

A IMPORTÂNCIA DA PROGRAMAÇÃO LINEAR NO PROCESSO DECISÓRIO

Elias Dib Caddah Neto*

RESUMO

O artigo trata da utilização da Programação Linear no auxílio ao processo decisório. Faz uma ligeira abordagem sobre a Pesquisa Operacional e o surgimento da Programação Linear. Comenta as formas de resoluções através do Método Gráfico, SIMPLEX e do uso de softwares. Um exemplo simples demonstra que com o Programa Excel a interpretação dos resultados pode ser compreendida pelos próprios administradores das organizações.

PALAVRAS- CHAVES: Programação linear, Pesquisa operacional, Processo decisório, Maximizar resultados, Minimizar custos, Análise de resultados, Margem de contribuição.

Abstract

The article deals with the utilization of Linear programming in the help of decisive process. It makes a rapid approach about the operational research and the appearance of linear programming. It comments the forms and resolutions through the graphic method SIMPLEX and with the use of soft ware. It demonstrates through a simple example that with the use of the Excel Program the interpretations of the results may be understood by the organization administrators themselves.

*Elias Dib Caddah Neto – Mestre em Controladoria e Contabilidade pela Universidade de São Paulo – USP

INTRODUÇÃO

Com o grande crescimento das organizações, que as torna assim cada vez mais complexas, aparece a necessidade da utilização de novas técnicas gerenciais, procurando cada vez mais maximizar resultados e minimizar custos. A maioria das empresas trabalha com recursos escassos, daí a importância de alocá-los da melhor maneira possível com o intuito de alcançar a eficácia. A programação linear em conjunto com a contabilidade de custos, contribui para a resolução deste problema, de uma maneira mais rápida e eficiente, onde se tem vários métodos para sua solução.

Neste cenário, é de fundamental importância o conhecimento, pelo contador, das técnicas matemáticas que poderão ser utilizadas no processo de tomada de decisão.

Há algum tempo atrás se discutia o papel do contador frente à tecnologia emergente, onde uma das visões dos contadores, descrita por Horngren (1985, p.350), dizia que, “se os contadores não passarem logo a assimilar conhecimento práticos de tecnologia de computador e diversas técnicas matemáticas, suas funções de direção da atenção e de solução de problemas serão absorvidas pelo campo em expansão da ciência da administração”.

O presente artigo aborda a importância da Programação Linear e sua utilização pela contabilidade de custos na tomada de decisões empresariais, a rapidez na solução destes problemas e a interpretação de resultados. A utilização da Programação Linear possibilita a definição, entre diversas alternativas, da que maximize os resultados ou minimize os custos.

PESQUISA OPERACIONAL

A Pesquisa Operacional começou a ser desenvolvida antes da Segunda Guerra Mundial, com os trabalhos de:

- Frederick Taylor: Formato e tamanho ótimo de uma pá para minas de carvão (1885);
- A. K. Erlang: Modelos matemáticos para determinação do tempo de espera (1917);

- Frederick Lanchester: Modelos matemáticos para estratégias militares(1916);
- Horace Levinson: Modelos para estudos de mercado (década de 30).

Com a utilização da Pesquisa Operacional nos serviços militares, durante a Segunda Guerra Mundial, devido a necessidade da distribuição de recursos escassos dentro de cada operação, ocorreu o seu grande desenvolvimento voltado principalmente para:

- Relação entre peso de bombas e os sinistros;
- Ações aéreas anti-submarinas;
- Precisão dos bombardeios;
- Manobras dos navios para evitar kamikazes;

Devido à maioria dos especialistas em pesquisa operacional migrarem, posteriormente à Segunda Guerra, para várias organizações, a mesma foi amplamente difundida tanto nas indústrias quanto nas empresas comerciais e públicas. A sua utilização foi motivada pelos dois fatores a seguir:

- O aprimoramento de técnicas disponíveis, através de ferramentas como, por exemplo, a programação linear e não linear, teoria das filas, programação dinâmica, teoria dos jogos, etc.
- A evolução da indústria de computadores, permitindo o uso de softwares em grande escala e com um grau de precisão bastante elevado.

Para realizar uma Pesquisa Operacional é necessário um grupo de indivíduos especialistas em diferentes áreas como matemática, estatística, administração, computação, engenharia, probabilidade, dentre outras.

Portanto, a Pesquisa Operacional é uma abordagem científica, voltada para gerência prática da organização, com o objetivo de fornecer respostas aos executivos para os problemas que envolvem a interação de um sistema.

A Pesquisa Operacional se constitui das seguintes etapas:

- a) Definição do problema: inicia-se com a identificação clara do objetivo a ser alcançado, quais as variáveis relevantes que estão

envolvidas neste objetivo e quais as restrições e relações estas variáveis estão expostas;

b) Construção do modelo: necessidade de demonstrar através de equações matemáticas os objetivos e as restrições do problema;

c) Obtenção da solução: tem como meta encontrar uma solução ótima para o modelo construído, isto é, encontrar a melhor solução dentre todas as soluções viáveis.

d) Validação do modelo: o modelo construído deve demonstrar a realidade observada; do contrário a solução encontrada não será a solução ótima do problema. Deve-se ainda analisar a solução encontrada.

e) Implementação da solução: a solução encontrada servirá de orientação para tomada de decisões dos gestores, não tendo obrigatoriamente que ser implementada.

PROGRAMAÇÃO LINEAR

De acordo com Horngren (2000, p.286) a Programação Linear “é a melhor técnica de que se dispõe para combinar materiais, mão de obra e recursos físicos da melhor maneira possível quando todas as relações são aproximadamente lineares e há possibilidade de se fazer muitas combinações”.

Para Corrar et al (1997, p.2), a Programação Linear “é utilizada para resolução de problemas que envolvam a atribuição e distribuição de recursos entre diversos usos alternativos”.

Os estudos de Programação Linear de acordo com Andrade (1985, p.31) permitem responder a questões como:

- Qual a quantidade de um determinado produto, entre vários, que se deve produzir para obter o maior lucro possível?

- Qual a composição da mistura que corresponde ao custo mínimo?

- Conhecendo um certo número de condições de mercado, como estabelecer os circuitos de distribuição de forma a minimizar o custo total?

- Como repartir o contingente de mão de obra entre as diferentes tarefas e especialidades, com o objetivo de minimizar as despesas

ou maximizar a eficiência?

- Qual a quantidade de alimento, por exemplo, que se deve escolher para satisfazer a determinadas condições de nutrição e dar ao animal o crescimento desejado, com custo mínimo?

A representação do modelo de Programação Linear é feita por expressões matemáticas lineares com duas ou mais incógnitas.

Os contadores e administradores devem buscar identificar os objetivos, as restrições, as variáveis e a construção do modelo, bem como os tipos de problemas que podem ser analisados através da Programação Linear e a análise dos resultados.

Os principais métodos de solução para problemas utilizando a programação linear é o Método Gráfico e o Método Simplex. O Método Gráfico tem seu uso limitado, sendo utilizado com apenas duas variáveis. O Método Simplex, que foi desenvolvido em 1947 por George B. Dantzig consiste em um procedimento algébrico iterativo, dado várias variáveis, identificando a melhor solução para problemas que têm várias respostas. Com o advento dos computadores e a facilidade de obter a solução destes problemas, atualmente a Programação Linear tem uma larga aplicação. O programa Excel, através do menu ferramentas, dispõe de um recurso chamado "solver", possibilitando o rápido alcance da melhor solução a ser utilizada. Percebe-se que não é necessário um profundo conhecimento sobre os métodos matemáticos de resolução, como o Gráfico e o Simplex, bastando apenas uma certa habilidade em definir o problema, colocá-los na planilha do Excel e interpretar os resultados.

A Programação Linear contribui sobremaneira com os contadores, administradores e a alta gerência das organizações no auxílio à tomada de decisões e melhor otimização de resultados.

Será analisado a seguir, um caso prático utilizando apenas o uso de softwares, onde é evidenciada a não necessidade do uso de fórmulas matemáticas para se atingir o melhor resultado para o problema proposto.

Uma Indústria fabrica calças e bermudas com as seguintes margens de contribuição por unidade:

- Margem de Contribuição da Calça: \$ 7,00
- Margem de Contribuição da Bermuda: \$ 4,00

Estes produtos passam respectivamente pelos departamentos de corte e costura, consumindo em cada um deles as seguintes horas:

	Departamento Corte	Departamento Costura
Calças	5 h	3 h
Bermudas	3 h	2 h

A capacidade de produção de cada departamento limita-se a 40 horas para o departamento de corte e 25 horas para o departamento de costura.

Os diretores da indústria desejam saber qual seria a quantidade ideal de calças e bermudas que deveriam ser produzidas com o intuito de se obter melhor Margem de Contribuição para a empresa, de acordo com as restrições existentes em cada um deles.

Para solucionar este problema, tem inicialmente que se definir o problema, sendo este passo o mais importante e talvez o de maior complexidade.

As variáveis de decisão são Calça (C) e Bermuda (B), sendo o objetivo a maximização da Margem de Contribuição total, podendo ser representada matematicamente da seguinte forma: $\text{Max. MCT} = 7C + 4B$. Após definidas as variáveis e o objetivo, verificam-se as restrições impostas pelo problema. As restrições são as seguintes: os limites máximos de horas de mão de obra dos Departamentos de Corte e Costura que não poderá exceder 40h e 25h respectivamente. Uma outra restrição a ser informada é a não negatividade, isto é, não se pode produzir negativamente. Demonstrando matematicamente as restrições tem-se:

$$\text{Restrição Corte: } 5C + 3B \leq 40$$

$$\text{Restrição Costura: } 3C + 2B \leq 25$$

$$\text{Não negatividade: } C \geq 0$$

$$B \geq 0$$

Depois de definido o problema, e para chegar à solução do mesmo através do uso de software, é exigido pelo programa Excel a infor-

mação das variáveis demonstradas acima, bem como das restrições. O processo de pesquisa, até chegar à solução desejada, tem início considerando as quantidade de calças e bermudas igual a zero sendo, conseqüentemente, o ganho também igual a zero.

Respeitando as restrições impostas, o programa testa várias soluções até chegar ao objetivo que é a maximização da Margem de Contribuição Total, quando serão gerados os relatórios que deverão ser interpretados.

INTERPRETANDO OS RESULTADOS

Os resultados serão interpretados a partir dos Relatórios de Limites, de Resposta e de Sensibilidade. No caso em análise, o programa informou os seguintes resultados:

Microsoft Excel 9.0 Relatório de limites						
Planilha: [Exerc. Artigo Final.xls]Plan1						
Relatório criado: 14/01/01 20:56:34						
Destino						
Célula	Nome	Valor				
\$E\$6	Margem Total	Total	56			
Ajustável						
Célula	Nome	Valor	Inferior Limite	Destino Resultado	Superior Limite	Destino Resultado
\$C\$4	Quantidade Calças	8	0	0	8	56
\$D\$4	Quantidade Bermuc	0	0	56	0	56

Analisando o relatório de limites:

Margem Total: representa o valor máximo da margem de contribuição total, igual a \$ 56, a ser conseguido na confecção de calças e bermudas. Nenhuma outra combinação de produção apresentará resultado melhor.

Limite Inferior: representa a quantidade mínima de calças e bermudas que podem ser produzidas. O valor é zero, devido não se produzir negativamente.

Resultado de Destino: representa o resultado obtido pela empresa, por outra variável, mantendo uma no seu limite inferior, que é igual a zero.

Limite Superior: representa a solução do problema, mostrando a quantidade máxima de calças e bermudas que deverão ser produzidas. No caso, 8 calças e nenhuma bermuda.

Resultado do Destino: apresenta a solução ótima de produção.

Analisando, agora, o Relatório de Resposta:

Microsoft Excel 9.0 Relatório de resposta					
Planilha: [Exerc. Artigo Final.xls]Plan1					
Relatório criado: 14/01/01 20:56:33					
Célula de destino (Máx)					
Célula	Nome	Valor original	Valor final		
\$E\$6	Margem Total Total	0	56		
Células ajustáveis					
Célula	Nome	Valor original	Valor final		
\$C\$4	Quantidade Calças	0	8		
\$D\$4	Quantidade Bermudas	0	0		
Restrições					
Célula	Nome	Valor da célula	Fórmula	Status	Transigência
\$E\$11	Total Corte Total	40	\$E\$11<=40	Agrupar	0
\$E\$12	Total Costura Total	24	\$E\$12<=25	Sem agrupar	1

Célula de Destino: o valor original apresenta zero, pois o programa considerou inicialmente o valor de produção igual a zero calça e zero bermuda. O valor final representa a margem total encontrada no valor de \$56, mostrando que de todas as combinações e respeitando as restrições não será alcançado um valor maior que este.

Células Ajustáveis: Demonstra a solução do problema, sendo o valor final o total a ser produzido pela empresa, para atingir a melhor solução. Neste caso, seria a produção de 8 calças e nenhuma bermuda.

Demonstrando matematicamente: $MCT (máxima) = 8 \times 7 = 56$

Restrições: indica a utilização dos recursos dentro do seu limite. Observa-se existir uma pequena folga de uma hora no Departamento de Costura, visto que foram utilizadas apenas 24h.

Relatório de Sensibilidade: pode ser analisado apenas este relatório, pois abrange todos os resultados já trabalhados nos outros relatórios.

Microsoft Excel 9.0 Relatório de sensibilidade						
Planilha: [Exerc. Artigo Final.xls]Plan1						
Relatório criado: 14/01/01 20:56:34						
Células ajustáveis						
Célula	Nome	Final Valor	Reduzido Custo	Objetivo Coeficiente	Permissível Acréscimo	Permissível Decréscimo
\$C\$4	Quantidade Calças	8	0	7	1E+30	0,333333333
\$D\$4	Quantidade Bermudas	0	-0,2	4	0,2	1E+30
Restrições						
Célula	Nome	Final Valor	Sombra Preço	Restrição Lateral R.H.	Permissível Acréscimo	Permissível Decréscimo
\$E\$11	Total Corte Total	40	1,4	40	1,666666667	40
\$E\$12	Total Costura Total	24	0	25	1E+30	1

Células Ajustáveis

Valor Final: é a solução encontrada que atende à função objetivo. Produzir 8 calças e nenhuma bermuda, para esta situação, confirma a maximização do lucro.

Reduzido Custo: indica que se a empresa passar a produzir bermudas, vai deixar de ganhar 0,2 %. No caso o valor da quantidade de calças é igual a zero, porque ela está sendo fabricada.

Coeficiente Objetivo: representa a margem de contribuição de cada calça e cada bermuda. Este valor está na definição do problema.

Permissível Acréscimo: intervalos dentro dos quais a solução física (quantidades produzidas) não muda. Este acréscimo é o que a margem de contribuição poderia sofrer.

Permissível Decréscimo: Decréscimo que os valores finais poderiam sofrer sem mudar as quantidades físicas produzidas. Verifica-se que a fabricação de calças pode decrescer em 0,33 e o resultado permaneceria o mesmo, ao mesmo passo em que a produção de bermudas poderia ser decrescida em um número infinitamente elevado que não alteraria o resultado.

Análise das Restrições

Valor Final: mostra a utilização de horas de cada setor. As horas disponíveis no departamento de corte são consumidas integralmente, ao passo que, no departamento de costura, consome-se apenas 24 horas das 25 disponíveis.

Preço sombra: mostra o valor que a empresa deixa de ganhar por não aplicar uma unidade monetária a mais de recursos. Observa-se que se aplicasse mais uma unidade no Departamento de corte a empresa ganharia mais 1,4.

Pelo preço sombra também se avalia, por exemplo, quanto a empresa deixa de ganhar no caso de uma quebra de máquina, greve, etc.

Restrição Lateral: indica a restrição de horas de cada departamento.

Permissível Acréscimo e Decréscimo: indica que o valor do preço sombra não sofrerá alteração caso a restrição de cada departamento aumente ou diminua nos intervalos de valores indicados. São os intervalos dentro dos quais o preço sombra não se altera.

CONCLUSÃO

A Programação Linear é uma ferramenta de grande importância no processo decisório dentro das organizações, podendo ser aplicada para resolver muitos problemas gerenciais relacionado com a escassez de recursos. É adequado para solucionar problemas com diversas variáveis ou restrições, devendo ser observado a existência de uma relação linear.

No entanto, para que o modelo seja otimizado é de fundamental importância a sua correta definição. O desenvolvimento do modelo deverá ser acompanhado com frequência, de forma que possa ser ajustado sempre que forem efetuadas alterações, ou quando ocorrer mudanças nos cenários que influenciem na solução determinada.

Devemos destacar, também, que a Programação Linear trabalha

com um horizonte de curto prazo. Assim, a cada alteração nos recursos, o modelo deverá ser refeito.

A utilização de recursos do computador na resolução de problema com a utilização da programação linear possibilita que sejam efetuadas diversas análises. Desta forma, o contador de custos deve entender essas informações e como os métodos quantitativos chegam a produzir os dados para que possa usá-lo em seus relatórios gerenciais de custos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, Eduardo Leopoldino de, **Introdução à pesquisa operacional**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1989.

CARASTAN, Jacira Tudora. **Uma Análise da utilidade da programação linear sob o enfoque contábil-gerencial**. São Paulo: USP, 1993. Tese de Doutorado.

CORRAR, Luis J; GUERREIRO, Reinaldo; GARCIA, Solange. **Teoria das restrições e programação Linear**. Acapulco-Mexico. 1997. t. 2.

HORNGREN, Charles T; FOSTER, George; DATAR, Srikant M. **Contabilidade de custos**. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos, 2000.

HORNGREN, Charles T. **Introdução à contabilidade gerencial**. Rio de Janeiro. Guanabara Kogan, 1985.

LEONE, George Sebastião Guerra. **Curso de contabilidade de custos**. São Paulo: Atlas, 1997.

MARTINS, Eliseu. **Contabilidade de custos**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

