

## **Aplicação da programação linear para a minimização de custos em uma indústria de confecções de peças infantis**

### **Application of linear programming to minimize costs in a children's clothing industry**

DOI:10.34117/bjdv7n10-442

Recebimento dos originais: 07/09/2021

Aceitação para publicação: 29/10/2021

#### **Yvelyne Bianca Iunes Santos**

Doutora em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia

Instituição: Universidade do Estado do Pará

Endereço: TV. Enéas Pinheiro, nº 2626 – Bairro do Marco, Belém – PA, Brasil

E-mail: yvelyne@uepa.br

#### **Fernando Augusto Cunha Pereira**

Graduado em Engenharia de Produção pela Universidade do Estado do Pará

Instituição: Universidade do Estado do Pará

Endereço: TV. Enéas Pinheiro, nº 2626 – Bairro do Marco, Belém – PA, Brasil

E-mail: engenheirofernandopereira7@gmail.com

#### **Leonardo Jose da Silva Brito**

Graduado em Engenharia de Produção pela Universidade do Estado do Pará

Instituição: Universidade do Estado do Pará

Endereço: TV. Enéas Pinheiro, nº 2626 – Bairro do Marco, Belém – PA, Brasil

E-mail: leonardo13q14@hotmail.com

#### **Samuel Correia Pereira**

Graduado em Engenharia de Produção pela Universidade do Estado do Pará

Instituição: Universidade do Estado do Pará

Endereço: TV. Enéas Pinheiro, nº 2626 – Bairro do Marco, Belém – PA, Brasil

E-mail: samuelalter625@gmail.com

#### **Erik Franco Rabelo Fernandes**

Graduado em Engenharia de Produção pela Universidade do Estado do Pará

Instituição: Universidade do Estado do Pará

Endereço: TV. Enéas Pinheiro, nº 2626 – Bairro do Marco, Belém – PA, Brasil

E-mail: erikfrancoepa@gmail.com

## **RESUMO**

O crescimento de microempresas tem um papel importante na geração de emprego e renda para populações de áreas mais afastadas dos grandes centros de comércio. Nesse sentido, o presente artigo tem como objetivo minimizar custos de insumos para produção de materiais acabados em uma microempresa de confecções infantis, no município de Capanema, nordeste do Estado do Pará, através dos fundamentos da Pesquisa Operacional

e Programação Linear. A metodologia deste Estudo de Caso seguiu três etapas: definição do problema e coleta de dados; formulação do modelo matemático e a obtenção da solução computacional do problema. O resultado da pesquisa mostrou que foi possível propor soluções significativas, como diminuir mão-de-obra e investir em marketing.

**Palavras-chaves:** Minimizar Custos, Pesquisa Operacional, Programação Linear, Indústria de Confeccões.

## ABSTRACT

The growth of micro-companies plays an important role in the generation of employment and income for populations in areas far from the large commercial centers. In this sense, this paper aims to minimize costs of inputs for the production of finished materials in a micro-company of children's clothing, in the city of Capanema, northeast of the state of Pará, through the fundamentals of Operations Research and Linear Programming. The methodology of this case study followed three steps: problem definition and data collection; formulation of the mathematical model and obtaining the computational solution to the problem. The result of the research showed that it was possible to propose significant solutions, such as reducing labor costs and investing in marketing.

**Keywords:** Cost Minimizing, Operations Research, Linear Programming, Garment Industry.

## 1 INTRODUÇÃO

No Estado do Pará, bem como em um contexto mais amplo a nível nacional, é crescente a quantidade de novos empreendimentos em áreas mais afastadas dos grandes centros comerciais. Essas fábricas, nascendo como microempresas, possuem um papel fundamental para o crescimento econômico do país. Segundo Daher et al. (2012), esses negócios são grandes geradores de emprego e renda para a população, contribuindo dessa forma, para a redução das desigualdades sociais daquela determinada região, já que, de acordo com o IBGE, as empresas menores representam 20% do PIB brasileiro, além de serem responsáveis por, no mínimo, 60% dos 100 milhões de empregos no país.

Dentro desses novos empreendimentos, existem fábricas que se utilizam de estratégias competitivas específicas, como o foco em elaborar produtos que se destinem a um determinado público alvo, ou seja, com objetivo de abordar um mercado mais restrito ou certo tipo de consumidor, sendo assim, chamada de focalização. Essa estratégia é a base de análise para empresas como as de confeccões infantis.

Diante disso, o presente artigo tem como objetivo minimizar os custos de insumos para a produção dos produtos acabados em uma fábrica de confeccões infantis, no município de Capanema, nordeste do Estado do Pará. A microempresa trabalha na venda de oito famílias de produtos: agasalho, roupa íntima, chapéu, kit mijão, kit touca,

macaquinho, vestido e pijama. Sendo cada produto acabado com uma variação de um a oito insumos necessários: malha, ribana, elástico, etiqueta, linha, embalagem, botão e TNT.

Neste contexto, o artigo utilizou os fundamentos da pesquisa operacional, mais precisamente no método da programação linear, para auxiliar na resolução do problema tratado. O modelo matemático foi resolvido pela ferramenta computacional *Microsoft Excel Solver*. O resultado esperado se baseia na melhor tomada de decisão, dentro das condições estabelecidas pelas restrições do modelo, com a finalidade de otimizar os recursos disponíveis e minimizar custos para a empresa.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 INDÚSTRIA DE CONFECÇÕES

De acordo com o Serviço Brasileiro de Apoio à Micro e Pequena Empresa (SEBRAE), a indústria de confecção, atualmente, vem passando por diversas modificações em seus sistemas produtivos em que, a priori, os produtos eram preparados de forma artesanal e com um baixo nível de padronização e mecanização. Essas mudanças ocorreram como forma de adaptação dessas linhas de produção ao novo modelo de consumo e referem - se, principalmente, à modernização das linhas de produção, investindo em uma alta padronização, mão-de-obra qualificada e automação dos processos industriais.

No Brasil, dados atuais publicados pela Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecções (ABIT), demonstram grande crescimento e participatividade deste segmento na economia brasileira. No ano de 2015, a indústria de confecções empregou 1,5 milhão de pessoas, a qual 75% desta mão de obra é feminina, e possui produtividade média de 6,7 bilhões de peças como vestuário, acessórios, cama, mesa e banho, produzidas por 32 mil empresas formais espalhadas por todo o país. Estes dados classificam o Brasil como a quarto maior parque produtivo de confecções do mundo (ABIT, 2016).

A competitividade das empresas que atuam neste ramo está diretamente ligada ao planejamento, conhecimento e, principalmente, controle de custos relacionados a produção destes bens (RECH, 2006). Nesse sentido, é possível compreender o papel fundamental da produção em relação ao nível de competitividade e posição frente à concorrência comercial.

## 2.2 PESQUISA OPERACIONAL

Segundo Losch e Hein (2011) *apud* Sampaio et. al. (2014) a Pesquisa Operacional pode ser entendida como um método científico que estrutura processos, propondo um conjunto de alternativas de ação e auxílio a tomadas de decisão, criando previsões e comparação de resultados para melhor eficiência em maximização de lucro ou minimização de custo, sendo assim, essa ferramenta pode ser utilizada em situações organizacionais:

- Planejamento financeiro;
- Alocação de pessoas;
- Otimização de recursos;
- Análise de projetos;
- Escalonamento e planejamento da produção.

Cavalcante e Santos (2019), por exemplo, utilizaram a Pesquisa Operacional para maximizar os lucros da produção de pães em uma empresa de panificação, identificando os tipos e quantidades de produtos que deveriam ser fabricados para atender este objetivo. Já Gomes *et al.* (2019), desenvolveram Estudo de Caso com Pesquisa Operacional para minimizar os custos na roteirização da logística de transporte de cargas de materiais de construção civil de uma empresa em Belo Horizonte, concluindo que era possível a redução em aproximadamente 48,1% nos custos e 46,9% da distância na logística de transporte desta empresa, demonstrando, dessa forma, a importância desse método científico para auxílio à tomada de decisão.

De acordo com Arenales et al. (2007), Pesquisa Operacional (PO) é a utilização de procedimentos técnicos para facilitar o processo de tomada de decisão, ajudando a projetar, planejar e operar sistemas. Sua utilização é diversificada, podendo ser aplicada em empresas públicas ou privada, na fabricação de produtos e em maquinários, no estoque e nas vendas, dentre outras áreas. Pereira (2014) cita que a Pesquisa Operacional tem tido um papel crucial dentro da administração de empresas, muito por causa de sua crescente variedade de aplicações no contexto atual.

O estudo sobre PO consiste em desenvolver um modelo de acordo com a situação real do problema e, dessa forma, representar um sistema organizacional. Em primeiro lugar, o objetivo do modelo criado é analisar as operações do sistema, para, em seguida, identificar a melhor estrutura do futuro sistema. Quanto mais complexa e real for a análise do sistema, maior será o número de variáveis envolvidas (PEREIRA, 2014).

### 2.3 PROGRAMAÇÃO LINEAR

Dentre os modelos matemáticos presentes na pesquisa operacional, será utilizado a programação linear para definir a solução ótima para o problema proposto neste artigo. Segundo Júnior et al. (2016), a programação linear é uma técnica de otimização que usa como referência uma função chamada função objetivo, que, de acordo com Almeida et al. (2016), pode representar um valor numérico ou uma representação numérica de uma qualidade a qual procura-se maximizar ou minimizar algo, como: lucro, custo, fator de risco, expectativa de vida entre outros.

Segundo Almeida et al. (2016), as variáveis que compõe essa função chamam-se variáveis de decisão e a determinação dos seus valores ocorre durante a resolução do modelo. Elas não podem assumir valores negativos e podem ser classificadas como: discretas, contínuas ou binárias.

As variáveis de decisão também precisam estar submetidas a restrições, sendo estas um conjunto de equações e inequações lineares que apresentam condições que precisam ser atendidas pelos valores das variáveis para representar limitações do cenário em que a solução precisa ser aplicada. As restrições podem estar relacionadas a custo mínimo, disponibilidade de material e várias outras.

De acordo com Almeida et al. (2016), elaborador do modelo deve levar em consideração parâmetros já conhecidos do sistema, como preço de materiais e tempo de produção.

FIGURA 1 - Função Objetivo e Restrições. Fonte: Cassel (2006)

$$\begin{array}{l} \text{Max. ou Min.} \\ Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \\ \text{Sujeito a:} \\ \\ a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq b_2 \\ \dots \dots \dots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m \end{array}$$

Para a resolução do problema em questão, será usado o *software Solver*, ferramenta digital que utiliza o método simplex para a resolução de modelos lineares.

## 2.4 SOLVER

O *Solver* é um suplemento do *Microsoft Excel* que permite que sejam feitos vários modos de simulação em uma planilha, servindo como uma ferramenta de análise hipotética e sendo utilizado, principalmente, para análise de sensibilidade com mais de uma variável e com restrições de parâmetros. Com este recurso, o usuário encontra um valor ideal, máximo ou mínimo, para uma fórmula em uma célula da planilha de *Excel*, denominada célula de objetivo, que está condicionada às restrições ou aos limites presentes em outras células. Assim, o *Solver* trabalha com um grupo de células, chamadas de variáveis de decisão ou células variáveis, as quais configuram dados de “input” e são ajustadas pelo próprio programa para satisfazer aos limites das células de restrição e produzir o resultado almejado na célula de objetivo (JESUS; FAVONI, 2006).

Segundo Almeida et al. (2016), o *Solver* possui ampla utilização na área de pesquisa operacional, devido ao seu potencial de propor soluções aos problemas de programação linear e não linear através de algoritmos matemáticos, à facilidade de uso e também a sua capacidade de gerar relatórios detalhados sobre os problemas trabalhados.

## 3 ESTUDO DE CASO

### 3.1 A EMPRESA

O presente estudo visa a aplicação da programação linear em uma indústria de confecções infantis, localizada no município de Capanema, nordeste do estado do Pará. Esta empresa é classificada como uma micro indústria, segundo critérios do SEBRAE, baseado no quadro de 6 funcionários e possui um sistema de produção puxada. Vale ressaltar que o planejamento e gerenciamento da empresa são realizados de maneira intuitiva devido à predominância do modelo artesanal de produção, aumentando os riscos de falhas durante o processo produtivo.

Na empresa, foram feitos levantamentos de dados acerca dos bens produzidos. Sendo assim, em virtude da alta variedade de produtos, os mesmos foram separados em oito famílias (agasalho, chapéu, roupa íntima, kit mijão, kit touca, macaquinho, vestido e pijama), levando em consideração o tipo de confecção e os custos aproximados, facilitando o desenvolvimento das etapas da programação linear e a contabilização da demanda para três meses (fevereiro, março e abril de 2016).

### 3.2 METODOLOGIA

Para o presente estudo, seguiu-se as três primeiras etapas apresentadas por Hillier e Lieberman (2010), no que tange ao desenvolvimento de um estudo de pesquisa operacional: *a)* Definição do problema e coleta de dados; *b)* Formulação do modelo matemático para representar o problema; *c)* Desenvolvimento de um método computacional para derivar soluções ao problema a partir do modelo.

#### 3.2.1 Definição do problema e coleta de dados

O objetivo da pesquisa consistiu na minimização de custos envolvidos na produção de confecções infantis, considerando a demanda trimestral das famílias dos produtos tratados. Tal demanda foi obtida a partir da soma das demandas mensais de fevereiro, março e abril de 2016, coletadas no histórico de vendas fornecido pelos gestores da empresa. Com isso, buscou-se determinar a quantidade de insumos a serem comprados, no intervalo de tempo definido, para a produção dos artigos infantis, respeitando as restrições referentes à demanda, ao capital de giro e à capacidade produtiva, sendo esses parâmetros informados pela empresa.

Na construção do modelo matemático, os dados trabalhados foram:

- Custo do kg da malha e da ribana;
- Custo do metro de TNT, linha e elástico;
- Custo da unidade da embalagem, etiqueta e botão;
- Quantidade de cada insumo utilizado por cada tipo de peça infantil;
- Demanda trimestral das famílias de produtos;
- Tempo de produção de cada artigo;
- Capital disponível nos três meses estudados para a compra de insumos;
- Capacidade produtiva da empresa para o período considerado.

TABELA 1 – Lista de famílias, quantidade de insumos, demanda e tempo de produção

Famílias de Produto	Malha (kg)	Ribana (kg)	TNT (m)	Linha (m)	Elástico (m)	Embalagem	Etiqueta	Botão	Demanda Trimestral	Tempo de produção (min)
Agasalho	0,11	0,006	0	13,33	0,13	1	1	0	875	30
Roupa Intima	0,031	0	0	33,33	1,27	0	1	0	678	20
Chapeu	0,16	0,004	0,046	26,67	0	1	1	1	447	15
Kit Mijão	0,057	0	0	13,33	0,13	1	1	0	730	20
Kit Touca	0,02	0	0,046	26,67	0	1	1	1	410	20
Macaquinho	0,055	0,015	0	20	0	1	1	9	223	20
Pijama	0,19	0,014	0,07	33,33	0,54	1	1	4	246	15
Vestido	0,059	0,005	0	26,67	0	1	1	4	90	20

Fonte: Autores (2017)

TABELA 2 – Preço dos Insumos

Insumos	Custo unitário do insumo
Malha (kg)	R\$ 23,90
Ribana (kg)	R\$ 32,90
TNT (m)	R\$ 1,30
Linha (m)	R\$ 0,0015
Elástico (m)	R\$ 0,22
Embalagem	R\$ 1,00
Etiqueta	R\$ 0,009
Botão	R\$ 0,35

Fonte: Autores (2017)

TABELA 3 – Capital e Tempo total disponível

Disponibilidade Financeira e de Tempo	
Capital de Giro Trimestral	R\$ 24.000,00
Tempo Trimestral disponível para produção das famílias	162000 min

Fonte: Autores (2017)

### 3.2.2 Formulação do modelo matemático para representar o problema

Segundo Hillier e Lieberman (2010), o modelo matemático representa a essência do problema em um estudo de pesquisa operacional. Uma etapa importante na formulação de um modelo de PO é a elaboração da função objetivo:

- Função Objetivo:

Para esta análise, foram utilizadas variáveis de decisão, que representam as quantidades de cada insumo que deverão ser compradas de modo a atender a demanda de produtos acabados com quantidade suficiente para produzi-los com um custo mínimo. Nesse sentido, a função objetivo está em função dessas variáveis de decisão e dos parâmetros que correspondem aos custos de compra de cada material.

$$\text{MÍN } Z = 23,90 \cdot Q_{ml} + 32,90 \cdot Q_{rb} + 0,22 \cdot Q_{el} + 0,009 \cdot Q_{et} + 0,0015 \cdot Q_{lh} + 1 \cdot Q_{em} + 0,35 \cdot Q_{bt} + 1,30 \cdot Q_{tnt}$$

Em que:

TABELA 4 – Legendas

Variáveis de decisão	Legenda
Qml	Quantidade em kg de malha
Qrb	Quantidade em kg de ribana
Qel	Quantidade em metros de elástico
Qet	Quantidade em unidade de etiquetas
Qlh	Quantidade em metros de linha
Qem	Quantidade em unidade de embalagens
Qbt	Quantidade em unidade de botões
Qtnt	Quantidade em metros de TNT

Fonte: Autores (2017)

- Restrições:

Para a formulação das restrições foi necessário a obtenção de informações referentes a demanda por famílias e insumos, capacidade produtiva e capital de giro disponível no trimestre.

- Restrição de demanda das famílias de produtos:

$$Qdf \leq Qpf$$

Onde a quantidade demandada de cada família (Qdf), terá que ser menor ou igual à quantidade produzida (Qpf) de cada uma delas, cuja variável “f” pode ser: agasalho, roupa íntima, chapéu, kit mijão, kit touca, macaquinho, vestido e pijama. Esta restrição será importante para que o modelo matemático entenda que a produção deverá atender ao que é demandado.

- Restrição de demanda em relação aos insumos:

$$\sum(Qif) * Qdf \leq Qic$$

Onde a quantidade de insumo “i” em uma dada família “f” (Qif) multiplicado pela demanda de cada família (Qdf), deverá ser menor ou igual a quantidade de tal insumo a ser comprada (Qic).

- Restrição de capacidade produtiva:

$$\sum(T_{pf}) * Q_{pf} \leq 162000$$

Na qual o tempo de produção de cada família “f” (T<sub>pf</sub>), multiplicado pela quantidade produzida de cada família (Q<sub>pf</sub>) deverá ser menor ou igual a 162000 minutos, que corresponde a capacidade máxima disponível, em minutos, para a produção. Este valor é baseado na quantidade de funcionários (cinco) que a empresa possui trimestralmente.

- Restrição de capital de giro:

$$\sum(C_i * Q_{ic}) \leq 24000$$

Em que o somatório do produto entre custo unitário (C<sub>i</sub>) de cada insumo e quantidade de insumo a ser comprada (Q<sub>ic</sub>) deverá ser menor ou igual a R\$ 24.000,00, o qual representa o capital de giro disponível na empresa no trimestre analisado.

#### 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Utilizando a ferramenta *Solver* do *Microsoft Excel*, foi obtido uma solução ótima com os seguintes resultados para a quantidade de insumos a ser comprada e de famílias a ser produzida:

TABELA 5 – Quantidade ótima a ser comprada

Insumos	Quantidade a ser comprada	Quantidade por Lote
Malha (kg)	238,545	238,545 kg
Ribana (kg)	18,377	18,377 kg
TNT (m)	56,64	56,64 m
Linha (m)	81909,000	46 carreteis
Elástico (m)	1203	24 rolos
Embalagem	3021	30 centros
Etiqueta	3699	1 rolo
Botão	4208	29 caixas

Fonte: Autores (2017)

TABELA 6 – Quantidade ótima a ser produzida

Famílias	Quantidade que deve ser produzida
Agasalho	875
Roupa Íntima	678
Chapéu	447
Kit Mijão	730
Kit Touca	410
Macaquinho	223
Pijama	246
Vestido	90

Fonte: Autores (2017)

Estes valores revelam o quanto de insumo deverá ser comprado e o quanto de cada família precisa ser produzida de modo a atender a demanda existente no período estudado e, principalmente, minimizar o custo de produção da empresa, respeitando as limitações do problema.

Para o capital de giro, foi encontrado um valor ótimo que, comparado com o disponível, obteve-se o seguinte resultado:

TABELA 7 – Capital de giro ótimo

<b>Capital de giro</b>		<b>Custo ótimo</b>	
R\$	24.000,00	R\$	11.294,08

Fonte: Autores (2017)

A diferença entre o capital de giro e o valor ótimo encontrado é de R\$ 12.705,92, o que representa, em termos percentuais, uma economia de custos de aproximadamente 52,95% para a empresa, valor que pode ser remanejado para outras atividades da empresa.

Em relação a capacidade produtiva, a comparação entre o valor ótimo e a capacidade máxima está expressa abaixo:

TABELA 8 – Tempo ótimo

<b>Tempo disponível para produção</b>	<b>Tempo ótimo</b>
162000 min	79265 min

Fonte: Autores (2017)

A capacidade produtiva real difere da capacidade ótima em 82735 minutos, o que equivale a uma folga de 1378 horas. Isso evidencia que há mão de obra ociosa no trabalho, pois a produção fica parada durante um tempo considerável.

De acordo com esse cenário, percebe-se que a demanda constitui um gargalo ao processo produtivo da empresa, visto que existe capital sobrando para a aquisição de mais material e disponibilidade de tempo para a produção de mais produtos. Sendo assim, é necessário um planejamento que otimize a mão de obra e aumente a demanda.

Nesse sentido, uma alternativa seria a demissão de dois funcionários, para a redução da capacidade produtiva, e a realização de maiores investimentos no setor de marketing, com o intuito de favorecer a divulgação e expansão dos produtos da empresa no mercado de confecções infantis. Assim, caso as vendas sofram um acréscimo de 20%, os novos valores de demanda seriam:

TABELA 9 – Nova quantidade a ser produzida

Famílias	Nova quantidade que deve ser produzida (20%)
Agasalho	1050
Roupa Íntima	814
Chapéu	536
Kit Mijão	876
Kit Touca	492
Macaquinho	268
Pijama	295
Vestido	108

Fonte: Autores (2017)

TABELA 10 – Nova quantidade a ser comprada

Insumos	Nova quantidade a ser comprada	Quantidade por Lote
Malha (kg)	286,254	286,254 kg
Ribana (kg)	22,052	22,0524 kg
TNT (m)	67,97	67,97 m
Linha (m)	98290,672	55 carreteis
Elástico (m)	1443	29 rolos
Embalagem	3625	36 centros
Etiqueta	4439	1 rolo
Botão	5050	35 caixas

Fonte: Autores (2017)

TABELA 11 – Novo tempo ótimo

Novo tempo disponível para a produção	Novo tempo ótimo
97200 min	95115 min

Fonte: Autores (2017)

TABELA 12 – Novo custo ótimo

Capital de giro	Novo custo ótimo
R\$ 24.000,00	R\$ 13.553,92

Fonte: Autores (2017)

Analisando este novo cenário, com a demissão de dois funcionários, a capacidade produtiva real caiu de 162000 para 97200, o que representa uma redução de 40%. Para o aumento de 20% na demanda, a capacidade produtiva ótima chegou bem próximo da capacidade real da empresa e o custo ótimo teve maior aproximação do limite de capital de giro, diminuindo a diferença para R\$ 10.446,07. Isto é, se a demanda for superior a 20% da demanda original, para este cenário, a capacidade produtiva ultrapassará disponibilidade ofertada pela empresa, gerando problemas para suprir tal demanda.

## 5 CONCLUSÕES

O estudo realizado apresenta a aplicação da programação linear em uma empresa do ramo têxtil, com o objetivo de encontrar uma forma de se reduzir custos na compra de insumos tendo como base os meses de fevereiro, março e abril de 2016. Conclui-se que, no primeiro momento, o custo total, para a produção, da empresa representa aproximadamente 47,05% do capital de giro disponível, garantindo recurso extra de R\$ 12.708,00, que pode ser investido em outros setores da empresa. Em relação a capacidade produtiva, o tempo ótimo constitui 48,93% da disponibilidade total de tempo da empresa, havendo uma folga de 1378 horas de trabalho.

Através dos resultados ótimos obtidos, foi observado que o gargalo do processo de produção dessa empresa é a demanda de seus produtos. Outro aspecto evidente é o grande percentual de tempo ocioso em relação ao tempo total disponível. Para responder às questões encontradas, foi analisado um cenário hipotético em que dois trabalhadores não participam da linha de produção no período analisado e a demanda tenha um aumento de 20%.

Neste caso, uma possibilidade seria a demissão de dois trabalhadores e investir em campanhas de marketing para promover um crescimento no número de pedidos. Com isso, há uma diminuição da margem de folga em 40% da capacidade produtiva e a economia total do capital de giro será de R\$ 10.446,00. Embora os custos envolvidos sejam maiores, ocorre um maior aproveitamento da capacidade produtiva da empresa, visto que, com o aumento da demanda, a quantidade a ser produzida das peças infantis será maior.

## REFERÊNCIAS

ABIT, Associação Brasileira de Indústria Têxtil e de Confecções. *Perfil do Setor*. 2016. Disponível em: <<http://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor>>. Acesso em: 22 mai. 2017.

ALMEIDA, Amanda Claudino et al. *Minimização de Custos através da Pesquisa Operacional: Estudo de Caso em uma Empresa do Ramo Alimentício*. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 36., 2016, João Pessoa. Anais... . João Pessoa: Abepro, 2016. p. 1 - 14. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STP\\_231\\_350\\_30346.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_231_350_30346.pdf)>. Acesso em: 21 maio 2017. ISSN 2358-5498, DOI 10.5151/marine-spolm2015-140482.

ARENALES, M. et al. *Pesquisa Operacional: para cursos de engenharia*. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier. 2007.

CASSEL, Ricardo Augusto; ANTUNES JR., José Antônio Valle; OENNING, Vilmar. *Maximização da lucratividade em produção conjunta: um caso na indústria frigorífica*. Prod., São Paulo , v. 16, n. 2, p. 244-257, ago. 2006 . Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-65132006000200006&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132006000200006&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em 09 jun. 2017.

CAVALCANTE, Diego Marque; SANTOS, Edvan Santos dos. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v. 5, n. 12, p. 28211-28221, dec. 2019. ISSN 2525-8761.

DAHER, Denilson da Mata; MINEIRO, Andréa Aparecida da Costa; DAMASSO, Josiane, VILAS BOAS, Ana Alice. *As micro e pequenas empresas e a responsabilidade social: uma conexão a ser consolidada*. 2012.

GOMES, Jaísa Aparecida Costa; SANTOS, José Ronaldo Tavares; BARBOSA, Gustavo Vinícius Duarte; CARVALHO, Giordani Bruno de. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v. 5, n. 7, p. 7703-7716 jul. 2019 ISSN 2525-8761

HILLIER, Frederick S; LIEBERMAN Gerald j. *Introdução à pesquisa operacional*. 8. ed. Porto Alegre: AMGH, 2010. 852 p.

JESUS, J.; FAVONI, C. O. *Uso da Ferramenta Solver do Excel na Resolução de Problemas de Programação Linear*. 2006. Disponível em: <[http://www.pucrs.br/famat/viali/graduacao/producao/po\\_2/material/apostilas/Arigo\\_Solver.pdf](http://www.pucrs.br/famat/viali/graduacao/producao/po_2/material/apostilas/Arigo_Solver.pdf)>. Acesso em: 10 jun. 2017.

JÚNIOR, Braz Dias de Andrade; REIS, Thais Cotta Barbosa; BITTENCOUT, Fabricio Roulin; NEVES, Patricia Carla Brito; REIS, Jackson de Assis. *"PROGRAMAÇÃO LINEAR APLICADA À PROBLEMAS DE DESIGNAÇÃO DE MÃO DE OBRA BASEADA NAS COMPETÊNCIAS PROFISSIONAIS"*, p. 365-376 . In: *Anais do XVIII Simpósio de Pesquisa Operacional & Logística da Marinha* [Blucher Marine Engineering Proceedings, v.2, n.1]. São Paulo: Blucher, 2016. ISSN 2358-5498, DOI 10.5151/marine-spolm2015-140482.

PEREIRA, Stelamara Souza. *Introdução à pesquisa operacional*. 2014.

RECH, Sandra Regina. *Cadeia Produtiva da Moda: Um modelo Conceitual da análise da competitividade no elo da confecção*. 2006. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/88623/235597.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 22 mai. 2017.

SAMPAIO, Gabriel Silva; ALMEIDA, Fernando Silva de; SANTOS, Taissa Bordalo Braga; DE SOUZA, Raissa Lima; SANTOS, Yvelyne Bianca Iunes. *Aplicação da programação linear para minimização de custos no processo produtivo de uma espetaria*. 2014.