XV SEMEAD
Seminários em Administração
outubro de 2012
ISSN 2177-3866

Área temática:
Ensino e Pesquisa em Administração

Título do Trabalho:
Programação Linear como meio Interdisciplinar no Ensino de Técnicas de Otimização para Administradores

AUTORES
JOSÉ SÉRGIO DOMINGUES
Instituto Federal do Norte de Minas Gerais
sergio.domingues@ifnmg.edu.br

CARLA PEREIRA ALVES
Instituto Federal Norte de Minas Gerais
carperal92@googlemail.com

GLAUCIA BISPO LEITE DOS SANTOS
Instituto Federal Norte de Minas Gerais
glauciabispo@hotmail.com

JULIANA CARLA CASTELLÃO
Instituto Federal Norte de Minas Gerais
jucastellao@yahoo.com.br

WANDERLEY APARECIDO PEREIRA SILVA
Instituto Federal Norte de Minas Gerais
wandeko999@yahoo.com.br

Resumo:

Este trabalho tem por finalidade principal apresentar uma forma de associar conhecimentos matemáticos e de programação de computadores para a resolução de problemas de programação linear (PL), que é uma área especialmente útil na administração de empresas, quando se quer realizar a otimização de processos visando maximização de lucros ou minimização de custos. Com isso, esperasse que acadêmicos de administração possam despertar cada vez mais o gosto pelo aprofundamento em teoria matemática e computacional, pois essas podem ser de grande utilidade em suas vidas profissionais, e também, um diferencial na inserção no mercado de trabalho. Sendo assim, apresentamos: (i) uma pequena introdução histórica do tema; (ii) uma sucinta introdução à PL, dando ênfase em como problemas de programação linear (PPL) pode ser modelado matematicamente, e em que consiste resolvê-los; (iii) uma aplicação prática de uma das técnicas de resolução de PPL, com um comentário rápido sobre outros métodos; (iv) um pequeno programa em linguagem Pascal, que resolve PPL modelados por duas variáveis; (v) uma conclusão, que finalizando o trabalho indica que, de fato, se faz necessário que um administrador moderno tenha um bom conhecimento das técnicas de programação linear, para que os resultados adquiridos em um processo de produção ou logística sejam otimizados.

outubro de 2012
ISSN 2177-3866

Abstract:

This work has as main purpose to provide a means of linking mathematical and computer programming for solving linear programming problems (LP), an area which is especially useful in business administration, when you want to perform the optimization of processes to profit maximization or cost minimization. Thus, we expect that business student might awaken interest for the deepening of mathematical and computational theory, as these can be very useful in their professional lives, and also a difference in the insertion in the labor market. Thus, we present: (i) a short historical introduction to the subject; (ii) a brief introduction to the PL, emphasizing how linear programming problems (LPP) can be modeled mathematically, and what is to solve them, (iii) a practical application of techniques for solving LPP, with a quick comment on other methods, (iv) a small program in Pascal, which solves LPP modeled by two variables, (v) a conclusion that ending the study indicates that, in fact, it is necessary that a modern manager has a good knowledge of linear programming techniques, so that the results acquired in a production or logistics are optimized.

Palavras-chave: Programação Linear, ensino, otimização.

1. Introdução

O desenvolvimento de técnicas para resolver sistemas de inequações lineares é uma prática muito antiga. Durante a segunda grande guerra, equipes interdisciplinares de cientistas promoveram um grande crescimento das pesquisas relacionadas a essas técnicas, para se conseguir o uso eficiente de radares, canhões antiaéreos, escoltas navais, alocação de material bélico, etc. Essas pesquisas, voltadas para diferentes áreas do setor bélico, visavam principalmente dois resultados fundamentais: reduzir custos militares e maximizar as baixas inimigas (MONTEVECHI, 2011; PAMPLONA; MONTEVECHI, 2011). É nesse período que se considera o surgimento da Pesquisa Operacional, que é um método científico de tomada de decisões. Já o nosso foco de estudo, que é a Programação Linear, é uma das áreas da pesquisa operacional, e tem grande utilidade para resolver problemas práticos de administração de empresas.

Esse trabalho começou pela formação de um grupo de pesquisa em nível de Iniciação Científica, intitulado Programação Linear como Meio Interdisciplinar no Ensino de Técnicas de Otimização para o Curso de Bacharelado em Administração. A ideia era formar um grupo para estudar a utilização das técnicas de Programação Linear como motivador interdisciplinar para as áreas de matemática e computação, pois se percebe uma desmotivação no estudo dessas áreas em muitos acadêmicos de Administração de empresas. Além disso, também acreditamos que nos dias de hoje, um bom profissional da área de administração deve estar ciente das principais técnicas de resolução de problemas que podem ser encontrados nas empresas de qualquer porte, em particular, para problemas que sejam voltados para a alocação de recursos para atividades em concorrência, onde se faz necessário conhecimento prévio de técnicas específicas de Pesquisa Operacional.

Nos dias atuais, existe uma crescente busca pela otimização de processos para que também ocorra uma otimização dos lucros (maximização) e dos custos (minimização). Desta forma, esse trabalho também tem como finalidade, iniciar o processo de colocação de acadêmicos de cursos de Bacharelado em Administração, na posição de conhecer as mais modernas técnicas de alocação de recursos para se alcançar um objetivo ótimo, e com isso, motivar o estudo de técnicas matemáticas e computacionais para a resolução de problemas ligados à Administração de Empresas.

2. Programação Linear

Uma das técnicas mais utilizadas na abordagem de problemas em Pesquisa Operacional é a *Programação Linear* (BAZARAA; JARVIS; SHERALI, 2009; SILVA et al, 2010), que é um modelo matemático constituído de uma função linear (denominada função objetivo), de restrições técnicas e de não negatividade, representadas por um grupo de inequações ou equações lineares, que advém das restrições de recursos do problema estudado. Só para ilustrar, se uma empresa dispõe mensalmente de 5,0 m^3 de madeira para fazer o acabamento em um determinado tipo de armário, e utiliza 0,5 m^3 por cada unidade fabricada, ela não pode efetuar o acabamento em mais do que 10 armários por mês. Sendo assim, essa empresa possui restrição do recurso madeira, e com isso, ela também tem uma restrição óbvia no número de produtos que poderá fabricar.

Aos problemas que podem ser modelados matematicamente pela necessidade de se otimizar a função objetivo, e essa função está associada a um conjunto de restrições (equações ou inequações) lineares, denominamos Problemas de Programação Linear, ou simplesmente PPL. Sendo assim, podemos escrevê-los de forma geral, como descrito pelo conjunto, abaixo, formado pela função objetivo z, pelas m restrições técnicas, todas elas lineares, e pelas n condições de não negatividade (BAZARAA; JARVIS; SHERALI, 2009; BONDRINI et al., 1984; MACOVEI, 2008), referentes ao fato de que as variáveis, como representam quantidades produzidas, não podem ser negativas:

$$\begin{gathered}
(otimizar) z = c_1x_1 + c_2x_2 + \cdots + c_nx_n \\
\textit{sujeita a} \\
a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \cdots + a_{1n}x_n \leq b_1 \\
a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \cdots + a_{2n}x_n \leq b_2 \\
\vdots \\
a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \cdots + a_{mn}x_n \leq b_m \\
x_1,\ x_2, \ldots, x_n \geq 0
\end{gathered}$$

onde para todo $0 \leq i \leq m$ e para todo $0 \leq j \leq n$ vale que $a_{ij} \in R$, $b_j \in R$ e $x_j \in R$ (R é o conjunto dos números reais).

O conjunto de inequações acima é utilizado para determinar todos os pontos de coordenadas $(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ que as satisfazem simultaneamente. Portanto, resolver o modelo matemático completo, o PPL, significa que devemos determinar dentre todos os pontos obtidos com o conjunto de restrições, qual deles é o que otimiza a função, ou seja, ou que a maximiza ou a minimiza.

Contudo, não acreditamos que a melhor forma de se iniciar o estudo da programação linear seja através da “simples” apresentação da definição formal acima e também dos resultados teóricos que são consequência dessa definição, mas sim, com a apresentação de um exemplo relativamente simples, e que possa promover no acadêmico de administração o gosto pelo entendimento desses resultados teóricos, que podem, sem dúvida alguma, ser apresentados após o entendimento do exemplo prático. Esse é o objetivo da próxima seção.

3. Aplicação na Administração

A disputa pela conquista de maiores fatias do mercado consumidor, o enfrentamento da concorrência, o volume de investimentos e sua adequada remuneração, qualidade do serviço ou do produto, a melhoria do ambiente social tornaram-se desafios constantes em todos os ramos da atividade humana. Maximizar resultados e minimizar dispêndios, eis a tarefa dedicada aos Professores, a quem compete demonstrar a melhor maneira de solucionar aqueles eventos (SILVA et al., 2010). Sendo assim, é importante que os professores tenham em mente que possuem muita responsabilidade sobre o que ensinam, e também como ensinam. Ou seja, não é apenas entrar em sala e “jogar” conteúdo, mas sim, saber apresentar esse conteúdo da melhor maneira possível, tanto para que o aluno aprenda, quanto para que ele se motive mais e mais no aprofundamento daquele tema.

Nesse trabalho, mesmo comentando sobre alguns aspectos matemáticos mais rigorosos sobre a resolução de um PPL por um método específico, apresentamos a resolução de uma maneira simples e eficiente, que permite que qualquer aluno, já do 1ª período de administração possa entender o que foi feito, e se motivar para um aprofundamento teórico. Fazemos isso por acreditarmos que não é necessária a apresentação da programação linear, já com definições matemáticas rigorosas, pois isso pode dificultar o entendimento e desmotivar o gosto pelo aprofundamento nesses estudos.

Nos dias atuais, onde a competitividade entre as empresas é muito grande, todas elas devem se preocupar em otimizar os seus resultados, ou seja, disponibilizar um produto de qualidade e, que ao mesmo tempo, seja vendido ao preço mais baixo possível. Um dos fatores que permite com que o preço possa ser o mais baixo possível, é que as empresas consigam minimizar o seu custo, pois com isso, essa redução no custo pode ser repassada ao consumidor em forma de abatimento no preço de venda do produto. Isso é importante, pois, o preço é um importante referencial de potencial competitivo de uma empresa (LEMOS; JÚNIOR, 2009).

Sendo assim, apresentamos a seguir, um exemplo simples para ilustrar em que situações um administrador de empresas pode perceber que deve utilizar a programação linear com o intuito de otimizar processos.

Um pequeno produtor de calçados industriais produz dois tipos de calçados: botinas e sapatos. Para produzir um sapato esse produtor deve utilizar duas folhas de couro e uma folha de borracha, sendo que o lucro obtido pela venda de cada unidade é de R$ 4,00; para produzir uma botina, ele deve utilizar uma folha de couro, duas de borracha e um tubo de cola, onde o lucro obtido pela venda dessa unidade é de R$ 5,00. Além disso, sabe-se que existe uma limitação mensal das matérias primas, sendo que, a cada mês, só se pode utilizar 16 folhas de couro, 14 folhas de borracha e seis tubos de cola. Considerando que todos os sapatos e botinas produzidos serão vendidos, determine a quantidade de cada um desses calçados que deve ser produzida para que o lucro desse produtor seja o máximo possível.

Ao modelarmos o problema acima, nos deparamos com 2 variáveis, que correspondem aos dois tipos de calçados que o produtor produz. Problemas do tipo do enunciado acima são de resolução relativamente simples, desde que conheçamos a primeira técnica de resolução de PPL, denominada técnica gráfica ou método gráfico (DOMINGUES, 2012; SHALABY, 2000). Nela, como a função objetivo e as restrições são compostas apenas por duas variáveis, o lugar geométrico que constitui o conjunto de todas as soluções possíveis para o conjunto de restrições será uma região do espaço R^2 (o plano), o que nos permite representar esse conjunto geometricamente, de maneira bem simples. Em geral, quando a solução existir, a região das soluções, denominada região viável ou polígono viável, será um polígono convexo. Obviamente, o ponto do plano que otimizar a função objetivo (maximizá-la ou minimizá-la), deve fazer parte do lugar geométrico das soluções.

Para que essas informações fiquem mais claras, vamos efetuar a modelagem matemática do problema proposto.

O que se quer é maximizar o lucro, e por isso, observe que o lucro dependerá apenas da quantidade de produtos vendidos. Sendo assim, definimos as variáveis x e y como sendo as quantidades vendidas de sapatos e botinas, respectivamente. Logo, a função objetivo, que nesse caso é representada pela função lucro, pode ser modelada por:

$$L = 4x + 5y.$$

Se para produzir um sapato são utilizados duas folhas de couro, para produzir x sapatos o número de folhas necessárias será $2x$. Com o mesmo raciocínio, o número necessário dessas folhas para a produção de y botinas será $1y$, ou simplesmente y. Dessa forma, se tem uma inequação que modela matematicamente a quantidade de couro que poderá ser utilizada no processo de produção desses produtos, que é dada por:

$$2x + y \leq 16.$$

Para o consumo de folhas de borracha, o raciocínio utilizado para a modelagem é o mesmo, o que permite escrever que:

$$x + 2y \leq 14.$$

Como a quantidade de cola é limitada a seis tubos, e ela é utilizada apenas para a confecção das botinas, mais uma inequação pode ser obtida:

$$y \leq 6.$$

Ainda vale a pena observar que as variáveis x e y não podem ser negativas, pois representam quantidades produzidas. Portanto,

$$x \geq 0 \text{ e } y \geq 0.$$

Sendo assim, o PPL que modela o problema proposto pode ser escrito da forma como segue abaixo. Vejamos:

$$(max.)\, L = 4x + 5y$$
Sujeita a
$$2x + y \leq 16$$
$$x + 2y \leq 14$$
$$y \leq 6$$
$$x \geq 0$$
$$y \geq 0$$

Aplica-se então, o método gráfico para resolver esse PPL. Os gráficos a seguir foram construídos com o programa GeoGebra 4.2, que é um software gratuito e pode ser baixado facilmente pela internet.

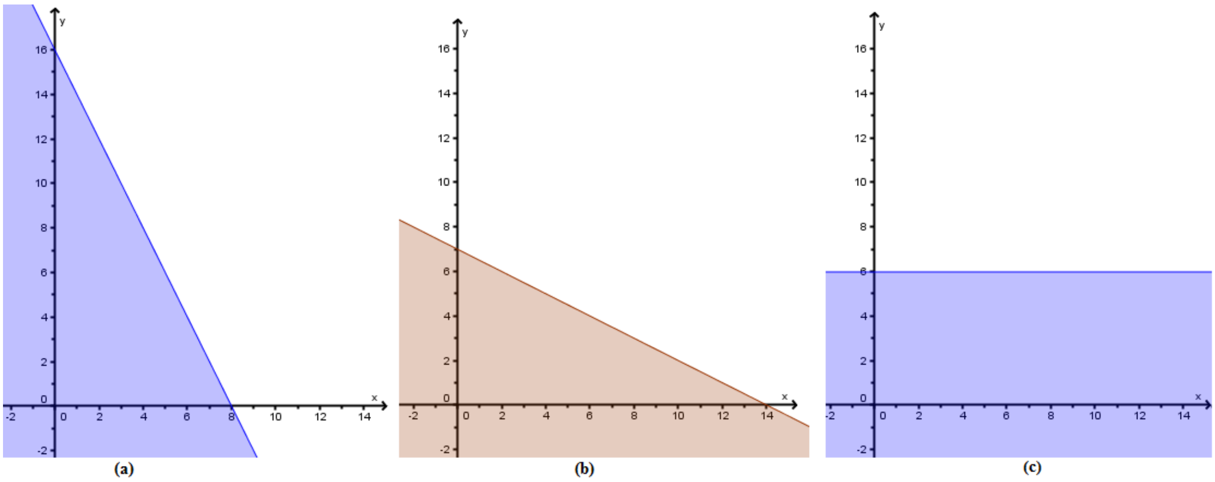

Figura 1. Em (a), (b) e (c) temos a representação geométrica das inequações $2x + y \leq 16$, $x + 2y \leq 14$ e $y \leq 6$, respectivamente.

Além disso, temos também as duas condições de não negatividade, ou seja, $x \geq 0$ e $y \geq 0$. Observa-se facilmente que elas restringem o conjunto de soluções possíveis ao primeiro quadrante, pois os únicos pontos do plano que satisfazem essas duas condições se situam nessa região. Como o que se quer nesse momento é determinar a região do plano que contem os pontos que satisfazem todas as restrições e condições de não negatividade simultaneamente, o que se quer geometricamente, é determinar a região que representa a interseção das partes (a), (b) e (c) com o primeiro quadrante.

Para uma melhor visualização da interseção dessas regiões, vejamos as três partes da Figura 1 sobrepostas.

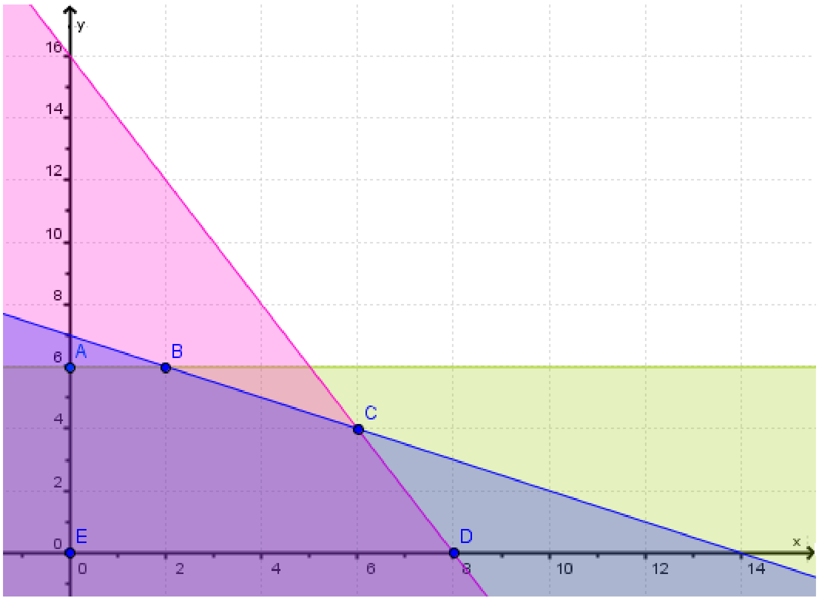

Figura 2. Sobreposição das partes (a), (b) e (c) da Figura 1, para ilustrar a determinação da região viável para o problema proposto.

Pela figura anterior, podemos observar que a região do plano que representa a interseção das regiões (a), (b) e (c) no primeiro quadrante é o polígono convexo ABCDE. Se eliminarmos as partes que não pertencem a esse polígono, obtemos a Figura 3 abaixo:

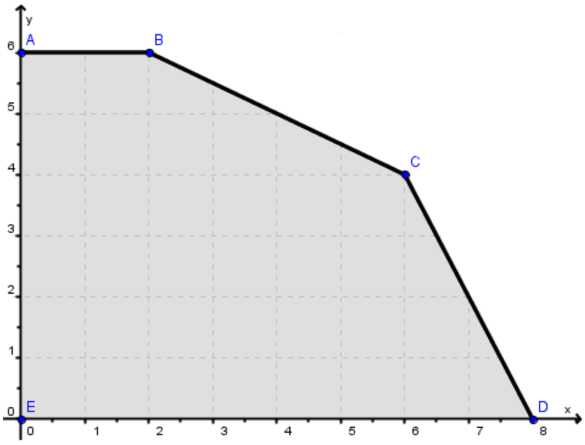

Figura 3. Região composta por todos os pontos que satisfazem as três restrições e também as duas condições de não negatividade.

O polígono apresentado na Figura 3 representa a região viável, que é aquela composta por todos os pontos que satisfazem simultaneamente, as restrições do PPL e também às condições de não negatividade. Falta então, encontrar o ponto ótimo, isto é, aquele que ao ser substituído na função L, fará com que esta assuma o seu valor máximo. Para isso, basta calcular o valor da função objetivo aplicada em cada um desses vértices, visto que o **Teorema Fundamental da Programação Linear** afirma que: "*se um PPL possuir solução ótima, ela* *estará em um dos vértices do polígono viável"* (BAZARAA; JARVIS; SHERALI, 2009; BOLDRINI, 1984). Isto é, fazendo-se a substituição das coordenadas dos vértices, basta comparar os resultados das imagens geradas, sendo que, se o problema for de maximização a solução ótima será o vértice que gerar a maior imagem, e que, se for de minimização, a solução ótima será a que gerar a menor imagem.

As coordenadas dos vértices A, D e E já são conhecidas. Falta então, que as coordenadas dos vértices B e C sejam determinadas. Para o vértice B, a coordenada y é igual a 6, e portanto x = 2, gerando o ponto $B = (2, 6)$. Temos também que as coordenadas do ponto C podem ser obtidas pela interseção das retas $2x + y = 16$ e $x + 2y = 14$, e que por isso, são facilmente encontradas quando se resolve o sistema

$$\begin{cases} 2x + y = 16 \\ x + 2y = 14' \end{cases}$$

que tem como solução o ponto $C = (6, 4)$.

Com já foi mencionado, para se determinar o ponto ótimo, basta calcularmos as imagens de todos os vértices da região viável pela função objetivo, e observar qual deles gera o maior valor. Vejamos:

$$\begin{gathered} L(A) = L(0, 6) = 4 \cdot 0 + 5 \cdot 6 = 30 \\ L(B) = L(2, 6) = 4 \cdot 2 + 5 \cdot 6 = 38 \\ L(C) = L(6, 4) = 4 \cdot 6 + 5 \cdot 4 = 44 \\ L(D) = L(8, 0) = 4 \cdot 8 + 0 \cdot 0 = 32 \\ L(E) = L(0, 0) = 4 \cdot 0 + 0 \cdot 0 = 0 \end{gathered}$$

Observa-se facilmente, que o maior valor admitido pela função objetivo foi 44, que corresponde à imagem do ponto $C = (6, 4)$. Desta forma, fica demonstrado que a produção de seis sapatos e quatro botinas proporcionará a esse produtor o maior lucro possível, que será de R$ 44,00.

Sendo assim, fica claro que problemas relativamente simples ligados à maximização de lucros pela confecção de produtos que concorrem entre si podem ser modelados e resolvidos matematicamente, através de conhecimentos que podem ter sidos estudados pelos acadêmicos de administração, até mesmo nos ensinos fundamental e médio.

Outra forma de se determinar o ponto ótimo, mas que só é interessante para acadêmicos que já tenham tido um curso de cálculo de várias variáveis, é pela utilização do vetor gradiente:

$$\nabla Z(x, y) = \left(\frac{\partial z}{\partial x}, \frac{\partial z}{\partial y}\right),$$

formado pelas derivadas parciais da função objetivo em relação à primeira e à segunda variável, respectivamente, e que indica a direção do crescimento da função (BAZARAA; JARVIS; SHERALI, 2009; BOLDRINI et al., 1984). A ideia é traçar as curvas de nível da função objetivo, que serão retas perpendiculares ao vetor gradiente, até determinar o ponto de tangência com a região viável, que será o ponto ótimo procurado. Fazendo isso para a função objetivo de duas variáveis $z(x, y) = c_1 x + c_2 y$, teremos:

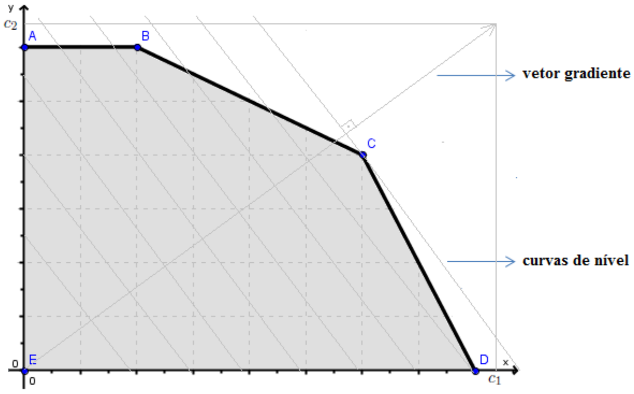

Figura 4. Representação da resolução de um PPL de duas variáveis, pelo vetor gradiente e suas curvas de nível. Nela, observe que c_1 e c_2 são as derivadas parciais de z em relação às variáveis x e y, respectivamente.

Observamos facilmente que o ponto de tangência da curva de nível com a região viável é o vértice C, o que indica que esse é o ponto ótimo.

Para PPL cuja função objetivo e suas restrições sejam compostas apenas por duas variáveis, o método gráfico de resolução se torna uma opção prática e simples, desde que o número de restrições não seja muito elevado. Porém, para três variáveis a tarefa se torna difícil e para mais do que três, se torna impossível, visto que o espaço de soluções possíveis pertencerá a R^n, com $n \geq 3$.

Um dos métodos mais eficientes de resolver PPL, principalmente os que possuem um número elevado de variáveis, foi desenvolvido em 1947 por *George B. Dantzig* e é denominado *Método Simplex* (BAZARAA, 2009; BOLDRINI et al., 1984). Esse método é um algoritmo interativo, utilizado para achar, algebricamente, a solução ótima de um PPL (SEDGEWICK, 2007; SILVA, 2010).

Temos então, que problemas com número de variáveis igual ou superior a 3 devem ser resolvidos de forma computacional, o que nos remete à necessidade de um conhecimento mínimo de programação de computadores para que se possa implementar esse método em alguma linguagem específica, validá-lo, e posteriormente, utilizá-lo para resolver os problemas de interesse.

Como uma das atividades do nosso projeto era a demonstração da grande utilidade da programação de computadores na resolução de PPL, e até esse momento não trabalhamos com o método simplex, aproveitamos para estudar o funcionamento da *Linguagem Pascal* de programação e desenvolver um algoritmo, nessa linguagem, que resolva PPL cuja função objetivo tenham a forma $z(x,y) = c_1x + c_2y$ e cujas restrições sejam compostas por equações ou inequações lineares, também de duas variáveis.

O algoritmo desenvolvido pelo nosso grupo funciona de maneira prática, onde o usuário só precisa entrar com os valores dos coeficientes da função objeto, bem como os valores dos coeficientes das restrições a que essa função está sujeita. Contudo, pretendemos expandir a abrangência desse programa, e também, utilizar uma linguagem específica que trabalha de forma simples com matrizes e vetores, como por exemplo, o *Matlab* (Matriz Laboratory), ou o *Scilab*, que tem funcionamento similar ao Matlab, mas é livre. Além disso, uma possibilidade real de utilização é o pacote *Solver* do Microsoft Excel, destinado especificamente para resolver Problemas de Otimização. Porém, por ser um programa pago, não temos acesso ao código fonte para entendermos as operações feitas pelo programa, servindo assim, apenas para validar as respostas e não para o entendimento do método, que acreditamos ser muito importante para a formação do administrador moderno.

Outro exemplo simples de PPL que utilizamos em nossos encontros com a finalidade de motivar o gosto por essa área do conhecimento foi o seguinte (DOMINGUES et al., 2012):

Uma fábrica produz dois tipos de geradores, A e B, e cada um deles deve passar por duas máquinas, C e D. Para fazer um gerador do tipo A, a máquina C deve trabalhar 2 horas e a máquina D deve trabalhar 4 horas. Para fazer uma unidade do tipo B, as máquinas C e D devem trabalhar, respectivamente, 4 e 2 horas. As máquinas podem trabalhar 24 horas por dia. Sabe-se que a fábrica tem um lucro de R$ 3.000,00 por um gerador do tipo A e um lucro de R$ 5.000,00 por um do tipo B. Além disso, ela vende toda a sua produção. Sendo assim, pergunta-se: quantos geradores de cada tipo a fábrica deve produzir para que seu lucro seja máximo.

Fazendo-se a modelagem matemática desse problema, obtemos o seguinte PPL:

$$(max.)\ L = 3.000x + 5.000y$$
$$\text{Sujeita a}$$
$$2x + 4y \leq 24$$
$$4x + 2y \leq 24$$
$$x \geq 0$$
$$y \geq 0$$

Com o intuito auxiliar na validação do nosso modelo computacional, resolvemos o problema acima com nosso programa, que apresentou como saída a seguinte janela.

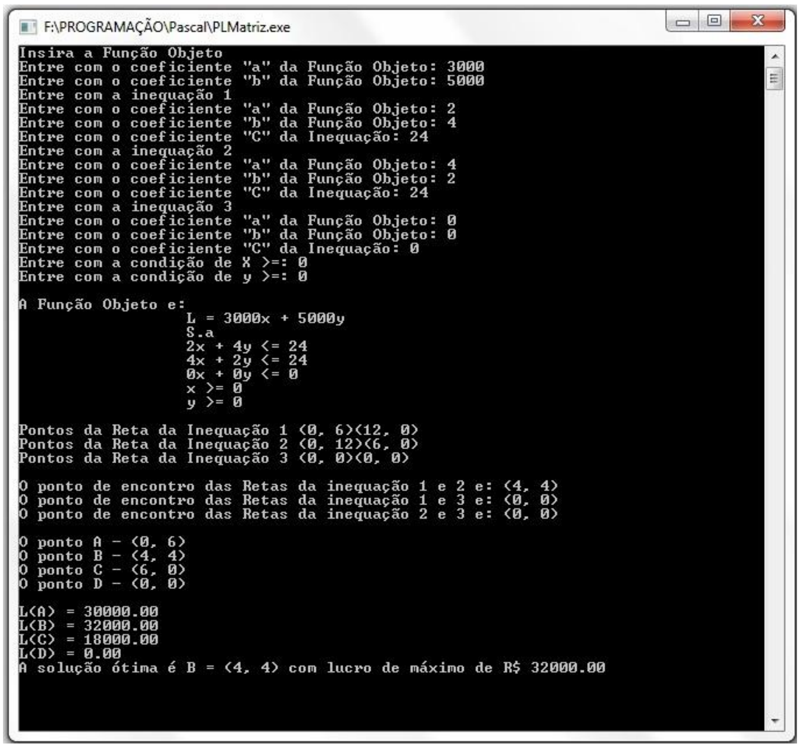

Figura 5: Janela de saída da implementação computacional desenvolvida pelo grupo de pesquisa.

Essa atitude, juntamente com a intensa revisão de conteúdos matemáticos fundamentais que fizemos em nossos encontros, foi de grande importância para o nivelamento matemático dos acadêmicos envolvidos e também, para a inserção dos mesmos no “mundo” da programação de computadores, sendo que, com isso, foi possível demonstrar que matemática e programação quando usadas em conjunto, podem ser um diferencial na formação de um administrador, que tem dentre outras funções, atuar em pequenas e grandes empresas, auxiliando na organização, gerenciamento e tomada de decisão.

Portanto, de maneira geral, o administrador pode equacionar e seguir os passos na solução de um problema por meio da Matemática, e quando for necessário, da Programação, que consiste nas seguintes fases (SANTOS; CAPELARI; SPERANDIO, 1999):

Problema real
↓
Modelagem
↓
Modelo Matemático/Computacional
↓
Resolução
↓
Solução

Pretendemos ainda, estudar de forma criteriosa, algum problema ou situação, que empresas públicas ou privadas da nossa cidade resolveram, aparentemente, sem a utilização da Programação Linear. Para isso, iremos modelá-lo matematicamente como um PPL, resolvê-lo utilizando o nosso programa, e comparar o resultado da nossa resolução com o da empresa que o resolveu antes. Com isso, esperamos verificar se a solução escolhida pela empresa para esse problema é realmente a ótima.

Outra ação interessante, é que sob a orientação do coordenador do projeto, os acadêmicos participantes se tornaram multiplicadores do conhecimento adquirido e construído em nossos encontros. Estão sendo promovidos vários momentos de divulgação dessas técnicas de resolução e introdução à programação de computadores, a todos os acadêmicos de administração da nossa instituição de ensino. A ideia é transmitir esses conhecimentos sem um formalismo matemático elevado, para que os acadêmicos sejam motivados pela aplicabilidade da matemática e computação em problemas da área de formação que os interessam.

Com isso, esperamos contribuir para uma melhor formação dos novos administradores, que em breve estarão no mercado de trabalho, ou então, conduzindo as suas próprias empresas.

4. Conclusões

Diante do que foi apresentado é possível concluir que um bom embasamento matemático e computacional pode ser um diferencial na carreira de um bom administrador de empresas, pois o conhecimento dessas duas técnicas pode levá-lo a resolver problemas específicos de alocação de recursos de forma ótima, fazendo com que sua empresa possa se destacar no mercado não só quanto à qualidade dos produtos, mas também, pelo preço.

Verifica-se também, que o nível das aulas sobre programação linear deve ser adequado ao conhecimento matemático das turmas de bacharelado em administração, ou seja, não tem sentido trabalhar com métodos que utilizam vetor gradiente, se os alunos nunca estudaram funções de várias variáveis.

Com o que foi visto aqui, também fica claro que é possível ensinar o método gráfico de resolução de PPL com duas variáveis, de forma que os acadêmicos trabalhem bem as técnicas de modelagem necessárias para a interpretação dos problemas, mesmo que nunca tenham tido um curso formal de cálculo.

Além disso, ficou evidenciado que os PPL podem funcionar como grandes motivadores para desenvolver nos acadêmicos dessa área das Ciências Sociais, a vontade pelo aprofundamento em teorias e técnicas matemáticas e também computacionais, que serão, com certeza, fatores decisivos na hora da tomada de decisões importantes em suas vidas profissionais.

Bibliografia

BAZARAA, M. S; JARVIS, J. J.; SHERALI, H. D. *Linear Programming and Networks Flows. Fourth edition*. New York: John Wiley & Sons, 2009. 768 p.

BOLDRINI, J. L. et al. *Álgebra Linear*. Terceira edição. São Paulo: Harbra, 1984. 411 p.

DOMINGUES, J. S. et al. Programação Linear Aplicada na Resolução de Problemas de Administração. *CMAC – NORTE 2012, Congresso de Matemática Aplicada e Computacional*. No prelo.

LEMOS, A. Q.; JÚNIOR, E. P. L. Estudo das estratégias de microempreendedores para a obtenção de vantagens competitivas em um complexo organizacional. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, Taubaté-SP, v. 2, n. 5, p. 34–63, 2009.

MACOVEI, A. G. Economic models that lead to linear programming problems. *The Annals of The Stefan cel Mare University of Suceava*, Suceava, n. 8, p. 212-217, 2008.

MONTEVECHI, J. A. B. Pesquisa Operacional. Disponível em: http://www.iepg.unifei.edu.br/arnaldo/ensino/pos/mba/po/apostila/Apostila.pdf. Acesso em: 10 de fev. 2011.

PAMPLONA, E. O; MONTEVECHI, J. A. B. Engenharia Econômica II. 2005. Disponível em: http://pt.scribd.com/doc/16198392/Engenharia-Economica-2. Acesso em: 10 de fev. 2011.

SANTOS, A. K.; CAPELARI, R.; SPERANDIO, D. É Relevante o Estudo da Matemática na Formação do Administrador Contemporâneo?. Anais da Angrad, São Paulo, v. 1. 1999, Disponível em: <http://www.angrad.org.br/area_cientifica/artigos/e_relevante_o_estudo_da_matematica_na_formacao_do_administrador_contemporaneo/481/>. Acesso em 10 jun. 2012.

SEDGEWICK, R.; WAYNE, K. Linear Programming - Princeton University. 2007. Disponível em: http://www.cs.princeton.edu/~rs/AlgsDS07/22LinearProgramming.pdf. Acesso em 13 jun. 2012.

SHALABY, Z. A. F. Solving linear programming models by spreadsheet software packages. *Journal of King Abdulaziz University, Economics and Administration*, Jeddah, v. 14, n. 2, p. 3-9, 2000.

SILVA, E. M. et al. *Pesquisa Operacional para os cursos de administração e engenharia: programação linear: simulação*. Quarta edição. São Paulo: Atlas, 2010. 208 p.