

ESTUDO DE CASO BASEADO NA SOLUÇÃO DE PROBLEMA HIPOTÉTICO DE ALOCAÇÃO DE RECURSOS LIMITADOS COM TÉCNICAS DE PROGRAMAÇÃO LINEAR ATRAVÉS DA FERRAMENTA SOLVER DO MICROSOFT EXCEL

¹Pedro Henrique Marana Bim; ¹Diego José Caíres Rabaldelli; ¹Pablo Consolaro; ¹Jackson Christian Santos dos Santos, ¹Angiseli Damaceno Scanavacca, ¹Josiane Cristina Pedrolli, ²Rodrigo Yoshio Tamae

1 - Discentes do Curso Sistemas de Informação - FAEG/Garça

2 - Docente do Curso Sistemas de Informação - FAEG/Garça
{pedrohmbim; rytamae}@yahoo.com.br

RESUMO

A Programação Linear (PL) faz parte da disciplina de Pesquisa Operacional (PO) possibilitando a obtenção de resultados ótimos ou simulações de viabilidade em casos de alocação de recursos limitados, minimizando os impactos nas tarefas de tomada de decisão. Assim, este trabalho demonstra os aspectos relevantes desta técnica, resolvendo um problema hipotético de alocação de recursos limitados por meio da ferramenta Solver que compõe o Microsoft Excel.

Palavras-chave: Método Simplex, Alocação de Recursos e Microsoft Excel Solver.

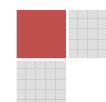
ABSTRACT

The Linear Programming is part of disciplines of research operational making possible the attainment of excellent results or simulation of viability in cases of allocation of limited resources, minimizing the impacts in the tasks of decision taking. Thus, this work demonstrates to the excellent aspects of this technique, deciding a limited hypothetical problem of allocation of resources by means of the Solver tool that it composes the Microsoft Excel.

Keywords: Simplex method, Allocation of Recursos and Microsoft Excel Solver.

1 – INTRODUÇÃO

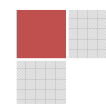
Desenvolvida para fins militares, durante a segunda guerra mundial, a Pesquisa Operacional (PO) tornou-se um meio extremamente eficaz de análise de processo e de decisão e da utilização de modelos, para diversas áreas de análises gerenciais. A PO apresenta-se através de duas vertentes, sendo a atual e utilizada neste trabalho, que procura modelar o problema, levando a uma compreensão mais profunda, no modo como abordar, formular e avaliar. Concomitantemente, faz-se uso de uma ferramenta de PO, a Programação Linear (PL) que se entende por uma técnica de resolução de sistemas de equações lineares via inversões sucessivas de matrizes (CAIXETA, 2004). A resolução de problemas mediante PL, dá-se principalmente através do método Simplex, que realiza a técnica de encontrar algebricamente, a solução ótima de um modelo de PL. Para a resolução de problemas de PL, por meio do método Simplex, podem ser utilizadas diversas ferramentas específicas, contudo devido à disponibilidade, acessibilidade e conhecimento empírico do Microsoft Office, este trabalho utiliza-se da ferramenta Solver, que compõe o Microsoft Excel, resolvendo um problema hipotético de alocação de recursos limitados, mostrando os conceitos essenciais, apresentando a concepção do



modelo e uso do Solver para a resolução do problema, apresentando ao término a solução ótima deste problema.

2 – ASPECTOS RELEVANTES SOBRE A PESQUISA OPERACIONAL

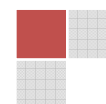
Durante a Segunda Guerra Mundial, cientistas ingleses foram convocados para estudar problemas de estratégia e de tática associados com a defesa do país; o objetivo era decidir sobre a utilização mais eficaz de recursos militares limitados. Os resultados obtidos pelos ingleses motivaram os EUA a iniciarem atividades semelhantes com a equipe liderada pelo americano George B. Dantzig. Concluída em 1947, a pesquisa ofereceu subsídios técnicos para as tomadas de decisão que envolvesse a distribuição ótima de tropas entre as diferentes frentes de batalha, batizada com o nome de Método Simplex. Após a guerra, a utilização de técnicas de PO ganhou notoriedade devido à facilidade do processo de análise e de decisão, e do uso de modelos, permitindo que uma decisão pudesse ser mais bem avaliada e testada antes de ser implementada. A evolução dos sistemas computacionais permitiu um grande progresso a PO. Conceitualmente, PO é uma metodologia administrativa que agrega, em sua teoria, quatro ciências fundamentais para o processo de preparação, análise e tomada de decisão: economia, matemática, estatística e informática (ANDRADE, 1998). O sucesso dessas aplicações levou o mundo acadêmico e empresarial a procurar usar as técnicas criadas em problemas de administração. Isso faz com que os modelos desenvolvidos pelos profissionais de PO sejam rápidos e versáteis, além de serem também interativos, permitindo a participação do usuário no processo de cálculo. Há de se destacar ainda os enfoques dados a PO, um clássico, de modelagem de problemas de decisão e resolvê-los mediante o uso de métodos matemáticos e estatísticos, entretanto esta metodologia impossibilita quaisquer problemas subjetivos, ou que fuja da precisão matemática. O outro, atual, é qualitativo, prende-se na sua influência sobre o modo pelo qual os administradores abordam os problemas, na formulação, avaliação do relacionamento com outros problemas e forma usada para sua comunicação com as pessoas, ou seja, neste enfoque o fundamental é formular e modelar problema e não seu método de solução; perde-se importância o rigor matemático da solução e ganham o espírito crítico, a sensibilidade para descobrir o problema correto e analisar quais informações são fundamentais para a decisão. O que facilita o processo de análise de decisão é a utilização de modelos, que permite a



experimentação, o que significa que uma decisão pode ser mais bem avaliada e testada antes de ser efetivamente utilizada. A economia de recursos e a experiência adquirida da experimentação, já justificam o conhecimento e o uso da PO como instrumento de gerência (ANDRADE, 1998).

O resultado da diversidade de representações de sistemas, via PO, é o desenvolvimento de diversas técnicas de otimização, para resolver cada tipo de modelo existente, podemos citar: programação linear, inteira, estocástica e não-linear (LISBOA, 2002). Todavia, este trabalho enfoca a PL, pois, tratamos de um problema hipotético de alocação de recursos limitados, através de um estudo de caso enfoque central deste trabalho.

A PL é uma ferramenta da PO que pode ser aplicada a soluções de problemas que objetivam a otimização de um sistema de estudo (SILVA, 2006). Embora a alocação de recursos para atividades seja o tipo mais comum, PL tem diversos tipos de aplicação, onde qualquer problema cujo modelo matemático se enquadre na forma geral de um modelo de PL, é um problema de PL. O problema geral de PL é utilizado para otimizar (maximizar ou minimizar) uma função linear de variáveis, chamada de Função Objetivo (FO), sujeita a uma série de equações ou inequações lineares, chamadas de restrições. Como, normalmente, os recursos disponíveis não são suficientes para que todas as atividades sejam executadas de maneira ótima, se necessário faz encontrar uma solução que identifique a melhor distribuição possível para os recursos que serão utilizados, logo, a PL utiliza-se de modelos de otimização. Há de se destacar ainda, o método Simplex que é o algoritmo mais usado para resolver modelos de PL e, provavelmente, o mais usado de todos os algoritmos matemáticos (SANTOS, 2000) (CAIXETA, 2004); é um procedimento algébrico e iterativo que fornece a solução exata de qualquer problema de PL em um número finito de iterações (SANTOS e VICTORIA, 2002). A utilização do método Simplex pode ser entendida devido a sua eficácia, pois seu uso elimina a cansativa tarefa de solução por tentativa e erro, ou seja, apesar de ambas as técnicas atingirem o objetivo comum, uma solução ótima a partir do método Simplex possibilita rapidez para se alcançar o resultado, que acaba sobrepondo-a sobre os demais. Além disso, recursos de Tecnologia da Informação (TI) podem ser utilizados, como diversas ferramentas específicas e funcionais, dentre as quais podem ser citadas: Lindo, Lingo, Mosek, MathLab, Solver (do Microsoft Excel) e outras. Neste trabalho será utilizada, para a



resolução e exposição de um problema hipotético, a ferramenta Solver, do Microsoft Excel, por critérios de disponibilidade, acessibilidade e didática proporcionada pelo pacote. O Microsoft Excel é um programa de planilha eletrônica escrito e produzida pela Microsoft para computadores usando o sistema operacional Microsoft Windows e computadores Macintosh. O Solver faz parte de um conjunto de programas, algumas vezes, chamado de ferramentas de análise hipotética (GOMES e SOUSA, 2004), que permite plena resolução de um problema de PL, mediante o método Simplex.

2.2- ESTUDO DE CASO: OTIMIZAÇÃO DE ALOCAÇÃO DE RECURSOS PARA A PRODUÇÃO DE MESAS E ARMÁRIOS EM UMA MARCENARIA

Supondo que uma marcenaria deseja estabelecer uma programação diária de produção de somente dois produtos: mesa e armário, ambos em um único modelo. A marcenaria tem limitação em apenas dois recursos: matéria-prima (madeira) e mão-de-obra, cujas disponibilidades diárias são mostradas a seguir:

RECURSOS/DISPONIBILIDADE			
Madeira	12 m ²	Mão-de-obra	8 horas

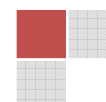
O processo de produção é tal que para fazer uma mesa se gasta 2m² de madeira e 2 horas de mão-de-obra. Para um armário se gasta 3m² de madeira e 1 hora de mão-de-obra. A margem de contribuição de lucro de mesa é de R\$ 4,00 e do armário R\$ 1,00. O problema é encontrar o programa de produção que maximiza a contribuição de lucro.

A seguir, tem-se a modelagem do problema, onde Lucro (L), será a base da FO, baseada na margem de lucro de mesa e armário. As restrições estarão baseadas nas quantidades de mão-de-obra e matéria-prima bruta e o respectivo gasto por unidade:

VARIÁVEIS DE DECISÃO:	FUNÇÃO OBJETO	RESTRICÇÕES
Quantidade de mesa: x1	L=4x1+x2	Matéria-prima: 2x1+3x2<=12
Quantidade de armário: x2		Mão-de-obra: 2x1+x2<=8
		Onde x1 e x2 >=0

Para completar o modelo, ocorre a inclusão das variáveis de folga ao modelo: x3 = Variável de folga para matéria-prima e x4 = Variável de folga para mão-de-obra, fazendo com que o modelo completo fique da seguinte forma:

VARIÁVEIS DE FOLGA	RESTRICÇÕES	FUNÇÃO OBJETO
x3	Matéria-prima: 2x1+3x2+x3+0.x4=12	L=4x1+x2+0x3+0x4
x4	Mão-de-obra : 2x1+x2+0.x3+x4=8, Onde x1, x2, x3, x4 >=0	



De acordo com a Figura 1, uma vez que o modelo encontra-se devidamente construído, tem-se início a resolução do problema linear através do método Simplex, com a utilização da ferramenta Solver. Como pode ser visto na figura 1, na linha 5, entre os intervalos das colunas B a E, atribuem-se os valores referentes à FO (MAXimizar o Lucro de $4.X1 + 1.X2 + 0.X3 + 0.X4$). Os coeficientes das variáveis referentes às restrições que devem ser obedecidas encontram-se a partir da linha 11 da planilha, entre as colunas B e E. Na próxima etapa, aciona-se a opção Parâmetros do Solver do Microsoft Excel, onde devem ser indicadas as devidas células para o apontamento de resultado. O campo "Definir células de destino:" deve referenciar o endereço da célula que irá receber o resultado da FO; A opção "Igual a:" deve apontar para o objetivo da FO, no caso "Max", uma vez que o objetivo é maximizar a produção; O campo "Células variáveis:" recebe como referência os intervalos de células que descrevem a FO; No campo "Submeter às restrições:" recebe às referências dos coeficientes das variáveis que apontam para as restrições do modelo. Após o preenchimento, através da opção "Resolver", obtém-se o resultado esperado para a FO do modelo.

The screenshot shows the Microsoft Excel Solver interface. The main window displays a spreadsheet with the following data:

SOLVER - ALOCAÇÃO DE RECURSOS						
Coeficientes das Variáveis						
	X1	X2	X3	X4	<== Modelo Completo para Simplex	
MAX	4	1	0	0	FO: L=4.X1+1.X2+0.X3+0.X4	
Solução	4	0	4	0		
FO =	16					
Restrições Coeficientes das Variáveis						
Nº	X1	X2	X3	X4	RE	RE
1	2	3	1	0	12	12
2	2	1	0	1	8	8
3	1	1	1	1	8	0

Restrições: $2X1+3X2+1X3=12$
 $2X1+1X2+1X4=8$
 $1X1,1X2,1X3 \text{ E } 1X4 \geq 0$

The Solver Parameters dialog box is open, showing the following settings:

- Definir célula de destino: $\$B\7
- Igual a: Máx Mín Valor de: 0
- Células variáveis: $\$B\$6:\$E\6
- Submeter às restrições:
 - $\$F\$11 = \$G\11
 - $\$F\$12 = \$G\12
 - $\$F\$13 \geq \$G\13

Figura 1 – Solução do problema hipotético de alocação de recursos juntamente com os Parâmetros do Solver para a solução do problema

3 – CONSIDERAÇÕES FINAS

A PL enquadra-se como uma das técnicas de PO para preparação, análise e auxílio à tomada de decisões sob a ótica de modelagem normativa, uma técnica de programação matemática, e que faz uso do Método Simplex, comprovadamente um dos mais eficientes métodos para resolução de equações lineares. Com a evolução dos sistemas computacionais e a crescente necessidade de se criar sistemas que favoreçam e simplifiquem os processos de gestão de conhecimento e, conseqüentemente, de métodos para auxílio à tomada de decisões, destaca-se neste contexto a ferramenta Solver do Microsoft Excel.

Assim, verifica-se que o Solver pode ser aplicado para se obter soluções dos problemas de PL com considerável eficiência, facilidade e, sobretudo, credibilidade. Concomitantemente, fica evidente que os recursos disponíveis de Tecnologia da Informação permitem que as técnicas de PO possam assumir um teor altamente relevante como agente no processo de tomada de decisão dentro das corporações, proporcionando, uma visão subjetiva à necessidade relativa ao problema (visto que a solução ótima pode não ser a mais viável) ou levando a uma melhor compreensão do próprio problema em estudo, minimizando a abordagem matemática, um conceito já considerado antiquado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, Eduardo Leopoldino de. **Introdução à PO: métodos e modelos para a análise de decisão**. 2. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 1998.

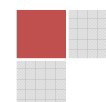
CAIXETA, José Vicente – Filho. **Técnicas de Otimização aplicadas a Sistemas Agroindustriais**. Editora Atlas 2ª Edição, SP, 2004.

GOMES, Aloísio de Castro Júnior e SOUZA, Marcone Jamilson Freitas. **Solver(Excel): Manual De Referência**. Ouro Preto, 2004. Disponível em: http://www.decom.ufop.br/prof/marcone/Disciplinas/OtimizacaoCombinatoria/solver_p.pdf . Acessado em: 18/03/2007.

LISBOA, Erico. **Pesquisa Operacional**. Disponível em: <http://www.ericolisboa.eng.br> . Rio de Janeiro, 2002. Acessado em: 18/03/2007.

SANTOS, Mauricio Pereira dos. **Programação Linear**. Rio de Janeiro, 2000. Disponível em : <http://www.mpsantos.com.br/plinear/arquivos/plinear.pdf>. Acessado em: 18/03/2007.

SANTOS, André Vinicius dos e VICTORIA, João Luis Novack. **Programação Linear**. Pelotas, 2002. Disponível em: http://descartes.ucpel.tche.br/WFC/2002/apa_grupo7-ProgramacaoLinear.pdf. Acessado em: 18/03/2007.



SILVA, Luis Cesar da. **Fundamentos da Programação Linear-PL**. Espírito Santo, 2006. Disponível em: http://www.agais.com/ms0106_programacao_linear.pdf . Acessado em : 18/03/2007.

