

Método de otimização: estudo de redução de custos de transporte aplicado a uma editora em Curitiba-PR

Rafaela Boeira Cechin (Universidade de Caxias do Sul) rafaelacechin@hotmail.com

Fernanda Fontanive (Universidade de Caxias do Sul) fe_fonti@hotmail.com

Leandro Luís Corso (Universidade de Caxias do Sul) leandro.lcorso@gmail.com

Resumo:

O setor de logística de uma empresa visa atender adequadamente seus clientes quanto às entregas dos produtos; já a gestão de custos controla os gastos da organização enquanto cuida para manter a qualidade no produto e serviço. Este artigo estudou a aplicação de Pesquisa Operacional para combinação e otimização destas áreas, por meio da técnica de Programação Linear. O objetivo do presente artigo foi de desenvolver um modelo matemático capaz de otimizar o custo relacionados a entregas de um produto de uma editora presente no Paraná. Para isso, foram coletadas informações da editora e das transportadoras prestadoras de serviço, quanto a demanda, custos e capacidade de transporte disponível. Por meio da solução do modelo matemático proposto e da implementação do mesmo, a empresa indicou uma possibilidade de redução de R\$ 13.375,00, representando 12,9% do custo atual. Considera-se que a contribuição deste trabalho esteja também na possibilidade de utilização do modelo proposto para aplicações gerenciais da empresa.

Palavras-chave: Programação Linear; Otimização de transporte; Otimização em logística; Redução de custos.

Optimization method: study of transport costs reduction applied to a publishing house in Curitiba-PR

Abstract:

The logistics sector of a company aims to adequately serve its customers as to the deliveries of the products; cost management controls the expenses of the organization while taking care to maintain quality in the product and service. This article studied the application of Operational Research for combination and optimization of these areas, through the technique of Linear Programming. The objective of this article was to develop a mathematical model capable of optimizing the cost related to deliveries of a product from a publishing company present in Paraná. For this, information was collected from the publisher and the service providers, regarding the demand, costs and available transportation capacity. Through the solution of the proposed mathematical model and its implementation, the company indicated a possibility of a reduction of R\$ 13,375.00, representing 12.9% of the current cost. It is considered that the contribution of this work is also in the possibility of using the proposed model for managerial applications of the company.

Keywords: Linear Programming; Transport optimization; Optimization in logistics; Reduced costs.

1. Introdução

A indústria de bens intermediários está inserida em um mercado em que o nível de competição se mostra, a cada dia, mais acentuado. Este cenário ocorre devido à globalização econômica (SCARPIN; ROCHA, 2000). Gonçalves (2003) afirma que a globalização provoca a alta competição na concorrência internacional, assim faz com que o setor secundário se mantenha em busca de métodos e análises vantajosas para conservar-se competitivo.

A crescente competição existente no ramo empresarial faz necessário que produtos sejam entregues ao consumidor dentro do prazo estipulado, no local correto e com a qualidade assegurada. Desse modo, um serviço de logística bem planejado é uma obrigação dentro das corporações. Em geral, o processo de otimização da distribuição do produto final envolve minimizar os custos de distribuição, mantendo o prazo e a qualidade do produto no destino final.

Nesse contexto, percebe-se que, para o empregador conservar-se em atividade é preciso diminuir o espaço para a incerteza, que outrora mostrava-se mais presente nas corporações. Oliveira (2004) afirma que a tomada de decisão é a transformação das informações pesquisadas em ações. As incitações fazem com que os gestores busquem meios para estruturar um plano de ação adequado ao perfil da empresa, com o objetivo de alcançar a resolução ideal.

O uso da Pesquisa Operacional (PO) vem ao encontro deste tipo de problemática, quando mostra soluções pensadas e embasadas em estruturas e cálculos sugeridos pela modelagem matemática. Moreira (2007) afirma que a PO proporciona aos tomadores de decisão resoluções mais eficazes, embasadas em análises científicas, para estipular sistemas mais produtivos. A partir de informações matematicamente modeladas, é possível alcançar previsões cuidadosas de resultados e avaliações de risco com métodos atuais e técnicas de decisão.

Desse modo, as empresas podem utilizar essas técnicas em vista de avaliar suas operações para maximizar a eficiência das atividades e minimizar os custos. Esta pesquisa atrela conceitos de Programação Linear (PL) ao de logística e custo, ao fazer uma modelagem matemática, na busca de se aproximar de uma solução ótima para minimizar os custos com a logística.

O objetivo deste estudo é aplicar Otimização de Transportes para minimizar os custos de entrega de um produto de uma editora presente em Curitiba-PR, otimizando a forma que é realizado estes envios de mercadorias.

2. Fundamentação teórica

A base teórica deste trabalho se divide em dois conceitos: Programação Linear e logística, que foram detalhados nas subseções a seguir.

2.1. Pesquisa Operacional

Os estudos da PO originaram-se na década de 40 e, durante a Segunda Guerra Mundial, houve a primeira colaboração a partir desta área de pesquisa. Os resultados satisfatórios impulsionaram a continuidade dos estudos de PO e, a partir disso, a expansão de aplicação em diferentes áreas (CHAVES, 2011). Há dois critérios que contribuíram para o avanço da PO: o método *Simplex* para resolução de problemas na Programação Linear (PL), e a chegada dos computadores, que possibilitou a resolução de modelagens matemáticas complexas e com um grande volume de dados (KERSTING; MLADENOV; TOKMAKOV, 2017; MOREIRA, 2007).

Em 1947, o pentágono apresentou o *Scientific Computation of Optimal Programs*, projeto criado para apoiar decisões de operação na força aérea americana. Cientistas como Marshall Wood e George Dantzig, desenvolveram, formalizaram e testaram o método *simplex* para

resolver problemas de PL. A popularização de seu estudo nas instituições de ensino ocorreu nas décadas de 1960 e 1970 e, com isso, a PO tornou-se largamente aplicada (NUNES, 2015).

Para Silva (2011), a PO é uma ferramenta quantitativa que oferece parâmetros decisórios confiáveis, pois considera cenários e proporciona a concepção de possíveis soluções de problemas que apresentam variáveis, restrições, e função objetivo, investigadas com o uso de cálculos estruturados em fases. Assim, a PO se corretamente aplicada é uma ferramenta utilizada para assegurar a tomada de decisão (CORSO e WALLACE, 2015).

De acordo com Moreira (2007), a PO abrange situações que visam à condução e gestão de operações industriais. Apresenta ampla aplicabilidade em diversas áreas, como: transportes, telecomunicações, finanças, saúde, serviços públicos e operações militares. O autor ainda afirma que um estudo em PO apresenta algumas etapas e os modelos matemáticos, compostos por três principais elementos:

- a) variáveis de decisão e parâmetros: Os parâmetros são valores fixos no problema. As variáveis de decisão, são variáveis fundamentais decorrentes da função-objetivo;
- b) restrições: expressam a insuficiência e os limites presentes no processo, com o intuito de maximizar a função-objetivo; e
- c) função objetivo: é uma função matemática constituída por uma combinação linear das variáveis de decisão.

Com base nisso, o objetivo principal dos estudos é aproximar-se da função ótima, e em algumas situações, é preciso atrelar a isso, um sistema de equações e inequações como na PL (MOREIRA, 2007).

2.1.1. Programação Linear

A Programação Linear (PL) compreende problemas com constantes não negativas e funções matemáticas lineares, e tem como objetivo otimizar os processos para maximizar os lucros. O método *simplex* é um procedimento indicado para resolver problemas de PL, já que possibilita a incorporação de numerosas variáveis (KERSTING; MLADENOV; TOKMAKOV, 2017).

Para Rodrigues (2006), a PL trabalha com variáveis contínuas e com expressões de comportamento linear. É um modelo onde um sistema real é reduzido a um conjunto de equações ou expressões matemáticas, e a decisão a ser tomada é relacionada a uma variável de decisão, onde a função objetivo expressa a medida procurada e pode ser do tipo maximizar ou minimizar. As restrições aos valores das variáveis, ou seja, as limitações que envolvem a problemática, são apresentadas por meio de equações e inequações.

Tem sido amplamente aplicada em problemas de alocação ótima de recursos e também, otimização combinatória, onde fornecem a base para muitos algoritmos de aproximação em problemas de difícil solução. Por exemplo, a PL tem sido utilizada em problemas de classificação (Zhou, 2002), em problemas de predição estruturada (Wang, 2009), como sub-rotinas em abordagens de classificação coletiva (Torkamani, 2013), em problemas de decisão de Markov (Sanner, 2009) e também, em problemas de transporte (Bucková; Krajcovic; Edl, 2017).

Em vista disso, os autores Pizzolato e Gandolpho (2009) apresentam as características fundamentais da PL:

- a) Variáveis de decisão: x_j , sendo $j = 1, 2, \dots, n$;
- b) Função objetivo $f(x)$ a ser otimizada;
- c) Restrições lineares; e

d) Não negatividade das variáveis de decisão, $x_j \geq 0$.

2.2. Logística

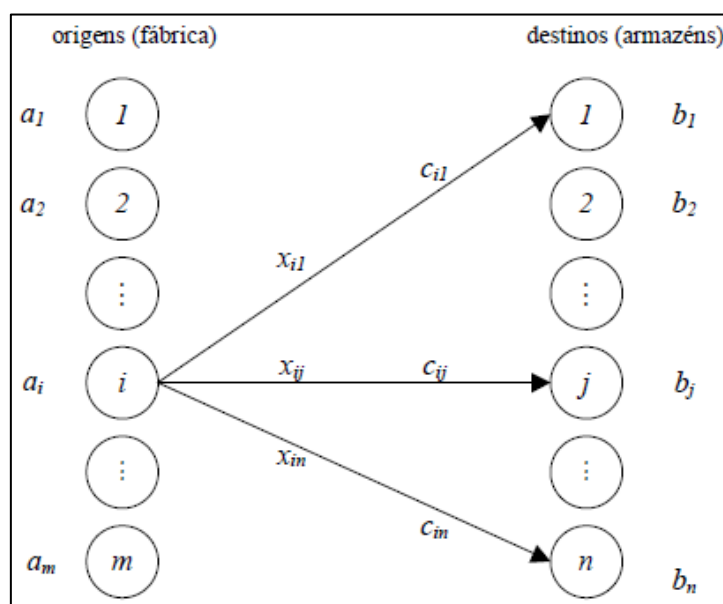
O transporte dos materiais sempre mereceu atenção por parte dos responsáveis pela gestão industrial, por ter implicações diretas nos custos e na qualidade do produto final. A tarefa de entregar o produto na quantidade certa, no local certo, na hora certa, compreende mais do que o deslocamento em si, envolve uma análise cuidadosa do processo para minimizar custos e manter as exigências.

A logística, de modo geral, é o campo da administração que estuda a alocação dos produtos no local e no tempo determinado pelo cliente. Ballou (1993) explica que a logística empresarial é definida pela literatura de diferentes e significativas formas, já que se desenvolve nas mais diversas áreas, como: transportes, distribuição, suprimentos e distribuição, distribuição física, operações, administração de materiais e logística.

Para Robles (2001), o conceito de logística é encontrado dentro da definição dos sete certos da logística: assegurar a disponibilidade do produto certo, na quantidade certa, na condição certa, no lugar certo, no momento certo, para o cliente certo, ao custo certo.

No Brasil, a entrega de produtos tem evoluído bastante, entretanto, o meio rodoviário ainda é o principal meio de transporte utilizado pelas empresas, este fato gera custos elevados neste processo (BERTAGLIA, 2006). Assim, para que esta movimentação ocorra da maneira desejada, a empresa sofre com custos logísticos. Frente a esse cenário o processo de distribuição tem sido foco nas empresas, na busca de encontrar estratégias que auxiliem na redução de custos.

Dentro desse contexto, a Figura 1 representa um modelo de transportes, que tem por objetivo mitigar o custo total do transporte necessário para abastecer n destinos, a partir de m origens.



Fonte: Adaptado de Gilat e Subramaniam (2008)

Figura 1 – Problema do transporte

É possível entender que x_{ij} ilustra a quantidade a ser transportada e c_{ij} o custo unitário do transporte, ambos da origem i para o destino j . E também, a_i representa a quantidade disponível de transporte na origem i e b_j a quantidade necessária no destino j . Assim o problema consiste

em achar valores de x_{ij} que minimize o custo total de transporte contemplando as restrições de oferta e demanda (GILAT; SUBRAMANIAM, 2008).

3. Métodos e Resultados

Este trabalho analisou, em uma editora localizada em Curitiba, no Paraná, o processo de envio de um material gráfico para outras cidades. A editora terceiriza este serviço de transporte e não há nenhum modelo padrão para a escolha da transportadora.

A logística de transporte pode representar custos excedentes, impactando no lucro da empresa e no preço para o consumidor. Com o objetivo de otimizar este processo, quanto aos custos e prazo de entrega, e aperfeiçoar a metodologia de tomada de decisão, este estudo modelou matematicamente referentes sistema de entrega de mercadoria, e comparou com outros cenários, a fim de averiguar e quantificar a redução dos custos caso a empresa opte pela utilização do modelo matemático.

Esta pesquisa abrangeu os meses de maio, junho, julho e agosto de 2018, utilizando dos custos tabelados das transportadoras e a demanda do produto, que é necessário enviar para Rio de Janeiro – RJ, São Paulo – SP, Florianópolis – SC e Porto Alegre – RS. As demandas estão apresentadas no Quadro 1.

	Maio	Junho	Julho	Agosto
SP	60	30	75	100
RJ	70	35	90	100
FLN	55	25	50	70
POA	60	50	55	80

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Quadro 1 – Demandas (em caixas)

Os pedidos para a editora são contabilizados em caixas, e para o material gráfico estudado, elas possuem as seguintes dimensões: 1 m de altura, 0,75 m de largura e 0,6 m de comprimento, e pesam cerca de 60kg cada. Os custos das transportadoras dependem destas dimensões e do valor do produto. É utilizado cinco empresas para prestar este serviço, que por motivos de confidencialidade foram denominadas de A, B, C, D e E. As quatro primeiras transportadoras podem entregar o produto para as quatro localidades em análise, porém a empresa E só faz entregas para São Paulo e Rio de Janeiro. Os custos de cada transportadora para cada localidade estão apresentados no Quadro 2.

Empresa	SP	RJ	FLN	POA
A	R\$ 80,00	R\$ 130,00	R\$ 70,00	R\$ 100,00
B	R\$ 93,00	R\$ 120,00	R\$ 60,00	R\$ 110,00
C	R\$ 85,00	R\$ 145,00	R\$ 65,00	R\$ 105,00
D	R\$ 90,00	R\$ 125,00	R\$ 80,00	R\$ 90,00
E	R\$ 75,00	R\$ 130,00	-	-

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Quadro 2 – Custos de cada transportadora

Estes valores, exibidos no Quadro 2, são referentes ao custo unitário por caixa. Ainda, é exibido no Quadro 3 as capacidades máximas mensal de carga para cada transportadora.

Transportadora	Carga máxima mensal
A	50 caixas
B	80 caixas
C	100 caixas
D	70 caixas
E	90 caixas

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Quadro 3 – Capacidade máxima das transportadoras

Os Quadros 4, 5, 6 e 7 apresentam os dados de como as entregas ocorreram nos meses de maio, junho, julho e agosto, respectivamente, assim como o custo de cada mês.

Maio / 2018			
Destinatário	Transportadora	Quantidade	Custo
SP	C	60 caixas	R\$ 23.200,00
RJ	D	70 caixas	
FLN	B	55 caixas	
POA	A C	50 caixas 10 caixas	

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Quadro 4 – Dados do mês de maio/2018

Junho / 2018			
Destinatário	Transportadora	Quantidade	Custo
SP	D	30 caixas	R\$ 14.750,00
RJ	A	35 caixas	
FLN	D	25 caixas	
POA	B	50 caixas	

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Quadro 5 – Dados do mês de junho/2018

Julho / 2018			
Destinatário	Transportadora	Quantidade	Custo
SP	C	5 caixas	R\$ 29.325,00
	D	70 caixas	
RJ	C	90 caixas	
FLN	A	50 caixas	
POA	B	55 caixas	

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Quadro 6 – Dados do mês de julho/2018

Agosto / 2018			
Destinatário	Transportadora	Quantidade	Custo
SP	D	50 caixas	R\$ 36.650,00
	E	50 caixas	
RJ	C	100 caixas	
FLN	A	50 caixas	
	D	20 caixas	
POA	B	80 caixas	

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Quadro 7 – Dados do mês de agosto/2018

Considerando o formato atual de seleção de transportadoras, ou seja, sem um modelo padrão, se resultou em um custo total de R\$ 103.925,00.

Com as informações previamente apresentadas, o modelo matemático pode ser construído, visando a minimização da função objetivo, já que se deseja ter o menor custo possível. As variáveis de decisão do problema caracterizam a quantidade de caixas a serem enviadas pelas transportadoras, sendo elas:

- x_1 Quantidade de caixas para enviar para São Paulo pela empresa A
- x_2 Quantidade de caixas para enviar para São Paulo pela empresa B
- x_3 Quantidade de caixas para enviar para São Paulo pela empresa C
- x_4 Quantidade de caixas para enviar para São Paulo pela empresa D
- x_5 Quantidade de caixas para enviar para São Paulo pela empresa E
- x_6 Quantidade de caixas para enviar para Rio de Janeiro pela empresa A
- x_7 Quantidade de caixas para enviar para Rio de Janeiro pela empresa B
- x_8 Quantidade de caixas para enviar para Rio de Janeiro pela empresa C
- x_9 Quantidade de caixas para enviar para Rio de Janeiro pela empresa D
- x_{10} Quantidade de caixas para enviar para Rio de Janeiro pela empresa E
- x_{11} Quantidade de caixas para enviar para Florianópolis pela empresa A
- x_{12} Quantidade de caixas para enviar para Florianópolis pela empresa B
- x_{13} Quantidade de caixas para enviar para Florianópolis pela empresa C
- x_{14} Quantidade de caixas para enviar para Florianópolis pela empresa D
- x_{15} Quantidade de caixas para enviar para Florianópolis pela empresa E
- x_{16} Quantidade de caixas para enviar para Porto Alegre pela empresa A
- x_{17} Quantidade de caixas para enviar para Porto Alegre pela empresa B
- x_{18} Quantidade de caixas para enviar para Porto Alegre pela empresa C
- x_{19} Quantidade de caixas para enviar para Porto Alegre pela empresa D
- x_{20} Quantidade de caixas para enviar para Porto Alegre pela empresa E

A função objetivo da minimização de custos Z está retratada na Equação 1.

$$\text{Minimizar } f(\mathbf{x}) = 80x_1 + 93x_2 + 85x_3 + 90x_4 + 75x_5 + 130x_6 + 120x_7 + 145x_8 + 125x_9 + 130x_{10} + 70x_{11} + 60x_{12} + 65x_{13} + 80x_{14} + 0x_{15} + 100x_{16} + 110x_{17} + 105x_{18} + 90x_{19} + 0x_{20} \quad (1)$$

A primeira restrição matemática do problema é referente a quantidade máxima de caixas que as transportadoras podem carregar, conforme apresentado no Quadro 3. A segunda limitação está relacionada com a transportadora E, que não faz entregas para os estados de Santa Catarina e nem o Rio Grande do Sul, assim as variáveis x_{15} e x_{20} foram consideradas iguais a zero. Os resultados esperados para este cálculo deverão ser números inteiros e não-negativos, impondo mais uma restrição. Por fim, há a limitação referente a demanda de cada localidade para cada mês analisado. As restrições foram retratadas da seguinte maneira:

$$x_1 + x_6 + x_{11} + x_{16} \leq 50 \quad \text{Carga máxima mensal da transportadora A}$$

$$x_2 + x_7 + x_{12} + x_{17} \leq 80 \quad \text{Carga máxima mensal da transportadora B}$$

$$x_3 + x_8 + x_{13} + x_{18} \leq 100 \quad \text{Carga máxima mensal da transportadora C}$$

$$x_5 + x_9 + x_{14} + x_{19} \leq 70 \quad \text{Carga máxima mensal da transportadora D}$$

$$x_6 + x_{10} + x_{15} + x_{20} \leq 90 \quad \text{Carga máxima mensal da transportadora E}$$

$$x_{15} = 0 \quad \text{Empresa E não faz entregas em Florianópolis}$$

$$x_{20} = 0 \quad \text{Empresa E não faz entregas em Porto Alegre}$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 = \text{Demanda do respectivo mês para São Paulo}$$

$$x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} = \text{Demanda do respectivo mês para Rio de Janeiro}$$

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} = \text{Demanda do respectivo mês para Florianópolis}$$

$$x_{16} + x_{17} + x_{18} + x_{19} + x_{20} = \text{Demanda do respectivo mês para Porto Alegre}$$

$$x_n \geq 0, \text{ para } n = 1, 2, \dots, 20$$

$$x_n, \text{ para } n = 1, 2, \dots, 20, \text{ são números inteiros}$$

Assim, foi calculada a otimização deste problema com o uso da Programação Linear e os resultados de cada mês estão apresentados nos Quadros 8, 9, 10 e 11 respectivamente.

Maio / 2018			
Destinatário	Transportadora	Quantidade	Custo
SP	E	60 caixas	R\$ 21.825,00
RJ	B	60 caixas	
	D	10 caixas	
FLN	B	20 caixas	
	C	35 caixas	
POA	D	60 caixas	

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Quadro 8 – Resultados do mês de maio

Junho / 2018			
Destinatário	Transportadora	Quantidade	Custo
SP	E	30 caixas	R\$ 12.450,00
RJ	B	35 caixas	
FLN	B	25 caixas	
POA	D	50 caixas	

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Quadro 9 – Resultados do mês de junho

Julho / 2018			
Destinatário	Transportadora	Quantidade	Custo
SP	E	75 caixas	R\$ 24.675,00
RJ	B	75 caixas	
	D	15 caixas	
FLN	B	5 caixas	
	C	45 caixas	
POA	D	55 caixas	

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Quadro 10 – Resultados do mês de julho

Agosto / 2018			
Destinatário	Transportadora	Quantidade	Custo
SP	A	10 caixas	R\$ 31.600,00
	E	90 caixas	
RJ	A	20 caixas	
	B	80 caixas	
FLN	C	70 caixas	
POA	A	10 caixas	
	D	70 caixas	

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Quadro 11 – Resultados do mês de agosto

Para estes quatro meses de análise, pode-se perceber um custo total de R\$90.550. A fim de averiguar e quantificar a redução de custos, este valor foi comparado com o custo que a empresa teve nestes meses, que foi de R\$ 103.925,00. Com a otimização aplicada, é possível notar uma redução de R\$ 13.375,00, representando 12,9%.

Desta forma, avalia-se que o modelo matemático proposto atende os requisitos da empresa com relação a gerar uma solução viável as restrições e ao mesmo tempo permite uma redução nos custos de transporte, podendo melhorar a margem de lucro da empresa.

4. Conclusão

Para atender os objetivos da logística, os gestores devem verificar as possibilidades de entrega dos produtos aos clientes, mas tem que reorganizar globalmente as funções de logística, sendo necessário estruturá-las e sistematizá-las, a fim de ter subsídio para realizar tomada de decisão embasada em análise de dados. Ainda, a Programação Linear expõe uma modelagem

matemática eficaz na busca de uma solução ótima para minimizar os custos na realização dos serviços logísticos, possibilitando contemplar a oferta e a demanda exigida.

Para o problema em questão, foi apresentado um modelo capaz de atender as restrições da empresa e ao mesmo reduzir os custos com transporte de carga em 12,9% para o período analisado. Em função disso, o modelo foi considerado satisfatório, podendo ser utilizado pela empresa. Também pode se comentar que a empresa não apenas pode reduziu custos na seleção de transportadoras, mas também utilizar o mesmo modelo para futuras prestadoras de serviço que pretenda avaliar.

Da mesma forma, pode-se comentar que a Pesquisa Operacional é uma importante ferramenta no meio empresarial, auxiliando administradores e gestores a obterem melhores soluções e gerarem melhores resultados aos negócios. Ao mesmo tempo, é uma ferramenta que permite pesquisa e desenvolvimento de modelos matemáticos capazes de solucionar complexos problemas em curto espaço de tempo.

Como sugestão de continuidade deste trabalho, se propõe a integração da parte produtiva da empresa, propiciando a criação de um modelo matemático capaz de auxiliar tanto na manufatura como na logística da empresa.

Referencial bibliográfico

BALLOU, R.H. *Logística Empresarial: transportes, administração de marketing e distribuição física*. São Paulo, Atlas, 1993.

CHAVES, V.H.C. *Perspectivas históricas da Pesquisa Operacional*. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Rio Claro, 2011.

CORSO, L. C; WALLACE, M. *A hybrid method for transportation with stochastic demand*. International Journal of Logistics, v. 18, p. 1-13, 2015.

GILAT, A.; SUBRAMANIAM, V. *Métodos numéricos para Engenheiros e Cientistas*. Bookman. Porto Alegre, 2008.

GONÇALVES, R. *O nó econômico*. Florianópolis: Record, 2003.

KERSTING, K.; MLADENOV, M.; TOKMAKOV, P. *Relational linear programming*. Artificial Intelligence, v. 244, p. 188-216. 2017.

MOREIRA, D.A. *Pesquisa operacional: curso introdutório*. Florianópolis: Thomson Learning, 2007.

NUNES, R.P. *Programação de tripulação no transporte de ônibus urbano: uma abordagem utilizando Programação Linear Inteira*. Dissertação (Mestrado em Informática Aplicada) – Universidade de Fortaleza, Fortaleza, 2015.

OLIVEIRA, D.P.R. *Sistemas de informações gerenciais: estratégicas, táticas e operacionais*. 9. ed. Florianópolis: Atlas, 2004.

PIZZOLATO, N.D.; GANDOLPHO, A.A. *Técnicas de Otimização*. 225 p. Florianópolis: LTC, 2009.

ROBLES, L.T. *A prestação de serviços de logística integrada na indústria automobilística no Brasil: em busca de alianças logísticas estratégicas*. Tese de Doutorado apresentada na Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

RODRIGUES, F.L. *Análise comparativa de metodologias utilizadas no despacho de caminhões em Minas Gerais*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

SANNER, S.; BOUTILIER, C. *Practical solution techniques for first-order MDPs*. Artificial Intelligence. v. 173 p. 748–788, 2009.

SCARPIN, J.E.; ROCHA, W. *Target Costing: abordagem conceitual e histórica*. Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC, 2000.

SILVA, W.B. *Pesquisa operacional: visão geral*. Revista Administradores. João Pessoa, 2011.

TORKAMANI, M.; LOWD, D. *Convex adversarial collective classification*. Proceedings of the 30th International Conference on Machine Learning, ICML. p. 642–650, 2013.

WANG, Z.; SHAW-ETAYLOR, J. *Large-margin structured prediction via linear programming*. Proceedings of the 12th International Conference on Artificial Intelligence and Statistics, AISTATS. p. 599–606, 2009.

ZHOU, W.; ZHANG, L.; JIAO, L. *Linear programming support vector machines*. Pattern Recognit. v. 35, n. 12, p. 2927-2936, 2002.