesquisa documental no operador logístico para validar o estudo e material bibliográfico. Este trabalho está estruturado em problema de pesquisa, revisão teórica, método de pesquisa, estudo de caso, resultados, considerações finais e referências que serão apresentados da segunda a sexta seções, respectivamente.

O presente artigo objetiva principalmente analisar o processo de distribuição dos principais clientes da empresa estudada, buscando implementações de melhorias, para redução dos custos operacionais. Assim, a pergunta que o norteia é: Os custos operacionais da empresa estudada se reduzem por meio do melhor balanceamento da distribuição de cargas?

Em termos de objetivos específicos o artigo se pauta em:

- a) descrever o processo de distribuição, com foco em uma melhor gestão;
- b) classificar os clientes por ordem de importância para que se verifique melhor atendimento.

Por fim, o artigo está baseado nas hipóteses:

- a) O comprometimento dos processos de distribuição de cargas dos principais clientes de algumas empresas decorre da utilização de controles manuais de roteirização, que favorecem a erros de otimização de frotas, gerando custos operacionais elevados;
- b) A ausência de relatórios de indicadores de classificação de clientes, ou mesmo a não utilização de forma eficiente destes, prejudica a priorização de clientes relevantes para as empresas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Inicia-se o referencial teórico pela discussão da otimização de custos nas empresas.

2.1 Otimização de Custos nas Empresas

Segundo Martins et al (2011), os mais diversos temas envolvem redução ou otimização de custos numa companhia, dentre eles, o fórum logístico. Para Colin et al (1999) ao longo dos anos, com a evolução do estudo de receitas e despesas, tem-se observado que nem sempre as principais despesas de uma empresa estão relacionadas diretamente ao seu meio de receita, o que, muitas vezes gera um esforço desnecessário para redução de custos que pode levar indiretamente a redução de qualidade de serviços, o chamado *trade-off* da logística, o que provavelmente não tratava o objetivo inicial de um estudo de foco de otimização empresarial: identificação e redução de despesas desnecessárias.

Para Junior et al (2013), quando o meio principal de receita de uma companhia não provém, por exemplo, de gestão de distribuição logística, chegar ao consenso de que os custos e (porque não dizer) lucros provenientes deste canal, podem ser invariavelmente contestados quando o responsável pela gestão não possuir um preparo necessário para observar estas nuances de custo total.

2.2 Gestão de Distribuição

Para Lambert (1998); Bowersox e Closs (2001); Cooper (2002) apud Leone e Leone (2007), qualquer meio de criação de produto ou distribuição de serviços envolve uma relação exaustiva com a logística, o que tornaria lógico atestar que não se poderia associar a logística a um “objeto”, mas sim a um “objetivo”, deixando que as atividades logísticas não se relacionem apenas de forma funcional, mas também de forma conceitual e integrada – quando não está totalmente “visível”, sua aplicação, mas, existente de forma indireta. Esta observação, baseada em estudos de caso e conceitos levantados em meados da década de 50, possibilitou também novos estudos, levando a um maior detalhamento das implicações de custos das companhias.

Segundo Leone e Leone (2007), associar a distribuição com qualidade de entrega e variação dos custos deveria ser uma constante, nos mais diversos segmentos de mercado.

... os custos de distribuição se referem às despesas realizadas pela atividade comercial. Essa atividade, muitas vezes denominada de segmentos de distribuição é realizada antes e depois da atividade de produção e se destina a fazer chegar o produto ou serviço às mãos do consumidor (...) as técnicas de controle e apuração dos custos de distribuição já estão muito avançadas nos países mais desenvolvidos, porque ali começaram a influir na batalha da concorrência, na luta pela expansão e sobrevivência por parte das empresas (...) a empresa que conseguir controlar melhor seus custos comerciais, definindo seu comportamento diante de parâmetros controláveis, analisando-os em diversos segmentos da função comercial e identificando-os com os produtos vendidos, certamente terá meios para participar da concorrência em condições mais favoráveis (LEONE; LEONE, 2007, p. 427).

Muito mais do que apenas reduzir custos, a gestão de distribuição envolve também otimização de serviços e desempenho, pois, comprovadamente em estudos realizados por Holter (2008) apud Martins et al (2011), a gestão dos processos do transporte nos aspectos custos de transporte, tempo em trânsito, rastreabilidade da carga, gestão das entregas e o custo total interno de gerenciamento da atividade fazem parte de toda uma estratégia, não apenas logística, mas de marketing e gestão administrativa.

Ainda, Gasse (1982) apud Martins et al (2011) esclarece que, independente da especificidade dos estudos, quando a gestão logística não faz parte do principal objetivo da companhia, não se pode esperar uma gestão especializada e focada na eficácia e eficiência da entrega – o que invariavelmente não é considerado correto, mas é muito comum quando ocorre a terceirização de serviços nas companhias.

E apesar de Pappu, Mundy; Paswan (2001) apud Martins et al (2011) apontarem que quanto menor o porte da companhia, menor será seu investimento tecnológico, afetando diretamente a gestão do transporte / frota logística, podemos também observar que, baseados no conceito de qualidade x terceirização, Ng; Ferrin; Pearson (1997) e Holter (1998) apud Martins et al (2011) apontam que a gestão, acima de tudo, não está relacionada apenas à tecnologia investida, citando que, independente do porte da empresa (pequeno, médio ou grande), sempre é necessário observar as “especificidades” das companhias envolvidas, para que as negociações de preço (aqui, focado em custo operacional) e nível de serviço (mesmo desprezando, como citado anteriormente, os altos níveis de eficácia e eficiência) sejam respectivamente competitivos e, de certa forma, harmoniosos.

Ainda, considerando que o termo “distribuição”, em sua terminologia, refere-se a distribuição física ou logística de um produto (movimentação ou intermediação), relacionada não apenas ao transporte, mas também à entrega e ao processo de distribuição e que, a gestão de frete – diretamente ligada a integração destas atividades – objetiva planejar, implementar e controlar as cadeias de suprimentos e centros de distribuição, incluindo preocupações que vão desde o atendimento ao cliente, previsão de demanda, comunicação de distribuição, inventário, movimentação, serviços de apoio, armazenamento, entre outras atividades, até a

devolução de mercadorias, Bowersox; Closs (2001) apontam que, muito mais que organizar os processos logísticos individualmente, é necessário gestioná-los.

Conforme Leitão et al (2008), no início do século 20, Borsodi, já focado na gestão de distribuição em termos físicos, foi um dos primeiros, seguido posteriormente por nomes como Kent e Flint em 1997 e Lambert e Stock em 1999, a designar a distribuição ao que hoje se associa ao controle de gestão de fretes. Enquanto Ross (1998) apud Wanke e Affonso (2011), indicavam a previsão em logística como uma ferramenta de gestão de frete para aumentar a competitividade e oferta de serviços.

De acordo com Mattos e Pizzolato (2010) em meados de 2001, o Conselho de Gerenciamento Logístico (*Council of Logistics Management - CLM*) e o Conselho Profissional de Gerenciamento de Cadeia de Suprimentos (*Council of Supply Chain Management Professionals – CSCMP*), optando por acompanhar a evolução terminológica e tecnológica, apontaram como nova definição que a logística tem como foco de funcionamento efetivo o planejamento e implementação de controle de gestão de fretes. Esta visão, além dos termos e fluxos físicos da logística, também é abordada e enfatizada por Carvalho; Dias (2000) apud Martins et al (2011), que contextualizam a abrangência da gestão de distribuição logística, apontando como consenso dos autores as definições e benefícios em empregar a gestão de frete como uma forma de não apenas atingir a satisfação do cliente, mas também com objetivo de otimizar os fluxos, reduzir custos e levantar necessidades administrativas.

2.3 Curva ABC

Segundo Mota et al (2016), as empresas aderem cada vez mais às ferramentas que facilitem as rotinas e processos, embasadas em conceitos provenientes de estudos voltados à inovação. No caso do segmento Logístico não seria diferente, pois este evoluiu substancialmente nas últimas décadas. Dessa forma a utilização da ferramenta curva ABC também conhecida como Análise de Pareto ou Regra 80/20, tem sido de significativa importância no planejamento logístico, porque possibilita analisar em profundidade vários itens em estoque assim como, o faturamento de muitos clientes nos operadores logísticos, destacando tanto itens e clientes mais importantes que tenham prioridade sobre os menos relevantes, economizando assim tempo e recursos.

Para Aragão et al (2013), a Logística Empresarial com conceito de logística de integração das atividades, requer que as mesmas sejam coordenadas, assim fazendo com que a Logística acrescente valor aos produtos e serviços e aumente a satisfação dos clientes. Para tanto emerge daí a necessidade de métodos que auxiliem esta atividade, de forma a melhorar os resultados esperados. A curva ABC se mostra muito eficiente neste aspecto.

2.4 Programação Linear

De acordo com Santos et al (2012), a resolução de um problema real com a programação linear, utilizando o aplicativo MS Excel, permite que se alcance uma visão a respeito das potencialidades e das limitações da ferramenta Solver.

Ferreira; Bachea (2011), acrescentam que a Pesquisa Operacional por meio da programação linear, propicia aos gestores a capacidade de tomada de decisões mais eficazes e tornar o sistema mais produtivo, pois esta ferramenta disponibiliza informações completas e confiáveis, que reduzem os riscos das operações logísticas, como as de transporte.

3 MÉTODO

Esta pesquisa exploratória se realizou utilizando os procedimentos técnicos bibliográficos, com o levantamento de artigos e teses publicados em revistas científicas e congressos, por apresentarem alto grau de confiabilidade, e materiais bibliográficos diversos, indicados na área de Referências, como: livros clássicos, notícias, e-books e links disponibilizados por meio da web em sites especializados.

Considerando que a compreensão da gestão da distribuição é um tema amplo e que deve ser estudado adequando-se às características e variações de cada companhia, o método exploratório tornou-se adequado por possibilitar o estudo e contextualização por intermédio de referências de “como é a gestão logística” das companhias citadas nos artigos avaliados, empregando o conceito qualitativo, objetivando compreender aplicações e conceitos de gestão de custos e receitas através de análises holísticas (YIN, 2010).

Houve ainda a utilização de referências de abordagem quantitativa, pois conforme Gil (2010) essas possuem maior precisão e confiabilidade.

Como delineamento da pesquisa foi adotado o estudo de caso, que de acordo com Gil (2002), deve conter a elaboração de um protocolo, que não só usa o instrumento da coleta de dados como também define a conduta a ser tomada para sua aplicação. Este protocolo ainda aumenta a confiabilidade do estudo de caso, "incluindo as etapas de visão global do projeto", segundo Yin (2001, p. 89).

O estudo inseriu -se num contexto real, em que a crise econômica e política do Brasil, fez com que as empresas, como o operador logístico em exame, buscasse formas de reduzir custos, fazendo com que a Logística de Distribuição ganhasse destaque como fator competitivo, esta, devidamente auxiliada pelas ferramentas curva ABC e aplicativo de programação linear, resultando na melhoria dos processos de distribuição e no atingimento do objetivo de redução de custos deste operador.

Assim as leituras norteadoras deste estudo, obedeceram a critérios de seleção de fontes confiáveis como artigos científicos, teses e livros clássicos e sites especializados sobre o tema. A etapa de procedimentos de campo, em que foi feita a coleta de dados e foram usadas mais de uma técnica de pesquisa, possibilitaram a obtenção de diferentes fontes de evidências, neste caso, sendo: técnicas de entrevistas com o gerente operacional, observação não participante e uma busca pela pesquisa documental no operador logístico, por meio dos faturamentos dos clientes provenientes da distribuição de cargas, e das rotas de distribuição dos mesmos para validar o estudo.

Depois da coleta ocorreram o tratamento dos dados com a curva ABC, priorizando os principais clientes, e com essas informações também foi possível a elaboração de modelagem matemática se aplicando a Programação Linear (PL) Solver. Esses procedimentos se tornaram solução ótima de comparação entre os resultados alcançados pela empresa com o modelo de gestão de distribuição praticado anteriormente versus os resultados alcançados por meio da utilização da PL. Para a determinação das questões da pesquisa se atentou para a possibilidade dos custos operacionais da empresa serem reduzidos por meio de um melhor balanceamento da distribuição de cargas e de como estabelecer uma classificação eficiente dos clientes.

Alcançaram-se as respostas às questões aventadas por meio dos resultados obtidos com o uso do aplicativo de PL e curva ABC, que possibilitaram a priorização de esforços nos principais clientes e a alternativas de roteirização de distribuição de cargas, reduzindo-se os custos operacionais.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicia-se a discussão pelo estudo de caso, apresentando a empresa em exame.

4.1 A Empresa

A empresa foco é um operador logístico com centro de distribuição localizado em São José dos Campos (SP), assim como a matriz, tendo ainda filial localizada na cidade de São Paulo. Destaca-se que serão desconsiderados os pontos de apoio em outras cidades, como responsável pela escala de veículos por localidade e tamanho, visando o melhor aproveitamento durante as viagens, tendo como diretriz 90% da ocupação dos veículos.

As concorrências anuais realizadas pelos seus principais clientes, para que a empresa possa atuar como fornecedor de serviços objetiva atender todo o território nacional com preços adequados e qualidade, desde administração e controle de faturas, coleta e roteirização, aproveitamento da entrega final, tendo como referências a qualidade, quantidade, prazo, origem e custo.

4.2 Coleta de Dados

Considerando a melhor expectativa, sugere-se a utilização clássica da PL, considerando a alocação de entregas e respectivos custos, tendo como consequência a redução do custo operacional.

Portanto como primeira ação necessária, se identificou quais os clientes de maior, média e menor importância, com o intuito de definir como satisfazer as expectativas de cada cliente, da melhor forma. A coleta dos dados junto ao operador logístico e o uso da curva ABC possibilitaram a concretização de tal intuito. A Tabela 1 mostra o resultado da curva ABC, com a classificação por faturamento dos clientes.

EMPRESA	FATURAMENTO MÉDIO MENSAL	FATURAMENTO MÉDIO ANUAL	% INDIVIDUAL	% ACUMULADA	CLASSIFICAÇÃO
1	R\$ 4.095.000,00	R\$ 49.140.000,00	58,50%	58,50%	A
2	R\$ 2.205.000,00	R\$ 26.460.000,00	31,50%	90,00%	B
3	R\$ 190.000,00	R\$ 2.280.000,00	2,71%	92,71%	C
4	R\$ 150.000,00	R\$ 1.800.000,00	2,14%	94,86%	C
5	R\$ 120.000,00	R\$ 1.440.000,00	1,71%	96,57%	C
6	R\$ 100.000,00	R\$ 1.200.000,00	1,43%	98,00%	C
7	R\$ 80.000,00	R\$ 960.000,00	1,14%	99,14%	C
8	R\$ 60.000,00	R\$ 720.000,00	0,86%	100,00%	C
	R\$ 7.000.000,00	R\$ 84.000.000,00	100,00%		

Tabela 1 - Curva ABC dos Clientes por Faturamento em Reais e Percentuais - Ano 2016
Fonte: Operador Logístico

4.3 Resultados

Os resultados da curva ABC mostraram que 90% do faturamento do operador logístico advém de apenas duas empresas clientes, tendo a empresa 1 participação de 58,5% e a empresa 2, 31,50%; sendo assim classificadas nas categorias A e B, respectivamente. Os demais clientes não chegaram a atingir 3% do faturamento, classificados então na categoria C. Dessa forma, nota-se que os clientes 1 e 2 requerem maior atenção, por ocasião da realização do balanceamento das entregas, em relação aos demais clientes. Na Tabela 2 se ilustram as proporções dos valores de cada classe, em que o dado de maior relevância foi sobre as categorias A e B, que representam aproximadamente 25% do total e a C 75%.

CLASSE	CORTE	PROPORÇÃO QUANTIDADE	PROPORÇÃO VALORES
A	80%	13%	58,50%
B	90%	13%	31,50%
C	100%	75%	10,00%

Tabela 2 - Curva ABC dos Clientes por Classificação e Percentual em Faturamento - Ano 2016

Fonte: Elaborado pelos autores

O Gráfico 1 exibe os valores individuais e acumulados procedentes da curva ABC.

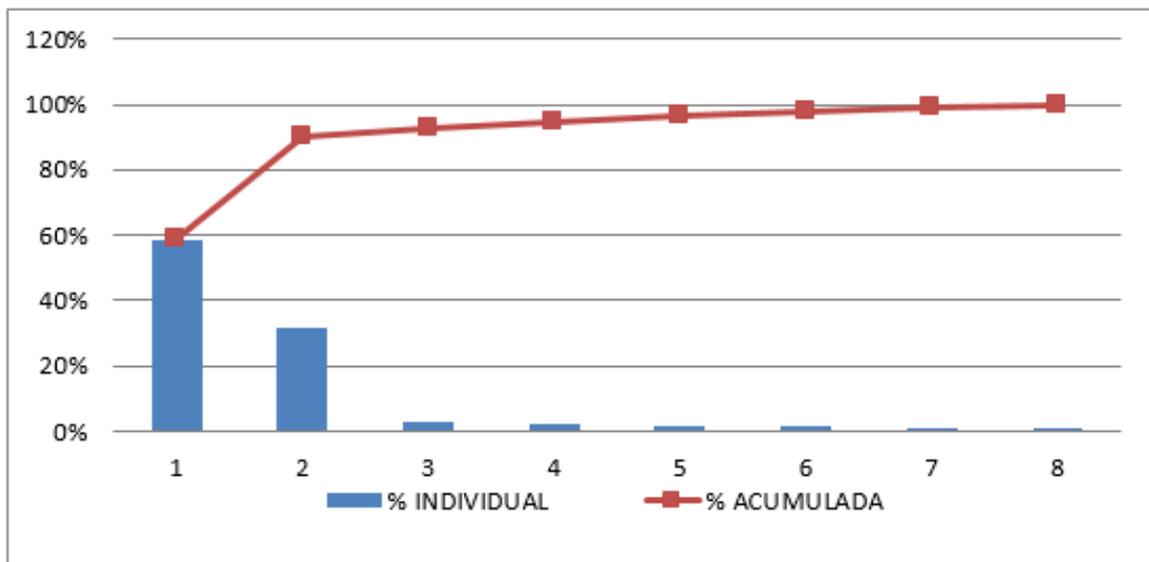


Gráfico 1 - Curva ABC valores individuais e acumulados de faturamento por cliente em percentuais Ano 2016

Fonte: Elaborado pelos Autores

Após a definição das prioridades, elaborou-se a modelagem matemática das rotas e os custos unitários. A Tabela 3 demonstra os custos de envio unitário para cada ponto.

Destino/Origem	São Paulo - SP	São José dos Campos - SP
ES - Capital	R\$ 25,00	R\$ 28,00
ES - Interior	R\$ 27,00	R\$ 30,00
MG - Capital	R\$ 20,00	R\$ 22,00
MG - Interior	R\$ 25,00	R\$ 25,00
RJ - Captal	R\$ 19,00	R\$ 18,00
RJ - -Interior	R\$ 16,00	R\$ 16,00

Tabela 3 - Custos em Reais de Fretes por Km Rodado dos Principais Clientes entre Destinos
Fonte: Operador Logístico objeto de estudo

Na Tabela 4 se observa a modelagem proposta pelo Solver. No modelo todas as demandas foram satisfeitas, havendo a necessidade de um destino ser inserido na variável dummy.

Destino/Origem	São Paulo - SP	São José dos Campos - SP	Dummy	Distribuido	Capacidade produtiva
ES - Capital	6000	0	0	6000	6000
ES - Interior	500	0	5500	6000	6000
MG - Capital	5250	0	0	5250	5250
MG - Interior	5250	0	0	5250	5250
RJ - Captal	0	9000	0	9000	9000
RJ - -Interior	3000	6000	0	9000	9000
Entregue	20000	15000	5500		
Demanda	20000	15000	5500		

Tabela 4 - Proposta do Solver para as Demandas dos Principais Clientes em m3
Fonte: Elaborado pelos autores

O relatório, visto na Tabela 5, gerado pelo Solver, mostra as restrições satisfeitas, ou seja, encontrou-se a solução ótima para que o problema em um custo total de R\$ 705.750,00; indicando a redução de R\$ 32.500,00 em relação ao método utilizado anteriormente pelo operador logístico, que apresentava o resultado total de custos de R\$ 738.250,00. A redução nos custos totais representou 4,4% e ao longo de um ano ainda devem ser economizados mais de R\$ 350.000,00, por meio da sugestão de roteirização de entrega realizada pelo Solver.

Célula do Objetivo (Mín.)

Célula	Nome	Valor Original	Valor Final
\$B\$11	Custo total São Paulo - SP	R\$ 705 750,00	R\$ 705 750,00

Células Variáveis

Célula	Nome	Valor Original	Valor Final	Número Inteiro
\$F\$4	ES - Capital São Paulo - SP	6000	6000	Conting.
\$G\$4	ES - Capital São José dos Campos - SP	0	0	Conting.
\$H\$4	ES - Capital Dummy	0	0	Conting.
\$F\$5	ES - Interior São Paulo - SP	500	500	Conting.
\$G\$5	ES - Interior São José dos Campos - SP	0	0	Conting.
\$H\$5	ES - Interior Dummy	5500	5500	Conting.
\$F\$6	MG - Capital São Paulo - SP	5250	5250	Conting.
\$G\$6	MG - Capital São José dos Campos - SP	0	0	Conting.
\$H\$6	MG - Capital Dummy	0	0	Conting.
\$F\$7	MG - Interior São Paulo - SP	5250	5250	Conting.
\$G\$7	MG - Interior São José dos Campos - SP	0	0	Conting.
\$H\$7	MG - Interior Dummy	0	0	Conting.
\$F\$8	RJ - Captal São Paulo - SP	0	0	Conting.
\$G\$8	RJ - Captal São José dos Campos - SP	9000	9000	Conting.
\$H\$8	RJ - Captal Dummy	0	0	Conting.
\$F\$9	RJ - -Interior São Paulo - SP	3000	3000	Conting.
\$G\$9	RJ - -Interior São José dos Campos - SP	6000	6000	Conting.
\$H\$9	RJ - -Interior Dummy	0	0	Conting.

Tabela 5 – Relatório Solver de Solução Ótima
Fonte: Elaborado pelos Autores

Na Tabela 6 se verifica a comparação do sistema de entregas que a empresa utiliza e a versão Solver proposta. No sistema utilizado pela empresa existe a alocação não ótima das quantidades enviadas e com o método do Solver as necessidades foram satisfeitas com o menor custo possível.

ITINERÁRIO	DECISÃO PELO SOLVER	ESCOLHA EMPRESA
ES - Capital / São Paulo - SP	6000	4000
ES - Capital / São José dos Campos - SP	0	500
ES - Capital Dummy	0	0
ES - Interior São Paulo - SP	500	3000
ES - Interior / São José dos Campos - SP	0	1500
ES - Interior Dummy	5500	0
MG - Capital / São Paulo - SP	5250	5000
MG - Capital / São José dos Campos - SP	0	0
MG - Capital Dummy	0	0
MG - Interior / São Paulo - SP	5250	3000
MG - Interior São José dos Campos - SP/	0	1250
MG - Interior Dummy	0	0
RJ - Capital / São Paulo - SP	0	2000
RJ - Capital / São José dos Campos - SP	9000	7000
RJ - Capital Dummy	0	0
RJ - Interior / São Paulo - SP	3000	3000
RJ - Interior / São José dos Campos - SP	6000	5000
RJ - Interior Dummy	0	0
CUSTO TOTAL	R\$ 705 750,00	R\$ 738 250,00
DEMANDA TOTAL	35000	
QUANTIDADE ENTREGUE - SOLVER	35000	
QUANTIDADE ENTREGUE - EMPRESA	35250	

Tabela 6 – Comparativo de Roteirização pela Decisão Solver X Decisão Empresa
Fonte: Elaborado pelos Autores

5 CONCLUSÃO

As ferramentas usadas na resolução dos problemas do operador logístico estudado expuseram resultados positivos, mostrando a forma correta de priorizar os esforços e de como obter a redução dos custos operacionais utilizando os resultados da modelagem matemática. A curva ABC possibilitou a classificação dos clientes e o Solver propôs resultados minimizadores dos custos de distribuição.

O uso da curva ABC definiu a importância de cada cliente para o operador logístico, possibilitando priorizar as entregas e atender os clientes da melhor forma. Dado relevante apurado: apenas dois dos clientes do referido operador logístico representam 90% do faturamento.

Por meio dos resultados obtidos pelo Solver, empregando modelo matemático, houve a redução dos custos operacionais totais em 4,4% representando em valores a economia de R\$ 32.500, 00 por mês. Esse resultado é significativo, levando em consideração que não houve gastos com a implantação de sistemas ou compra de novos equipamentos, apenas a utilização de uma das ferramentas do Excel, que encontrou a melhor forma de balancear as entregas.

6 REFERÊNCIAS

- ARAGAO, A. M. S. et al. **Aplicação da curva abc em uma empresa do setor atacadista no estado de Sergipe.** Disponível em www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_226_319_28823.pdf. Acesso em 17/06/2016.
- BRASIL Lei nº 11.442, de 5 de janeiro de 2007. **Dispõe sobre o transporte rodoviário de cargas por conta de terceiros e mediante remuneração e revoga a Lei no 6.813, de 10 de julho de 1980.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11442.htm. Acesso em 04/05/2017.
- COLIN, Emerson Carlos; CIPPARRONE, Flávio A. M; SHIMIZU, Tamio. Otimização do custo de transporte na distribuição-armazenagem de açúcar. **Production**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 23-30, June 1999.
- DONALD J. Bowersox; DAVID J. Closs. Logística Empresarial O Processo de integração da cadeia de suprimento.** Editora Atlas, 2001.
- FERREIRA, Fernanda Machado; BACHEGA, Stella Jacyszyn. **Um estudo de caso sobre os custos de transporte em uma empresa do setor de confecções de Catalão -GO.** Disponível em http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_TN_STO_140_885_19344.pdf. Acesso em 04/06/2016.
- GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** São Paulo, 5ª ed. Atlas, 2010.
- _____. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- MATOS JUNIOR, Carlos Alberto; et al. **O papel da roteirização na redução de custos logísticos e melhoria do nível de serviço em uma empresa do segmento alimentício no Ceará.** Disponível em anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/viewFile/186/186. Acesso em 17/06/2017.
- LEITÃO, João Carlos Correia; FERREIRA, João José Matos; AZEVEDO, Susana Garrido. **Dimensões Competitivas de Portugal: Contributos dos Territórios, Sectores, Empresas e Logística.** e-book. Lisboa: Centro Atlântico, 2008.
- LEONE, George Sebastião Guerra; LEONE, Rodrigo José Guerra. **Os 12 Mandamentos Da Gestão de Custos.** e-book. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2007.
- MARTINS, Ricardo Silveira et al. Gestão do transporte orientada para os clientes: nível de serviço desejado e percebido. **Revista de Administração Contemporânea**, Curitiba, v. 15, n. 6, p. 1100-1119, dezembro, 2011.
- MATTOS, Arnaldo; PIZZOLATO, Nélio Domingues. **Práticas logísticas em uma rede de franquias de moda feminina e proposta de um modelo: estudo de caso.** Dissertação (Mestrado Profissional) – Mestrado em Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, RJ, 2010.
- MOTA, Camila Rodrigues Zane et al. **Estudo sobre a Ferramenta Curva ABC em uma Empresa de Distribuição.** Disponível em <http://www.convibra.com.br/artigo.asp?ev=25&id=3336>. Acesso em 17/06/ 2017.
- NOVAES, A.G. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição.** Rio de Janeiro, 3ª ed. Elsevier Editora Ltda., 2007.

SANTOS, Ricardo França; JUNIOR, Eugênio Correa De Souza; BOUZADA, Marco Aurélio Carino. A aplicação da programação inteira na solução logística do transporte de carga: o solver e suas limitações na busca pela solução ótima. **Revista Produção Online**, Florianópolis, SC, v.12, n. 1, p. 185-204, janeiro/março, 2012.

SEBRAE. Critérios de classificação de empresas: MEI - ME – EPP. Disponível em <http://www.sebrae-sc.com.br/leis/default.asp?vcdtexto=4154>. Acesso em 02/06/ 2017.

WANKE, Peter Fernandes; AFFONSO, Camila Rodrigues. Determinantes da eficiência de escala no setor brasileiro de operadores logísticos. **Production**. São Paulo, v. 21, n. 1, p.53-63, março, 2011.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 4ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

_____. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.