

Maximização da receita de uma empresa de confecção de uniformes industriais com a utilização da Programação Linear

Valéria Cristina Gonçalves (UTFPR) valeria.goncalves7@hotmail.com

Vanessa Cristina Slongo (UTFPR) vanessaslongo@alunos.utfpr.edu.br

Camila Cielo (UTFPR) camila_cielo@outlook.com

Alexandre Finkler Haas (UTFPR) alexandre.finkler.haas@gmail.com

Gabriela Fernandes Anversi (UTFPR) gabianversi@outlook.com

Resumo:

Este artigo possui como finalidade maximizar a receita de uma indústria de uniformes no município de Medianeira, que confecciona diferentes produtos. A coleta de dados foi realizada na forma de entrevista, levando em consideração os principais problemas relacionados aos custos de produção. A Pesquisa Operacional mostrou-se de grande importância na tomada de decisão, na qual, após análise de dados e construção de tabelas, foi possível modelar, definir restrições para o problema em questão e resolvê-lo através do software Microsoft Excel com Solver. Os resultados obtidos definiram quanto de cada produto deverá ser produzido para alcançar melhores índices lucrativos para a empresa, sendo de 500 unidades para calça, 500 unidades para camisa e 509 unidades para a blusa de moletom, tendo como solução ótima para maximização da receita mensal de R\$ 34.124,54 mil reais. Conclui-se que os resultados foram viáveis e satisfatórios, validando assim a modelagem utilizada.

Palavras chave: Pesquisa Operacional, Modelagem matemática, Solver.

Maximizing the revenue of a company manufacturing industrial uniforms using Linear Programming

Abstract

The article is available in the revenue of an industry of uniforms in the city of Medianera, that confeccion different products. Data collection was carried out in the form of interviews, taking into account the main problems related to production costs. The Operational Research was of great importance in which, after data analysis and the construction of tables, it was possible to model, define to solve the problem in question and solve it through Microsoft Excel software with Solver. The results achieved were 500 units for trousers, 500 units for shirt and 509 units for a company, as a solution to maximize monthly revenue R\$ 34,124.54 thousand. It was concluded that the results were feasible and satisfactory, thus validating a model used.

Key-words: Operational Research, Mathematical Modeling, Solver.

1. Introdução

Araújo (2002) caracteriza a indústria de confecção como um ramo industrial baseado no uso intensivo de mão-de-obra, cuja produção se desenvolveu com poucas inovações técnicas, limitada à máquina de costura industrial e ao trabalho manual, caracterizou-se desde seus primórdios pelo uso contínuo de diversas formas de trabalho subcontratado, principalmente do trabalho a domicílio.

De acordo com ele, a inovação tecnológica no setor de confecção é verificada principalmente nas etapas anteriores à costura, através da utilização dos sistemas CAD nas fases de design, modelagem, gradeamento e encaixe, e de equipamentos de controle numérico na fase do corte.

Segundo dados apresentados pela Associação Brasileira da indústria Têxtil e da confecção (ABIT), em 2015 o setor foi o segundo maior empregador da indústria de transformação, perdendo apenas para alimentos e bebidas, sendo cerca de 29 mil empresas formais e essas geram aproximadamente 1,5 milhão de vagas de empregos diretos.

De acordo com SEBRAE (2009), geralmente as atividades do segmento de confecção de uniformes não exigem elevado nível tecnológico, tornando as empresas do ramo dependentes de mão-de-obra de qualidade. Mesmo não havendo necessidade de qualificação específica, crescentemente busca-se uma margem de qualificação mínima para se trabalhar com máquinas cada vez mais sofisticadas, que permitem uma produção em maior escala e a redução de custos.

Atualmente há uma grande concorrência das indústrias por uma parcela do mercado. No entanto, para que o objetivo seja alcançado é indispensável à busca por novas alternativas de desenvolvimento da produção. Os resultados no Processo Produtivo definem a competitividade da empresa em relação ao custo e qualidade do produto (BIERMANN, 2007). Nesse contexto, a Pesquisa operacional vem para auxiliar na tomada de decisão para a redução de custos.

Segundo Arenales (2007) "a pesquisa operacional, em particular a programação matemática tratam de problemas de decisão, faz uso de modelos matemáticos que procuram o problema real". Através de métodos matemáticos a pesquisa operacional, busca encontrar a solução ótima ou quase-ótima buscando maximizar ou minimizar recursos, receitas, operações, etc.

A programação linear é uma das técnicas mais utilizadas para a tomada de decisões. Este método começou a ser desenvolvido para atender necessidades da segunda guerra mundial em alocar recursos escassos às várias operações militares e às atividades dentro de cada operação (LOESCH; HEIN, 2009).

O planejamento agregado da produção vai fazer a ligação entre a produção, e as decisões estratégicas da empresa (TUBINO, 2000). Neste artigo ele será aplicado com o principal objetivo de conciliar a capacidade de fornecimento de produção com a demanda de forma a maximizar o lucro, usando a Pesquisa Operacional (programação linear) afim de se obter um modelo próximo do ótimo que permita essa maximização dos lucros totais da empresa do ramo de confecção.

O objetivo geral do artigo é obter um modelo próximo do ótimo que permita a maximização da receita de uma empresa do ramo de confecção, contando com o auxílio da Pesquisa Operacional, mais especificamente o método de Programação Linear, para a resolução do problema.

2. Referencial Teórico

A pesquisa operacional (PO) surgiu durante a Segunda Guerra Mundial, na qual foi utilizada para resolver problemas táticos e estratégicos. Segundo a definição de Silva et al (2010), Pesquisa Operacional consiste na descrição de um sistema organizado com o auxílio de um modelo, e através da experimentação com o modelo, a descoberta da melhor maneira de operar o sistema, tendo como objetivo determinar as melhores condições de aproveitamento de recursos que estão sob restrições econômicas, materiais, de recursos humanos e a temporal.

A análise de um problema e a sua formulação dentro dos padrões da pesquisa operacional, deve desenvolver-se segundo seis fases: a definição do problema, a construção do modelo, a solução do modelo, a validação do modelo, a implementação dos resultados e a avaliação final (ANDRADE, 1998).

A Modelagem matemática é uma forma de representar a realidade através de equações, buscando simular a solução de problema práticos, da forma mais simples possível (COLIN, 2007). De acordo com Hillier e Lieberman (2010), modelagem matemática se define como uma forma de representar de maneira concisa problemas reais por meio de equações, o que possibilita a utilização de técnicas matemáticas e recursos computacionais, simplificando e destacando os dados mais relevantes.

Devido à grande aplicabilidade, um dos modelos matemáticos mais conhecidos e usados para resolver os problemas de Pesquisa Operacional é a Programação Linear, que certamente figura entre os avanços científicos mais importantes da segunda metade do século XX (BARBOSA, 1997).

Para Atamturk, et alli (2000), a Programação Linear (PL) é uma programação matemática em que a função-objetivo e as restrições assumem características lineares, tendo diversas aplicações no controle gerencial, no qual busca-se descobrir a melhor distribuição dos recursos, observando-se limitações impostas pelo processo produtivo ou pelo mercado, a fim de obter um valor ótimo do objetivo desejado.

Shamblin e Stevens Jr (1979) reforçam esta ideia dizendo que, a programação linear auxilia quando deseja-se designar um montante fixo de recursos que satisfaça certa demanda, de tal modo que alguma função-objetivo seja otimizada (maximizada ou minimizada) e ainda satisfaça a outras condições definidas.

Segundo Goldbarg e Luna (2005), são três os principais passos a serem seguidos quando da resolução de um problema de programação linear envolvendo otimização de padrões de produção: definição das variáveis de decisão, definição da função objetivo e definição das restrições do sistema em questão. As variáveis de decisão são as alternativas possíveis para a solução do problema de programação linear. A função objetivo é o passo onde “deve ser definido o objetivo básico do problema (...) com respeito à otimização a ser perseguida e as restrições que são uma série de limitações do sistema”.

Se os dados não forem estruturados, a solução procurada será feita por meio de análises qualitativas e julgamento da situação, ocorrendo dados estruturados e não estruturados, a aplicação da modelagem matemática deverá ser usada apenas nas partes quantificáveis. Já no caso da maioria dos dados ser estruturada, o processo de solução segue as etapas de: (I) Definição da situação-problema (II) Formulação de um modelo quantitativo (III) Resolução do modelo e encontro da melhor solução (IV) Consideração dos modelos imponderáveis (V) Implementação da solução (MOREIRA, 2013).

A Programação Linear pode ser descrita como na Equação 1 (LACHTERMACHER, 2002):

$$\begin{aligned} &\text{Otimizar} \quad z = f(x_1; x_2; x_3; \dots; x_n) \\ &\text{Sujeito à} \\ &\quad \left. \begin{aligned} &g_1(x_1; x_2; x_3; \dots; x_n) \\ &g_2(x_1; x_2; x_3; \dots; x_n) \\ &\vdots \\ &g_m(x_1; x_2; x_3; \dots; x_n) \end{aligned} \right\} \begin{aligned} &\leq b_1 \\ &= b_2 \\ &\vdots \\ &\geq b_m \end{aligned} \end{aligned} \quad (1)$$

Onde:

$$f(x_1; x_2; x_3; \dots; x_n) = c_1 x_1 + c_2 x_2 + c_3 x_3 + \dots + c_n x_n$$

$$g_i(x_1; x_2; x_3; \dots; x_n) = a_{i1} x_1 + a_{i2} x_2 + a_{i3} x_3 + \dots + a_{in} x_n, i = 1, \dots, m$$

N é o número de variáveis;

M é o número de restrições do problema;

I é o índice de uma determinada restrição (i = 1, 2 ... m);

J é o índice de uma determinada variável (j = 1, 2 ... n);

C_i é o coeficiente (constante) da variável x_i da função-objetivo;

A_{ij} é o coeficiente (constante) da variável x_j da j-ésima restrição.

O planejamento agregado da produção é responsável por fazer a ligação entre a produção e as decisões estratégicas da empresa, ou seja, sua função principal é conciliar a capacidade de fornecimento da produção, com a demanda de mercado, obtendo o menor custo possível, e atendendo os objetivos e as estratégias gerais da organização, combinando alternativas de custos, capacidades e estocagem, da melhor maneira possível (TUBINO, 2000).

Segundo Stevenson (2001) no planejamento agregado os produtos devem ser agregados em classes ou famílias, pois isto permite uma maior assertividade na previsão da demanda agregada em relação à previsão feita sobre itens específicos.

Para a solução de problemas de planejamento agregado da produção existem várias técnicas disponíveis na literatura (TECHAWIBOONWONG, 2002). Sendo que a escolha de uma técnica apropriada dependerá do grau de complexidade do modelo, podendo ser do tipo bem-estruturados ou mal estruturados, o primeiro tipo envolve os modelos mais rígidos em sua formulação matemática, porém as soluções geradas são precisas, já do tipo quantitativo mal estruturados são mais flexíveis na formulação do modelo, no entanto requerem heurísticas muitas vezes pouco precisas para solucionar o problema. Tais modelos representam uma gama significativa de problemas gerenciais, cuja solução envolve o emprego de técnicas de programação matemática, (MULA, 2006).

Tem-se hoje inúmeros ambientes computacionais orientados à solução de problemas de planejamento e sequenciamento da produção, a maioria dos quais baseados em algoritmos da programação matemática, sendo projetados para lidar com problemas de grande porte e requerendo altos investimentos em hardware e software. Porém, para atender empresas menores que convivem com problemas de menor escala e disponibilizam ferramentas não tão sofisticadas quanto estas, o uso de planilhas eletrônicas, associado ao conjunto de programas para análise e formulação de problemas, apresenta-se como alternativa de baixo custo e baixa

complexidade para solução de problemas gerenciais em pequenas empresas (EOM, KIM, 2006).

As planilhas eletrônicas são programas de computadores que possibilitam ao usuário realizar cálculos e dispor rapidamente de visualizações gráficas a partir de simples manipulações de listas (LACHTERMACHER, 2002). O grande atrativo destas planilhas é a facilidade de criar interfaces flexíveis para o usuário com um custo baixo (FERREIRA, 2007).

3. Material e Métodos

Esse trabalho utilizou dois métodos de pesquisa: o estudo de caso, para conhecer o fenômeno no contexto real de forma ampla e detalhada (YIN, 2001). No qual realizou-se uma coleta de dados na forma de entrevista com a proprietária abordando os principais problemas relacionados aos custos de produção, utilizou-se também a Programação Linear, que aborda quantitativamente o problema para assim obter soluções e controlar as variáveis gerenciais em estudo. Quanto a abordagem do problema, trata-se de uma pesquisa quantitativa, que segundo Kauark, Manhães e Medeiros (2010) é a pesquisa que considera o que pode ser quantificável.

A empresa estudada localiza-se na cidade de Medianeira (PR) e atua no ramo de uniformes industriais, com a fabricação de diversos produtos, porém para o estudo foram selecionados apenas as calças, camisas e moletom, produtos com maior demanda no mercado. Para a solução do problema abordado no artigo foi utilizado o software Microsoft Excel com Solver

4. Resultados

4.1 Estruturação do Modelo

O modelo matemático de programação linear é composto de uma função objetivo linear, e de restrições técnicas representadas por um grupo de inequações também lineares (SILVA, 2010).

Em contato com a empresa obteve-se acesso ao banco de dados, o que possibilitou identificar que a mesma possui três produtos com uma maior demanda, sendo eles a calça de brim branca, a camisa de brim branca e a blusa de moletom flanelado branca. Para estabelecer o preço de venda de cada um dos itens, utilizou-se dados de três meses sobre o custo de produção de cada item, impostos, custos com transporte e custos gerais da produção, realizou-se uma média como esses dados e obteve-se os valores para cada produto, considerando um lucro de 20% como mostra a Tabela 1.

Custos	Camisa	Calça	Moletom
Matérias-primas transferidas para produção	R\$ 11,00	R\$ 12,00	R\$ 15,00
Materiais de Embalagem transferidos para produção	R\$ 0,05	R\$ 0,05	R\$ 0,05
Custo da Mão de Obra da Produção apurada no mês	R\$ 3,00	R\$ 2,50	R\$ 2,50
Gastos Gerais de Produção apurados no mês	R\$ 1,00	R\$ 1,00	R\$ 1,00
Gasto com frete e transporte	R\$ 0,50	R\$ 0,50	R\$ 0,50
Impostos	7,64%	7,64%	7,64%
Total do custo de produção	R\$ 17,98	R\$ 18,51	R\$ 18,24
Porcentagem de lucro	20%	20%	20%
Preço de venda	20,8	21,7	25,61

Fonte: Os autores (2018)

Tabela 1 – Custos de produção e preço de venda de cada produto em estudo

A empresa possui uma demanda mensal de 500 unidades de camisa, 500 de calças e 500 de blusas de moletoms. O processo de produção dos 3 itens dá-se início no corte do tecido, segue no processo de costura de passa por controle qualidade e segue para embalagem onde a peça é dobrada e embalada. A Tabela 2 mostra o tempo de produção de cada item e em cada um dos processos, sendo que a empresa opera 8 horas/dia e considera 22 dias um mês.

Processo	Camisa	Calça	Moletom	Total de minutos trabalhados em um mês
Corte do tecido	5 min	5 min	5 min	10560 min
Costura	7 min	7 min	7 min	10560 min
Controle de qualidade	2 min	2 min	2 min	5280 min
Embalagem	3 min	3 min	3 min	5280 min

Fonte: Os autores (2018)

Tabela 2 – Tempos de produção

O objetivo deste problema é obter a quantidade que a empresa deve produzir de cada um dos produtos para maximizar a receita. A quantidade a ser maximizada é descrita como uma função matemática das variáveis de decisão. As relações entre as variáveis são formalizadas através de restrições ao problema expressas como equações e/ou inequações matemáticas (LACHTERMACHER, 2009).

4.2. Modelo

O método científico de programação linear começa com a definição do problema a mais precisa possível, na qual devem ser destacados os objetivos procurados, as características de interligação entre as diferentes variáveis existentes e as restrições do sistema (ELLENRIEDER, 1971).

O objetivo desta empresa é de maximizar o lucro na produção mensal dos produtos com base nos dados do problema que estão na Tabela 1 e Tabela 2 monta-se a modelagem matemática a seguir:

Primeiramente é necessário formular a modelagem do problema em questão e para isso ser possível precisa-se definir as variáveis.

Declaração de variáveis

x_1 = quantidade de camisas produzidas em um mês

x_2 = quantidade de calças produzidas em um mês

x_3 = quantidade de camisas de moletom produzidas em um mês

Após a declaração das variáveis seguimos com a função objetiva, na qual consideramos os custos de produção de cada produto, pois iremos minimiza-los.

Função Objetivo

$$\text{Maximização } Z = 20,80 x_1 + 21,40 x_2 + 25,61 x_3$$

Com a função já estabelecida, utilizamos a Tabela 2 com os tempos de produção de cada produto, sendo as restrições que envolvem o problema em questão que será os processos sequenciais de corte do tecido, costura, controle de qualidade e embalagem e as demandas de cada produto.

Sujeito as seguintes restrições:

$5x_1 + 5x_2 + 5x_3 \leq 10560$	corte do tecido
$7x_1 + 7x_2 + 7x_3 \leq 10560$	costura
$3x_1 + 3x_2 + 3x_3 \leq 5860$	controle de qualidade
$2x_1 + 2x_2 + 2x_3 \leq 5860$	embalagem
$x_1 \geq 500$	demanda
$x_2 \geq 500$	demanda
$x_3 \geq 500$	demanda
$x_1, x_2, x_3 \geq 0$	

4.3 Solução do problema

Para solucionar esse problema de PL utilizando a ferramenta Solver do Excel, primeiramente designou-se uma célula para representar a função objetivo, e as variáveis de decisão, ou seja, as restrições. A Figura 1 mostra o problema em questão já designado as células necessária para realizar a solução.

	A	B	C	D	E	F	G
1	UNIFORMES INDUSTRIAIS						
2							
3	Função	Coefficiente da variável					
4	Objetivo	x1	x2	x3			
5		20,8	21,4	25,61			
6		Coefficiente da variável					
7	Solução ótima	x1	x2	x3	Z		
8					0,00		
9		x1	x2	x3			
10	Restrições	Coefficiente da variável					
11	n°	x1	x2	x3	LE		LD
12	1	5	5	5	0	≤	10560
13	2	7	7	7	0	≤	10560
14	3	2	2	2	0	≤	5280
15	4	3	3	3	0	≤	5280
16	5	1			0	≥	500
17	6		1		0	≥	500
18	7			1	0	≥	500

Figura 1 - Modelagem do problema no Excel

Fonte: Os autores (2018)

Após a designação das células é necessário inserir uma série de parâmetros no problema de PL, tais como todos os coeficientes das restrições e da função objetivo.

O próximo passo foi classificar as células que representam a função objetivo, as variáveis de decisão e as restrições do modelo. Na sequência foi definido se o problema será maximizado ou minimizado, para este problema será maximizado a função objetivo.

Na próxima linha tem-se campo denominado "Células Variáveis". Neste campo inseriu-se as células que representam as variáveis de decisão. Uma vez inserido o modelo e suas características, o problema foi efetivamente solucionado. Os resultados obtidos estão ilustrados na Figura 2.

	A	B	C	D	E	F	G
1	UNIFORMES INDUSTRIAIS						
2							
3	Função	Coeficiente da variável					
4	Objetivo	x1	x2	x3			
5		20,8	21,4	25,61			
6		Coeficiente da variável					
7	Solução ótima	x1	x2	x3	Z		
8		500	500	509	34124,51		
9		x1	x2	x3			
10	Restrições	Coeficiente da variável					
11	nº	x1	x2	x3	LE		LD
12	1	5	5	5	7543	≤	10560
13	2	7	7	7	10560	≤	10560
14	3	2	2	2	3017	≤	5280
15	4	3	3	3	4526	≤	5280
16	5	1			500	≥	500
17	6		1		500	≥	500
18	7			1	509	≥	500

Figura 2 - Planilha com os resultados obtidos
Fonte: Os autores (2018)

Ao observar a Figura 8, a quantidade ótima em que cada produto deve ser produzido para que a empresa obtenha uma receita máxima foi de: $x_1=500$ unidades para as camisas de brim branca, $x_2=500$ unidades para as calças de brim brancas, e $x_3=509$ unidades para as blusas de moletoms, considerando essas quantidades produzidas em um mês de trabalho de empresa tem-se como resultado a solução ótima de R\$ 34.124,54 mil reais de receita máxima mensal, levando em consideração as limitações da empresa.

6. Conclusões

Este artigo ressalta a importância da Pesquisa Operacional que vem sendo desenvolvido para auxiliar administradores na tarefa de produzir planos ótimos agregados de produção, desenvolvido de forma objetiva e apresentando aspectos de modelagem e implementação de um ambiente de apoio à decisão.

O método utilizado neste trabalho pode ser empregado como ferramenta de auxílio na determinação das quantidades produzidas visando a maximização da receita, assim identifica-se que o ganho mensal que poderia ser obtido com o uso da Programação Linear é de R\$ 34124,54 e a quantidade necessária a ser produzida de cada um dos produtos analisado para alcançar esse valor, sendo de 500 unidades para calça, 500 unidades para camisa e 509 unidades para a blusa de moletom.

Entretanto, para fins gerenciais torna-se importante analisar os sistemas produtivos e suas restrições através da Pesquisa Operacional resultando na determinação de parâmetros de produção, como quantidade produzida, eficiência, e horas trabalhadas, parâmetros estes que quando definidos inadequadamente podem acarretar em resultados indesejados.

Referências

- ANDRADE, Eduardo Leopoldino.** *Introdução à pesquisa operacional*. Rio de Janeiro: LTC, 1998.
- ARAÚJO, Angela Maria Carneiro.** *Redes de subcontratação e trabalho a domicílio na indústria de confecção: um estudo na região de Campinas*. Cadernos Pagu, n. 17-18, p. 267-310, 2002 Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cpa/n17-18/n17a10.pdf>>. Acesso em: 05 abr. 2018.
- ARENALES, Marcos et al.** *Pesquisa operacional*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA TÊXTIL E CONFECÇÃO;** *Perfil do Setor*, 2017. Disponível em <<http://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor>>. Acessado em 5 de novembro de 2017.
- ATAMTURK, A.; at. Alli.** *A relational modeling system for linear and integer programming*. Operations Research. v. 48. n. 6. 2002.
- BARBOSA, Paulo S.F.** *Modelos de programação linear em recursos hídricos*, in: *Técnicas quantitativas para o gerenciamento recursos hídricos*. Organizado por Rubem La Laina Porto. Porto Alegre: ABRH, 1997.
- BIERMANN, M. J. E.** *Gestão do processo produtivo*. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 2007.
- COLIN, E. C.** *Pesquisa Operacional: 170 Aplicações em Estratégia, Finanças, Logística, Produção, Marketing e Vendas*. Rio De Janeiro. LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda., 2007.
- ELLENRIEDER, A.** *Pesquisa operacional*. Rio de Janeiro: Almeida Neves Editores Ltda., 1971
- EOM, S.; KIM, E.** *A survey of decision support system applications*, Journal of the Operational Research Society, v. 57, n. 11, 2006.
- FERREIRA, J. Â.** *Custos Industriais: uma ênfase geral*. São Paulo: Editora STS, 2007.
- GOLDBARG, Marco Cesar e LUNA, Henrique Paccal.** *Otimização combinatória e programação linear: modelos e algoritmos*. 2.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.
- HILLIER, F.; GERALD, J. L.** *Introdução à Pesquisa Operacional*; tradução: Ariovaldo Griesse. 8. ed. Porto Alegre: AMGH, 2010.
- KAUARK, F. da S.; MANHÃES, F. C.; MEDEIROS, C. H.** *Metologia da Pesquisa: Um guia prático*. Itabuna: Vía Litterarum, 2010. 88 p.
- LACHTERMACHER, Gerson.** *Pesquisa operacional na tomada de decisões*. Rio de Janeiro: Campus, 2002.
- LACHTERMACHER, G.** *Pesquisa operacional na tomada de decisões*. 4 eds. Rio de Janeiro: Campus, 2009.
- LOESCH, C.; HEIN, N.** *Pesquisa operacional: fundamentos e modelos*. São Paulo: Saraiva, 2009.

MOREIRA, D. A. *Pesquisa Operacional: Curso Introdutório*. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013. 356 p.

MULA, J.; POLERA, R.; GARCÍA-SABATERA, J. P.; LARIO, F. C. Models for production planning under uncertainty: A review, *International Journal of Production Economics*, v. 103, n. 1, 2006.

SEBRAE. *Como montar uma confecção de uniformes profissionais*. 2009. Disponível em: < <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/como-montar-uma-confeccao-de-uniformes-profissionais,bf787a51b9105410VgnVCM1000003b74010aRCRD> >. Acesso em: 05 abr. 2018.

SHAMBLIN, J. E. & STEVENS JR, G.T. *Pesquisa Operacional – Uma Abordagem Básica*; editora Atlas, São Paulo/SP;1979.

SILVA, Ermes Medeiros da, SILVA, Elio Medeiros da, GONCALVES, Valter. *Pesquisa operacional: programação linear, simulação*. 3. ed. São Paulo: Atlas,2010.

STEVENSON, W. J. *Administração de Operações de Produção*. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

TECHAWIBOONWONG, A.; YENRADEE, P. *Aggregate production planning using spreadsheet solver: model and case study*, ScienceAsia, 2002.

TUBINO, D. F. *Manual de Planejamento e Controle da Produção*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

YIN, R. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. Porto Alegre: Bookman, 2001.