

Sistemas Produtivos e Desenvolvimento Profissional: Desafios e Perspectivas

Aplicação de Pesquisa Operacional em uma Empresa do Ramo Moveleiro

JOÃO ROBERTO MAIELLARO

Fatec Guarulhos – São Paulo – Brasil

joamaiellaro@yahoo.com.br

MARCOS ANTONIO MAIA DE OLIVEIRA

Fatec Guarulhos – São Paulo – Brasil

marcos.maia@fatec.sp.gov.br

MARCOS JOSÉ CORREA BUENO

Fatec Guarulhos – São Paulo – Brasil

marcosjcbueno@gmail.com

LUIZ FERNANDO CLEMENTE

Fatec Zona Leste – São Paulo – Brasil

luizfabuloso_2005@hotmail.com

GUILHERME AUGUSTO GOULART ARAUJO

Fatec Zona Leste – São Paulo – Brasil

guilhermeaugusto.ga@outlook.com

Resumo - Este artigo tem como objetivo demonstrar a aplicação da pesquisa operacional em uma empresa do setor moveleiro, buscando a solução ótima para um problema de mix de produção na empresa em análise no intuito de maximizar o lucro de mesas para cozinha, utilizando ferramentas de otimização. Para embasamento teórico utilizou-se pesquisa bibliográfica levantando-se aspectos de natureza qualitativa e quantitativa. Como resultado, foi possível comprovar a aplicabilidade das técnicas da pesquisa operacional e sua importância no apoio ao processo decisório.

Palavras-chave: Pesquisa operacional, produção, simplex

Abstract

This article aims to demonstrate the application of operational research in a company of furniture sector, seeking the optimal solution to a problem of production mix in the company in order to maximize the profit of kitchen tables, using tools like the simplex and solver. Theoretical basis for bibliographical research was rising qualitative and quantitative aspects. As a result, the importance of the application of operational research tools in the business environment for decision-making was highlighted.

Keywords: Operational research, production, simplex

1. Introdução

O presente artigo tem por finalidade aplicar a pesquisa operacional em uma empresa do setor moveleiro. No mercado competitivo que as empresas estão inseridas, o processo decisório não admite falhas na resolução de problemas, nem resultados abaixo do esperado. Nesse contexto, percebe-se a importância da preparação de um gestor que conheça as ferramentas e técnicas utilizadas para a tomada de decisões e que seja capaz de perceber nas diversas situações do cotidiano empresarial a necessidade da aplicação de métodos estruturados para a resolução de problemas complexos, otimizando os resultados das organizações.

A pesquisa operacional é uma técnica para a tomada de decisão, mediante a modelagem matemática de problemas, que busca soluções ótimas aplicadas à realidade empresarial. O Administrador, como tomador de decisão, é um grande beneficiado com as informações extraídas pelos seus resultados.

Para a realização do trabalho, foi feito levantamento bibliográfico, que formou base para o desenvolvimento do estudo. Tais informações foram extraídas de livros, revistas especializadas e sites na Internet, os quais deram sustentação a todo o conteúdo que, em seguida, será apresentado. Com abordagem dissertativo-descritiva, a Pesquisa Operacional avalia fatores determinantes dentro da linha de produção da empresa em estudo, onde que por muitas vezes a resolução de uma problemática parece ser inviável ou muito complexa, através das ferramentas a serem utilizadas, observa-se, que a problemática, muitas vezes torna-se simples e objetiva.

2. Referencial Teórico

A Pesquisa Operacional foi utilizada, pela primeira vez, segundo Tiwari e Sandilya (2006), na alocação de recursos militares, na Segunda Guerra Mundial. Foi criada para a otimização da utilização de recursos escassos. Após

seu sucesso na área militar, a área industrial explorou extensamente as teorias da pesquisa operacional. O processo de tomada de decisão nessa segunda área é muito mais complexo, em razão das incertezas do futuro e das restrições de tempo e custos.

A pesquisa operacional foi aplicada na solução de problemas relacionados às áreas de transporte, médica e de telecomunicações. Segundo Araújo (2009), a pesquisa operacional está ampliando seu nicho, pois até pouco tempo era restrita ao departamento financeiro.

Com o acirramento da concorrência, a busca pela eficiência e produtividade vem se tornando cada vez mais utilizada no cotidiano empresarial, aplicando-se a áreas distintas, desde o varejo até o sistema bancário, da indústria ao agronegócio. Segundo o autor, no Brasil, apesar de a Pesquisa Operacional existir desde a década de 1970, somente agora vem conquistando as empresas.

Percebe-se a importância do ensino da Pesquisa Operacional quando se analisam os seus objetivos. Segundo Dávalos (2002), seu principal objetivo é a melhoria da performance em organizações. A disciplina trabalha com a formulação de modelos matemáticos que podem ser resolvidos com o auxílio de computadores.

Dessa forma, o uso dessa técnica auxilia tanto quantitativa quanto qualitativamente na solução de problemas, fornecendo aos seus usuários várias informações para prever resultados futuros.

Estas informações, muitas vezes, mais precisas, auxiliam os administradores na tomada de decisão, pois, cada vez mais, aumentam as incertezas do futuro e os cenários se tornam mais complexos (TIWARI; SANDILYA, 2006).

Considera-se a pesquisa operacional como um conjunto de técnicas que estruturam e formulam problemas da vida real, dentro de um modelo matemático, refletindo a essência do problema, de modo que as conclusões obtidas possam ser aplicadas.

Um estudo de pesquisa operacional se resume em seis fases: formulação do problema; construção do modelo do sistema; cálculo da solução por meio do modelo; teste do modelo e da solução; tomada de decisão na solução encontrada; a implementação e o acompanhamento (PATRÍCIO et al., 2011).

A Pesquisa Operacional envolve os mais diversos campos, como a Matemática, a Economia, a Estatística e a Informática. Costuma-se reunir equipes de especialistas para estruturar e analisar um problema em termos quantitativos, de forma que uma solução matematicamente ótima possa ser obtida. Na área empresarial, a PO tem afinidade com a Administração da Produção, fornecendo um grande número de ferramentas quantitativas para a

tomada de decisão, assim como auxilia outras disciplinas empresariais (DAVIS; AQUILANO; CHASE, 2001).

Infere-se que a Pesquisa Operacional, conforme Tiwari e Sandilya (2006) busca encontrar uma solução ótima para um determinado problema. Mas esta solução ótima não é apenas a que prevê o melhor resultado, mas a solução considerando vários outros aspectos, como restrições de tempo e custos. Alguns dos problemas típicos são: alocação, estoque, substituição ou reposição, filas de espera, sequência e coordenação, determinação de rotas, situações de competição, busca de informação, entre outros.

Desenvolveram-se, então, técnicas para modelar tais problemas e obter soluções a partir dos modelos. Algumas técnicas, conforme Rao (apud DÁVALOS, 2002) são: Programação Linear, Programação Dinâmica, Programação Inteira, Teoria dos Estoques, Teoria das Filas, Simulação, Teoria dos Jogos, Teoria dos Grafos, Planejamento com PERT/CPM e Análise de Risco.

Entre as técnicas de modelagem, a Programação Linear possibilita solucionar várias situações na área empresarial. Para a solução destes problemas, usam-se vários métodos de resolução, como o Método de Solução Gráfica para modelos de Programação Linear e o Método Simplex.

O Método de Resolução Gráfica permite, conforme Patrício et al. (2011), identificar um conjunto de situações que facilitam a compreensão da técnica de cálculo do Método Simplex, apontando algumas observações necessárias quanto à resolução gráfica:

- a) Utilizado para resolver problemas de pequenas dimensões (duas ou três variáveis);
- b) o problema de Programação Linear pode apresentar mais de uma solução ótima, um ou mais conjuntos de valores que produzem igual valor máximo na função-objetivo;
- c) alguns problemas são ditos ilimitados, pois existem infinitas soluções viáveis, porém, consegue-se determinar uma solução ótima;
- d) podem ocorrer situações em que o conjunto-solução de um problema seja vazio, isto é, um problema sem solução. Essas restrições são denominadas redundantes, podendo-se excluí-las do conjunto de restrições do problema, sem que alterem o conjunto de soluções viáveis.

Ainda, a autora menciona que o Método Simplex disponibiliza um critério para solucionar problemas de programação linear, buscando definir o valor das variáveis (incógnitas) para que se satisfaçam, respectivamente, todas as restrições do problema.

Para a resolução de problemas por meio desses métodos de programação linear, pode-se fazer uso de algumas ferramentas computacionais; o MS Excel dispõe da ferramenta conhecida como solver,

utilizada para a solução de problemas com muitas variáveis por intermédio do Método Simplex.

Esse recurso permite encontrar o valor ideal para uma fórmula em uma célula, chamada célula de objetivo, conforme restrições, ou limites, sobre os valores de outras células de fórmula em uma planilha. Trabalha ainda com um grupo de células, chamadas variáveis de decisão ou simplesmente de células variáveis, que integram o cálculo das fórmulas nas células de objetivo e de restrição, ajustando os valores nas células variáveis de decisão para satisfazer os limites sobre células de restrição e produzir o resultado desejado para a célula objetiva (MICROSOFT OFFICE, 2010).

3. Método

Dados foram coletados diretamente com os gestores das operações da empresa. Ficou evidenciada preocupação primordial com a utilização de mão de obra, e, portanto os tempos disponíveis para os processos foram considerados como fatores limitantes da operação.

A empresa conta com linha tradicional de produtos para a cozinha e pretende fabricar dois tipos de mesas galvanizadas para compor uma nova linha de produtos: retangular e redonda.

Cada mesa passará pelos processos de produção e de acabamento. Para fabricar uma mesa retangular, a empresa precisa de 3 horas de produção e 2 horas de acabamento, enquanto que para fabricar uma mesa redonda necessita de 4 horas de produção e 2 horas de acabamento.

O lucro unitário das mesas retangular e redonda é calculado, respectivamente, em R\$ 60,00 e R\$ 75,00. São 12 horas disponíveis de mão de obra para a produção e 8 horas para o acabamento, diariamente. A empresa pode maximizar o lucro utilizando mão de obra disponível, para a fabricação das mesas redondas e retangulares.

Inicialmente, foi identificado o objetivo, bem como foram identificadas as variáveis e as restrições para a elaboração das relações matemáticas. Buscou-se definir qual *mix* de produção proporciona o maior lucro diário possível considerando-se as limitações de mão-de-obra de produção e de acabamento. As variáveis do problema representadas por x_1 e x_2 , correspondem respectivamente ao número de unidades produzidas por dia de mesas redondas e mesas retangulares para que se obtenha o maior lucro possível se sujeitando às restrições de mão de obra consideradas no modelo.

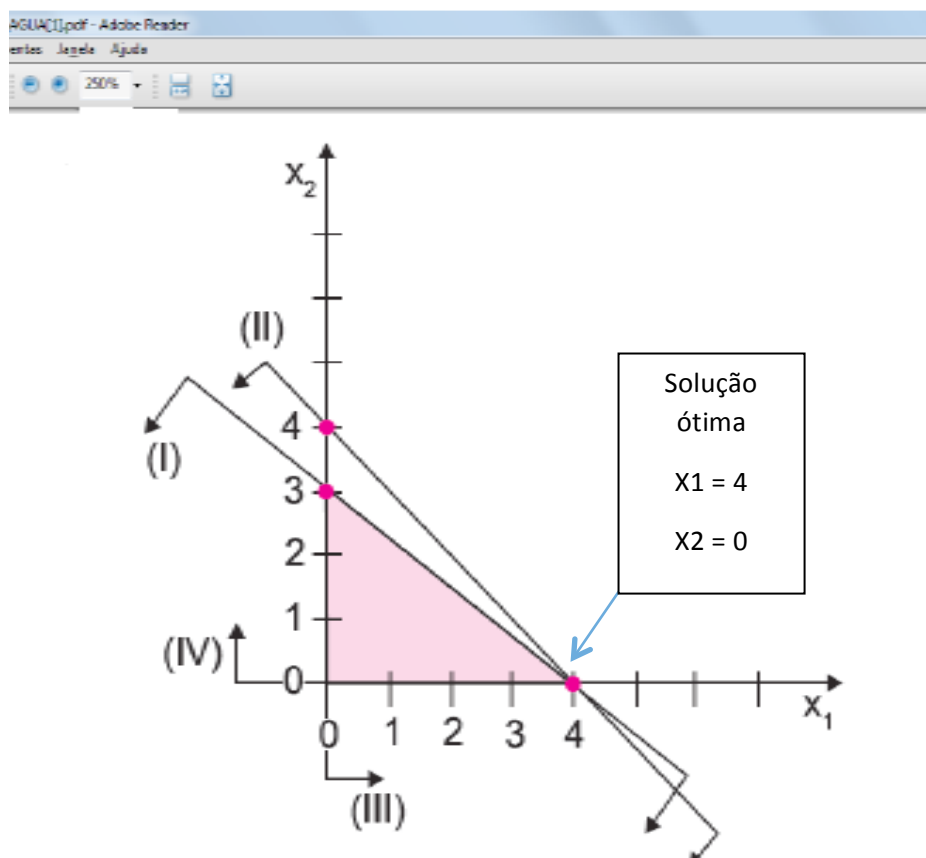
O modelo foi resolvido através de solução gráfica. Utilizando-se a ferramenta solver do MS Excel, foi também possível solucionar o modelo matemático pelo método simplex, organizando os dados na planilha.

Após a resolução do problema, a ferramenta disponibiliza relatório com o resultado da solução ótima.

Os resultados obtidos por meio de solução gráfica e por meio do solver do excel foram confrontados e foi constatado que a solução apresentada foi a mesma pelos dois métodos.

A figura 1 traz a resolução gráfica do modelo. O ponto (4,0) é a decisão que resulta no maior lucro diário possível e representa a solução ótima do modelo como $x_1 = 4$ e $x_2 = 0$.

Figura 1 – Solução gráfica do modelo



Fonte: os autores

A figura 2 traz relatório de respostas gerado pelo solver do excel que confirma a solução obtida através de solução gráfica.

Figura 2 – relatório do solver

| Célula do Objetivo (Máx.) | | | | | |
|---------------------------|-----------------|----------------|-------------|-----|--|
| Célula | Nome | Valor Original | Valor Final | | |
| \$E\$10 | função objeto z | Formula de z | 0 | 240 | |

| Células Variáveis | | | | | |
|-------------------|------------|----------------|-------------|----------------|--|
| Célula | Nome | Valor Original | Valor Final | Número Inteiro | |
| \$B\$2 | Solução x1 | 0 | 4 | Conting. | |
| \$C\$2 | Solução x2 | 0 | 0 | Conting. | |

| Restrições | | | | | |
|------------|-----------------|-----------------|----------------|------------|------------------|
| Célula | Nome | Valor da Célula | Fórmula | Status | Margem de Atraso |
| \$E\$5 | 1 restrição LER | 12 | \$E\$5<=\$G\$5 | Associação | 0 |
| \$E\$6 | 2 restrição LER | 8 | \$E\$6<=\$G\$6 | Associação | 0 |

Fonte: os autores

4. Resultados e Discussão

O modelo matemático que representa o problema da empresa que permite decidir qual o *mix* ideal de produção com base nos parâmetros estabelecidos foi resolvido através de dois métodos. O resultado obtido através de solução gráfica foi comparado com o resultado obtido através do solver do excel. Não foram encontradas diferenças nas soluções propostas pelos diferentes métodos.

A figura 1 demonstra o gráfico utilizado na resolução do problema e traz o ponto (4,0) como a solução que maximiza o lucro diário. A figura 2 traz o relatório do solver em que os valores 4 e 0 foram atribuídos às variáveis x1 e x2 a traz também o valor de 240 atribuído ao lucro máximo possível.

A solução apresentada por ambos os métodos utilizados considerou limitações diárias de mão de obra, com disponibilidade de 12h diárias para o processo de produção 12 e de 8h diárias o acabamento e propõe que seja fabricadas 4 mesas retangulares e nenhuma mesa redonda, obtendo-se a melhor solução e o maior lucro possível de R\$ 240,00 ao dia.

Como mencionado na revisão de literatura, as técnicas de pesquisa operacional buscam encontrar soluções ótimas considerando aspectos como restrições de tempo e custos.

De forma geral, esses resultados indicam que os tempos disponíveis de mão de obra foram totalmente utilizados no *mix* de produção proposto. Também mostram que com base na utilização de mão de obra de cada processo por unidade produzida, a necessidade de concentrar o *mix* de

produção em apenas um dos dois produtos desenvolvidos para compor a nova linha.

5. Considerações finais

Este estudo buscou demonstrar a aplicação de técnicas da pesquisa operacional em uma indústria do setor moveleiro. O estudo identificou o *mix* de produção ideal considerando-se novos produtos e alguns parâmetros operacionais relativos à utilização de mão de obra, com o intuito de obtenção do maior lucro diário possível.

Foi evidenciada a importância das questões relativas às melhorias do processo decisório. As conclusões extraídas por meio desse estudo levantam o grande potencial em termos de ganhos competitivos que podem ser obtidos com a aplicação de técnicas de análise estruturadas e baseadas em modelos matemáticos.

Os resultados desse estudo trazem novas ideias sobre possíveis aplicações das técnicas da pesquisa operacional no apoio ao processo decisório e reiteram a sua importância.

As limitações desse estudo residem no seu escopo. Outros parâmetros operacionais não foram incluídos como materiais, custos de produção e demandas de mercado. A exclusão dos produtos da linha atual da empresa não permite análise mais ampla dos fatores de produção considerados no estudo. Portanto pode-se levantar a possibilidade de elaboração de modelo matemático mais abrangente na realização de estudos futuros.

Referências

ARAÚJO, Marco Antonio. *Administração de produção e operações: uma abordagem prática*. Rio de Janeiro: Brasport, 2009.

CERVO, Amando Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino; SILVA, Roberto. *Metodologia Científica*. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

DÁVALOS, Ricardo Villarroel. *Uma abordagem do ensino de pesquisa operacional baseada no uso de recursos computacionais*. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 22, 2002, Curitiba. Anais Curitiba, 2002.

DAVIS, Mark Morris; AQUILANO, Nicholas Joseph; CHASE, Richard Brent. *Fundamentos de Administração da Produção*. 3. ed. São Paulo: Bookman, 2001.

MARCONI, Marina Andrade; LAKATOS, Eva Maria. *Fundamentos de metodologia científica*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2005.

MICROSOFT OFFICE. MS Excel 2010. *Definir e resolver um problema usando o Solver*. 2010. Disponível em: <<http://office.microsoft.com/pt-br/excelhelp/results.aspx?qu=solver&origin=HP010342416>>. Acesso em: 28 mar. 2015.

PATRÍCIO, Cristian Mara Mazzini Medeiros et al. *Educação sem fronteira*. 3. ed. São Paulo: Copyright, 2011.

TIWARI, Nirmal Kumar; SANDILYA, Shishir Kumar. *Operations Research*. New Delhi: Pretice-Hall, 2006.