

PROBLEMAS DE CUSTOS NAS EMPRESAS, NUMA PERSPECTIVA INTERDISCIPLINAR

Carlos Renato Theóphilo
Victor Branco de Holanda
Luís João Corrar

Resumo:

Tem sido observada uma ênfase crescente na utilização de métodos quantitativos no ensino e na prática da gestão de custos. A Programação Linear é um instrumento passível de ser utilizado na solução de diversos problemas em Contabilidade, constituindo-se em uma importante inicialização ao estudo da vasta gama de possibilidades proporcionada por esse conjunto de conhecimentos. Tendo seu surgimento associado ao advento da Revolução Industrial, a Contabilidade de Custos permaneceu durante algum tempo mais relacionada com os empreendimentos industriais; hoje, no entanto, sua importância é notada em todos os campos de atividade. Nesse contexto, as empresas comerciais têm nos custos um fator estratégico, que concorre de maneira inequívoca para sua sobrevivência em um mercado cada vez mais competitivo. Como forma de contribuir para o tratamento de questões numa disciplina voltada à aplicação de métodos quantitativos em Contabilidade, este artigo propõe um problema de custos em uma empresa comercial. Na sua solução completa, são utilizados recursos computacionais dadas as inúmeras vantagens que proporciona. Procura-se, no entanto, demonstrar a formulação matemática do problema e a relevância do entendimento de outros tipos de soluções, de grande relevância para o aspecto didático que se busca privilegiar.

Palavras-chave:

Área temática: Educação: Ensino e Prática da gestão de custos numa ótica interdisciplinar

PROBLEMAS DE CUSTOS NAS EMPRESAS, NUMA PERSPECTIVA INTERDISCIPLINAR

Carlos Renato Theóphilo

Professor da Universidade Estadual de Montes Claros(MG) - UNIMONTES

Mestrando em Controladoria e Contabilidade pela FEA-USP

Victor Branco de Holanda

Professor da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

Doutorando em Controladoria e Contabilidade pela FEA-USP

Luís João Corrar

Professor Doutor da Universidade de São Paulo - USP

Universidade de São Paulo - USP

Avenida General Mac Arthur, 1615 - Bloco H - Apto 72 - Jaguaré - São Paulo

theophil@usp.br

telefone residencial: (011) 3760-7186

Aluno de mestrado

RESUMO

Tem sido observada uma ênfase crescente na utilização de métodos quantitativos no ensino e na prática da gestão de custos.

A Programação Linear é um instrumento passível de ser utilizado na solução de diversos problemas em Contabilidade, constituindo-se em uma importante inicialização ao estudo da vasta gama de possibilidades proporcionada por esse conjunto de conhecimentos.

Tendo seu surgimento associado ao advento da Revolução Industrial, a Contabilidade de Custos permaneceu durante algum tempo mais relacionada com os empreendimentos industriais; hoje, no entanto, sua importância é notada em todos os campos de atividade. Nesse contexto, as empresas comerciais têm nos custos um fator estratégico, que concorre de maneira inequívoca para sua sobrevivência em um mercado cada vez mais competitivo.

Como forma de contribuir para o tratamento de questões numa disciplina voltada à aplicação de métodos quantitativos em Contabilidade, este artigo propõe um problema de custos em uma empresa comercial. Na sua solução completa, são utilizados recursos computacionais dadas as inúmeras vantagens que proporciona. Procura-se, no entanto, demonstrar a formulação matemática do problema e a relevância do entendimento de outros tipos de soluções, de grande relevância para o aspecto didático que se busca privilegiar.

Área temática 14 – Educação: Ensino e Prática da Gestão de Custos numa Ótica Interdisciplinar.

PROBLEMAS DE CUSTOS NAS EMPRESAS, NUMA PERSPECTIVA INTERDISCIPLINAR

INTRODUÇÃO

A resolução dos problemas empresariais requer, ao mesmo tempo, um enfoque sistêmico e uma abordagem interdisciplinar. De acordo com Nissani¹, uma disciplina é algo comparativamente auto-contido e isolado, possuindo sua própria comunidade de especialistas com componentes distintos tais como metas, conceitos, fatos, habilidades e metodologias. Interdisciplinariedade, por outro lado, é a união dos componentes distintos de duas ou mais disciplinas, conduzindo a novos conhecimentos que não seriam possíveis se não fosse essa integração.

Devido à sua vinculação com a matemática, a Contabilidade é definida por D'Áuria como “uma ciência matemática-social”, que “tem como meios os dados quantitativos e qualitativos de gestão” e “seus instrumentos são o cálculo e os registros”². Iudícibus adverte que a Economia, embora ciência mais recente, “foi mais rápida e segura em armar-se com o vasto arsenal dos métodos quantitativos a fim de apurar seus instrumentos de análise e de predição”³. No entanto, tem sido observada uma crescente utilização desses instrumentos em Contabilidade, a partir de uma tendência que vem se verificando de forma mais efetiva nas últimas décadas.

Dentro de uma perspectiva mais abrangente, o autor destaca o amadurecimento de uma nova especialidade na Contabilidade: a Contabilometria. Ressalta que essa área de estudos não pode ser confundida com a simples aplicação de métodos quantitativos na solução de problemas, mas na busca de se aliar a utilização de instrumentos matemáticos e estatísticos à teoria contábil, visando uma análise cuidadosa dos resultados, antes de uma possível implementação. Ressalta ainda que os métodos quantitativos podem ser úteis em vários problemas, mas é nos problemas de decisões de otimização de resultados ou minimização de custos que sua aplicação se torna mais evidente⁴.

Este trabalho visa demonstrar o uso de métodos quantitativos – em particular a programação linear – na resolução de um problema de mix de produtos em uma empresa comercial, sob restrição de capital de giro. Busca contribuir para o levantamento de situações passíveis de serem tratadas no âmbito de uma disciplina voltada à aplicação desses conhecimentos em Contabilidade, dando ênfase ao seu tratamento didático.

PROGRAMAÇÃO LINEAR

Um dos fundamentos econômicos mais interessantes é a constatação da escassez dos recursos. Uma empresa, em síntese, é um sistema que utiliza recursos para produzir bens e serviços e consequentemente gerar lucros. Este lucro acaba sendo o indicador de eficiência de como a empresa combinou e processou seus insumos. Outra constatação

¹ NISSANI, Moti. O estudo da mente e suas bases (o que é interdisciplinariedade)? *Revista Cérebro & Mente*, 2 (5) mar/mai, 1988.

² D'ÁURIA, Francisco. *Primeiros princípios de contabilidade pura*. São Paulo: Departamento de Cultura e ação social, 1949, p. 142.

³ IUDÍCIBUS, Sérgio de. Existirá a contabilometria? *Revista Brasileira de Contabilidade*, n. 41, p. 44-46, 1982.

⁴ IUDÍCIBUS, Sérgio de. *Teoria da Contabilidade*. São Paulo: Atlas, 1980, p. 340-341.

significativa é a de que toda empresa tem pelo menos uma restrição, se assim não fosse, poderia aumentar seu lucro indefinidamente. Assim é que os recursos devem ser combinados de forma a produzir o melhor resultado possível, dada uma série de restrições ou condições estabelecidas.

Nesse contexto, a programação linear constitui-se em um dos mais importantes instrumentos do campo da pesquisa operacional⁵. São passíveis de solução com o emprego desse modelo matemático os problemas nos quais se busca otimizar a alocação de recursos de forma a atingir determinado objetivo, enunciado através de variáveis de decisão. A solução ótima procurada deve atender determinadas restrições definidas, que podem se referir ao montante ou à forma de distribuição desses recursos.

Diversos tipos de questões tratadas pela Contabilidade podem ser estruturadas com base nesses elementos fundamentais, como os que se relacionam com a mistura de insumos e produção ou até estudos voltados à política de estoques, fluxos de caixa, decisões de investimento, problemas de organização de transportes etc.

As relações entre as variáveis da função objetivo, bem como entre as variáveis das restrições devem ser lineares. Alguns autores argumentam que os fenômenos da natureza, bem como os do mundo empresarial, têm na sua maioria, um comportamento de não linearidade⁶. Muito embora isso seja verdadeiro, muitos desses fenômenos podem ser representados simplificada e por funções lineares, possibilitando o uso da programação linear com uma razoável aproximação. Um exemplo desse fato é o estudo das relações custo-volume-lucro que, a rigor, não têm um comportamento linear. No entanto, dentro do intervalo de significância, ou seja, intervalo onde a empresa opera normalmente, pode-se, perfeitamente, supor linearidade.

MODELOS

Um modelo é uma representação resumida da realidade. As empresas lançam mão de modelos para facilitar a compreensão do mundo real e buscar subsídios na decisão entre duas ou mais alternativas viáveis. Os modelos podem ser classificados de diversas formas: físicos, estáticos, dinâmicos, matemáticos etc. Os modelos matemáticos ainda podem ser subdivididos em determinísticos ou estocásticos, dependendo do comportamento das variáveis ser randômico (aleatório) ou não.

Segundo RENDER & STAIR, modelos matemáticos são usados para estimar os efeitos de várias ações sobre variáveis importantes do problema com o intuito de imitar, de forma resumida, o mundo real.⁷ Embora haja uma certa complexidade na aplicação dos mesmos, sua utilização elimina parte do subjetivismo existente no processo decisório.

O modelo matemático da programação linear pode ser expresso em termos mais gerais:

Encontrar as variáveis $x_1, x_2, \dots, x_j, \dots, x_n$,
de forma a maximizar a função-objetivo $Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_jx_j + \dots + c_nx_n$
(onde c_j = coeficiente de lucro, margem de contribuição, custos etc.,
para a j -ésima variável)
respeitando as restrições:
 $a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1j}x_j + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1$

⁵ Área do conhecimento que fornece um conjunto de procedimentos para tratar, de forma sistêmica, problemas que envolvem a utilização de recursos escassos.

⁶ Para esses fenômenos deveríamos, a rigor, usar a programação não-linear.

⁷ RENDER, Barry & STAIR, Ralph M. Jr. *Quantitative analysis for management*. 6. ed. Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1997, p. 692.

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2j}x_j + \dots + a_{2n}x_n \leq b_2$$

$$\dots\dots\dots$$

$$a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{ij}x_j + \dots + a_{in}x_n \leq b_i$$

$$\dots\dots\dots$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mj}x_j + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m$$

Assim, para n variáveis decisórias, as restrições exigem a definição de dois termos gerais:

a_{ij} = coeficiente da j-ésima variável na i-ésima restrição

b_i = limitação da capacidade da i-ésima restrição

O Problema pode ainda ser expresso em uma versão mais condensada usando somatórios:

$$Z = \sum_{j=1}^n (c_j x_j)$$

sujeito a

$$\sum_{j=1}^n (a_{ij} x_j) \leq b_i \text{ para todo } i = 1, 2, \dots, m$$

CUSTOS NAS EMPRESAS COMERCIAIS

O desenvolvimento do comércio, principalmente no período do fim do século XV e começo do XVI, proporcionou grande desenvolvimento à Contabilidade. D'Auria chega a afirmar que foi a partir da própria expansão e complexidade da troca que desenvolveu-se, paralelamente, a escrituração: "o método Veneziano, as partidas-dobradas, outra coisa não foram senão o fruto do progresso comercial do Adriático".⁸

Por sua vez, a Contabilidade de Custos teve, no seu surgimento, uma maior aplicação nas indústrias, devido ao grande desenvolvimento verificado no setor com o advento da Revolução Industrial.

Todavia, este século viu surgir o grande avanço tecnológico que reformulou os critérios de produção e distribuição das riquezas, tanto como influuiu sobre o consumo de forma peculiar. Hoje, não causam estranheza expressões como indústria do turismo, indústria financeira, entre outros neologismos proporcionados pela difusão dos conceitos antes exclusivos ao ambiente industrial.

Martins⁹ observa que, em decorrência dessa realidade, desenvolveu-se uma nova forma de se usar a Contabilidade de Custos, proporcionando um maior aproveitamento em outros campos que não o industrial, tais como instituições financeiras, empresas comerciais, firmas de prestação de serviços etc.

Visando aplicar conceitos de programação linear e demonstrar o seu potencial no processo decisório das empresas comerciais, elaborou-se um exemplo relacionado à aquisição de um mix de produtos para revenda. Na sua concepção, busca-se tratar uma questão relevante e ligada à realidade das empresas, em um nível de complexidade compatível com o objetivo estabelecido no artigo, de enfatizar o aspecto didático.

⁸ D'ÁURIA, Francisco. *Primeiros princípios de contabilidade pura*. São Paulo: Departamento de Cultura e ação social, 1949, p. 61

⁹ MARTINS, Eliseu. *Contabilidade de custos*. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 1996, p.22.

Formulação do Problema

Considere-se a situação de uma empresa que decide aplicar R\$25.000 na compra de três novos produtos, de acordo com sua recente política de diversificação mercadológica. Baseando-se em pesquisas, prevê que sejam necessárias as seguintes quantidades mínimas de cada produto para fazer face à demanda estimada no período de um mês, prazo necessário para que um novo pedido de compra possa ser atendido e as mercadorias estejam disponíveis para venda:

PRODUTO	A	B	C
DEMANDA MÍNIMA ESTIMADA (unidades)	180	110	220

Neste segmento de mercado, as compras e vendas são feitas normalmente à vista. Os recursos destinados à compra não são suficientes para aquisição das quantidades necessárias para atender à demanda máxima estimada:

PRODUTO	A	B	C
DEMANDA MÁXIMA ESTIMADA(unidades)	540	330	660

Tenciona-se utilizar todo o recurso existente, de forma que as quantidades adquiridas de cada produto situem-se no referido intervalo de demanda, dando prioridade àqueles que proporcionem maior retorno.

Outros dados a serem considerados:

Custo unitário dos produtos (compra à vista):

PRODUTO	A	B	C
Custo Unitário (\$)	15	38	20

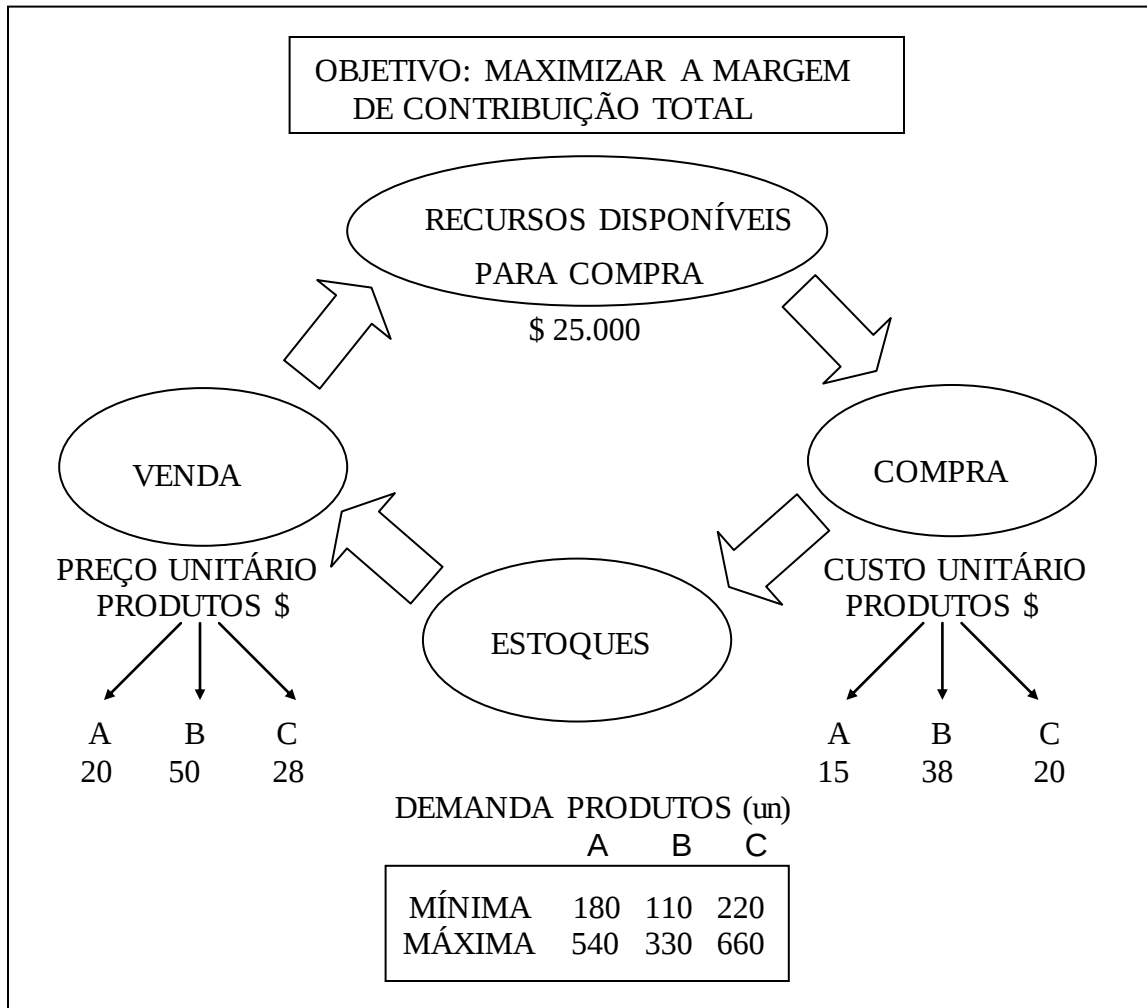
Preço de venda unitário dos produtos (à vista):

PRODUTO	A	B	C
Preço de Venda (\$)	20	50	28

Da maneira que o problema está formulado, poderia se pensar em outras formas de solucioná-lo. No entanto, é ressaltada a sua resolução por meio da programação linear, baseada em recursos computacionais, pelas vantagens que advêm da sua utilização. Entre elas, pode-se destacar a possibilidade de variadas simulações, além da geração de relatórios, que proporcionam uma análise ampla da solução e de suas variações. Além disso, é de se considerar que, na prática, uma questão dessa natureza normalmente envolve um número bem maior de variáveis, além de outros tipos de restrições.

Embora a resolução completa do problema seja realizada através do computador, são apresentadas algumas explicações e formulações matemáticas para melhor entendimento do assunto. Em consonância com que foi exposto em relação à Contabilometria, faz-se, além da aplicação da técnica matemática, a adequação do problema proposto com a realidade empresarial, através da análise de sensibilidade.

O problema pode ser melhor visualizado a partir da representação sistêmica dos diversos elementos que o constituem:



Definição do modelo do problema proposto

Esses elementos, devidamente inter-relacionados, definem o modelo de programação linear para o problema em estudo, que pode ser enunciado de forma simplificada como:

Encontrar as variáveis X_a , X_b , e X_c ,¹⁰ de forma a maximizar a função-objetivo $MCT = 5x_A + 12x_B + 8x_C$,¹¹

respeitando as restrições:

$$15x_a + 38x_b + 20x_c \leq 25000$$

$$180 \leq x_a \leq 540$$

$$110 \leq x_b \leq 330$$

$$220 \leq x_c \leq 660$$

¹⁰ X_a , X_b , e X_c : quantidades dos produtos.

¹¹ MCT: margem de contribuição total; 5, 12 e 8: margens de contribuição unitárias dos produtos.

SOLUÇÃO DO PROBLEMA

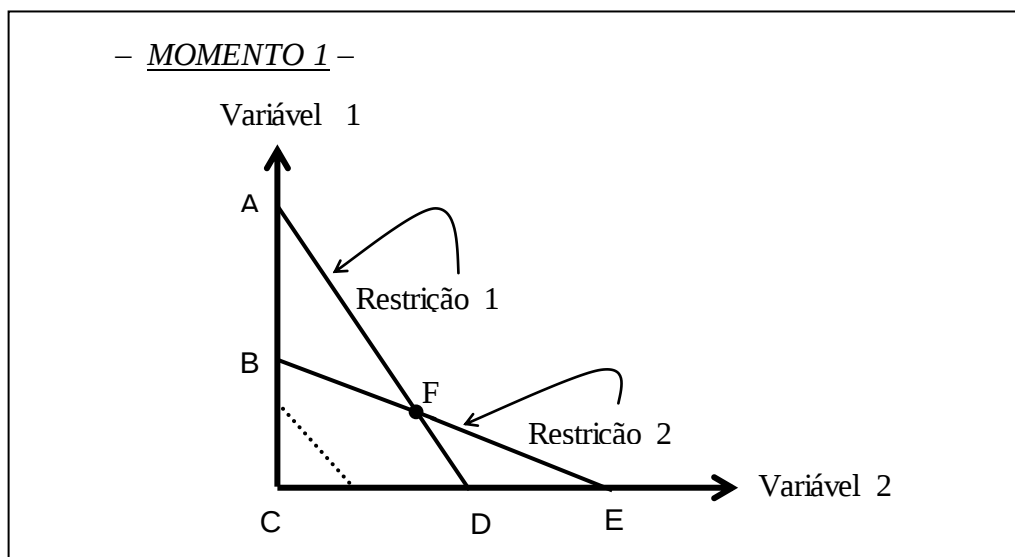
Com a evolução dos computadores – que simplificaram bastante o emprego da Programação Linear –, os outros métodos existentes, baseados em recursos gráficos e algébricos (inclusive álgebra matricial) passaram a ter uma importância mais relacionada aos aspectos didáticos do que propriamente com a efetiva solução dos problemas.

Método Gráfico

Embora limitado a situações que contemplam no máximo três variáveis¹², o método gráfico permite uma visualização interessante do problema e da sua resolução. Sua utilização possibilita reforçar o conceito de que a solução ótima está sempre localizada em um vértice formado pela interseção da função objetivo e de duas ou mais restrições, ou pela interseção da função-objetivo e de um eixo do gráfico e uma restrição (ou mais).

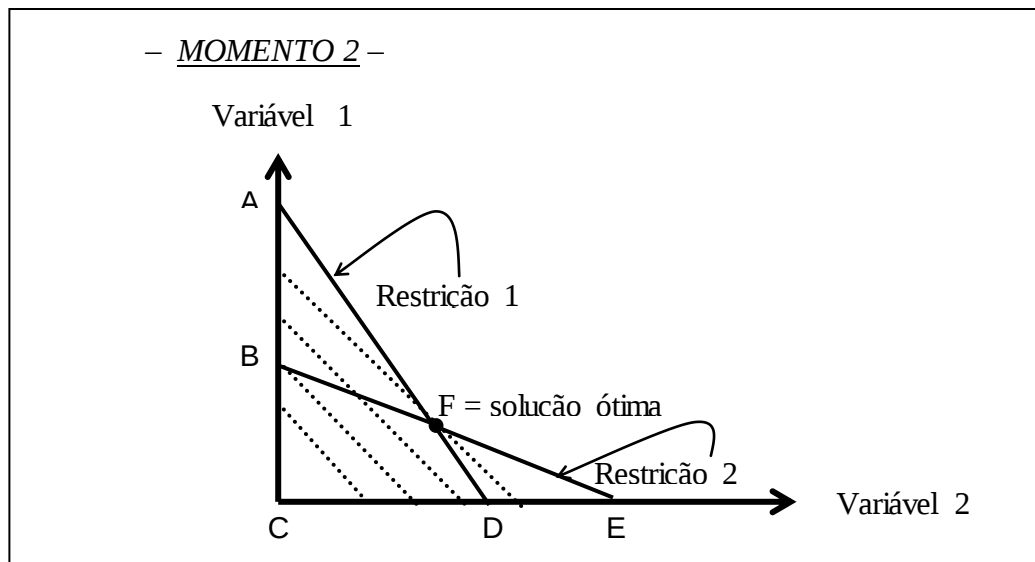
Como o problema em estudo tem a sua representação dificultada por conter três variáveis (sendo necessária, nesse caso, a utilização de um plano tridimensional), consideremos uma situação que envolve duas variáveis.

No momento 1 (quadro abaixo), as retas das restrições e a reta da função-objetivo (representada pela linha pontilhada) são obtidas através das relações matemáticas respectivas e traçadas a partir dos pontos em que “tocam” os eixos do gráfico. O conjunto das denominadas “soluções viáveis” do problema está contido no polígono limitado pelos pontos “B-C-D-F” – interseção das áreas formadas pelas retas das restrições. Conforme afirmado anteriormente, a solução ótima do problema situa-se em um desses vértices.



¹² Em problemas com mais de três variáveis, fica muito difícil a sua representação gráfica.

No momento 2 (quadro abaixo) são traçadas retas paralelas à da reta da função-objetivo, até o ponto mais extremo do polígono, que coincide com a solução ótima; no exemplo, o ponto F.¹³ Essas retas paralelas são chamadas “linhas de isosolução”, porque, conforme o próprio nome diz, em todos os seus pontos é obtida a mesma solução para o problema. Esse aspecto reforça o procedimento de se definir a solução ótima a partir da observação dos pontos extremos do polígono de soluções viáveis.



Método Simplex

Existe mais de uma maneira de estruturar um problema para que possa ser resolvido através do “método simplex” – conjunto de procedimentos algébricos que conduz à solução-ótima por meio de iterações (tentativas). Uma dessas maneiras é a combinação da álgebra matricial com uma sistemática estabelecida com vistas à racionalização na obtenção do resultado.

Esse tipo de solução inicia-se com a elaboração de uma matriz, a partir do conjunto de relações matemáticas que compõem o modelo do problema. A representação matricial da questão proposta no exemplo, bem as relações que a originaram são apresentadas abaixo, seguidas do comentário acerca dos procedimentos utilizados para sua obtenção:

<u>Relações matemáticas</u>	<u>Matriz</u>												
$15x_a + 38x_b + 20x_c \leq 25.000$	x_a	x_b	x_c	u_1	u_2	u_3	u_4	u_5	u_6	a_1	a_2	a_3	b
	15	38	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25000
$x_a \leq 540$	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	540
$x_b \leq 330$	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	330
$x_c \leq 660$	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	660
$x_a \geq 180$	1	0	0	0	0	0	-1	0	0	1	0	0	180
$x_b \geq 110$	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	0	1	0	110
$x_c \geq 220$	0	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	0	1	220
$MCT = 5x_A + 12x_B + 8x_C$	5	12	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

¹³ Caso a reta da função-objetivo tivesse outra inclinação, esse ponto poderia ser outro entre os que compõem o vértice do referido polígono.

Na matriz, cada linha é considerada uma equação, sendo que a separação vertical entre as colunas das variáveis e a coluna das constantes (b) é representativa de uma igualdade.

As restrições expressas no problema em estudo não são equações, mas inequações. Portanto, é preciso modificá-las de modo que possam ser expressas como equações (igualdades). Assim, às chamadas variáveis reais (no exemplo, x_a , x_b e x_c) são adicionadas, no caso das restrições do tipo “menor ou igual”, as variáveis de folga (u_1 , u_2 e u_3) – que representam a diferença entre o que foi efetivamente alocado e o seu limite máximo. Quando a variável de folga é zero, todo o recurso originalmente definido pela restrição foi atendido.

Nas restrições definidas na forma “maior ou igual” é preciso utilizar, além das variáveis de folga (u_4 , u_5 e u_6), outras denominadas variáveis adicionais (a_1 , u_2 , e u_3). Estas variáveis se constituem, simplesmente, em artifícios utilizados de forma temporária para permitir o cálculo algébrico e chegar a uma solução viável. Ainda com relação à matriz, a última linha corresponde aos coeficientes da equação da função-objetivo.

A solução através do Método Simplex propicia um entendimento importante das trocas que ocorrem no processo de solução de problemas de otimização. Assim, inicia-se normalmente com as variáveis de folga em solução e, a partir daí, são colocadas uma a uma as outras variáveis, através de iterações até que se culmine na solução ótima.

Não é objetivo deste trabalho apresentar a solução passo a passo através do método simplex.

Recursos Computacionais

No que se refere aos recursos computacionais, podem ser encontrados diversos aplicativos voltados à solução de problemas de programação linear. Neste artigo, optou-se pela Planilha Eletrônica Excel¹⁴ da Microsoft, devido à sua ampla utilização.

A planilha deve ser elaborada de forma que fiquem claramente especificados os dados relativos às variáveis, função-objetivo e restrições, além das suas relações matemáticas. No exemplo, as células relativas à quantidade de cada produto correspondem às variáveis e passarão a informar os valores da solução-ótima, após a aplicação do recurso computacional.

A partir do emprego da ferramenta Solver do aludido aplicativo, podem ser obtidos os Relatórios de Respostas, Limites e Sensibilidade que, além de fornecerem a solução ótima para o problema nas condições fixadas, permitem uma análise mais abrangente dos seus diversos aspectos.

O Relatório de Respostas indica o valor das variáveis e da função-objetivo na solução ótima. Permite ainda que se visualize o atendimento das diversas restrições fixadas, demonstrando a existência ou não de folgas em relação a cada uma delas.

Como se trata de uma decisão de compra, é útil verificar qual o reflexo na margem de contribuição total ao se adquirir a quantidade correspondente à demanda mínima ou máxima de um produto, mantida inalterada a compra dos demais produtos na solução ótima. Essas informações podem ser extraídas do Relatório de Limites.

¹⁴ No caso, em sua versão 8.0.

Análise de Sensibilidade

O ambiente no qual as empresas se inserem está sujeito a mudanças constantes, fazendo-se necessário que a informação contemple um cenário o mais abrangente possível. A análise de sensibilidade mostra-se compatível com essa realidade, fazendo “da solução estática da programação linear uma ferramenta dinâmica capaz de avaliar as condições mutáveis.”¹⁵

O Relatório de Sensibilidade permite realizar a referida análise. Para o exemplo em estudo, apresenta os seguintes dados, cuja análise é feita a seguir:

Células ajustáveis

Nome	Valor Final	Reduzido Custo	Objetivo Coeficiente	Permissível Acréscimo	Permissível Decréscimo
Quantidade A	508	0,00	5	1	0,26
Quantidade B	110	-0,67	12	0,67	1E+30 ¹⁶
Quantidade C	660	1,33	8	1E+30	1,33

Restrições

Nome	Valor Final	Sombra Preço	Restrição Lateral R.H.	Permissível Acréscimo	Permissível Decréscimo
Custo Total	25000	0,33	25000	480	4920

O relatório é subdividido em duas partes, uma destinada às células ajustáveis (no caso, as quantidades dos produtos) e outra às restrições. No exemplo, o campo de restrições contém apenas uma delas (restrição de recursos de \$ 25.000), porque as demais se referem às próprias células ajustáveis.

Análise 1 – Quanto às variações nas margens de contribuição dos produtos

É possível ocorrerem determinadas variações nas margens de contribuição unitárias dos produtos e ainda assim não se alterarem as quantidades dos mesmos na solução ótima. Essa informação, que pode ser obtida através do Relatório de Sensibilidade, mostra-se bastante útil para subsidiar a tomada de decisões quanto a aumentos ou diminuições nos preços de produtos (e conseqüentemente, nas suas margens de contribuição unitárias).

O campo “objetivo-coeficiente” corresponde às margens de contribuição unitárias dos produtos. No exemplo, a margem de contribuição unitária do produto “A” pode variar de \$ 4,74 (\$ 5,00 - permissível decréscimo de \$ 0,26) a \$ 6,00 (\$ 5,00 + “permissível acréscimo” de \$ 1,00) que, mesmo assim, as quantidades dos produtos na solução ótima não se altera. Seguindo igual raciocínio, a MCU do produto “B” pode assumir valores entre zero e \$ 12,67 e a do produto C de \$ 7,67 em diante. As variações devem se processar dentro do intervalo específico para cada produto, desde que mantidas as margens de contribuição unitárias dos demais.¹⁷

¹⁵ SHAMBLIM, J. E., STEVENS JR., G.T. *Pesquisa operacional: uma abordagem básica*. São Paulo: Atlas, 1989, p. 358.

¹⁶ A notação 1E+30 corresponde a 10^{30} , indica um valor significativamente grande.

¹⁷ Da mesma forma, a solução-ótima é mantida nos aumentos ou diminuições simultâneas nas margens de contribuição unitárias dos produtos, desde que essas alterações não excedam qualquer dos intervalos definidos para variação de cada uma delas.

Análise 2 – Quanto às variações nas quantidades dos produtos

A denominação “custo de oportunidade” traduz mais adequadamente o significado do campo “reduzido custo”. Sua análise permite visualizar qual o impacto provocado na “função-objetivo” ao se optar por alternativas diferentes da indicada para a solução ótima. No exemplo, pode-se observar o que ocorre com a margem de contribuição total caso se adquira uma unidade a mais de determinado produto.

O “reduzido custo” é zero quando se refere a itens que fazem parte da solução. Essa afirmativa somente é válida se, nessa condição, a variável assume o valor que proporciona o melhor resultado, não havendo restrições que lhe imponham limites máximos ou mínimos. O produto “A” possui um “custo de oportunidade” de zero devido a essas condições (está em solução e o valor assumido de 508 unidades não foi definido pelas suas restrições específicas – mínimo de 180 unidades e máximo de 540).

Em relação aos demais produtos, é interessante notar que suas quantidades na solução ótima seriam outras se não existissem restrições impondo-lhe limites: a compra do produto “C” não pode ultrapassar 660 unidades e devem ser adquiridas, no mínimo, 110 unidades do produto “B”. O “reduzido custo” indica que cada unidade do produto “B” adquirida a mais provoca uma diminuição de \$ 0,67 na margem de contribuição total e que, no caso da compra de uma unidade adicional do produto “C”, há um aumento de \$ 1,33. Esses valores podem ser obtidos considerando-se a diferença entre o incremento obtido com uma unidade adicional de determinado produto e o decorrente decréscimo com a redução na aquisição de outro.¹⁸

Análise 3 - Quanto à variável restritiva

Outra informação de grande importância é mostrada no campo “sombra preço” (ou preço-sombra) e diz respeito a quanto deixa-se de ganhar por não se dispor de mais uma unidade da variável restritiva. No problema proposto, verifica-se que cada \$ 1,00 a mais que a empresa venha a empregar na aquisição do produto lhe proporciona um acréscimo na margem de contribuição esperada da ordem de \$ 0,33.

De forma semelhante à comentada em relação ao “objetivo coeficiente”, existe um intervalo definido pelos valores dos campos “permissível decréscimo” e “permissível acréscimo” dentro do qual a restrição pode variar sem alterar o preço sombra. O que se deduz pelo relatório é que o intervalo no qual a restrição pode variar e ainda ser mantido o preço-sombra coincide com os limites dentro dos quais se estaria aumentando/ diminuindo a compra de um determinado produto.

Na condição mostrada pelo Relatório de Sensibilidade do exemplo, no intervalo de \$ 20.080 a \$ 25.480, o produto “C” estaria sendo adquirido em seu limite máximo e o produto “B” na menor quantidade possível, dadas as condições estabelecidas. Dessa forma, o preço-sombra se refere ao produto “A”. Caso se dispusesse de \$ 25.480 (\$25.000 + “permissível acréscimo” de \$ 480), poderiam ser adquiridas as mesmas 660

¹⁸ Por exemplo, o “custo de oportunidade” de “B” é de “- \$ 0,67” porque, para adquirir uma unidade a mais do mesmo gasta-se \$ 38,00, deixando-se com isso de comprar 2,5333 unidades de “A”, que custa \$ 15,00 (e é o produto a ter sua compra diminuída por ser menos vantajoso que “C”). O incremento que essa unidade adicional de “B” proporciona é de \$ 12 (sua MCU) e a perda correspondente é de \$ 12,67: 2,5333 unidades de “A” multiplicadas pela sua MCU de \$ 5. Igual raciocínio pode ser utilizado para o “reduzido custo” do produto “C”.

unidades de “C”, 540 unidades de “A” e a partir de então o preço-sombra seria alterado, revelando o quanto se poderia ganhar por unidade adicional de “B” adquirida.

Decisão quanto à captação de empréstimo

No exemplo, a restrição de recursos impede que a empresa atenda a demanda máxima prevista e deixe de lucrar \$ 2.800 (\$ 11.940 - \$ 9.140), caso venha a ocorrer tal procura. A demonstração de resultados abaixo evidencia essa situação:

Demonstração de Resultados

	Com a restrição de recursos	Sem a restrição de recursos
Receita.....	\$ 34.140	\$ 45.780
Custos Variáveis.....	<u>(\$ 25.000)</u>	<u>(\$ 33.840)</u>
Margem de Contribuição	\$ 9.140	\$ 11.940

Os cálculos efetuados para elaboração da Demonstração de Resultados estão discriminados no quadro abaixo:

	Produtos	Com a restrição de recursos	Sem a restrição de recursos
Receita (preço x quantidade)	A	\$20/u x 508u = \$ 10.160	\$20/u x 540u = \$ 10.800
	B	\$50/u x 110u = \$ 5.500	\$50/u x 330u = \$ 16.500
	C	\$28/u x 660u = \$ 18.480	\$28/u x 660u = \$ 18.480
	Total	\$ 34.140	\$ 45.780
Custos Variáveis	A	\$15/u x 508u = \$ 7.620	\$ 15/u x 540 u = \$ 8.100
	B	\$38/u x 110u = \$ 4.180	\$38/u x 330u = \$ 12.540
	C	\$20/u x 660u = \$ 13.200	\$20/u x 660u = \$ 13.200
	Total	<u>(\$ 25.000)</u>	<u>(\$ 33.840)</u>
Margem de Contribuição	A	\$ 5/u x 508u = \$ 2.540	\$ 5/u x 540u = \$ 2.700
	B	\$ 12/u x 110u = \$ 1.320	\$12/u x 330u = \$ 3.960
	C	\$ 8/u x 660u = \$ 5.280	\$ 8/u x 660u = \$ 5.280
	Total	\$ 9.140	\$ 11.940

Uma alternativa possível de ser analisada pela empresa é a contratação de um empréstimo destinado ao aumento do seu capital de giro, no montante suficiente para aquisição dos produtos necessários ao atendimento da referida demanda. Para subsidiar a decisão quanto à captação desses recursos, considere-se que, a partir de um levantamento efetuado, tenha sido constatado que o custo financeiro desse tipo de empréstimo no mercado é da ordem de 12% ao mês.

A necessidade de recursos para compra das mercadorias fica evidenciada no quadro abaixo:

Produto	Diferença entre a demanda máxima e a quantidade em solução ¹⁹	Custo Unitário	Custo Total
A	32 u	\$ 15/u	\$ 480
B	220 u	\$ 38/u	<u>\$ 8.360</u>
C	-	-	-
Necessidade total de recursos			\$ 8.840

Conforme pode-se observar, a necessidade de recursos necessários para suprir a demanda não atendida é de \$ 8.840. Caso houvesse a disponibilidade desses recursos e as mercadorias fossem compradas e vendidas, o impacto na margem de contribuição total seria de \$ 2800, representando 31,67% dos recursos necessários para gerá-los (\$ 2.800 / \$ 8.840). Como o custo financeiro do empréstimo é de 12%, vale a pena tomar o empréstimo e efetuar a compra da mercadoria.

CONCLUSÃO

Hoje, a Contabilometria – ou o estudo da utilização de métodos quantitativos na solução de problemas empresariais – é uma realidade.

O tratamento de questões em um âmbito interdisciplinar tem recebido no ensino da Contabilidade uma ênfase cada vez mais perceptível. No Brasil, essa tendência, notada inicialmente em cursos mais avançados (como de mestrado e doutorado), tem sido estendida também aos currículos da Graduação, com a inserção de disciplina de Métodos Quantitativos aplicados à Contabilidade.

No exemplo discutido com ênfase didática neste trabalho, verifica-se a aplicação do modelo matemático da programação linear – uma inicialização plausível nesse universo de muitas possibilidades. Através do problema nele tratado, é possível verificar a ampla possibilidade de simulações e a flexibilidade da solução proporcionada pela utilização de recursos computacionais.

Em um ambiente competitivo, em que os preços são estabelecidos pelo mercado, é importante saber qual o custo a eles associados. No entanto, não há dúvidas que tão importante é saber as diferentes contribuições (retornos) do uso desses mesmos custos (ou recursos). Melhor ainda é poder comparar, de forma sistemática, dentro de um modelo consistente e sustentado pelas mesmas premissas, diferentes cursos de ações, e consequentemente usos de recursos.

Muitos problemas empresariais podem ser melhor compreendidos através da modelagem matemática, seja através da programação linear ou de outra técnica mais sofisticada, como a programação dinâmica, simulação, teoria dos jogos etc. A identificação do problema e sua modelagem dependem da sensibilidade e experiência do usuário.

O avanço tecnológico no campo da computação, principalmente, as planilhas eletrônicas atuais proporcionaram aos contadores um maior contato com esse universo, permitindo que se possa concordar com aqueles que acenam para uma utilização cada vez mais efetiva de métodos quantitativos em Contabilidade.

¹⁹ Produto A: 32 u (540 u – 508 u); produto B: 220 u (330 u – 110 u)

BIBLIOGRAFIA

- ACKOFF, R.L., SASIENI, M. W. *Pesquisa operacional*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1977.
- ANDRADE, Eduardo Leopoldino de. *Introdução à pesquisa operacional*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1990.
- D'ÁURIA, Francisco. *Primeiros princípios de contabilidade pura*. São Paulo: Departamento de Cultura e ação social, 1949.
- HORNGREN, Charles, FOSTER, George, DATAR, Srikant. *Cost accounting: a managerial emphasis*. 9. ed. Jersey: Prentice Hall, 1948.
- IUDÍCIBUS, Sérgio de. Existirá a contabilometria? *Revista Brasileira de Contabilidade*, n. 41, p. 44-46, 1982.
- IUDÍCIBUS, Sérgio de. *Teoria da Contabilidade*. São Paulo: Atlas, 1980.
- LAPPONI, Juan Carlos. *Estatística usando excel 5 e 7*. São Paulo: Laponi, 1997.
- MARTINS, Eliseu. *Contabilidade de custos*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1996.
- NISSANI, Moti. O estudo da mente e suas bases (o que é interdisciplinariedade)? *Revista Cérebro & Mente*, 2 (5) mar/mai, 1988.
- RENDER, Barry & STAIR, Ralph M. Jr. *Quantitative analysis for management*. 6. ed. Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1997.
- SHAMBLIM, J. E., STEVENS JR., G.T. *Pesquisa operacional: uma abordagem básica*. São Paulo: Atlas, 1989.
- GARCIA, Solange, GUERREIRO, Reinaldo, CORRAR, Luís J. Teoria das restrições e programação linear In: Congresso Internacional de Custos, 5, Acapulco (ME), p.1205-1227,1997.
- STEVENSON, William J.. *Estatística aplicada à administração*. São Paulo: Habra, 1986.