

OTIMIZAÇÃO LINEAR COMO APOIO À LOGÍSTICA DE DISTRIBUIÇÃO

Enio Fernandes Rodrigues

*Doutor em Engenharia de
produção
FATEC Guarulhos*

Marcos Antonio Maia de Oliveira

*Doutor em Administração
FATEC Guarulhos*

Nemesio Rodrigues Capocci

*Graduando em Logística
FATEC Guarulhos*

Bárbara Soares Nascimento

*Graduando em Logística
FATEC Guarulhos*

Filipe Brito Lopes

*Graduando em Logística
FATEC Guarulhos*

**SADSJ - South American Development
Society jornal – São Paulo, Brasil.**

RESUMO

O objetivo deste estudo foi demonstrar a possibilidade de otimizar o processo de entrega das mercadorias de uma empresa revendedora de tubos e conexões, localizada em um município da Grande São Paulo. Por meio da pesquisa foi possível analisar alguns fatores importantes como a possibilidade de distribuição e planejamento elaborado, redução de custos nos transportes, aumento do nível de serviço e atendimento maior das demandas exigidas nos processos de entregas. A ferramenta utilizada foi o diagrama de redes, pois por meio deste temos uma visão mais clara e objetiva da situação em estudo, com as suas características tais como custos de transporte de diferentes origens para diferentes destinos, capacidades das unidades da empresa e as demandas dos diferentes clientes. O estudo possibilitou a criação e análise de um planejamento sistêmico de todo o processo por meio do diagrama de redes, desde o transporte das mercadorias até a entrega para os clientes que estão situados em locais diferentes, tendo como base os custos médios de distribuição e transporte. Desta forma, foi notado uma economia significativa nos custos de transporte ao mesmo tempo que fossem supridas as demandas com maior eficiência, otimizando todos os recursos apresentados.

ABSTRACT

The aim of this study was to demonstrate the ability to optimize the process of delivery of the goods of an enterprise reseller of pipes and fittings, located in a municipality of greater São Paulo. Through research it was possible to analyze some important factors as the possibility of elaborate planning and deployment, reducing costs in transportation, increasing the level of service and greater care of the demands required in cases of deliveries. The tool used was the network diagram, because through this we have a clearer vision and objective of the situation under study, with its features such as shipping costs from different backgrounds for different destinations, capacities of the units of the company and the demands of different clients. The study enabled the creation and analysis of systemic planning process through the network diagram, since the carriage of the goods until delivery to customers who are located in different sites, based on the average costs of transport and distribution. In this way, was noted a significant savings in transportation costs at the same time they were met the demands more efficiently, optimizing all appeals.

Key-words: Operations Research; Network diagram; Costs; Distribution logistics.

INTRODUÇÃO

É fundamental para a gestão logística das empresas uma estratégia de distribuição eficiente, visto que o transporte representa boa parte dos custos logísticos, porém, uma estratégia como essa não é uma tarefa fácil para os gestores, principalmente devido ao fato de em muitos casos haverem poucas técnicas específicas para o auxílio no planejamento dos transportes.

Dentro deste planejamento, os custos vem se tornando um assunto muito importante, devido a economia dos países estar se desenvolvendo cada vez mais, sempre buscando atender os clientes, tendo como objetivo custo e tempo menor devido à grande concorrência.

Para que esta competitividade se mantenha acirrada, é necessário reduzir os gastos, minimizar os preços dos recursos através de pesquisas mais apuradas, possibilitando uma margem de lucro que não tenha grandes impactos no valor final do produto/serviço, além de disponibilidade do material desejado. Desta forma, o diagrama de rede se tornou uma ferramenta de grande aplicabilidade dentro na pesquisa, possibilitando uma modelagem matemática do problema, para a otimização da operação de distribuição.

A primeira parte do estudo terá como finalidade, o embasamento teórico da PO e técnica mencionada, posteriormente será definida a gestão de custos e embasado o âmbito da logística de distribuição, em seguida será aplicada a técnica em um caso real de uma empresa revendedora de tubos e conexões, localizada na cidade de Guarulhos.

EMBASAMENTO TEÓRICO

Logística de Distribuição

A logística de distribuição atualmente tem se tornado algo cada vez mais importante em todos os ramos, não somente nas áreas empresarias, mas também em áreas produtivas e vendas. Através dela, podemos proporcionar relação entre as atividades do fluxo de movimentação juntamente com produtos e serviços, somados a informações que atinjam a meta dos dias atuais, disponibilizar ao consumidor o produto certo, na hora exata, sem que haja perdas, com o menor custo possível. “É a logística que dá condições reais de garantir a posse do produto, por parte do consumidor, no momento desejado.” (NOVAES, 2007, p.13).

Os processos logísticos de distribuição, quando exercidos com êxito, disponibilizam o produto ao consumidor, respeitando prazos de entrega, viabilizando o marketing da empresa, como também do transporte a ser utilizado, além da redução de custos pela isenção de armazenagem ou redefinição de programação. “O transporte eficiente deve ser capaz de

respeitar prazos de entrega, com o objetivo de reduzir custos logísticos.” (FILHO C.; MARTINS S. 2015, p.97).

Pode-se então considerar a logística de distribuição como um recurso competitivo tendo como base uma gestão integrada e tratada em forma de sistema, ou seja, um conjunto de partes interligadas interagindo de forma coordenada em prol de um objetivo em comum. Dentre essas partes está o transporte que representa boa parte dos custos logísticos, logo se faz necessário que o gestor responsável da área busque ferramentas, conceitos e técnicas com o objetivo de tornar mais eficiente e eficaz o seu planejamento de transportes. (FERREIRA.;ALVES, 2005).

Gestão de Custos

“O custo é um gasto que só é reconhecido efetivamente como tal no momento de sua utilização na fabricação de um produto ou na execução de um serviço. ” (NOVAES, 2007, p. 332).

Os custos podem ser considerados como a soma de todo gasto que é feito para se obter ou realizar um produto ou serviço. O gerenciamento eficiente deste custo é muito importante para as empresas, pois, desta forma é possível calcular todas as possibilidades que a empresa possui, tanto na parte de otimização, quanto em redução nas áreas administrativas, de vendas, produção e transporte, dentre outras também associadas. Na área logística, o custo logístico pode impactar no faturamento de algumas empresas, dessa forma se torna um assunto tão visado para ser discutido. (MARTINS, 1980).

Existem algumas características que explicam estes impactos quanto aos custos seriam quando somado ao produto, peso e volume do produto, variação de demanda e venda, tempo de entrega exigida, resposta ao cliente quanto a operação, etc. Atribuídos a isto, os impactos podem ser possivelmente visíveis quanto a manutenção de estoque, economia de escala de transporte, armazenagem dentre outros.

Pesquisa Operacional

A PO é uma ciência de natureza quantitativa que visa a otimização das operações de um determinado sistema. É uma das muitas áreas da Engenharia de Produção que fornece aos profissionais da área de gestão um rol de técnicas e

ferramentas possibilitando uma melhor análise de cenários, deixando claro cada ponto relevante das operações, facilitando assim, as estratégias de otimização. (MARINS, 2011).

Pesquisa Operacional é um método científico de tomada de decisões. Em linhas gerais, consiste na descrição de um sistema organizado com o auxílio de um modelo, e através da experimentação com o modelo, na descoberta da melhor maneira de operar o sistema. (Silva et al., 1998, p.11).

A principal característica da PO é a busca pela solução ótima para o problema em estudo, ou seja, ela possui o objetivo de mostrar a melhor solução possível com base na modelagem de sistemas determinísticos ou probabilísticos contribuindo para a estrutura das operações, análise e identificação de problemas, além de planejamentos com maior nível de eficiência. (REZENDE FILHO, 2006).

Os estudos de PO devem ter uma visão holística por parte de quem os realiza, deve-se levar em considerações, todas as características e variáveis que podem interferir direta ou indiretamente nos processos e como já foi mencionado, a Pesquisa Operacional dispõe de inúmeras ferramentas para a otimização das operações, dentre elas podemos citar a Teoria das Filas em problemas de congestionamentos de sistemas, a Simulação de eventos discretos, o Simplex com a utilização de programação linear em problemas de maximização de lucros por exemplo ou minimização de custos, método de Vogel e vários outros. (LACHTERMARCHER, 2009).

Diagrama de rede

Diagrama de redes é uma ferramenta da Pesquisa Operacional, utiliza de programação linear, que é a modelagem matemática de um dado problema, para a otimização de uma determinada operação seja a empresa ou indústria de pequeno, médio ou grande porte.

Pode-se dizer que nos problemas de programação linear nos quais a representação gráfica se faz necessário são casos especiais onde os modelos de rede apresentam condições para uma análise mais clara e objetiva das características do estudo. Muitos problemas de distribuição logística, produção, energia, entre outros, são resolvidos eficazmente por meio da modelagem em rede. (LACHTERMARCHER, 2009).

Na representação gráfica pode-se observar de forma mais objetiva a real situação do problema em estudo. Em síntese, é um gráfico que consiste de nós e arcos, onde os nós são círculos representando pontos de origem, destino e ou intermediário em uma cadeia produtiva ou de distribuição e os arcos são setas que conectam esses nós de forma a indicar o fluxo da rede em estudo, onde fica claro quem está mandando e quem está recebendo além do valor dessa rota, seja esse valor quilometragem, custo ou de outro tipo que for determinado pelo problema.

A partir dessa representação podemos fazer a programação linear do problema e com isso realizarmos os cálculos para obtermos a solução teórica do problema estudado.

O método de transporte foi especialmente utilizado antes da era da microcomputação. Com o advento dos computadores pessoais, cada vez mais rápidos e com maior capacidade de processamento, diversos sistemas automatizados de resolução de problemas de programação linear têm sido lançados, e eles tornam dispensável a aplicação do método de transporte em sua forma original. No entanto, a maneira como o problema pode ser equacionado permanece a mesma. (LACHTERMARCHER, 2009, p.118, 119).

Dentre os softwares de resolução de problemas de programação linear lançados, podemos citar o LINDO 6.1 e o SOLVER, que é uma ferramenta do Excel. Esses softwares, assim como diz Lachtermarcher (2009, p.118, 119), são sistemas que tornam a forma original de resolução do método de transporte, dispensável devido às suas características e agilidade na obtenção do resultado.

Metodologia

Utilizou-se uma abordagem de estudo de caso que teve como objeto de estudo uma empresa revendedora de tubos e conexões localizada na cidade de Guarulhos/SP. A empresa não dispõe de uma técnica ou mesmo um software para a gestão

de roteirização das suas entregas, dependendo apenas das decisões com base empírica do gestor responsável.

Os custos de transporte e condições bem como as demandas e compras mensais da empresa, foram obtidos no próprio local por meio de entrevistas com o gerente responsável pelos transporte e expedição.

Com os dados do problema obtidos, foi então modelado por diagrama de rede a logística de distribuição da empresa utilizando como auxílio a ferramenta Solver do Excel, com o objetivo de analisar um planejamento ótimo dessa distribuição entendendo todas as demandas concomitantemente a um menor custo possível.

ESTUDO DE CASO

Conforme mencionado anteriormente, o estudo trata de uma empresa revendedora de tubos e conexões, com matriz em Guarulhos/SP e possui 3 filiais; Itaquaquecetuba, Santo Amaro e Arujá. Ela revende para pequenas construções, mas o foco principal é a distribuição para lojas varejistas, atualmente a empresa tem contrato com 6 lojas localizadas no estado de São Paulo e não existe um roteiro fixo, ou seja, não se tem uma programação fixa de quantos veículos partem de uma unidade da empresa para cada uma das lojas. Segundo a empresa não se tem um controle exata dos custos de transporte, nem mesmo uma técnica para os cálculos e definições de rota, ainda assim, estima-se que o custo médio da distribuição é de aproximadamente 2.100,00\$. Os custos de transporte aproximados de cada unidade para cada loja varejista, são mostrados na Tabela 1 e foram calculados e definidos mediante ao gestor da empresa e auxílio do site Mapeia, que é um site onde mostra a distância entre origem e destino.

Tabela 1: Custos de transporte

Unidades	Lojas Varejistas					
	Cotia	Embu das Artes	Barueri	Santo André	Itú	Tatuapé
Guarulhos	R\$ 85,84	R\$ 81,40	R\$ 66,60	R\$ 51,80	R\$ 168,72	R\$ 20,72
Itaquaquecetuba	R\$ 118,40	R\$ 140,60	R\$ 99,16	R\$ 71,04	-	R\$ 53,28
Arujá	R\$ 116,92	R\$ 112,48	R\$ 97,68	R\$ 93,24	-	R\$ 51,80
Santo Amaro	R\$ 56,24	R\$ 31,08	R\$ 53,28	R\$ 35,52	R\$ 156,88	R\$ 34,04

Fonte: Empresa, (2016).

Os valores não apresentados de Itaquaquecetuba e Arujá para Itú, são devido as distâncias desses trajetos segundo a empresa, por isso são considerados como impossibilidade.

A empresa tem contrato, para cada unidade, com fabricantes nacionais e internacionais, para compra mensal de tubos do tipo PPR AZUL 32 milímetros, para revenda em quantidades unitárias definidas, sendo que a unidade de Guarulhos comprará 3600 unidades, Itaquaquecetuba 2700, Arujá 2500 e Santo André 2800 unidades.

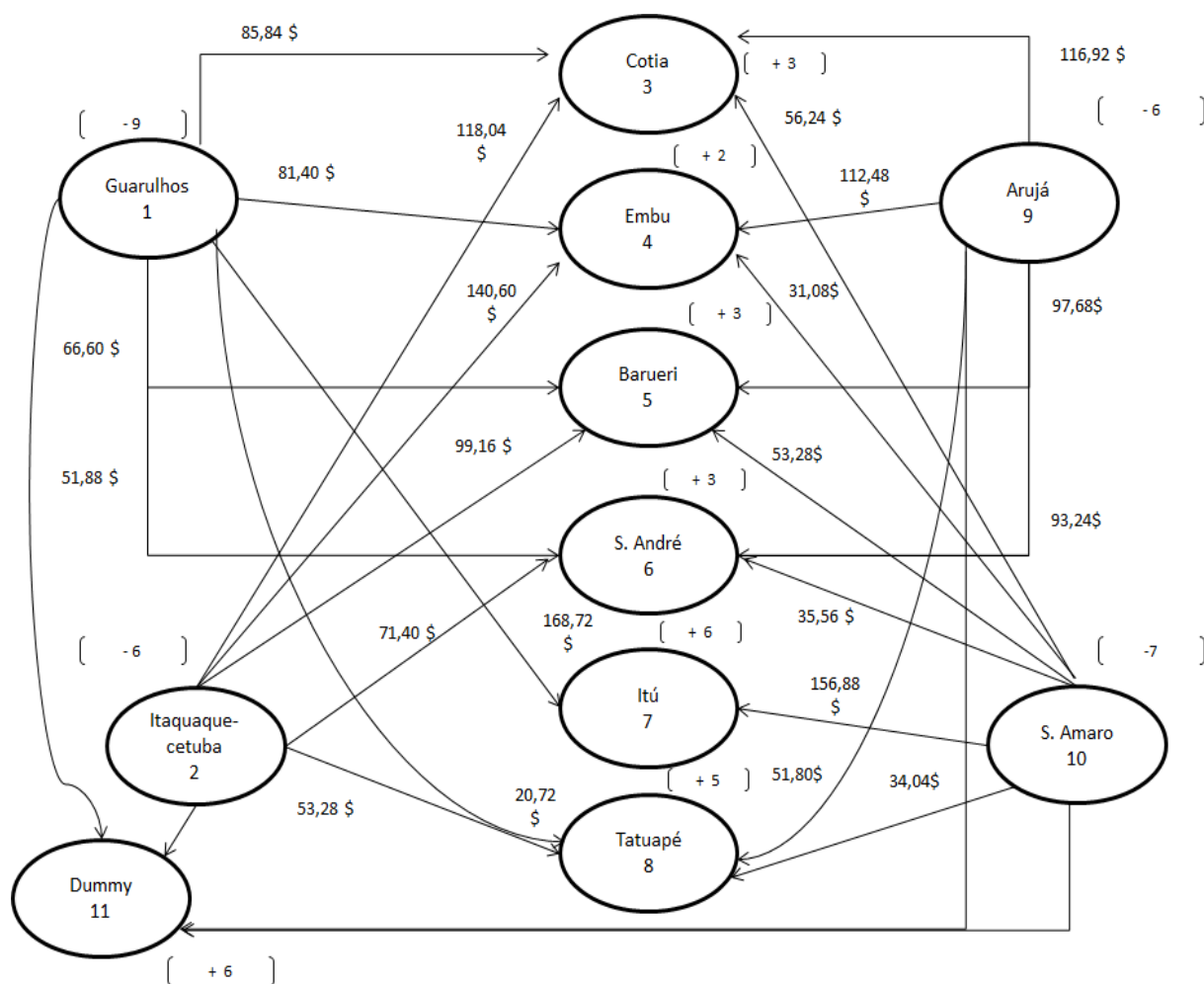
A estratégia de vendas foi definida no mesmo molde que a de compra, porém foi planejada uma diferença significativa entre a compra e a revenda de produtos visando um estoque médio para atender pequenos clientes do tipo Pessoa Física. Essa diferença atualmente está em 2600 tubos, haja vista que a demanda para a loja de Cotia é de 1100 unidades, Embu das Artes 800, Barueri 1300, Santo André 1400, Itú 2500 e Tatuapé 2100 unidades.

Para colocarmos em prática a ferramenta é necessário mais um dado, as demandas de cada loja varejista e a compra de cada unidade da empresa em estudo estão em unidade e os custos de transporte apresentados são calculados pela empresa em unidade de viagens, ou seja, cada custo representa o frete de cada unidade para cada loja, por esse motivo faremos a divisão de cada compra e de cada demanda pela capacidade máxima de cada veículo. Segundo a empresa a capacidade máxima aproximada de cada veículo é de 420 tubos, sendo assim a divisão das demandas é de 9 viagens disponíveis da unidade de Guarulhos, 6 de Itaquaquecetuba, 6 de Arujá, 7 de Santo Amaro, totalizando 28 viagens disponíveis aproximadamente.

A divisão das compras teve o mesmo denominador, o resultado para Cotia foi de 3 viagens aproximadamente, Embu das Artes 2, Barueri 3, Santo Amaro 3, Itú 6, Tatuapé 5 totalizando 22 viagens necessárias e o estoque médio teve o resultado de 6 viagens, porém esse valor serve apenas para efeito de resolução das equações.

Com os dados obtidos podemos dar início a busca do planejamento ótimo da distribuição, que resultará no menor custo possível atendendo as demandas. De início, aplicamos o Diagrama de Redes representado pela Fig. 1.

Figura 1: Rede de Distribuição



Fonte: Elaborado pelos autores (2016).

A partir daqui o estoque médio da empresa terá o nome de Dummy, que segundo Lachtermarcher (2009, p.119) é um destino “fantasma”, tendo todos os custos de transporte de cada uma das unidades da empresa para esse destino, iguais a zero, sendo que a demanda será a diferença entre a somatória da oferta e a demanda atual.

Programação Linear

Em seguida identificamos as variáveis de decisão, no caso serão 22, considerando que cada uma representa a quantidade de viagens necessárias de cada unidade da empresa para cada, com isso obtemos a seguinte função, que tem como objetivo a minimização do custo total da distribuição;

$\text{Min. } 85,84x_{13} + 81,4x_{14} + 66,6x_{15} + 51,8x_{16} + 168,72x_{17} + 20,72x_{18} + 118,4x_{23} + 140,6x_{24} + 99,16x_{25} + 71,04x_{26} + 53,28x_{28} + 116,92x_{93} + 112,48x_{94} + 97,68x_{95} + 93,24x_{96} + 51,8x_{98} + 56,24x_{103} + 31,08x_{104} + 53,28x_{105} + 35,52x_{106} + 156,88x_{107} + 34,04x_{108}.$

Sendo que o primeiro algarismo depois do x significa a origem e o segundo o destino da viagem de acordo com as numerações definidas na Figura 1.

x_{13} – Quantidade de viagens de Guarulhos para Cotia

x_{14} – Quantidade de viagens de Guarulhos para Embu das Artes

x_{15} – Quantidade de viagens de Guarulhos para Barueri

x_{16} – Quantidade de viagens de Guarulhos para Santo André

x_{17} – Quantidade de viagens de Guarulhos para Itú

x_{18} – Quantidade de viagens de Guarulhos para Tatuapé

x_{23} – Quantidade de viagens de Itaquaquecetuba para Cotia

x_{24} – Quantidade de viagens de Itaquaquecetuba para Embu das Artes

x_{25} – Quantidade de viagens de Itaquaquecetuba para Barueri

x_{26} – Quantidade de viagens de Itaquaquecetuba para Santo André

x_{28} – Quantidade de viagens de Itaquaquecetuba para Tatuapé

x_{93} – Quantidade de viagens de Arujá para Cotia

x_{94} – Quantidade de viagens de Arujá para Embu das Artes

x95 – Quantidade de viagens de Arujá para Barueri

x96 – Quantidade de viagens de Arujá para Santo André

x98 – Quantidade de viagens de Arujá para Tatuapé

x103 – Quantidade de viagens de Santo Amaro para Cotia

x104 – Quantidade de viagens de Santo Amaro para Embu das Artes

x105 – Quantidade de viagens de Santo Amaro para Barueri

x106 – Quantidade de viagens de Santo Amaro para Santo André

x107 – Quantidade de viagens de Santo Amaro para Itú

x108 – Quantidade de viagens de Santo Amaro para Tatuapé

As restrições terão a seguinte lógica; somatórias das viagens realizadas para cada loja varejista devem ser iguais à demanda, a mesma lógica será usada para as restrições de cada filial da empresa, ou seja;

$$-x_{13}-x_{14}-x_{15}-x_{16}-x_{17}-x_{18}-x_{111}= -9$$

$$-x_{23}-x_{24}-x_{25}-x_{26} -x_{28}-x_{211}= -6$$

$$-x_{93}-x_{94}-x_{95}-x_{96} -x_{98}-x_{911}= -6$$

$$-x_{103}-x_{104}-x_{105}-x_{106}-x_{107}-x_{108}-x_{1011}= -7$$

$$X_{13}+x_{23}+x_{93}+x_{103}= 3$$

$$X_{14}+x_{24}+x_{94}+x_{104}= 2$$

$$X_{15}+x_{25}+x_{95}+x_{105}= 3$$

$$X_{16}+x_{26}+x_{96}+x_{106}= 3$$

$$X_{17} +x_{107}= 6$$

$$X_{18}+x_{28}+x_{98}+x_{108}= 5$$

$$X_{111}+x_{211}+x_{911}+x_{1011}= 6$$

Resolução do Solver

Com o objetivo e as restrições do problema definidas, pode-se modelar o problema em estudo no software. A Fig. 2 representa a modelagem no Excel.

Figura 2: Distribuição

Distribuição							
De	Para	Custo	Unidades		Nó	Fluxo Líquido	Oferta/Demanda
1	3	85,84	0		1	0	-9
1	4	81,4	0		2	0	-6
1	5	66,6	0		3	0	3
1	6	51,8	0		4	0	2
1	7	168,72	0		5	0	3
1	8	20,72	0		6	0	3
1	11	0	0		7	0	6
2	3	118,4	0		8	0	5
2	4	140,6	0		9	0	-6
2	5	99,16	0		10	0	-7
2	6	71,04	0		11	0	6
2	8	53,28	0				
2	11	0	0		Custo Total	R\$ -	
9	3	116,92	0				
9	4	112,48	0				
9	5	97,68	0				
9	6	93,24	0				
9	8	51,8	0				
9	11	0	0				
10	3	56,24	0				
10	4	31,08	0				
10	5	53,28	0				
10	6	35,52	0				
10	7	156,88	0				
10	8	34,04	0				

Fonte: Elaborado pelos autores (2016).

Na figura 2, as viagens são representadas pelas células de Unidades e a quantidade de viagens e suas origens e destinos, são representados pela coluna de Fluxo Líquido. Para abrir o Solver no Excel 2010, basta ir em; **Dados > Solver**. Se ainda não estiver instalado, basta entrar em; **Arquivo > Opções > Suplementos > Solver**. A Fig. 3 representa as fórmulas utilizadas no estudo.

Figura 3: Fórmulas

	Fórmula da função objetivo
Custo Total	SOMARPRODUTO(N3:N35;O3:O35)
	Restrições
Nó 1	SOMASE(\$M\$3:\$M\$29;Q3;\$O\$3:\$O\$29)-SOMASE(\$L\$3:\$L\$29;Q3;\$O\$3:\$O\$29)
Nó 2	SOMASE(\$M\$3:\$M\$29;Q4;\$O\$3:\$O\$29)-SOMASE(\$L\$3:\$L\$29;Q4;\$O\$3:\$O\$29)
Nó 3	SOMASE(\$M\$3:\$M\$29;Q5;\$O\$3:\$O\$29)-SOMASE(\$L\$3:\$L\$29;Q5;\$O\$3:\$O\$29)
Nó 4	SOMASE(\$M\$3:\$M\$29;Q6;\$O\$3:\$O\$29)-SOMASE(\$L\$3:\$L\$29;Q6;\$O\$3:\$O\$29)
Nó 5	SOMASE(\$M\$3:\$M\$29;Q7;\$O\$3:\$O\$29)-SOMASE(\$L\$3:\$L\$29;Q7;\$O\$3:\$O\$29)
Nó 6	SOMASE(\$M\$3:\$M\$29;Q8;\$O\$3:\$O\$29)-SOMASE(\$L\$3:\$L\$29;Q8;\$O\$3:\$O\$29)
Nó 7	SOMASE(\$M\$3:\$M\$29;Q9;\$O\$3:\$O\$29)-SOMASE(\$L\$3:\$L\$29;Q9;\$O\$3:\$O\$29)
Nó 8	SOMASE(\$M\$3:\$M\$29;Q10;\$O\$3:\$O\$29)-SOMASE(\$L\$3:\$L\$29;Q10;\$O\$3:\$O\$29)
Nó 9	SOMASE(\$M\$3:\$M\$29;Q11;\$O\$3:\$O\$29)-SOMASE(\$L\$3:\$L\$29;Q11;\$O\$3:\$O\$29)
Nó 10	SOMASE(\$M\$3:\$M\$29;Q12;\$O\$3:\$O\$29)-SOMASE(\$L\$3:\$L\$29;Q12;\$O\$3:\$O\$29)
Nó 11	SOMASE(\$M\$3:\$M\$29;Q13;\$O\$3:\$O\$29)-SOMASE(\$L\$3:\$L\$29;Q13;\$O\$3:\$O\$29)

Fonte: Elaborado pelos autores (2016).

Com a modelagem organizada na planilha e as fórmulas, podemos dar início a resolução do problema entrando na guia **Parâmetros do Solver**, para digitar o objetivo e as restrições do problema em estudo, estabelecendo os dados e características do problema no Software, em seguida basta clicar em **Resolver**, que obtemos o resultado representado pela Fig. 4.

Figura 4: Resolução do Solver

Distribuição							
De	Para	Custo	Unidades		Nó	Fluxo Líquido	Oferta/Demanda
1	3	85,84	0		1	-9	-9
1	4	81,4	0		2	-6	-6
1	5	66,6	0		3	3	3
1	6	51,8	0		4	2	2
1	7	168,72	6		5	3	3
1	8	20,72	3		6	3	3
1	11	0	0		7	6	6
2	3	118,4	0		8	5	5
2	4	140,6	0		9	-6	-6
2	5	99,16	0		10	-7	-7
2	6	71,04	3		11	6	6
2	8	53,28	0				
2	11	0	3		Custo Total	R\$ 1.826,32	
9	3	116,92	0				
9	4	112,48	0				
9	5	97,68	1				
9	6	93,24	0				
9	8	51,8	2				
9	11	0	3				
10	3	56,24	3				
10	4	31,08	2				
10	5	53,28	2				
10	6	35,52	0				
10	7	156,88	0				
10	8	34,04	0				

Fonte: Elaborado pelos autores (2016).

O resultado mostra que a distribuição ótima seria 6 viagens da unidade de Guarulhos para Itú, outras 3 viagens da mesma unidade para Tatuapé, mais 3 viagens da unidade de Itaquaquecetuba para Santo André, uma viagem da unidade de Arujá para Barueri, outras duas viagens para Tatuapé, 3 de Santo Amaro para Cotia, 2 da mesma unidade para Embu das Artes, e mais 2 para Barueri. As viagens que tem como destino o nó 11 representam as quantidades que sobram nos estoques da empresa, visto que esse nó é o Dummy conforme a Figura 1.

A solução apresentada é a melhor possível, com o menor custo e atendendo as demandas das lojas varejistas, lembrando que os valores das variáveis de decisão estão em viagens, levando em consideração a capacidade máxima de cada veículo da empresa em estudo. As quantidades necessárias serão atendidas de modo a sobrar os

2600 tubos no estoque médio da empresa e com uma economia de aproximadamente 13,03% nos custos de transporte.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados mostraram uma distribuição das mercadorias da empresa estudada atendendo todas as demandas ao mesmo tempo que o custo nos transportes fosse o menor possível. Foi possível analisar de forma simples os resultados obtidos, isso evidencia a eficácia da ferramenta utilizada.

A otimização do planejamento de transportes no presente estudo, com a redução nos custos de aproximadamente 13,03%, foi possível devido a utilização da programação linear em diagrama de rede, atingindo assim, o objetivo inicial do presente estudo.

O presente estudo amplia os nossos conhecimentos no estudo na gestão de transporte e distribuição mediante a utilização do diagrama de rede e conforme mencionado no embasamento teórico essa técnica é apenas uma das muitas técnicas de otimização de processos que dispõe a pesquisa operacional. Sendo assim, outros estudos podem ser realizados em diferentes atividades ou mesmo a atividade de transporte a fim de demonstrar a aplicabilidade e importância dessas muitas técnicas e ferramentas para o âmbito de gestão evitando assim, decisões empíricas por parte dos gestores e sem nenhuma base científica.

REFERÊNCIAS

FERREIRA, Karine Araújo; ALVES, M. R. P. A. Logística e troca eletrônica de informação em empresas automobilísticas e alimentícias. **Revista Produção**, v. 15, n. 3, p. 434-447, 2005.

LACHTERMARCHER, Gerson. **Pesquisa Operacional na tomada de decisões**. 4^a ed. Pearson Prentice, 2009.

Mapeia. [S.l.]: [c2016?]. Disponível em: <www.mapeia.com.br>. Acesso em 02 Nov. 2016.

MARINS, Fernando Augusto Silva. Introdução à Pesquisa Operacional. **São Paulo: Cultura Acadêmica: Universidade Estadual Paulista**, 2011.

NOVAES, Antonio. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição**. 3ª ed. Elsevier, 2007.

REZENDE FILHO, Mauro. **Programação Linear - Otimização de Recursos em Apoio à Tomada de Decisão**. Rio de Janeiro: Fábrica do livro, 2006. V.1.

SILVA, Ermes Medeiros da et al. **Pesquisa Operacional na tomada de decisões**. 3ª ed. Atlas S.A., 1998.

MARTINS, Eliseu et al. **Contabilidade de custos**. São Paulo: Atlas, 1980.