

Modelo de custeio baseado-em-atividades levando em conta a existência de recursos restritos e de custos de atividades não-proporcionais

Samuel Cogan

Resumo:

As empresas que adotam o Custeio Baseado-Em-Atividades (ABC), muito embora os benefícios que a literatura apresenta como uma importante ferramenta de gerenciamento e tomada de decisão, devem estar atentas para suas limitações/obstáculos. Uma delas se refere ao gerenciamento das restrições que o custeio ABC não tem condições de considerar. Outra diz respeito a uma das premissas básicas do custeio ABC e que se refere à proporcionalidade entre custos das atividades e seus respectivos centros de custos - não levando, pois em conta, a não-proporcionalidade dos custos das atividades. Ambos os problemas podem ser contornados através da integração do custeio ABC com a Teoria das Restrições (TOC) conforme Yahya-Zadeh (1998). O trabalho mostra como levar em consideração as restrições em diversos cenários onde os custos das atividades foram, respectivamente, considerados fixos, proporcionais às atividades, e não-proporcionais. Neste último caso, tanto foram consideradas variações lineares (estrutura linear incluindo um componente fixo), quanto variações não-lineares (estrutura não-linear baseada em um modelo cumulativo de tempo médio de aprendizagem).

Área temática: *Desenvolvimentos Teóricos em Custos*

Modelo de custeio baseado-em-atividades levando em conta a existência de recursos restritos e de custos de atividades não-proporcionais

Samuel Cogan (Universidade Federal do Rio de Janeiro) scogan@uol.com.br

Resumo

As empresas que adotam o Custeio Baseado-Em-Atividades (ABC), muito embora os benefícios que a literatura apresenta como uma importante ferramenta de gerenciamento e tomada de decisão, devem estar atentas para suas limitações/obstáculos. Uma delas se refere ao gerenciamento das restrições que o custeio ABC não tem condições de considerar. Outra diz respeito a uma das premissas básicas do custeio ABC e que se refere à proporcionalidade entre custos das atividades e seus respectivos centros de custos – não levando, pois em conta, a não-proporcionalidade dos custos das atividades. Ambos os problemas podem ser contornados através da integração do custeio ABC com a Teoria das Restrições (TOC) conforme Yahya-Zadeh (1998). O trabalho mostra como levar em consideração as restrições em diversos cenários onde os custos das atividades foram, respectivamente, considerados fixos, proporcionais às atividades, e não-proporcionais. Neste último caso, tanto foram consideradas variações lineares (estrutura linear incluindo um componente fixo), quanto variações não-lineares (estrutura não-linear baseada em um modelo cumulativo de tempo médio de aprendizagem).

Palavras chave: ABC, Custos não-proporcionais, TOC.

Área Temática: Desenvolvimentos Teóricos em Custos.

1. Introdução

O custeio Baseado-Em-Atividades (ABC), embora uma das importantes ferramentas de gerenciamento e tomada de decisões, apresenta algumas limitações/obstáculos que precisam ser levadas em conta (YAHYA-ZADEH, 1998).

O custeio ABC ignora a restrição dos recursos. Sob o ABC, assume-se que quase todos os custos são variáveis, dessa forma, então, eles variam de acordo com o nível de receita. Entretanto, no curto prazo, existem muitos custos fixos tais como custos de mão-de-obra, aluguel, equipamento, etc. A companhia irá incorrer esses tipos de custos mesmo se o produto for produzido ou não. Como consequência, o ABC pode dar informação errada nas decisões de curto prazo pelo fato de não refletir os custos reais que a companhia irá ter no curto prazo (KAPLAN, 1989). Jiambalvo (2001), nessa mesma linha, diz, “talvez a maior limitação do ABC seja que, na prática, ele é usado para determinar o custo por absorção dos produtos. Como os custos por absorção incluem alocações de custos que são fixos (por exemplo, a depreciação da fábrica/dos equipamentos e os salários da supervisão), o custo unitário gerado pelo sistema ABC não mede os custos incrementais necessários para produzir um item. E informações incrementais são necessárias para tomar decisões”. O ABC não considera, em sua análise, as restrições do sistema. No curto prazo, as capacidades de todas as atividades são fixas. Mas o ABC omite este fato, e como consequência, não leva em conta o custo de oportunidade do uso do gargalo (KEE, 1998). No longo prazo, contudo,

o gerenciamento pode afetar a capacidade. Mão-de-obra e despesas indiretas não irão necessariamente serem fixas todo tempo.

De acordo com Noreen (1991) apud Yahya-Zadeh(1998) e Kee et al. (2000) uma das premissas básicas do custeio ABC é a proporcionalidade constante entre os custos das atividades e o aumento dos volumes¹. Entretanto, onde estão presentes economias de escala, os custos médios podem decrescer, e onde a produção está próxima do máximo de capacidade, os custos médios podem aumentar. Para essas decisões, os custos das empresas precisam ser separados em centros de custos, cada qual dependente de um simples direcionador de custos. Além disso, requer-se que cada centro de custos deva ser proporcional ao nível de atividades de cada centro de custos. Conseqüentemente, a função custos usada para modelar cada centro de custos deve ser linear com uma intercessão em zero. Finalmente, isso requer que as atividades de cada centro de custos devam ser separadas em relação aos produtos que estão produzindo. Isso cria qualquer forma de dependência entre produtos e processos de produção. As condições especificadas por Noreen (1991) foram desenvolvidas para contextos específicos de decisões. Entretanto, essas condições afetam a habilidade do ABC de distribuir apuradamente os custos dos recursos aos produtos. Em conseqüência, a consideração da proporcionalidade dos custos para cada, e todas simples atividade, de um firma, é um sintoma forte de que sérios problemas podem ocorrer na aplicação do custeio ABC.

Noreen et al. (1994) usando dados de um hospital testou se havia proporcionalidade entre custos indiretos e suas respectivas atividades. Segundo ele, isso está no âmago de quase todos os sistemas de custeio que implicitamente assumem que o custo marginal é igual ao custo médio. Mostrou que empiricamente a hipótese de proporcionalidade pode ser rejeitada para a maior parte dos custos indiretos. Encontrou em sua pesquisa, que a média dos custos unitários ultrapassam os custos marginais em cerca de 40%, e em alguns departamentos em mais de 100%. Concluiu, por conseguinte, que o custo médio por atividades deveria ser usado com cuidado, nas tomadas de decisões.

O presente trabalho apresenta um modelo de tomada de decisão com a utilização do custeio baseado-em-atividades levando em conta a existência de restrições e, também, com a consideração de custos de atividades não-proporcionais. O modelo é resolvido com a integração com teoria das restrições (TOC) através das técnicas da programação linear mista-inteira.

2. Referencial teórico

2.1 Custeio baseado-em-atividades

O custeio ABC difere do enfoque do custeio tradicional, pela forma como os custos são acumulados. O sistema tradicional utiliza um modelo de acumulação de dois estágios. Primeiro os custos são acumulados por função ou departamento e depois rateados pelos produtos através de um simples fator volumétrico de medição. O ABC tem como foco os recursos e as atividades como geradores de custos, enquanto que o custeio tradicional focaliza os produtos como geradores de custos.

Holmen (1995) enumera seis hipóteses que ancoram o sistema de custeio ABC. A primeira é de que *atividades consomem recursos*, e recursos adquiridos criam custos. A segunda, de que *produtos ou clientes consomem atividades*. Uma terceira suposição com relação ao ABC é de que *modelos de ABC consomem ao invés de gastarem*. Essa consideração é deveras importante e possivelmente mais que todas. Para que os custos reduzam é necessário uma mudança nos gastos. O ABC, entretanto, não mede o gasto e sim o consumo. No curto prazo, uma mudança na atividade irá ter pequeno ou nenhum impacto no consumo dos recursos. No

longo prazo, entretanto, ajustes poderão ser feitos para trazerem os gastos em alinhamento com o consumo.

Segundo Kaplan et al. (1998) o sistema ABC mede o custo dos recursos usados (ou, alternativamente, os custos dos recursos das atividades realizadas) para produtos individuais, serviços e clientes. A diferença entre os recursos supridos e os recursos realmente usados representa a capacidade de recursos não utilizados para o período, traduzido pela seguinte equação fundamental:

$$\boxed{\begin{array}{c} \text{Recursos} \\ \text{Supridos} \end{array}} = \boxed{\begin{array}{c} \text{Recursos} \\ \text{Usados} \end{array}} + \boxed{\begin{array}{c} \text{Capacidade Não} \\ \text{Utilizada} \end{array}}$$

A quarta suposição, relacionada muito de perto com as duas outras, é de que *existem numerosas causas para o consumo dos recursos*. Uma outra consideração implícita na quarta suposição é de que *uma grande quantidade de atividades pode ser identificada e medida*. Essas atividades servem de ligação entre o custo dos recursos e o custo dos objetos. Essas ligações ativam a utilização de múltiplos centros de custos ao invés de um único centro de custos – refletindo uma relação de causa e efeito.

O custeio tradicional tem utilizado algumas medições de atividades para ratear os custos aos produtos. Com frequência o fator usado tem sido horas de mão-de-obra direta. O maior avanço do ABC foi reconhecer que, em adição ao uso de muitas medições de atividades, essas medições poderiam ser organizadas numa hierarquia que Cooper et al.(1991) apresentou como:

- *Atividades em nível de unidades*, que ocorrem cada vez que uma unidade é produzida.
- *Atividades em nível de lote*, que ocorrem cada vez que um lote de mercadorias é produzido.
- *Atividades em nível de produto (projeto)*, que ocorrem como suporte no projeto de produção de cada diferente tipo de produto.
- *Atividades em nível de facilidades*, que ocorrem com as facilidades que dão suporte a um processo geral de fabricação.

A quinta suposição do ABC é que *os centros de acumulação dos custos em atividades são homogêneos*, o que significa que em cada centro de custos de atividades só existem atividades de cada um dos quatro níveis que acabaram de ser apresentados.

A sexta e última suposição do ABC é de que *todos os custos em cada centro de atividades funcionam como se variáveis fossem (mantendo proporcionalidade com a respectiva atividade)*. Quando esta consideração é acoplada com a anterior da homogeneidade dos centros de atividades torna-se aparente que somente os custos considerados *fixos*, no sentido tradicional do termo, seriam os correspondentes às atividades em nível de facilidades. É interessante consignar a observação de Kaplan et al. (1998) que diz textualmente “alguns clamam, incorretamente, que o custeio ABC assume que quase todos os custos de uma empresa são variáveis”. Isso, contudo, não invalida essa sexta consideração onde os custos acumulados em cada centro de atividade são homogêneos apresentando despesas de um dos quatro níveis da hierarquia de Cooper, e mantendo uma proporcionalidade com essas atividades, mensuradas através de compreensíveis relações de causa e efeito ditadas por direcionadores de custos de base causal.

2.2 Teoria das restrições

A teoria das restrições foi desenvolvida na década de oitenta pelo físico israelense Eliyahu Goldratt que com ela se tornou importante consultor de gestão empresarial. Ele se concentrou em três requisitos: ganho (*throughput*), despesas operacionais, e inventário. Sua teoria das restrições (TOC – Theory of Constraints) aparenta ser um refinamento do custeio variável acoplado com programação linear.

Algumas das prescrições da teoria das restrições não são novas, como é o caso da maximização do ganho por unidade de restrição, e o uso dos resultados sobre a base do custeio variáveis não são novas. Estes enfoques já haviam sido apresentados nos livros de custos há muito. Contudo, a contribuição da TOC em seu todo é interessante e merece um destaque no universo da gestão estratégica de custos através do braço da TOC que se expande no mundo dos custos e que é conhecida como contabilidade de ganho. Isso tudo apesar da rebeldia de Goldratt contra o mundo dos custos receitando sua substituição pelo mundo dos ganhos.

Segundo Luebbe et al (1992): “Muitos acreditam que a teoria das restrições não contribui com nada novo porque se podem obter virtualmente o mesmo com a técnica da programação linear. Embora isso seja compreensível, dando o devido crédito a ambos, é importante o entendimento das diferenças. TOC é uma filosofia de operação, como também o just-in-time (JIT) ou a qualidade total (TQM) é filosofias de operações. Programação linear por seu turno é uma técnica específica...”.

A TOC (Goldratt, 1989) se concentra em três variáveis: ganhos, despesas operacionais e inventários.

Ganho (G) – corresponde ao índice no qual o sistema gera dinheiro através das vendas. Representa a diferença entre as vendas reais e o custo do material direto, este, nesse modelo, considerado como a única despesa variável. Corresponde à margem de contribuição do custeio variável onde todas as despesas são fixas à exceção do material direto. A consideração e que é marcante nessa teoria é a ênfase no curto prazo, período no qual as demais despesas podem ser consideradas como fixas. Essa simplificação que viabilizou os resultados apresentados por essa teoria também é sua principal limitação.

Inventário (I) – corresponde a todo o dinheiro que o sistema investe na compra de coisas que o sistema pretende vender. Essa definição foge das definições tradicionais de inventário, já que exclui o valor adicionado de mão-de-obra e despesas gerais.

Despesas Operacionais (DO) – corresponde a todo dinheiro que o sistema gasta para transformar inventário em ganho.

Os Cinco Passos de Focalização da Teoria das Restrições

- 1 Identifique a(s) restrição(ões) do sistema
- 2 Decida como explorar a(s) restrição(ões) do sistema, ou seja, não desperdiçar nada dessa restrição.
- 3 Subordine qualquer coisa à decisão do passo 2.
- 4 Levante a(s) restrição(ões) do sistema
- 5 Se, nos passos anteriores, uma restrição foi quebrada, volte ao passo 1, mas não deixe que a inércia se torne uma restrição do sistema.

A TOC pode ser explicado usando os cinco passos de focalização que acabou de ser listado. Observe-se que poderão existir sistemas com uma ou mais restrições. O objetivo desses passos é de focalizar a atenção do gerente nos recursos restritos, que são fatores inibidores do crescimento do lucro.

As Hipóteses que Suportam a Teoria das Restrições

- 1 A meta é fazer dinheiro agora e no futuro
- 2 Ganho é definido como a receita menos os custos variáveis de materiais e energia.
- 3 Existe pelo menos uma restrição em cada produto que limita a receita da empresa.
- 4 Existem três tipos de restrições: recursos escassos gargalo, recursos não gargalos, recursos com restrição de capacidade.
- 5 A maioria das operações de fabricação tem pelo menos alguns recursos com restrição de capacidade, o que torna fácil controlá-los.
- 6 Existem eventos dependentes que resultam em interações entre recursos e produtos.
- 7 Dentro de todos os ambientes de fabricação ocorrem flutuações estatísticas e randômicas.
- 8 O sistema de tecnologia de produção otimizada é implicitamente estável – a qualquer tempo dado, os gargalos são identificados, e o *mix* do pedido é estável com relação aos recursos dados.

A primeira consideração é que a meta é fazer dinheiro agora e no futuro. Fazer dinheiro é a razão primeira que leva à existência da empresa, pois do contrário ela não estaria no negócio.

Uma segunda consideração é a de que o ganho é usado como um meio para medir o dinheiro. Ganho, como já definido, é a receita menos os custos variáveis de material direto e energia. Subtende-se implicitamente, que a mão-de-obra direta não é um custo variável - existe um compromisso feito com os trabalhadores para um horizonte de planejamento, ou seja, os trabalhadores são pagos supostamente por mês, e essa despesa no curto prazo se comporta como se fixa fosse, independente da produção realizada. De forma semelhante, a suposição é de que todos os custos indiretos não irão variar no curto prazo. Contudo, um horizonte de planejamento a curto prazo, não é capaz de evitar que certos custos deixem de variar no longo prazo.

A terceira hipótese é de que sempre existe, pelo menos, uma restrição em cada produto, o que limita a receita da companhia. A restrição pode ser uma limitação interna da capacidade de produção, ou pode ser externa, tais como uma falta de pedidos de clientes, limitações logísticas, ou disponibilidade de materiais.

A quarta suposição baseia-se de que existem três tipos de recursos: recursos gargalos escassos, recursos não gargalos, e recursos com capacidade restrita (RCR). Um RCR é um recurso que ainda não é gargalo até o presente momento, mas, se não for gerenciado convenientemente irá se tornar um gargalo.

A quinta consideração é a de que a maioria das operações tem somente poucos RCR, e então é fácil controlá-las.

A TOC assume duas características (hipóteses 6 e 7) sobre o processo de produção. No processo de produção existem eventos dependentes que resultam em interações entre recursos e produtos. E dentro de todos os ambientes de fabricação ocorrem flutuações estatísticas e eventos randômicos. Juntas essas duas considerações implicam na necessidade de

programação e priorização do fluxo do produto. A programação enfocada pela tecnologia de produção otimizada implica mais propriamente, num horizonte de curto prazo.

A oitava suposição da TOC é a de que o sistema de tecnologia de produção otimizada é implicitamente estável – a qualquer dado tempo os gargalos são identificados, e o *mix* do pedido é estável com relação aos recursos dados. A capacidade (tanto mecânica quanto de pessoal) é fixa para o período de curto prazo, e os gargalos são inevitáveis.

O objetivo da teoria das restrições é o foco no aumento do ganho pela eliminação das restrições e pela redução de ambos, inventário e despesas operacionais.

Em essência a TOC trata as despesas operacionais como fixas e não adiciona qualquer valor ao inventário mesmo se estiver em processo ou em estado de acabado. Todas as despesas de operação mais o custo do inventário (materiais) usado para produzir o ganho real são considerados na determinação da verdadeira lucratividade do período de ganho. A produção nos recursos escassos deve ser maximizada. Estoques amortecedores (*buffer*) são agregados nos locais onde existem os recursos restritos (gargalos), de modo que eles não parem de trabalhar – uma vez que a produção do gargalo em última análise é a produção do sistema. Em analogia a uma corrente o elo mais fraco é que limita a resistência da corrente. Uma hora perdida no gargalo é igual à uma hora perdida no sistema. Nos recursos não gargalos qualquer investimento representa desperdício, e qualquer melhoria de produtividade é uma mera ilusão.

Em suma, enquanto que a produção nos recursos com restrições devem ser maximizadas, a produção dos não gargalos deve ser administrada de forma diferente. Uma vez que eles possuem excesso de capacidade não devem produzir constantemente, pois isso iria aumentar os inventários. E em concordância com as técnicas do just-in-time (JIT) Goldratt prega a redução do estoque e a produção somente quando for necessária. No que tange à questão do estoque que o JIT procura reduzir a zero, a TOC defende o estoque amortecedor para proteger o equipamento onde existem gargalos. Goldratt também abraça em sua teoria, as técnicas da qualidade total. E propõe uma mudança na prioridade gerencial. Esta tradicionalmente enfatizava primeiro a redução dos custos, em segundo um aumento dos ganhos e em terceiro a redução dos inventários. Goldratt, em troca, coloca em primeiro lugar o ganho, o inventário em segundo e em terceiro o custo, o que representa uma mudança vital na mente de muitos gerentes.

- A TOC mede o resultado global e sua lucratividade é dada por:

$$\text{Lucro (global)} = \text{Soma [Ganhos (G)] [menos] [Despesa Operacional (DO)],}$$

onde: [Ganho] = [Preço de Venda] [menos] [Material Direto];

$$[\text{Despesa Operacional (DO)}] = [\text{Mão de Obra Direta}] [\text{mais}] [\text{Despesas Indiretas}].$$

- O ABC, por seu turno, mede os resultados locais e a lucratividade é dada por:

$$\text{Lucro (local)} = [\text{Receita (local)}] [\text{menos}] [\text{Material Direto (local)}] [\text{menos}] [\text{Mão de Obra Direta (local)}] [\text{menos}] [\text{Despesas Indiretas (distribuídas àquele local)}].$$

2.3 Integração TOC e ABC

Considerando-se os pressupostos que suportam o custeio ABC (Cooper et al. 1991; Kaplan et al. 1998), bem como os que apóiam a TOC (Goldratt, 1989; Goldratt 1991) aparentarem serem contraditórios, a tendência recente é o surgimento de pesquisas/trabalhos que procuram combinar os pontos fortes dessas duas metodologias (integração TOC e ABC).

Existem, pois estudos que procuram mostrar como ABC e TOC podem ser integrados. De uma forma geral esses estudos os reúnem em dois grupos principais (FU, 2000). O primeiro conjunto de trabalhos defende que a diferença entre ABC e TOC recai no horizonte de tempo - ABC é a ferramenta para o longo prazo e TOC a ferramenta para o curto prazo (HOLMEN, 1995). Dentro do segundo grupo, alguns trabalhos usam informações de atividades do ABC com a noção de restrição da TOC (SPOEDE et al., 1994; SALAFATINOS, 1995; BAXANDALE et al., 1998; COKINS, 2000); e outros, desenvolvem aplicações específicas com a utilização do ABC e da TOC (Campbell, 1995; Campbell et al.; 1997; HALL et al., 1997; KEE, 1998).

Conforme o primeiro grupo de estudos a TOC é mais apropriada para o curto prazo uma vez que assume que todos os custos, à exceção do material direto, são fixos. No curto prazo, a capacidade de uma operação é fixa, e essa capacidade fixa irá criar gargalos. Entretanto, no longo prazo, o gerenciamento pode afetar a capacidade. Mão-de-obra e despesas indiretas não irão necessariamente serem fixas todo tempo. A fraqueza da TOC (para o longo prazo) é que não inclui esses custos e pode dar informação errada na análise de lucratividade. Os gerentes podem decidir produzir produtos não lucrativos se tomarem decisão somente baseada na TOC (Holmen 1995; Kee 1998).

2.4 Programação linear mista-inteira

A técnica de programação linear mista-inteira constitui-se de programas matemáticos que envolvem variáveis reais e inteiras. Trata-se de uma técnica matemática que, sob certas condições, pode ser usada para gerar uma solução ótima para um problema específico. Chase et al (1989) identificou as condições que precisam estar presentes para que a programação linear possa ser aplicada. Essas condições incluem a existência de uma função objetivo (maximização ou minimização), recursos limitados, linearidade nas relações entre as variáveis na função objetivo e equações de restrições, produtos e recursos homogêneos, e finalmente divisibilidade e não-negatividade das variáveis de decisão. Uma análise de sensibilidade, Ozan (1986), pode ser usada para analisar a adição de um novo produto ou máquina, alterando a taxa de contribuição, ou alterando a taxa de resultado de qualquer máquina. Atualmente a maior parte dos modelos de programação linear é resolvida usando-se software computadorizado. Microsoft Excel, por exemplo, possui o Solver que igualmente realiza uma análise de sensibilidade examinando o efeito que as mudanças nos parâmetros do problema refletem no objetivo. A programação linear é pois uma ferramenta valiosa na avaliação de problemas em administração (BALAKRISHNAN,1999).

3. Objetivo do trabalho

O objetivo do presente trabalho é o de introduzir em uma estrutura de custeio ABC, um modelo de tomada de decisão que leva em conta as restrições do sistema, e a existência de custos de atividades não-lineares. A integração com a teoria das restrições é considerada nesse trabalho, pois essa é a técnica que gerencia restrições. O fato de se considerar custos de atividades não-proporcionais, conforme Noreen (1991), é a sua relevância, muito embora a literatura do custeio ABC não costuma levar isso em conta. A técnica de programação linear mista-inteira é então utilizada para solucionar o modelo em questão.

4. Metodologia

A pesquisa utilizada é descritiva no sentido em que busca expor características fundamentais, do Custeio Baseado-Em-Atividades, da Teoria das Restrições, da integração dessas duas filosofias, e das técnicas da Programação Linear Mista-Inteira. É explicativa, pois procura demonstrar as razões para a adoção da sistemática na pesquisa realizada. E é aplicada no

sentido de se chegar a resultados que podem ser utilizadas nas empresas de todos os setores. Os meios utilizados foram os referenciais teóricos de livros e *papers* sobre o tema, e em especial as informações e dados contidos no artigo “*Product-Mix Decisions Under Activity-Based Costing with Resource Constraints and Non-proportional Activity Costs*” de Yahya-Zadeh (1998).

5. Análise do artigo de Yahya-Zadeh (1998)

O autor do artigo procura desenvolver o modelo levando em conta os dois obstáculos do custeio ABC, já aludidos. Explicitamente Yahya-Zadeh (1998) estende o trabalho de Kee (1995) pela introdução de decisões de *mix* de produtos levando em consideração custos de atividades não-proporcionais (lineares e não-lineares), em uma estrutura de custos ABC.

5.1 Ilustração numérica

5.1.1 Custos das atividades fixas (TOC) e custo das atividades proporcionais (ABC)

O autor desenvolve sua pesquisa através de uma ilustração numérica. A Companhia XYZ produz dois produtos: X e Y. Ambos os produtos passam por quatro estágios de processamento (departamentos). A companhia procura maximizar seus ganhos (*throughput*). Os dados iniciais do problema bem como a capacidade máxima de cada departamento, e o uso de seus recursos pelos dois produtos, são mostrados na tabela 1.

	Produto X	Produto Y	Máxima Capacidade por período
Ganho por unidade	\$25	\$20	
Tamanho do lote	200	1.000	
Número de preparações por lote	1	1	50
Tempo de processamento no departamento 1 (horas por unidade)	1	4	40.000
Tempo de processamento no departamento 2 (horas por unidade)	4	5	61.000
Tempo de processamento no departamento 3 (horas por unidade)	6	5	74.000
Tempo de processamento no departamento 4 (horas por unidade)	4	1	40.000

Tabela 1- Produtos e departamentos XYZ

Também é mostrado um gráfico (tabela 2) dos recursos restritos, e a região de produção possível e de potenciais *mix* de produtos A, B, C, D e E. O *mix* ótimo de produtos e o ganho otimizado podem ser determinados usando programação linear básica. A formulação matemática desse problema 1 está mostrado na tabela 2. O *mix* ótimo de produtos de XYZ inclui 9.000 unidades de X e 4.000 unidades de Y (ponto D) O ganho máximo obtido no ponto D, é \$305.000.

Convém observar que sob a TOC, Problema 1, (tabela 2), as despesas operacionais são tratadas como fixas. Esse tratamento faz com que o ganho seja independente das despesas operacionais. Entretanto, como a literatura do ABC tem enfatizado corretamente, muitos custos de operação, freqüentemente considerados como sendo fixos, variam com relação a seus direcionadores de custos. Se for ignorada a variação das despesas operacionais, isso irá trazer sérias conseqüências para as decisões do *mix* de produtos. Para demonstrar esse ponto, o artigo de Yahya-Zadeh assume que a maior parte das despesas operacionais da companhia XYZ são devidas a uma simples atividade (a atividade de preparação das máquinas) com uma estrutura de custos variável ou mista. Baseado nas informações da tabela 1, o *mix* de produto D requer 49 preparações com um custo total de \$107.800 e uma média de custos de \$2.200. O produto X, entretanto, consome cinco vezes mais atividades de preparação comparada com o produto Y. Conseqüentemente o *mix* de produtos irá variar dependendo do número de

preparações requeridas. O enfoque da TOC, entretanto, que por definição trata as despesas operacionais como fixas, pode, então, falhar ao identificar o *mix* ótimo de produtos que maximiza os lucros.

A solução desse problema passa pela incorporação do custeio baseado-em-atividades na

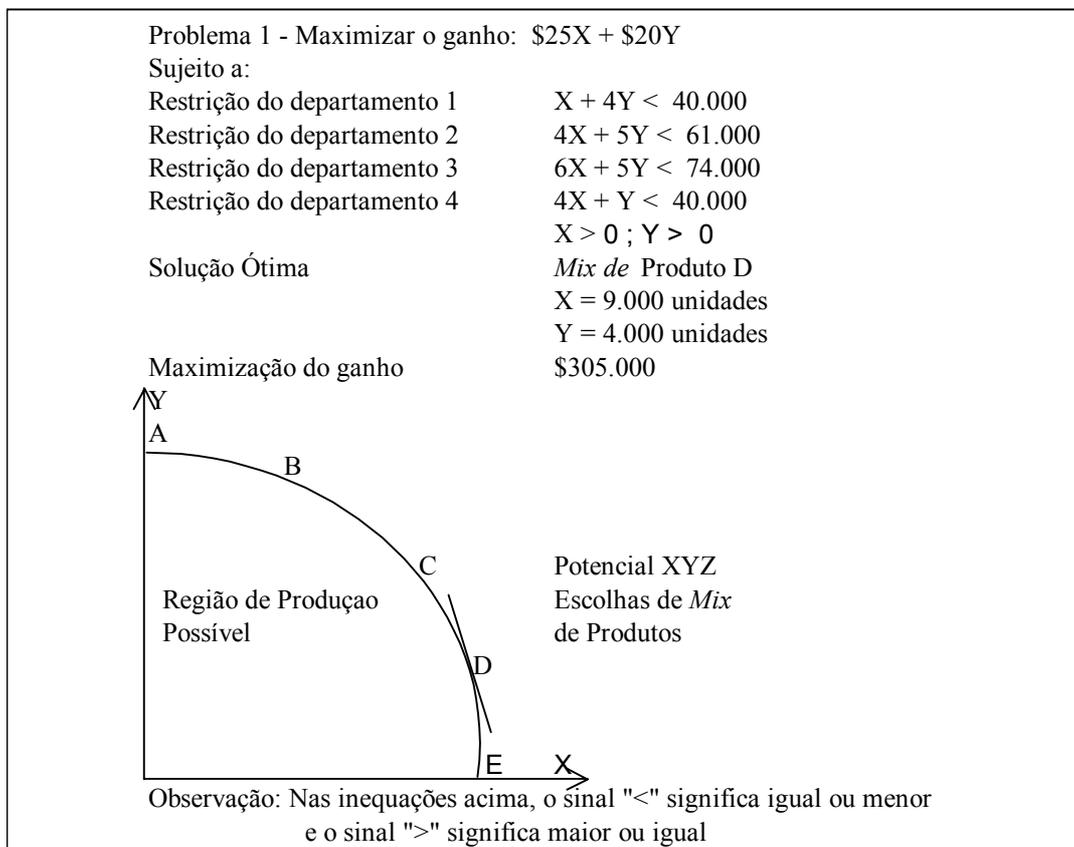


Tabela 2 Problema de otimização de XYZ e região de produção possível

estrutura da TOC. A integração do ABC com a TOC é mostrada no Problema 2, na Tabela 3.

A tabela 3 assume que os custos de preparação são proporcionais às preparações requeridas. Assim, o Problema 1 deveria ser modificado para refletir o consumo diferencial das atividades de preparação para X e Y. O problema integrado maximiza o que esse estudo denomina de ganho modificado (Problema 2). O ganho modificado corresponde ao ganho menos os custos de preparação. Observe-se que duas novas variáveis e novas restrições são adicionadas ao programa inicial. As novas variáveis S1 e S2, representam o número total de preparações para X e Y, respectivamente. O problema integrado ABC-TOC pode ser resolvido usando a programação mista-inteira. A tabela 3 mostra a solução ótima com custos de preparação variáveis. A inclusão desses custos de preparação dentro do problema da TOC resulta em um *mix* de produtos que alcança o ponto B na região de produções possíveis. O *mix* de produtos no ponto B se dá com 4.000 unidades para X e 9.000 unidades para Y. Esse resultado é exatamente oposto ao obtido quando se analisou a TOC somente. Enquanto X exhibe a maior lucratividade no enfoque da TOC, Y mostra a maior margem de lucratividade usando a medição ganho-modificado. O resultado estabelece a complementaridade dos dois enfoques e o fato de qualquer decisão baseada em somente um ou outro enfoque deverá ser considerada com muito cuidado, sob pena de se incorrer em erros – a questão do horizonte de tempo (curto ou longo prazo) fica aí patente.

Problema 2 - Maximizar o ganho modificado: $\$25X + \$20Y - \$2.200 (S1 + S2)$, quando S1 e S2 representam o número de preparações para as linhas de produtos X e Y, repectivamente.			
Sujeito a:			
Restrição do departamento 1	$X + 4Y < 40.000$		
Restrição do departamento 2	$4X + 5Y < 61.000$		
Restrição do departamento 3	$6X + 5Y < 74.000$		
Restrição do departamento 4	$4X + Y < 40.000$		
Tamanho dos lotes X	$X - 200 S1 < 0$		
Tamanho dos lotes Y	$Y - 1.000 S2 < 0$		
Restrições de não-negatividade	$X > 0 ; Y > 0$		
Restrições inteiras	S1 e S2 são positivas		
Solução Ótima	<i>Mix de Produto B :</i>	X = 4.000 unidades	S1 = 20
		Y = 9.000 unidades	S2 = 9
Ganho	\$280.000		
Maximização do ganho modificado	\$216.000		
Observação: Nas inequações acima, o sinal "<" significa igual ou menor; e o sinal ">" significa maior ou igual			

Tabela 3 - Mix ótimo de produção - XYZ - sob o enfoque ABC-TOC

5.1.2 Custos das atividades não-proporcionais

Prosseguindo na mesma ilustração numérica, o autor do artigo, Yahya-Zadeh, procura contornar a limitação/obstáculo do ABC por ele detectada - a da proporcionalidade entre o consumo dos recursos e as atividades. Ele, procurando ser mais preciso, considera duas situações: (a) uma estrutura linear incluindo um componente fixo e representado pela tabela 4, e (b) uma estrutura não-linear baseado em um modelo cumulativo de tempo médio de aprendizagem, representado pela tabela 5.

As atividades não-proporcionais, segundo Yahya-Zadeh (1998) vem sendo ignoradas pela literatura de custeio baseado-em-atividades. Onde o ABC inclui um componente fixo, a literatura do ABC sugere que o componente fixo deveria ser filtrado para uma categoria mais alta de custos das atividades².

Assim, na tabela 4 os custos de preparação consideram uma parcela fixa de \$83.300 e uma variável de \$500 (estrutura de custos não-proporcionais e lineares). Ela ilustra o problema revisado (Problema 3) com as soluções para X = 6.500 unidades, Y = 7.000 unidades, S1 = 33, S2 = 7, ganho maximizado ótimo = \$199.200, com solução no ponto C.

A tabela 5 mostra, ainda, que no problema revisado (Problema 4), o custo da primeira preparação é de \$7.701 e que a atividade de preparação exibe um efeito de aprendizagem de 80% (estrutura de custos não-proporcionais e não-lineares). Essa tabela 5 apresenta as soluções para X = 6.500 unidades, Y = 7.000 unidades, S1 = 33, S2 = 7, ganho maximizado ótimo = \$208.558, com solução no ponto C.

Problema 3 - Maximizar o ganho modificado: $\$25X + \$20Y - \$500 (S1+S2) - \83.300			
Sujeito a:	Restrição do departamento 1	$X + 4Y < 40.000$	
	Restrição do departamento 2	$4X + 5Y < 61.000$	
	Restrição do departamento 3	$6X + 5Y < 74.000$	
	Restrição do departamento 4	$4X + Y < 40.000$	
	Tamanho dos lotes X	$X - 200 S1 < 0$	
	Tamanho dos lotes Y	$Y - 1.000 S2 < 0$	
	Restrições de não-negatividade	$X > 0 ; Y > 0$	
	Restrições inteiras	S1 e S2 são positivas	
	Solução Ótima	<i>Mix de</i> Produto C	X = 6.500 unidades S1 = 33 Y = 7.000 unidades S2 = 7
	Ganho	\$302.500	
	Maximização do ganho modificado	\$199.200	
Observação: Nas inequações acima, o sinal "<" significa igual ou menor; e o sinal ">" significa maior ou igual.			

Tabela 4

Mix ótimo de produção XYZ sob o enfoque ABC-TOC com custos de atividades não-proporcionais

Problema 4 - Maximizar o ganho identificado: $\$25X + \$20Y - \$7.701 (S1+S2)*[EXPONENCIAL .678]$			
Sujeito a:	Restrição do departamento 1	$X + 4Y < 40.000$	
	Restrição do departamento 2	$4X + 5Y < 61.000$	
	Restrição do departamento 3	$6X + 5Y < 74.000$	
	Restrição do departamento 4	$4X + Y < 40.000$	
	Tamanho dos lotes X	$X - 200 S1 < 0$	
	Tamanho dos lotes Y	$Y - 1.000 S2 < 0$	
	Restrições de não-negatividade	$X > 0 ; Y > 0$	
	Restrições inteiras	S1 e S2 são positivas	
	Solução Ótima	<i>Mix de</i> Produto C	X = 6.500 unidades S1 = 33 Y = 7.000 unidades S2 = 7
	Ganho	\$302.500	
	Maximização do ganho modificado	\$208.558	
Observação: Nas inequações acima, o sinal "<" significa igual ou menor; e o sinal ">" significa maior ou igual			

Tabela 5

Mix ótimo XYZ sob ABC-TOC com custos de atividades exibindo efeito de aprendizagem

5.2 Sumário dos dados

A tabela 6 apresenta um resumo das diversas escolhas de *mix* de produtos da companhia XYZ e o ganho potencial para cada escolha sob as quatro formulações de custos de preparação. Mostra o potencial de uma decisão incorreta de *mix* de produtos sob a teoria das restrições – com o enfoque da TOC, o *mix* de produtos D é identificado como a escolha ótima (problema 1, tabela 2). Incorporando o custeio baseado-em-atividades ao problema de decisão considerando-se variação nos custos de preparação, escolha ótima (problema 2, tabela 3) passa ser o *mix* de produtos B. A incorreta escolha pela TOC decorre de sua consideração de

que os custos de preparação e outros custos operacionais são fixos. A solução pelo ABC, por seu turno, embora considere a variação dos custos de preparação, no longo prazo, pode estar incorreta devido à premissa, altamente restritiva, da proporcionalidade do total (ou constância da média) dos custos das atividades. As estruturas de custos não-proporcionais são analisadas nos problemas 3 e 4 (tabelas 4 e 5, respectivamente). Em ambas as situações, a média dos custos de preparação exibe um padrão declinante de escolha do *mix* de produto C. O método de programação mista-inteira pode ser prontamente utilizado para melhorar as decisões de *mix*

	Produto Mix A	Produto Mix B	Produto Mix C	Produto Mix D	Produto Mix E
Volume de X	0	4.000	6.500	9.000	10.000
Volume de Y	10.000	9.000	7.000	4.000	0
Preparações para Produto X	0	20	33	45	50
Preparações para Produto Y	10	9	7	4	0
Ganho Problema 1 (Total de custos de preparações são fixos).	200.000	280.000	302.500	305.000	250.000
Ganho Modificado - Problema 1	92.200	172.200	194.700	<u>197.200</u>	142.200
Ganho Modificado - Problema 2 (Custos de preparações são proporcionais).	178.000	<u>216.200</u>	214.500	197.200	140.000
Ganho Modificado - Problema 3 (Custos de preparações são não-proporcionais).	111.700	182.200	<u>199.200</u>	197.200	141.700
Ganho Modificado - Problema 4 (Custos de preparações não proporcionais e não-lineares).	163.304	204.463	<u>208.558</u>	197.200	140.712

Tabela 6 - ganho modificado de XYZ - mix's alternativos de produtos

de produto sem um contexto de problemas de TOC.

6. Análise de resultados

A incapacidade do Custeio Baseado-Em-Atividades (Kaplan, 1989) em considerar as restrições é contornada, nesse trabalho, com sua integração com a Teoria das Restrições, esta a técnica de gerenciamento das restrições (GOLDRATT, 1989).

Como a proporcionalidade dos custos para cada simples atividade, de uma determinada empresa, seriamente reduz a aplicação do ABC (Noreen, 1991; Noreen et al. 1994) - Yahya-Zadeh (1998) procurou estender o trabalho de Kee (1995) ao introduzir, nas decisões de *mix* de produtos, essa não-proporcionalidade. O artigo de Yahya-Zadeh contribui, pois, com um aspecto que a literatura do custeio ABC se omite, e que é a da não-proporcionalidade dos custos das atividades. Para tanto, ele, por simplicidade considerou os custos de preparação de máquinas da companhia estudada, como a mais representativa de todas as despesas operacionais. Inicialmente determinou o *mix* ótimo de produtos pela análise da TOC que considera todos os custos das atividades como fixos (cenário de curto prazo) e chegou a uma solução de *mix* de produtos D (identificado como Problema 1). A metodologia da TOC, embora considerada a melhor no ambiente de curto prazo (Kaplan, 1998; Cooper et al., 1999), apresenta sérias inconsistências se estendidas ao longo prazo, onde os custos das atividades podem variar.

A literatura básica do ABC (Cooper et al. 1991) descreve, entre suas premissas básicas, a conhecida como hierarquia de Cooper, que mostra que os centros de custos por atividades acumulam atividades homogêneas e guardam proporcionalidade com os direcionadores de

custos, quer eles se refiram a atividades em nível de unidades, ou em nível de lote, ou em nível de projetos de produtos. Isso permite que custos das atividades (fixos em sua maioria) se comportem como se variados fossem, graças a essa proporcionalidade com o direcionador de adequada relação de causa e efeito, que cada nível prescrito por Cooper, determina. Algumas das atividades que não guardam essa proporcionalidade são classificadas por Cooper, na categoria de nível de suporte de facilidades e gerenciadas como custos do período.

Esse modelo integra o gerenciamento das restrições dado pela Teoria das Restrições com a capacidade do Custeio Baseado-Em-Atividades em determinar os custos das atividades, usando-se para tal uma formulação de programação linear mista-inteira.

No modelo de programação linear mista-inteira apresentado, a solução de somente TOC maximiza o ganho, sem consideração de variação nas despesas operacionais - aí consideradas como fixas, conforme premissa fundamental da TOC. O modelo integrado (ABC com TOC) maximiza, para diversas variações das despesas operacionais o que Yahya-Zadeh denominou de ganho modificado (ganho menos despesas operacionais).

7. Conclusão

As companhias que adotam o Custeio Baseado-Em-Atividades (ABC), muito embora os benefícios que a literatura apresenta como uma importante ferramenta de gerenciamento e tomada de decisão, devem estar atentas para suas limitações/obstáculos. Uma delas se refere ao gerenciamento das restrições que o custeio ABC não tem condições de considerar. Outra diz respeito a uma das premissas básicas do custeio ABC e que se refere à proporcionalidade entre custos das atividades e seus respectivos centros de custos – não levando, pois em conta, a não-proporcionalidade dos custos das atividades. Ambos os problemas podem ser contornados através da integração do custeio ABC com a Teoria das Restrições (TOC) conforme Yahya-Zadeh (1998).

A questão do gerenciamento das restrições é elaborada pela TOC, contudo, quem a utiliza precisa estar atento para seu foco de curto-prazo. O ponto de partida para muitas das práticas da TOC é a premissa de tecnologia, capacidade, *mix* de produtos, preços, e demanda de mercado. Como consequência, decisões deficientes ocorrerão sempre que a sistemática for adotada para planejamento de estratégias de longo-prazo.

Outro obstáculo do custeio ABC (Noreen 1991) é a não consideração da existência de custos de atividades não-proporcionais. Esse trabalho mostra de que forma, na estrutura do custeio ABC, podem ser incorporadas decisões estratégicas considerando-se as restrições e custos de atividades não-proporcionais, integrando o ABC com a TOC, através da utilização de programação linear mista-inteira. Esse método mostrou, através dos exemplos apresentados no artigo de Yahya-Zadeh (Problemas 1, 2, 3, e 4) diversas estratégias de soluções de *mix* ótimo de produtos, em um cenário típico de variações dos custos das atividades. Assim, os dados obtidos no trabalho de Yahya-Zadeh (1998) mostraram diversos cenários, onde inicialmente as despesas operacionais são fixas; em seguida variações características do longo prazo, inicialmente proporcionais, conforme uma das premissas básicas do custeio ABC, e posteriormente considerando as variações das despesas operacionais não-proporcionais (tanto para uma variabilidade linear quanto para não-linear).

O estímulo de um trabalho nessa linha de pesquisa se justifica pela necessidade de aprimorar/desenvolver metodologias de aprimoramento das técnicas do custeio ABC em face das limitações apontadas (Noreen, 1991; Noreen et al. 1994; Yahya-Zadeh, 1998; Kee et al. 2000) no que se refere estritamente à existência de restrições e de custos de atividades não-proporcionais.

Como sugestões para futuras pesquisas recomendam-se trabalhos no sentido de determinar os custos dos produtos e serviços, pelo custeio ABC, levando em conta os dois obstáculos apresentados – dado que nesse trabalho o modelo apresentado determina o *mix* ótimo de produtos em cada cenário, não chegando, contudo, a apresentar um modelo de determinação de custo dos produtos/serviços.

8. Notas de Final de Texto

1 Esta observação se refere especificamente a custos das atividades em nível de unidades. Contudo, pode-se notar que esta proporcionalidade constante também é básica nos custos das atividades em nível de lote e em nível de projetos de produtos, seguindo-se a classificação conhecida como hierarquia de Cooper (COGAN, 1999).

2 Cooper et al. (1991) classifica esses centros de atividades como nível de facilidades para os quais o ABC não identifica nenhum direcionador com adequada relação de causa efeito, e são tratados como custos do período. Kaplan et al. (1998) descreve que esses custos usualmente costumam representar de 5% a 10% do total dos custos das atividades.

Referências

- BALAKRISHNAN, J.; Using Theory Of Constraints in Teaching Linear Programming and Vice Versa: Advantages and Caveats. *Production and Inventory Management Journal*, 40, no. 2, 1999.
- CAMPBELL, R. J. Stealing Time with ABC or TOC. *Management Accounting (US)*, January, p. 31-36, 1995.
- CAMPBELL, R.; BREWER, P.; MILLS, T.; Designing an Information System Using Activity-Based Costing and the Theory of Constrains. *Journal of Cost Management*, January-February, p. 16-25, 1997.
- CHASE, R. B., AQUILINO, N. J.; *Production and Operations Management: A Life Cycle Approach*, Homewood, IL: Richard Irwin, fifth edition, 1989.
- COGAN, S.; *Custos e Preços – Formação e Análise*. São Paulo, Editora Thomson Pioneira, 1999.
- COKINS, G.; Throughput Accounting Versus Absorption Costing: Choice or Blend? *2000 APICS Constraint Management Technical Conference Proceedings*, p. 99 a 117, 2000.
- COOPER, R.; KAPLAN, R. S.; *The Design of Cost Management Systems: Text, Cases and Readings*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J, 1991.
- COOPER, R.; Slagmulder, R.; Integrating Activity-Based Costing and The Theory Of Constraints. *Management Accounting*, February, p. 21-22, 1999.
- FU, A.; Theory of Constrains and Activity-Based Costing: Can we get the best of both worlds? *University of Auckland*. Volume 2, Number 2, 2000.
- GOLDRATT, E. M.; Fox, R. E.; *A Corrida*. São Paulo: Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais, 1989.
- GOLDRATT, E. M.; *A Síndrome do Palheiro*. São Paulo: Claudiney Fullmann, 1991.
- HALL, R., GALAMBOS, N. P., KARLSSON, M. Constraint-based profitability analysis: stepping beyond the theory of constraints. *Journal of Cost Management*, July-August, p. 6-10, 1997.
- HOLMEN, J. S.; ABC VS. TOC: It's a Matter of Time. *Management Accounting*, January, p 37-40, 1995.
- JIAMBALVO, J.; *Managerial Accounting*. New York: John Wiley&Sons Inc, 2001.
- KAPLAN, R. S.; Introduction to Activity Based Costing. *NAA Conference Global Solutions to Global Problems II*, Boston: MA (March 30-31) p. 32-43, 1989.
- KAPLAN, R. S.; COOPER, R.; *Cost & Effect: Using Integrated Cost Systems to Drive Profitability and Performance*. Boston: Harvard Business School Press, 1998.
- KEE, R.; Integrating ABC with Theory of Constrains to Enhance production-Related Decisions. *Accounting Horizons*, December, p. 48-61, 1995.

- KEE, R.; Integrating ABC and Theory of Constraints to Evaluate Outsourcing Decisions. *Journal of Cost Management*, V. 12, N.1, January-February, p. 24-36, 1998.
- KEE, R.; SCHMIDT, C.; A Comparative Analysis of Utilizing Activity-Based Costing and the Theory Of Constraints for Making Product-Mix Decisions. *International Journal Production Economics*, 63, p. 1-17, 2000.
- LUEBBE, R. ; FINCH B; Theory of Constraints and Linear Programming: A Comparison., *Int. J. Prod. Res.*, Vol. 30, N° 6, p. 1471-1478, 1992.
- NOREEN, E.; Conditions Under Which Activity-Based Costing Systems Provide Relevant Costs. *Journal of Management*. Fall, p. 159-168, 1991.
- NOREEN, E.; SODERSTROM N.; Are Overhead Costs Strictly Proportional To Activity? *Journal of Accounting and Economics*, January, p. 255-278, 1994.
- OZAN, O.; *Applied Mathematical Programming for Engineering and Production*. Englewoods Cliffs CA: Prentice Hall, 1986.
- SALAFATINOS, C; Integrating the Theory of Constraints and Activity-Based Costing. *Journal of Cost Management*, p. 58-66, Fall 1995.
- SPOEDE, C.; HENKE, E.; UMBLE, M.; Using Activity Analysis to Locate Profitability Drivers: ABC Can Support a Theory of Constraints Management Process. *Management Accounting*, May, p. 43-48, 1994.
- YAHYA-ZADEH, M;. Product-Mix Decisions Under Activity-Based Costing with Resource Constraints and Non-proportional Activity Costs. *Journal of Applied Business Research*. Fall, v14, no. 4, p. 39-45, 1998.