

GERENCIAMENTO DOS CUSTOS OPERACIONAIS EM PRODUTOS CONJUNTOS

MANAGEMENT OF costs SETS IN PRODUCTS OPERATING

Recebido em 19.11.2010 | Aceito em 15.01.2011 | 2^a versão aceita em: 03.02.2011

Nota: este artigo foi aceito pelos Editores Romualdo Douglas Colauto e Ademir Clemente e passou por um avaliação *double blind review*

SAMUEL COGAN

Doutor em Engenharia de Produção pela UFRJ | Professor do Programa de Mestrado em Ciências Contábeis da Universidade Federal do Rio de Janeiro UFRJ | Endereço: Av. Pasteur 250 | Urca | CEP 22290-240 | Rio de Janeiro, RJ | Brasil | Tel. (21) 38735106 | Fax: (21) 25429839 | E-mail: scogan@uol.com.br |

RESUMO

A questão que até hoje perdura nos produtos conjuntos é a alocação dos custos conjuntos aos produtos, uma vez que esses custos são indivisíveis, não sendo identificados a nenhum dos produtos que emergem no ponto de separação. O conhecimento na área cresce com trabalhos de Tsai (1996) e de Tseng e Lai (2007). O presente trabalho analisa e compara os resultados a partir dos métodos propostos pelo custeio tradicional, custeio ABC, e custeio ABC com programação linear, aplicados a uma ilustração numérica que abrange grande parte dos casos de produtos conjuntos que ocorrem na indústria (petróleo, cobre, queijo, madeira, carne).

Palavras-Chave: Custo Conjunto; Custo ABC; Programação Linear (PL); Custo ABC com PL

ABSTRACT

When two or more products always result from common inputs, they are known as joint products. The stage of production at which individual products are identified is referred to as the split-off-point. Arbitrary allocation from Traditional accounting causes difficulty to products decision. In order to improve products decision, concerning

join products, further split-off-point, Tsai (1996) developed an ABC model for join products. Tseng et al. (2007) using Tsai (1996) model, proposes an ABC join products decision with multiple resource constraints. So, this paper, using Tsai (1996) and Tseng et al. (2007) papers, develops products decision model using traditional method, ABC costing and ABC costing with linear programming using an illustrative numerical example.

Keywords: Join Production; ABC Costing; Linear Programming, ABC Costing with PL.

1 INTRODUÇÃO

O problema, que até hoje perdura, é o da alocação dos custos conjuntos aos produtos obtidos, tarefa especialmente complexa porque os custos conjuntos são indivisíveis, não sendo identificados a nenhum dos produtos que emergem no ponto de separação. Assim, a literatura existente, entre os quais, Horngren, Foster e Datar (2000, p. 392); Jiambalvo (2002, p. 148); Garrison e Noreen (2001 p. 443); Eldenburg e Wolcott (2007, p. 346); Hansen e Mowen (2001, p. 226); não dá outra opção a não ser o uso de métodos arbitrários para a distribuição de custos conjuntos aos produtos conjuntos.

A questão que se apresenta é, pois, da tomada de decisão dos produtos após o ponto de separação onde existe a opção de outros processamentos posteriores.

Com a finalidade aprimorar os resultados, a literatura recente mostra os trabalhos de Tsai (1996) que desenvolveu um modelo de custeio ABC aplicado à produção conjunta, e o de Tseng e Lai (2007) que propôs, a partir do trabalho de Tsai (1996), um modelo de tomada de decisão para produtos conjuntos com múltiplos recursos, onde com o uso de programação linear otimiza o mix de produtos obtidos.

O presente trabalho analisa, através de uma ilustração numérica que é representativa da maioria dos casos/configurações que surgem como os que ocorrem nas indústrias de petróleo, cobre, queijo, madeira, carne, etc., a comparação entre os métodos atualmente existentes como o das receitas relativas, e os obtidos com a aplicação do custeio ABC e do custeio ABC com Programação Linear (PL).

A metodologia aplicada no trabalho se baseou na pesquisa da bibliografia existente no tema, que inclui os livros/trabalhos tradicionais, bem como se estende a todos os conhecimentos contemporâneos. Nesses últimos destacam-se os trabalhos de Tsai (1996), que desenvolveu um modelo de aplicação do Custo ABC para os produtos conjuntos, e o de Tseng e Lai (2007) que apresenta uma otimização da lucratividade com o uso das informações do custeio ABC na produção conjunta, usando, justamente, o trabalho de Tsai (1996). A pesquisa bibliográfica do conhecimento tradicional se deu, entre outros, em: Horngren, Foster, e Datar (2000); Garrison e Noreen (2001); Jiambalvo (2002); Eldenburg e Wolcott (2001); Hansen e Mowen, (2000), no que se refere à Produção Conjunta. E, Cooper e Kaplan (1991 e 1992; Kaplan (1989); Kaplan e Cooper (1998), no que se refere ao Custo Baseado em Atividades. Ozan (1986); Chase e Aquilino (1989); Balakrishnan (1999), no que tange à técnica da Programação Linear. A estratégia utilizada na pesquisa foi o de uma aplicação numérica que ilustra, conforme comentado, grande parte das diversas configurações/casos encontrados na prática, o que traz evidências de poder ser estendida a todas as configurações dos casos práticos, de produção conjunta, que ocorrem

nas indústrias de mineração de cobre, produção de queijo, madeireira, produção bovina de corte, refinarias de petróleo, etc.

O trabalho está organizado da forma que se segue. A próxima seção apresenta um referencial teórico sobre custos de produção conjunta, custeio ABC e programação linear. A seção após essa apresenta o exemplo numérico onde, após apresentar o modelo de custeio ABC de Tsai, (1996), desenvolve o modelo de otimização da lucratividade com o uso das informações do custeio ABC (Tseng e Lai, 2007). Por fim são apresentadas análise de dados e conclusão.

REVISÃO TEÓRICA

2.1 PRODUÇÃO CONJUNTA

Custo conjunto é o custo de um único processo que gera diversos produtos simultaneamente. Ponto de separação é o momento no processo onde os produtos conjuntos se tornam separados e identificáveis. Nas operações de decomposição podem-se identificar diversos elementos relevantes para um sistema de custos. O processo comum ou conjunto que dá origem a vários produtos, o ponto de separação no qual surgem os diferentes produtos obtidos pelo processamento dos materiais, os produtos conjuntos que aparecem no ponto de separação, e os custos conjuntos obtidos pela soma de todos os custos de produção incorridos até o ponto de separação.

Segundo Horngren, Foster e Datar (2000, p. 385) produto é qualquer output que tem valor de venda positivo (ou que permita à organização evitar a ocorrência de custos). Os co-produtos têm valor de venda relativamente alto e não são separadamente identificáveis como produtos isolados até o ponto de separação. Quando um processo gerador de dois ou mais produtos origina um único produto de valor de venda relativamente alto, esse produto é denominado de produto principal. O subproduto tem baixo valor de venda, em comparação com o valor do co-produto. A classificação dos produtos como principais, co-produtos, sub-produtos ou sucata pode mudar com o tempo. Os produtos individuais podem mudar de subproduto para co-produto, quando o seu preço de mercado se desloca consideravelmente em uma direção. A sucata tem valor de venda mínimo. Como exemplo, em serrarias, o insumo comum é uma tora que é convertida em vários formatos de madeira. Para fim de elaboração de demonstrações financeiras, o custo do insumo comum precisa ser alocado aos produtos conjuntos.

Utilizam-se diversos métodos diferentes na alocação dos custos conjuntos aos produtos principais (ELDENBURG; WOLCOTT, 2007, p.346): (1) Método das quantidades físicas; (2) Métodos baseados no mercado: Método de venda no ponto de separação; Valor realizável líquido (VRL); VRL com margem bruta constante.

Todos esses métodos de alocação dos custos conjuntos aos produtos principais estão sujeitos a críticas. Por isso, algumas companhias evitam a alocação completa dos custos conjuntos. Em vez disso, elas contabilizam todos os estoques com base no valor líquido estimado de realização. O lucro de cada produto é reconhecido quando a produção se completa. Entre as indústrias que empregam esses tipos de sistema encontram-se, como já comentado, as de petróleo, carne, queijo, conservas e a mineração (HORNGREN; FOSTER; DATAR, 2000, p. 392).

Jiambalvo (2002, p.148) cita o seguinte exemplo explicativo: Suponha-se que uma serraria gaste \$600 para adquirir uma tora de carvalho e \$20 para serrá-la em duas qualidades de madeira. O processo resulta em uma tábua de qualidade A de 500 cm que é vendida a R\$1,00/cm e uma tábua de qualidade B de 500 cm que é vendida á \$0,50/cm. Como o custo conjunto de \$620 deveria ser alocado aos produtos conjuntos?

Uma das abordagens é a de alocar o custo com base na quantidade física de produção. Como o processo de produção resulta em quantidades iguais, aloca-se igualmente a cada uma das tábuas resultando que tanto a tábua A quanto a tábua B receberão um custo de \$310. Isso poderia fazer com que os gerentes julgassem que a tábua B é não lucrativa, pois ela apresenta uma perda de ($\$250 - \$310 = \$70$), uma vez que é de \$250 o valor de venda da madeira tipo B. Trata-se, contudo, de uma lógica equivocada, pois se a empresa deixasse de vender a tábua B perderia \$250 de faturamento. Em suma os produtos conjuntos são relevantes na tomada de decisão de todos, e irrelevantes na tomada de decisão de cada um de per si.

Uma outra forma de alocação, talvez um pouco melhor, é a que utiliza o método das receitas relativas. O método mostra que o custo conjunto alocado depende das receitas relativas dos produtos no ponto de separação. Assim:

$$\text{Custo do conjunto alocado ao produto A} = \frac{\text{Receita de A}}{(\text{Receita de A} + \text{B})} \times \text{Custo Conjunto}$$

$$\text{Custo do conjunto alocado ao produto B} = \frac{\text{Receita de B}}{(\text{Receita de A} + \text{B})} \times \text{Custo Conjunto}$$

Fonte: Jiambalvo (2002, p.148)

Considerando os dados do exemplo de Jiambalvo, a tábua de qualidade A receberia uma alocação de \$413,33 = [$\$620 \times (\$500 / \$750)$]. A tábua de qualidade B receberia uma alocação de \$206,67 = [$\$620 \times (\$250 / \$750)$].

Garrison e Noreen, (2001, p.443) comenta as ciladas da alocação dizendo que os custos conjuntos são irrelevantes nas decisões sobre o que fazer com um produto do ponto de separação em diante. O motivo é que os custos conjuntos já ocorreram e, portanto, são custos irrecuperáveis (sunk costs). A análise de viabilidade da vantagem de um processamento adicional deveria se basear tão somente na comparação da receita do processamento adicional versus o custo desse processamento sendo irrelevante a determinação dos custos conjuntos no ponto de separação por se tratarem de custos irrecuperáveis.

2.2 CUSTEIO BASEADO EM ATIVIDADES (ABC)

O paradigma representado pela organização vertical funcional está se esgotando - em seu lugar surge um novo paradigma, o mapa horizontal de processos de negócios. A

organização é cortada transversalmente pelos seus processos/sub-processos de negócios, cada um deles constituído de uma série de atividades, que por seu turno são compostos por um grupo de tarefas. Ao invés de se ter as siglas, salários, leis sociais, materiais auxiliares, etc., por totais departamentais, o custeio ABC providencia esses valores, pelas diversas atividades que cortam horizontalmente, um ou mais departamentos.

O ABC intervém no custeio das despesas indiretas, distribuindo-as pelas atividades que consomem esses recursos. Os custos das atividades são então alocados aos produtos baseados na forma como cada produto individual consome essas atividades.

Assim como o sistema tradicional de custeio, também o ABC é um sistema que processa a alocação em dois estágios. O custeio tradicional aloca as despesas indiretas em centros de custos, e em seguida distribui esses custos aos produtos, usualmente baseados em um critério volumétrico como horas de máquina ou horas de mão-de-obra direta. O ABC, contudo, determina que atividades são executadas pelos recursos da companhia, agregando-as em centros de acumulação de custos por atividades. Em seguida, e para cada uma desses centros de atividades atribui custos aos produtos/serviços baseados em seu consumo de recursos (COGAN, 1994).

Ao providenciar a distribuição dos recursos acumulados nos centros de atividades, o ABC observa que alguns recursos realmente são proporcionais ao volume de produção; outros, contudo, incidem em cada lote de produção, e, portanto, independem do volume produzido; outros recursos incidem diretamente na concepção de cada produto e assim independem dos lotes produzidos e dos volumes de cada lote; outros recursos, ainda, são computados no período e se referem às despesas de operação da fábrica. Como exemplo de atividades que incidem nos diversos lotes de produção pode-se citar, setup (preparação de máquina), movimentações de materiais, pedidos de compra, inspeções, etc. Entre as atividades que incidem para dar suporte aos produtos estão, o processo de engenharia, as especificações dos produtos, as alterações de engenharia e os acréscimos dos produtos. Entre as atividades que incidem para o suporte de facilidades pode-se citar o gerenciamento da fábrica, a manutenção dos prédios e a segurança e jardinagem.

Ao contrário do custeio tradicional que utiliza um direcionador de custo volumétrico para todas as despesas, o custeio ABC pode utilizar esse mesmo direcionador apenas nos centros de custos por atividades que acumulam custos/despensas que variam proporcionalmente com a quantidade produzida. Aí está a diferença que confere maior precisão ao ABC. Outros direcionadores são relacionados às atividades que são independentes da quantidade produzida. Outros, ainda, se relacionam com as despesas correspondentes às atividades de concepção do produto. Restam, então, 5% a 10% das despesas para a qual o ABC não apresenta direcionadores de boa relação causal e que são as despesas de suporte de facilidades/operação da fábrica.

O custeio baseado em atividades estará em condições de apresentar resultados mais precisos que o custeio tradicional, sempre que a organização utilizar grande quantidade de recursos indiretos em seu processo de produção e a organização tiver significativa diversificação em produtos, processos de produção, e clientes.

Um dos benefícios obtidos com o ABC é o de permitir uma melhoria nas decisões gerenciais uma vez que se deixa de ter produtos subcusteados ou supercusteados, permitindo-se a transparência exigida na tomada de decisão empresarial, que busca em última análise, otimizar a rentabilidade do negócio.

ABC em sua forma mais detalhada pode não ser aplicável na prática, em virtude de exigir um número excessivo de informações gerenciais que pode inviabilizar sua utilização. O custo da coleta e manipulação detalhada teria que justificar o seu benefício. Pode-se aplicar aí o conceito dos 20-80 de Pareto (poucos que representam muito), ou seja, aproximadamente 20% das despesas respondem por 80% dos valores despendidos, uma aplicação mais pormenorizada se justifica nesses 20% de recursos.

As companhias que instalam o ABC usam três métodos para estimar os custos que ocorrem na execução das atividades. O método mais simples agrupa os gastos em todos os recursos devotados àquela atividade particular, tais como setup (preparação) de máquinas ou emissão de ordens de compras, e divide esse dispêndio total pelo número de vezes que a atividade foi realizada (número de setup's, número de ordens de compras). Esse cálculo produz uma unidade de custo para a atividade (custo por setup, ou por ordem de compras) que é então alocado aos produtos baseado no número de vezes que a atividade foi realizada para esses produtos. Essa aproximação é a mais simples e de implementação menos dispendiosa, requerendo apenas a medida do número de vezes que uma atividade foi realizada. Essa aproximação assume que cada ocorrência de atividade consome a mesma quantidade de recursos (ou seja, todos os setup e ordens de compras, no caso, requerem a mesma quantidade de recursos). É menos preciso que os outros dois métodos, que são utilizados quando produtos diferentes requerem recursos substancialmente diferentes para a referida atividade (COOPER e KAPLAN, 1991).

O segundo método utiliza a duração dos direcionadores, o seja, o tempo requerido para a realização de cada atividade, na alocação das despesas indiretas aos produtos, como por exemplo, o tempo em horas ou minutos na execução do setup. É mais preciso que o anterior, porém mais dispendioso. Os benefícios de uma maior precisão na medição das atividades consumidas deverão ser balanceadas com um custo mais elevado na coleta dos dados. ; O terceiro e o mais preciso dos métodos consistem em medir diretamente os recursos consumidos em cada ocorrência da atividade. Como exemplo, podem-se medir todos os recursos usados para uma determinada modificação de engenharia ou para um trabalho específico de manutenção. A duração dos direcionadores assume que as despesas são proporcionais ao total do tempo em que a atividade é executada. Direcionadores de carga direta medem os recursos usados cada vez que a atividade é executada. Por exemplo, um produto que é especificamente difícil de ser fabricado pode exigir a presença de supervisores especiais e pessoas de controle de qualidade quando as máquinas estão sendo preparadas e as primeiras peças sendo produzidas (COOPER e KAPLAN, 1991).

Essa alocação direta usualmente requer um sistema de ordens de produção nos quais os materiais, os recursos de computação e o tempo dos empregados possam ser medidos cada vez que a atividade é realizada. Esse tipo de informação é mais cara de se coletar, porém é mais precisa especialmente em situações em que grande quantidade de recursos é necessária para a atividade, e produtos (ou clientes) diferem consideravelmente nas demandas que colocam naquela atividade (COOPER e KAPLAN, 1991).

2.3 PROGRAMAÇÃO LINEAR

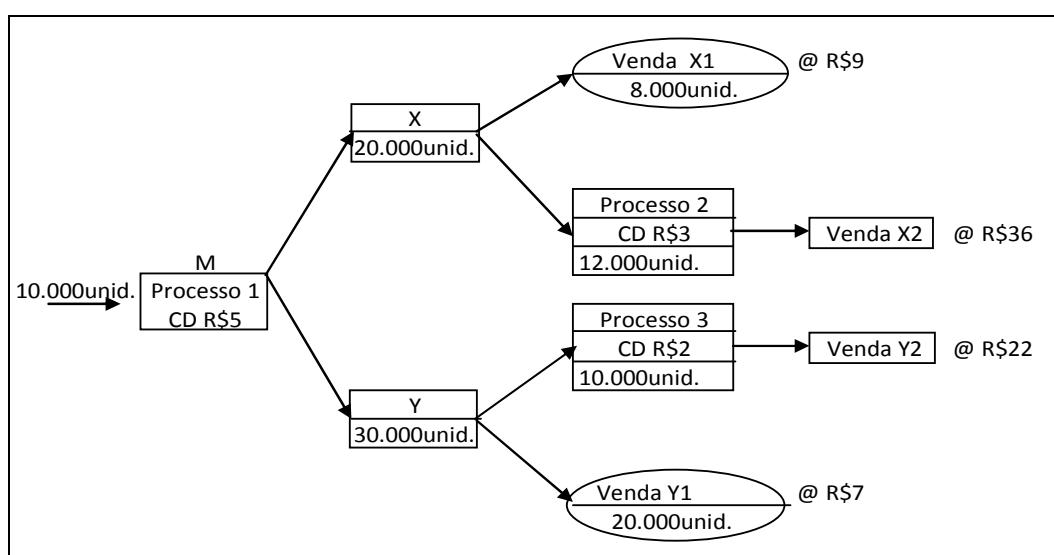
Um problema de programação linear é um problema de programação matemática em que a função objetivo e as equações de restrição são lineares. Trata-se de uma técnica matemática que, sob certas condições, pode ser usada para gerar uma solução ótima para um problema específico. Chase e Aquilino (1989) identificaram 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 avaliar 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. O 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 ILUSTRAÇÃO NUMÉRICA DE CUSTOS NA PRODUÇÃO CONJUNTA

Existem inumeráveis casos de produtos conjuntos na prática. Para um propósito ilustrativo, sem perda de generalidade, um caso de produtos conjuntos é mostrado na Figura 1 a fim de demonstrar como fazer a alocação dos custos aos produtos, após o ponto de separação.

Figura 1 – Exemplo ilustrativo de produtos conjuntos



Fonte: Tsai (1996).

O exemplo apresentado na Figura 1 ilustra um caso típico e bem abrangente de produtos conjuntos onde 10.000 unidades de material M processadas no Processo 1 dão origem a 20.000 unidades de produto X e 30.000 unidades de produto Y. Para o produto X1, 8.000 unidades foram vendidas, no ponto de separação, por R\$9 por unidade, e 12.000 unidades desse produto foram processadas, posteriormente, através do processo 2 e vendidas por um preço unitário de R\$36. Para o produto Y1, 20.000 unidades foram vendidas a R\$7 por unidade no ponto de separação, e 10.000 unidades foram processadas, posteriormente, através do processo 3, e então, vendidas ao preço unitário de R\$22. Os custos diretos (CD) que incidem nos processos 1, 2 e 3 são de R\$5, R\$3 e R\$2 respectivamente. Na realidade deseja-se, também, saber, se o produto X além de ser oferecido como produto X1, poderia de forma viável receber um processamento posterior para se transformar no produto X2 para venda. Igualmente deseja-se saber a viabilidade do processamento posterior do produto Y para o oferecimento à venda do produto Y2.

3.1 CUSTEIO TRADICIONAL PARA PRODUTOS CONJUNTOS

Conforme o processo de produção ilustrado na figura 1, a receita incremental do produto X2 é de R\$27 (R\$36 – R\$9), sendo de R\$3 seu custo incremental. Igualmente, a receita incremental do produto Y2 é de R\$15 (R\$22 – R\$7), com um custo incremental de R\$2. Como as receitas incrementais são superiores aos custos incrementais respectivos, os produtos X2 e Y2 poderiam ser processados mais tarde. Na Tabela 1 mostra-se exemplo.

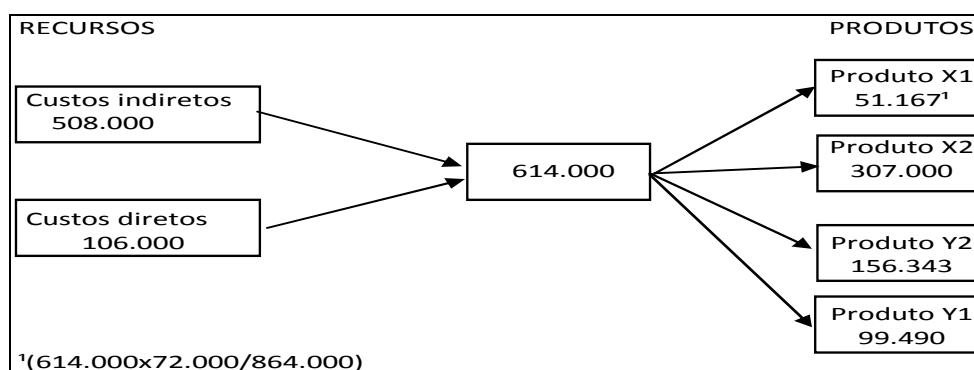
Tabela 1 – Custo e Lucro

	Produto X1	Produto X2	Produto Y2	Produto Y1	Total
Quantidade produzida	8.000	12.000	10.000	20.000	
Receita	R\$72.000 ¹	R\$432.000	R\$220.000	R\$140.000	R\$864.000
Custos diretos					106.000 ²
Custos indiretos					508.000 ³
Lucro					R\$250.000

Fonte: Tseng e Lai (2007).

A contabilidade tradicional de custos aloca os custos indiretos utilizando direcionadores de custos baseados em volume como, por exemplo, a mão-de-obra direta. Como essa alocação é arbitrária as informações tornam-se irrelevantes para a tomada de decisão. A determinação por este método conduz aos resultados mostrados na Figura 2.

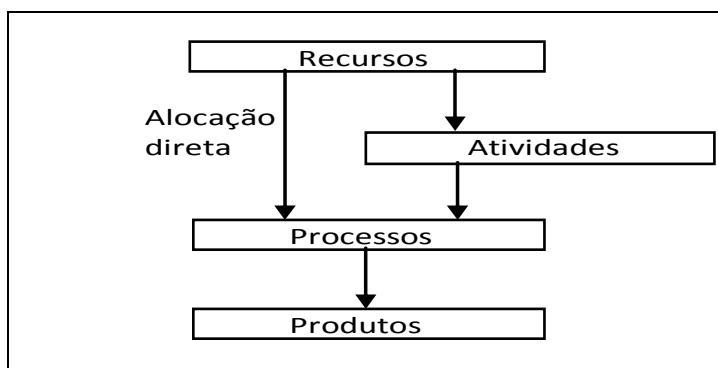
Figura 2 - Custos dos Produtos pelo Método das Receitas Relativas



3.2 CUSTEIO ABC PARA PRODUTOS CONJUNTOS

O modelo que Tsai (1996) desenvolveu para o custeio ABC, na produção conjunta, considera que alguns custos dos recursos de produção poderão eventualmente ser alocados diretamente nos processos, e outros deverão ser distribuídos aos processos usando atividades como intermediários da distribuição de custos. Dessa forma, o modelo de custeio ABC, para produção conjunta, deveria ser revisado no modelo mostrado na Figura 3.

Figura 3 - Modelo de custeio ABC para produtos conjuntos



Fonte: Tsai (1996).

Nesse modelo de ABC, proposto por Tsai (1996), os custos dos produtos conjuntos podem ser determinados seguindo os seguintes passos:

Passo 1 - Direcionando custos diretos aos processos

Certos custos de recursos podem ser direcionados diretamente aos processos, tais como os custos associados com mão-de-obra direta, horas de máquina, e outros recursos somente usados naquele processo. No caso ilustrado, os custos diretos que incidem nos processos 1, 2 e 3 são de R\$5, R\$3 e R\$2 respectivamente.

Passo 2 - Distribuindo custos indiretos às atividades

Algumas atividades atendem mais de um processo e seus custos são classificados como indiretos, como por exemplo, programação, movimentação de material, inspeção de recebimento de material, manutenção e reparo de máquinas. O exemplo ilustrado assume que são três as atividades, e seus custos obtidos através da análise pelo custeio ABC são fornecidos na tabela 2 que segue. O total de atividades requeridas para cada processo no exemplo apresentado é, igualmente, informado nessa tabela.

Tabela 2 - Informações para a determinação do Custo ABC

	Atividade 1	Atividade 2	Atividade 3	Total
Custo total	R\$64.000	R\$148.000	R\$296.000	R\$508.000
Capacidade	32.000	74.000	74.000	
Custo unit. da atividade	R\$2 ¹	R\$2 ²	R\$4 ³	
	¹ 64.000/32.000;	² 148.000/74.000;	³ 296.000/74.000	
Processo 1	1	3	2	
Processo 2	1	2	2	
Processo 3	1	2	3	
Processo 1	10.000	30.000	20.000	
Processo 2	12.000	24.000	24.000	
Processo 3	10.000	20.000	30.000	
Total de atividades consumidas	32.000	74.000	74.000	

Fonte: Tseng e Lai (2007)

Passo 3 - Distribuindo os custos das atividades ao processo

Baseado nas informações das tabelas 1 e 2, o total de atividades requeridas para cada processo no exemplo apresentado é informado igualmente na parte inferior da tabela 2. O total de atividades fornecidas também é aí informado.

Passo 4 - Distribuindo os custos dos processos aos objetos de custo (X1, X2, Y1 e Y2)

De acordo com a figura 1 e da tabela 2, o custo unitário da atividade e o custo unitário total de cada processo sob a produção do exemplo apresentado estão mostrados na Tabela 3.

Tabela 3 - Custo unitário de cada processo

Itens	Processo 1	Processo 2	Processo 3
Custo unitário da atividade	R\$16 ¹	R\$14 ²	R\$18 ³
Custo unitário direto	5	3	2
Custo unitário de cada processo	R\$21	R\$17	R\$20
¹ (1x2+3x2+2x4);	² (1x2+2x2+2x4);	³ (1x2+2x2+3x4)	

Fonte: Tseng e Lai (2007)

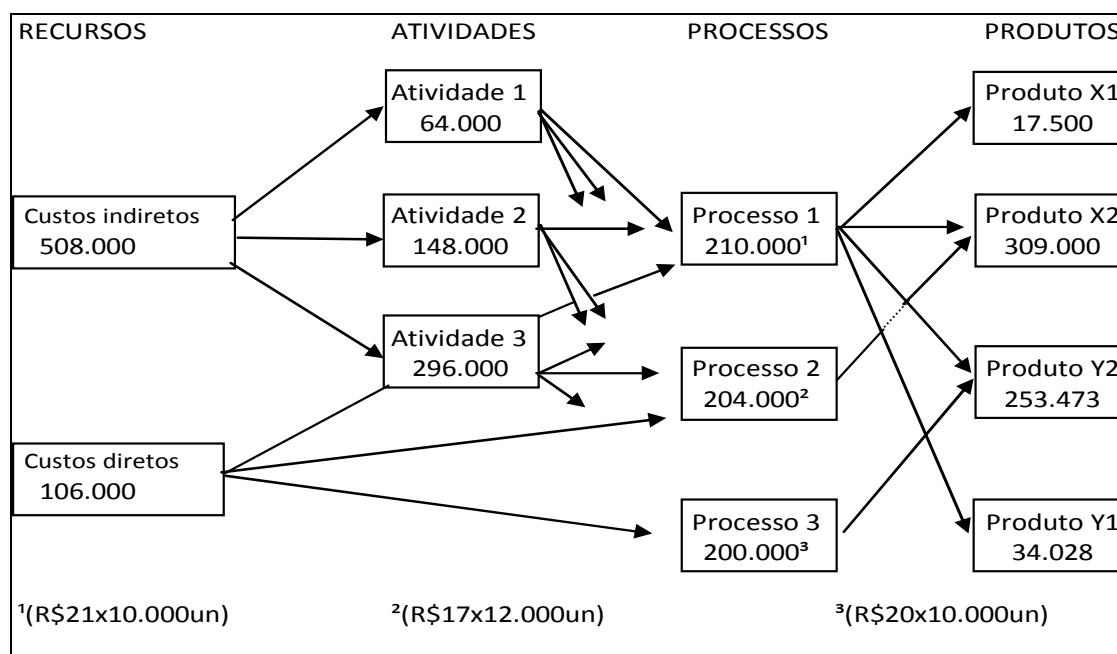
Considerando-se os custos unitários totais de cada processo e as quantidades produzidas na produção corrente do exemplo ilustrado, a análise de custo e lucro de cada produto é apresentada na Tabela 4.

Tabela 4 - Análise de custo e lucro e Margem de contribuição incremental de cada produto

	Produto X1	Produto X2	Produto Y2	Produto Y1	Total
Receita	R\$72.000	R\$432.000	R\$220.000	R\$140.000	R\$864.000
Custo total do processo 1	R\$17.500b	105.000b	53.472b	34.028b	210000a
Custo total do processo 2		204000c			204.000
Custo total do processo 3			200.000d		200.000
Custo total	R\$17.500	R\$309.000	R\$253.472	R\$34.028	614.000
Lucro	R\$54.500	R\$123.000	(R\$33.472)	R\$105.972	250.000
Quantidade produzida	8.000	12.000	10.000	20.000	
Lucro unitário	R\$6,81	R\$10,25	(R\$3,34)	R\$5,30	
a(21x10.000)	b(72.000x210.000/864.000)	c(17x12.000)	d(20x10.000)		
					Processo 1
Preço unitário	9	36	22	7	
Custo direto unitário		3	2		5
Custo unitário da atividade		14	18		16
MC incremental	9	19	2	7	21

Fonte: Tseng e Lai (2007).

Observa-se, ainda na tabela 4, que o custo total do processo 1 foi distribuído para cada produto usando o método das receitas relativas. Por outro lado, os custos dos processos 2 e 3 foram alocados diretamente nos produtos X2 e Y2. A Figura 4 mostra, então, o custo final dos produtos a partir dos recursos utilizados.

Figura 4 - Custos dos Produtos pelo Custeio ABC

3.3 CUSTEIO ABC COM A UTILIZAÇÃO DA PROGRAMAÇÃO LINEAR MATEMÁTICA

Além da aplicação do custeio ABC para a determinação dos custos dos produtos após o ponto de separação pode-se utilizar as informações obtidas no custeio ABC para otimizar a lucratividade do sistema como um todo. Assim, no exemplo ilustrativo da figura 1, considerando-se que a demanda dos produtos X₁, X₂, Y₂ e Y₁ possa variar, e que exista demanda para essa variação, a técnica da programação linear poderá otimizar o sistema informando que quantidades de cada um dos quatro produtos fazer, a fim de maximizar o lucro. Ou seja, alguns produtos serão vendidos no ponto de separação enquanto outros receberão processamento adicional. A programação linear dirá as quantidades de cada um deles para otimização da rentabilidade do sistema. A análise das tabelas 2, 3 e 4 permite estabelecer as equações da programação linear aí aplicada, como segue:

A equação objetivo a ser maximizada é:

$$\text{Max. } Z = 9X_1 + 7Y_1 + 19X_2 + 2Y_2 - 21M;$$

$$2M = X_1 + X_2;$$

$$3M = Y_1 + Y_2;$$

Sujeito às restrições:

$$M + X_2 + Y_2 \leq 32.000;$$

$$3M + 2X_2 + 2Y_2 \leq 74.000;$$

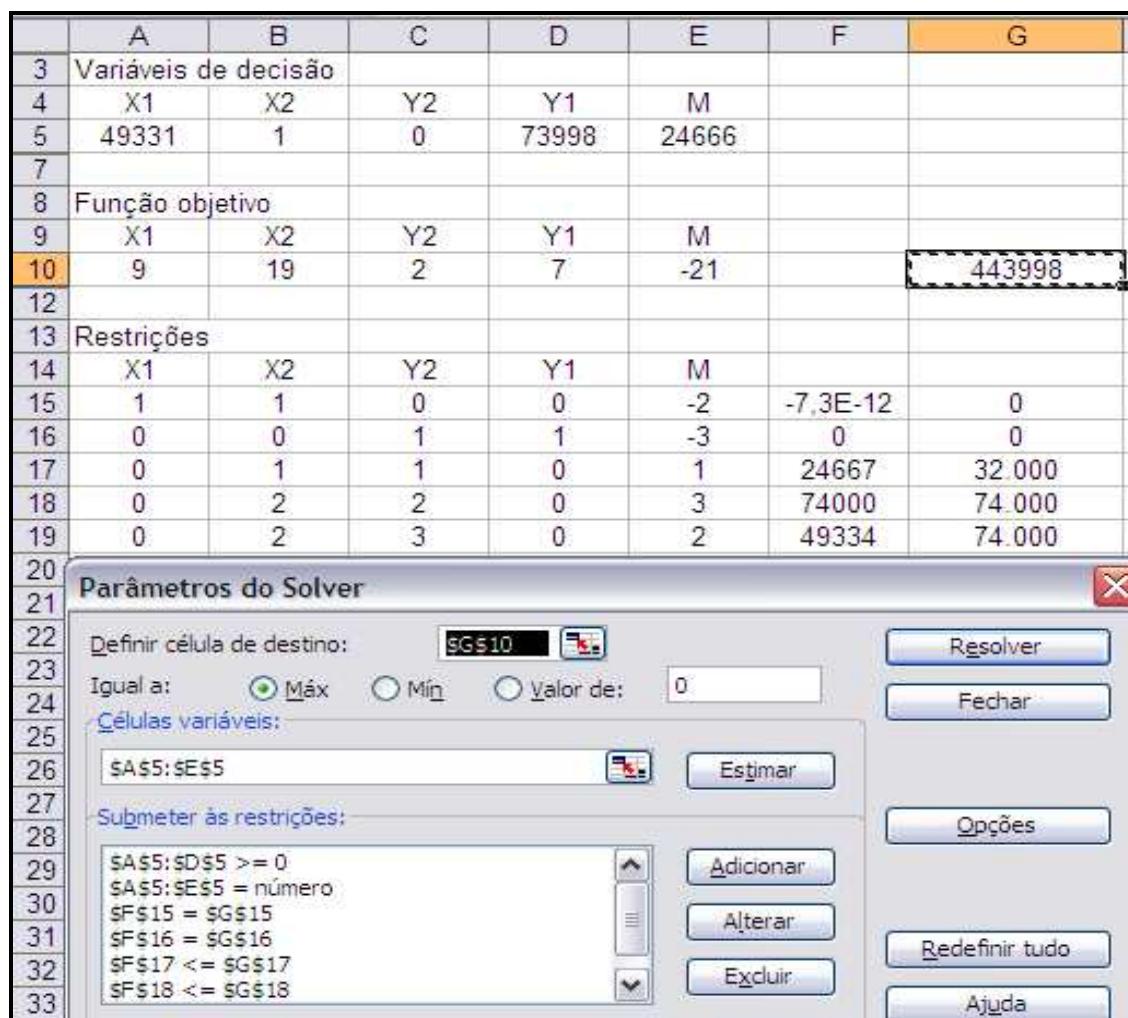
$$2M + 2X_2 + 3Y_2 \leq 74.000;$$

$$X_1; X_2; Y_1; Y_2; \geq 0;$$

Na Figura 5 mostra-se a solução pelo Solver da Microsoft Office que conduz aos seguintes resultados:

$$X_1 = 49.331 \text{ un}; X_2 = 1 \text{ un}; Y_2 = 0; Y_1 = 73.998 \text{ un}; M = 24.666 \text{ un}.$$

Figura 5 - Planilha de Trabalho com a Solução do Problema



O lucro obtido é de R\$443.998,00 superior aos R\$250.000,00 mostrado na tabela 1. A figura 5 mostra que a atividade 1 consumiu 24.667 atividades de capacidade, ao invés de 74.000, e que a atividade 3 consumiu 49.334 atividades de capacidade, ao invés das 74.000 consideradas. A atividade 2 é a atividade restrita tendo consumido todas as 74.000 atividades de capacidade previstas. Assim, os custos indiretos podem ser reduzidos dos R\$508.000,00 conforme tabela 1, para:

R\$2 x 24.667 + R\$2 x 74.000 + R\$4 x 49.334 = R\$394.670,00, considerando-se que se possam reduzir os custos indiretos em função de atividades de capacidade não utilizadas. Os custos diretos aumentarão dos R\$106.000,00 da tabela 1 para :

R\$5 x 24.666un + R\$3 x 1un + R\$2 x 0un = R\$ 123.333,00. A receita cresce do valor de R\$864.000,00 da tabela 1 para:

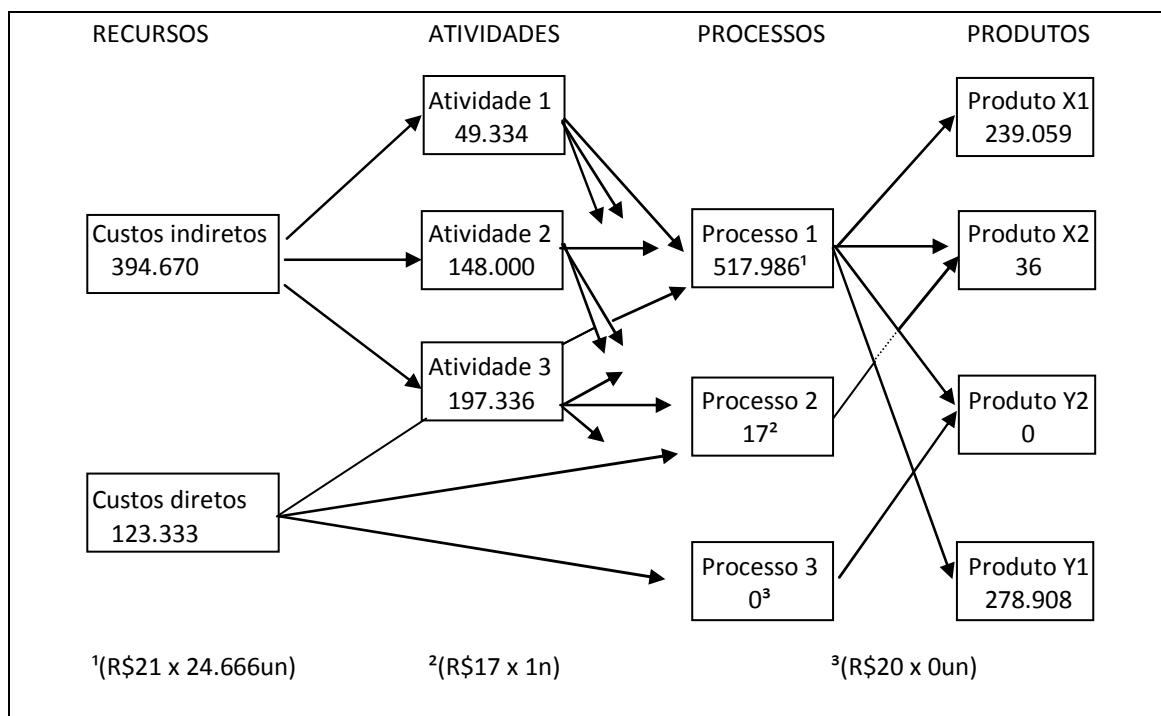
$$R\$9 \times 49.331\text{un} + R\$36 \times 1\text{un} + R\$22 \times 0\text{un} + R\$7 \times 73.998 = R\$962.001,00$$

Na Tabela 5 mostram-se, então, esses novos valores:

Tabela 5 – Custo e Lucro

	Produto X1	Produto X2	Produto Y2	Produto Y1	M	Total
Quantidade produzida	49.332	1	0	73.996	24.666	
Receita	R\$443.979	36	0	517.986		R\$962.001
Custos diretos						123.333
Custos indiretos						394.670
Lucro						R\$443.998

Considerando-se ainda essa última situação mostramos a seguir a figura 6 que apresenta os valores de custo dos produtos, pelo Custo ABC após a utilização da técnica da programação linear que otimizou os resultados.

Figura 6 - Custos dos Produtos pelo Custo ABC com Programação Matemática

4 ANÁLISE DOS DADOS

A Tabela 6 permite a comparação entre as três metodologias (tradicional, custeio ABC, e custeio ABC com PL). Assim, os valores dos custos unitários aqui apresentados, para cada uma das metodologias, foram obtidos nas figuras 2, 4 e 6, dividindo-as pelas respectivas quantidades.

Quando se compara os resultados pelo custeio ABC com o Tradicional, pode-se observar que o método de receitas relativas, possivelmente o melhor dos métodos preconizados para a alocação de custos na sistemática tradicional, para a produção conjunta, se vale de direcionadores volumétricos arbitrários. Enquanto isso o exemplo aqui elaborado utilizou a metodologia ABC com direcionadores de causa-e-efeito característicos do ABC. Em apenas uma das partes dessas alocações (no caso a alocação do processo 1 para os quatro

produtos) o custeio ABC se valeu do direcionador volumétrico utilizado pelo método das receitas relativas. Assim, o custeio ABC permite, pois, uma análise mais acurada da produção conjunta. A Análise tradicional, na realidade, evita a alocação dos custos indiretos por considerá-la arbitrária. Sua análise, pois, conforme Garrison (2004, p.444) se restringe tão somente na comparação da receita do processamento adicional versus o custo desse processamento considerando ser irrelevante a determinação dos custos conjuntos no ponto de separação, por se tratarem de custos irrecuperáveis. O ABC vai, pois, mais longe permitindo não somente essa comparação como chegando a calcular os custos dos produtos com adequada precisão (TSAI, 1996).

Tanto uma como a outra metodologia mostrou ser viável o prosseguimento das operações pelos processos 2 e 3, pois, o incremento na receita é superior ao incremento nos custos. A contabilidade tradicional, por seu turno, não tem como direcionar com precisão os custos indiretos, fazendo-o de forma arbitrária, utilizando-se de direcionadores volumétricos como o valor da mão-de-obra direta. O custeio ABC mostra, pois, ser a metodologia mais acurada permitindo não só a análise do prosseguimento, ou não, dos processos operacionais após o ponto de separação, como também calcula os valores de custos dos produtos conjuntos com precisão mais adequada.

A Tabela 6 mostra que, para o exemplo ilustrado, apenas o custo unitário do produto X2 está compatível nas duas metodologias observando-se grande variação nos custos unitários dos demais produtos.

Tabela 6 - Comparação entre os Custeiros Tradicional, ABC e ABC com PL (valores unitários)

	Custeio Tradicional	Custeio ABC	Custeio ABC com PL
Produto X1	$51.167/8.000 = 6,40$	$17.500/8.000 = 2,19$	$239.059/49331 = 4,15$
Produto X2	$307.000/12.000 = 25,58$	$309.000/12.000 = 25,75$	$36/1 = 1$
Produto Y2	$156.343/10.000 = 15,63$	$253.473/10.000 = 25,35$	0
Produto Y1	$99.490/20.000 = 4,97$	$34.027/20.000 = 1,70$	$278.908/73.998 = 3,23$
Lucro	R\$250.000,00	R\$250.000,00	R\$443.998,00
% de Variação			
Custeio ABC x Tradicional			
Produto X1		-66%	
Produto X2		0%	
Produto Y2		62%	
Produto Y1		-66%	

A comparação entre os valores obtidos pelos Custeiros ABC e o Custeio ABC com PL deixam de ser analisados por estarem representadas com as quantidades diferentes. A variação dos valores nos custos unitários obtidos também é grande. Contudo, a lucratividade do ABC com PL é de R\$443.998,00 (tabela 5) contra o valor de lucro de R\$250.000,00 (tabela 1) das outras duas metodologias. Assim, o ABC com PL revela-se superior, pois, calcula os custos com a acuracidade demandada pelo custeio ABC, e em adição a isso com a lucratividade ótima. Ainda essa última metodologia permite que se reduzam os custos indiretos das atividades de capacidade utilizadas conforme mostrado no item 3.3.

No exemplo ilustrado, mesmo supondo-se que não se consiga reduzir os custos indiretos em sua totalidade (situação extrema, pois, sempre se pode reduzir, pelo menos, parte), no

caso de se tratar de custos irrecuperáveis em sua totalidade (Atkinson et al., 2000, p.416), a lucratividade ainda, assim, será superior, conforme demonstração que segue:

Receita = R\$962.001,00; Custos Diretos = R\$123.333,00; Custos Indiretos = R\$508.000,00.
Logo, o Lucro (L) será:

$L = 962.001 - 123.333 - 508.000 = R\$ 330.668,00$, superior, pois, a R\$250.000,00 das duas metodologias anteriores.

5 CONCLUSÕES

Enquanto numerosas fábricas de manufatura produzem artigos múltiplos, algumas (refinarias de petróleo, mineração de cobre, produção de queijo, madeireira, produção bovina de corte) são caracterizadas por um processo de produção no qual dois ou mais produtos resultam simultaneamente do uso de uma mesma matéria prima. Esse é o caso da produção conjunta (HANSEN; MOWEN, 2001, p. 224).

No presente trabalho é proposto um exemplo numérico que abrange grande parte dos casos de ocorrência de produção conjunta, no qual se compara os resultados obtidos pela metodologia tradicional, e as metodologias do custeio ABC aplicado à produção conjunta, e a do custeio ABC com programação linear. Essas duas últimas representam uma adição ao conhecimento, até agora existente, sobre o tema da produção conjunta.

A contabilidade tradicional com seus rateios arbitrários distorce os resultados no caso de se desejar os custos dos produtos ou de otimizar o mix de produtos. A literatura da área propõe diversos métodos diferentes na alocação dos custos conjuntos aos produtos principais. Entre eles podem-se citar o método das quantidades físicas e o método de venda no ponto de separação (baseado no valor realizável líquido –VRL; e baseado no VRL com margem bruta constante). São notórias as ciladas que se observam nessas alocações e prefere-se dizer que os custos conjuntos são irrelevantes nas decisões sobre o que fazer com um produto do ponto de separação em diante.

O motivo disso é que os custos conjuntos já ocorreram e, portanto, são custos irrecuperáveis (*sunk costs*). E a análise de viabilidade da vantagem de um processamento adicional baseam-se, tão somente, na comparação da receita do processamento adicional versus o custo desse processamento sendo irrelevante a determinação dos custos conjuntos no ponto de separação por se tratarem de custos irrecuperáveis. Quanto à decisão de se prosseguir, ou não, nos processamentos posteriores, nos casos de produção conjunta, é válida a análise que compara as receitas incrementais com os custos incrementais. Contudo, a imprecisão dos métodos de cálculo dos custos dos produtos resultantes após o ponto de separação desaconselha essa forma de alocação, o que reduz a possibilidade de análises de lucratividades de cada produto.

O custeio ABC, por outro lado, com o modelo aplicado por Tsai (1996) para a produção conjunta, mostrou valores de custos de produtos mais precisos do que o custeio tradicional (com a utilização do método das receitas relativas). Igualmente permite a tomada de decisão de se prosseguir ou não no processamento dos produtos após o ponto de separação. Com o custeio ABC têm-se, ainda, a possibilidade de se calcular os custos dos produtos com adequada precisão, ao contrário do que ocorre com a metodologia tradicional.

O custeio ABC com PL (Tseng e Lai, 2007) permite que se determine com as informações obtidas pelo custeio ABC, valores de custos tais que otimizam a lucratividade (conforme mostrado no item 4, análise de dados, onde foram comparados os valores de lucro obtidos em cada metodologia). Por esse motivo, o custeio ABC com PL mostra ser a técnica recomendada para ser aplicada na produção conjunta.

O trabalho ressalta que o tema da produção conjunta que, historicamente vem sendo abordado na literatura, com métodos convencionais, pouco precisos, passa a receber acréscimos de conhecimento com os trabalhos apresentados nessa pesquisa.

Sugere-se em continuação a essa pesquisa, aplicações em casos práticos de empresa, muito embora o exemplo numérico aqui adotado ser bem genérico e representativo dos acasos que ocorrem na prática.

Outra sugestão, de prosseguimento dessa pesquisa, se relaciona à utilização da técnica da Teoria das Restrições (Goldratt, 1991, p. 62), aplicada na solução da questão dos produtos conjuntos, tendo em vista se tratar de uma técnica que, à semelhança da programação linear, otimiza resultados buscando o mix ótimo de produtos.

REFERÊNCIAS

- ATKINSON, A Anthony, A.; BANKER, Rajiv, D.; KAPLAN, Robert, S. ; YOUNG, S. Mark; Contabilidade Gerencial. São Paulo: Editora Atlas, 2000.
- BALAKRISHNAN, Jaydeep; Using Theory of Constraints in Teaching Linear Programming and Vice Versa: Advantages and Caveats. Production and Inventory Management Journal, 40, no. 2, 1999.
- CHASE, Richard B.; AQUILINO, Nicholas J. Production and Operations Management: A Life Cycle Approach, Homewood, IL: Richard Irwin, fifth edition, 1989.
- COGAN, Samuel; Activity Based Costing (ABC) - A Poderosa Estratégia Empresarial. São Paulo: Editora Thomson Pioneira, 1994.
- COOPER, Robert S. Implementing an Activity-Based Cost System, Journal of Cost Management, p.32-42 (Spring), 1990.
- COOPER Robin; KAPLAN, Robert S. The Design of Cost Management Systems: Text, Cases and Readings. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J, 1991.
- COOPER, Robin; KAPLAN, Robert S. Activity-Based Systems: Measuring the Costs of Resources Usage. Accounting Horizons, September, 6, p. 1-13, 1992.
- ELDENBURG, Leslie; WOLCOTT, Susan K. Gestão de Custos: Como Medir e Motivar o Desempenho. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2007.
- GARRISON, Ray. H.; NOREEN, Eric. W. Contabilidade Gerencial. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2001.
- GOLDRATT, E. M.; A Síndrome do Palheiro. São Paulo: Claudiney Fullmann, 1991.
- HANSEN, Don R.; MOWEN, Maryanne M. Gestão de Custos Contabilidade e Controle. São Paulo: Editora Pioneira Thomson Learning, 2001.

HORNGREN, Charles T.; FOSTER, George; DATAR, Srikant. Contabilidade de Custos. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2000.

KAPLAN, Robert S. Introduction to Activity Based Costing. NAA Conference Global Solutions to Global Problems II, Boston: MA (March 30-31) p. 32-43, 1989.

KAPLAN, Robert S.; COOPER, Robin. Cost & Effect: Using Integrated Cost Systems to Drive Profitability and Performance. Boston: Harvard Business School Press, 1998.

JIAMBALVO, James. Managerial Accounting. New York: John Wiley&Sons Inc, 2002.

OZAN, Turgut M. Applied Mathematical Programming for Engineering and Production. Englewoods Cliffs CA: Prentice Hall, 1986.

TSAI, Wen-Hsien. Activity Based Costing Model For Joint Products. Computers & Industrial Engineering, 31, p. 725-729, 1996.

TSENG, Li-Jung; LAI, Chien-Wen. ABC Joint Products Decision with Multiple Resource Constraints. Journal of American Academy of Business, Cambridge: Mar; 11, 1; ABI/INFORM Global, 2007.

GERENCIAMENTO DOS CUSTOS OPERACIONAIS EM PRODUTOS CONJUNTOS

MANAGEMENT OF costs SETS IN PRODUCTS OPERATING

Recebido em 19.11.2010 | Aceito em 15.01.2011 | 2^a versão aceita em: 03.02.2011

Nota: este artigo foi aceito pelos Editores Romualdo Douglas Colauto e Ademir Clemente e passou por um avaliação *double blind review*

SAMUEL COGAN

Doutor em Engenharia de Produção pela UFRJ | Professor do Programa de Mestrado em Ciências Contábeis da Universidade Federal do Rio de Janeiro UFRJ | Endereço: Av. Pasteur 250 | Urca | CEP 22290-240 | Rio de Janeiro, RJ | Brasil | Tel. (21) 38735106 Fax: (21) 25429839 | E-mail: scogan@uol.com.br |

RESUMO

A questão que até hoje perdura nos produtos conjuntos é a alocação dos custos conjuntos aos produtos, uma vez que esses custos são indivisíveis, não sendo identificados a nenhum dos produtos que emergem no ponto de separação. O conhecimento na área cresce com trabalhos de Tsai (1996) e de Tseng e Lai (2007). O presente trabalho analisa e compara os resultados a partir dos métodos propostos pelo custeio tradicional, custeio ABC, e custeio ABC com programação linear, aplicados a uma ilustração numérica que abrange grande parte dos casos de produtos conjuntos que ocorrem na indústria (petróleo, cobre, queijo, madeira, carne).

Palavras-Chave: Custo Conjunto; Custo ABC; Programação Linear (PL); Custo ABC com PL

ABSTRACT

When two or more products always result from common inputs, they are known as joint products. The stage of production at which individual products are identified is referred to as the split-off-point. Arbitrary allocation from Traditional accounting causes difficulty to products decision. In order to improve products decision, concerning

join products, further split-off-point, Tsai (1996) developed an ABC model for join products. Tseng et al. (2007) using Tsai (1996) model, proposes an ABC join products decision with multiple resource constraints. So, this paper, using Tsai (1996) and Tseng et al. (2007) papers, develops products decision model using traditional method, ABC costing and ABC costing with linear programming using an illustrative numerical example.

Keywords: Join Production; ABC Costing; Linear Programming, ABC Costing with PL.

1 INTRODUÇÃO

O problema, que até hoje perdura, é o da alocação dos custos conjuntos aos produtos obtidos, tarefa especialmente complexa porque os custos conjuntos são indivisíveis, não sendo identificados a nenhum dos produtos que emergem no ponto de separação. Assim, a literatura existente, entre os quais, Horngren, Foster e Datar (2000, p. 392); Jiambalvo (2002, p. 148); Garrison e Noreen (2001 p. 443); Eldenburg e Wolcott (2007, p. 346); Hansen e Mowen (2001, p. 226); não dá outra opção a não ser o uso de métodos arbitrários para a distribuição de custos conjuntos aos produtos conjuntos.

A questão que se apresenta é, pois, da tomada de decisão dos produtos após o ponto de separação onde existe a opção de outros processamentos posteriores.

Com a finalidade aprimorar os resultados, a literatura recente mostra os trabalhos de Tsai (1996) que desenvolveu um modelo de custeio ABC aplicado à produção conjunta, e o de Tseng e Lai (2007) que propôs, a partir do trabalho de Tsai (1996), um modelo de tomada de decisão para produtos conjuntos com múltiplos recursos, onde com o uso de programação linear otimiza o mix de produtos obtidos.

O presente trabalho analisa, através de uma ilustração numérica que é representativa da maioria dos casos/configurações que surgem como os que ocorrem nas indústrias de petróleo, cobre, queijo, madeira, carne, etc., a comparação entre os métodos atualmente existentes como o das receitas relativas, e os obtidos com a aplicação do custeio ABC e do custeio ABC com Programação Linear (PL).

A metodologia aplicada no trabalho se baseou na pesquisa da bibliografia existente no tema, que inclui os livros/trabalhos tradicionais, bem como se estende a todos os conhecimentos contemporâneos. Nesses últimos destacam-se os trabalhos de Tsai (1996), que desenvolveu um modelo de aplicação do Custo ABC para os produtos conjuntos, e o de Tseng e Lai (2007) que apresenta uma otimização da lucratividade com o uso das informações do custeio ABC na produção conjunta, usando, justamente, o trabalho de Tsai (1996). A pesquisa bibliográfica do conhecimento tradicional se deu, entre outros, em: Horngren, Foster, e Datar (2000); Garrison e Noreen (2001); Jiambalvo (2002); Eldenburg e Wolcott (2001); Hansen e Mowen, (2000), no que se refere à Produção Conjunta. E, Cooper e Kaplan (1991 e 1992; Kaplan (1989); Kaplan e Cooper (1998), no que se refere ao Custo Baseado em Atividades. Ozan (1986); Chase e Aquilino (1989); Balakrishnan (1999), no que tange à técnica da Programação Linear. A estratégia utilizada na pesquisa foi o de uma aplicação numérica que ilustra, conforme comentado, grande parte das diversas configurações/casos encontrados na prática, o que traz evidências de poder ser estendida a todas as configurações dos casos práticos, de produção conjunta, que ocorrem

nas indústrias de mineração de cobre, produção de queijo, madeireira, produção bovina de corte, refinarias de petróleo, etc.

O trabalho está organizado da forma que se segue. A próxima seção apresenta um referencial teórico sobre custos de produção conjunta, custeio ABC e programação linear. A seção após essa apresenta o exemplo numérico onde, após apresentar o modelo de custeio ABC de Tsai, (1996), desenvolve o modelo de otimização da lucratividade com o uso das informações do custeio ABC (Tseng e Lai, 2007). Por fim são apresentadas análise de dados e conclusão.

REVISÃO TEÓRICA

2.1 PRODUÇÃO CONJUNTA

Custo conjunto é o custo de um único processo que gera diversos produtos simultaneamente. Ponto de separação é o momento no processo onde os produtos conjuntos se tornam separados e identificáveis. Nas operações de decomposição podem-se identificar diversos elementos relevantes para um sistema de custos. O processo comum ou conjunto que dá origem a vários produtos, o ponto de separação no qual surgem os diferentes produtos obtidos pelo processamento dos materiais, os produtos conjuntos que aparecem no ponto de separação, e os custos conjuntos obtidos pela soma de todos os custos de produção incorridos até o ponto de separação.

Segundo Horngren, Foster e Datar (2000, p. 385) produto é qualquer output que tem valor de venda positivo (ou que permita à organização evitar a ocorrência de custos). Os co-produtos têm valor de venda relativamente alto e não são separadamente identificáveis como produtos isolados até o ponto de separação. Quando um processo gerador de dois ou mais produtos origina um único produto de valor de venda relativamente alto, esse produto é denominado de produto principal. O subproduto tem baixo valor de venda, em comparação com o valor do co-produto. A classificação dos produtos como principais, co-produtos, sub-produtos ou sucata pode mudar com o tempo. Os produtos individuais podem mudar de subproduto para co-produto, quando o seu preço de mercado se desloca consideravelmente em uma direção. A sucata tem valor de venda mínimo. Como exemplo, em serrarias, o insumo comum é uma tora que é convertida em vários formatos de madeira. Para fim de elaboração de demonstrações financeiras, o custo do insumo comum precisa ser alocado aos produtos conjuntos.

Utilizam-se diversos métodos diferentes na alocação dos custos conjuntos aos produtos principais (ELDENBURG; WOLCOTT, 2007, p.346): (1) Método das quantidades físicas; (2) Métodos baseados no mercado: Método de venda no ponto de separação; Valor realizável líquido (VRL); VRL com margem bruta constante.

Todos esses métodos de alocação dos custos conjuntos aos produtos principais estão sujeitos a críticas. Por isso, algumas companhias evitam a alocação completa dos custos conjuntos. Em vez disso, elas contabilizam todos os estoques com base no valor líquido estimado de realização. O lucro de cada produto é reconhecido quando a produção se completa. Entre as indústrias que empregam esses tipos de sistema encontram-se, como já comentado, as de petróleo, carne, queijo, conservas e a mineração (HORNGREN; FOSTER; DATAR, 2000, p. 392).

Jiambalvo (2002, p.148) cita o seguinte exemplo explicativo: Suponha-se que uma serraria gaste \$600 para adquirir uma tora de carvalho e \$20 para serrá-la em duas qualidades de madeira. O processo resulta em uma tábua de qualidade A de 500 cm que é vendida a R\$1,00/cm e uma tábua de qualidade B de 500 cm que é vendida á \$0,50/cm. Como o custo conjunto de \$620 deveria ser alocado aos produtos conjuntos?

Uma das abordagens é a de alocar o custo com base na quantidade física de produção. Como o processo de produção resulta em quantidades iguais, aloca-se igualmente a cada uma das tábuas resultando que tanto a tábua A quanto a tábua B receberão um custo de \$310. Isso poderia fazer com que os gerentes julgassem que a tábua B é não lucrativa, pois ela apresenta uma perda de ($\$250 - \$310 = \$70$), uma vez que é de \$250 o valor de venda da madeira tipo B. Trata-se, contudo, de uma lógica equivocada, pois se a empresa deixasse de vender a tábua B perderia \$250 de faturamento. Em suma os produtos conjuntos são relevantes na tomada de decisão de todos, e irrelevantes na tomada de decisão de cada um de per si.

Uma outra forma de alocação, talvez um pouco melhor, é a que utiliza o método das receitas relativas. O método mostra que o custo conjunto alocado depende das receitas relativas dos produtos no ponto de separação. Assim:

$$\text{Custo do conjunto alocado ao produto A} = \frac{\text{Receita de A}}{(\text{Receita de A} + \text{Receita de B})} \times \text{Custo Conjunto}$$

$$\text{Custo do conjunto alocado ao produto B} = \frac{\text{Receita de B}}{(\text{Receita de A} + \text{Receita de B})} \times \text{Custo Conjunto}$$

Fonte: Jiambalvo (2002, p.148)

Considerando os dados do exemplo de Jiambalvo, a tábua de qualidade A receberia uma alocação de \$413,33 = [$\$620 \times (\$500 / \$750)$]. A tábua de qualidade B receberia uma alocação de \$206,67 = [$\$620 \times (\$250 / \$750)$].

Garrison e Noreen, (2001, p.443) comenta as ciladas da alocação dizendo que os custos conjuntos são irrelevantes nas decisões sobre o que fazer com um produto do ponto de separação em diante. O motivo é que os custos conjuntos já ocorreram e, portanto, são custos irrecuperáveis (sunk costs). A análise de viabilidade da vantagem de um processamento adicional deveria se basear tão somente na comparação da receita do processamento adicional versus o custo desse processamento sendo irrelevante a determinação dos custos conjuntos no ponto de separação por se tratarem de custos irrecuperáveis.

2.2 CUSTEIO BASEADO EM ATIVIDADES (ABC)

O paradigma representado pela organização vertical funcional está se esgotando - em seu lugar surge um novo paradigma, o mapa horizontal de processos de negócios. A

organização é cortada transversalmente pelos seus processos/sub-processos de negócios, cada um deles constituído de uma série de atividades, que por seu turno são compostos por um grupo de tarefas. Ao invés de se ter as siglas, salários, leis sociais, materiais auxiliares, etc., por totais departamentais, o custeio ABC providencia esses valores, pelas diversas atividades que cortam horizontalmente, um ou mais departamentos.

O ABC intervém no custeio das despesas indiretas, distribuindo-as pelas atividades que consomem esses recursos. Os custos das atividades são então alocados aos produtos baseados na forma como cada produto individual consome essas atividades.

Assim como o sistema tradicional de custeio, também o ABC é um sistema que processa a alocação em dois estágios. O custeio tradicional aloca as despesas indiretas em centros de custos, e em seguida distribui esses custos aos produtos, usualmente baseados em um critério volumétrico como horas de máquina ou horas de mão-de-obra direta. O ABC, contudo, determina que atividades são executadas pelos recursos da companhia, agregando-as em centros de acumulação de custos por atividades. Em seguida, e para cada uma desses centros de atividades atribui custos aos produtos/serviços baseados em seu consumo de recursos (COGAN, 1994).

Ao providenciar a distribuição dos recursos acumulados nos centros de atividades, o ABC observa que alguns recursos realmente são proporcionais ao volume de produção; outros, contudo, incidem em cada lote de produção, e, portanto, independem do volume produzido; outros recursos incidem diretamente na concepção de cada produto e assim independem dos lotes produzidos e dos volumes de cada lote; outros recursos, ainda, são computados no período e se referem às despesas de operação da fábrica. Como exemplo de atividades que incidem nos diversos lotes de produção pode-se citar, setup (preparação de máquina), movimentações de materiais, pedidos de compra, inspeções, etc. Entre as atividades que incidem para dar suporte aos produtos estão, o processo de engenharia, as especificações dos produtos, as alterações de engenharia e os acréscimos dos produtos. Entre as atividades que incidem para o suporte de facilidades pode-se citar o gerenciamento da fábrica, a manutenção dos prédios e a segurança e jardinagem.

Ao contrário do custeio tradicional que utiliza um direcionador de custo volumétrico para todas as despesas, o custeio ABC pode utilizar esse mesmo direcionador apenas nos centros de custos por atividades que acumulam custos/despensas que variam proporcionalmente com a quantidade produzida. Aí está a diferença que confere maior precisão ao ABC. Outros direcionadores são relacionados às atividades que são independentes da quantidade produzida. Outros, ainda, se relacionam com as despesas correspondentes às atividades de concepção do produto. Restam, então, 5% a 10% das despesas para a qual o ABC não apresenta direcionadores de boa relação causal e que são as despesas de suporte de facilidades/operação da fábrica.

O custeio baseado em atividades estará em condições de apresentar resultados mais precisos que o custeio tradicional, sempre que a organização utilizar grande quantidade de recursos indiretos em seu processo de produção e a organização tiver significativa diversificação em produtos, processos de produção, e clientes.

Um dos benefícios obtidos com o ABC é o de permitir uma melhoria nas decisões gerenciais uma vez que se deixa de ter produtos subcusteados ou supercusteados, permitindo-se a transparência exigida na tomada de decisão empresarial, que busca em última análise, otimizar a rentabilidade do negócio.

ABC em sua forma mais detalhada pode não ser aplicável na prática, em virtude de exigir um número excessivo de informações gerenciais que pode inviabilizar sua utilização. O custo da coleta e manipulação detalhada teria que justificar o seu benefício. Pode-se aplicar aí o conceito dos 20-80 de Pareto (poucos que representam muito), ou seja, aproximadamente 20% das despesas respondem por 80% dos valores despendidos, uma aplicação mais pormenorizada se justifica nesses 20% de recursos.

As companhias que instalam o ABC usam três métodos para estimar os custos que ocorrem na execução das atividades. O método mais simples agrupa os gastos em todos os recursos devotados àquela atividade particular, tais como setup (preparação) de máquinas ou emissão de ordens de compras, e divide esse dispêndio total pelo número de vezes que a atividade foi realizada (número de setup's, número de ordens de compras). Esse cálculo produz uma unidade de custo para a atividade (custo por setup, ou por ordem de compras) que é então alocado aos produtos baseado no número de vezes que a atividade foi realizada para esses produtos. Essa aproximação é a mais simples e de implementação menos dispendiosa, requerendo apenas a medida do número de vezes que uma atividade foi realizada. Essa aproximação assume que cada ocorrência de atividade consome a mesma quantidade de recursos (ou seja, todos os setup e ordens de compras, no caso, requerem a mesma quantidade de recursos). É menos preciso que os outros dois métodos, que são utilizados quando produtos diferentes requerem recursos substancialmente diferentes para a referida atividade (COOPER e KAPLAN, 1991).

O segundo método utiliza a duração dos direcionadores, o seja, o tempo requerido para a realização de cada atividade, na alocação das despesas indiretas aos produtos, como por exemplo, o tempo em horas ou minutos na execução do setup. É mais preciso que o anterior, porém mais dispendioso. Os benefícios de uma maior precisão na medição das atividades consumidas deverão ser balanceadas com um custo mais elevado na coleta dos dados. ; O terceiro e o mais preciso dos métodos consistem em medir diretamente os recursos consumidos em cada ocorrência da atividade. Como exemplo, podem-se medir todos os recursos usados para uma determinada modificação de engenharia ou para um trabalho específico de manutenção. A duração dos direcionadores assume que as despesas são proporcionais ao total do tempo em que a atividade é executada. Direcionadores de carga direta medem os recursos usados cada vez que a atividade é executada. Por exemplo, um produto que é especificamente difícil de ser fabricado pode exigir a presença de supervisores especiais e pessoas de controle de qualidade quando as máquinas estão sendo preparadas e as primeiras peças sendo produzidas (COOPER e KAPLAN, 1991).

Essa alocação direta usualmente requer um sistema de ordens de produção nos quais os materiais, os recursos de computação e o tempo dos empregados possam ser medidos cada vez que a atividade é realizada. Esse tipo de informação é mais cara de se coletar, porém é mais precisa especialmente em situações em que grande quantidade de recursos é necessária para a atividade, e produtos (ou clientes) diferem consideravelmente nas demandas que colocam naquela atividade (COOPER e KAPLAN, 1991).

2.3 PROGRAMAÇÃO LINEAR

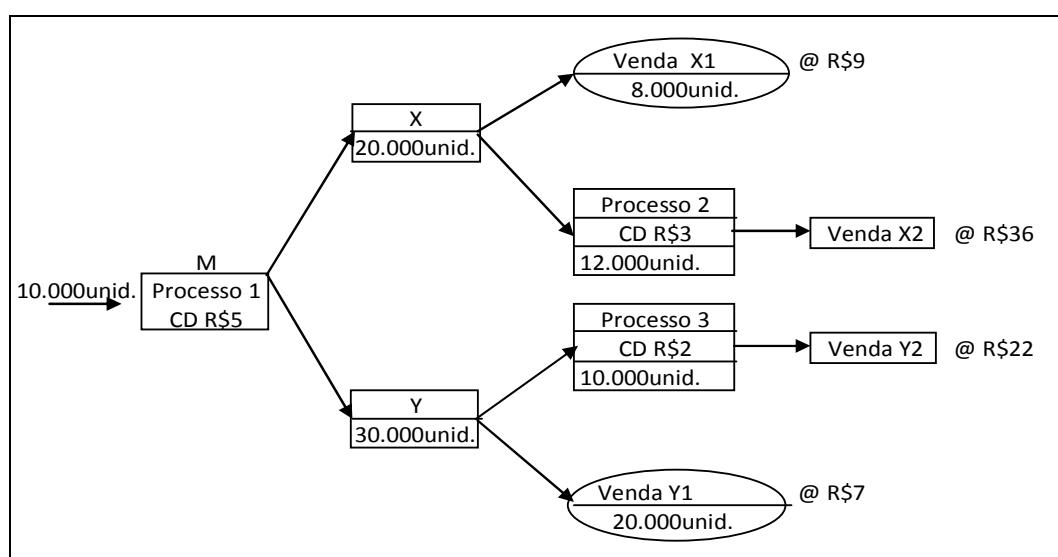
Um problema de programação linear é um problema de programação matemática em que a função objetivo e as equações de restrição são lineares. Trata-se de uma técnica matemática que, sob certas condições, pode ser usada para gerar uma solução ótima para um problema específico. Chase e Aquilino (1989) identificaram 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 avaliar 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. O 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 ILUSTRAÇÃO NUMÉRICA DE CUSTOS NA PRODUÇÃO CONJUNTA

Existem inumeráveis casos de produtos conjuntos na prática. Para um propósito ilustrativo, sem perda de generalidade, um caso de produtos conjuntos é mostrado na Figura 1 a fim de demonstrar como fazer a alocação dos custos aos produtos, após o ponto de separação.

Figura 1 – Exemplo ilustrativo de produtos conjuntos



Fonte: Tsai (1996).

O exemplo apresentado na Figura 1 ilustra um caso típico e bem abrangente de produtos conjuntos onde 10.000 unidades de material M processadas no Processo 1 dão origem a 20.000 unidades de produto X e 30.000 unidades de produto Y. Para o produto X1, 8.000 unidades foram vendidas, no ponto de separação, por R\$9 por unidade, e 12.000 unidades desse produto foram processadas, posteriormente, através do processo 2 e vendidas por um preço unitário de R\$36. Para o produto Y1, 20.000 unidades foram vendidas a R\$7 por unidade no ponto de separação, e 10.000 unidades foram processadas, posteriormente, através do processo 3, e então, vendidas ao preço unitário de R\$22. Os custos diretos (CD) que incidem nos processos 1, 2 e 3 são de R\$5, R\$3 e R\$2 respectivamente. Na realidade deseja-se, também, saber, se o produto X além de ser oferecido como produto X1, poderia de forma viável receber um processamento posterior para se transformar no produto X2 para venda. Igualmente deseja-se saber a viabilidade do processamento posterior do produto Y para o oferecimento à venda do produto Y2.

3.1 CUSTEIO TRADICIONAL PARA PRODUTOS CONJUNTOS

Conforme o processo de produção ilustrado na figura 1, a receita incremental do produto X2 é de R\$27 (R\$36 – R\$9), sendo de R\$3 seu custo incremental. Igualmente, a receita incremental do produto Y2 é de R\$15 (R\$22 – R\$7), com um custo incremental de R\$2. Como as receitas incrementais são superiores aos custos incrementais respectivos, os produtos X2 e Y2 poderiam ser processados mais tarde. Na Tabela 1 mostra-se exemplo.

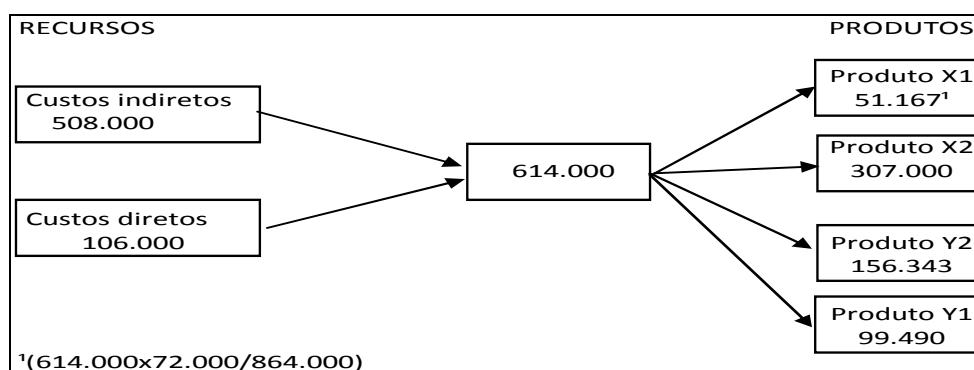
Tabela 1 – Custo e Lucro

	Produto X1	Produto X2	Produto Y2	Produto Y1	Total
Quantidade produzida	8.000	12.000	10.000	20.000	
Receita	R\$72.000 ¹	R\$432.000	R\$220.000	R\$140.000	R\$864.000
Custos diretos					106.000 ²
Custos indiretos					508.000 ³
Lucro					R\$250.000

Fonte: Tseng e Lai (2007).

A contabilidade tradicional de custos aloca os custos indiretos utilizando direcionadores de custos baseados em volume como, por exemplo, a mão-de-obra direta. Como essa alocação é arbitrária as informações tornam-se irrelevantes para a tomada de decisão. A determinação por este método conduz aos resultados mostrados na Figura 2.

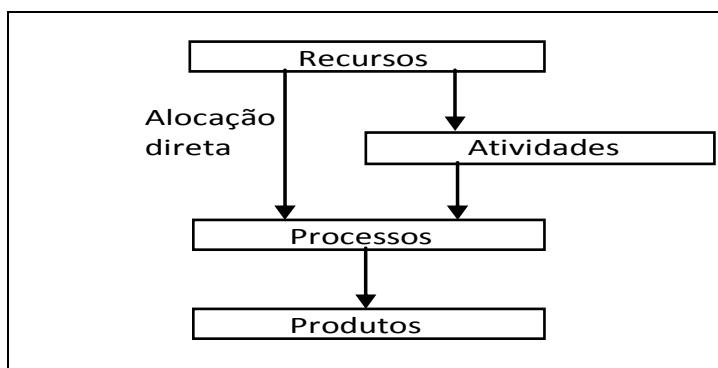
Figura 2 - Custos dos Produtos pelo Método das Receitas Relativas



3.2 CUSTEIO ABC PARA PRODUTOS CONJUNTOS

O modelo que Tsai (1996) desenvolveu para o custeio ABC, na produção conjunta, considera que alguns custos dos recursos de produção poderão eventualmente ser alocados diretamente nos processos, e outros deverão ser distribuídos aos processos usando atividades como intermediários da distribuição de custos. Dessa forma, o modelo de custeio ABC, para produção conjunta, deveria ser revisado no modelo mostrado na Figura 3.

Figura 3 - Modelo de custeio ABC para produtos conjuntos



Fonte: Tsai (1996).

Nesse modelo de ABC, proposto por Tsai (1996), os custos dos produtos conjuntos podem ser determinados seguindo os seguintes passos:

Passo 1 - Direcionando custos diretos aos processos

Certos custos de recursos podem ser direcionados diretamente aos processos, tais como os custos associados com mão-de-obra direta, horas de máquina, e outros recursos somente usados naquele processo. No caso ilustrado, os custos diretos que incidem nos processos 1, 2 e 3 são de R\$5, R\$3 e R\$2 respectivamente.

Passo 2 - Distribuindo custos indiretos às atividades

Algumas atividades atendem mais de um processo e seus custos são classificados como indiretos, como por exemplo, programação, movimentação de material, inspeção de recebimento de material, manutenção e reparo de máquinas. O exemplo ilustrado assume que são três as atividades, e seus custos obtidos através da análise pelo custeio ABC são fornecidos na tabela 2 que segue. O total de atividades requeridas para cada processo no exemplo apresentado é, igualmente, informado nessa tabela.

Tabela 2 - Informações para a determinação do Custo ABC

	Atividade 1	Atividade 2	Atividade 3	Total
Custo total	R\$64.000	R\$148.000	R\$296.000	R\$508.000
Capacidade	32.000	74.000	74.000	
Custo unit. da atividade	R\$2 ¹	R\$2 ²	R\$4 ³	
	¹ 64.000/32.000;	² 148.000/74.000;	³ 296.000/74.000	
Processo 1	1	3	2	
Processo 2	1	2	2	
Processo 3	1	2	3	
Processo 1	10.000	30.000	20.000	
Processo 2	12.000	24.000	24.000	
Processo 3	10.000	20.000	30.000	
Total de atividades consumidas	32.000	74.000	74.000	

Fonte: Tseng e Lai (2007)

Passo 3 - Distribuindo os custos das atividades ao processo

Baseado nas informações das tabelas 1 e 2, o total de atividades requeridas para cada processo no exemplo apresentado é informado igualmente na parte inferior da tabela 2. O total de atividades fornecidas também é aí informado.

Passo 4 - Distribuindo os custos dos processos aos objetos de custo (X1, X2, Y1 e Y2)

De acordo com a figura 1 e da tabela 2, o custo unitário da atividade e o custo unitário total de cada processo sob a produção do exemplo apresentado estão mostrados na Tabela 3.

Tabela 3 - Custo unitário de cada processo

Itens	Processo 1	Processo 2	Processo 3
Custo unitário da atividade	R\$16 ¹	R\$14 ²	R\$18 ³
Custo unitário direto	5	3	2
Custo unitário de cada processo	R\$21	R\$17	R\$20
¹ (1x2+3x2+2x4);	² (1x2+2x2+2x4);	³ (1x2+2x2+3x4)	

Fonte: Tseng e Lai (2007)

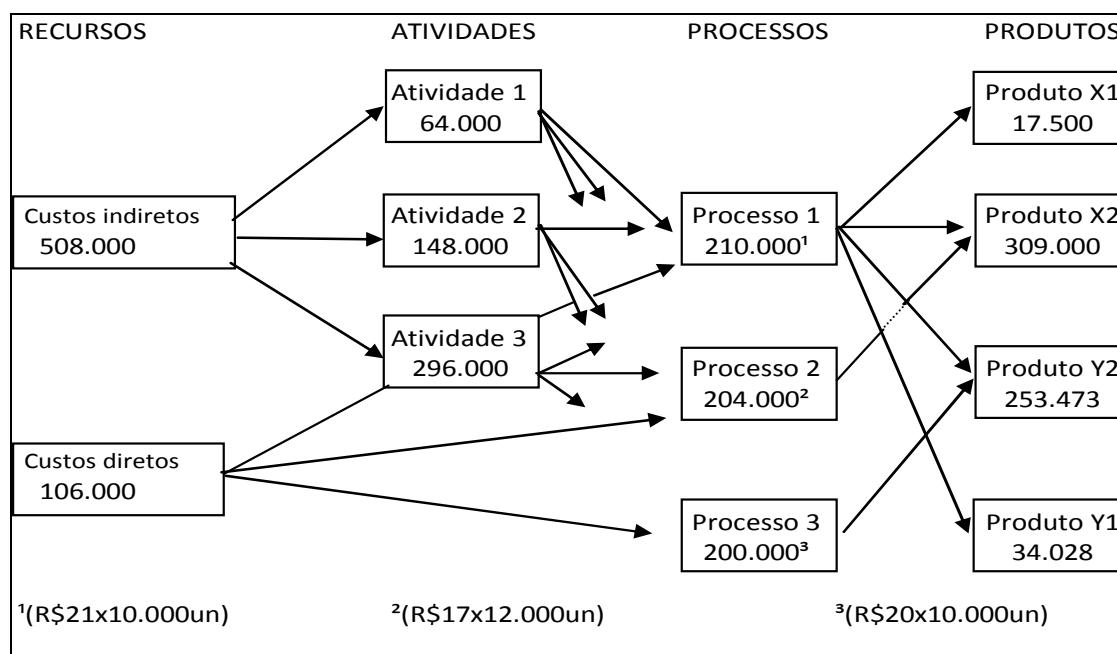
Considerando-se os custos unitários totais de cada processo e as quantidades produzidas na produção corrente do exemplo ilustrado, a análise de custo e lucro de cada produto é apresentada na Tabela 4.

Tabela 4 - Análise de custo e lucro e Margem de contribuição incremental de cada produto

	Produto X1	Produto X2	Produto Y2	Produto Y1	Total
Receita	R\$72.000	R\$432.000	R\$220.000	R\$140.000	R\$864.000
Custo total do processo 1	R\$17.500b	105.000b	53.472b	34.028b	210000a
Custo total do processo 2		204000c			204.000
Custo total do processo 3			200.000d		200.000
Custo total	R\$17.500	R\$309.000	R\$253.472	R\$34.028	614.000
Lucro	R\$54.500	R\$123.000	(R\$33.472)	R\$105.972	250.000
Quantidade produzida	8.000	12.000	10.000	20.000	
Lucro unitário	R\$6,81	R\$10,25	(R\$3,34)	R\$5,30	
a(21x10.000)	b(72.000x210.000/864.000)	c(17x12.000)	d(20x10.000)		
					Processo 1
Preço unitário	9	36	22	7	
Custo direto unitário		3	2		5
Custo unitário da atividade		14	18		16
MC incremental	9	19	2	7	21

Fonte: Tseng e Lai (2007).

Observa-se, ainda na tabela 4, que o custo total do processo 1 foi distribuído para cada produto usando o método das receitas relativas. Por outro lado, os custos dos processos 2 e 3 foram alocados diretamente nos produtos X2 e Y2. A Figura 4 mostra, então, o custo final dos produtos a partir dos recursos utilizados.

Figura 4 - Custos dos Produtos pelo Custeio ABC

3.3 CUSTEIO ABC COM A UTILIZAÇÃO DA PROGRAMAÇÃO LINEAR MATEMÁTICA

Além da aplicação do custeio ABC para a determinação dos custos dos produtos após o ponto de separação pode-se utilizar as informações obtidas no custeio ABC para otimizar a lucratividade do sistema como um todo. Assim, no exemplo ilustrativo da figura 1, considerando-se que a demanda dos produtos X₁, X₂, Y₂ e Y₁ possa variar, e que exista demanda para essa variação, a técnica da programação linear poderá otimizar o sistema informando que quantidades de cada um dos quatro produtos fazer, a fim de maximizar o lucro. Ou seja, alguns produtos serão vendidos no ponto de separação enquanto outros receberão processamento adicional. A programação linear dirá as quantidades de cada um deles para otimização da rentabilidade do sistema. A análise das tabelas 2, 3 e 4 permite estabelecer as equações da programação linear aí aplicada, como segue:

A equação objetivo a ser maximizada é:

$$\text{Max. } Z = 9X_1 + 7Y_1 + 19X_2 + 2Y_2 - 21M;$$

$$2M = X_1 + X_2;$$

$$3M = Y_1 + Y_2;$$

Sujeito às restrições:

$$M + X_2 + Y_2 \leq 32.000;$$

$$3M + 2X_2 + 2Y_2 \leq 74.000;$$

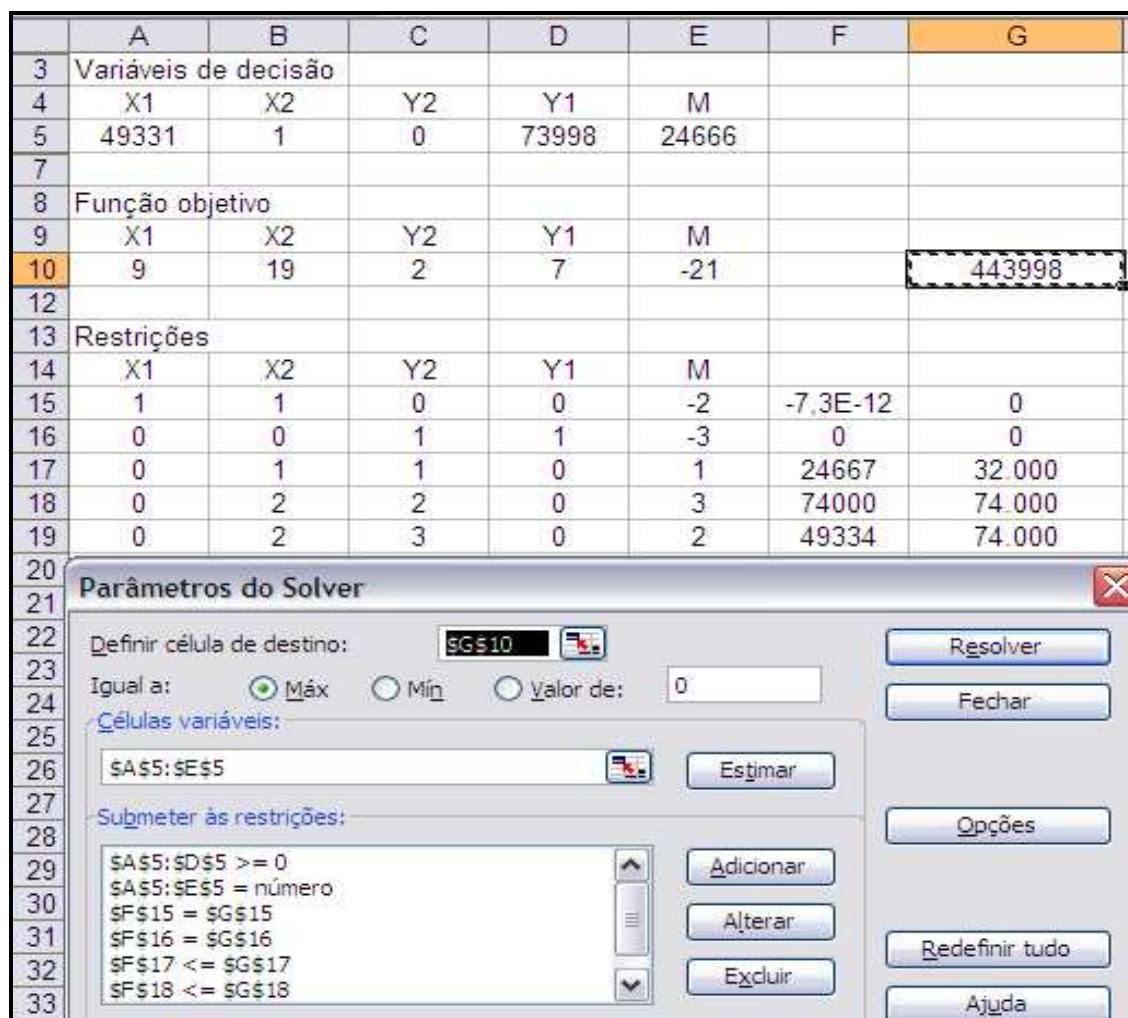
$$2M + 2X_2 + 3Y_2 \leq 74.000;$$

$$X_1; X_2; Y_1; Y_2; \geq 0;$$

Na Figura 5 mostra-se a solução pelo Solver da Microsoft Office que conduz aos seguintes resultados:

$$X_1 = 49.331 \text{ un}; X_2 = 1 \text{ un}; Y_2 = 0; Y_1 = 73.998 \text{ un}; M = 24.666 \text{ un}.$$

Figura 5 - Planilha de Trabalho com a Solução do Problema



O lucro obtido é de R\$443.998,00 superior aos R\$250.000,00 mostrado na tabela 1. A figura 5 mostra que a atividade 1 consumiu 24.667 atividades de capacidade, ao invés de 74.000, e que a atividade 3 consumiu 49.334 atividades de capacidade, ao invés das 74.000 consideradas. A atividade 2 é a atividade restrita tendo consumido todas as 74.000 atividades de capacidade previstas. Assim, os custos indiretos podem ser reduzidos dos R\$508.000,00 conforme tabela 1, para:

R\$2 x 24.667 + R\$2 x 74.000 + R\$4 x 49.334 = R\$394.670,00, considerando-se que se possam reduzir os custos indiretos em função de atividades de capacidade não utilizadas. Os custos diretos aumentarão dos R\$106.000,00 da tabela 1 para :

R\$5 x 24.666un + R\$3 x 1un + R\$2 x 0un = R\$ 123.333,00. A receita cresce do valor de R\$864.000,00 da tabela 1 para:

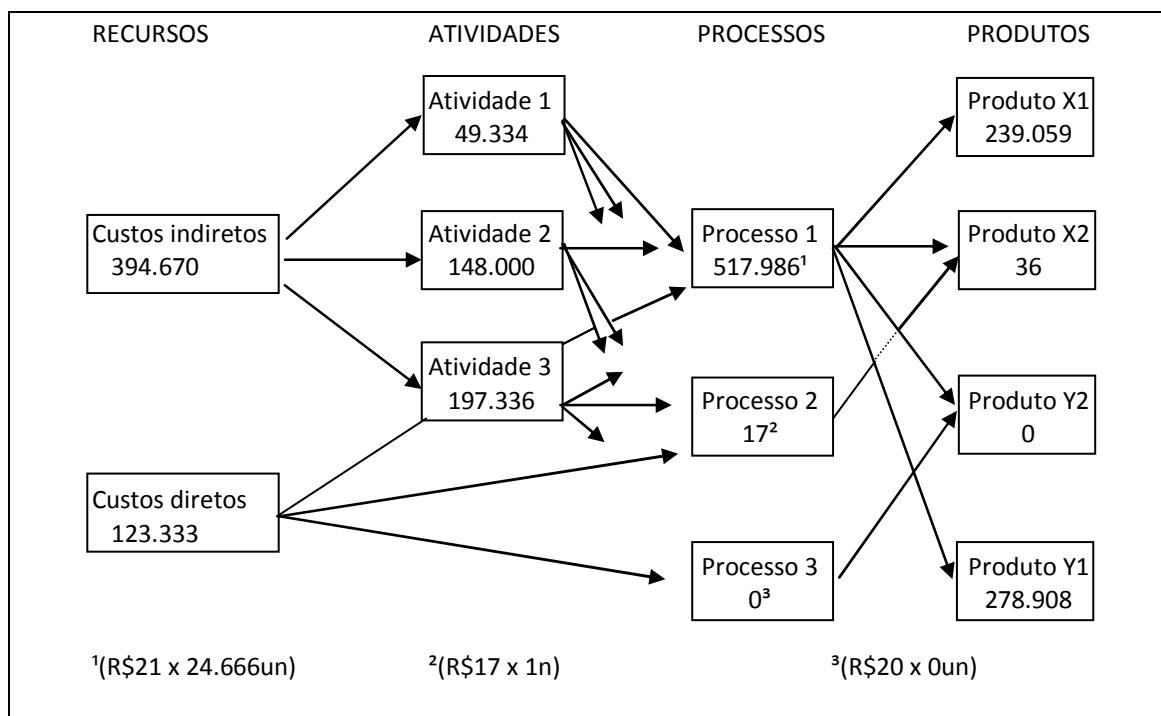
$$R\$9 \times 49.331\text{un} + R\$36 \times 1\text{un} + R\$22 \times 0\text{un} + R\$7 \times 73.998 = R\$962.001,00$$

Na Tabela 5 mostram-se, então, esses novos valores:

Tabela 5 – Custo e Lucro

	Produto X1	Produto X2	Produto Y2	Produto Y1	M	Total
Quantidade produzida	49.332	1	0	73.996	24.666	
Receita	R\$443.979	36	0	517.986		R\$962.001
Custos diretos						123.333
Custos indiretos						394.670
Lucro						R\$443.998

Considerando-se ainda essa última situação mostramos a seguir a figura 6 que apresenta os valores de custo dos produtos, pelo Custo ABC após a utilização da técnica da programação linear que otimizou os resultados.

Figura 6 - Custos dos Produtos pelo Custo ABC com Programação Matemática

4 ANÁLISE DOS DADOS

A Tabela 6 permite a comparação entre as três metodologias (tradicional, custeio ABC, e custeio ABC com PL). Assim, os valores dos custos unitários aqui apresentados, para cada uma das metodologias, foram obtidos nas figuras 2, 4 e 6, dividindo-as pelas respectivas quantidades.

Quando se compara os resultados pelo custeio ABC com o Tradicional, pode-se observar que o método de receitas relativas, possivelmente o melhor dos métodos preconizados para a alocação de custos na sistemática tradicional, para a produção conjunta, se vale de direcionadores volumétricos arbitrários. Enquanto isso o exemplo aqui elaborado utilizou a metodologia ABC com direcionadores de causa-e-efeito característicos do ABC. Em apenas uma das partes dessas alocações (no caso a alocação do processo 1 para os quatro

produtos) o custeio ABC se valeu do direcionador volumétrico utilizado pelo método das receitas relativas. Assim, o custeio ABC permite, pois, uma análise mais acurada da produção conjunta. A Análise tradicional, na realidade, evita a alocação dos custos indiretos por considerá-la arbitrária. Sua análise, pois, conforme Garrison (2004, p.444) se restringe tão somente na comparação da receita do processamento adicional versus o custo desse processamento considerando ser irrelevante a determinação dos custos conjuntos no ponto de separação, por se tratarem de custos irrecuperáveis. O ABC vai, pois, mais longe permitindo não somente essa comparação como chegando a calcular os custos dos produtos com adequada precisão (TSAI, 1996).

Tanto uma como a outra metodologia mostrou ser viável o prosseguimento das operações pelos processos 2 e 3, pois, o incremento na receita é superior ao incremento nos custos. A contabilidade tradicional, por seu turno, não tem como direcionar com precisão os custos indiretos, fazendo-o de forma arbitrária, utilizando-se de direcionadores volumétricos como o valor da mão-de-obra direta. O custeio ABC mostra, pois, ser a metodologia mais acurada permitindo não só a análise do prosseguimento, ou não, dos processos operacionais após o ponto de separação, como também calcula os valores de custos dos produtos conjuntos com precisão mais adequada.

A Tabela 6 mostra que, para o exemplo ilustrado, apenas o custo unitário do produto X2 está compatível nas duas metodologias observando-se grande variação nos custos unitários dos demais produtos.

Tabela 6 - Comparação entre os Custeiros Tradicional, ABC e ABC com PL (valores unitários)

	Custeio Tradicional	Custeio ABC	Custeio ABC com PL
Produto X1	$51.167/8.000 = 6,40$	$17.500/8.000 = 2,19$	$239.059/49331 = 4,15$
Produto X2	$307.000/12.000 = 25,58$	$309.000/12.000 = 25,75$	$36/1 = 1$
Produto Y2	$156.343/10.000 = 15,63$	$253.473/10.000 = 25,35$	0
Produto Y1	$99.490/20.000 = 4,97$	$34.027/20.000 = 1,70$	$278.908/73.998 = 3,23$
Lucro	R\$250.000,00	R\$250.000,00	R\$443.998,00
% de Variação			
Custeio ABC x Tradicional			
Produto X1		-66%	
Produto X2		0%	
Produto Y2		62%	
Produto Y1		-66%	

A comparação entre os valores obtidos pelos Custeiros ABC e o Custeio ABC com PL deixam de ser analisados por estarem representadas com as quantidades diferentes. A variação dos valores nos custos unitários obtidos também é grande. Contudo, a lucratividade do ABC com PL é de R\$443.998,00 (tabela 5) contra o valor de lucro de R\$250.000,00 (tabela 1) das outras duas metodologias. Assim, o ABC com PL revela-se superior, pois, calcula os custos com a acuracidade demandada pelo custeio ABC, e em adição a isso com a lucratividade ótima. Ainda essa última metodologia permite que se reduzam os custos indiretos das atividades de capacidade utilizadas conforme mostrado no item 3.3.

No exemplo ilustrado, mesmo supondo-se que não se consiga reduzir os custos indiretos em sua totalidade (situação extrema, pois, sempre se pode reduzir, pelo menos, parte), no

caso de se tratar de custos irrecuperáveis em sua totalidade (Atkinson et al., 2000, p.416), a lucratividade ainda, assim, será superior, conforme demonstração que segue:

Receita = R\$962.001,00; Custos Diretos = R\$123.333,00; Custos Indiretos = R\$508.000,00.
Logo, o Lucro (L) será:

$L = 962.001 - 123.333 - 508.000 = R\$ 330.668,00$, superior, pois, a R\$250.000,00 das duas metodologias anteriores.

5 CONCLUSÕES

Enquanto numerosas fábricas de manufatura produzem artigos múltiplos, algumas (refinarias de petróleo, mineração de cobre, produção de queijo, madeireira, produção bovina de corte) são caracterizadas por um processo de produção no qual dois ou mais produtos resultam simultaneamente do uso de uma mesma matéria prima. Esse é o caso da produção conjunta (HANSEN; MOWEN, 2001, p. 224).

No presente trabalho é proposto um exemplo numérico que abrange grande parte dos casos de ocorrência de produção conjunta, no qual se compara os resultados obtidos pela metodologia tradicional, e as metodologias do custeio ABC aplicado à produção conjunta, e a do custeio ABC com programação linear. Essas duas últimas representam uma adição ao conhecimento, até agora existente, sobre o tema da produção conjunta.

A contabilidade tradicional com seus rateios arbitrários distorce os resultados no caso de se desejar os custos dos produtos ou de otimizar o mix de produtos. A literatura da área propõe diversos métodos diferentes na alocação dos custos conjuntos aos produtos principais. Entre eles podem-se citar o método das quantidades físicas e o método de venda no ponto de separação (baseado no valor realizável líquido –VRL; e baseado no VRL com margem bruta constante). São notórias as ciladas que se observam nessas alocações e prefere-se dizer que os custos conjuntos são irrelevantes nas decisões sobre o que fazer com um produto do ponto de separação em diante.

O motivo disso é que os custos conjuntos já ocorreram e, portanto, são custos irrecuperáveis (*sunk costs*). E a análise de viabilidade da vantagem de um processamento adicional baseam-se, tão somente, na comparação da receita do processamento adicional versus o custo desse processamento sendo irrelevante a determinação dos custos conjuntos no ponto de separação por se tratarem de custos irrecuperáveis. Quanto à decisão de se prosseguir, ou não, nos processamentos posteriores, nos casos de produção conjunta, é válida a análise que compara as receitas incrementais com os custos incrementais. Contudo, a imprecisão dos métodos de cálculo dos custos dos produtos resultantes após o ponto de separação desaconselha essa forma de alocação, o que reduz a possibilidade de análises de lucratividades de cada produto.

O custeio ABC, por outro lado, com o modelo aplicado por Tsai (1996) para a produção conjunta, mostrou valores de custos de produtos mais precisos do que o custeio tradicional (com a utilização do método das receitas relativas). Igualmente permite a tomada de decisão de se prosseguir ou não no processamento dos produtos após o ponto de separação. Com o custeio ABC têm-se, ainda, a possibilidade de se calcular os custos dos produtos com adequada precisão, ao contrário do que ocorre com a metodologia tradicional.

O custeio ABC com PL (Tseng e Lai, 2007) permite que se determine com as informações obtidas pelo custeio ABC, valores de custos tais que otimizam a lucratividade (conforme mostrado no item 4, análise de dados, onde foram comparados os valores de lucro obtidos em cada metodologia). Por esse motivo, o custeio ABC com PL mostra ser a técnica recomendada para ser aplicada na produção conjunta.

O trabalho ressalta que o tema da produção conjunta que, historicamente vem sendo abordado na literatura, com métodos convencionais, pouco precisos, passa a receber acréscimos de conhecimento com os trabalhos apresentados nessa pesquisa.

Sugere-se em continuação a essa pesquisa, aplicações em casos práticos de empresa, muito embora o exemplo numérico aqui adotado ser bem genérico e representativo dos acasos que ocorrem na prática.

Outra sugestão, de prosseguimento dessa pesquisa, se relaciona à utilização da técnica da Teoria das Restrições (Goldratt, 1991, p. 62), aplicada na solução da questão dos produtos conjuntos, tendo em vista se tratar de uma técnica que, à semelhança da programação linear, otimiza resultados buscando o mix ótimo de produtos.

REFERÊNCIAS

- ATKINSON, A Anthony, A.; BANKER, Rajiv, D.; KAPLAN, Robert, S. ; YOUNG, S. Mark; Contabilidade Gerencial. São Paulo: Editora Atlas, 2000.
- BALAKRISHNAN, Jaydeep; Using Theory of Constraints in Teaching Linear Programming and Vice Versa: Advantages and Caveats. Production and Inventory Management Journal, 40, no. 2, 1999.
- CHASE, Richard B.; AQUILINO, Nicholas J. Production and Operations Management: A Life Cycle Approach, Homewood, IL: Richard Irwin, fifth edition, 1989.
- COGAN, Samuel; Activity Based Costing (ABC) - A Poderosa Estratégia Empresarial. São Paulo: Editora Thomson Pioneira, 1994.
- COOPER, Robert S. Implementing an Activity-Based Cost System, Journal of Cost Management, p.32-42 (Spring), 1990.
- COOPER Robin; KAPLAN, Robert S. The Design of Cost Management Systems: Text, Cases and Readings. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J, 1991.
- COOPER, Robin; KAPLAN, Robert S. Activity-Based Systems: Measuring the Costs of Resources Usage. Accounting Horizons, September, 6, p. 1-13, 1992.
- ELDENBURG, Leslie; WOLCOTT, Susan K. Gestão de Custos: Como Medir e Motivar o Desempenho. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2007.
- GARRISON, Ray. H.; NOREEN, Eric. W. Contabilidade Gerencial. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2001.
- GOLDRATT, E. M.; A Síndrome do Palheiro. São Paulo: Claudiney Fullmann, 1991.
- HANSEN, Don R.; MOWEN, Maryanne M. Gestão de Custos Contabilidade e Controle. São Paulo: Editora Pioneira Thomson Learning, 2001.

HORNGREN, Charles T.; FOSTER, George; DATAR, Srikant. Contabilidade de Custos. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2000.

KAPLAN, Robert S. Introduction to Activity Based Costing. NAA Conference Global Solutions to Global Problems II, Boston: MA (March 30-31) p. 32-43, 1989.

KAPLAN, Robert S.; COOPER, Robin. Cost & Effect: Using Integrated Cost Systems to Drive Profitability and Performance. Boston: Harvard Business School Press, 1998.

JIAMBALVO, James. Managerial Accounting. New York: John Wiley&Sons Inc, 2002.

OZAN, Turgut M. Applied Mathematical Programming for Engineering and Production. Englewoods Cliffs CA: Prentice Hall, 1986.

TSAI, Wen-Hsien. Activity Based Costing Model For Joint Products. Computers & Industrial Engineering, 31, p. 725-729, 1996.

TSENG, Li-Jung; LAI, Chien-Wen. ABC Joint Products Decision with Multiple Resource Constraints. Journal of American Academy of Business, Cambridge: Mar; 11, 1; ABI/INFORM Global, 2007.

GERENCIAMENTO DOS CUSTOS OPERACIONAIS EM PRODUTOS CONJUNTOS

MANAGEMENT OF costs SETS IN PRODUCTS OPERATING

Recebido em 19.11.2010 | Aceito em 15.01.2011 | 2^a versão aceita em: 03.02.2011

Nota: este artigo foi aceito pelos Editores Romualdo Douglas Colauto e Ademir Clemente e passou por um avaliação *double blind review*

SAMUEL COGAN

Doutor em Engenharia de Produção pela UFRJ | Professor do Programa de Mestrado em Ciências Contábeis da Universidade Federal do Rio de Janeiro UFRJ | Endereço: Av. Pasteur 250 | Urca | CEP 22290-240 | Rio de Janeiro, RJ | Brasil | Tel. (21) 38735106 | Fax: (21) 25429839 | E-mail: scogan@uol.com.br |

RESUMO

A questão que até hoje perdura nos produtos conjuntos é a alocação dos custos conjuntos aos produtos, uma vez que esses custos são indivisíveis, não sendo identificados a nenhum dos produtos que emergem no ponto de separação. O conhecimento na área cresce com trabalhos de Tsai (1996) e de Tseng e Lai (2007). O presente trabalho analisa e compara os resultados a partir dos métodos propostos pelo custeio tradicional, custeio ABC, e custeio ABC com programação linear, aplicados a uma ilustração numérica que abrange grande parte dos casos de produtos conjuntos que ocorrem na indústria (petróleo, cobre, queijo, madeira, carne).

Palavras-Chave: Custo Conjunto; Custo ABC; Programação Linear (PL); Custo ABC com PL

ABSTRACT

When two or more products always result from common inputs, they are known as joint products. The stage of production at which individual products are identified is referred to as the split-off-point. Arbitrary allocation from Traditional accounting causes difficulty to products decision. In order to improve products decision, concerning

join products, further split-off-point, Tsai (1996) developed an ABC model for join products. Tseng et al. (2007) using Tsai (1996) model, proposes an ABC join products decision with multiple resource constraints. So, this paper, using Tsai (1996) and Tseng et al. (2007) papers, develops products decision model using traditional method, ABC costing and ABC costing with linear programming using an illustrative numerical example.

Keywords: Join Production; ABC Costing; Linear Programming, ABC Costing with PL.

1 INTRODUÇÃO

O problema, que até hoje perdura, é o da alocação dos custos conjuntos aos produtos obtidos, tarefa especialmente complexa porque os custos conjuntos são indivisíveis, não sendo identificados a nenhum dos produtos que emergem no ponto de separação. Assim, a literatura existente, entre os quais, Horngren, Foster e Datar (2000, p. 392); Jiambalvo (2002, p. 148); Garrison e Noreen (2001 p. 443); Eldenburg e Wolcott (2007, p. 346); Hansen e Mowen (2001, p. 226); não dá outra opção a não ser o uso de métodos arbitrários para a distribuição de custos conjuntos aos produtos conjuntos.

A questão que se apresenta é, pois, da tomada de decisão dos produtos após o ponto de separação onde existe a opção de outros processamentos posteriores.

Com a finalidade aprimorar os resultados, a literatura recente mostra os trabalhos de Tsai (1996) que desenvolveu um modelo de custeio ABC aplicado à produção conjunta, e o de Tseng e Lai (2007) que propôs, a partir do trabalho de Tsai (1996), um modelo de tomada de decisão para produtos conjuntos com múltiplos recursos, onde com o uso de programação linear otimiza o mix de produtos obtidos.

O presente trabalho analisa, através de uma ilustração numérica que é representativa da maioria dos casos/configurações que surgem como os que ocorrem nas indústrias de petróleo, cobre, queijo, madeira, carne, etc., a comparação entre os métodos atualmente existentes como o das receitas relativas, e os obtidos com a aplicação do custeio ABC e do custeio ABC com Programação Linear (PL).

A metodologia aplicada no trabalho se baseou na pesquisa da bibliografia existente no tema, que inclui os livros/trabalhos tradicionais, bem como se estende a todos os conhecimentos contemporâneos. Nesses últimos destacam-se os trabalhos de Tsai (1996), que desenvolveu um modelo de aplicação do Custo ABC para os produtos conjuntos, e o de Tseng e Lai (2007) que apresenta uma otimização da lucratividade com o uso das informações do custeio ABC na produção conjunta, usando, justamente, o trabalho de Tsai (1996). A pesquisa bibliográfica do conhecimento tradicional se deu, entre outros, em: Horngren, Foster, e Datar (2000); Garrison e Noreen (2001); Jiambalvo (2002); Eldenburg e Wolcott (2001); Hansen e Mowen, (2000), no que se refere à Produção Conjunta. E, Cooper e Kaplan (1991 e 1992; Kaplan (1989); Kaplan e Cooper (1998), no que se refere ao Custo Baseado em Atividades. Ozan (1986); Chase e Aquilino (1989); Balakrishnan (1999), no que tange à técnica da Programação Linear. A estratégia utilizada na pesquisa foi o de uma aplicação numérica que ilustra, conforme comentado, grande parte das diversas configurações/casos encontrados na prática, o que traz evidências de poder ser estendida a todas as configurações dos casos práticos, de produção conjunta, que ocorrem

nas indústrias de mineração de cobre, produção de queijo, madeireira, produção bovina de corte, refinarias de petróleo, etc.

O trabalho está organizado da forma que se segue. A próxima seção apresenta um referencial teórico sobre custos de produção conjunta, custeio ABC e programação linear. A seção após essa apresenta o exemplo numérico onde, após apresentar o modelo de custeio ABC de Tsai, (1996), desenvolve o modelo de otimização da lucratividade com o uso das informações do custeio ABC (Tseng e Lai, 2007). Por fim são apresentadas análise de dados e conclusão.

REVISÃO TEÓRICA

2.1 PRODUÇÃO CONJUNTA

Custo conjunto é o custo de um único processo que gera diversos produtos simultaneamente. Ponto de separação é o momento no processo onde os produtos conjuntos se tornam separados e identificáveis. Nas operações de decomposição podem-se identificar diversos elementos relevantes para um sistema de custos. O processo comum ou conjunto que dá origem a vários produtos, o ponto de separação no qual surgem os diferentes produtos obtidos pelo processamento dos materiais, os produtos conjuntos que aparecem no ponto de separação, e os custos conjuntos obtidos pela soma de todos os custos de produção incorridos até o ponto de separação.

Segundo Horngren, Foster e Datar (2000, p. 385) produto é qualquer output que tem valor de venda positivo (ou que permita à organização evitar a ocorrência de custos). Os co-produtos têm valor de venda relativamente alto e não são separadamente identificáveis como produtos isolados até o ponto de separação. Quando um processo gerador de dois ou mais produtos origina um único produto de valor de venda relativamente alto, esse produto é denominado de produto principal. O subproduto tem baixo valor de venda, em comparação com o valor do co-produto. A classificação dos produtos como principais, co-produtos, sub-produtos ou sucata pode mudar com o tempo. Os produtos individuais podem mudar de subproduto para co-produto, quando o seu preço de mercado se desloca consideravelmente em uma direção. A sucata tem valor de venda mínimo. Como exemplo, em serrarias, o insumo comum é uma tora que é convertida em vários formatos de madeira. Para fim de elaboração de demonstrações financeiras, o custo do insumo comum precisa ser alocado aos produtos conjuntos.

Utilizam-se diversos métodos diferentes na alocação dos custos conjuntos aos produtos principais (ELDENBURG; WOLCOTT, 2007, p.346): (1) Método das quantidades físicas; (2) Métodos baseados no mercado: Método de venda no ponto de separação; Valor realizável líquido (VRL); VRL com margem bruta constante.

Todos esses métodos de alocação dos custos conjuntos aos produtos principais estão sujeitos a críticas. Por isso, algumas companhias evitam a alocação completa dos custos conjuntos. Em vez disso, elas contabilizam todos os estoques com base no valor líquido estimado de realização. O lucro de cada produto é reconhecido quando a produção se completa. Entre as indústrias que empregam esses tipos de sistema encontram-se, como já comentado, as de petróleo, carne, queijo, conservas e a mineração (HORNGREN; FOSTER; DATAR, 2000, p. 392).

Jiambalvo (2002, p.148) cita o seguinte exemplo explicativo: Suponha-se que uma serraria gaste \$600 para adquirir uma tora de carvalho e \$20 para serrá-la em duas qualidades de madeira. O processo resulta em uma tábua de qualidade A de 500 cm que é vendida a R\$1,00/cm e uma tábua de qualidade B de 500 cm que é vendida á \$0,50/cm. Como o custo conjunto de \$620 deveria ser alocado aos produtos conjuntos?

Uma das abordagens é a de alocar o custo com base na quantidade física de produção. Como o processo de produção resulta em quantidades iguais, aloca-se igualmente a cada uma das tábuas resultando que tanto a tábua A quanto a tábua B receberão um custo de \$310. Isso poderia fazer com que os gerentes julgassem que a tábua B é não lucrativa, pois ela apresenta uma perda de ($\$250 - \$310 = \$70$), uma vez que é de \$250 o valor de venda da madeira tipo B. Trata-se, contudo, de uma lógica equivocada, pois se a empresa deixasse de vender a tábua B perderia \$250 de faturamento. Em suma os produtos conjuntos são relevantes na tomada de decisão de todos, e irrelevantes na tomada de decisão de cada um de per si.

Uma outra forma de alocação, talvez um pouco melhor, é a que utiliza o método das receitas relativas. O método mostra que o custo conjunto alocado depende das receitas relativas dos produtos no ponto de separação. Assim:

$$\text{Custo do conjunto alocado ao produto A} = \frac{\text{Receita de A}}{(\text{Receita de A} + \text{B})} \times \text{Custo Conjunto}$$

$$\text{Custo do conjunto alocado ao produto B} = \frac{\text{Receita de B}}{(\text{Receita de A} + \text{B})} \times \text{Custo Conjunto}$$

Fonte: Jiambalvo (2002, p.148)

Considerando os dados do exemplo de Jiambalvo, a tábua de qualidade A receberia uma alocação de \$413,33 = [$\$620 \times (\$500 / \$750)$]. A tábua de qualidade B receberia uma alocação de \$206,67 = [$\$620 \times (\$250 / \$750)$].

Garrison e Noreen, (2001, p.443) comenta as ciladas da alocação dizendo que os custos conjuntos são irrelevantes nas decisões sobre o que fazer com um produto do ponto de separação em diante. O motivo é que os custos conjuntos já ocorreram e, portanto, são custos irrecuperáveis (sunk costs). A análise de viabilidade da vantagem de um processamento adicional deveria se basear tão somente na comparação da receita do processamento adicional versus o custo desse processamento sendo irrelevante a determinação dos custos conjuntos no ponto de separação por se tratarem de custos irrecuperáveis.

2.2 CUSTEIO BASEADO EM ATIVIDADES (ABC)

O paradigma representado pela organização vertical funcional está se esgotando - em seu lugar surge um novo paradigma, o mapa horizontal de processos de negócios. A

organização é cortada transversalmente pelos seus processos/sub-processos de negócios, cada um deles constituído de uma série de atividades, que por seu turno são compostos por um grupo de tarefas. Ao invés de se ter as siglas, salários, leis sociais, materiais auxiliares, etc., por totais departamentais, o custeio ABC providencia esses valores, pelas diversas atividades que cortam horizontalmente, um ou mais departamentos.

O ABC intervém no custeio das despesas indiretas, distribuindo-as pelas atividades que consomem esses recursos. Os custos das atividades são então alocados aos produtos baseados na forma como cada produto individual consome essas atividades.

Assim como o sistema tradicional de custeio, também o ABC é um sistema que processa a alocação em dois estágios. O custeio tradicional aloca as despesas indiretas em centros de custos, e em seguida distribui esses custos aos produtos, usualmente baseados em um critério volumétrico como horas de máquina ou horas de mão-de-obra direta. O ABC, contudo, determina que atividades são executadas pelos recursos da companhia, agregando-as em centros de acumulação de custos por atividades. Em seguida, e para cada uma desses centros de atividades atribui custos aos produtos/serviços baseados em seu consumo de recursos (COGAN, 1994).

Ao providenciar a distribuição dos recursos acumulados nos centros de atividades, o ABC observa que alguns recursos realmente são proporcionais ao volume de produção; outros, contudo, incidem em cada lote de produção, e, portanto, independem do volume produzido; outros recursos incidem diretamente na concepção de cada produto e assim independem dos lotes produzidos e dos volumes de cada lote; outros recursos, ainda, são computados no período e se referem às despesas de operação da fábrica. Como exemplo de atividades que incidem nos diversos lotes de produção pode-se citar, setup (preparação de máquina), movimentações de materiais, pedidos de compra, inspeções, etc. Entre as atividades que incidem para dar suporte aos produtos estão, o processo de engenharia, as especificações dos produtos, as alterações de engenharia e os acréscimos dos produtos. Entre as atividades que incidem para o suporte de facilidades pode-se citar o gerenciamento da fábrica, a manutenção dos prédios e a segurança e jardinagem.

Ao contrário do custeio tradicional que utiliza um direcionador de custo volumétrico para todas as despesas, o custeio ABC pode utilizar esse mesmo direcionador apenas nos centros de custos por atividades que acumulam custos/despensas que variam proporcionalmente com a quantidade produzida. Aí está a diferença que confere maior precisão ao ABC. Outros direcionadores são relacionados às atividades que são independentes da quantidade produzida. Outros, ainda, se relacionam com as despesas correspondentes às atividades de concepção do produto. Restam, então, 5% a 10% das despesas para a qual o ABC não apresenta direcionadores de boa relação causal e que são as despesas de suporte de facilidades/operação da fábrica.

O custeio baseado em atividades estará em condições de apresentar resultados mais precisos que o custeio tradicional, sempre que a organização utilizar grande quantidade de recursos indiretos em seu processo de produção e a organização tiver significativa diversificação em produtos, processos de produção, e clientes.

Um dos benefícios obtidos com o ABC é o de permitir uma melhoria nas decisões gerenciais uma vez que se deixa de ter produtos subcusteados ou supercusteados, permitindo-se a transparência exigida na tomada de decisão empresarial, que busca em última análise, otimizar a rentabilidade do negócio.

ABC em sua forma mais detalhada pode não ser aplicável na prática, em virtude de exigir um número excessivo de informações gerenciais que pode inviabilizar sua utilização. O custo da coleta e manipulação detalhada teria que justificar o seu benefício. Pode-se aplicar aí o conceito dos 20-80 de Pareto (poucos que representam muito), ou seja, aproximadamente 20% das despesas respondem por 80% dos valores despendidos, uma aplicação mais pormenorizada se justifica nesses 20% de recursos.

As companhias que instalam o ABC usam três métodos para estimar os custos que ocorrem na execução das atividades. O método mais simples agrupa os gastos em todos os recursos devotados àquela atividade particular, tais como setup (preparação) de máquinas ou emissão de ordens de compras, e divide esse dispêndio total pelo número de vezes que a atividade foi realizada (número de setup's, número de ordens de compras). Esse cálculo produz uma unidade de custo para a atividade (custo por setup, ou por ordem de compras) que é então alocado aos produtos baseado no número de vezes que a atividade foi realizada para esses produtos. Essa aproximação é a mais simples e de implementação menos dispendiosa, requerendo apenas a medida do número de vezes que uma atividade foi realizada. Essa aproximação assume que cada ocorrência de atividade consome a mesma quantidade de recursos (ou seja, todos os setup e ordens de compras, no caso, requerem a mesma quantidade de recursos). É menos preciso que os outros dois métodos, que são utilizados quando produtos diferentes requerem recursos substancialmente diferentes para a referida atividade (COOPER e KAPLAN, 1991).

O segundo método utiliza a duração dos direcionadores, o seja, o tempo requerido para a realização de cada atividade, na alocação das despesas indiretas aos produtos, como por exemplo, o tempo em horas ou minutos na execução do setup. É mais preciso que o anterior, porém mais dispendioso. Os benefícios de uma maior precisão na medição das atividades consumidas deverão ser balanceadas com um custo mais elevado na coleta dos dados. ; O terceiro e o mais preciso dos métodos consistem em medir diretamente os recursos consumidos em cada ocorrência da atividade. Como exemplo, podem-se medir todos os recursos usados para uma determinada modificação de engenharia ou para um trabalho específico de manutenção. A duração dos direcionadores assume que as despesas são proporcionais ao total do tempo em que a atividade é executada. Direcionadores de carga direta medem os recursos usados cada vez que a atividade é executada. Por exemplo, um produto que é especificamente difícil de ser fabricado pode exigir a presença de supervisores especiais e pessoas de controle de qualidade quando as máquinas estão sendo preparadas e as primeiras peças sendo produzidas (COOPER e KAPLAN, 1991).

Essa alocação direta usualmente requer um sistema de ordens de produção nos quais os materiais, os recursos de computação e o tempo dos empregados possam ser medidos cada vez que a atividade é realizada. Esse tipo de informação é mais cara de se coletar, porém é mais precisa especialmente em situações em que grande quantidade de recursos é necessária para a atividade, e produtos (ou clientes) diferem consideravelmente nas demandas que colocam naquela atividade (COOPER e KAPLAN, 1991).

2.3 PROGRAMAÇÃO LINEAR

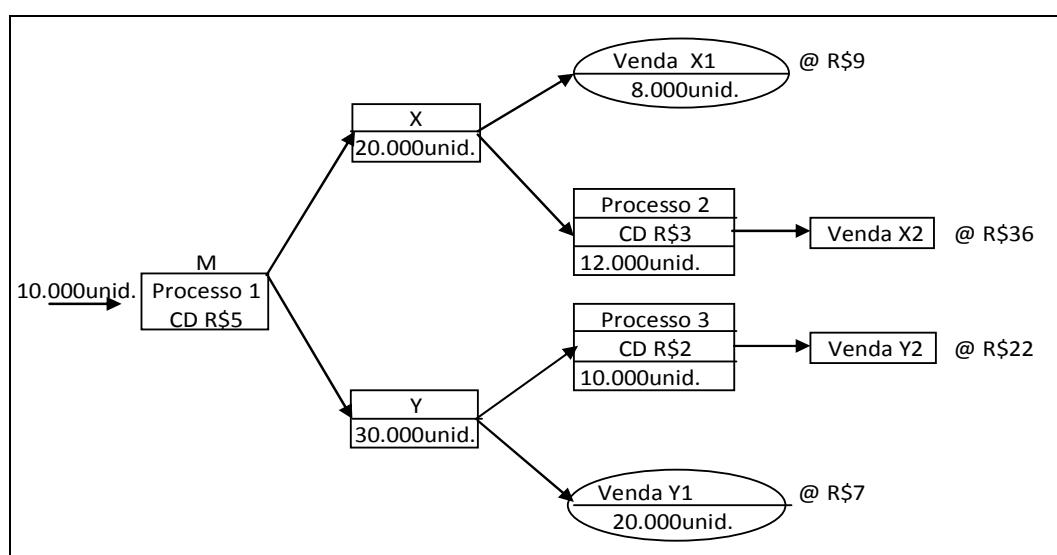
Um problema de programação linear é um problema de programação matemática em que a função objetivo e as equações de restrição são lineares. Trata-se de uma técnica matemática que, sob certas condições, pode ser usada para gerar uma solução ótima para um problema específico. Chase e Aquilino (1989) identificaram 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 avaliar 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. O 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 ILUSTRAÇÃO NUMÉRICA DE CUSTOS NA PRODUÇÃO CONJUNTA

Existem inumeráveis casos de produtos conjuntos na prática. Para um propósito ilustrativo, sem perda de generalidade, um caso de produtos conjuntos é mostrado na Figura 1 a fim de demonstrar como fazer a alocação dos custos aos produtos, após o ponto de separação.

Figura 1 – Exemplo ilustrativo de produtos conjuntos



Fonte: Tsai (1996).

O exemplo apresentado na Figura 1 ilustra um caso típico e bem abrangente de produtos conjuntos onde 10.000 unidades de material M processadas no Processo 1 dão origem a 20.000 unidades de produto X e 30.000 unidades de produto Y. Para o produto X1, 8.000 unidades foram vendidas, no ponto de separação, por R\$9 por unidade, e 12.000 unidades desse produto foram processadas, posteriormente, através do processo 2 e vendidas por um preço unitário de R\$36. Para o produto Y1, 20.000 unidades foram vendidas a R\$7 por unidade no ponto de separação, e 10.000 unidades foram processadas, posteriormente, através do processo 3, e então, vendidas ao preço unitário de R\$22. Os custos diretos (CD) que incidem nos processos 1, 2 e 3 são de R\$5, R\$3 e R\$2 respectivamente. Na realidade deseja-se, também, saber, se o produto X além de ser oferecido como produto X1, poderia de forma viável receber um processamento posterior para se transformar no produto X2 para venda. Igualmente deseja-se saber a viabilidade do processamento posterior do produto Y para o oferecimento à venda do produto Y2.

3.1 CUSTEIO TRADICIONAL PARA PRODUTOS CONJUNTOS

Conforme o processo de produção ilustrado na figura 1, a receita incremental do produto X2 é de R\$27 (R\$36 – R\$9), sendo de R\$3 seu custo incremental. Igualmente, a receita incremental do produto Y2 é de R\$15 (R\$22 – R\$7), com um custo incremental de R\$2. Como as receitas incrementais são superiores aos custos incrementais respectivos, os produtos X2 e Y2 poderiam ser processados mais tarde. Na Tabela 1 mostra-se exemplo.

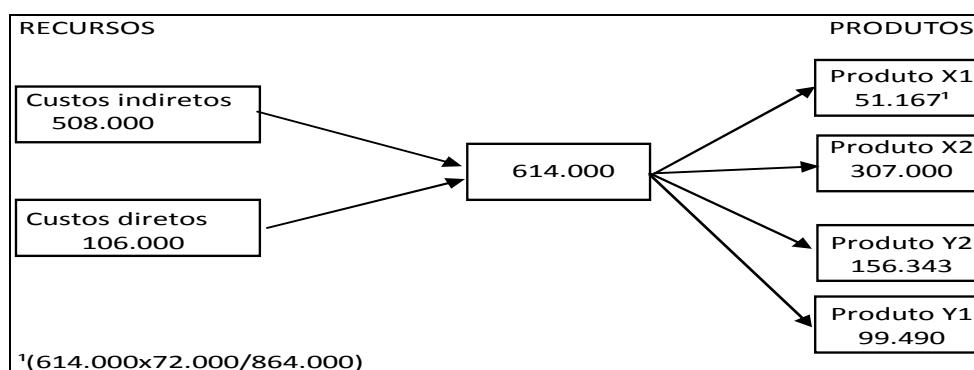
Tabela 1 – Custo e Lucro

	Produto X1	Produto X2	Produto Y2	Produto Y1	Total
Quantidade produzida	8.000	12.000	10.000	20.000	
Receita	R\$72.000 ¹	R\$432.000	R\$220.000	R\$140.000	R\$864.000
Custos diretos					106.000 ²
Custos indiretos					508.000 ³
Lucro					R\$250.000

Fonte: Tseng e Lai (2007).

A contabilidade tradicional de custos aloca os custos indiretos utilizando direcionadores de custos baseados em volume como, por exemplo, a mão-de-obra direta. Como essa alocação é arbitrária as informações tornam-se irrelevantes para a tomada de decisão. A determinação por este método conduz aos resultados mostrados na Figura 2.

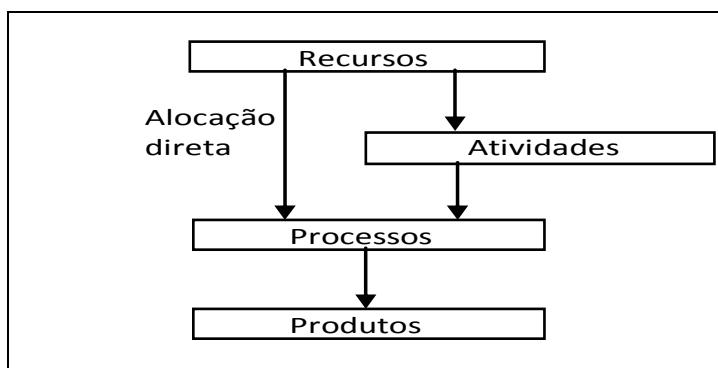
Figura 2 - Custos dos Produtos pelo Método das Receitas Relativas



3.2 CUSTEIO ABC PARA PRODUTOS CONJUNTOS

O modelo que Tsai (1996) desenvolveu para o custeio ABC, na produção conjunta, considera que alguns custos dos recursos de produção poderão eventualmente ser alocados diretamente nos processos, e outros deverão ser distribuídos aos processos usando atividades como intermediários da distribuição de custos. Dessa forma, o modelo de custeio ABC, para produção conjunta, deveria ser revisado no modelo mostrado na Figura 3.

Figura 3 - Modelo de custeio ABC para produtos conjuntos



Fonte: Tsai (1996).

Nesse modelo de ABC, proposto por Tsai (1996), os custos dos produtos conjuntos podem ser determinados seguindo os seguintes passos:

Passo 1 - Direcionando custos diretos aos processos

Certos custos de recursos podem ser direcionados diretamente aos processos, tais como os custos associados com mão-de-obra direta, horas de máquina, e outros recursos somente usados naquele processo. No caso ilustrado, os custos diretos que incidem nos processos 1, 2 e 3 são de R\$5, R\$3 e R\$2 respectivamente.

Passo 2 - Distribuindo custos indiretos às atividades

Algumas atividades atendem mais de um processo e seus custos são classificados como indiretos, como por exemplo, programação, movimentação de material, inspeção de recebimento de material, manutenção e reparo de máquinas. O exemplo ilustrado assume que são três as atividades, e seus custos obtidos através da análise pelo custeio ABC são fornecidos na tabela 2 que segue. O total de atividades requeridas para cada processo no exemplo apresentado é, igualmente, informado nessa tabela.

Tabela 2 - Informações para a determinação do Custo ABC

	Atividade 1	Atividade 2	Atividade 3	Total
Custo total	R\$64.000	R\$148.000	R\$296.000	R\$508.000
Capacidade	32.000	74.000	74.000	
Custo unit. da atividade	R\$2 ¹	R\$2 ²	R\$4 ³	
	¹ 64.000/32.000;	² 148.000/74.000;	³ 296.000/74.000	
Processo 1	1	3	2	
Processo 2	1	2	2	
Processo 3	1	2	3	
Processo 1	10.000	30.000	20.000	
Processo 2	12.000	24.000	24.000	
Processo 3	10.000	20.000	30.000	
Total de atividades consumidas	32.000	74.000	74.000	

Fonte: Tseng e Lai (2007)

Passo 3 - Distribuindo os custos das atividades ao processo

Baseado nas informações das tabelas 1 e 2, o total de atividades requeridas para cada processo no exemplo apresentado é informado igualmente na parte inferior da tabela 2. O total de atividades fornecidas também é aí informado.

Passo 4 - Distribuindo os custos dos processos aos objetos de custo (X1, X2, Y1 e Y2)

De acordo com a figura 1 e da tabela 2, o custo unitário da atividade e o custo unitário total de cada processo sob a produção do exemplo apresentado estão mostrados na Tabela 3.

Tabela 3 - Custo unitário de cada processo

Itens	Processo 1	Processo 2	Processo 3
Custo unitário da atividade	R\$16 ¹	R\$14 ²	R\$18 ³
Custo unitário direto	5	3	2
Custo unitário de cada processo	R\$21	R\$17	R\$20
¹ (1x2+3x2+2x4);	² (1x2+2x2+2x4);	³ (1x2+2x2+3x4)	

Fonte: Tseng e Lai (2007)

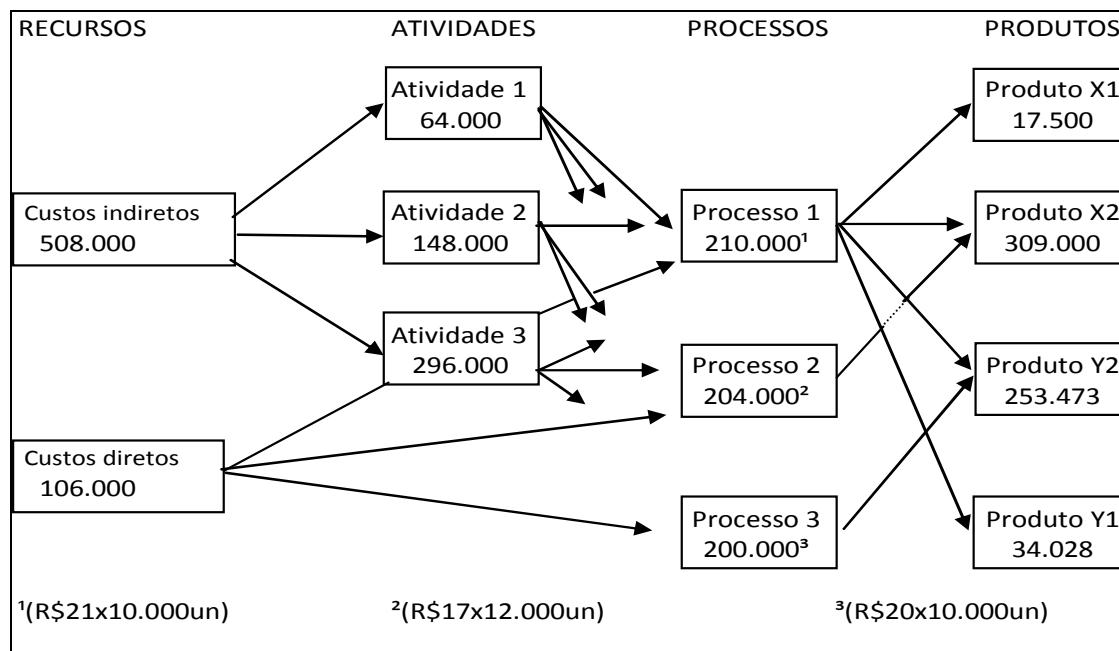
Considerando-se os custos unitários totais de cada processo e as quantidades produzidas na produção corrente do exemplo ilustrado, a análise de custo e lucro de cada produto é apresentada na Tabela 4.

Tabela 4 - Análise de custo e lucro e Margem de contribuição incremental de cada produto

	Produto X1	Produto X2	Produto Y2	Produto Y1	Total
Receita	R\$72.000	R\$432.000	R\$220.000	R\$140.000	R\$864.000
Custo total do processo 1	R\$17.500b	105.000b	53.472b	34.028b	210000a
Custo total do processo 2		204000c			204.000
Custo total do processo 3			200.000d		200.000
Custo total	R\$17.500	R\$309.000	R\$253.472	R\$34.028	614.000
Lucro	R\$54.500	R\$123.000	(R\$33.472)	R\$105.972	250.000
Quantidade produzida	8.000	12.000	10.000	20.000	
Lucro unitário	R\$6,81	R\$10,25	(R\$3,34)	R\$5,30	
a(21x10.000)	b(72.000x210.000/864.000)	c(17x12.000)	d(20x10.000)		
					Processo 1
Preço unitário	9	36	22	7	
Custo direto unitário		3	2		5
Custo unitário da atividade		14	18		16
MC incremental	9	19	2	7	21

Fonte: Tseng e Lai (2007).

Observa-se, ainda na tabela 4, que o custo total do processo 1 foi distribuído para cada produto usando o método das receitas relativas. Por outro lado, os custos dos processos 2 e 3 foram alocados diretamente nos produtos X2 e Y2. A Figura 4 mostra, então, o custo final dos produtos a partir dos recursos utilizados.

Figura 4 - Custos dos Produtos pelo Custeio ABC

3.3 CUSTEIO ABC COM A UTILIZAÇÃO DA PROGRAMAÇÃO LINEAR MATEMÁTICA

Além da aplicação do custeio ABC para a determinação dos custos dos produtos após o ponto de separação pode-se utilizar as informações obtidas no custeio ABC para otimizar a lucratividade do sistema como um todo. Assim, no exemplo ilustrativo da figura 1, considerando-se que a demanda dos produtos X1, X2, Y2 e Y1 possa variar, e que exista demanda para essa variação, a técnica da programação linear poderá otimizar o sistema informando que quantidades de cada um dos quatro produtos fazer, a fim de maximizar o lucro. Ou seja, alguns produtos serão vendidos no ponto de separação enquanto outros receberão processamento adicional. A programação linear dirá as quantidades de cada um deles para otimização da rentabilidade do sistema. A análise das tabelas 2, 3 e 4 permite estabelecer as equações da programação linear aí aplicada, como segue:

A equação objetivo a ser maximizada é:

$$\text{Max. } Z = 9X_1 + 7Y_1 + 19X_2 + 2Y_2 - 21M;$$

$$2M = X_1 + X_2;$$

$$3M = Y_1 + Y_2;$$

Sujeito às restrições:

$$M + X_2 + Y_2 \leq 32.000;$$

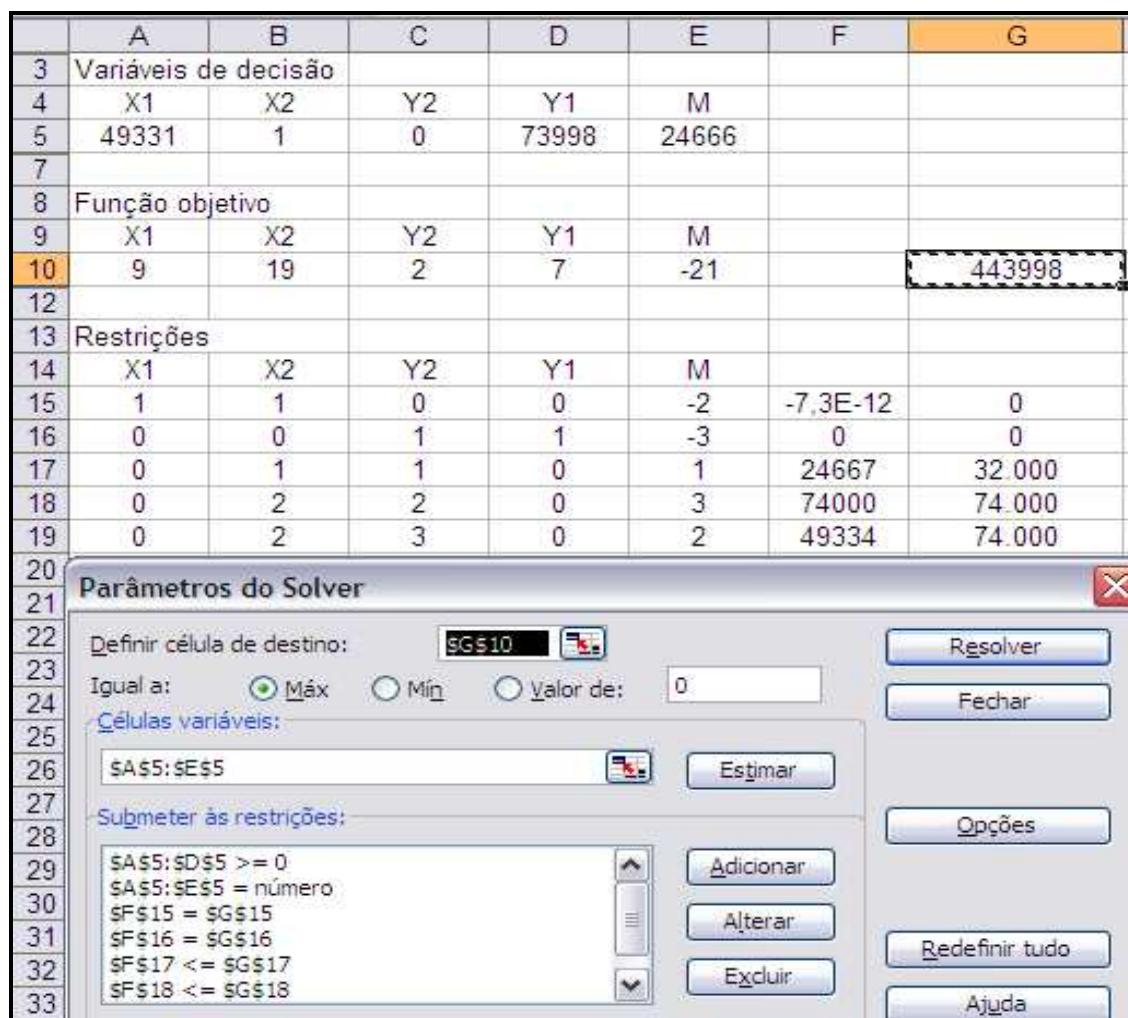
$$3M + 2X_2 + 2Y_2 \leq 74.000;$$

$$2M + 2X_2 + 3Y_2 \leq 74.000;$$

$$X_1; X_2; Y_1; Y_2; \geq 0;$$

Na Figura 5 mostra-se a solução pelo Solver da Microsoft Office que conduz aos seguintes resultados:

$$X_1 = 49.331 \text{ un}; X_2 = 1 \text{ un}; Y_2 = 0; Y_1 = 73.998 \text{ un}; M = 24.666 \text{ un}.$$

Figura 5 - Planilha de Trabalho com a Solução do Problema

O lucro obtido é de R\$443.998,00 superior aos R\$250.000,00 mostrado na tabela 1. A figura 5 mostra que a atividade 1 consumiu 24.667 atividades de capacidade, ao invés de 74.000, e que a atividade 3 consumiu 49.334 atividades de capacidade, ao invés das 74.000 consideradas. A atividade 2 é a atividade restrita tendo consumido todas as 74.000 atividades de capacidade previstas. Assim, os custos indiretos podem ser reduzidos dos R\$508.000,00 conforme tabela 1, para:

R\$2 x 24.667 + R\$2 x 74.000 + R\$4 x 49.334 = R\$394.670,00, considerando-se que se possam reduzir os custos indiretos em função de atividades de capacidade não utilizadas. Os custos diretos aumentarão dos R\$106.000,00 da tabela 1 para :

R\$5 x 24.666un + R\$3 x 1un + R\$2 x 0un = R\$ 123.333,00. A receita cresce do valor de R\$864.000,00 da tabela 1 para:

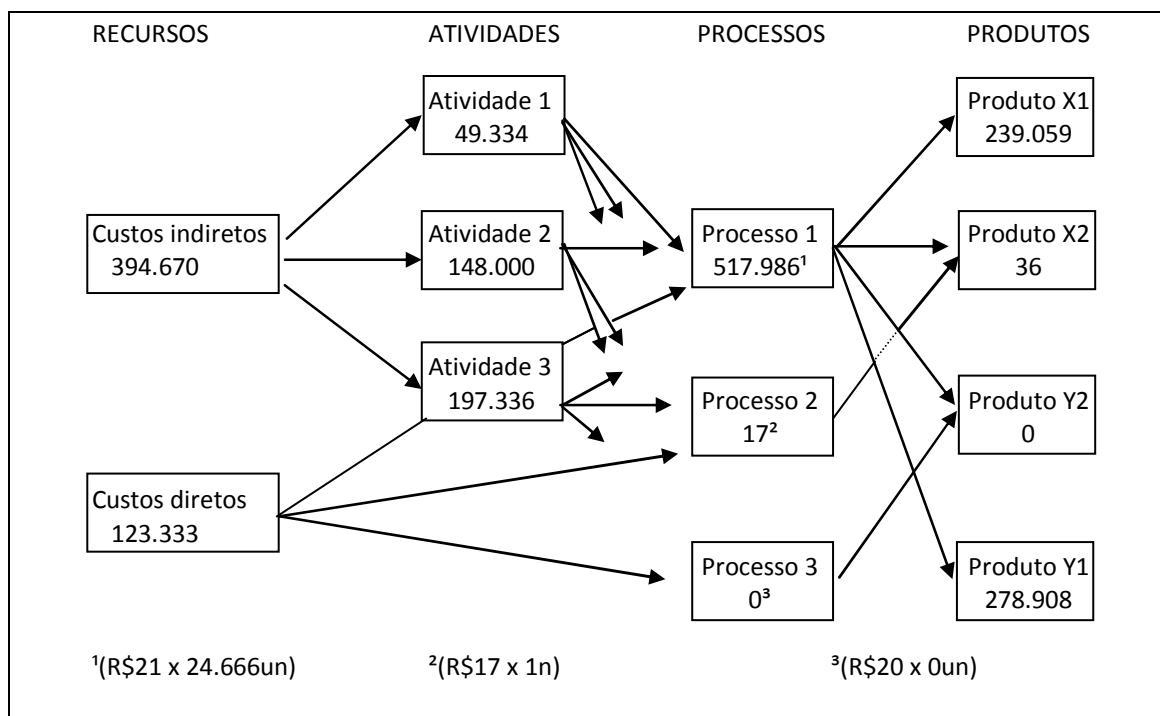
$$R\$9 \times 49.331\text{un} + R\$36 \times 1\text{un} + R\$22 \times 0\text{un} + R\$7 \times 73.998 = R\$962.001,00$$

Na Tabela 5 mostram-se, então, esses novos valores:

Tabela 5 – Custo e Lucro

	Produto X1	Produto X2	Produto Y2	Produto Y1	M	Total
Quantidade produzida	49.332	1	0	73.996	24.666	
Receita	R\$443.979	36	0	517.986		R\$962.001
Custos diretos						123.333
Custos indiretos						394.670
Lucro						R\$443.998

Considerando-se ainda essa última situação mostramos a seguir a figura 6 que apresenta os valores de custo dos produtos, pelo Custo ABC após a utilização da técnica da programação linear que otimizou os resultados.

Figura 6 - Custos dos Produtos pelo Custo ABC com Programação Matemática

4 ANÁLISE DOS DADOS

A Tabela 6 permite a comparação entre as três metodologias (tradicional, custeio ABC, e custeio ABC com PL). Assim, os valores dos custos unitários aqui apresentados, para cada uma das metodologias, foram obtidos nas figuras 2, 4 e 6, dividindo-as pelas respectivas quantidades.

Quando se compara os resultados pelo custeio ABC com o Tradicional, pode-se observar que o método de receitas relativas, possivelmente o melhor dos métodos preconizados para a alocação de custos na sistemática tradicional, para a produção conjunta, se vale de direcionadores volumétricos arbitrários. Enquanto isso o exemplo aqui elaborado utilizou a metodologia ABC com direcionadores de causa-e-efeito característicos do ABC. Em apenas uma das partes dessas alocações (no caso a alocação do processo 1 para os quatro

produtos) o custeio ABC se valeu do direcionador volumétrico utilizado pelo método das receitas relativas. Assim, o custeio ABC permite, pois, uma análise mais acurada da produção conjunta. A Análise tradicional, na realidade, evita a alocação dos custos indiretos por considerá-la arbitrária. Sua análise, pois, conforme Garrison (2004, p.444) se restringe tão somente na comparação da receita do processamento adicional versus o custo desse processamento considerando ser irrelevante a determinação dos custos conjuntos no ponto de separação, por se tratarem de custos irrecuperáveis. O ABC vai, pois, mais longe permitindo não somente essa comparação como chegando a calcular os custos dos produtos com adequada precisão (TSAI, 1996).

Tanto uma como a outra metodologia mostrou ser viável o prosseguimento das operações pelos processos 2 e 3, pois, o incremento na receita é superior ao incremento nos custos. A contabilidade tradicional, por seu turno, não tem como direcionar com precisão os custos indiretos, fazendo-o de forma arbitrária, utilizando-se de direcionadores volumétricos como o valor da mão-de-obra direta. O custeio ABC mostra, pois, ser a metodologia mais acurada permitindo não só a análise do prosseguimento, ou não, dos processos operacionais após o ponto de separação, como também calcula os valores de custos dos produtos conjuntos com precisão mais adequada.

A Tabela 6 mostra que, para o exemplo ilustrado, apenas o custo unitário do produto X2 está compatível nas duas metodologias observando-se grande variação nos custos unitários dos demais produtos.

Tabela 6 - Comparação entre os Custeiros Tradicional, ABC e ABC com PL (valores unitários)

	Custeio Tradicional	Custeio ABC	Custeio ABC com PL
Produto X1	$51.167/8.000 = 6,40$	$17.500/8.000 = 2,19$	$239.059/49331 = 4,15$
Produto X2	$307.000/12.000 = 25,58$	$309.000/12.000 = 25,75$	$36/1 = 1$
Produto Y2	$156.343/10.000 = 15,63$	$253.473/10.000 = 25,35$	0
Produto Y1	$99.490/20.000 = 4,97$	$34.027/20.000 = 1,70$	$278.908/73.998 = 3,23$
Lucro	R\$250.000,00	R\$250.000,00	R\$443.998,00
% de Variação			
Custeio ABC x Tradicional			
Produto X1		-66%	
Produto X2		0%	
Produto Y2		62%	
Produto Y1		-66%	

A comparação entre os valores obtidos pelos Custeiros ABC e o Custeio ABC com PL deixam de ser analisados por estarem representadas com as quantidades diferentes. A variação dos valores nos custos unitários obtidos também é grande. Contudo, a lucratividade do ABC com PL é de R\$443.998,00 (tabela 5) contra o valor de lucro de R\$250.000,00 (tabela 1) das outras duas metodologias. Assim, o ABC com PL revela-se superior, pois, calcula os custos com a acuracidade demandada pelo custeio ABC, e em adição a isso com a lucratividade ótima. Ainda essa última metodologia permite que se reduzam os custos indiretos das atividades de capacidade utilizadas conforme mostrado no item 3.3.

No exemplo ilustrado, mesmo supondo-se que não se consiga reduzir os custos indiretos em sua totalidade (situação extrema, pois, sempre se pode reduzir, pelo menos, parte), no

caso de se tratar de custos irrecuperáveis em sua totalidade (Atkinson et al., 2000, p.416), a lucratividade ainda, assim, será superior, conforme demonstração que segue:

Receita = R\$962.001,00; Custos Diretos = R\$123.333,00; Custos Indiretos = R\$508.000,00.
Logo, o Lucro (L) será:

$L = 962.001 - 123.333 - 508.000 = R\$ 330.668,00$, superior, pois, a R\$250.000,00 das duas metodologias anteriores.

5 CONCLUSÕES

Enquanto numerosas fábricas de manufatura produzem artigos múltiplos, algumas (refinarias de petróleo, mineração de cobre, produção de queijo, madeireira, produção bovina de corte) são caracterizadas por um processo de produção no qual dois ou mais produtos resultam simultaneamente do uso de uma mesma matéria prima. Esse é o caso da produção conjunta (HANSEN; MOWEN, 2001, p. 224).

No presente trabalho é proposto um exemplo numérico que abrange grande parte dos casos de ocorrência de produção conjunta, no qual se compara os resultados obtidos pela metodologia tradicional, e as metodologias do custeio ABC aplicado à produção conjunta, e a do custeio ABC com programação linear. Essas duas últimas representam uma adição ao conhecimento, até agora existente, sobre o tema da produção conjunta.

A contabilidade tradicional com seus rateios arbitrários distorce os resultados no caso de se desejar os custos dos produtos ou de otimizar o mix de produtos. A literatura da área propõe diversos métodos diferentes na alocação dos custos conjuntos aos produtos principais. Entre eles podem-se citar o método das quantidades físicas e o método de venda no ponto de separação (baseado no valor realizável líquido –VRL; e baseado no VRL com margem bruta constante). São notórias as ciladas que se observam nessas alocações e prefere-se dizer que os custos conjuntos são irrelevantes nas decisões sobre o que fazer com um produto do ponto de separação em diante.

O motivo disso é que os custos conjuntos já ocorreram e, portanto, são custos irrecuperáveis (*sunk costs*). E a análise de viabilidade da vantagem de um processamento adicional baseam-se, tão somente, na comparação da receita do processamento adicional versus o custo desse processamento sendo irrelevante a determinação dos custos conjuntos no ponto de separação por se tratarem de custos irrecuperáveis. Quanto à decisão de se prosseguir, ou não, nos processamentos posteriores, nos casos de produção conjunta, é válida a análise que compara as receitas incrementais com os custos incrementais. Contudo, a imprecisão dos métodos de cálculo dos custos dos produtos resultantes após o ponto de separação desaconselha essa forma de alocação, o que reduz a possibilidade de análises de lucratividades de cada produto.

O custeio ABC, por outro lado, com o modelo aplicado por Tsai (1996) para a produção conjunta, mostrou valores de custos de produtos mais precisos do que o custeio tradicional (com a utilização do método das receitas relativas). Igualmente permite a tomada de decisão de se prosseguir ou não no processamento dos produtos após o ponto de separação. Com o custeio ABC têm-se, ainda, a possibilidade de se calcular os custos dos produtos com adequada precisão, ao contrário do que ocorre com a metodologia tradicional.

O custeio ABC com PL (Tseng e Lai, 2007) permite que se determine com as informações obtidas pelo custeio ABC, valores de custos tais que otimizam a lucratividade (conforme mostrado no item 4, análise de dados, onde foram comparados os valores de lucro obtidos em cada metodologia). Por esse motivo, o custeio ABC com PL mostra ser a técnica recomendada para ser aplicada na produção conjunta.

O trabalho ressalta que o tema da produção conjunta que, historicamente vem sendo abordado na literatura, com métodos convencionais, pouco precisos, passa a receber acréscimos de conhecimento com os trabalhos apresentados nessa pesquisa.

Sugere-se em continuação a essa pesquisa, aplicações em casos práticos de empresa, muito embora o exemplo numérico aqui adotado ser bem genérico e representativo dos acasos que ocorrem na prática.

Outra sugestão, de prosseguimento dessa pesquisa, se relaciona à utilização da técnica da Teoria das Restrições (Goldratt, 1991, p. 62), aplicada na solução da questão dos produtos conjuntos, tendo em vista se tratar de uma técnica que, à semelhança da programação linear, otimiza resultados buscando o mix ótimo de produtos.

REFERÊNCIAS

- ATKINSON, A Anthony, A.; BANKER, Rajiv, D.; KAPLAN, Robert, S. ; YOUNG, S. Mark; Contabilidade Gerencial. São Paulo: Editora Atlas, 2000.
- BALAKRISHNAN, Jaydeep; Using Theory of Constraints in Teaching Linear Programming and Vice Versa: Advantages and Caveats. Production and Inventory Management Journal, 40, no. 2, 1999.
- CHASE, Richard B.; AQUILINO, Nicholas J. Production and Operations Management: A Life Cycle Approach, Homewood, IL: Richard Irwin, fifth edition, 1989.
- COGAN, Samuel; Activity Based Costing (ABC) - A Poderosa Estratégia Empresarial. São Paulo: Editora Thomson Pioneira, 1994.
- COOPER, Robert S. Implementing an Activity-Based Cost System, Journal of Cost Management, p.32-42 (Spring), 1990.
- COOPER Robin; KAPLAN, Robert S. The Design of Cost Management Systems: Text, Cases and Readings. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J, 1991.
- COOPER, Robin; KAPLAN, Robert S. Activity-Based Systems: Measuring the Costs of Resources Usage. Accounting Horizons, September, 6, p. 1-13, 1992.
- ELDENBURG, Leslie; WOLCOTT, Susan K. Gestão de Custos: Como Medir e Motivar o Desempenho. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2007.
- GARRISON, Ray. H.; NOREEN, Eric. W. Contabilidade Gerencial. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2001.
- GOLDRATT, E. M.; A Síndrome do Palheiro. São Paulo: Claudiney Fullmann, 1991.
- HANSEN, Don R.; MOWEN, Maryanne M. Gestão de Custos Contabilidade e Controle. São Paulo: Editora Pioneira Thomson Learning, 2001.

HORNGREN, Charles T.; FOSTER, George; DATAR, Srikant. Contabilidade de Custos. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2000.

KAPLAN, Robert S. Introduction to Activity Based Costing. NAA Conference Global Solutions to Global Problems II, Boston: MA (March 30-31) p. 32-43, 1989.

KAPLAN, Robert S.; COOPER, Robin. Cost & Effect: Using Integrated Cost Systems to Drive Profitability and Performance. Boston: Harvard Business School Press, 1998.

JIAMBALVO, James. Managerial Accounting. New York: John Wiley&Sons Inc, 2002.

OZAN, Turgut M. Applied Mathematical Programming for Engineering and Production. Englewoods Cliffs CA: Prentice Hall, 1986.

TSAI, Wen-Hsien. Activity Based Costing Model For Joint Products. Computers & Industrial Engineering, 31, p. 725-729, 1996.

TSENG, Li-Jung; LAI, Chien-Wen. ABC Joint Products Decision with Multiple Resource Constraints. Journal of American Academy of Business, Cambridge: Mar; 11, 1; ABI/INFORM Global, 2007.