

**DEFINIÇÃO DE UM MIX DE PRODUÇÃO ATRAVÉS DA
PROGRAMAÇÃO LINEAR PARA UMA EMPRESA DE
REFRIGERAÇÃO DA CIDADE DE ITAJUBÁ-MG**

**DEFINITION OF A PRODUCTION MIX THROUGH THE LINEAR
PROGRAMMING FOR A REFRIGERATION COMPANY OF THE
CITY OF ITAJUBÁ-MG**

Maria T. C. Vieira¹

Fernanda C. C. Cortez¹

Flavia A. de Souza¹

¹ Centro Universitário de Itajubá (FEPI)

Resumo

A Pesquisa Operacional (PO) é uma ferramenta de tomada de decisão importante devido a sua forma racional de proceder. Além de inúmeras aplicações, a PO pode auxiliar empresas na definição de um plano mais eficaz de produção e/ou prestação de serviços, o que refletirá em ganhos financeiros para a organização. Sendo assim, o objetivo desse artigo é definir um mix de produção para uma pequena empresa de Minas Gerais, bem como ressaltar a importância da PO para a tomada de decisão, utilizando o suplemento Solver. Para isso, foram coletados dados como: o número de horas de trabalho, o número de consertos de cada produto/serviço num período de seis meses, a receita total para cada um nesse período, bem como a receita unitária desses itens e as demandas máximas para a estruturação do modelo matemático. Com a resolução do modelo, identificou-se uma receita de mais de R\$ 12.000,00, o que corresponde a quase 40% a mais da receita atual da empresa. Os resultados também sugerem a descontinuação de alguns produtos/serviços, além de uma sobra de mão de obra, forçando a reavaliação de algumas questões pela empresa, bem como ajuste da sua estratégia e atuação no mercado.

Palavras-Chave: *Pesquisa Operacional; Maximização; Programação Linear; Tomada de Decisão; Gestão Organizacional.*

Abstract

Operational Research (PO) is a very important decision-making tool due to its rational way of proceeding. In addition to numerous applications, the PO can assist companies in defining a more efficient production and / or service delivery plan, which will reflect financial gains for the organization. Therefore, the objective of this article is to define a production mix for a small company in Minas Gerais, as well as to emphasize the importance of PO for decision making using the Solver supplement. For this, data were collected such as: the number of hours of work, the number of repairs of each product / service in a period of six months, the total revenue for each one in that period, as well as the unit revenue of these items and the maximum demands for the structuring of the mathematical model. With the resolution of the model, a revenue of more than R \$ 12,000.00 was identified, which corresponds to almost 40% more of the current revenue of the company. The results also suggest the discontinuation of some products / services, in addition to a labor surplus, forcing the reassessment of some questions by the company, as well as adjustment of its strategy and market action.

Keywords: *Operational Research; Maximization; Linear Programming; Decision Making; Organizational Management.*

1. Introdução

Segundo Cury (2000), a transformação da estrutura organizacional é um processo complexo, pois exige manuseio adequado de diversos aspectos ligados ao ambiente de trabalho, envolvendo problemas estratégicos, operacionais, e até mesmo questões culturais da organização.

Para um controle de produção efetivo é importante que o sistema de planejamento da empresa funcione, pois é dele que se originam as informações que alimentam todo processo. Acredita-se que a utilização da pesquisa operacional, bem como a aplicação de seus inúmeros conceitos na organização, auxilia as empresas no controle de produção, uma vez que essa ferramenta também apoia os líderes no processo de tomada de decisão.

Para Hillier e Lieberman (2013) a pesquisa operacional (PO) utiliza um ponto de vista organizacional, cujo objetivo é solucionar conflitos de interesses e buscar a melhor solução para a organização como um todo. Para isso, a PO indica o melhor caminho a percorrer, através da otimização.

Sendo assim, o presente artigo tem como objetivo definir o melhor *mix* de produção para uma empresa de refrigeração localizada na cidade de Itajubá, Sul de Minas Gerais, através da utilização do *Solver* para a identificação de um plano de produção/prestação de serviço mais eficaz. Outro objetivo é demonstrar a importância da gestão organizacional, por meio da tomada de decisão acertada, o que refletirá positivamente no posicionamento da empresa frente ao mercado, e por conseguinte, numa maior competitividade.

Para isso, o trabalho foi dividido em quatro seções. Inicialmente é apresentada a fundamentação teórica com os principais conceitos correlatos ao tema do trabalho. Posteriormente, são apresentados o objeto de estudo e a metodologia. Mais adiante, encontram-se os dados da empresa utilizados na análise, além dos resultados obtidos a partir da formulação e resolução do problema por meio do *Solver*. Finalmente, o artigo traz as principais conclusões, além de propostas para o desenvolvimento de outros trabalhos.

2. Fundamentação teórica

Pesquisa operacional

A Pesquisa Operacional (PO), termo definido em 1938, foi utilizada inicialmente na Segunda Guerra Mundial, com o propósito de apoiar os serviços militares. Essa ciência, aplicada a diversas áreas, trabalha com problemas e tomada de decisões e apoia empresas na condução e na coordenação de operações organizacionais. (MOREIRA, 2013)

Para Andrade, (2015) uma característica importante da pesquisa operacional é a utilização de modelos, os quais permitem a experimentação. Através desse processo, a tomada de decisão pode ser melhor avaliada e testada antes da implementação. A economia de recursos e a experiência obtida com a experimentação justificam a utilização da PO como instrumento de gerência.

Para a solução de um problema, Moreira (2013) acredita que é essencial a sua formulação, assim como a observação, análise do contexto e das variáveis que o cercam.

A Figura 1 exprime os principais passos para solucionar um problema através da Pesquisa Operacional.

Figura 1 – Passos para execução da programação linear



Fonte: Adaptado de Belfiore e Fávero (2013)

Programação linear

A programação linear, seguindo as considerações de Hillier e Lieberman (2013), resume-se no planejamento de atividades, cuja finalidade é analisar todas as soluções possíveis de uma determinada situação, além de indicar a solução considerada ótima, por meio do modelo matemático de funções lineares.

Segundo os mesmos autores, o modelo matemático deve ter uma função, a qual determinará a maximização ou minimização do objetivo (função objetivo). Esse mesmo modelo precisa trazer também, as variáveis denominadas de “variáveis de decisão”, bem como as equações ou inequações, as quais estabelecem os limites do problema, denominados de “restrições”.

Gestão organizacional e tomada de decisão

A função da gestão organizacional é conduzir pessoas e processos de maneira competente, promovendo melhorias, por meio de um ambiente colaborativo e propício ao autodesenvolvimento. É a gestão organizacional, a responsável por definir estratégias efetivas e assertivas para o crescimento e expansão dos resultados da organização. Essas estratégias devem estar alinhadas à missão e às políticas da empresa.

A utilização de planejamento estratégico para as organizações é outra ferramenta que apoia empresas no controle e gestão, e segundo Fischmann e Almeida (2011), está diretamente relacionada ao seu processo de atuação no mercado. O planejamento estratégico tem o propósito de analisar o ambiente competitivo, explorando seus pontos fortes diante das oportunidades que se apresentam, impedindo, ou restringindo que as ameaças influenciem negativamente o negócio.

3. Metodologia

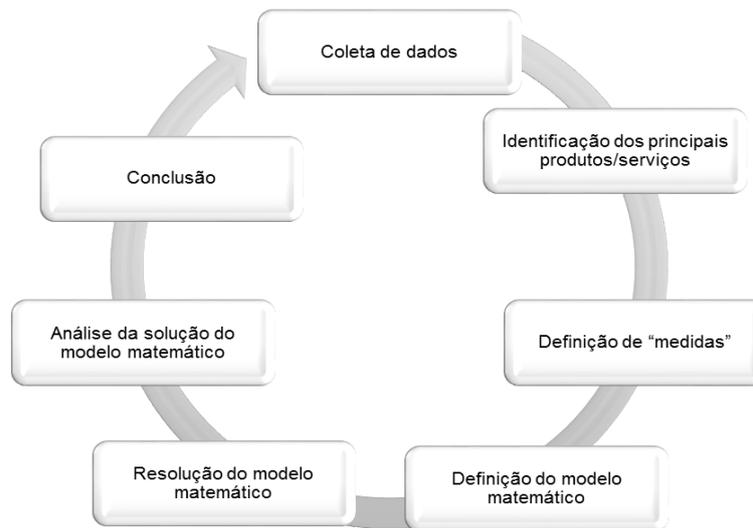
Método de pesquisa

O processo de metodologia, seguindo Thiollent (2011), serve como “bússola” no processo de investigação, coleta de dados, seleção alternativas, decisão e conceitos em geral.

A metodologia utilizada para esse trabalho consistiu numa primeira etapa, em uma revisão bibliográfica, cuja finalidade, segundo Gil (2002), é apresentar e discutir conceitos e teorias propostas por autores reconhecidos pela análise da temática do estudo.

Numa segunda etapa, a metodologia utilizada foi o estudo de caso. Esse método, de acordo com Yin (2001), caracteriza-se como um processo de investigação que avalia e/ou observa um fenômeno atual. Para isso, foi feita uma análise junto à base de dados existente na empresa, objeto desse estudo. Os passos para esse estudo estão descritos na Figura 2.

Figura 2 – Passos para a realização do estudo



Fonte: Elaborado pelas autoras

Objeto de estudo

O objeto de estudo deste trabalho é uma empresa de pequeno porte, situada na cidade de Itajubá-MG. Ela atua no mercado de refrigeração há três anos, e dentre os principais produtos/serviços estão: assistências em geral, manutenções preventivas e corretivas em equipamentos de linha branca, eletroeletrônicos, condicionadores de ar, além de manutenções em tanques de leite, instalações elétricas, bem como cópias de chaves.

4. Aplicação e resultados

Coleta e levantamento de dados

Foram levantados dados relativos ao último semestre de 2016, bem como identificadas todas as atividades da empresa quanto aos consertos de equipamentos e prestação de serviços para os diversos clientes que a organização atende, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Total de consertos realizados no primeiro semestre de 2016

<i>Descrição do Prod./serviço</i>	<i>Número de consertos</i>						<i>Total</i>
	<i>Janeiro</i>	<i>Fevereiro</i>	<i>Março</i>	<i>Abril</i>	<i>Maió</i>	<i>Junho</i>	
Ar condicionado	26	22	33	23	33	32	169
Batedeira	2	0	0	0	0	0	2
Bebedouro	0	1	2	3	2	0	8
Cópia de chave	38	21	38	35	48	63	243
Ferro elétrico	4	0	0	0	0	0	4
<i>Freezer</i>	6	3	3	4	2	3	21
Furadeira	3	0	0	0	0	0	3
Geladeira	5	4	5	4	6	3	27
Instalação Elétrica	3	0	0	0	1	1	5
Liquidificador	0	0	0	0	0	1	1
Máquina de lavar	14	5	7	9	5	7	47
Microondas	2	3	0	1	0	0	6
Secador	1	0	0	0	0	0	1
Tanque de leite	2	4	3	3	3	3	18
Tanquinho	7	2	1	1	1	1	13

Fonte: Autoria própria (2016)

A Tabela 2 apresenta as informações como: tempo de mão de obra aplicada para o reparo de cada produto ou serviço, receita total do semestre.

Tabela 2 – Receita do total semestre por produto

<i>Descrição do produto</i>	<i>Tempo de mão de obra (horas)</i>	<i>Receita total (R\$)</i>
Ar condicionado	1,50	15.200,00
Batedeira	0,67	90,00
Bebedouro	1,5	1364,00
Cópia de chave	0,08	2.028,00
Ferro elétrico	0,67	68,00
<i>Freezer</i>	5,00	6.910,00
Furadeira	0,67	85,00
Geladeira	4,00	5.160,00
Instalação elétrica	3,00	690,00
Liquidificador	0,67	50,00
Máquina de lavar	4,00	8.645,00
Microondas	1,50	690,00
Secador	0,67	50,00
Tanque de leite	6,00	11.070,00
Tanquinho	1,50	745,00

Fonte: Autoria própria (2016)

Além dos dados anteriores, identificou-se também, a disponibilidade de mão de obra, bem como a demanda máxima. Esta consiste no maior número de consertos realizados durante o período de seis meses. Essas informações estão expressas nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3 – Disponibilidade de mão de obra no mês

<i>Número de técnicos</i>	<i>Total de horas (por dia)</i>	<i>Total de horas (mês)</i>
Técnico 1	8 horas	220 horas
Técnico 2	8 horas	220 horas
Disponibilidade total de mão de obra		440 horas

Fonte: Autoria própria (2016)

Tabela 4 – Demanda para conserto

<i>Item</i>	<i>Demanda máxima (≲)</i>
Ar condicionado	33
Batedeira	2
Bebedouro	3
Chave	63
Ferro elétrico	4
Freezer	6
Furadeira	3
Geladeira	6
Instalação elétrica	3
Liquidificador	1
Máquina de lavar	14
Microondas	3
Secador	1
Tanque de leite	4
Tanquinho	7

Fonte: Autoria própria (2016)

Por fim, foi identificada a receita média unitária de cada produto, conforme a Tabela 5. A receita unitária foi calculada a partir da receita total dividida pela quantidade de consertos obtidos durante o período de seis meses.

Tabela 5 – Receita unitária

<i>Produto</i>	<i>Receita unitária</i>
Ar condicionado	89,94
Batedeira	45,00
Bebedouro	170,50
Cópia de chave	8,35
Ferro elétrico	17,00
Freezer	329,05
Furadeira	28,33
Geladeira	191,11
Instalação elétrica	138,00
Liquidificador	50,00
Máquina de lavar	183,94
Microondas	115,00
Secador	50,00
Tanque de leite	615,00
Tanquinho	57,31

Fonte: Autoria própria (2016)

Formulação matemática

As variáveis de decisão definidas para esse cenário foram:

X1 = Ar condicionado

X2 = Batedeira

X3 = Bebedouro

X4 = Cópia de chave

X5 = Ferro elétrico

X6 = Freezer

X7 = Furadeira

X8 = Geladeira

X9 = Instalação elétrica

X10 = Liquidificador

X11 = Máquina de lavar

X12 = Microondas

X13 = Secador

X14 = Tanque de leite

X15 = Tanquinho

Para o estabelecimento da função objetivo (FO) levou-se em consideração a receita unitária, calculada anteriormente, para os quinze equipamentos/serviços apresentados acima.

A seguir, encontra-se a função.

$$\mathbf{Max Z} = 89,94X_1 + 45,00X_2 + 170,50X_3 + 8,35X_4 + 17,00X_5 + 329,05X_6 + 28,33X_7 + 191,11X_8 + 138,00X_9 + 50,00X_{10} + 183,94X_{11} + 115,00X_{12} + 50,00X_{13} + 615,00X_{14} + 57,31X_{15}$$

As restrições do problema estão relacionadas à disponibilidade de horas de mão-de-obra e demanda máxima de consertos para cada produto/serviço. Para essa formulação, a matéria prima foi considerada um recurso ilimitado. Abaixo, seguem as principais restrições.

Restrição Tempo de mão de obra:

$$1,50X_1 + 0,67X_2 + 1,50X_3 + 0,08X_4 + 0,67X_5 + 5,00X_6 + 0,67X_7 + 4,00X_8 + 3,00X_9 + 0,67X_{10} + 4,00X_{11} + 1,50X_{12} + 0,67X_{13} + 6,00X_{14} + 1,50X_{15} \leq 440$$

Restrição da demanda de X1: $X_1 \leq 33$

Restrição da demanda de X2: $X_2 \leq 2$

Restrição da demanda de X3: $X_3 \leq 3$

Restrição da demanda de X4: $X_4 \leq 63$

Restrição da demanda de X5: $X_5 \leq 4$

Restrição da demanda de X6: $X_6 \leq 6$

Restrição da demanda de X7: $X_7 \leq 3$

Restrição da demanda de X8: $X_8 \leq 6$

Restrição da demanda de X9: $X_9 \leq 3$

Restrição da demanda de X10: $X_{10} \leq 1$

Restrição da demanda de X11: $X_{11} \leq 14$

Restrição da demanda de X12: $X_{12} \leq 3$

Restrição da demanda de X13: $X_{13} \leq 1$

Restrição da demanda de X14: $X_{14} \leq 4$

Restrição da demanda de X15: X15 ≤ 7

Como demandas adicionais, tem-se:

X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8, X9, X10, X11, X12, X13, X14, X15 ≥ 0.

Resultados

Com a inserção da formulação matemática no *Solver*, realizou-se a resolução do problema. Dessa solução, obteve-se o seguinte resultado, expressado pelo Quadro 1.

Quadro 1: Resultados do cálculo

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15
MAXIMIZAR	89,94	45,00	170,50	8,35	17,00	329,05	28,33	191,11	138,00	50,00	183,94	115,00	50,00	615,00	57,31

RESTRICÇÕES															
TEMPO DE MO	1,50	0,67	1,50	0,08	0,67	5,00	0,67	4,00	3,00	0,67	4,00	1,50	0,67	6,00	1,50
Ar condicionado	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Batedeira	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bebedouro	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cópia de chave	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ferro elétrico	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Freezer	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Furadeira	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Geladeira	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Instalação elétrica	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Liquidificador	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Máquina de lavar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Microondas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Secador	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Tanque de leite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Tanquinho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

RESUMO	SINAL	LIMITE
190,917	<=	440
33	<=	33,00
2	<=	2,00
3	<=	3,00
63	<=	63,00
4	<=	4,00
6	<=	6,00
3	<=	3,00
0	<=	6,00
0	<=	3,00
0	<=	1,00
14	<=	14,00
3	<=	3,00
1	<=	1,00
4	<=	4,00
7	<=	7,00

SOLUÇÃO	33	2	3	63	4	6	3	0	0	0	14	3	1	4	7
RECEITA	12.054,19														

Fonte: Autoria própria (2016)

Percebe-se pela planilha acima que a o melhor *mix* de produção que maximiza a receita em mais de R\$ 12.000,00, descarta do portfólio de produtos/serviços: a geladeira, a instalação elétrica e o liquidificador, pois seus valores no campo “solução” são iguais a zero.

O valor da receita, baseada nesse *mix* ideal é aproximadamente 40% maior do que a receita mensal da empresa. Em seis meses, analisando a Tabela 2 a receita total foi de R\$ 52.845,00. Com os resultados dessa formulação, a receita máxima para um mês corresponde a quase 23% da receita no semestre. Dessa forma, se a empresa mantivesse uma receita próxima a esse valor do *Solver*, no final do período ela teria uma receita total de R\$ 72.325,00.

Seguindo as informações do relatório de resposta, conforme Figura 4, vê-se que no campo “margem de atraso”, o recurso horas de mão de obra é abundante, pois há uma sobra de 249 horas.

Do mesmo relatório, identifica-se também que os produtos/serviços: geladeira, instalação elétrica e liquidificador, não terão suas demandas totalmente atendidas pela empresa. Isso significa que dez clientes no total não poderão usufruir dos serviços da empresa para esses tipos de equipamentos. Essas informações estão expressas na figura abaixo, em “restrições”, linhas \$R\$13, \$R\$14 e \$R\$15.

Figura 4: Relatório de resposta

Célula do Objetivo (Máx.)					
Célula	Nome	Valor Original	Valor Final		
\$S\$23	RECEITA <=	0,00	12.054,19		

Células Variáveis					
Célula	Nome	Valor Original	Valor Final	Número	Inteiro
\$B\$23	SOLUÇÃO X1	0	33	Conting.	
\$C\$23	SOLUÇÃO X2	0	2	Conting.	
\$D\$23	SOLUÇÃO X3	0	3	Conting.	
\$E\$23	SOLUÇÃO X4	0	63	Conting.	
\$F\$23	SOLUÇÃO X5	0	4	Conting.	
\$G\$23	SOLUÇÃO X6	0	6	Conting.	
\$H\$23	SOLUÇÃO X7	0	3	Conting.	
\$I\$23	SOLUÇÃO X8	0	0	Conting.	
\$J\$23	SOLUÇÃO X9	0	0	Conting.	
\$K\$23	SOLUÇÃO X10	0	0	Conting.	
\$L\$23	SOLUÇÃO X11	0	14	Conting.	
\$M\$23	SOLUÇÃO X12	0	3	Conting.	
\$N\$23	SOLUÇÃO X13	0	1	Conting.	
\$O\$23	SOLUÇÃO X14	0	4	Conting.	
\$P\$23	SOLUÇÃO X15	0	7	Conting.	

Restrições					
Célula	Nome	Valor da Célula	Fórmula	Status	Margem de Atraso
\$R\$5	TEMPO DE MO RESUMO	190,9166667	\$R\$5<=\$T\$5	Não-associação	249
\$R\$6	Ar condicionado RESUMO	33	\$R\$6<=\$T\$6	Associação	0
\$R\$7	Batedeira RESUMO	2	\$R\$7<=\$T\$7	Associação	0
\$R\$8	Bebedouro RESUMO	3	\$R\$8<=\$T\$8	Associação	0
\$R\$9	Cópia de chave RESUMO	63	\$R\$9<=\$T\$9	Associação	0
\$R\$10	Ferro elétrico RESUMO	4	\$R\$10<=\$T\$10	Associação	0
\$R\$11	Freezer RESUMO	6	\$R\$11<=\$T\$11	Associação	0
\$R\$12	Furadeira RESUMO	3	\$R\$12<=\$T\$12	Associação	0
\$R\$13	Geladeira RESUMO	0	\$R\$13<=\$T\$13	Não-associação	6
\$R\$14	Instalação Elétrica RESUMO	0	\$R\$14<=\$T\$14	Não-associação	3
\$R\$15	Liquidificador RESUMO	0	\$R\$15<=\$T\$15	Não-associação	1
\$R\$16	Máquina de lavar RESUMO	14	\$R\$16<=\$T\$16	Associação	0
\$R\$17	Microondas RESUMO	3	\$R\$17<=\$T\$17	Associação	0
\$R\$18	Secador RESUMO	1	\$R\$18<=\$T\$18	Associação	0
\$R\$19	Tanque de leite RESUMO	4	\$R\$19<=\$T\$19	Associação	0

Fonte: Autoria própria (2016)

5. Conclusão

Na atualidade, a busca pela minimização de custos e aumento da lucratividade, faz com que as organizações estejam sempre em busca de melhores resultados. A pesquisa operacional, alinhada ao *Solver*, pode contribuir positivamente para os resultados da empresa, implicando em melhores decisões através de um *mix* de produção mais eficaz financeiramente. Além disso, não dispensa-se uma boa gestão organizacional.

Através da aplicação dos conceitos da programação linear, bem como o manuseio do suplemento disponibilizado pelo *Excel*, percebeu-se que a empresa precisa direcionar seus atendimentos para os melhores produtos/serviços, e que tomando essa decisão, pode ter um

aumento de quase 40% na sua receita mensal, além de ter uma sobra de mão de obra de 249 horas.

Esses resultados indicam, por conseguinte, que um funcionário está ocioso praticamente durante todo mês. Isso sugere a redefinição das atividades desse funcionário.

Por outro lado, os resultados abrem caminhos para outras reflexões, assim como para um investimento em *marketing*, para que através de estratégias assertivas, a empresa amplie suas demandas, focando em equipamentos cujos resultados são mais positivos.

Por fim, ainda com relação a essa modelagem, os resultados parecem sugerir que a empresa foque em produtos/serviços cuja receita seja mais expressiva.

Nesse sentido, para outro trabalho, torna-se relevante avaliar novos cenários para aqueles produtos/serviços em que a receita unitária é maior, ou que o tempo de mão de obra seja menor, bem como avaliar um cenário prevendo um aumento das demandas para produtos/serviços mais impactantes, além de um cenário que avalie a redução da mão de obra, de modo que a empresa analise com mais profundidade os ganhos e/ou perdas com cada um desses cenários.

6. Agradecimentos

As autoras agradecem a Fundação de Amparo de Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo suporte fornecido durante o desenvolvimento do trabalho.

Referências

ANDRADE, EDUARDO LEOPOLDINO DE **Introdução à pesquisa operacional: métodos e modelos para análise de decisões** – 5. Ed. Rio de Janeiro: LTC 2015.

BELFIORE, P.; FÁVERO, L. P. **Pesquisa Operacional para Cursos de Engenharia**. São Paulo: Elsevier, 2013.

CURY, Antônio. **Organização e Métodos: uma visão holística**. 7 ed. rev. e ampl. São Paulo: Atlas 2000.

FISCHMANN, A. A.; ALMEIDA, M. I. R. **Planejamento Estratégico na Prática**. São Paulo: Atlas. 2011.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

HILLIER, Frederick S.; LIEBERMAN, Gerald J. **Introdução à Pesquisa Operacional**. 9. ed. São Paulo: Mcgraw-hill, 2013.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Pesquisa Operacional**. 2 ed. Revisado e atualizado- São Paulo: Cengage Learning, 2013.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 18ª edição, São Paulo: Cortez Editora, 2011.

YIN, R. Estudo de caso. **Planejamento e métodos**. 2ª edição, Porto Alegre/RS: Bookman, 2001.