

## **Modelo de Gestão para Otimização de Lucratividade em Companhias Descentralizadas**

Autoria: Raimundo Nonato Sousa Silva, Raad Qassim

### **Resumo**

Este estudo procurou desenvolver um modelo de gestão voltado para otimização da lucratividade em organizações cujas decisões são descentralizadas, tendo como fundamentos os conceitos de Descentralização e de Preços de Transferência sendo elaborado em programação matemática. O modelo foi concebido considerando as características operacionais de uma companhia composta por divisões que atuam como centros de lucro e assumindo que uma divisão pode receber bens ou serviços de outras divisões bem como externamente, não tendo qualquer limitação quanto ao número de divisões ou produtos podendo haver inúmeras divisões, produzindo um número  $n$  de produtos, que podem ser totalmente acabados numa única divisão e negociados prontamente ou fazer parte de uma cadeia produtiva, em que a última divisão da cadeia estaria encarregada de finalizá-los e vendê-los ao mercado externo. O modelo é composto de uma função objetivo e de um conjunto de restrições, cabendo à função objetivo medir o desempenho do sistema, representado pela companhia e suas divisões, em termos de lucratividade. Às restrições, por sua vez, cabe a função de garantir que a solução do problema esteja de acordo com as limitações impostas pelo sistema.

### **Introdução.**

As organizações que resolveram descentralizar o processo de tomada de decisão delegando às divisões mais autoridade, invariavelmente tiveram que instituir um sistema formal de preços de transferência, cuja atribuições incluem: a liberdade das divisões na determinação do preço, preservar a autonomia das divisões, avaliar desempenho e, sobretudo, coordenar as ações das divisões de forma que estas viessem a maximizar o resultado da companhia como um todo. Para tanto, as organizações contam com diversos métodos de determinação de preços de transferência, ocorre que, apesar da existência de uma vasta literatura sobre o assunto, a adoção desse mecanismo de preços sempre foi considerada pelos administradores como uma das tarefas mais difíceis de se executar tanto na concepção propriamente dita do preço, quanto na aplicação dele, sobretudo porquê dificilmente consegue-se um valor que atenda, ao mesmo tempo, a duas organizações. Isto posto, pode levar a crer que implementação de um sistema formal de preços de transferência não resolve, por si só, a necessidade de congruência de objetivos entre as divisões e a organização. Assim, de que adianta uma divisão usar um preço de transferência baseado num determinado método se isto, de alguma forma, embora lhe favoreça, venha a ser francamente prejudicial às pretensões da organização por melhores resultados.

Face o exposto, este estudo espera contribuir com o processo de tomada de decisão em organizações descentralizadas, apresentando uma metodologia voltada para a maximização do lucro. Para tanto foi elaborado um modelo que integra o mecanismo de preços de transferência, a alternativa de terceirização da produção, e a determinação do volume de produção e venda, como sendo estes os fatores decisivos na determinação da lucratividade da companhia. Com relação ao preço de transferência, o modelo determinará um valor que ajudará na validação ou no aprimoramento do mecanismo utilizado pela empresa, resguardando o princípio da manutenção da congruência de objetivos entre as divisões e a empresa. Portanto, a contribuição deste trabalho se evidencia na medida em que apresenta uma abordagem em termos gerenciais para a relação custo-volume-lucro, através da

proposição de uma sistemática que visa a determinação da lucratividade em organizações descentralizadas, levando em consideração os principais aspectos relacionados ao contexto em que elas estão inseridas.

### **Aspectos Metodológicos**

Neste trabalho é dada ênfase à questão do preço ótimo a ser utilizado por diferentes divisões, com o intuito de maximizar o lucro da divisão e da organização a qual ela está inserida. Desse modo, utiliza-se os fundamentos da pesquisa operacional com uso da técnica de programação linear e não linear, tendo em vista que através dela serão reduzidas as incertezas envolvidas na decisão sobre o preço. Assim, este estudo foi construído através das seguintes etapas:

- a) Definição do problema;
- b) Construção do modelo;
- c) Aplicação e validação do modelo;
- d) Avaliação Final

A maximização do lucro de uma companhia descentralizada é definido como o principal problema da pesquisa, levando-se em consideração o conflito de interesses e a falta de congruência de objetivos entre as divisões e a organização, normalmente verificado durante o processo de comercialização dos produtos, pode implicar negativamente no resultado da corporação. Consoante com o problema, acredita-se que apenas a existência de um mecanismo formal de preços de transferência não garante, por si só, que um bom desempenho de uma divisão necessariamente implique em aumento nos resultados da companhia. Posto isso, acredita-se que a solução para este problema venha através da adoção de um adequado mecanismo de determinação de preços de transferência, que defina um valor que seja do interesse tanto da divisão quanto da companhia, bem como da determinação de volumes adequados de produção e vendas, externas e internas, pelas divisões. Para resolver esse problema optou-se pela construção de um modelo com o objetivo de otimizar os resultados das divisões e da companhia, com base na determinação de volumes de produção e venda, como também dos preços de transferência, levando-se em conta as variáveis envolvidas no contexto sob o qual estão inseridas as divisões. Para tanto, foi definido o escopo e a identificação das características relevantes do sistema a ser modelado, no contexto do problema específico em estudo. Como próximo passo, o modelo será aplicado através de exemplos numéricos representativos da situação real para posterior validação dos resultados. De posse dos resultados apresentados pelo modelo proceder-se-ão as avaliações finais.

### **Descentralização e Preço de Transferência**

No atual ambiente econômico, caracterizado pela crescente competitividade, a maximização do resultado de grandes corporações depende da agilidade com que as decisões são tomadas, tanto no que se refere as questões administrativas quanto operacionais e financeiras. Com base nisso muitas empresas que operavam através de um modelo de decisão centralizado mudaram a maneira como estavam organizadas e o modo como negociavam em busca de mais agilidade na tomada de decisão, passando a delegar autoridade e a descentralizar seu processo de gestão visando alcançar mais eficiência organizacional (VANCIL, 1979).

Em organizações divisionalizadas a descentralização trás para cada divisão mais liberdade para tomar suas decisões, cabendo a alta administração acompanhar suas atividades a fim de impedir que uma decisão divisional prejudique os interesses da organização como um todo, uma vez que a atuação das divisões deve ter como objetivo maior a maximização do lucro da organização. Em função disso, mesmo em empresas descentralizadas torna-se necessário o estabelecimento de normas e procedimentos administrativos, através das quais as divisões se

orientam quando tomam decisões operacionais e financeiras. Entre essas normas está aquela que estabelece os critérios para a determinação do preço praticado na comercialização entre as divisões. Esse preço, denominado de preço de transferência, tem como objetivo básico orientar o procedimento de compra e venda entre divisões, normalmente conflituoso, principalmente entre aquelas com alto grau de independência. Sobre essa questão ZIMMERMAN (1997, pg.197), argumenta, que “enquanto os mercados orientam automaticamente o relacionamento e as decisões das divisões, as empresas procuram traçar procedimentos administrativos para obter o que os mercados conseguem automaticamente”. De fato, quando as divisões podem operar em mercados perfeitamente competitivos, o preço dito ideal acaba sendo determinado naturalmente. Todavia nem sempre é possível operar num mercado perfeitamente competitivo principalmente quando o objeto em negociação refere-se a produtos intermediários.

No tocante ao preço de transferência o problema é que, toda vez que duas divisões interagem, com uma divisão adquirindo a produção de outra, surgem problemas de preços de transferência. Para COX, HOWE E BOYD (1997), o preço de transferência é um problema complexo devido a diversos fatores envolvidos. Entre esses fatores eles citam, as medidas de desempenho da firma, os fornecedores e os compradores dos produtos das divisões, o modelo de determinação do preço de transferência, o custo unitário, o preço de mercado e a capacidade de fornecimento e compra da divisão. Todos esses fatores contribuem para que o preço de transferência continue sendo um dos mais difíceis problemas para serem resolvidos pelas empresas.

As principais razões que justificam o uso do mecanismo são: a) alocação de recursos; b) avaliação de desempenho; e c) concordância de objetivos. No entender de KAPLAN e ATKINSON (1995, pg. 596) “o preço de transferência tem a função de guiar as decisões de produção e aquisição entre centros de lucros e, através da mensuração da lucratividade, avaliar esses centros como entidades separadas”. Para BENKE e EDWARDS (1980) o preço de transferência é um elemento do sistema de controle gerencial de uma firma onde os objetivos principais são alcançar a congruência de metas entre a administração e os gerentes divisionais e avaliar desempenho. Para eles, um preço de transferência ideal deverá operar de tal modo que cada segmento busque maximizar seu lucro de modo haver uma distribuição de recursos que maximizarão os lucros da companhia como um todo. Porém, eles ressaltam que conflitos sempre vão existir porque o preço de transferência que melhor promove congruência de metas, pode não ser o melhor para avaliação de desempenho.

### **Teoria Matemática Aplicada à Decisões Gerenciais**

A Teoria Matemática tem como função a construção de modelos matemáticos capazes de simular situações reais na empresa. Esses modelos são criados para resolver principalmente problemas de tomada de decisão. Entre as técnicas disponíveis, tem-se programação matemática e métodos probabilísticos. A primeira compreende programação linear e não linear, e a segunda engloba teoria da decisão, teoria das filas, etc.

A utilização dos modelos matemáticos na administração ganha a cada dia mais adeptos uma vez que eles possibilitam antecipar possíveis resultados, dada uma situação proposta. Num mundo competitivo em que as decisões estão cada vez mais complexas, a antecipação de um problema iminente e a avaliação de possíveis soluções podem representar um grande diferencial em termos de administração de negócios. Para DONELLY, GIBSON e IVANEVICH (1981), que definem o modelo matemático como uma simplificada representação de relevantes aspectos de um sistema ou processo real, é importante a utilização

desse modelos em administração, pois “habilitará o tomador de decisão a experimentar possíveis soluções, sem interromper o andamento do sistema”.

Entretanto, embora de grande utilidade, a aplicação da teoria matemática na criação de modelos encarregados de resolver problemas gerenciais necessitava de uma ferramenta que agilizasse sua aplicação prática. Foi com o avanço verificado na informática que o uso de modelos como instrumento de auxílio no processo de tomada de decisão ganhou notoriedade. Hoje em dia, dificilmente a administração deixa de fazer uso dos modelos na busca de soluções de seus problemas cada vez mais complexos.

Para HORNGREN (1977, pg.350), a aplicação da Teoria Matemática através de seus modelos e a teoria da decisão trouxeram grande melhoria na qualidade no processo decisório. Segundo esse autor “A utilização de modelos matemáticos ajuda os Contadores na resolução de problemas complexos na organização, particularmente no âmbito da tomada de decisão”. Destaca ainda que a orientação básica da Teoria da Decisão tem as seguintes características: 1) um objetivo organizacional que possa ser quantificado. Este objetivo pode assumir várias formas. Na maioria das vezes, é expresso como uma maximização (ou minimização) de alguma forma de lucro (ou prejuízo). Esta quantificação é, muitas vezes, chamada de critério de escolha ou função-objetivo e é usada para avaliar os caminhos e como base de escolha da melhor alternativa; 2) um conjunto das diversas alternativas de ação que estejam sendo explicitamente consideradas. Este conjunto de ações deve ser coletivamente exaustivo e mutuamente exclusivo; 3) um conjunto de todos os eventos que importam (às vezes chamados de situações) que possam ocorrer. Este conjunto, também, deve ser coletivamente exaustivo e mutuamente exclusivo. Portanto, só ocorrerá de fato uma das situações; 4) um conjunto de probabilidades que descreva a probabilidade de ocorrência de cada evento; 5) um conjunto de resultados (muitas vezes chamados de rendimentos) que meçam as consequências das várias ações possíveis em termos da função-objetivo. Cada resultado depende de um caminho específico e de um evento específico.

Quando o gestor de uma organização toma uma decisão, deve fazê-lo observando todo um cenário onde a mesma se inclui; da definição do problema até às consequências da alternativa escolhida para implementação. Vale lembrar que embora seja de fundamental importância os aspectos qualitativos das alternativas, é sempre oportuno considerar que a quantificação do problema serve para reduzir o número de alternativas disponíveis, tendo em vista a objetividade que a mesma carrega. Nesse sentido, KOONTZ e O'DONNELL (1982) alertam que um grande desafio para o gestor corresponde ao tratamento a ser dispensado com as novas perspectivas de informações e a maneira de tratá-las, destacando que o gestor deve estar atento às informações de caráter econômico, pelo seu valor elucidativo.

Segundo HILLIER e LIEBERMAN (1988) uma maneira de resumir as fases usuais de um estudo de pesquisa operacional é a seguinte 1) Formulação do problema; 2) Construção de um modelo matemático para representar o sistema em estudo; 3) Cálculo de uma solução a partir do modelo; 4) Teste do modelo e da solução derivada dele; 5) Estabelecimento do controles sobre a solução; 6) Pôr a solução para funcionar: implementação.

Uma das técnicas mais utilizadas na abordagem de problemas em pesquisa operacional é a programação linear. A programação linear é uma técnica matemática que tem como objetivo encontrar a melhor solução para problemas que tenham seus modelos representados por expressões lineares. O âmbito de aplicação dessa técnica se restringe aos problemas cuja representação simbólica pode ser feita por uma linha reta em gráfico. Desse modo, a programação linear consiste na maximização ou minimização de uma função linear, denominada de função objetivo, respeitando-se um sistema linear de igualdades ou desigualdades, denominadas de restrições, as quais referem-se aquilo que impede um melhor

desempenho de um sistema. Normalmente tais, restrições representam limitações de recursos. A solução ótima do problema corresponde àquela que maximiza ou minimiza a função objetivo, assim, a programação linear visa determinar essa solução ótima.

### Modelagem e Processo de Decisão

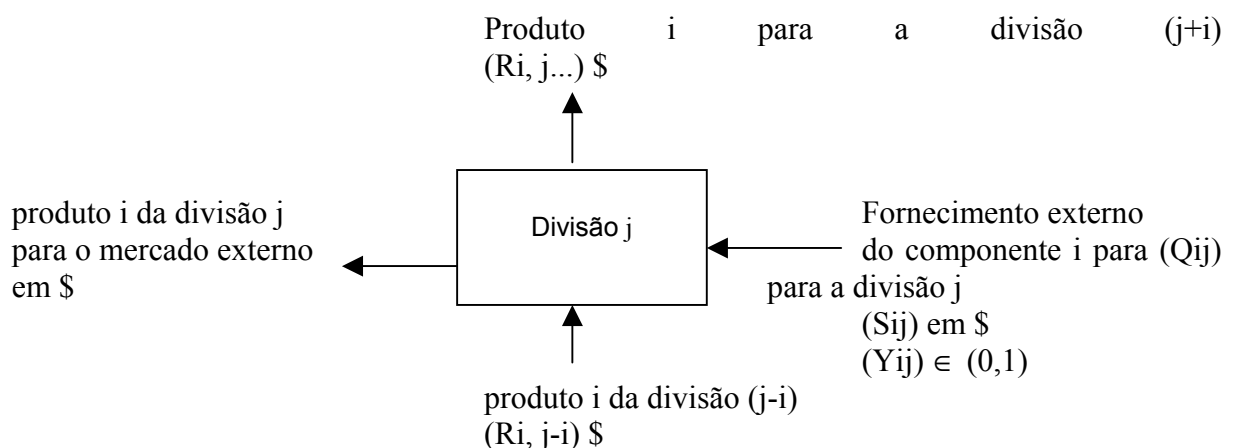
Um estudo de pesquisa operacional consiste, basicamente, em construir um modelo de um sistema real existente como meio de analisar e compreender o comportamento dessa situação. Este sistema pode existir atualmente ou pode ainda estar em concepção. No primeiro caso, o objetivo do estudo é analisar o desempenho do sistema para escolher uma ação no sentido de aprimorá-lo. No segundo caso, o objetivo é identificá-lo com a melhor estrutura do sistema futuro.

Os modelos de programação matemática têm sido muito utilizados para solucionar problemas gerenciais que vão desde questões de custeio de produtos e serviços até determinação de variáveis para otimização de lucratividade. O modelo desenvolvido neste trabalho é um exemplo desta aplicação pois tem a função de auxiliar o processo de tomada de decisão da companhia. Nele, procura-se determinar o melhor resultado possível de uma organização divisionalizada, dentro de certas condições operacionais, tendo como base o preço de transferência praticado entre as divisões, as quantidades produzidas e transferidas, os custos operacionais e a terceirização da produção.

Como principal incumbência o modelo desta pesquisa pretende determinar um conjunto de dados que leve a companhia a atingir o nível de lucratividade máxima, a partir do desempenho das divisões envolvidas. Ele tem como pressuposto básico a soma dos ganhos obtidos através das vendas externas e das transferências internas menos os custos de produção, inclusive os gastos com terceirização e de fornecimento interno. Nesse modelo, assume-se que as divisões podem comprar e vender externamente, além de negociar internamente através de preços de transferência conforme será abordado com mais profundidade no próximo tópico.

### Fundamentação do Modelo de Gestão para Otimização de Lucratividade em Organizações Descentralizadas.

O modelo está fundamentado nas características operacionais de uma companhia composta por divisões que atuam sob o conceito de centros de lucros operando entre si e com o mercado simultaneamente. Desse modo, a formulação do modelo foi fundamentada na suposição pela qual uma divisão pode receber bens ou serviços de outras unidades bem como externamente. Com base no exposto, surgiu a seguinte configuração mostrada a seguir:



De acordo com a figura acima, a divisão  $j$  tem como fonte de fornecimento a divisão  $j-1$  e, desse modo, a quantidade de produtos que ela produzirá dependerá do volume que receber de  $j-1$ . Além disso, a divisão  $j$  poderá terceirizar parte de sua produção, esta decisão implicará numa diminuição de tempo de processamento das peças em seu domínio. Por outro lado, a divisão  $j$  poderá transferir para a divisão  $j+1$  a totalidade de sua produção ou transferir apenas uma parte e o restante negociar com o mercado externo. Desse modo, num universo de várias divisões, o volume de produção e venda da divisão  $n$  dependerá exclusivamente da quantidade que foi recebida de  $n-1$ . Esta situação poderá ser evitada por uma determinação da companhia para que haja transferência de produção entre as divisões ou, na hipótese de uma divisão negociar toda sua produção com o mercado, a divisão prejudicada possa buscar junto ao mercado externo os insumos para sua fabricação. Ressalta-se que a formulação do modelo não tem qualquer limitação quanto ao número de divisões ou produtos. Podem haver inúmeras divisões produzindo um número  $n$  de produtos que podem ser totalmente produzidos numa única divisão e ser negociado prontamente ou fazer parte de uma cadeia produtiva em que a divisão final ( $J$ ) estaria encarregada de finalizá-lo e vendê-lo ao mercado. A seguir, será apresentado o modelo proposto de otimização de lucratividade.

### O Modelo de Otimização da Lucratividade

O modelo que será apresentado seguir é composto basicamente de uma função objetivo e de um conjunto de restrições. À primeira, cabe medir o desempenho do sistema, no caso a capacidade de gerar lucro, obedecidas determinadas condições. As restrições, por sua vez, garantem que a solução do problema esteja de acordo com as limitações impostas pelo sistema. Tanto a função objetivo quanto o conjunto de restrições fazem referência às variáveis do problema. No caso do problema examinado, as variáveis são as quantidades de cada produto a serem produzidas em cada divisão. A função objetivo mostra como o lucro se relaciona com as variáveis do problema com vistas a atingir o lucro máximo, e o conjunto de restrições mostra os limites para as mesmas variáveis.

Desse modo, no presente modelo busca-se maximizar o lucro, assim, a função objetivo em sua versão primária é definida com base na receita total e nos custos dos componentes comprados de fora ou terceirização de processo de produção.

Com base nisso, a formulação do modelo é apresentada da seguinte forma:

$$\text{Maximizar: } \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J (q_{ij} Z_{ij} T_{ij} - s_{ij} Y_{ij} T_{ij}), \quad (1)$$

As variáveis do problema não podem assumir qualquer valor, desse modo estão sujeitas as restrições abaixo as quais serão comentadas logo adiante :

$$\sum_{i=1}^I (p_{ij} (1 - Y_{ij}) T_{ij} + u_{ij} Y_{ij} T_{ij}) + V_j = w_j; j = 1, \dots, J; \quad (2)$$

$$T_{ij} + X_{ij} = d_{ij}, i = 1, \dots, I, j = 1, \dots, J \quad (3)$$

$$(1 - Z_{i(j-1)}) T_{i(j-1)} = T_{ij}, i = 1, \dots, I, j = 1, \dots, J \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^I [R_{ij} T_{ij} (1 - Z_{ij}) - R_{i(j-i)} T_{i(j-i)} (1 - Z_{i(j-i)})] \leq \sum_{i=1}^I (q_{ij} Z_{ij} T_{ij} - s_{ij} Y_{ij} T_{ij}) ; j = 1, \dots, J \quad (5)$$

$$Z_{ij} = 1 \quad i = 1, \dots, I, \quad (6)$$

$$Y_{ij} \in (0,1) \quad i=1,\dots,I, j=1,\dots,J \quad (7)$$

$$Z_{ij} \geq 0 \quad i=1,\dots,I, j=1,\dots,J \quad (8)$$

$$Z_{ij} \leq 1 \quad i=1,\dots,I, j=1,\dots,J \quad (9)$$

$$T_{ij} \geq 0 \quad i=1,\dots,I, j=1,\dots,J \quad (10)$$

$$X_{ij} \geq 0 \quad i=1,\dots,I, j=1,\dots,J \quad (11)$$

$$V_j \geq 0 \quad i=1,\dots,I, j=1,\dots,J \quad (12)$$

$$R_{ij} \leq q_{ij} \quad i=1,\dots,I, j=1,\dots,J \quad (13)$$

$$R_{ij} \geq s_{ij} Y_{ij} + c_{ij} + R_{ij-1} \quad i=1,\dots,I, j=1,\dots,J \quad (14)$$

É oportuno frisar que no modelo as receitas internas relativas as transferências bem como os outros custos operacionais, aparecem, por enquanto, apenas como restrição mas não na função objetivo, como fator de impulsão da lucratividade. Tal fato será considerado mais adiante numa das versões derivadas do modelo original. A seguir será apresentada a notação do modelo e em seguida as considerações sobre a função objetivo e as restrições.

### Notação do Modelo

Para a melhor compreensão, apresentaremos a seguir a notação do modelo onde é definido o significado de cada variável:

i - índice que representa o produto sendo fabricado ou negociado;

j - índice que representa a divisão;

J – Índice que representa a última divisão na cadeia de produção. Esta divisão não usa preços de transferência pois negocia apenas para o mercado externo;

$p_{ij}$  - tempo total de processamento da peça i na divisão j sem terceirização;

$q_{ij}$  - preço de mercado por unidade para a peça i na divisão j para comercialização;

$s_{ij}$  - preço unitário de peça ou insumo comprados externamente, ou ainda terceirização do processo de fabricação do produto i, na divisão j ;

$u_{ij}$  - tempo de processamento da peça i na divisão j após fornecimento externo ou terceirização;

$w_j$  - tempo total de produção disponível na divisão j ;

$d_{ij}$  - demanda de mercado para a peça i produzida na divisão j.

$c_{ij}$  Custos operacionais

$R_{ij}$  - preço de transferência por unidade da peça i na divisão j;

$X_{ij}$  – quantidade demandada e não produzida da peça i na divisão j ;

$Y_{ij}$  - variável binária , igual a 1, quando há terceirização do produto i na divisão j e, igual a 0 quando não houver terceirização;

$Z_{ij}$  - fração da produção da peça i na divisão j para comercialização;

$T_{ij}$  - volume de produção da peça i na divisão j ;

$V_j$  - tempo ocioso na divisão  $j$  ;

### **Considerações Sobre a Função-Objetivo e as Restrições do Modelo**

A função-objetivo do modelo (1), visa determinar a otimização do resultado da companhia através da diferença entre o somatório das receitas externas das divisões menos os custos dos materiais comprados externamente, que foram agregados ao produto, ou terceirização de parte da produção. Outra versão do modelo, que incorpora outros custos operacionais, será apresentada mais adiante.

A restrição (2) determina a capacidade operacional de cada divisão. É possível notar de antemão que quando a produção for terceirizada, com  $Y=1$ , há uma tendência de parte do tempo disponível no recurso ficar ociosa. Por outro lado, o tempo disponível no recurso pode representar um *gargalo* (restrição) caso seja inferior ao tempo necessário para o processamento do volume de produção no recurso.

A restrição (3) assegura que a quantidade produzida numa divisão não deverá exceder a demanda de mercado para esse produto. Caso a divisão em questão, fabrique um volume de produção abaixo do volume demandado pelo mercado verificar-se-á uma folga, que representará a quantidade demandada de produtos mas não atendida pela divisão. É importante ressaltar que o modelo leva em consideração que nenhuma produção permanecerá em estoque, isto é, a produção que não for vendida será transferida para outra divisão.

A restrição (4), por sua vez, determina a quantidade de produtos que uma divisão transfere para outra. Essa restrição estabelece que a quantidade a ser transferida de uma divisão para outra, depende do volume das vendas externas feita pela divisão fornecedora. Desse modo, se uma determinada divisão fornecedora resolver vender toda sua produção para o mercado, a divisão seguinte, na cadeia produtiva, ficará sem insumo para sua fabricação. Portanto, uma divisão poderá tornar ociosa outra que dela dependa para produzir. Como as divisões atuam como centros de lucros e, portanto, quanto maior for o lucro melhor será sua avaliação na organização, o bom desempenho de uma poderá implicar no mau desempenho de outra e isto pode significar um problema maior para a companhia visto que o melhor para uma divisão isoladamente não é necessariamente o melhor, em termos de rentabilidade, para a organização como um todo.

A restrição (5), reflete uma política da empresa que estabelece que o ganho derivado das transferências entre as divisões deverá ser menor ou igual ao lucro relativo às vendas para o mercado externo. Em outras palavras, esta restrição impede que uma divisão produtora venha cobrar um preço superior ao do mercado externo nas transferências. Na prática esta restrição, conjugada com as restrições (13) e (14), visa incentivar a compra dos insumos internamente, tendo em vista imposição de preço de transferência menor do que o preço de mercado. Tal situação pode vir a favorecer ou prejudicar a divisão vendedora, pois a divisão fornecedora, tendo em vista o baixo preço de transferência, poderá optar em vender tudo para fora, deixando-a sem insumo para trabalhar.

A restrição (6) estabelece que a última divisão na cadeia de produção da companhia deve vender todos seus produtos ao mercado externo uma vez que esta não poderá mais transferir sua produção para nenhuma divisão, já que é a última na cadeia produtiva. Note-se que esta divisão é a única que está autorizada a vender toda sua produção para fora sem que isto interfira na produção de outras divisões. Além disso, seria melhor, em termos de lucratividade, que as vendas externas fossem feitas apenas por essa divisão uma vez que o seu produto tende a ter o maior valor agregado e, portanto, gerar o maior lucro se comparado ao de outras divisões. Ocorre que, na condição de centros de lucros, outras divisões vão querer negociar com o mercado externo onde o preço é maior, a não ser que a venda interna seja



igualmente interessante ou haja uma imposição da companhia para que as divisões operem internamente.

As restrições (7) a (12) asseguram a consistência numérica das variáveis de decisão. Vale ressaltar que neste modelo podem ser inseridas outras restrições conforme exigência do usuário e política interna da empresa.

É importante mencionar que o modelo da pesquisa é flexível para aceitar reformulações ao modelo original em função da inserção de uma nova variável ou restrição que seja incorporado ao sistema.

Por outro lado, é oportuno lembrar que o resultado apresentado pelo modelo depende da qualidade dos valores atribuídos aos parâmetros. Preços e custos, por exemplo, quando não refletem adequadamente o valor exato da variável que pretende expressar, pode levar o modelo a gerar um resultado que não representa a realidade.

Portanto o modelo incorpora e reproduz um resultado consistente com os valores a ele submetido. Todavia, quando um valor de variável é alterado imediatamente o impacto disso será sentido na função objetivo e demais variáveis.

### Derivações do Modelo Original

Uma das principais características do modelo é sua flexibilidade no tocante à inserção de políticas da empresa, de forma a refletir melhor as condições operacionais da organização, bem como a melhor aplicabilidade segundo as necessidades gerenciais.

Quando a produção é em cadeia simples onde todas as peças produzidas por uma divisão são transferidas para a divisão seguinte onde será dada continuação ao processo de produção, a maneira encontrada de informar para o modelo tal procedimento, pode ser feita de acordo com a restrição  $(1 - Z_{i(j-1)})T_{i(j-1)} = T_{ij}$ , que indica ao modelo que o volume de produção

não vendido por uma divisão j-1 deverá ser transferido para a próxima divisão j. Isto posto, o modelo calculará a produção da última divisão. Todavia, a situação mais comum é a de que uma determinada divisão trabalhe para uma ou várias divisões, nesse hipótese, a divisão A abastece simultaneamente as divisões B, C e D, e a quantidade processada em D decorre das quantidades enviadas por A, B e C.

Esta pequena complexidade torna inviável a manutenção da restrição (5) de acordo como foi definida.

Para equacionar o problema acima exposto, passou-se a considerar que o volume produzida na divisão A compreendia a soma das unidades vendidas externamente mais aquelas transferidas para B, C e D. Do mesmo modo, o volume produzido em B e C dependeria das quantidades recebidas de A e seria igual as quantidades vendidas para o mercado externo somadas com as quantidades enviadas para a Divisão D; ao mesmo tempo que as quantidades produzidas em D seria a soma das quantidades recebidas por A, B e C. Usando os mesmos parâmetros do modelo tem-se que:

$$TiA = TiA.ZiA + KiB(TiA - TiA.ZiA) + KiC(TiA - TiA.ZiA) + KiD(TiA - TiA.ZiA);$$

$$TiB = KiB (TiA - TiA.ZiA) KiB;$$

$$TiC = KiC (TiA - TiA.ZiA);$$

$$TiD = KiD (TiA - TiA.ZiA) + TiB - TiB.ZiB + TiC - TiC.ZiC;$$

Sujeito a:

$$KiA + KiB + KiC = 1;$$

$$KiA > 0;$$

$$\begin{aligned} K_{iB} &> 0; \\ K_{iC} &> 0; \end{aligned}$$

Onde K é uma fração da peça “i” da divisão “j” que é transferida para uma outra divisão “j+1” e T é o volume de produção.

Com a inclusão da variável “K” tem-se que o volume fabricado pela divisão fornecedora tem seu volume de produção expresso como:

$$(1 - Z_{ij})T_{ij} = \sum_{j=1}^n K_{ij+1}(1 - Z_{ij})T_{ij}, i=1,...,I, j=1,...,J$$

Do mesmo modo, a restrição (5) que determina o volume de unidades transferidas, nesta nova versão, passa a ter a seguinte expressão:

$$T_{ij+1} = K_{ij+1}(1 - Z_{ij})T_{ij}, i=1,...,I, j=1,...,J$$

Com as modificações mencionadas, o modelo completo passa a ter a seguinte apresentação:  
Maximizar:

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J (q_{ij} Z_{ij} T_{ij} + R_{ij}(1 - Z_{ij})T_{ij} K_{ij+1} - s_{ij} Y_{ij} T_{ij} - R_{ij-1}(1 - Z_{ij-1})T_{ij-1} K_{ij} - c_{ij} T_{ij}); \quad (1)$$

Sujeito a:

$$\sum_{i=1}^I (p_{ij}(1 - Y_{ij})T_{ij} + u_{ij} Y_{ij} T_{ij}) + V_j = w_j; j = 1,...,J; \quad (2)$$

$$T_{ij} + X_{ij} = d_{ij}, i = 1,...,I, j = 1,...,J \quad (3)$$

$$(1 - Z_{ij})T_{ij} = \sum_{j=1}^n K_{ij+1}(1 - Z_{ij})T_{ij}, i=1,...,I, j=1,...,J \quad (4)$$

$$T_{ij+1} = K_{ij+1}(1 - Z_{ij})T_{ij}, i=1,...,I, j=1,...,J \quad (5)$$

$$Z_{iJ} = 1 \quad i=1,...,I, \quad (6)$$

$$Y_{ij} \in (0,1) \quad i=1,...,I, j=1,...,J \quad (7)$$

$$Z_{ij} \geq 0 \quad i=1,...,I, j=1,...,J \quad (8)$$

$$Z_{ij} \leq 1 \quad i=1,...,I, j=1,...,J \quad (9)$$

$$T_{ij} \geq 0 \quad i=1,...,I, j=1,...,J \quad (10)$$

$$X_{ij} \geq 0 \quad i=1,...,I, j=1,...,J \quad (11)$$

$$V_j \geq 0 \quad i=1,...,I, j=1,...,J \quad (12)$$

$$R_{ij} \leq q_{ij} \quad i=1,...,I, j=1,...,J \quad (13)$$

$$R_{ij} \geq s_{ij} Y_{ij} + c_{ij} + R_{ij-1} \quad i=1,...,I, j=1,...,J \quad (14)$$

$$c_{ij} \geq 0 \quad i=1,...,I, j=1,...,J \quad (15)$$

$$K_{ij+1} \geq 0 \quad i=1,...,I, j=1,...,J \quad (16)$$

$$K_{ij+1} \leq 1 \quad i=1,\dots,I, j=1,\dots,J \quad (17)$$

Com esta atualização a restrição (4) refere-se à quantidade a ser fabricada pela divisão produtora necessária para vendas externas, se houver, e para o abastecimento das demais divisões. Do mesmo modo, a restrição (5) passa a expressar o volume de produção da divisão vendedora, isto é, da divisão que tem sua produção vinculada ao que recebe da divisão produtora.

É importante frisar, que quando o modelo for aplicado para uma situação de cadeia simples, isto é, uma divisão produz e transfere para a seguinte, a variável  $k_{ij+1}$  será igual a 1, uma vez que a produção transferida para a divisão seguinte será igual à produção da unidade produtora menos a quantidade vendida para fora, se houver.

### **Aplicação do modelo através de exemplos numéricos**

Para melhor compreender o modelo e seus resultados, serão utilizados dois exemplos nos quais os produtos são fabricados em cadeia produtiva, onde cada divisão processa o bem até um determinado ponto e, em seguida, transfere a produção para outra divisão que continuará o processamento. Além disso, em ambos exemplos, as divisões podem, também, interagir com o mercado externo, comprando materiais e/ou terceirizando a produção e/ou vendendo produtos intermediários ou acabados, conforme for o caso. Para a aplicação dos dois exemplos será utilizado a versão ajustada do modelo que inclui custos operacionais e receitas internas, conforme apresentado no tópico anterior.

Neste exemplo serão considerados dois produtos e quatro divisões onde os produtos (1 e 2) são fabricados ao longo de uma cadeia de produção composta pelas divisões A, B, C e D. Em cada divisão os produtos alcançam um estágio tal de produção tendo inclusive condições de serem vendidos para o mercado externo. Todavia, os produtos só chegam à condição final de produção acabada na divisão D de onde são negociados apenas para o mercado externo, até lá, são produtos semi-acabados. Isto não implica necessariamente que, apesar de estarem na condição de produtos em processo, não exista mercado para eles.

Assim, neste exemplo, tenta-se reproduzir uma situação em que as divisões atuam com pouca independência no tocante a decisão de comprar e vender, sobretudo pela natureza de sua produção uma vez que normalmente não existe mercado externo para produtos semi-acabados. Em função disso, elas tem como condição natural a transferência interna cujo preço normalmente está vinculado em geral ao custo mais uma margem de lucro conforme consta na literatura, e por conta disso normalmente essas divisões são classificadas como centro de custos.

É oportuno ressaltar, entretanto, que o modelo procurará estabelecer o melhor valor de referência que possibilite a maximização do lucro. Assim, o preço de transferência, a ser determinado pelo modelo, é o valor que irá possibilitar o melhor resultado para a companhia e foi definido levando-se em conta as restrições impostas pelo modelo no tocante ao custo de produção e o preço de mercado.

Os dados do primeiro exemplo de acordo com as variáveis e a notação do modelo é apresentado no quadro abaixo:

Quadro 1- Parâmetros de entrada relativos ao Produto 1

Variáveis / Divisões de Produção	Divisão A	Divisão B	Divisão C	Divisão D
Preço de Mercado para o Produto (Q)	\$60	\$80	\$120	\$160
Tempo de Fabricação na Divisão (P)	5 min.	10 min.	10 min.	15 min.
Preço de Transferência (R)	a calcul.	a calcul.	a calcul.	a calcul.
Preço do Insumo ou Terceirização (S)	\$5	\$6	\$10	\$14
Quantidade não Produzida (X)	a calcul.	a calcul.	a calcul.	a calcul.
Volume Produzido (T)	a calcul.	a calcul.	a calcul.	a calcul.
Tempo de Fabric. com Terceirização (U)	3 min.	5 min.	3 min.	8 min.
Tempo Ocioso na Divisão (V)	a calcul.	a calcul.	a calcul.	a calcul.
Tempo Total Disponível na Divisão	2400 min.	2400 min	2400 min	2400 min
Demanda para o Produto (D)	200 und.	120 und.	100 und.	90 und.
Custo de Produção na Divisão	\$12	\$16	\$20	\$35

Os parâmetros do produto 2 será apresentado no quadro a seguir:

Quadro 2- Parâmetros de entrada relativos ao Produto 2

Variáveis / Divisões de Produção	Divisão A	Divisão B	Divisão C	Divisão D
Preço de Mercado para o Produto (Q)	\$50	\$70	\$95	\$130
Tempo de Fabricação na Divisão (P)	10 min.	15 min.	14 min.	10 min.
Preço de Transferência (R)	a calcul.	a calcul.	a calcul.	a calcul.
Preço do Insumo ou Terceirização (S)	\$4	\$12	\$15	\$18
Quantidade não Produzida (X)	a calcul.	a calcul.	a calcul.	a calcul.
Volume Produzido (T)	a calcul.	a calcul.	a calcul.	a calcul.
Tempo de Fabric. com Terceirização (U)	5 min.	9 min.	7 min.	6 min.
Tempo Ocioso na Divisão (V)	a calcul.	a calcul.	a calcul.	a calcul.
Tempo Total Disponível na Divisão	2400 min.	2400 min	2400 min	2400 min
Demanda para o Produto (D)	150 und.	120 und.	100 und.	95 und.
Custo de Produção na Divisão	\$10	\$20	\$25	\$30

Processados pelo modelo, os dados inseridos resultaram no seguinte valor:

Lucro máximo da companhia: R\$18.530,00

Para melhor compreender o resultado, o volume físico das operações de cada divisão bem como os preços de transferência, por produto, são apresentados baixo:

Quadro 3- Movimentação física do Produto 1 por divisão

Dados do Produto 1	Divisão A	Divisão B	Divisão C	Divisão D
Volume produzido (T)	200 un..	120 un..	100 un.	90 un
Quantidade não Produzida (X)	0	0	0	0
Volume negociado externamente	80 un.	20 un.	10 un.	90 un.
Volume transferido internamente	120 un.	100	90	-
Preço de Transferência (R)	\$12,625	\$54,00	\$74,00	-

Quadro 4- Movimentação física do Produto 2 por divisão

Dados do produto 2	Divisão A	Divisão B	Divisão C	Divisão D
Volume produzido (T)	140 un.	80 un..	80 un.	80 un.
Quantidade não Produzida (X)	0	40	20	15
Volume negociado externamente	60 un.	0	0	80 un.
Volume transferido internamente	80 un.	80 un.	80	-
Preço de Transferência (R)	\$10,2667	\$30,2667	\$55,2667	-

Como afirmado no tópico anterior, o modelo considera para apuração do lucro da companhia apenas as vendas feitas para fora, todavia, o relatório apresenta as movimentações internas e seus preços de transferência para o caso de se desejar avaliar o desempenho por divisão, conforme evidenciado nos quadros 5 e 6 abaixo.

Quadro 5- Demonstração de Resultados por Divisão – Produto 1

Demonstração de Resultados – Produto 1	Divisão A	Divisão B	Divisão C	Divisão D
Receitas com vendas e transferências	\$6.315,00	\$7.000,00	\$7.860,00	\$14.400,00
Externas	\$4.800,00	\$1.600,00	\$1.200,00	\$14.400,00
Internas	\$1.515,00	\$5.400,00	\$6.660,00	0
Custos operacionais e de transferências	\$2.400,00	\$3.435,00	\$7.400,00	\$9.810,00
Resultado	\$3.915,00	\$3.565,00	\$460,00	\$4.590,00

Quadro 6- Demonstração de Resultados por Divisão – Produto 2

Demonstração de Resultados – Produto 2	Divisão A	Divisão B	Divisão C	Divisão D
Receitas com vendas e transferências	\$3.821,33	\$2.421,33	\$4.421,33	\$10.400,00
Externas	\$3.000,00	0	0	\$10.400,00
Internas	\$821,33	\$2.421,33	\$4.421,33	0
Custos operacionais e de transferências	\$1.400,00	\$2.421,33	\$4.421,33	\$6.421,33
Resultado	\$2.421,33	0	0	\$3.578,67

Resultado Consolidado das Divisões	\$6.336,33	\$3.565,00	\$460,00	\$8.168,67
------------------------------------	------------	------------	----------	------------

Os resultados acima apresentam o desempenho das divisões através de vendas internas e externa. De acordo com esse critério, sem considerar a divisão D, o melhor desempenho entre os centros de custos foi verificado na divisão A. Este resultado decorreu em função de dois fatores principais, em primeiro lugar pelo elevado volume de vendas externas e o segundo lugar pelo fato dela não ter comprado internamente. Desse modo, os custos dessa divisão não incorporaram a parcela de custos relativo às compras internas, fato que ocorreu com todas as outras divisões. Com relação às vendas externas o montante alcançou um total de 140 unidades, conforme mostrado nos quadros 1 e 2, só não superando a divisão D cuja característica operacional é a de vender apenas para fora já que representa a última divisão na cadeia produtiva. Os ganhos provenientes de transferências internas devem ser suprimidos do resultado da companhia. Os quadros 7 e 8 a seguir evidenciam o desempenho das divisões com base apenas nas vendas externas.

Quadro 7- Resultados sobre vendas externas por divisão – Produto 1

Demonstração de Resultados	Divisão A	Divisão B	Divisão C	Divisão D
Receitas Externas	\$4.800,00	\$1.600,00	\$1.200,00	\$14.400,00
Custos operacionais totais	\$2.400,00	\$1.920,00	\$2.000,00	\$3.150,00
Resultado	\$2.400,00	(\$320,00)	(\$800,00)	\$11.250,00

Quadro 8- Resultados sobre vendas externas por divisão – Produto 2

Demonstração de Resultados	Divisão A	Divisão B	Divisão C	Divisão D
Receitas Externas	\$3.000,00	0	0	\$10.400,00
Custos operacionais totais	\$1.400,00	\$1.600,00	\$2.000,00	\$2.400,00
Resultado	\$1.600,00	(\$1600,00)	(\$2.000,00)	\$8.000,00

Resultado Consolidado	\$4.000,00	(\$1920,00)	(\$2.800,00)	\$19.250,00
-----------------------	------------	-------------	--------------	-------------

Conforme destacado nos quadros 7 e 8 as unidades que não tiveram bom desempenho foram aquelas com baixo volume de vendas externas, como foi o caso das divisões B e C.

Os quadros acima tem o mérito de evidenciar com clareza a contribuição de cada divisão no desempenho global da organização. Ressalva-se, entretanto, que no resultado apresentado acima foram incluídos todos os custos de produção do período e não apenas os custos das unidades vendidas pela divisão. Os custos das unidades não vendidas, na demonstração de resultado do exercício, segundo o sistema contábil do custeio por absorção, são extraídos do resultado e transferidos para o balanço patrimonial na forma de estoques de produtos acabados. Todavia, neste trabalho considerou-se que o que não for vendido será necessariamente transferido para uma outra divisão. Assim a inclusão dos custos no resultado acaba sendo compensada pela inclusão da receita interna relativo a transferência da produção não vendida, conforme mostrado nos quadros 5 e 6.

Ainda com relação ao preço de transferência, pode-se observar que as divisões, com exceção da divisão C, venderam internamente a um preço maior do que os custos, isto é, todos tiveram alguma margem de lucro nas transferências internas como podemos verificar nos quadros 3 e 4.

No caso específico da divisão C vale salientar que seu mal desempenho se deu por três razões básicas. A primeira razão é que ela não conseguiu vender para o mercado externo onde o preço é mais competitivo. Em segundo lugar porque seus custos finais acabaram ficando altos por incluir o valor das transferências internas. A terceira pelo fato de que sua transferência para a divisão D acabou saindo ao preço de custos, exceto com relação do produto 1 que teve um pequeno lucro.

Tal fato leva a conclusão que a determinação do valor de preço de transferência escolhido pelo sistema beneficiou especialmente a companhia mas não necessariamente à divisão. O caso da divisão C é exemplar para avaliação de desempenho. Por outro lado, isto mostra uma grande vantagem do modelo em termos de gestão posto que ele sinaliza, independentemente do critério de preços de transferência que esteja sendo usado pela empresa, o valor de referência ideal em termos de lucratividade, tanto para divisão quanto para a companhia, ao mesmo tempo que possibilita apresentar imperfeições no sistema como é o caso, muitas vezes comum, de uma divisão que absorve todos os custos de aquisição mas não consegue repassá-los pelo simples fato de não ter preço de mercado competitivo ou por imposição de uma política interna da organização.

É claro que todos os dados usados neste exemplo, conforme mencionado antes, são dados escolhidos aleatoriamente, todavia os fatos verificados na divisão C dão uma boa mostra do que pode ocorrer em situações reais e também como este modelo pode auxiliar quando da necessidade de antever um determinado cenário.

## **Conclusão**

Os resultados obtidos tanto da aplicação do exemplo 1 como do exemplo 2 refletem os parâmetros e as condições estruturais de cada um, o que significa que os resultados apresentados de um exemplo diferem do outro basicamente em função dos parâmetros de entrada e das variáveis de decisão impostas pelo modelo.

O exemplo 1 tem como característica a produção em cadeia simples, isto é, cada divisão produz para a divisão seguinte, embora exista a possibilidade de vender ou comprar de fora. Já no exemplo 2, foi mostrado uma situação um pouco mais complexa onde a divisão D fornece para todas as divisões seguintes. Desse modo, se um bem produzido na divisão D, fosse inevitável para o acabamento de um produto nas outras divisões, estas teriam que terceirizar, buscando fornecimento externo para a produção quando a divisão D falhasse no fornecimento.

A aplicação do modelo, nos dois exemplos citados, mostrou sua importância tanto no tocante ao impacto da decisão de terceirizar no resultado da companhia, como no que diz respeito a influência do valor do preço de transferência usado pela divisão no processo de avaliação de seu desempenho.

Com relação a terceirização, que pode permitir um aumento do volume de produção, os custos adicionais dela decorridos nem sempre compensam a possibilidade de vender um volume maior de produtos conforme visto no Apêndice 4, uma vez que esses custos acabam sendo repassados para outras divisões afetando resultados e por conseguinte a avaliação de seus desempenhos. Tal fato vem reforçar a tese da Teoria das Restrições, quando afirma que nem sempre operar com a eficiência máxima local implica em maiores ganhos corporativos.

Sobre o preço de transferência conclui-se que embora não influa diretamente no resultado da companhia pode afetar significativamente o resultado das divisões que interagem com outras. Na aplicação do modelo, ficou evidente que a decisão de uma divisão, como terceirizar sua produção ou parte dela, por exemplo, pode impactar negativamente no resultado de outra divisão, uma vez que seus custos são imputados à outra compulsoriamente afetando o seu desempenho. Assim, numa organização que opere com várias divisões, a última na cadeia produtiva terá que ter um preço significativamente alto para cobrir todos os custos das divisões anteriores.

Finalmente o modelo indica, independentemente do sistema de preços de transferência que esteja sendo usado pela empresa, o valor de referência de preço ideal em termos de lucratividade da companhia. Todavia, mostra também que, se uma divisão na cadeia produtiva, absorver todos os custos de outras divisões, bem como a margem de lucros delas, pode não conseguir repassá-los se o seu preço não tiver competitividade em termos de mercado externo.

Tendo em vista a inexistência desse tipo de abordagem em torno do preço de transferências e das condições operacionais, este trabalho representa, através do fornecimento de informações sobre custos e análise do seu impacto no lucro, do volume de produção e vendas, do valor do preço de transferências, relatadas para a empresa de maneira conjunta, um importante avanço em direção ao processo de tomada de decisão, bem como ao aperfeiçoamento do estudo convencional da análise da relação custo-volume-lucro, uma vez que, em ambientes complexos, não basta saber somente o ponto em que a divisão ou a companhia alcança o equilíbrio, mas principalmente o ponto em que o lucro será maximizado. Nesse sentido, esta pesquisa representa uma contribuição importante ao estudo da lucratividade em companhias descentralizadas, bem como ao sistema de controle gerencial, na medida em que fornecerá informações importantes para auxiliar na avaliação de alternativas, bem como na escolha do curso apropriado da ação.

Todavia há necessidade de novos estudos nesse campo de pesquisa, em especial em empresas multinacionais que operam com preços de transferência em diferentes jurisdições, onde o preço acaba sendo influenciado pelas políticas de tributação de cada país, bem como pelo planejamento de impostos feito pela empresa. Assim, embora tenha atuado com mais ênfase sobre preços de transferência doméstico, este estudo poderá servir como ponto de partida para futuras pesquisas nessa área.

## **Referências Bibliográficas**

ATKINSON, Anthony A.; BANKER, Rajiv D; KAPLAN, Robert S.; YOUNG, S. Mark. *Management Accounting*. Prentice Hall, Englewoods Cliffs, NJ, 1995.

BENKE, R. L. e EDWARDS, J.D. *Transfer Pricing: Techniques and Uses*. NY. National Association of Accountants, 1980.

, James F.; HOWE, W. Gerry, and BOYD, Linn H. *Transfer Pricing Effects on Locally Measured Organizations*. Management Accounting . March/April, 1997.

DONNELLY, Jr. James; GIBSON, James L; IVANEVICH, John M. *Fundamentals of Management – Functions, Behavior, Models*. Business Publications, Inc. Plano, Texas, 1981.

HILLIER, Frederick S. e LIEBERMAN, G. J *Introdução à Pesquisa Operacional*. trad. de Helena L. Lemos. Rio de Janeiro: Editora Campus/São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1988.

HORNGREN, Charles T. e FOSTER, Gerge. *Cost Accounting – A Managerial Emphasis*. 6<sup>th</sup> ed. Prentice-hall International Editions. New Jersey, USA, 1977.

KOONTZ, Harold, O'DONNELL, Cyril. *Princípios de Administração: Uma Análise das Funções Administrativas*. 13 ed. São Paulo: Pioneira, 1982.

VANCIL, R. *Decentralization: Managerial Ambiguity by Design*. Homewood, IL, Irwin Professional Publishing, 1979.

ZIMMERMAN, Jerold L.. *Accounting for Decision Making and Control*. Chicago, IL: McGraw-Hill. 1997