

Alocação física de produtos em transportadoras por meio da aplicação da ferramenta de programação linear em uma empresa do setor têxtil

Physical allocation of products in carriers in a textile company through the application of a linear programming tool

Diego Milnitz

Engenheiro Químico e Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina Florianópolis, SC [Brasil]
dmilnitz@bol.com.br

Monica Maria Mendes Luna

Engenheira Civil e Doutora em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina Florianópolis, SC [Brasil]

Resumo

A indústria têxtil tem desempenhado um papel importante no crescimento da economia global. Para manter-se competitiva nesse cenário, as empresas do setor têm buscado reduzir custos, sobretudo os custos de transporte. O problema de definição dos volumes de cargas a serem alocados às várias transportadoras que atendem uma organização do setor têxtil, situada em Santa Catarina, é tratado neste artigo. O método simplex é aplicado visando a obter uma solução que permita otimizar os custos de transporte dos produtos da empresa para o mercado nacional. Os resultados mostram que há possibilidade de reduzir os custos de transporte em cerca de 30% com mudanças dos volumes de transporte contratados.

Palavras-chave: Alocação de cargas. Custos de transporte. Programação linear.

Abstract

The textile industry has played an important role in the growth of the global economy. In order to remain competitive in this scenario, companies have sought to reduce costs, in particular transport costs. Deciding cargo sizes to be allocated to different carriers by a textile sector company in Santa Catarina is the problem addressed in this paper. The Simplex method is applied to obtain the optimal cost solution for distributing the company's products for the domestic market. The findings show that transport cost reductions of approximately 30% can be achieved as the result of changes in cargo sizes assigned to each carrier.

Key words: Linear Programming. Cargo allocation. Transportation costs.

1 Introdução

A indústria têxtil é um dos setores com alto valor agregado nos produtos e um dos mais competitivos no mundo; no entanto, nos últimos anos, essa indústria tem sofrido momentos difíceis. A otimização dos processos logísticos pode ser uma estratégia muito valiosa para ganhar vantagens competitivas, como tempo, custo e satisfação do cliente (ERYURUK; KALAOĞLU; BASKAK, 2011).

A logística é responsável por uma parcela significativa dos custos nas organizações, e o componente mais relevante dos custos logísticos é o transporte, sendo visto como a última fronteira que possibilita a redução dos gastos (ZENG; ROSSETTI, 2003). Além dos custos, outro aspecto merece destaque: pesquisas teóricas e empíricas mostram que a logística pode proporcionar um diferencial competitivo contribuindo para o atendimento das necessidades dos clientes (CAMPOS, 2004).

Este trabalho apresenta uma aplicação das ferramentas de pesquisa operacional para identificação de possibilidades de redução dos custos de transporte em uma empresa do setor têxtil. Para distribuir seus produtos aos clientes em todo o Brasil, a organização tem gastos elevados; em vista disso, procurou-se avaliar alternativas de contratação de serviços de transporte com o intuito de reduzir custos. Assim, o problema de transporte da empresa é descrito e, em seguida, apresentado o modelo matemático de programação linear que representa o problema abordado. O método simplex foi aplicado neste caso e implementado no programa LINDO.

O artigo está organizado em sete seções, além dessa breve introdução, são elas: a seção dois, que discorre sobre a Logística e a Programação Linear (PL); a três, que apresenta as ferramentas da pesquisa operacional aplicadas aos problemas

de transporte; a quatro, que caracteriza a metodologia utilizada; a cinco, que mostra o estudo de caso; a seção seis traz uma discussão dos resultados, e a última seção, as considerações finais com sugestões para futuras pesquisas.

2 Metodologia

Esta investigação tem característica experimental, pois é abordada de forma quantitativa e utiliza a modelagem matemática para realização dos estudos (CRESWELL, 1994). Quanto ao método de pesquisa, foi adotado o estudo de caso (TURRIONI; MELLO, 2009). A escolha justifica-se com base no objetivo do trabalho, que consiste na otimização dos custos envolvidos com a distribuição de produtos acabados de uma organização específica, ou seja, o estudo das características da empresa, para representar o problema abordado por meio de um modelo matemático e encontrar a melhor solução, visa à determinação das melhores condições de funcionamento do modelo no caso específico.

Na Figura 1, é apresentado um esquema com as etapas do estudo. A organização das atividades ao longo do trabalho facilita a condução deste. A primeira etapa consiste na definição do problema de pesquisa, com a definição dos objetivos e das variáveis de decisão. Em seguida, a formulação do modelo, ou seja, a representação matemática do problema. A coleta de dados foi realizada na própria empresa e esta atividade foi realizada tanto para apoiar a definição do problema quanto para permitir a modelagem. Dois instrumentos de pesquisa foram usados: i) entrevistas com as pessoas envolvidas no processo de transporte dos produtos acabados; e ii) pesquisa documental, em que foi realizada a coleta das informações no sistema de informação da empresa. A utilização de ambos os instrumentos em conjunto permitiu aos pesquisa-

dores conhecer e se familiarizar com o problema de transporte a ser tratado.

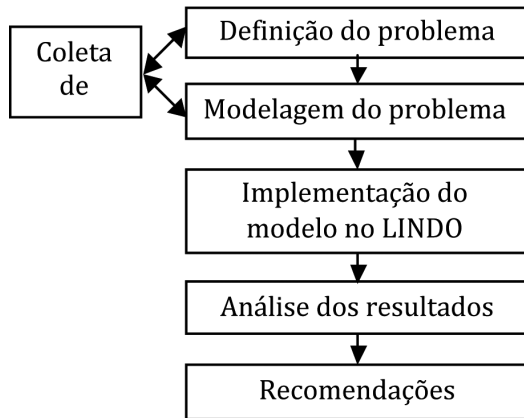


Figura 1: Etapas do desenvolvimento do trabalho

Fonte: Os autores.

Caracterizado o problema, e de posse das informações necessárias, foram definidas as variáveis de decisão, a função objetivo e as restrições do problema. A formulação geral da programação linear apresentada por Goldbarg e Luna (2000), que orientou a representação do problema, pode ser representada na sua forma reduzida como:

Otimizar

$$z = \sum_{j=1}^n c_j x_j$$

Sujeito às restrições

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \geq d_i \quad i = 1, 2, \dots, p$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, q$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = d_i \quad i = p + 1, p + 2, \dots, m$$

$$x_j \in \mathbb{R}, j = q + 1, q + 2, \dots, n$$

Em que

- z – função a ser minimizada ou maximizada;
- x_j – variáveis decisórias que representam as quantidades ou recursos que se quer otimizar;
- c_j – coeficientes de ganho ou custo que cada variável é capaz de gerar;
- d_i – quantidade disponível de cada recurso;
- a_{ij} – quantidade de recurso de cada variável decisória consome.

Nessa formulação, Goldbarg e Luna (2000) utilizam a expressão “otimizar”, como sinônimo para maximizar ou minimizar a função objetivo. Esse é um ponto importante que deve ser levado em consideração durante a modelagem matemática, pois, caso o problema seja de minimização, a equação inteira deve ser multiplicada por “-1”.

3 Estudo de caso

A empresa pesquisada está situada na região norte de Santa Catarina, fundada no início dos anos 1990, faz parte do setor têxtil produzindo confecções para linha infantil, juvenil e adulto. Atualmente, comercializa seus produtos no mercado nacional, distribuindo por ano cerca de 7 milhões de produtos em quatro coleções distintas. Esses produtos são comercializados tanto no atacado quanto no varejo, canais que representam em torno de 30% e 70% do volume de vendas, respectivamente. Dentre as organizações de seus canais de distribuição, estão varejistas como Havan e Seller. A empresa realiza entregas volumosas de produtos para estes clientes, uma vez que são donos de armazéns em grandes centros urbanos.

Para reduzir custos de transporte, a empresa conta com transportadoras, que efetuam 100%

das entregas. Uma mudança na política de distribuição de entrega das transportadoras, visando a evitar problemas no nível de serviço oferecido aos clientes ao mesmo tempo em que minimiza os custos de distribuição é avaliada neste trabalho. Uma das alternativas de mudança na política da empresa consiste em fixar um valor máximo de 33% da demanda de cada região para volume contratado às transportadoras, como forma de evitar a concentração dos embarques em uma única contratada. O objetivo dessa política é

manter contratos de parceria por longos períodos com várias empresas e, assim, garantir um melhor nível de serviço para os clientes.

No ano de 2013, a empresa, objeto do estudo de caso, distribuiu 6,5 milhões de peças de vestuário nas cinco regiões do Brasil com custo total de transporte de R\$ 1.339.978,42. A Tabela 1 apresenta a quantidade distribuída para cada região e as transportadoras contratadas com respectivos valores de fretes cobrados e volumes transportados.

Tabela 1: Custos e volumes distribuídos pelas transportadoras

Região	Transportadora	Frete Min. (R\$)	Quant. Transp. (peças)	Frete/Peças (R\$/peça)	Valor Frete (R\$)
Centro-Oeste	06	31,00	98.682	0,20	19.569,89
	07	31,00	40.134	0,13	5.368,14
	14	41,00	41.750	0,73	30.603,61
	15	41,00	113.749	0,43	48.593,94
Nordeste	06	33,00	8.434	4,49	37.860,87
	08	33,00	259.019	0,37	97.097,78
	09	33,00	135.566	0,13	17.971,70
	19	43,00	126.876	0,32	40.415,04
	20	43,00	480.720	0,09	44.195,86
	21	43,00	227.392	0,05	12.187,64
	22	43,00	762.541	0,06	47.028,70
	23	43,00	114.535	0,65	74.377,45
Norte	24	43,00	715.742	0,04	29.791,04
	01	75,00	98.682	0,63	62.622,13
	02	75,00	40.134	0,48	19.293,89
	03	75,00	41.750	0,62	25.881,33
	04	75,00	113.749	0,68	77.191,05
	05	75,00	8.434	0,76	6.431,23
	14	71,00	18.924	0,48	9.057,46
Sudeste	16	71,00	40.283	0,52	20.914,25
	06	28,00	762.541	0,21	159.294,70
	10	28,00	114.535	0,27	30.425,73
	11	29,00	715.742	0,18	127.920,14
	12	30,00	137.279	0,22	30.457,00
	13	30,00	75.366	0,27	20.649,00
Sul	17	30,00	359.850	0,15	54.548,12
	12	20,00	491.376	0,20	99.604,00
	17	16,00	245.361	0,10	25.445,90
	18	21,00	395.845	0,16	65.180,83

Fonte: Dados primários da empresa pesquisada.

Outra informação considerada nas análises diz respeito à demanda mensal por serviços de transporte. A Tabela 2 apresenta as demandas por produtos por região para o ano de 2013. Com base nestes valores, podem-se estimar os custos de transporte por período.

Ainda com relação aos dados apresentados na Tabela 2, observa-se que a demanda é sazonal ao longo do ano, como já constatado no trabalho de Milnitz, Marchi e Samohyl (2011). Dentre os fatores que contribuem para esse comportamento, estão as trocas de coleções e as estações do ano. Diante disso, é importante que a empresa mantenha um relacionamento com várias transportadoras, uma vez que as entregas precisam ser efetuadas nos prazos estipulados mesmo em períodos de altas demandas.

Tabela 2: Demanda mensal de produtos por região (número de peças)

Mês	Centro-Oeste	Nordeste	Norte	Sudeste	Sul
Janeiro	11.825	113.738	14.543	101.500	53.091
Fevereiro	20.548	197.641	25.271	176.373	92.253
Março	20.583	197.976	25.314	176.747	92.449
Abril	17.141	164.866	21.080	147.127	76.956
Maio	21.534	207.124	26.483	184.838	96.681
Junho	22.847	219.746	28.097	196.101	102.572
Julho	23.485	225.887	28.882	201.581	105.438
Agosto	26.881	258.547	33.058	230.728	120.684
Setembro	19.937	191.763	24.519	171.129	89.510
Outubro	20.903	201.054	25.707	179.421	93.847
Novembro	23.287	223.982	28.639	199.883	104.550
Dezembro	23.287	223.982	28.639	199.883	104.550

Fonte: Dados primários da empresa pesquisada.

Com base na descrição e com os dados do problema, um modelo matemático com o objetivo de minimizar os custos de distribuição foi formulado. A função objetivo está apresentada na equação 1, em que $x_{i,j}$ é a variável decisão, que representa a quantidade de peças transportada para a região “i”. Foi definido para as regiões Centro-Oeste, i

= 1; Nordeste, i = 2; Norte, i = 3; Sudeste, i = 4; e Sul, i = 5. O índice “j” identifica as transportadoras, por exemplo: transportadora 1, j = 1 e, assim, sucessivamente, até j = 24, sendo 24 a quantidade total de transportadoras que a empresa trabalha. O coeficiente das variáveis de decisão corresponde aos fretes unitários praticados pelas transportadoras em cada região.

$$\begin{aligned} \text{Minimizar Custo_total_de_transporte} = & -0.20x_{1,6} - 0.13x_{1,7} - 0.73x_{1,14} - 0.43x_{1,15} - \\ & 4.49x_{2,6} - 0.37x_{2,8} - 0.13x_{2,9} - 0.32x_{2,19} - 0.09x_{2,20} - 0.05x_{2,21} - 0.06x_{2,22} - \\ & 0.65x_{2,23} - 0.04x_{2,24} - 0.63x_{3,1} - 0.48x_{3,2} - 0.62x_{3,3} - 0.68x_{3,4} - 0.76x_{3,5} - 0.48x_{3,14} - \\ & 0.52x_{3,16} - 0.21x_{4,6} - 0.27x_{4,10} - 0.18x_{4,11} - 0.22x_{4,12} - 0.27x_{4,13} - 0.15x_{4,17} - \\ & 0.20x_{5,12} - 0.10x_{5,17} - 0.16x_{5,18}. \end{aligned} \quad (1)$$

Para que o modelo represente o problema da empresa e os resultados adequados à realidade da

organização, algumas restrições foram consideradas. A primeira está relacionada com a quantidade de peças envidas para cada região. Portanto, independente de quais transportadoras irão levar os produtos a soma total deve ser igual à demanda da região. Essa restrição está descrita nas equações 2, 3, 4, 5 e 6:

$$x_{1,6} + x_{1,7} + x_{1,14} + x_{1,15} = d1 \quad (2)$$

$$x_{2,6} + x_{2,8} + x_{2,9} + x_{2,19} + x_{2,20} + x_{2,21} + x_{2,22} + x_{2,23} + x_{2,24} = d2 \quad (3)$$

$$x_{3,1} + x_{3,2} + x_{3,3} + x_{3,4} + x_{3,5} + x_{3,14} + x_{3,16} = d3 \quad (4)$$



$$x_{4,6} + x_{4,10} + x_{4,11} + x_{4,12} + x_{4,13} + x_{4,17} = d4$$

(5)

$$x_{5,12} + x_{5,17} + x_{5,18} = d5$$

(6)

Outra restrição importante, considerada no modelo, diz respeito ao volume transportado. Esse valor deve estar numa faixa entre o estabelecido como mínimo pela transportadora, a fim de que esta aceite realizar a entrega, e o volume máximo definido pela empresa contratante, visando a evitar que uma única empresa seja responsável por toda uma região. O volume máximo a alocar a cada transportadora foi determinado como aproximadamente 33% da maior demanda mensal de cada região, baseado nos volumes do último ano mostrados na Tabela 2.

$$\begin{aligned} 9000 \geq x_{1,6} \geq 156; 9000 \geq x_{1,7} \geq 232; 9000 \geq x_{1,14} \geq 56; 9000 \geq x_{1,15} \geq \\ 96; 87000 \geq x_{2,6} \geq 7; 87000 \geq x_{2,8} \geq 88; 87000 \geq x_{2,9} \geq 249; 87000 \geq x_{2,19} \geq \\ 135; 87000 \geq x_{2,20} \geq 468; 87000 \geq x_{2,21} \geq 802; 87000 \geq x_{2,22} \geq 697; 87000 \geq \\ x_{2,23} \geq 66; 87000 \geq x_{2,24} \geq 1033; 11500 \geq x_{3,1} \geq 118; 11500 \geq x_{3,2} \geq 156; 11500 \geq \\ x_{3,3} \geq 121; 11500 \geq x_{3,4} \geq 111; 11500 \geq x_{3,5} \geq 98; 11500 \geq x_{3,14} \geq 148; 11500 \geq \\ x_{3,16} \geq 137; 77000 \geq x_{4,6} \geq 134; 77000 \geq x_{4,10} \geq 105; 77000 \geq x_{4,11} \geq 162; 77000 \geq \\ x_{4,12} \geq 135; 77000 \geq x_{4,13} \geq 109; 77000 \geq x_{4,17} \geq 198; 41000 \geq x_{5,12} \geq 99; 41000 \geq \\ x_{5,17} \geq 154; 41000 \geq x_{5,18} \geq 128. \end{aligned}$$

As restrições adicionais são restrições de não negatividades e números inteiros:

$$x_{i,j} \geq 0; i = 1, 2, \dots, 5; e j = 1, 2, \dots, 25$$

$$x_{i,j} = \text{números inteiros}; i = 1, 2, \dots, 5; e j = 1, 2, \dots, 25$$

Com o problema modelado, o mesmo foi implementado no *software* LINDO (Linear, Interactive, and Discrete Optimizer). A escolha por esse programa se deu em virtude de este ser uma ferramenta adequada, e de fácil aplicação, para a resolução do problema de programação

linear (GOMES JÚNIOR; SOUZA, 2004). Colin (2007) complementa que os programas que resolvem problemas deste tipo usam o algoritmo simplex com matrizes e vetores, por ser mais eficiente em cálculos computacionais, o que torna mais simples a obtenção da solução.

Os valores dos custos de transportes obtidos como resultados da solução computacional foram analisados e comparados com os valores praticados na empresa. A análise dos resultados permitiu avaliar as práticas atuais da contratação de transporte na empresa e orientar a definição de ações que permitem reduzir custos.

4 Análise e discussões dos resultados

As soluções indicando quais transportadoras seriam responsáveis pela distribuição das peças bem como os volumes a serem alocados em cada uma destas foram determinados para cada mês, obtendo-se o custo total de transporte por período. A Tabela 3 ilustra os resultados referentes ao mês de janeiro. Nesta, são apresentadas as regiões com suas transportadoras, os volumes, o custo por transportadora e o custo total calculado para o mês.

Estes valores foram comparados com os praticados no último ano e estão apresentados na Tabela 4, mostrando que a possibilidade de redução de custos é de cerca de 30%, ou R\$ 370 mil, ao longo de um ano.

Outra observação que merece destaque diz respeito à distribuição das quantidades de produtos para cada transportadora, as quais refletem diretamente as restrições de volume mínimo praticadas pelas contratadas e o volume máximo alocado a cada região por transportadora. Ao se comparar esses achados com o que é praticado pela empresa, torna-se perceptível que a

Tabela 3: Dados da solução do LINDO para demanda de janeiro

Região	Transportadora	Quantidade (peças)	Frete/Peças (R\$/peça)	Valor (R\$)
Centro-Oeste	06	2.673	0,20	530,09
	07	9.000	0,13	1.203,80
	14	56	0,73	41,05
	15	96	0,43	41,01
Nordeste	06	7	4,49	31,42
	08	88	0,37	33,99
	09	249	0,13	33,01
	19	135	0,32	43,00
	20	468	0,09	43,03
	21	25.028	0,05	1.341,44
	22	697	0,06	42,99
	23	66	0,65	42,86
Norte	01	118	0,63	74,88
	02	2.458	0,48	1.181,65
	03	121	0,62	75,01
	04	111	0,68	75,33
	05	98	0,76	74,73
	14	11.500	0,48	5.504,16
	16	137	0,52	71,13
	06	134	0,21	27,99
Sudeste	10	105	0,27	27,89
	11	24.017	0,18	4.292,41
	12	135	0,22	29,95
	13	109	0,27	29,86
	17	77.000	0,15	11.672,10
Sul	12	116	0,20	23,51
	17	41.000	0,10	4.252,03
	18	11.992	0,16	1.974,63
	Total de peças	294.714	Custo total	36.435,24

Fonte: Os autores.

Tabela 4: Comparação dos custos de transporte por período

Períodos	Custos de transporte mínimos (R\$)	Custos de transporte praticados (R\$)	Redução de custo (R\$)
Janeiro	36.435,24	57.947,11	21.511,87
Fevereiro	69.606,68	100.692,98	31.086,30
Março	69.784,23	100.884,87	31.100,64
Abril	55.456,31	83.995,80	28.539,49
Mai	73.957,46	105.525,28	31.567,82
Junho	79.747,73	111.955,54	32.207,81
Julho	82.564,38	115.084,05	32.519,67
Agosto	97.547,42	131.724,14	34.176,72
Setembro	66.910,52	97.699,02	30.788,50
Outubro	71.172,87	102.432,48	31.259,61
Novembro	81.691,48	114.114,12	32.422,64
Dezembro	81.691,48	114.114,12	32.422,64
TOTAL	866.565,80	1.236.169,49	369.603,69

Fonte: Os autores, incluindo dados primários da empresa pesquisada.

distribuição dos volumes entre as transportadoras era equilibrada entre as transportadoras para cada região. Com as restrições consideradas, até 90% da demanda pode ser concentrada em transportadoras que oferecem um frete mais atrativo, respeitando a quantidade mínima de frete das demais empresas que atendem a região. Esses resultados são mostrados na Tabela 5.

Os resultados do modelo mostraram que é possível realizar as mudanças sugeridas, minimizando os custos de transporte e possibilitando também efetuar uma alocação de produtos para as transportadoras, respeitando as restrições definidas pela empresa e obtendo uma significativa redução de custos.

No entanto, nesses achados, não se consideram outros aspectos que podem ser usados para orientar a alocação dos volumes às transportadoras, tais como desempenho dessas contratadas em relação ao serviço oferecido aos clientes, em termos de cumprimento dos prazos, qualidade do atendimento, informações fornecidas sobre a posição dos pedidos, etc. Aspectos tão importantes quanto os custos de transporte. A visão de pessoas de outros setores da empresa, assim como dos clientes, para definir as diretrizes da política de fretes a ser praticada, deve estar baseada em análises estruturadas que permitam à organização avaliar os resultados de forma sistêmica, sobretudo considerando o contexto atual do setor.

Tabela 5: Distribuição da demanda de produtos entre as transportadoras

Região	Transportadoras	Valor de frete por peça (R\$/peça)	Quantidade (peças)	
			Proposto	Realizado
Centro-Oeste	07	0,13	108.000	34.399
	06	0,2	100.662	84.581
	15	0,43	42.924	97.494
	14	0,73	672	35.784
Nordeste	24	0,04	1.044.000	613.464
	21	0,05	971.184	194.898
	22	0,06	398.966	653.575
	20	0,09	5.616	412.026
	09	0,13	2.988	116.194
	19	0,32	1.620	108.746
	08	0,37	1.056	222.006
	23	0,65	792	98.168
Norte	06	4,49	84	7.229
	02	0,48	126.453	34.399
	14	0,48	138.000	16.220
	16	0,52	40.403	34.527
	03	0,62	1.452	35.784
	01	0,63	1.416	84.581
	04	0,68	1.332	97.494
Sudeste	05	0,76	1.176	7.229
	17	0,15	924.000	359.850
	11	0,18	863.661	715.742
	06	0,21	373.462	762.541
	12	0,22	1.620	137.279
	10	0,27	1.260	114.535
Sul	13	0,27	1.308	75.366
	17	0,1	492.000	245.361
	18	0,16	457.849	395.845
	12	0,2	182.732	491.376

Fonte: Os autores.

5 Considerações finais

A indústria têxtil é um dos setores mais importantes para a economia global. Assim, para manterem-se competitivas nesse mercado, as empresas estão buscando otimizar os custos, em especial, os custos logísticos. O transporte representa uma parcela significativa de custos com grande possibilidade de redução, como mostrado

neste trabalho. A aplicação da Programação Linear para orientar a alocação dos volumes de cargas entre as diversas transportadoras que distribuem os produtos de uma empresa do setor têxtil permitiu apontar que reduções de custos da ordem de 30% podem ser obtidas. Esses resultados corroboram os achados de outras pesquisas e permitem afirmar que a aplicação da Programação Linear é um método eficaz no auxílio da gestão organizacional, contribuindo na otimização dos custos (MOREIRA, 2007; ANDRADE, 2004).

Além das possibilidades com redução dos gastos com fretes, o modelo indica uma solução que respeita as diretrizes definidas pela empresa, as quais estão representadas pelas restrições do modelo matemático. Com isso, a organização tem a possibilidade de manter o atual quadro de transportadoras, ao mesmo tempo em que garante o atendimento de seus clientes em períodos de alta demanda por transporte.

Como recomendações para futuras pesquisas, sugere-se a inclusão de outras variáveis no modelo que estejam relacionadas ao desempenho do serviço oferecido pelas transportadoras. Além disso, a análise conduzida neste trabalho é limitada à visão do contratante, ou embarcador, que visa a reduzir custos sem considerar o efeito das suas ações sobre os demais elementos da cadeia de suprimentos, em especial os clientes e os próprios transportadores. Uma abordagem da cadeia de suprimentos a fim

de analisar o efeito das decisões dos embarcadores sobre as transportadoras também merece destaque, tendo em vista que o setor de transporte é altamente concorrencial.

6 Referências

- ANDRADE, E. L. *Introdução à pesquisa operacional: métodos e modelos para a análise de decisão*. 3. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e científicos, 2004. 192 p.
- CAMPOS, A. J. C. *Metodologia para elaboração de sistema integrado de avaliação de desempenho logístico*. 2004. 310 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção)–Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.
- COLIN, E. C. *Pesquisa operacional: 170 aplicações em estratégia, finanças, logística, produção, marketing e vendas*. Rio de Janeiro: LTC, 2007. 501 p.
- CRESWELL, J. W. *Research design: qualitative & quantitative approaches*. London: Sage, 1994. 248 p.
- ERYURUK, S. H.; KALAOĞLU, F.; BASKAK, M. Logistics as a competitive strategy analysis of the clothing industry in terms of logistics. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, v. 19, n. 1 (84), p. 12-17, 2011.
- GOLDBARG, M. C.; LUNA, H. P. L. *Otimização combinatória e programação linear: modelos e algoritmos*. Rio de Janeiro: Campus, 2000.
- GOMES JÚNIOR, A. C.; SOUZA, M. J. F. *LINDO: manual de referência*. Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP, 2004.
- MILNITZ, D.; MARCHI, J. J.; SAMOHYL, R. W. Previsão de demanda: uma aplicação do método Holt Winters em uma indústria têxtil de grande porte. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ENEGEP. 31., 2011, Belo Horizonte-MG, outubro, 2011. *Anais...* Belo Horizonte-MG: Enegep, 2011.
- MOREIRA, D. A. *Pesquisa operacional: curso introdutório*. São Paulo: Thomson Learning, 2007. 356 p.
- TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. *Metodologia de pesquisa em engenharia de produção*. Itajubá: Universidade Federal de Itajubá – Unifei, 2009.
- ZENG, A. Z.; ROSSETTI, C. Developing a framework for evaluating the logistics costs in global sourcing processes: an implementation and insights. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, v. 33, n. 9, p. 785-803, 2003.

Recebido em 9 dez. 2015 / aprovado em 6 abr. 2016

Para referenciar este texto

MILNITZ, D.; LUNA, M. M. M. Alocação física de produtos em transportadoras por meio da aplicação da ferramenta de programação linear em uma empresa do setor têxtil. *Exacta – EP*, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 197-205, 2016.

