



GESTÃO DA CADEIA PRODUTIVA TÊXTIL: UMA ABORDAGEM À LUZ DA PESQUISA OPERACIONAL

Marcos dos Santos

Centro de Análises de Sistemas Navais - CASNAV
Rua da Ponte, edifício 23, Ilha das Cobras, Centro, Rio de Janeiro/RJ
marcosdossantos_doutorado_uff@yahoo.com.br

Isis Coelho Lima

Faculdade SENAI CETIQT
Rua Magalhães Castro, nº 174, Riachuelo, Rio de Janeiro/RJ
lima.isis@gmail.com

Fabrcio Maione Tenório

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca
Rodovia Mário Covas, Quadra J, Lote J2, s/nº, Distrito Industrial de Itaguaí/RJ
fabriciomte@gmail.com

Paulo Roberto Souza Junior

Centro de Análises de Sistemas Navais - CASNAV
Rua da Ponte, edifício 23, Ilha das Cobras, Centro, Rio de Janeiro/RJ
prjuniorbr@gmail.com

José Cláudio de Souza Lima

Centro Universitário Augusto Motta - UNISUAM
Av. Paris, 84, Bonsucesso, Rio de Janeiro/RJ
logistica@unisuam.edu.br

RESUMO

No âmbito da Pesquisa Operacional (PO), a Programação Linear Inteira (PLI) caracteriza-se como uma técnica de otimização voltada para a solução de modelos descritos por equações lineares, cujas variáveis de decisão só podem assumir valores inteiros. A utilização de métodos matemáticos, quando implementados computacionalmente, alicerçam, e fundamentam a tomada de decisão. O artigo em tela apresenta um PLI, formulado a partir de informações oriundas da indústria têxtil. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho, é propor uma estratégia para o aperfeiçoamento do mix de produção de uma confecção de moda íntima feminina, localizada na Região Serrana do Rio de Janeiro, a fim de maximizar as receitas a partir de uma dada quantidade de insumos disponíveis da mesma. Comparando-se a prática atual da empresa e o cenário proposto pelo modelo otimizado por meio do Branch and Bound, verificou-se que a aplicação do método resulta em uma melhora no balanço anual da confecção na ordem de 8,8%, que corresponde a um aumento nos ativos de R\$179.331,40 para R\$195.129,68.

PALAVRAS-CHAVE: Programação Linear Inteira; Otimização; Branch and Bound; Indústria Têxtil.

Topicos: AD & GP - PO na Administração & Gestão da Produção



ABSTRACT

In the scope of Operational Research (PO), Integer Linear Programming (ILP) is characterized as an optimization technique focused on a solution of linear equation research models, whose decision variables can assume integer values. The use of mathematical methods, when implemented computationally, support and justify decision making. The article presents an ILP, formulated from information from the textile industry. In this sense, the objective of this work is to propose a strategy for the improvement of the production mix production mix from a female underwear factory, located in the in the mountainous region of Rio de Janeiro, in order to maximize the revenues of a certain amount of available inputs of the company. Comparing the current practice of the company and the scenario proposed by the model, optimized by the Simplex Method, there was an improvement in the annual report of the order of 8,8%, which corresponds an increase in assets from R\$ 179,331.40 to R\$ 195,129.68.

Keywords: Integer Linear Programming; Optimization; Branch and Bound; Cloth Manufacturer.

Paper topics: OR in Administration & Production Management

1. Introdução

A Região Serrana do Rio de Janeiro (cidade de Nova Friburgo e municípios adjacentes) é conhecida como polo nacional de moda íntima, por concentrar mais de 1.300 fábricas de *lingerie*, onde juntas produzem cerca de 125 milhões de peças por ano, o que representa 25% da produção nacional. Desse total, 14% das empresas do pólo, trabalham com exportação, principalmente para os Estados Unidos, Portugal, Argentina e Uruguai. O polo têxtil da região relacionado a moda íntima, gera mais de 24 mil postos de trabalhos, diretos e indiretos, que movimentam a economia da região. Segundo o Instituto de Inteligência de Mercado (IEMI) a região Sudeste concentra o maior número de empresas do segmento de roupas íntimas, 53,2% e é a região responsável pela forte representatividade no mercado de underwear.

No entanto, a entrada de produtos têxteis estrangeiros, sobretudo oriundos da China, potencializada pelo agravamento da crise política-econômica brasileira no ano de 2015, culminou na perda de 3.385 postos de trabalho relacionados a Indústria Têxtil do vestuário e de artefatos de tecido, segundo números oficiais do Cadastro Geral de Empregados e Desempregados – CAGED no ano de 2016.

Neste contexto conturbado e competitivo, as empresas brasileiras do setor têxtil se encontram obrigadas a se reinventarem todos os dias, a fim de sobreviverem no mercado, procurando trabalhar assim com processos mais enxutos e/ou otimizados.

Neste trabalho, busca-se uma solução, por meio da Pesquisa Operacional, para o planejamento de uma produção eficaz e eficiente através da utilização da Programação Linear Inteira como ferramenta de apoio à tomada de decisão. O estudo será aplicado em uma confecção de *lingerie* situada no município de Cordeiro, localizado na Região Serrana do Rio de Janeiro, e visará à maximização das receitas pelo aperfeiçoamento do *mix* de produção a partir da matéria-prima disponível, ou seja, sem investimentos significativos por parte da empresa.

Por meio do Método *Branch and Bound* espera-se planejar o portfólio “ótimo” de produtos a serem produzidos, aumentando as receitas e, conseqüentemente, os lucros da empresa.

2. Fundamentação Teórica

O uso da PO na solução do problema apresentado neste trabalho, justifica-se pelo fato de ela ser uma ciência composta por inúmeras técnicas e modelos intrinsecamente relacionados com



a otimização de sistemas produtivos, ou seja, produzir mais e melhor a partir de uma dada quantidade de insumos. Assim sendo, a PO é uma ferramenta de otimização por excelência.

[Santos 2013] afirma que a PO lança mão de modelos matemáticos e/ou lógicos, a fim de resolver problemas reais, apresentando um caráter eminentemente multidisciplinar.

[Hillier e Lieberman 2006] afirmam que a PO é uma ciência baseada em modelos que visam programar e coordenar as operações de uma organização. Ela trabalha analisando as variáveis e as restrições de um determinado problema real com a finalidade de encontrar uma solução que atinja determinado objetivo. Para [Loesch e Hein 2009], a utilização da PO é uma maneira de trazer conhecimento para uma organização, uma vez que ela age como ferramenta de análise e estudo das problemáticas dos processos organizacionais. A utilização da PO, como ciência, estrutura processos, propondo um conjunto de alternativas e ações, fazendo a previsão e a comparação de valores, de eficiência e de custos.

Segundo [Ackoff e Sasieni 1977], o termo Pesquisa Operacional apareceu em 1939 durante a Segunda Guerra Mundial. Para [Gomes *et al* 2009], tomar decisões complexas é de, modo geral, uma das mais difíceis tarefas enfrentadas individualmente ou por grupos de indivíduos, pois quase sempre tais decisões devem atender a múltiplos objetivos.

O método proposto neste trabalho justifica-se por se tratar de uma ferramenta versátil, de moderada complexidade matemática e que exige pequeno esforço computacional para a determinação da “solução ótima”, por se tratar de um algoritmo polinomial. Além disso, pode ser aplicado nos mais diversos setores de produtos e serviços, trabalhando com dados numéricos de maneira contextualizada, conferindo grande credibilidade aos resultados encontrados.

O planejamento, a estratégia e o mapeamento de riscos são conceitos que movem o mundo dos negócios. Para posicionar-se no mercado, é necessário estar munido de técnicas que possibilitem a tomada de decisões de forma clara, objetiva e com o menor risco possível. Assim, para colocar-se à frente de seus concorrentes, uma empresa necessita de respaldo técnico em suas escolhas. Para isso, é necessária a aplicação de métodos consistentes que atendam às expectativas dos seus *stakeholders*.

[Santos *et al* 2016] afirmam que no Brasil, grande parte das empresas, principalmente as de pequeno e médio porte, passa por dificuldades no que diz respeito à tomada de decisão. As decisões tornam-se ainda mais difíceis quando envolvem grandes investimentos de tempo e de capital. Levando em consideração essas dificuldades, a utilização de softwares de apoio à tomada de decisões tem se tornado cada vez mais usual no meio corporativo.

O emprego dos métodos quantitativos pode gerar mais eficiência e eficácia em seus processos produtivos, deixando a empresa rentável e sólida no mercado, agregando valor para toda a sociedade na geração de empregos e movimentação da economia.

3. Metodologia

Todo problema de PO possui uma metodologia relativamente simples e logicamente encadeada, começando com uma situação problemática, ou seja, com um descompasso entre o que se quer e o que se tem, seja para uma pessoa, um grupo de pessoas ou uma organização. Assim, o primeiro passo na solução de um problema é o perfeito entendimento do mesmo e das suas condições de contorno.

Fixado o objetivo, é necessário definir a medida de eficácia operacional (MEO), ou seja, uma medida que permita mensurar o quanto determinada medida contribui com o atingimento da função objetivo. Para cumprir essa função, a MEO deve possuir três características indispensáveis: deve ser quantificável, mensurável e completa. Quantificável diz respeito a ser possível representá-la por meio de um número. Mensurável, diz respeito a ser possível medi-la, de maneira direta ou indireta, pois de nada adianta uma MEO que pode ser quantificada, contudo não se tem como medi-la.



E, por último, mas não menos importante, uma MEO deve ser completa, ou seja, encerrar em si toda a informação necessária para se medir a eficácia de um sistema. A partir disso, constrói-se um modelo, podendo ele ser analítico ou não. Todavia, para que um modelo possa ser utilizado, mormente o matemático, ele precisa ser alimentado por dados, que devem ser o mais fidedignos possível. A estruturação e formação de um banco de dados consistente, coerente e confiável é de fundamental importância para que o modelo apresente resultados aderentes ao contexto que se deseja intervir. De posse do modelo e do banco de dados, parte-se para a otimização do modelo, ou seja, sob quais circunstâncias aquele sistema produzirá o máximo possível, se a função for de maximização.

Fechando a “primeira rodada” do processo decisório, vem a implementação ou não do modelo. Vale ressaltar que, esta decisão cabe tão somente ao *decision maker*. Na maioria das vezes, este domina outras informações relevantes, que por algum motivo não foram transmitidas a quem procedeu a modelagem matemática do problema.

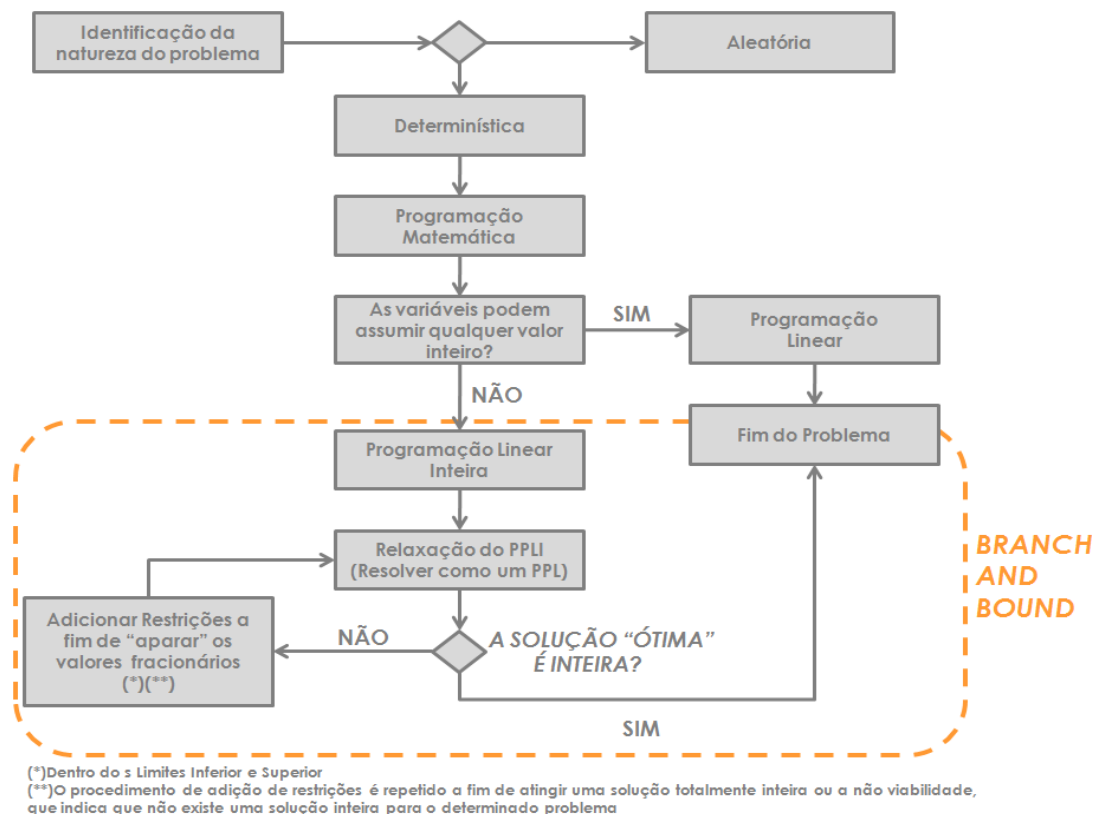
Para o desenvolvimento da modelagem de um problema deve-se observar que há muitas possibilidades que levam a diversos modelos aplicáveis. Dentro deste contexto, levando em consideração que o problema apresenta uma natureza determinística, decidiu-se por um modelo de PLI, utilizando o método *Branch and Bound*.

De acordo com [Silva *et al.* 2007] a Programação Linear (PL) é uma das técnicas mais utilizadas para resolução de problemas na área de PO. Por se tratar de um modelo simples, baseado em equações lineares, pode ser programável em computador, o que a torna uma ferramenta fácil de ser utilizada em qualquer tomada de decisão.

[Mirshawka 1981] descreve o Método *Branch and Bound* de uma maneira muito didática, no entanto, observando o rigor metodológico que o assunto exige. Ele diz que um método natural de resolver um Problema de Programação Linear Inteira (PPLI) é ignorar a condição de x_i pertencer ao conjunto dos números inteiros, e resolver como se fosse um programa linear contínuo. Ao se atingir a otimalidade, se todas as variáveis tiverem valores inteiros, então tem-se a solução ótima para o PPLI original. Caso contrário, adiciona-se uma nova restrição ao problema de programação linear (PPL). Esta restrição adicional irá cortar ou “aparar” a solução atual ótima do PL não inteira. Ao se adicionar uma nova restrição ao PPL deve-se aplicar o Método Simplex novamente a fim de “reotimizar” o novo PPL. A nova solução será inteira ou não. O procedimento de adicionar as restrições é repetido até que se atinja uma solução totalmente inteira ou a não viabilidade indicando que não existe nenhuma solução inteira, como indicado na Figura 1.



FIGURA 1 – Diagrama de funcionamento do Método Branch and Bound.



Fonte: Autores (2017)

O acelerado progresso dos computadores contribuiu para que a PI passasse a ser empregada amplamente como ferramenta de gestão empresarial. O software *Linear Interactive and Discrete Optimizer* (LINDO) foi utilizado no cálculo das iterações e da “solução ótima” do problema. No cálculo da solução ótima, levou-se em consideração apenas a quantidade de material utilizado na confecção das peças, sem considerar o número de funcionários, *layout*, tempo gasto em cada peça etc.

4. Modelagem Matemática e seus Resultados

4.1. Variáveis de Decisão

Como se deseja saber a quantidade a ser produzida de cada peça da linha básica, as variáveis de decisão foram elencadas da seguinte maneira:

- x₁**: quantidade de sutiã brilhante;
- x₂**: quantidade de sutiã alça encapada;
- x₃**: quantidade de sutiã sem bojo;
- x₄**: quantidade de sutiã lycra sem bojo;
- x₅**: quantidade de sutiã básico/alça removível;
- x₆**: quantidade de sutiã bicolor com alça encapada;
- x₇**: quantidade de sutiã nadador com renda nas costas;
- x₈**: quantidade de calça em microfibra com laterais encapadas;



- x_9 : quantidade de calça microfibra com sanduíche;
- x_{10} : quantidade de calça frente laser e traseira em renda;
- x_{11} : quantidade de calça laser fio-dental;
- x_{12} : quantidade de calça laser maior;
- x_{13} : quantidade de calça brilhante microfibra;
- x_{14} : quantidade de calça microfibra zeromax;
- x_{15} : quantidade de calça laser com renda na frente;
- x_{16} : quantidade de calça tanga com regulagem na lateral; e
- x_{17} : quantidade de calça tanga com argola e regulagem.

4.2. Restrições

4.2.1. Restrições de não-negatividade

Considerando x_i a quantidade de cada peça a ser produzida, $x_i \geq 0$ para todo $i = \{1,2,3,4...17\}$.

4.1.2 Restrições de Integralidade

$x_i \in \mathbb{N}$, para todo $i = \{1,2,3,4...17\}$.

4.2.3 Restrições Técnicas

O fluxo anual de matéria-prima, com base nas quantidades adquiridas de janeiro/2016 a outubro/2016, impõe 69 restrições técnicas, onde cada uma representa a disponibilidade de um insumo que pode ser utilizado em uma ou mais peças, gerando assim uma equação linear.

4.3 Função Objetivo

Como se deseja maximizar a receita da empresa, a função objetivo fica definida pelo somatório das receitas geradas pela venda de cada peça. Assim, tem-se:

$$\text{F.O.} = \text{Max} \{27,80x_1 + 29,90x_2 + 32,80x_3 + 26,90x_4 + 31,90x_5 + 29,90x_6 + 29,90x_7 + 15,80x_8 + 10,90x_9 + 13,20x_{10} + 10,20x_{11} + 12,20x_{12} + 9,90x_{13} + 9,90x_{14} + 14,90x_{15} + 10,90x_{16} + 10,90x_{17}\}.$$

4.4. Solução do Modelo

4.4.1. Utilização do Software LINDO na Solução do Modelo

O software LINDO (*Linear Interactive and Discrete Optimizer*) foi utilizado na determinação da solução ótima do problema, ou seja, o *mix* de produção para uma dada quantidade de matéria-prima disponível no estoque da empresa. A Figura 2 mostra a solução gerada pelo software LINDO, onde estão representadas a solução da Função Objetivo, assim como os valores ideais a serem produzidos de cada peça de moda íntima, no intuito de conseguir a maximização do lucro gerado pela empresa.



FIGURA 2 – Solução do problema calculada pelo *software* LINDO

```

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1)      210333.0

VARIABLE      VALUE      REDUCED COST
X1          845.000000      -27.799999
X2          935.000000      -29.900000
X3          195.000000      -32.799999
X4          250.000000      -26.900000
X5          555.000000      -31.900000
X6          165.000000      -29.900000
X7          368.000000      -29.900000
X8          833.000000      -15.800000
X9          467.000000      -10.900000
X10         1600.000000      -13.200000
X11          749.000000      -10.200000
X12          354.000000      -12.200000
X13           0.000000       -9.900000
X14         5232.000000       -9.900000
X15          238.000000      -14.900000
X16          500.000000      -10.900000
X17           0.000000      -10.900000
    
```

Fonte: Autores (2017)

4.4.2. Cenário Atual

Para o ano de 2016, a empresa adquiriu R\$88.000,00 em matéria-prima. As peças foram produzidas e geraram uma receita bruta de R\$178.672,50 conforme a Tabela 1.

TABELA 1 – Cenário atual de vendas (sem otimização)

PORTFÓLIO ANTIGO	qtde	custo	receita	lucro
sutiã brilhante (x_1)	836	R\$ 6.063,17	R\$ 23.240,80	R\$ 17.177,63
sutiã alça encapada (x_2)	972	R\$ 7.673,75	R\$ 29.062,80	R\$ 21.389,05
sutiã sem bojo com renda (x_3)	181	R\$ 1.289,01	R\$ 5.936,80	R\$ 4.647,79
sutiã lycra sem bojo (x_4)	192	R\$ 1.136,83	R\$ 5.164,80	R\$ 4.027,97
sutiã básico/alça removível (x_5)	496	R\$ 4.166,55	R\$ 15.822,40	R\$ 11.655,85
sutiã bicolor com alça encapada (x_6)	106	R\$ 1.026,27	R\$ 3.169,40	R\$ 2.143,13
sutiã nadador com renda nas costas (x_7)	248	R\$ 2.741,14	R\$ 7.415,20	R\$ 4.674,06
calça em microfibra com laterais encapadas (x_8)	512	R\$ 2.054,09	R\$ 8.089,60	R\$ 6.035,51
calça microfibra com sanduiche (x_9)	540	R\$ 1.814,35	R\$ 5.886,00	R\$ 4.071,65
calça frente laser e traseira em renda (x_{10})	989	R\$ 4.189,31	R\$ 13.054,80	R\$ 8.865,49
calça laser fio-dental (x_{11})	363	R\$ 1.099,67	R\$ 3.702,60	R\$ 2.602,93
calça laser maior (x_{12})	524	R\$ 1.613,03	R\$ 6.392,80	R\$ 4.779,77
calça brilhante microfibra (x_{13})	453	R\$ 1.104,96	R\$ 4.484,70	R\$ 3.379,74



calça microfibra zeromax (x_{14})	4197	R\$ 6.230,03	R\$ 41.550,30	R\$ 35.320,27
calça laser com renda na frente (x_{15})	76	R\$ 233,05	R\$ 1.132,40	R\$ 899,35
calça tanga c/regulagem na lateral (x_{16})	242	R\$ 654,42	R\$ 2.637,80	R\$ 1.983,38
calça tanga c/ argola e regulagem (x_{17})	177	R\$ 580,93	R\$ 1.929,30	R\$ 1.348,37
Total	11104	R\$ 43.670,55	R\$ 178.672,50	R\$ 135.001,95

Fonte: Autores (2017)

Os dados mostram que, sem haver a otimização da produção, houve um lucro de R\$135.001,95 associado com R\$44.329,45 de material inventariado que sobrou em estoque, totalizando R\$179.331,40 de instrumento patrimonial da empresa para o ano de 2016.

4.4.3. Cenário Proposto

Após a modelagem do problema e a inserção das equações no software LINDO, chegou-se ao seguinte “mix ótimo de produção”: $x_1 = 845$; $x_2 = 935$; $x_3 = 195$; $x_4 = 250$; $x_5 = 555$; $x_6 = 165$; $x_7 = 368$; $x_8 = 833$; $x_9 = 467$; $x_{10} = 1.600$; $x_{11} = 749$; $x_{12} = 354$; $x_{13} = 0$; $x_{14} = 5.232$; $x_{15} = 238$; $x_{16} = 500$; $x_{17} = 0$.

A Tabela 2 explicita que, após a otimização da produção, houve um lucro de R\$158.731,34 associado com R\$36.398,34 de material inventariado em estoque, totalizando R\$195.129,68 de instrumento patrimonial.

TABELA 2 – Produção Otimizada

POPRTIFOLIO NOVO	qtde	custo	receita	lucro
sutiã brilhante (x_1)	845	R\$ 6.128,45	R\$ 23.491,00	R\$ 17.362,55
sutiã alça encapada (x_2)	935	R\$ 7.381,64	R\$ 27.956,50	R\$ 20.574,86
sutiã sem bojo com renda (x_3)	195	R\$ 1.388,71	R\$ 6.396,00	R\$ 5.007,29
sutiã lycra sem bojo (x_4)	250	R\$ 1.480,25	R\$ 6.725,00	R\$ 5.244,75
sutiã básico/alça removível (x_5)	555	R\$ 4.662,17	R\$ 17.704,50	R\$ 13.042,33
sutiã bicolor com alça encapada (x_6)	165	R\$ 1.597,50	R\$ 4.933,50	R\$ 3.336,00
sutiã nadador com renda nas costas (x_7)	368	R\$ 4.067,50	R\$ 11.003,20	R\$ 6.935,70
calça em microfibra com laterais encapadas (x_8)	833	R\$ 3.341,91	R\$ 13.161,40	R\$ 9.819,49
calça microfibra com sanduiche (x_9)	467	R\$ 1.569,07	R\$ 5.090,30	R\$ 3.521,23
calça frente laser e traseira em renda (x_{10})	1600	R\$ 6.777,44	R\$ 21.120,00	R\$ 14.342,56
calça laser fio-dental (x_{11})	749	R\$ 2.269,02	R\$ 7.639,80	R\$ 5.370,78
calça laser maior (x_{12})	354	R\$ 1.089,72	R\$ 4.318,80	R\$ 3.229,08
calça brilhante microfibra (x_{13})	0	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00



calça microfibra zeromax (x_{14})	5232	R\$ 7.766,38	R\$ 51.796,80	R\$ 44.030,42
calça laser com renda na frente (x_{15})	238	R\$ 729,80	R\$ 3.546,20	R\$ 2.816,40
calça tanga c/regulagem na lateral (x_{16})	500	R\$ 1.352,10	R\$ 5.450,00	R\$ 4.097,90
calça tanga c/ argola e regulagem (x_{17})	0	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Total	13286	R\$ 51.601,66	R\$ 210.333,00	R\$ 158.731,34

Fonte: Autores (2017)

Ao confrontar as duas situações percebe-se que o método *Branch and Bound*, proporciona um aumento no instrumento patrimonial de R\$179.331,40 para R\$195.129,68 ou seja, um aumento de aproximadamente 8,8%.

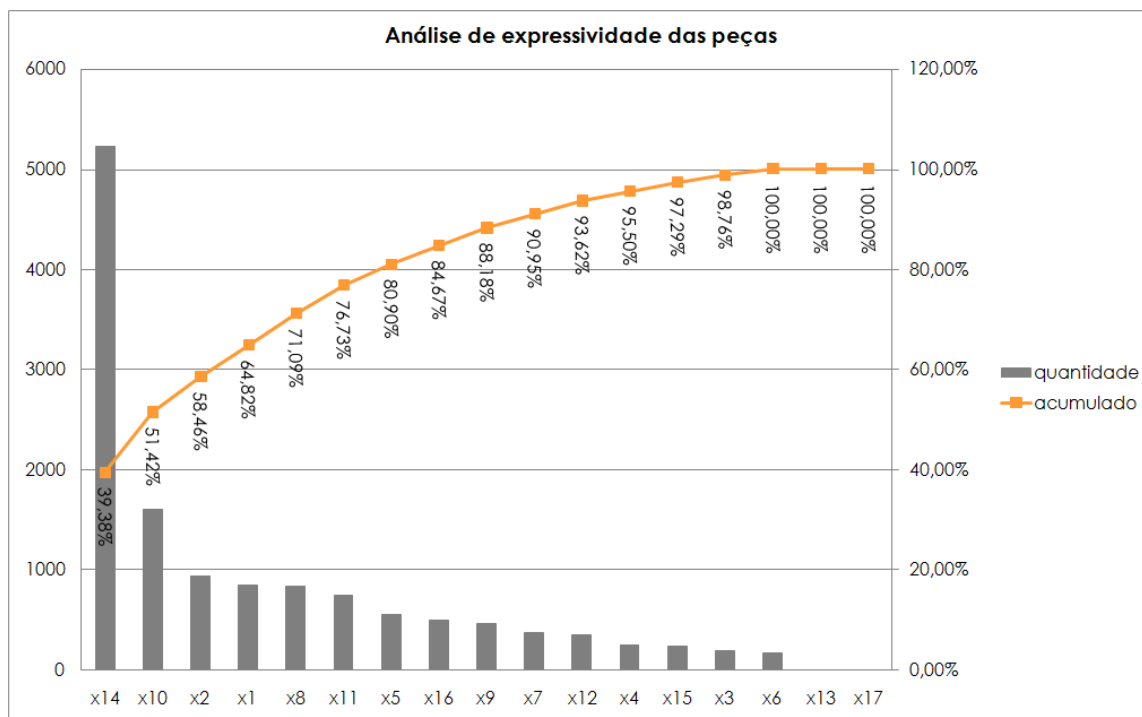
5. Discussão dos Resultados

Na solução ótima, as peças x_{13} e x_{17} foram zeradas, indicando que a produção das mesmas deve ser descontinuada, por não contribuírem com a maximização da receita. No entanto, o método *Branch and Bound*, bem como qualquer outra ferramenta da PO, não decide pelo decisor. Por isso, a decisão em descontinuar ou não a produção das peças x_{13} e x_{17} deve ser tomada dentro de um contexto gerencial. Mesmo não contribuindo para a maximização das receitas, a gerência pode optar em continuar produzindo as referidas peças por vários motivos, como por exemplo: entrar em um novo nicho de mercado, ou então manter o treinamento das costureiras em confeccionarem essas peças, entre outros motivos alheios à modelagem do analista de PO.

Outro aspecto que vale uma análise pormenorizada, é o fato de que os volumes calculados na “solução ótima” são muito destoantes de uma peça para outra, sugerindo que seja mais vantajoso focalizar a produção numa variedade menor de peças, ou seja, naquelas que contribuem mais na maximização das receitas. A fim de identificar os produtos mais representativos para a maximização da receita, foi utilizado o gráfico de Pareto, ilustrado pela Figura 3, a seguir.



FIGURA 3 – Diagrama de Pareto



Fonte: Autores (2017)

A partir da Figura 3, observa-se que as peças x_{14} , x_{10} , x_2 , x_1 , x_8 , x_{11} e x_5 representam aproximadamente de 80% do volume total de vendas da linha básica. Este valor sugere que o mix de produção da confecção poderia ser reavaliado. Por outro lado, restringir o mix de produção da empresa pode ser uma estratégia perigosa, uma vez que a empresa ficaria suscetível às demandas dessas poucas peças.

Assim sendo, destaca-se novamente que a decisão de alterar ou não o mix de produção deve ser tomada dentro do contexto gerencial da empresa, alinhando-se com a estratégia de mercado definida pelos seus administradores.

6. Considerações Finais

Embora o método *Branch and Bound* não seja propriamente uma novidade, percebe-se alguma resistência do setor produtivo brasileiro, principalmente das pequenas e médias empresas no que diz respeito à implementação de técnicas oriundas da academia. Muitos empresários e gerentes mostram-se incrédulos de que um método analítico seja capaz de trazer algum resultado prático para suas organizações.

Comparando-se os dois cenários, antes e após a otimização proporcionada pelo Método *Branch and Bound*, verifica-se que há a possibilidade de melhoria dos ativos da empresa, podendo aumentar de R\$179.331,40 para R\$195.129,68; ou seja, um aumento de aproximadamente 8,8% sem haver qualquer tipo de investimento na empresa.

A empresa deve estar atenta aos fatores que cooperam na definição do seu mix de produção, por isso a metodologia busca propor um *mix* de produção, apontando de modo claro e objetivo o melhor conjunto de produtos a ser oferecido ao mercado, visando o maior retorno possível. Ofertar uma linha de produtos inadequada pode gerar grandes perdas para o negócio, afetando assim os ganhos e a fatia de mercado da empresa. O potencial da ferramenta matemática apresentada neste artigo está no fato de ela ser capaz de aumentar a produtividade de um sistema a partir dos recursos existentes na organização, ou seja, é possível aumentar o *output* mantendo-se o mesmo *input*.



Referências

- ACKOFF, Russell L.; SASIENI, Maurice W. **Pesquisa Operacional**. 3.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1977.
- GOMES, Luiz Flavio Autran Monteiro; GOMES, Carlos Francisco Simões.; ALMEIDA, Adiel Teixeira. **Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério**. 3ª ed. revista e ampliada. São Paulo. Ed. Atlas, 2009.
- HILLIER, F. S., LIEBERMAN, G. J. **Introdução a Pesquisa Operacional**. 8ª Ed. - Porto Alegre, RS: Mc Graw-Hill, 2006.
- LOESCH, C.; HEIN, N. **Pesquisa Operacional – Fundamentos e Modelos**. São Paulo: Saraiva, 2009.
- MENDES, S. M. F. Filiais brasileiras na rede mundial do setor têxtil. **Relatório de atividades final CNPq**. Araraquara, 2003.
- MIRSHAWKA, Vitor. **Aplicações de Pesquisa Operacional**, volume 1. São Paulo: Nobel, 1981.
- SANTOS, Marcos. **Simulação da Operação de um Sistema Integrado de Informações para o atendimento pré-hospitalar de emergência no município do Rio de Janeiro**. Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, 2013.
- SANTOS, Marcos dos; MARTHA, Leonardo da Costa; QUINTAL, Renato Santiago; MARTINS, Ernesto Rademaker. Redimensionamento da Linha de Produção de uma Fábrica de Sacos de Lixo Empregando Simulação de Eventos Discretos. **Caderno de Cultura e Ciência**, Ano XI, v.15, n.1, 2016.
- SILVA, E. M.; GONÇALVES, V.; MUROLO, Carlos A. **Pesquisa Operacional para os cursos de Economia, Administração e Ciências Contábeis**, 3ª Ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- Núcleo de Inteligência de Mercado, IEMI (2015) – **Estudo de Mercados Potenciais de Moda Íntima e Meia** – Web page. < <http://www.iemi.com.br/biblioteca/estudos-do-mercado-potencial/moda-intima-e-meias/>> Acesso: 18-12-2016.
- Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção, ABIT- **Dados gerais do setor Têxtil atualizados em 2016, referentes ao ano de 2015** – Web page. < <http://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor> > Acesso: 18-12-2016.
- Cadastro Geral de Empregados e Desempregados, CAGED – **Dados estaduais sobre a Evolução do Emprego por Subsetor de Atividade Econômica** – Web page.< <http://pdet.mte.gov.br/caged> > Acesso: 18-12-2016.