

ANA MARIA NÉLO

**DECISÃO DE *MIX* DE PRODUTOS: COMPARANDO A TEORIA DAS
RESTRICÇÕES, O CUSTEIO BASEADO EM ATIVIDADES E O MODELO
GERAL COM A UTILIZAÇÃO DE CUSTOS DISCRICIONÁRIOS**

Tese apresentada à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para
obtenção do Título de Doutor em
Engenharia de Produção.

São Paulo

2008

ANA MARIA NÉLO

**DECISÃO DE *MIX* DE PRODUTOS: COMPARANDO A TEORIA DAS
RESTRICÇÕES, O CUSTEIO BASEADO EM ATIVIDADES E O MODELO
GERAL COM A UTILIZAÇÃO DE CUSTOS DISCRICIONÁRIOS**

Tese apresentada à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para
obtenção do Título de Doutor em
Engenharia de Produção.

Área de Concentração:
Engenharia de Produção

Orientador: Prof. Dr. Reinaldo Pacheco da Costa

São Paulo

2008

In Memoriam: Klayton José de Oliveira Cachina

Meu primeiro sobrinho, que a vida nos surpreendeu com sua falta, mas, nesse momento, sua presença e sua voz sopram suaves. Ele partiu de forma inesperada e sem adeus. A saudade que sentimos é tão grande que o faz presente. Hoje, de sua existência, resta conosco seus pertences e muitas lembranças, mas ele vive em nossos corações. E viver no coração dos que ficam não é partir.

A língua portuguesa não é fácil. Não é maleável. E, como não fora profundamente trabalhada pelo pensamento, a sua tendência é a de não ter sutilezas e de reagir às vezes com um pontapé contra os que temerariamente ousam transformá-la numa linguagem de sentimento e de alerta. E de amor. A língua portuguesa é um verdadeiro desafio para quem escreve. Sobretudo para quem escreve tirando das coisas e das pessoas a primeira capa de superficialismo. Às vezes ela reage diante de um pensamento mais complicado. Às vezes se assusta com o previsível de uma frase. Eu gosto de manejá-la – como gostava de estar montada num cavalo e guiá-lo pelas rédeas, às vezes lentamente, às vezes a galope.

Clarice Lispector

AGRADECIMENTOS

Observo a grandeza de Deus nos pequenos corpúsculos, nas galáxias, com inumeráveis estrelas e planetas, na tecnologia, nos cálculos matemáticos, no momento de leitura. Consigo ver Deus em todas essas coisas, mas infelizmente não tenho uma linguagem científica para expressá-las e descrevê-las. Assim me curvo perante essa Gloriosa Grandeza para agradecer o grau atingido.

Meus sinceros agradecimentos aos Professores Dr. Israel Brunstein, Dr. Marcio Novaes e Dr. Reinaldo P. da Costa pelo meu resgate a vida acadêmica. Particularmente, ao Prof. Dr. Reinaldo pelo compromisso assumido, pelos ensinamentos e orientação proporcionados com dedicação, segurança e competência, pelo estímulo e confiança demonstrados. Considero oportuno agradecer ao Prof. Dr. Edson L. Riccio, FEA/USP, pelo convite de participar das suas aulas/laboratório.

A meus pais, irmãos e irmãs pela força, orações, que mesmo distantes e no anonimato acompanham minha caminhada. Neste grupo incluo a Comunidade Bahá'í de São Paulo, Curitiba e São Luís, as famílias Jorgic, Abdulmacih e Mendes pelos mesmos motivos. A Francisca da Guia Ferraro, que na minha ausência (em São Luís) fez por mim o que apenas uma mãe faria por uma filha.

Agradeço ao Prof. Dr. Othon Bastos, Ex-Reitor da UFMA, pela confiança depositada na minha pessoa. Ao Procurador Chefe Dr. Jomar Moraes PJ/UFMA – e ao Prof. MSc. José Américo Barroqueiro – Ex-Vice Reitor, pelo senso de justiça. Nesse grupo ressalto a cooperação do Agnaldo G. Filho com suas sugestões e companheirismo.

Ao Departamento de Ciências Contábeis e Administração da UFMA pelo apoio aos meus afastamentos, e em especial aos professores Antônio Joaquim Pereira Filho, Antônio Joaquim Guimarães, Antonio Augusto Simas, Evandro Bessa, Erivaldo Antonio Araújo, Fernando Jorge Ericeira, Ivelise Maria M. Barreto, Jean Marlos, José Milton Ferreira, José de R. Coimbra, Lauro Araújo Carvalhal, Maria das Graças Luz, Manoel Rubim da Silva, Raimundo Nonato Serra Campos Filho, Raphaela Azevedo Neves, Rommel Aníbal Nunes Castro e Telma Maria Chaves.

Aos amigos, Dr. Carlos Eduardo B. Cavalcanti, Kaivan Lor e Otelo Moretti que acompanharam a conclusão desta tese e demonstraram preocupações com o desenvolvimento do trabalho mediante as fragilidades familiares.

Obrigada aos amigos e companheiros da Engenharia de Produção, especialmente a Susana Salomão e a Cláudia Aparecida Mattos pelo companheirismo, hospedagem e encorajamento e a todos aqueles que direta ou indiretamente garantiram por meio de idéias, colaborações e apoio para a consecução deste trabalho.

Finalmente, agradeço aos professores Dr. Reinaldo Pacheco da Costa, Dr. Israel Brunstein e Dr. Edson L. Riccio, FEA/USP componentes da banca de qualificação, pelas valiosas sugestões, bem como agradeço, por antecipação, aos componentes da banca examinadora, que terão o trabalho de ler e outros de reler esta tese.

RESUMO

A determinação do *mix* de produtos deve considerar fatores internos e externos à empresa. Os externos referem-se principalmente aos preços de produtos, empresas competidoras, produtos substitutos, produtos complementares, canais de distribuição, fornecedores, clientes, localização industrial, impostos, taxas de juros dentre outros. Os fatores internos estão relacionados principalmente ao uso da capacidade industrial, à oferta (preços e quantidades) de matérias-primas, de recursos humanos, aos produtos conjuntos etc. Observe-se que os fatores externos causam impactos nos preços dos produtos finais e dos insumos, enquanto os internos influenciam principalmente o custo de produtos. Em suma, a determinação do *mix* de produtos influencia diretamente a competitividade empresarial. Na literatura especializada identificam-se vários métodos de custeio para medir adequadamente o custo do produto, tais como: custeio direto (variável); custeio por absorção, custeio pleno (*full cost*), e custeio por atividades (ABC-*Activity Based Costing*). Estes métodos divergem em função da maneira com que são apropriados os fatores que compõem o custo dos produtos. A presente pesquisa mostra o *mix* de produtos, o uso da capacidade industrial e os métodos de custeios analisados conjuntamente por meio de programação matemática (programação Linear), com o objetivo de simular quantitativamente a eficiência de cada método. A tradução dos diferentes paradigmas em modelos matemáticos elimina a possibilidade dos autores refutarem métodos de custeio em função de suas tendências teóricas. Para demonstrar as limitações da Teoria das Restrições e do Modelo Geral de Kee e Schmidt foi realizada uma pesquisa bibliográfica que contempla as principais referências sobre os principais métodos de custeio e modelos de tomada de decisão aplicados à possibilidade dos autores refutarem métodos de custeio e modelos de tomada de decisão aplicados à seleção de *mix* de produtos. O modelo ABC revelou resultados mais consistentes para definição de *mix* de produtos quando da expansão ou redução de capacidade produtiva, ao se considerarem os custos discricionários.

Palavra-chave: Decisão de *Mix* de Produtos; Teoria das Restrições; Gerência com base em Atividades; Modelo Geral; Custos Discricionários.

ABSTRACT

The optimal product *mix* selection must consider internal and external factors of a manufacturing company. The external ones are mainly products prices, industry competition, substitute and complementary products, distribution channels, industrial location, and government taxes among others. The internal factors are related mainly to the use of the industrial capacity, to raw materials and human resources supply (prices and quantities), and to joint production. The external factors cause impacts in the prices of the input and final products, while the interns influence mainly the cost of products. In short, the determination of the product *mix* influences directly the company competitiveness. Our research has done a bibliographical research and a comparative analysis of three important frameworks to support the product-*mix* optimal decision: Activity based costing (ABC), *Goldratt's* Theory of Constraints and the *Kee & Schmidt* General Model. In specialized literature some costing methods are identified to the properly measurement of products costs, such as: direct costing, burden costing, full costing, and activity based costing (ABC). These methods differ in the way that productive factors are distributed to the products costs. This thesis shows the product *mix*, the use of the industrial capacity and the costing methods analyzed jointly by means of mathematical programming, aiming to simulate each method performance. The translation of different frameworks in mathematical models eliminates the possibility to refute costing methods as function of author theoretical meanings. It is shown that the ABC surpasses the two other models for presenting the biggest profit and using less resources in the productive activities, when is considered discretionary costs.

Keywords: Product *Mix* Decision; Theory of Constraints; Activity Based Management, General Model and Discretionary Costs.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 APRESENTAÇÃO DA PESQUISA.....	25
2.1 Problema da pesquisa.....	26
2.2. Objeto de estudo	28
2.3 Objetivos da pesquisa	29
2.3.1 Objetivo geral	29
2.3.2 Objetivos específicos	29
2.4 Método de pesquisa	30
2.5. Tipo de pesquisa – pesquisa bibliográfica.....	30
2.6. Aplicação da pesquisa bibliográfica	31
2.7 Planejamento da pesquisa bibliográfica	32
2.8 Relatório da pesquisa bibliográfica.....	32
3 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA.....	34
3.1. Custos de produção: Contabilidade	35
3.1.1 Variação dos custos em relação as unidade produzidas.....	37
3.1.2 Classificação dos custos em relação ao volume produzido	37
3.1.3. Custos mistos – semifixos e semivariáveis	38
3.2 Custos de produção – Economia	40
3.3 Métodos de custeios	43
3.3.1 Custeio por absorção	43
3.3.2 Custeio direto	47
Figura 3: Fluxo de custos e despesas - Custeio Direto	47
3.3.3 Custeio variável.....	48
Figura 4: Fluxo de custos e despesas - Custeio Variável.....	48
3.3.4 Custeio pleno	50
3.4 Métodos de custeio usados nas decisões empresariais	51
3.5 Modelos de decisão de <i>mix</i> de produtos: TOC, ABC E MG	57
3.5.1 Custeio Baseado em Atividades [ABC]	60
3.5.2 Teoria das Restrições [TOC]	63
3.5.3 Modelo Geral (Kee e Schmidt)	66

4 ESTUDO DE CASO DIDÁTICO	68
4.1 Dados básicos.....	72
4.1.1 Resultados demonstrados por Kee e Schmidt [2000]	73
4.1.2 Margem de contribuição <i>versus throughput</i> por produto	73
4.1.3 Margem de contribuição <i>versus throughput</i>	74
4.1.4 Análise dos resultados demonstrados por Kee e Schmidt [2000]	82
4.1.4.1 Primeira consideração.....	82
4.1.4.2 Segunda consideração.....	84
4.1.4.3 Terceira consideração	84
4.1.4.4 Quarta consideração	85
4.1.4.5 Quinta consideração.....	87
4.2 Estudo de caso da <i>Theory of Constraints</i> – Plenert (1993).....	91
4.2.1 simulação do estudo de caso da TOC – Plenert (1993).....	93
4.2.2 Redução de capacidade do estudo de caso da TOC – Plenert (1993)	95
4.2.3 Segunda consideração – revisão das análises de Plenert (1993).....	97
4.2.4 Ampliação do estudo de caso da TOC – Plenert (1993)	98
4.3 Análise metodológica do estudo de caso da TOC – Guerreiro (1999)	105
4.3.1 Dados gerais do problema: estudo de caso da TOC (1999)	105
4.3.2 Método da TOC – Guerreiro (1999)	110
4.3.3 Considerações à solução demonstrada por Guerreiro (1999).....	112
4.3.4 Considerações à solução demonstrada por Guerreiro (1999).....	114
4.3.5 Teoria das Restrições – Método da Programação Linear/Modelo Geral.....	116
4.3.6 programação linear ao estudo de caso de Guerreiro (1999).....	117
5.1 Estudo de caso elaborado por Kee e Schmidt – 2000	119
5.1 Estudo caso da TOC analisado por Plenert – 1993	123
5.2 Estudos caso da TOC analisado por Guerreiro – 1999.....	124
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	128

Lista de Tabelas

Tabela 1: Comparação entre o Método de Custeio Variável e do Absorção.....	49
Tabela 2: Demonstração do Resultado – ABC.....	61
Tabela 3: Capacidade Industrial – (Quantidades Físicas e Monetárias).....	72
Tabela 4: Recursos Necessários para a Produção de A e B.....	72
Tabela 5: Custo Unitário das Atividades.....	72
Tabela 6 : Margem de Contribuição - Custeio Direto (Kee e Schmidt, 2000).....	73
Tabela 7: Margem de Contribuição - Custeio ABC (Kee e Schmidt, 2000).....	73
Tabela 8: Margem de Contribuição <i>versus</i> Coeficiente técnico [<i>Throughput</i>].....	74
Tabela 9: Matriz Canônica - TOC.....	75
Tabela 10: Matriz Canônica - ABC.....	76
Tabela 11: Demonstração do Resultado.....	76
Tabela 12: Matriz Canônica – Modelo Geral (300 mil horas não discricionárias).....	78
Tabela 13: Matriz Canônica – ABC (300 mil horas não discricionárias).....	79
Tabela 14: Matriz Canônica – TOC (300 mil horas não discricionárias).....	79
Tabela 15: Demonstração do Resultado: TOC, ABC e MG.....	81
Tabela 16 <i>Mix</i> de Produtos CONSIDERANDO Atividade Máquinas COM 600.000 h....	84
Tabela 17: Resultado Operacional – Atividade Máquinas 600.000 h.....	84
Tabela 18: <i>Mix</i> de Produtos – Atividade Máquinas 300.000 h.....	85
Tabela 19: Resultado Operacional – Atividade Máquinas 300.000 h.....	85
Tabela 20: Análise <i>Throughput</i> dos produtos – Atividade MOD.....	86
Tabela 21: Análise <i>Throughput</i> dos Produtos – Atividade Máquinas.....	86
Tabela 22: Horas Máquinas de Discricionárias <i>versus Mix</i> de Produtos.....	86
Tabela 23: <i>Mix</i> de Produtos – Atividade Máquinas 120.000 h.....	87
Tabela 24: Resultado Operacional – Atividade Máquinas 120.000 h.....	87
Tabela 25: Demonstração do Resultado: Recursos não Discricionários.....	88
Tabela 26: Modelo Geral Horas não Discricionárias.....	89
Tabela 27: Custeio Baseado em Atividade – Horas não Discricionárias.....	89
Tabela 28: Demanda e Capacidade Produtiva – 2.400 min.....	93
Tabela 29: Margem de Contribuição <i>versus Throughput</i>	93
Tabela 30: Síntese dos Resultados – Capacidade 2.400 min.....	94

Tabela 31: Demanda Capacidade Produtiva – 1.700 min	95
Tabela 32: Recursos Departamentais – 1.700 min	96
Tabela 33: Síntese dos Resultados – Capacidade 1.700 min	98
Tabela 34: Margem de Contribuição por Produto.....	99
Tabela 35: Recursos Necessários para Atender a Demanda	100
Tabela 36: Margem de Contribuição <i>versus Throughput</i>	101
Tabela 37: Seleção de <i>Mix</i> – Múltiplas Restrições e Produtos.....	101
Tabela 38: <i>Throughput</i> : Departamento D.....	103
Tabela 39: Seleção de <i>Mix</i> Factível – Múltiplas Restrições e Produtos	103
Tabela 40: Resumo dos Resultados: Múltiplas Restrições e Produtos	104
Tabela 41: Capacidade do Empresarial Identificação do Gargalo da Produção.	107
Tabela 42: Capacidade empresarial – Produção Adicional dos Produtos P' e Q'	110
Tabela 43: Margem de Contribuição – Preços de Vendas Descontados	111
Tabela 44: Definição do <i>Mix</i> de Produto - Guerreiro.	111
Tabela 45: Capacidade Industrial.....	113
Tabela 46: Demonstração do Resultado – TOC [Guerreiro, 1999)	113
Tabela 47: Capacidade Industrial.....	115
Tabela 48: Margem de Contribuição <i>versus Ranking Throughput</i>	117
Tabela 49: <i>Ranking</i> do <i>Throughput</i> por Produto – Restrições Múltiplas	118
Tabela 50: <i>Ranking</i> do <i>Throughput</i> por Produto – Restrições Múltiplas – ABC	118
Tabela 51: Margem de Contribuição, <i>Throughput</i> e Demanda – TOC e MG	126
Tabela 52: Margem de Contribuição, <i>Throughput</i> e Demanda – ABC	126

Lista de Figuras

Figura 1: Fluxo de custos e despesas - Custeio Absorção	36
Figura 2: Custeio por Absorção e análise agregada de resultados.	43
Figura 3: Fluxo de custos e despesas - Custeio Direto	47
Figura 4: Fluxo de custos e despesas - Custeio Variável.....	48
Figura 5: Fluxo de custos e despesas - Custeio Pleno	50
Figura 6: Capacidade Produtiva, Demanda – Múltiplos Produtos e Restrições	99
Figura 7: Fluxo da Produção	106

Lista de Gráficos

Gráfico 1: Custos Fixos e Variáveis	38
Gráfico 2: Custo Semifixo.....	39
Gráfico 3: Custos Semivariáveis	39
Gráfico 4: Gráfico dos Custos Totais – Economia.....	40
Gráfico 5: Gráfico do Custo Médio	41
Gráfico 6 - Resultado ABC e TOC <i>versus</i> Horas Máquinas	77
Gráfico 7: Restrição de Demanda de Mercado	78
Gráfico 8: Lucro <i>versus</i> Horas Máquinas Discricionárias	82
Gráfico 9: Lucro <i>versus</i> horas Máquinas Discricionárias.....	83
Gráfico 10: Lucro Operacional <i>versus</i> Horas Máquinas	90
Gráfico 11: Lucro Operacional <i>versus</i> Horas Discricionárias - Guerreiro	125

Lista de Equação

Equação 1: Custo variável médio	41
Equação 2: Custo total médio	41
Equação 3: Função objetivo – ABC.....	69
Equação 4: restrição da capacidade das atividades – ABC	70
Equação 5: restrição da demanda dos produtos A e B – ABC	70
Equação 6: <i>mix</i> do produto i – MG	70
Equação 7: variável binária – MG	70
Equação 8: Função objetivo – TOC	70
Equação 9: restrição da atividade mão-de-obra – TOC	70
Equação 10: restrição da demanda dos produtos A e B – TOC.....	70
Equação 11: <i>mix</i> do produto i – TOC	71
Equação 12: variável binária – TOC.....	71
Equação 13: Função objetivo – MG	71
Equação 14: capacidade das atividades mão de obra e horas máquinas – MG	71
Equação 15: Margem de contribuição.....	92
Equação 16: Throughput do recurso limitativo	92
Equação 17: Função Objetivo	92
Equação 18: Resultado líquido.....	92
Equação 19: Restrição à função objetivo – capacidade 2.400 minutos	94
Equação 20: Demanda dos produtos P e Q.....	94
Equação 21: Restrição à função objetivo – capacidade 1.700 minutos	96
Equação 22: Demanda dos produtos P e Q.....	96
Equação 23: Restrição à função objetivo – (Revisão da Autora).	97
Equação 24: Demanda dos produtos P e Q.....	97
Equação 25: Restrição à função objetivo – Múltiplas Restrições	102
Equação 26: Restrição demanda	102

LISTA DE SIGLAS

ABC	<i>Activity Based Costing</i>
AMT's	<i>Advanced Manufacturing Technologies</i>
CF	<i>Custos Fixos</i>
CFM _e	Custo Fixo Médio
CPV	Custo dos Produtos Vendidos
CRP	<i>Capacity Requiriments Planning</i>
CT	Custo Total
CTM _e	Custo Marginal
CV	Custos Variáveis
CVL	Custo x Volume x Lucro
CPV	Custo dos Produtos Vendidos
CVM _e	Custo Variável Médio
DF	Despesa Fixa
DV	Despesa de Venda
ENG	Engenharia
EUA	Estados Unidos da América
HM	Horas Máquinas
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
JIT	Just-In-Time
LAMSEN	Lucro Máximo Semanal
MC	Margem de Contribuição
MG	Modelo Geral
ML	Margem Líquida
MOD	Mão-de-Obra Direta
OPT	<i>Optimized Production Technology</i>
PVu	Preço de Venda Unitário
RL	Resultado Líquido
THP	<i>Throughput</i>
TOC	<i>Theory of Constraints</i>

1 INTRODUÇÃO

A seleção do *mix* de produtos deve considerar tanto fatores internos quanto externos à empresa. Os fatores externos referem-se principalmente aos preços de produtos, às empresas competidoras, aos produtos substitutos, aos produtos complementares, canais de distribuição, fornecedores, clientes, impostos, taxas de juros, localização industrial, entre outros. Os fatores internos estão relacionados principalmente ao uso da capacidade industrial, à oferta (preços e quantidades) de matérias-primas e recursos humanos, à produção conjunta, custos discricionários etc. Observe-se que os fatores externos causam impactos nos preços e quantidades dos produtos e dos insumos, enquanto os internos influenciam principalmente o custo dos produtos. Em suma, a decisão da seleção de *mix* de produtos no chão da fábrica influencia diretamente a competitividade empresarial, afetando os dois lados da equação de rentabilidade – receitas e custos.

Além dos fatores apontados torna-se necessário também que o gestor identifique adequadamente os custos de produção considerando a utilização e restrições¹ de capacidade, porque estas causam impactos nas decisões relacionadas ao *mix* de produto, ao uso da capacidade instalada e à terceirização de produtos, componentes e atividades.

A presente pesquisa mostra a seleção do *mix* de produtos em função do uso da capacidade industrial e dos métodos de custeio, custos discricionários, os métodos matemáticos: programação linear, metodologia matemática da TOC desenvolvida por Cox, Fox, e Goldratt analisados conjuntamente por meio de selecionados modelos de decisão, tais como: Teoria das Restrições [TOC], Custeio Baseado em Atividades [ABC] e Modelo Geral [MG]. Todavia demonstraremos por meio de estudos de casos publicados quais as situações em que o *mix* de produtos é igual, independente do

¹Uma restrição normalmente refere-se a algo com certas limitações. No âmbito empresarial, Guerreiro (1999; p.35) menciona que uma “restrição é qualquer elemento que limita um sistema no cumprimento da meta empresarial: ganhar dinheiro”.

método de custeio. Os modelos de decisão encampam, por assim dizer, os métodos de custeio. Daí a necessidade de se estudarem não apenas os métodos de custeio, mas também sua integração com os modelos de decisão, tais como a Teoria das Restrições [TOC], o Custeio por Atividades [ABC] e o Modelo Geral [MG] de Kee e Schmidt (2000) considerados os mais importantes².

Na literatura especializada identificam-se vários métodos de custeio para avaliar o custo unitário do produto, tais como: custeio direto (variável), custeio por absorção, custeio pleno (*full cost*) e custeio baseado em atividades [ABC]. Esses métodos divergem em função dos fatores de custos e/ou despesa que compõem o custo dos produtos.

O custeio baseado em atividades [ABC] difere significativamente do custeio por absorção, pois os recursos ociosos não integram os custos dos produtos. O ABC procura medir o tempo de processamento de cada produto através dos coeficientes técnicos de tempo dos processos, atividades, bateladas, preparação de máquinas (*setups*) e de quantidade de matérias-primas. O ABC pode utilizar elementos tanto do método de custeio direto quanto do custeio pleno. Esses elementos buscam melhor identificar a rentabilidade dos produtos para a firma industrial.

O ABC surge da necessidade de informações relacionadas ao processo produtivo. Os métodos de custeios, como direto, variável, absorção e pleno não atendiam as necessidades gerenciais, haja vista que seu conteúdo restringia-se a informações monetárias. Para suprir essa necessidade Cooper e Kaplan (1992) desenvolveram relatórios gerenciais informando a quantidade de recursos fornecidos à produção, os recursos usados e os ociosos.

Cooper e Kaplan (1988) afirmam que necessitavam de informação referente às quantidades de recursos disponíveis à produção, tais como capacidade de máquina, de

² A seguinte bibliografia trata basicamente dos três modelos apresentados: Kaplan (1988;1992) Cooper e Kaplan (1992); Goldratt (1990; 2007); Plenert (1993); Holmen (1995); Malik e Sullivan (1995); Kee (1995); Fritsch, (1998); Yahya-Zadeh (1998); Albright (1998); Costa, Reinaldo (1998b); Guerreiro (1999); Kee e Schmidt (2000), Atkinson, Banker, Kaplan e Young (2000); Sheu, Chen Kovar (2003); Costa, Nélo e Araújo (2004); Cardinaels, Roodhooft e Warlop (2004); etc

processos, de lotes de processamento, tempo de *setup* das máquinas. Então, o ABC vai além dos métodos de custeios tradicionais, pois passa a mensurar os itens de produção ora mencionados.

A partir do ABC, os custos de produção não são distribuídos indistintamente a todos os produtos, passa-se a compor o custo dos produtos o tempo individual de processamento, as atividades necessárias a cada produto, os lotes, as linhas de produtos, as bateladas, e as matérias-primas.

The Theory of Constraints [TOC] tem como premissa básica a administração da produção a partir dos recursos limitativos, enquanto os recursos não limitativos são desconsiderados porque “a economia de uma hora nos recursos não limitativos não representa ganhos e sim uma miragem” (Corrêa e Gianesi, 1993, p. 148). Os custos considerados relevantes e usados para avaliar os produtos industriais são apenas os valores pagos aos fornecedores – em outras palavras, das matérias-primas –, enquanto os demais gastos são considerados despesas operacionais. Avaliar os produtos com base no preço das matérias-primas tem correspondência nos procedimentos do método de custeio direto.

Desse modo, foi possível identificar os níveis de capacidade produtiva e a capacidade ociosa. O ABC expandiu essas mensurações para áreas de vendas, ou melhor, a empresa como um todo. Holmen (1995) assinala que os defensores do ABC alegam que a distribuição do *overhead* ao produto com base nas horas de mão-de-obra distorce o custo do produto e conduz a decisões gerenciais inadequadas. Os preceptores da *Theory of Constraints* apresentaram um enfoque diferente para gerenciar a empresa, ou seja, administrar com base no *throughput*³ das restrições empresariais. Esse autor menciona que a TOC deve ser usada para decisões a curto prazo e o ABC a longo prazo. Holmen (1995) não determina qual o intervalo de tempo a ser considerado nesses prazos.

³ Terminologia explicada na p. 27

Vamos considerar como os preceptores da TOC Goldratt, Cox e Fox devido às próprias divergências encontradas na literatura, conforme as referências que selecionamos.

Plenert (1993, p. 126) cita o Estudo de Caso da TOC apresentado por Fox, R. E. Theory of Constraints, in: NAA Conference Proceedings, September 1987.

Corrêa e Gianesi (1993, p.143) aludem que “um grupo de pesquisadores israelenses, do qual fazia parte o físico Eliyahu Goldratt desenvolveram a OPT [*Optimized Production Tchonology*]”.

Já Guerreiro (1999, p. 13-14) menciona que “a TOC [*Theory of Constraints*] pode ser entendida como uma ampliação do pensamento da tecnologia da produção otimizada, pois se utiliza em grande parte da sua teoria o próprio Goldratt afirma que a teoria das restrições é mais geral do que a tecnologia da produção otimizada, englobando-a. A teoria das restrições rompe as barreiras do sistema produtivo e generaliza, para a empresa como um todo, o pensamento da otimização, contemplando assim o conjunto de restrições globais (financeiras, mercadológicas, produtivo etc.) a que a empresa está submetida. Na OPT, a palavra-chave é ‘gargalo’ e esse próprio nome demonstra que o enfoque de seus princípios e procedimentos é fundamentalmente voltado para o *shop floor*. Na TOC, a palavra-chave passa a ser ‘restrição’, definida como qualquer coisa que limite o alcance do objetivo da empresa. (...) depois Guerreiro (1999, p. 22) “menciona que este estudo de caso foi apresentado por Goldratt, em Londres no ano de 1988”.

O livro, *A meta: um processo de aprimoramento contínuo* é de autoria de Goldratt e Cox (1993) e aborda que a meta da empresa é ganhar dinheiro.

Seguindo o pensamento de Corrêa e Gianesi (1993) e Guerreiro (1999) podemos inferir que a OPT e a TOC foram desenvolvidas por um grupo de pesquisadores israelenses do qual se destacam Goldratt, Cox e Fox.

“A *Theory of Constraints* foi apresentada no final da década de 1980 como se gestão de produção por meio dos *throughput* fosse a panacéia para os problemas empresariais. Na concepção de Goldratt os gestores devem estabelecer três indicadores para que a empresa venha atingir a sua meta: ganhar dinheiro” (Guerreiro, 1999, p. 17)

Guerreiro (1999, p.18-9) postula os parâmetros norteadores das ações operacionais no sentido de alcançar a meta da empresa.

- a) **Lucro líquido:** este lucro é obtido pela diferença entre o preço unitário de vendas e os valores pagos aos fornecedores. Neste caso, os mentores da TOC usam o fornecedor como sendo o desembolso pago pelas matérias-primas contidas no produto. O lucro obtido pela multiplicação da margem de contribuição pelo volume fabricado no mês, ainda que este resultado seja maior do que as despesas fixas.

- b) **Retorno sobre investimento:** dimensiona o esforço necessário para o alcance de determinado nível de lucro, o retorno sobre investimento é definido como sendo lucro líquido dividido pelo inventário.
- c) **Fluxo de Caixa:** no entendimento de Guerreiro o fluxo de caixa na concepção de Goldratt é mais uma ferramenta necessária para sobrevivência da empresa, do que propriamente um medidor do alcance da meta.

Há outras terminologias freqüentemente usadas por Goldratt e Cox (1993) e outros gestores de produção que merecem destaques, como por exemplo: *throughput*. Esse termo é comumente usado no processo de gestão de produção e na decisão de *mix* de produtos.

- a) **Throughput:** na literatura inglesa da área de business *throughput* significa recursos limitativos *versus* margem de contribuição. A margem de contribuição varia em função das premissas conceituais do sistema de custeio. Nos livros publicados por Goldratt não há uma definição em relação ao sistema de custeio por ele utilizado.
- b) **Margem de Contribuição:** os preços de venda menos os valores pagos aos fornecedores.
- c) **Sistema de Custeio Direto:** os custos importantes são aqueles pagos aos fornecedores e a mão-de-obra direta deve ser considerada como um custo fixo bem como os demais gastos. Em seus livros, *A Meta: um processo de melhoria contínua* e a *Theory of Constraints* não há explicação de quais seriam esses demais gastos.
- d) **Inventário:** corresponde ao dinheiro que a empresa investe na compra de bens/serviços que são destinados a vendas.

O grande mérito dos autores foi encontrar uma linguagem simples para descrever um tema extremamente complexo. Apesar de não se deter em demonstração mais rigorosa, a Teoria das Restrições como descrita por Goldratt e Cox (1993) deu origem a vários artigos⁴, teses e livros.

⁴ Estudo de caso Elaborado por Cox, Fox e Goldratt foi estudado por: Rodrigues (1990); Umble e Srikanth (1990); Plenert (1993); Guerreiro (1996) entre outros.

O Modelo Geral [MG] foi desenvolvido por Kee e Schmidt (2000), tem como premissas básicas que os produtos são avaliados pelo método de custeio direto, o *mix* de produto deve ser selecionado por meio de métodos matemáticos, nas restrições à função consideram-se os recursos limitativos e não limitativos. Presume-se que os gestores têm poder discricionário sobre os recursos de mão-de-obra e *overhead*, e também contempla os recursos limitativos. Nesse modelo os custos dos produtos são avaliados pelo método de custeio direto e a decisão de *mix* de produto considera restrições, inclusive múltiplas. O poder discricionário do gestor é freqüentemente usado no campo do direito, o poder discricionário é considerado como jurisdição ou poder concedido a pessoas determinadas por lei ou escolhidas pelas partes, para dirimirem questões entre elas suscitadas. Na indústria o poder discricionário dos gerentes está relacionado às decisões relativas à definição de capacidade. Desse modo Atkinson, Banker, Kaplan e Young (2000, p. 214)⁵ consideram que os recursos discricionários como estratégicos devem ser analisados juntamente com os recursos flexíveis e os comprometidos, cada conceito foi descritos por esses autores como segue.

- a) **Recursos flexíveis:** são adquiridos quando necessários; seus custos variam com a atividade de produção; os exemplos incluem materiais indiretos e energia para operar as máquinas.
- b) **Custo dos recursos comprometidos:** recursos que se tornam disponíveis antes de sua demanda ser precisamente conhecida, não podem ser reduzidos se a demanda for menor que o planejado.
- c) **Custos discricionários:** para Kaplan e Atkinson (1989, p. 193) assinalaram que os custos dos departamentos de suporte à produção deveriam ser definidos como discricionários e ainda deveriam ser previstos e autorizados a cada ano. Atkinson, Banker, Kaplan e Young (2000) ampliaram o conceito dos custos discricionários, considerando que o uso dos recursos discricionários não está diretamente relacionado ao volume de produção. Tais custos discricionários resultam de decisões táticas e estratégicas dos gerentes e incluem, por exemplo, as despesas feitas com propaganda, publicidade, pesquisa e desenvolvimento.

⁵ Siegel e Shim (1996) apresentam o conceito dos custos discricionários de modo similar à Atkinson, Banker, Kaplan e Young (2000)

Kee e Schmidt (2000) classificaram os custos discricionários em duas categorias: a dos custos dos recursos não discricionários e a dos discricionários.

- a) **Custos dos recursos não discricionários** em relação à capacidade de produção representam a capacidade definida pelos gestores e que se não for usada integralmente na produção, os custos ociosos não integram os custos dos produtos. Esses custos devem ser mensurados e demonstrados separadamente dos recursos usados na produção.
- b) **Custos discricionários** são determinados em função da capacidade produtiva, são custos excedentes mas usados em casos excepcionais. Estes recursos podem ser redistribuídos para outras áreas empresarias e não representam custos para área produtiva. Isso ocorre quando os gestores têm poder de arbitragem nos níveis de capacidade.

Neste estudo, a análise comparativa foi realizada entre os modelos Custeio Baseado em Atividades [ABC] a Teoria das Restrições [TOC] e o Modelo Geral [MG] integrando a esses modelos o conceito de custos discricionários para definição de *mix* de produtos e da capacidade industrial. A comparação entre os modelos foi formulada em correspondência com as premissas teóricas de cada TOC, ABC e MG. Os métodos matemáticos eliminam a possibilidade dos autores refutarem ou adotarem modelos em função de suas tendências teóricas. Objetivamos identificar o modelo mais adequado para definição de capacidade industrial e ao mesmo tempo gerar informações relacionadas aos níveis de ociosidade, redistribuição de recursos excedentes e/ou terceirização.

A estrutura teórica da Teoria das Restrições, do Custeio Baseado em atividades e do Modelo Geral exige informação sobre métodos de custeio, rentabilidade de produto, expectativa da demanda, preços, capacidade industrial, quantidade de atividades e recursos disponíveis para produção. Assim sendo, limitaremos a abordagem teórica à classificação dos custos do ponto de vista contábil e econômico. Faz-se necessária a abordagem dos métodos de custeios que integram cada modelo:

ABC, TOC e MG. O custo padrão (*standard*) não integra as nossas análises por não ser compatível com a proposição desta pesquisa.

Diante desse contexto, a **primeira** investigação da pesquisa foi comparar se há supremacia entre os métodos de custos e os modelos geralmente usados para seleção de *mix* de produtos tendo por base os a margem de contribuição e os *throughput's*. **A segunda** foi averiguar se o modelo de decisão da TOC soluciona problemas com múltiplas restrições. E a **terceira** foi analisar se o Modelo Geral (MG) suplanta o ABC e TOC para a seleção de *mix* de produtos. Nossas análises restringem-se a decisões de *mix* de produtos no processo industrial (*Manufacturing plant*), bem como a necessidade de expansão/redução e/ou terceirização (*outsourcing*).

2 APRESENTAÇÃO DA PESQUISA

A seleção de *mix* de produtos pode variar em função do modelo de decisão a ser adotado [TOC, MG e ABC], devido à maneira com que são apropriados e tratados os fatores de produção em cada modelo de decisão. Se uma empresa reduz/expande a capacidade produtiva e se os produtos são avaliados com base no **custeio direto**, isto não causa nenhum impacto nas margens de contribuição dos produtos; e se a restrição permanecer na mesma atividade, o processo unicamente muda a quantidade de produtos a serem produzidos. A redução ou expansão de capacidade e/ou variação nos custos em níveis de atividades causa impactos nas margens de contribuição dos produtos gerada pelo ABC. Isso porque os custos das atividades estão embutidos na equação das margens de contribuição dos produtos do ABC.

As margens de contribuição são obtidas a partir do confronto com os preços de mercados. A escolha do *mix* de produtos necessita de informações relacionadas aos métodos de custeio, à expectativa da demanda individual dos produtos, à capacidade das atividades produtivas e de apoio à produção. Essas ferramentas são necessárias para definir a quantidade de itens que devem compor o *mix* de produtos.

A partir da análise matemática e teórica dos dados, apresentaremos os resultados obtidos pelas diversas formas de avaliação de estoques, suas vantagens e desvantagens, bem como as conclusões alcançadas, por meio dos seguintes procedimentos:

- a) A rentabilidade do produto a partir dos métodos de custeio: direto, variável, absorção e pleno.
- b) A comparação entre a Teoria das Restrições [TOC], Custeio Baseado em Atividades [ABC] e Modelo Geral [MG] utilizando-se conceito de custos discricionários para os modelos em análise.

A partir do terceiro item desta tese será descrita a pesquisa bibliográfica, a qual envolve: conceitos e classificações de custos, métodos de custeios e modelos para seleção de *mix* de produtos.

No item quatro serão apresentados três estudos de caso já publicados em trabalhos acadêmicos. Esses estudos serão simulados usando programação linear à metodologia da matemática da TOC, com objetivo de verificar se a TOC soluciona problemas de produção industrial com múltiplas restrições e qual dos três modelos [TOC, ABC, e MG] é mais adequado para seleção de *mix* de produtos e expansão ou redução de capacidade. As análises com auxílio de métodos matemáticos proporcionam: primeiro, o resultado é mais preciso; segundo, por que os métodos matemáticos ajudam a manter a imparcialidade dos resultados, diferente de quando se reúne um conjunto de números para provar as tendências teóricas do pesquisador. No item cinco serão descritas as conclusões alcançadas.

2.1 Problema da pesquisa

Toda pesquisa tem início com algum tipo de problema; portanto, torna-se necessário esclarecer o significado desse termo. Para Gil (1995) uma acepção bastante corrente identifica problema com uma questão que dá margem à hesitação ou à perplexidade, por ser difícil de explicar ou de resolver. Outra acepção identifica problema como algo que provoca desequilíbrio, mal-estar, sofrimento ou constrangimento às pessoas. Contudo, na acepção científica, problema é qualquer questão não solucionada e que é objeto de discussão, em qualquer domínio do conhecimento.

Um dos fatores que causa impactos na determinação da margem de contribuição é o custo da unidade produzida. Costa, Achyles (1986, p. 369) assinala que “uma das questões mais debatidas entre os economistas refere-se ao valor de um bem. Ou seja, o que determina a quantidade de uma mercadoria que se dá em troca de outra”?

Com o advento das indústrias, tornou-se mais complexa a função do contador que, para levantamento do balanço e apuração do resultado, não dispunha na ocasião tão facilmente dos dados para poder atribuir valor aos estoques seu valor de ‘compras’

na empresa comercial estava então substituído por uma série de valores pagos pelos fatores de produção utilizados.

É vasta a discussão recente sobre a inadequação da Contabilidade de Custos tradicional em tornar visível e controlável o processo de trabalho detalhado da moderna organização da manufatura na atual globalização dos mercados. Em publicação dos anos 90 do *International Journal of Production Economics – Special Issue – Manufacturing Accounting Research* – Vol 36 n.1 Aug 94, que tratou especificamente de apresentar estudos sobre o estágio da indústria inglesa frente aos sistemas de Contabilidade de Custos, destacam-se algumas posições marcantes de pesquisadores, que ajudam a esclarecer as críticas sobre esse assunto:

“(...) A maioria da literatura relacionada ao impacto das avançadas tecnologias de manufatura (AMT's - *advanced manufacturing technologies*) nos sistemas de Contabilidade de Custos resultam de pontos de vistas expressos mais por acadêmicos do que gerentes de contabilidade(...)”, e “(...) Informações sobre práticas de contabilidade são profundamente pobres” Anthony (1994; p.10).

Outros autores, também colaboradores da edição generalizam a opinião de que o custeio tradicional não provê informações adequadas para controle de *AMT* e *JIT*. É ressaltado que o conceito de se colocar padrões como alvos não é consistente com a filosofia do *JIT* e da melhoria contínua. *JIT* implica que os seus custos podem ser comparados ao longo do tempo, em vez de usar comparações com padrões. Pesquisadores estão sendo questionados sobre o custeio padrão como um auxílio ao controle de custos em um ambiente *JIT/AMT*.

Se custos diretos do trabalho estão declinando e são essencialmente fixos no comportamento, variâncias de trabalho não podem ser úteis. A maioria do *overhead* não é relacionada com mudanças no volume de produção; portanto, uma análise tradicional de *overhead* não deveria ser usada nessas circunstâncias.

As restrições de demanda e de capacidade industrial, em geral, e o chamado *throughput*⁶ norteiam as decisões de *mix* de produtos. A TOC e o Modelo Geral (MG) têm por base o custeio direto (variável), e o ABC tem uma metodologia própria que não se confunde com os dois modelos aqui apresentados. Assim sendo, surgem as principais questões: entre a TOC, o ABC e o Modelo Geral qual deles é mais adequado para selecionar *mix* de produto e expandir ou reduzir capacidade? Quais as vantagens, as desvantagens e as contribuições de cada paradigma?

2.2. Objeto de estudo

No tocante à construção do objeto de pesquisa, Demo (1995) defende que a ciência é somente um modo possível de ver a realidade, nunca único e final. As próprias disciplinas acadêmicas representam recortes parciais de uma realidade complexa, que nunca é apenas sociológica, econômica ou psicológica.

Demo (1995, p. 32) assinala que:

Nunca colocamos uma pergunta se nada sabemos da resposta. Se nada soubéssemos da resposta, nada teríamos a perguntar. Significa: temos de tudo alguma pré-noção, algum pré-conceito, porque não existe abordagem totalmente desarmada da realidade, assim como não existe sujeito objetivo. Desse modo o objeto desta pesquisa tem início na realidade construída. Enquanto o objeto científico depende de quem o elabora.

O nosso objeto de estudo limita-se a identificar os modelos geralmente aceitos [TOC, ABC e MG] para selecionar *mix* de produtos e averiguar os recursos disponíveis à produção industrial a capacidade instalada, necessidade de expansão ou redução, níveis de ociosidade. Acrescenta-se à comparação entre esses paradigmas o conceito de **custos discricionários** por meio de métodos matemáticos. Não obstante, podemos

⁶ *Throughput* é um conceito obtido a partir da margem de contribuição; é uma taxa financeira obtida entre a divisão da margem de contribuição pelo coeficiente técnico do recurso limitativo. Por exemplo: a empresa Y elabora os produtos "A" e "B", e suas margens de contribuição unitárias equivalem a \$60, \$45 respectivamente. Estes produtos necessitam de 12min e 3min para seu processamento no processo X; o *throughput* de cada produto corresponde: Produto A = [$\$60 \div 12\text{min}$] = **\$5** e B = [$\$45 \div 3\text{min}$] = **\$15**. Os itens que compõem o *mix* de produtos, neste processo X, são determinados por ordem de *throughput* em cada restrição. Neste exemplo deverá ser produzido o "B" até o limite da capacidade.

assinalar que se trata de uma pesquisa bibliográfica e essa análise dos postulados teóricos será realizada por meio de estudos de casos.

2.3 Objetivos da pesquisa

O objetivo amplo é analisar os três modelos apresentados para selecionar o *mix* de produtos, usando um mesmo estudo de caso didático, e métodos matemáticos para mitigar a tendência teórica dos pesquisadores. Identificamos **ausência de uniformidade** nos conceitos que foram contemplados nos três modelos e viés em suas apresentações dos resultados de simulações numéricas.

2.3.1 Objetivo geral

O objetivo geral é identificar o melhor modelo para selecionar o *mix* de produtos e a conseqüente definição de capacidade.

2.3.2 Objetivos específicos

- Averiguar se o método matemático da TOC soluciona problemas em sistemas produtivos com restrições múltiplas.
- Fazer análise comparativa entre a TOC, o ABC e o Modelo Geral, tendo como base o estudo realizado por Kee e Schmidt (2000) no qual encontramos lacunas teóricas: somente usou os custos discricionários para o Modelo Geral e ABC e não há justificativas para a não utilização desse conceito para TOC. Ressalte-se que a arbitragem no modelo dos custos não discricionários foi realizada de modo aleatório.
- Verificar porque utilizaram conceitos de lucros distintos para comparar os gráficos, isto é, lucro operacional para o ABC; lucro líquido para TOC, esses lucros são diferentes conceitualmente isso será demonstrado por meio de estudos de caso.

2.4 Método de pesquisa

A atividade da pesquisa necessita de método, mesmo que este seja instrumental, a fim de orientar o pesquisador à construção de quadros teóricos do conhecimento. Nas teorias, por exemplo, pode-se observar que alguns enunciados apresentam a tessitura de uma tese, significando posturas mais ou menos aceitas. Outros são apenas hipóteses ou suposições aceitáveis.

Demo (1995, p. 12) assinala que “na pesquisa também há pontos de partida sem maiores rigores comprobatórios e mesmo gratuitos, já que não poderíamos arcar com o compromisso de elucidar definitivamente toda e qualquer afirmação”. Desse modo, o método utilizado para a análise nesta pesquisa é o método comparativo analítico, cujas características são: a análise dos dados tem como parâmetros as referências bibliográficas; os resultados serão simulados por meio de métodos matemáticos e comparados às pesquisas em apreço; os parâmetros e exercícios numéricos se utilizam dos artigos constantes nas referências bibliográficas.

2.5. Tipo de pesquisa – pesquisa bibliográfica

A pesquisa bibliográfica é comum a todos os tipos de pesquisa, pois todo trabalho acadêmico deve estar fundamentado em uma revisão bibliográfica. Todavia, a pesquisa bibliográfica como modelo (*design*) de pesquisa é mais ampla do que os demais tipos de pesquisas e tem por finalidade básica conhecer as diferentes contribuições científicas que foram realizadas sobre determinado assunto ou fenômeno.

A pesquisa bibliográfica tem por finalidade conhecer as contribuições científicas que se efetuaram em relação a determinado tema e ao mesmo tempo permite comprovar se determinadas questões de pesquisas já foram realizadas ou se efetivamente merecem a investigação pretendida. Ruiz (2002, p. 57) afirma que “qualquer espécie de pesquisa, em qualquer área, supõe e exige a pesquisa bibliográfica prévia, quer à maneira de atividade exploratória, quer para o

estabelecimento do *status quaestionis*, quer para justificar os objetivos e contribuições da própria pesquisa”.

Trujillo (1982, p. 230) postula que:

uma pesquisa bibliográfica se inicia em um levantamento da bibliografia relevante já publicada em forma de livros, revistas, publicações avulsas e imprensa escrita. Sua finalidade é colocar o pesquisador em contato direto com tudo aquilo que foi escrito sobre determinado assunto, com o objetivo de permitir ao cientista o reforço.

Enquanto Manzo, (1971, p. 32) assinala que “a bibliografia pertinente oferece meios para definir, resolver, não somente problemas já conhecidos como também para explorar novas áreas, em que os problemas ainda não se cristalizaram suficientemente”. Em síntese, a pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado constituído principalmente de livros e artigos científicos. Muito embora de quase todos os estudos seja exigido algum tipo de trabalho dessa natureza, há pesquisas produzidas exclusivamente com base em fontes bibliográficas como esta que ora se apresenta.

2.6. Aplicação da pesquisa bibliográfica

É aconselhável o estudo bibliográfico quando o tema é polêmico, ou já foram realizadas várias pesquisas no passado e continuam sendo realizadas no presente e não há consenso entre os teóricos. Ruiz (2002, p. 60) justifica que um assunto se torna polêmico quando dois procedimentos ocorrem:

- a) o assunto deve ter alguma relevância e alguma importância e,
- b) as hipóteses não são suficientemente comprovadas por meio de livros, de revistas e jornais, de seminários de estudo. Tais polêmicas também surgem de definições imprecisas, de classificações, de amostras insuficientes, do desconhecimento de soluções anteriores, de incorreta colocação do problema, de lacunas intransponíveis, e assim por diante.

Esses procedimentos são compatíveis com o nosso tema e proposição de pesquisa.

2.7 Planejamento da pesquisa bibliográfica

Há convergências entre os vários autores (Ruiz, 2001; Lakatos e Marconi 1995; Ferrari, 1982, Gil 2002, p. 60-1) no que diz respeito ao planejamento da pesquisa bibliográfica. As etapas são descritas a seguir:

- a) **Escolha do tema:** esta escolha leva em consideração a habilidade e experiência do pesquisador. A pesquisa bibliográfica requer energia e habilidades do pesquisador. Não basta, no entanto, o interesse pelo assunto. É necessário também dispor de conhecimentos na área de estudo para que as etapas posteriores da monografia, dissertação ou tese possam ser adequadamente desenvolvidas.
- b) **Levantamento bibliográfico preliminar:** essa fase deve ser entendida como um estudo exploratório. O levantamento preliminar depende de muitos fatores, tais como a complexidade do assunto e o nível de conhecimento que o estudante já dispõe a respeito. Não se pode definir de imediato que material deverá ser consultado. A experiência, porém, demonstra que é muito importante buscar esclarecer-se acerca dos principais conceitos que envolvem o tema de pesquisa. Procurar um trabalho de natureza do tema de pesquisa, procurar um contato com trabalhos de natureza teórica capazes de proporcionar explicações a respeito, bem como pesquisas recentes que abordam o assunto.
- c) **Formulação do problema** depois de realizado o estudo preliminar, tem-se a expectativa de que o estudante seja capaz de formular o problema e ter percebido as lacunas teóricas. A formulação e desenvolvimento da pesquisa dependem da habilidade do pesquisador. Não basta, no entanto, o interesse pelo assunto, é necessário também dispor de bons conhecimentos na área em estudo para que as etapas posteriores da monografia, dissertação e/ou tese possam ser adequadamente desenvolvidas.
- d) **Elaboração do plano de trabalho provisório da pesquisa:** a elaboração do plano de trabalho deve ser consistente com a formulação do problema e o objeto de estudo. Construir um plano significa, pois, definir a estrutura lógica do trabalho, de forma que as partes estejam sistematicamente vinculadas entre si e ordenadas em função da unidade de conjunto.
- e) **Buscas de fontes:** a identificação das fontes foi realizada a partir de livros e periódicos especializados que são publicados em níveis nacionais e internacionais, teses e dissertações, anais de congressos científicos, *proquest*, e tantas outras fontes de pesquisas que possam ser identificadas.

2.8 Relatório da pesquisa bibliográfica

Para a pesquisa bibliográfica, Ruiz (1999, p. 64) propõe o relatório contendo a seguinte estrutura.

- i. Enunciação do tema.
- ii. Definição dos conceitos.
- iii. Indicação clara e precisa da extensão dos conceitos, com a finalidade de determinar o tema da pesquisa, como seria a circunstância do tempo, de espaço de instrumentos e outras.
- iv. Indicação de circunstâncias se houver, para completar a delimitação da pesquisa, como seria a circunstância de tempo, de espaço de instrumento de condições de viabilidade.
- v. Explicitação e rephraseamento da idéia principal retirada do tema, bem como do tempo disponível para seu desenvolvimento e estabelecimento de condições de viabilidade.
- vi. Ponderação sobre os objetivos e sobre o alcance da pesquisa, previsão de tempo disponível para seu desenvolvimento e estabelecimento de condições de viabilidade.
- vii. Definição das fases posteriores e cronograma para o seu cumprimento dentro das reais possibilidades do pesquisador, para que se evitem as eternas 'sinfonias inacabadas' que não ultrapassam os estágios de desordenada coleta de material.

O relatório final deve ser traçado de acordo com o levantamento, o que não impede de haver algumas reformulações desde que não fuja do objeto de pesquisa e não deve forçar a idéia de que as conclusões alcançadas atinjam a expectativa do pesquisador, mas a verdade acadêmica, livre das tendências teóricas do pesquisador.

3 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Inicialmente procuramos identificar como a contabilidade normativa ou financeira determina a classificação dos custos e o método de custeio para fins de publicação dos relatórios contábeis. A contabilidade brasileira avalia os custos com base nos valores históricos. Ressaltamos que na época em que o Brasil passou por vários planos econômicos os estoques foram avaliados pelo custo histórico corrigido a valor presente. Esse método foi válido para as empresas de capital aberto, isto é, as Sociedades Anônimas que negociam suas ações no mercado financeiro e essa metodologia elevou o Brasil⁷ à condição de apresentar as melhores técnicas de elaboração dos relatórios financeiros. Na Holanda a contabilidade normativa avalia os estoques com base no custo de reposição⁸.

Para Martins (1996) justifica que a Contabilidade financeira não estava preparada para avaliar os custos industriais, isso conduziu contadores, auditores e fiscais a adaptarem as práticas contábeis de avaliação de produtos prontos aos produtos industrializados. Isso impediu que esses profissionais desenvolvessem a

⁷ No Brasil a correção monetária ganhou caráter obrigatório em 1976, com o advento da Lei nº 6.404/76. De acordo com esta lei as empresas constituídas como sociedades anônimas, a Receita federal considerou que o modelo da Legislação estava bem elaborado para sua época e estendeu os preceitos da Lei nº 6.404/76 para os demais tipos societários. Observa-se que, naquela época era obrigatório corrigir apenas o grupo do ativo permanente e do patrimônio líquido e suas contrapartidas seriam lançadas numa conta de resultado (conta, esta que poderia gerar ganhos ou perdas com a inflação). Deste modo, se o valor do ativo permanente superasse o do patrimônio líquido a empresa gerava ganhos com a inflação e aumentava a carga tributária e, a recíproca é verdadeira, isto é: se o valor do patrimônio líquido superasse o do ativo permanente a empresa apurava perda com a inflação, o referido resultado poderia ser deduzido do imposto de renda.

Em 1987 o contexto econômico não era mais aquele do ano de 1976, e ganha caráter obrigatório para as Sociedades Anônimas de capital a correção monetária integral. Esta metodologia difere significativamente da anterior, haja vista que todas as contas de balanço patrimonial e os elementos de despesas e receitas eram corrigidos contemplando a inflação e a taxa de juros da ANBID. Os custos corrigidos apresentados por Martins (2003, p. 171). Cabe aqui ressaltar que esta metodologia foi reconhecida pela ONU como as práticas mais avançadas do mundo para elaboração das demonstrações contábeis, por meio do ISAR/GROUP, a partir de 1989 comprovam isso de forma absolutamente clara. Também o IASC [*international Accounting Standar Committee*] – atualmente IASB –, já se manifestou declarando que o modelo brasileiro é o mais avançado que se conhece [na reunião do ISAR/GROUP de 1989 – NY], estes dados do IASC estão na obra de Kassai et al (2000, p. 146).

⁸ Na Holanda a metodologia de avaliação com base no custo de reposição é uma praxe incorporada à contabilidade normativa (Martins, 2001c, p. 56).

Contabilidade de Custos para fins de administração, controle e planejamento da produção.

Estas observações de Martins (2003b) corroboram as assertivas de McGuigan, Moyer e Harris (2004) no tocante à contabilidade financeira.

A subserviência às normas e aos princípios contábeis⁹, particularmente ao custo histórico como base de valor e ao conservadorismo, leva empresa a poder antecipar prejuízos e não lucro. Ainda há outra máxima relacionada ao conservadorismo relacionado principalmente aos estoques, entre o custo do produto em estoque e o seu respectivo valor de mercado, dos dois o menor.

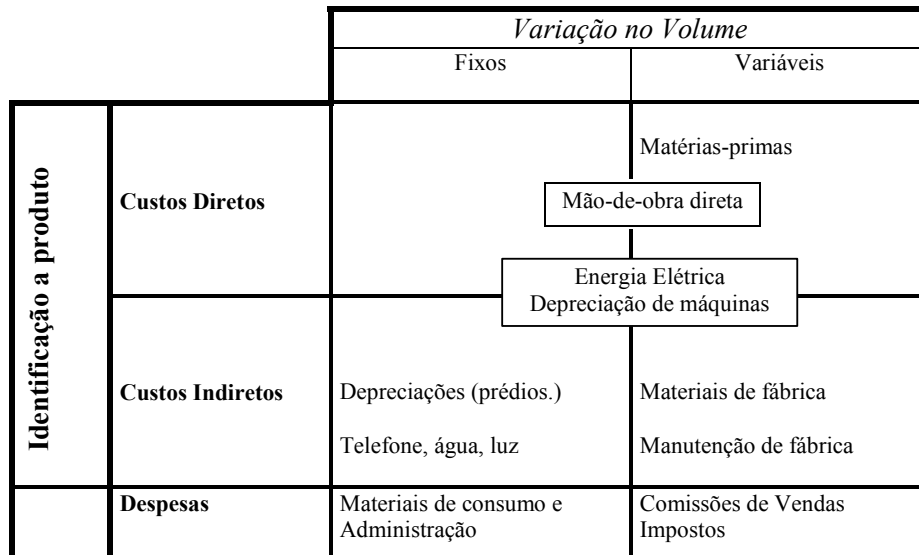
3.1. Custos de produção: Contabilidade

Para fins contábeis os custos e as despesas representam sacrifícios de ativos para obtenção de receita e difere na classificação. Assim, os custos são realizados em função da produção, isto é, os desembolsos são realizados até o limite em que os produtos estão em condições de vendas. Já as despesas realizadas em função da administração e da venda dos produtos.

Costa, Nélo e Araújo (2004) defendem que uma primeira questão importante é a classificação dos custos e despesas quanto ao seu comportamento frente às variações de volume e quanto à sua identificação com os produtos, para que sejam preparadas informações que possam ser gerencialmente utilizadas, como é o caso importante da análise Custo x Volume x Lucro – CVL, enquanto, o método de apoio às decisões, viabilizada, como veremos mais adiante, pela aplicação da técnica de cálculo da margem de contribuição. Daí a necessidade de visualização dos custos e despesas variáveis, fixos, diretos e indiretos.

⁹ Os princípios do custo histórico como bases de valor e do conservadorismo são contempladas tanto pelos princípios contábeis geralmente aceitos, os internacionais e os princípios fundamentais de contabilidade, os brasileiros.

Figura 1: Fluxo de custos e despesas - Custeio Absorção



Fonte: Costa, Nélo e Araújo (2004; p. 11)

A figura 1 ilustra o custo direto ao produto. Esses custos variam em função do volume produzido, particularmente as matérias-primas e mão-de-obra direta. Geralmente os custos diretos são variáveis e os indiretos apresentam duas características: os fixos que dentro são invariáveis, exceto quando há expansão de capacidade produtiva e há os indiretos variáveis, por exemplo: material de manutenção das máquinas produtivas – óleo. Há também custos de características mistas, há uma parte fixa e outra variável, por exemplo: água, luz, telefone, dentre outros.

As despesas operacionais em sua maioria apresentam as mesmas variações dos custos. As despesas administrativas geralmente são fixas, já os materiais de consumo são variáveis; enquanto as de comissão de vendedores apresentam características mistas, uma parte do salário é fixa, considerando-se que há um mínimo de salário a ser pago, porém à comissões sobre vendas depende do volume vendido.

O custeio pleno considerar os gastos do período para determinar os custos dos produtos pode ser útil para decisões de preços, mas não para determinação do lucro quer seja por meio da contabilidade financeira quer seja a gerencial, haja vista que se a empresa trabalha com estoques dos desembolsos relativos à despesa parte será

ativada na conta estoque. Se descarregado como despesa reflete o lucro realizado, reduz a base de cálculo do imposto de renda. Outro fato é que as despesas realizadas devem ser confrontadas com as receitas do mesmo período.

3.1.1 Variação dos custos em relação as unidade produzidas

O comportamento dos custos de cada produto é estudado em relação ao objeto que está sendo avaliado, por exemplo: numa indústria os custos dos produtos são classificados em diretos e indiretos em relação à unidade produzida e em fixos e variáveis depende do volume de produção. Ainda há os custos com características mistas que são os semifixos e os semivariáveis.

- a) Custos diretos: são os custos variáveis e possibilitam estabelecer uma relação direta da quantidade de matéria-prima utilizada na elaboração de cada unidade produzida tanto em termos físicos quanto monetários. Os custos diretos são facilmente identificados com o objeto de análise (centro de custos; processos; linhas de produção; atividades).
- b) Custos indiretos: em relação aos volumes produzidos apresentam três características: os fixos, os variáveis e os custos de natureza mista, tais como semivariáveis e semifixos.

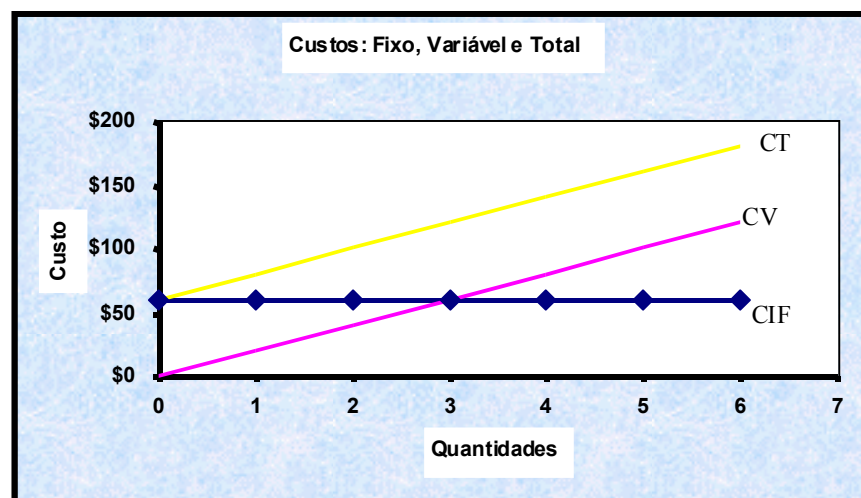
3.1.2 Classificação dos custos em relação ao volume produzido

Em relação às unidades produzidas classificam-se em: fixos e variáveis e o somatório de ambos corresponde aos custos totais de produção.

- a) **Custos Variáveis [CV]:** esses custos podem ser identificados com as unidades produzidas, visto que, há uma correlação direta entre a matéria-prima e a produzida.

- b) **Custos Fixos [CF]:** não há como estabelecer uma correlação entre os custos e os produtos acabados e/ou em elaboração, e se não houver expansão ou redução de fábrica e as instalações os custos fixos permanecem constantes. Parte-se da premissa de no curto prazo não haver expansão ou redução da planta industrial. Esses custos são constantes independentem de a empresa produzir ou não seus bens e serviços. Não há como estabelecer uma relação direta entre os custos de um engenheiro de produção e a unidade produzida. Estes só podem ser distribuídos aos produtos por critérios de rateios que se utilizem de parâmetros físicos, tais como: quantidades produzidas; número de horas trabalhadas [MOD], número de horas máquinas.
- c) **Custo Totais [CT]:** corresponde ao somatório dos custos fixos e variáveis. O gráfico que segue ilustra o comportamento dos custos: fixos variáveis e totais

Gráfico 1: Custos Fixos e Variáveis



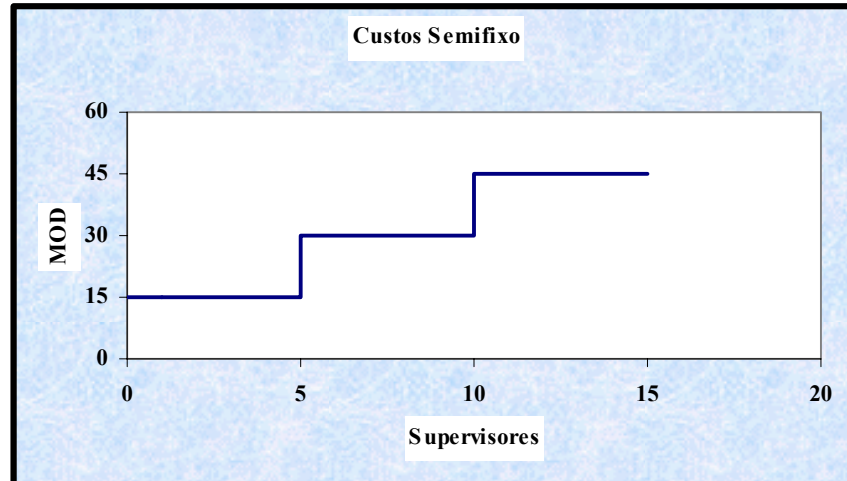
Fonte: A autora

3.1.3. Custos mistos – semifixos e semivariáveis

São custos que apresentam duas características uma parte fixa e outra variável dependendo do volume de produção – os semivariáveis e os semifixos expansão ou redução de capacidade.

- a) Custos **semifixos** variam quando há expansão de capacidade, por exemplo: para cada dez operários torna-se necessária a contratação de cinco Supervisores.

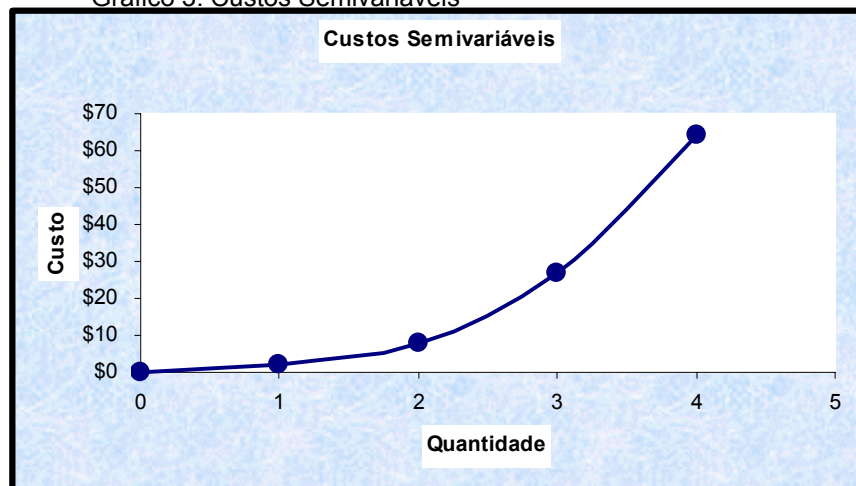
Gráfico 2: Custo Semifixo



Fonte: Martins (1996, p. 271)

- b) **Custos indiretos semivariáveis**: são aqueles que variam em função do volume produzido, embora haja uma parte fixa, exemplo: óleos para manutenção das máquinas, energia elétrica, água etc.

Gráfico 3: Custos Semivariáveis



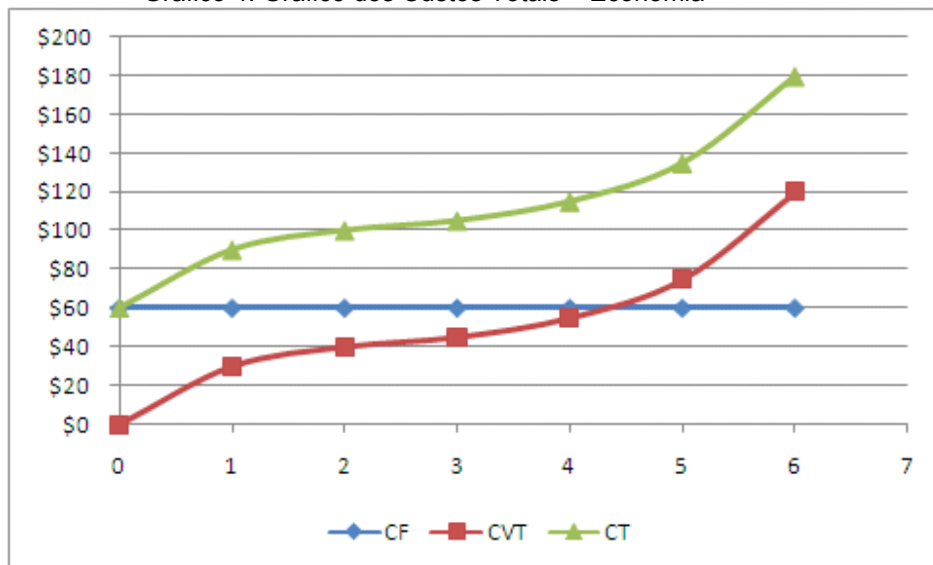
Fonte: Leone (2000, p. 141)

3.2 Custos de produção – Economia

Em economia os custos de produção são classificados em função dos prazos. A curto prazo os custos importantes são custos fixos médios, os variáveis médios, os custos marginais, ganhos/perdas de escala, custo de oportunidades. Esses custos são avaliados em nível unitário, sendo os custos médios são divididos pelas unidades produzidas. No longo prazo todos os custos são considerados variáveis.

- a) **Custos variáveis [CV]:** em economia esses custos podem variar em função de ganhos/perdas de escalas. Uma ilustração exemplo de ganhos de escalas: um operário demora 1h para elaborar um produto "x" dois operários podem elaborar três unidades do mesmo produto. Nesse caso, há ganho de escala e e pode haver ganho também na aquisição dos insumos produtivos.
- b) **Custos fixos [CF]:** são aqueles custos que permanecem constante independente do volume produzido. I
- c) **Custo total de produção [CT]:** difere da contabilidade porque considera oscilação dos custos variáveis por unidade.

Gráfico 4: Gráfico dos Custos Totais – Economia



Fonte: McGuigan, Moyer e Harris (2004, p. 162)

- d) **Custo médio marginal:** corresponde aos custos dos fatores de produção para elaborar uma unidade adicional ao produto dos insumos de produtos adicionais. Após determinar a curva dos custos totais é possível obter as funções do custo fixo médio [CFMe]; do custo variável médio [CVM_e]; custo total médio [CTM_e] e do custo marginal [CM_g]. As fórmulas¹⁰ referentes aos custos ora mencionados serão descritas a seguir.

Equação 1: Custo variável médio

$$CVM_e = \frac{CV}{Q} ;$$

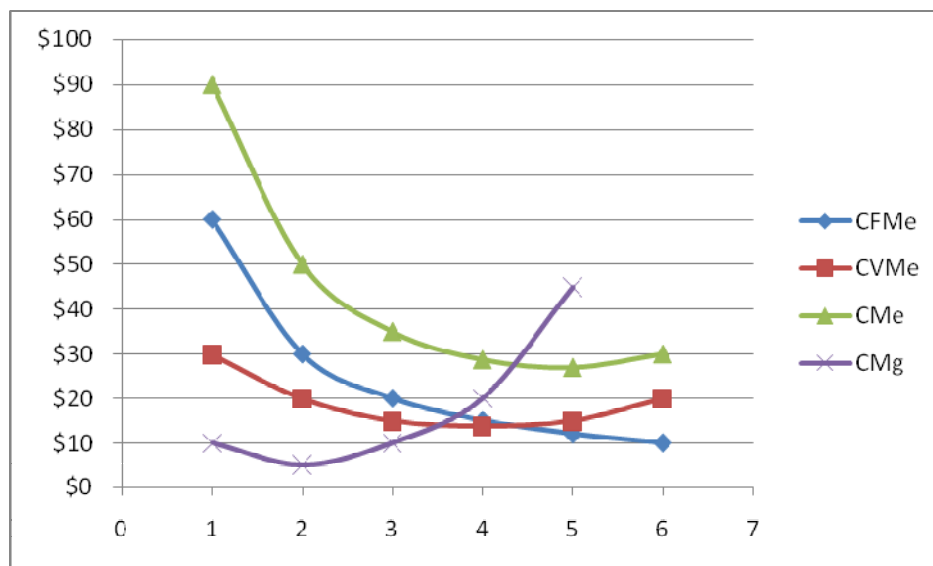
Equação 2: Custo total médio

$$CTM_e = \frac{CT}{Q} ;$$

Equação 2.1: Custo total médio

ou $CTM_e = CFM + CVM$

Gráfico 5: Gráfico do Custo Médio



McGuigan, Moyer e Harris (2004, p. 162)

Nem todos esses conceitos de custos integrarão os estudos de caso, porém podem estar presentes nas citações bibliográficas.

¹⁰ As equações descritas nesta página têm como fonte McGuigan, Moyer e Harris (2004, p. 162).

- e) **Custo de oportunidade:** compreende o valor de um recurso segundo seu melhor uso alternativo. “O custo de oportunidade representa o retorno ou a compensação que deve ser rejeitada como resultado da decisão de empregar o recurso em uma dada atividade econômica” (McGuigan Moyer e Harris, 2004, p. 132).
- f) **Custos relevantes:** “são considerados aqueles custos que devem ser usados em um determinado problema de tomada de decisão” (McGuigan Moyer e Harris, 2004, p. 156). Podemos observar que a contabilidade financeira usa a relevância relacionada ao conceito de materialidade. De acordo com esse princípio contábil, a materialidade corresponde ao controle de custos que devem ser exercidos quando o benefício supera os custos.
- g) **Margem de contribuição:** representa a diferença entre o preço de venda deduzido dos custos e o de despesas variáveis. Se não houver variação de preço pode haver variação na margem de contribuição decorrente do método de custeio aplicado. As despesas variáveis integram o cálculo da margem de contribuição, mas não compõem o custo do produto. Os custos são sacrifícios de ativos em função da produção e as despesas são sacrifícios de ativos em função das vendas. Os gastos em função das vendas já são realizados e se a empresa estocar produtos nem todo custo é realizado.
- h) **Overhead:** “pode representar as despesas gerais, isto é, custos de um negócio não diretamente associados à produção ou vendas de bens ou fornecimento de serviços, também chamados custos e despesas indiretas (*indirect costs and expensives*), encargo (*burden*) e, na Grã-Bretanha, custos indiretos (*oncosts*)” (Downes e Goodman, 1993, p. 363).
- i) **Direct overhead** (custos fixos indiretos). Parte dos custos fixos - aluguel, luz, seguro – alocados determinados por meio da aplicação de um fator-padrão, denominado coeficiente de custos diretos (*burden rate*). Esse valor é observado como um custo de estoque (*inventory*) e refletido nos custos dos bens vendidos – *Cost of Goods Sold* (Downes e Goodman, 1993, p. 128).

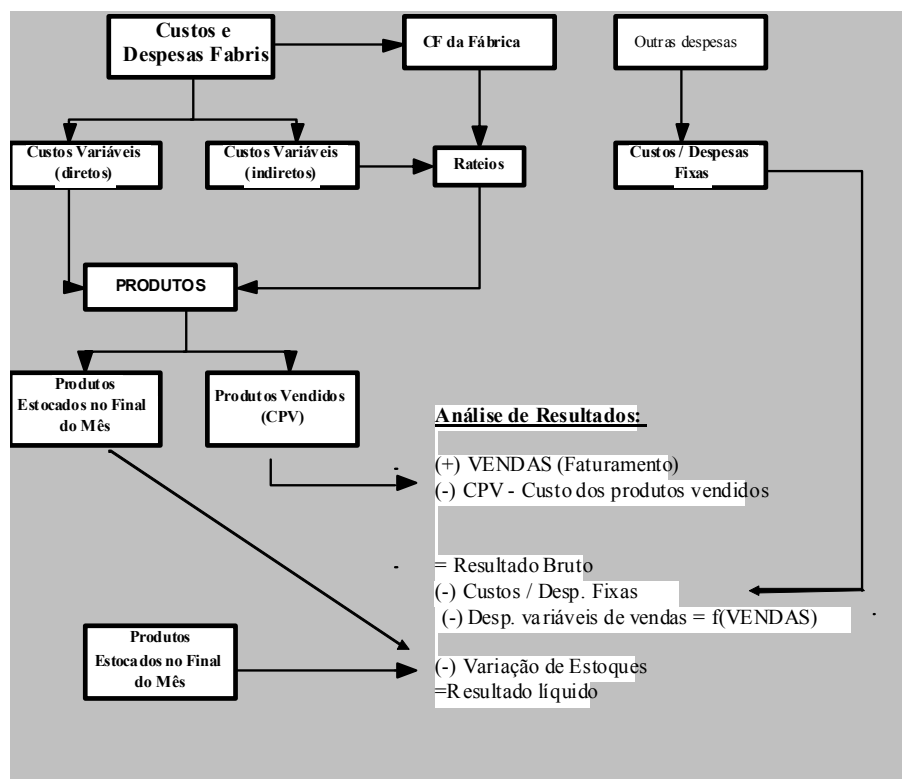
3.3 Métodos de custeios

O estudo detalhado dos custos fabris, e a forma de atribuí-los a cada produto é um dos objetivos principais de todo o método de custeio. Dentre os métodos de custeios a nossa abordagem limita-se a descrever: o direto, o variável, o absorção e o pleno, porque de algum modo integram a base conceitual da TOC, do ABC e do MG. Tais métodos divergem em função dos fatores que devem ser considerados para compor o custo unitário. A definição do custo do produto tem reflexo direto na rentabilidade do produto.

3.3.1 Custeio por absorção

O método absorção do produto é composto de custos variáveis, adicionando-se a estes uma parcela de custo fixo. Esse custo fixo é atribuído ao produto por meio de critério de rateios.

Figura 2: Custeio por Absorção e análise agregada de resultados.



Fonte: Costa, Nélo e Araújo (1998, p. 11).

Os custos representam sacrifícios do ativo em função da produção enquanto as despesas diferem dos custos são sacrifícios de ativos em função das vendas e administração da firma. O diagrama a seguir representa um modelo de *Custeio por Absorção*, sem departamentalização. Se a parametrização for o número de horas trabalhadas, esse parâmetro não pode ser mudado sem justificativa devido ao princípio contábil da consistência. Para Costa, Nélo e Araújo (2004, p. 11):

A literatura relevante também aponta desvantagens no *Custeio por Absorção*, pois este não se ajusta à tomada de decisões sobre: abrir ou fechar unidades operacionais, cortar ou implementar a produção de um produto, fazer ou terceirizar a produção, investir em nova planta produtiva, bem como conhecer a margem de contribuição unitária ou por família de produtos ou mesmo por unidade operacional.

O custeio por absorção foi desprezado nas análises de custo, volume e lucro realizadas por Costa, Reinaldo (1998, p. 124) sob a alegação de que:

(...) as informações geradas pelo método do custeio por absorção não permitem verificar os impactos nos lucros da empresa quando das variações de quantidade produzidas, salvo com um recálculo extremamente complicado e desnecessário. Pois estamos sempre sujeitos à subjetividade das formas de rateios dos custos indiretos.

Martins (2003b, p. 197-8) ressaltou que o custeio por absorção não tem grande utilidade gerencial devido aos seguintes problemas:

- a) Por sua própria natureza, o custo fixo existe independente da produção ou não desta ou daquela unidade, e acabam presentes no mesmo montante, mesmo que haja oscilação da produção tendem os custos fixos a muito mais um encargo para que a empresa possa ter condições de produção do que sacrifício do ativo para produção específica desta ou daquela unidade.
- b) Por não estarem relacionados com as unidades produzidas, são quase sempre distribuídos aos produtos por critério de rateios, que contêm, em maior ou menor grau, arbitrariedade. A maior parte das apropriações é feita em função de fatores de influência que, na verdade, não vinculam efetivamente cada custo a cada produto, porque essa vinculação é muito mais forçada do que costumamos acreditar. Se a fim de avaliar um produto para efeito de estoque, pode ser uma forma de minimizar injustiças, para efeito de decisão simplesmente mais confunde do que auxilia; o fato de se apropriar de uma forma pode alocar mais custo em um produto do que em outro, e, se alterarmos o critério de rateio, talvez façamos o inverso. Por se alterar um procedimento de distribuição de custos fixos, pode-se fazer de um produto rentável em não rentável.
- c) O valor fixo por unidade produzida depende ainda do volume de produção aumentando-se o volume, tem-se um menor custo fixo por unidade, e vice versa. Se se decidir com base em custo é necessário associar-se sempre ao custo global o volume que se

tomou como base. Se a empresa estiver reduzindo um item por ser pouco lucrativo, pior ainda ficará sua posição, devido à redução do volume; ou se um produto estiver com baixo lucro, o aumento de preço com base em seu alto custo poderá provocar uma redução de sua procura, e, reduzir seu volume, e assim aumentar a quantidade dos outros bens elaborados.

Atinkson, Banker, Kaplan e Young (2000, p. 373-4) apresentam as justificativas econômicas para credibilidade do custeio por absorção para decisões, porém consideraram apenas três tipos de circunstâncias:

- a) Muitos contratos para desenvolvimento e produção de bens sob encomenda e muitos contratos com agências governamentais especificam que os preços deveriam igualar os custos totais mais um *markup*. Preços estabelecidos em indústrias reguladas, como as de energia elétrica, também são baseados em custeio por absorção.
- b) Quando uma empresa entra em um relacionamento contratual a longo prazo com um cliente para fornecer um produto, ela tem grande flexibilidade para ajustar o nível do compromisso para todos os recursos de atividade. Então, a maioria dos custos de atividade dependerá das decisões de produção sob contrato de longo prazo, e o custeio por absorção será relevante para as decisões de longo prazo.
- c) A terceira situação é representativa de muitas indústrias. A maioria das empresas faz ajustes, a curto prazo, em preços, freqüentemente, para oferecer descontos nas listas de preços, em vez de da rigidez no emprego de um preço fixo baseado no custeio por absorção. Quando a demanda dos seus produtos está em baixa, as empresas reconhecem a maior probabilidade de ocorrer capacidade excedente, a curto prazo. Adequadamente, elas reduzem os preços de seus produtos para obter negócios adicionais, baseadas nos custos incrementais mais baixos, quando a capacidade excedente está disponível. Reciprocamente, quando a demanda dos seus produtos é alta, elas reconhecem a maior probabilidade de que a capacidade existente de recursos e atividade é inadequada para satisfazer toda a demanda. Adequadamente, elas ajustam os preços para cima, baseadas nos custos incrementais mais altos, quando a capacidade é completamente utilizada. Também, os preços mais altos servem para relacionar a capacidade disponível com a maior oportunidade de lucro.

De acordo com Leone (2000) abordagem do custeio por absorção considera que esse método de custeamento não indaga o comportamento dos custos diante do volume do parâmetro escolhido como base, como faz o seu 'contrário': o custeamento direto ou variável. O método de custeio por absorção atende às preocupações dos

empresários e do conceito de que, a longo prazo, todos os custos da empresa devem ser repassados aos consumidores.

O método de custeio por absorção é elaborado nas indústrias brasileiras por força de lei. Esse sistema atende basicamente aos preceitos fiscais apesar da imposição legal, nada impede de a empresa manter outro método de custeio desde que no final de cada período contábil, normalmente um ano, faça lançamentos contábeis para ajustar ao método de custeio absorção. Caso esse procedimento não seja cumprido pela empresa, isto é, não elabore o sistema de custeio por absorção, a firma torna-se objeto das seguintes penalidades:

- a) Produtos acabados: por 70% do maior preço de venda do ano.
- b) Produtos em processo:
 - i. Por 80% do valor dos produtos acabados, apurado como descrito anteriormente;
 - ii. Por 150% do custo das matérias-primas, por seus maiores valores pagos no ano.

A arbitragem imposta pelo fisco visa penalizar as empresas que não mantêm registros e controles das suas operações econômicas, e os critérios alternativos conduzirão a uma supervalorização de estoques, gerando maior lucro e maior imposto de renda¹¹.

¹¹ Consideremos necessário que o lucro calculado pela Legislação Societária [Lei Nº 6.404/76] não coincide com o lucro base de cálculo do Imposto de Renda. Apesar das diferenças de cálculo, vale ressaltar que um ano após a publicação a Receita Federal publicou o Decreto-Lei 1598 determinando que o modelo de elaboração das demonstrações contábeis deveria ser aplicado aos demais tipos societários.

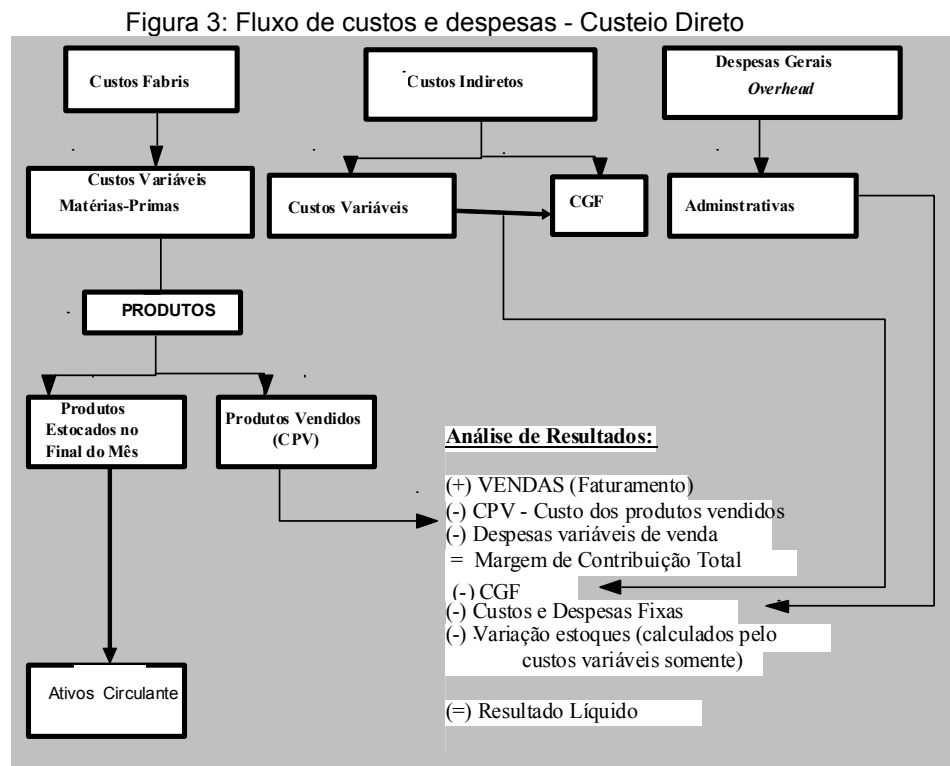
Lucro Societário: o lucro identificado na contabilidade “ortodoxa”, ou societária, ou normativa, ou outra designação para indicar que se trata do lucro definido pela legislação é formatado do seguinte modo: Receita Bruta de Vendas deduzidas dos impostos e taxas proporcionais às vendas, dos abatimentos, devoluções e daí determina-se a Receita Líquida. Dessa Receita Líquida deduz-se o custo dos produtos, mercadorias serviços prestados e obtém-se o lucro bruto. Do Lucro Bruto são deduzidas as despesas administrativas, as de vendas e os encargos financeiros líquidos [receita financeira – despesa financeira], depois dessas deduções define-se o **lucro operacional** ainda podem ser adicionados outros lucros e despesas não operacionais calcula-se o lucro antes do imposto de renda ou LAIR, sigla muito usada entre os contadores.

Lucro Tributável: A seqüência de cálculo do lucro tributável é similar à do societário, mas nem todas as contas contidas nas receitas/despesas operacionais são excluídas do lucro tributável, ex. resultados de investimentos em outras companhias – quando avaliado pelo método da equivalência patrimonial –, não

Deve-se observar a sutileza da legislação da receita federal. Se por um lado as pessoas jurídicas declaram imposto de renda com base no lucro presumido, não se exige uma contabilidade rigorosa por outro lado, a firma deve manter os controles dos estoques de matéria-prima controle dos produtos vendido, e integrado, com a contabilidade financeira.

3.3.2 Custeio direto

Pelo método de custeio direto os custos dos produtos contemplam os custos das matérias-primas e os custos demais são considerados como fixos, incluindo a mão-de-obra direta, dos custos indiretos variáveis. Os custos mistos – semifixos e semivariáveis –, os custos fixos e as despesas fixas são considerados como despesas do período.



Fonte: Costa, Reinaldo (1998, p. 68)

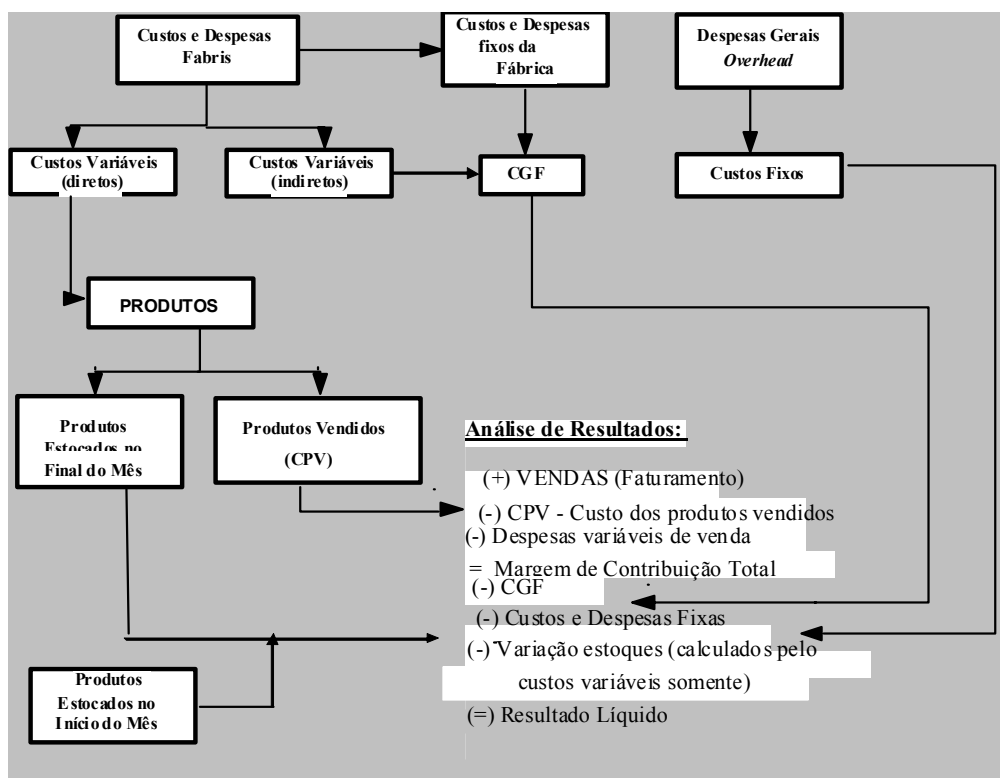
integram a base de cálculo do lucro para fins de Imposto de Renda. Outras receitas/despesas que são ajustadas anualmente pela Receita Federal. O lucro tributável também é encontrado na literatura como Lucro Real.

Goldratt (1990) assinala que os únicos custos que têm importância são os valores pagos aos fornecedores, ou seja, as matérias-primas, sendo os demais são considerados gastos.

3.3.3 Custeio variável

Compõem os custos dos produtos aqueles custos que variam em função das quantidades produzidas, considerando os custos diretos e indiretos aos produtos e os custos e despesas fixas são considerados como dispêndio do período. O diagrama a seguir representa um modelo de *Custeio variável*, sem departamentalização, e sua relação com a análise agregada de resultados.

Figura 4: Fluxo de custos e despesas - Custeio Variável



Fonte: Costa, Nélo e Araújo (1998, p. 11)

Vale ressaltar que as despesas variáveis integram o cálculo da margem de contribuição, mas não compõem o custo do produto. Todos os sacrifícios de ativos em função das vendas são confrontados com as receitas, no período, em que são incorridos o que não ocorre com os custos dos produtos.

Costa, Nélo e Araújo (2004, p. 11) argumentam que:

o custeio direto busca relacionar o custo, o volume e a margem de contribuição no curto prazo. Podemos apresentar algumas vantagens do custeio direto como sistema mais adequado à tomada de decisões, calcular a margem de contribuição por produto, acompanhar o volume de vendas; determinar a formação de preços de venda usando o conceito de *markup*; analisar o corte ou incremento à produção ou comercialização de determinado um produto; identificar a viabilidade de a firma manter ou fechar uma unidade de negócio (loja, filial, segmento, dentre outros etc.).

Leone (2000) efetuou uma análise comparativa entre o custeio variável e o custeio por absorção conforme a tabela que segue.

Tabela 1: Comparação entre o Método de Custeio Variável e do Absorção

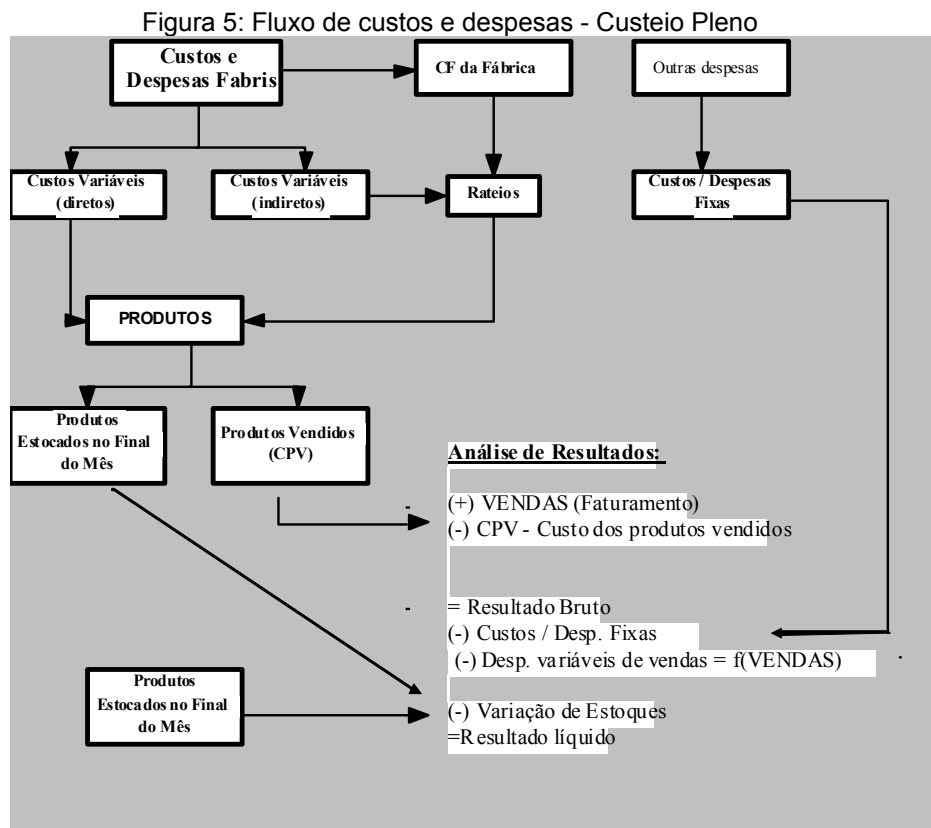
Custeio Variável	Custeio por Absorção
1. Classifica os custos em fixo e variável	1. Não há preocupação para esta classificação
2. Classifica os custos em diretos e indiretos	2. Também classifica os custos em diretos e indiretos
3. Debita ao segmento, cujo custo está sendo apurado, apenas os que são diretos ao segmento e variáveis ao parâmetro escolhido como base.	3. Debita ao segmento cujo custo está sendo apurado os custos diretos e indiretos através da taxa de absorção.
4. Os resultados apresentados sofrem influência direta do volume das vendas	4. os resultados apresentados sofrem influência direta do volume de produção.
5. É um critério administrativo, gerencial e interno.	5. É um critério, legal, fiscal, externo.
6. Aparentemente sua filosofia contraria os preceitos geralmente aceitos de Contabilidade, principalmente os fundamentos do regime de competência.	6. Aparentemente sua filosofia básica, alia-se aos preceitos contábeis geralmente aceitos, principalmente os fundamentos do regime de competência.
7. Apresenta a contribuição marginal - diferença entre a receita e os custos diretos e variáveis do segmento estudado.	7. Apresenta a margem de contribuição operacional - diferença entre as receitas e os custos diretos e indiretos do segmento estudado.
8. O custeamento variável destina-se a auxiliar, sobretudo a gerência no processo do planejamento e de tomada de decisões.	8. O custeamento por absorção destina-se a auxiliar a gerência no processo de determinação da rentabilidade e de avaliação patrimonial
9. Como custeamento variável trata os custos diretos e variáveis de determinado segmento, o controle da absorção dos custos da capacidade ociosa não é explorado	9. Como custeamento por absorção trata dos custos diretos e indiretos de determinado segmento, sem cogitar de perquirir se os custos são variáveis ou fixos, apresenta melhor visão para o controle da absorção dos custos.

Fonte: Leone (2000, p. 406-7).

No tocante a margem de contribuição Leone (2000) considerou no item 7 que a margem de contribuição é obtida por meio da diferença entre receita e custos diretos variáveis. A margem de contribuição também deduz dos preços de vendas as despesas variáveis. Pela tabela ora descrita Leone apresenta grande preocupação com a contabilidade financeira e os princípios contábeis geralmente aceitos.

3.3.4 Custeio pleno

O problema para determinar o custo unitário total (*full cost*) de produtos industriais decorre da alocação, sempre arbitrária, dos custos fixos e indiretos aos produtos, pois esses rateios não guardam necessariamente nenhuma relação direta com o produto que está sendo elaborado e, portanto, com os volumes produzidos. De acordo com a metodologia do custeio pleno os custos correspondem aos custos de produção adicionados às despesas de vendas e às administrativas.



Fonte: Costa, Nélo e Araújo, com adaptações (1998, p. 11)

De acordo com Backer e Jacobsen (1973, p. 214) salientaram que a esses fatores devem ser acrescentados uma margem desejada de lucros. Observamos que os autores já estão discutindo não mais um método de custeio, mas o *markup*. Os preços a partir dos custos.

3.4 Métodos de custeio usados nas decisões empresariais

Vale a pena iniciar por um clássico, ressaltado em revisão efetuada por Costa, Aechyles, (1986, p. 375-7) do IPEA. Pela primeira vez na literatura há uma profunda crítica à teoria neoclássica da formação de preços, na qual se busca igualar o custo marginal à receita marginal de um produto como forma de maximização do lucro da empresa (considerando uma empresa produtora de um só produto).

- a) Adam Smith e Ricardo são os principais representantes da escola política clássica. De um modo geral afirmaram que o custo de um bem corresponde ao tempo de trabalho que ela requer ou quanto custa para produzi-la.
- b) Marx elabora críticas à escola clássica no tocante ao conceito de trabalho, desse modo considera que Smith não consegue explicar a troca de uma mercadoria particular, a força de trabalho. Em relação a Ricardo, Marx salienta que, esse autor enreda-se nas divergências entre valor e preço, devido às circunstâncias (composição do capital) em que as mercadorias são produzidas. No entanto Marx retém conceitos importantes desses autores para desenvolver a teoria do valor.
- c) Bentham, Menger, Jevons deslocam o centro da análise sobre o valor do lado da produção, para o lado da demanda. O valor é determinado pela utilidade, como o valor é subjetivo varia de indivíduo para indivíduo. Dentre esses economistas Jevons tem uma opinião distinta, apesar desta rejeição dos custos de produção e, em particular, das teorias do valor-trabalho, ele algumas vezes atribui-lhes um efeito indireto sobre o valor na medida em que ao afetarem a oferta do produto, levaria a uma variação de utilidade (*apud* Haekins; 1979, p. 13).
- d) Marshall desenvolve a tese de que o preço de uma mercadoria é determinado pela oferta e pela demanda. Ao contrário dos demais marginalistas, afirmava que não poder-se-ia descartar os custos de produção como sendo um elemento importante na explicação do preço. Tanto o custo como a utilidade teria um papel a desempenhar. O primeiro é na explicação da oferta e, a segunda, na explicação da demanda. Na concepção de Marshall a livre concorrência garantiria que o preço fosse determinado pelas forças impessoais do mercado. A hipótese de que as empresas trabalham sob condições de custos crescentes imporia limite à sua expansão e, conseqüentemente, evitaria que o mercado se tornasse monopolista. (...) O objetivo de Marshall era obter uma curva de oferta que fosse simétrica à curva de demanda e, assim, poder determinar o preço.

Para isso utiliza-se da 'lei dos rendimentos não proporcionais', que uma fusão da 'lei dos rendimentos crescentes' de Adam Smith e da 'lei dos rendimentos decrescentes de Ricardo' ambas retiradas do contexto em que foram desenvolvidas e aplicadas, então, por na análise da determinação do preço Marshall.

- e) Sraffa foi um dos rompedores da abordagem marshalliana, o centro do ataque foi o conceito da curva de oferta. Sraffa demonstra através de uma crítica interna rigorosa que esse procedimento era incorreto, concluindo que se deveria voltar a escrever a teoria do valor com base em um conceito monopolista de firma.
- f) Robinson as empresas se defrontam com uma curva de demanda negativamente declinada. Isso significa que elas têm algum poder discricionário, (de monopólio) sobre o preço de venda do produto que vendem. A autora justifica que esse poder advém dos custos de transportes, da garantia da qualidade fornecida por uma outra marca bastante conhecida, da publicidade, do atendimento, etc. Ou seja, daquelas condições que tornam o mercado imperfeito
- g) Chamberlin (1933) considera que o poder discricionário é proporcionado pela diferenciação dos produtos, como a existência de marcas registradas, forma ou confecção do produto etc., sendo que esta diferenciação, para os consumidores, pode ser real ou imaginária.

Costa, Aechyles (1986) continua referenciando a crise da crescente da insatisfação com a doutrina ortodoxa (neoclássica) cujas deficiências tornaram-se mais evidente com a crise de 1929. Aproximadamente uma década depois Hall e Hitch realizaram uma pesquisa empírica e cujos resultados demonstraram que os empresários não usavam a neoclássica para decidir preços, conforme a descrição que segue.

Hall e Hitch (1939, p. 379-414) demonstraram, através de uma pesquisa empírica com 38 empresas britânicas, que elas não tentavam igualar a receita marginal ao custo marginal para estabelecerem seus preços e os seus níveis de produção. A explicação dada é que as empresas não conhecem, ou não fazem esforço para calcular as suas curvas de receita e custo marginal. Como se sabe, a hipótese da maximização do lucro requer que as empresas conheçam essas curvas. No entanto, para que seja possível, é necessário que se estimem as funções demanda – para daí obterem a receita marginal – e os seus custos marginais que se supõem conhecidos. Questionados sobre esse assunto, os empresários mostraram-se indiferentes ou vagos sobre a determinação da elasticidade-preço da demanda. No caso dos custos, os dados, de acordo com os autores, não eram confiáveis, pois as empresas produziam uma ampla variedade de produtos. E concluem, que a maioria dos empresários (...) aparentemente não tentava, mesmo que implicitamente, estimar a elasticidade-preço da demanda ou o custo marginal (em oposição ao custo médio direto); e dentre os que o faziam, a maioria considerou a informação de pouca ou nenhuma relação para a fixação do preço salvo, talvez, em condições muito especiais.

Se os empresários não estabelecem o preço igualando a receita ao custo marginal qual é, então, o procedimento adotado? Segundo os autores as empresas seguem o que eles denominam de princípio do "custo total". De acordo com este princípio, os empresários para fixarem o preço tomam o custo médio direto, adicionam uma percentagem para cobrir os custos fixos e indiretos e uma percentagem para os lucros. Esses últimos considerados não como sendo máximos, mas como "razoáveis".

Como calcular, portanto, o custo unitário de um produto? De acordo com Martins (1996a), desde a Revolução Industrial, quando nasceu o método do custeio por absorção, não havia sido desenvolvido um novo método para calcular os custos unitários dos produtos. O fato é que a manufatura de um produto envolve materiais, recursos humanos, máquinas e custos fixos como aluguéis entre outros; o que a Economia denomina de fatores de produção. Os pesquisadores questionam e divergem sobre como considerar os fatores de produção na composição do custo unitário de um produto. Faremos portanto, basicamente revisão basicamente da bibliografia concernente aos métodos de custeio, e aos modelos de decisão usados para seleção de *mix* de produtos.

Vartanian (2000) pesquisou importantes periódicos que abordassem pesquisas empíricas, incluindo *surveys* e estudos de caso, sobre o cálculo do custo unitário de um produto. Em suas referências constam trabalhos datados de 1937 a 1999. Nesta seleção ele constatou que a maioria dos executivos financeiros e/ou gestores usava o método do custeio pleno e/ou absorção no processo da gestão da produção. Este autor também mencionou que o custeio direto não atingiu 50% do uso na prática empresarial. Não podemos deixar de assinalar as frustrações dos pesquisadores-empresários e defensores do custeio direto, por exemplo: Barback (1964), Silberston (1970).

Barback, economista *marginalista*, defensor do método de custeio direto, não conseguiu aplicá-lo na sua empresa. Apesar de não obter êxito na implantação do custeio direto, considerou que "os livros didáticos apresentam aplicações simplistas e a realidade empresarial é muito complexa" (Barback *apud* Vartanian, 2000, p. 129), mas em suas conclusões recomenda a aplicação do custeio direto. O custo direto é um

substituto natural do custo marginal, implicando a *proxy* do cálculo da margem de contribuição ao invés da receita marginal igual ao custo marginal.

Silberston (1970), também um defensor do método de custeio direto, constatou que os executivos usavam o custeio pleno (absorção total) para a definição de preço. O método do custeio por absorção é aplicado pela contabilidade financeira com a finalidade de calcular os custos dos estoques, retirando, assim, variações (em valor) de estoques do cálculo do Lucro da Firma, com a finalidade de cálculo do imposto de renda. O valor dos estoques considera todos os custos fabris, mas o custeio pleno considera a absorção de todos os custos da firma, inclusive os não fabris.

A pesquisa de Silberston (1970) teve muita repercussão devido ao número de questionários enviados e recebidos¹² tais questionários foram enviados aos diretores financeiros e aos gestores de produção. As conclusões de Silberston (1970) são tão radicais quanto as de Barback (1964), mesmo comprovando que os métodos de custeio pleno e absorção são os mais usados nas decisões gerenciais. Relatam as dificuldades práticas para utilizarem o custeio direto, mas suas tendências teóricas influenciam suas opiniões, principalmente quando afirmam que apesar na realidade empírica, que usa o custeio pleno ou absorção, recomendam o custeio direto para as decisões gerenciais e de produção.

Yoshikawa, Innes e Mitchel (1989) realizaram estudos de casos e pesquisas *surveys* nos EUA e no Japão, e constataram que nas empresas por eles estudadas predominavam o custeio pleno e por absorção. Nesse artigo há um desabafo exclusivamente de Yoshikawa em relação às pesquisas empíricas nos dois países: a realidade empresarial era muito diferente do que ele escrevia.

Na década de 80 vários autores [citados no desenvolvimento deste estudo] constataram que os métodos tradicionais (absorção e pleno) não apoiavam as decisões de seleção de *mix* de produtos. Esses métodos não forneciam informações relativas aos recursos consumidos, haja vista que os custos da capacidade industrial eram distribuídos (rateados arbitrariamente) às unidades produzidas. O custeio por atividades

¹² 1000 questionários enviados e analisados.

(ABC – *Activity Based Costing*) foi desenvolvido com o objetivo de superar esse problema, que causa grandes distorções no cálculo de rentabilidade dos produtos e, por consequência, do *mix* ótimo (Cooper e Kaplan, 1992).

Cooper e Kaplan (1992) acompanhavam as insatisfações dos gestores empresariais em relação aos relatórios contábeis, pois os mesmos não auxiliavam nas decisões gerenciais. Assim sendo, Cooper e Kaplan (1992) reformularam a demonstração de resultado [Lucros e Perdas] e acrescentaram a esse relatório a quantidade de recursos fornecidos e seus respectivos custos, e desenvolveram a mensuração baseada no custeio por atividades (ABC). Nesses relatórios os custos ociosos eram informados por atividades tanto em termos quantitativos quanto financeiros, e ao mesmo tempo separavam-se os custos de produção.

No início da década de 90 Catelli e Guerreiro (1993, p. 1) consideram que:

(...) entre o GECON [Sistema de Gestão Econômica] e o ABC havia um ponto comum o conceito de Atividade. Contudo, refutaram o ABC sob a alegação de que este método é conceitualmente fraco. Ainda afirmam que, esta fraqueza diz respeito fundamentalmente à distribuição de custos fixos aos produtos, ou seja, a utilização de *cost drivers* ao invés de outros critérios de rateios. Eles afirmam que estes procedimentos não modificam o comportamento intrínseco dos custos das atividades de apoio, que geralmente são de natureza fixa. Enfim, o ABC para eles é incompleto e baseado especificamente no custo.

Já Martins (1996a)¹³ ao abordar o ABC no capítulo 8 do seu livro de contabilidade de custos, o denominou-o de “Absorção Sofisticado”. O autor distribui todos os custos aos produtos, e isso induz o leitor a pensar que ABC realmente não difere do método de custeio por absorção. Na forma de distribuir os custos variáveis indiretos aos produtos e/ou as atividades, Martins (1996a) estruturou a demonstração de resultados que não se assemelha com a proposição de Cooper e Kaplan (1992), nem na forma menos ainda na essência. Isso justifica Martins assinalar que o ABC é “o absorção sofisticado”, porque não fornece a quantidade de recursos fornecidos à produção tampouco mensura os custos ociosos.

¹³ 1996a foi Martins integrou no livro Contabilidade de Custos os dois capítulos sobre o ABC, capítulo 8.

De acordo com Martins¹⁴ (1996a, p. 19) a contabilidade estava estruturada de modo satisfatório para atender a era mercantilista. Com o advento da Revolução Industrial (século XVIII) as empresas mudaram o *modus operandi*, compravam matérias primas, para transformar em outros produtos. Além disso, adquiriram máquinas, surge à mão-de-obra direta e outros custos necessários à elaboração dos produtos.

Martins (1996a, p. 19-20) assinala que:

(...) na era mercantilista os bens eram quase todos produzidos por pessoas ou grupos de pessoas que poucas vezes constituíam entidades jurídicas. As empresas propriamente ditas viviam basicamente do comércio, e não da fabricação. Dessa forma, era bastante fácil o conhecimento e a verificação do valor de compra dos bens existentes, bastando à simples consulta aos documentos de sua aquisição. Com o advento das indústrias, tornou-se mais complexa a função do Contador que, para levantamento do balanço e apuração do resultado não dispunha dos dados para poder atribuir valor aos estoques; seu valor de 'Compras' na empresa comercial estava agora substituído por uma série de valores pagos pelos fatores de produção utilizados.

No entanto, Kaplan (1988) assinala que os gerentes necessitavam de informações para avaliar estoques, controlar as operações e mensurar os custos dos produtos. Considera que os sistemas de custeios informam sobre os custos dos produtos, mão-de-obra, e *overhead* e estes são distribuídos à produção do período e ainda não informam o custo dos produtos vendidos. Tais sistemas foram modelados para avaliar estoques e para o imposto de renda e não fornecem informações acuradas para controle operacional e gerenciamento do custo do produto. Como descrito a seguir, (Kaplan, 1988, p. 61-6):

- Avaliação dos estoques: as indústrias distribuem os custos de produção para todos os itens produzidos. O sistema de avaliação dos estoques deve contemplar os custos de mão-de-obra, matéria-prima e *overhead*. A alocação do overhead nem sempre corresponde aos processos de produção nem à demanda individual de um produto.
- Controle operacional: um sistema de controle operacional deve fornecer informações sobre as variações de custos, e minimizarem as alocações em nível de centro de custos ou departamentos a periodicidade destas informações depende da necessidade do gestor. O sistema de custo tradicional não fornece essas informações.

¹⁴ Livro editado desde 1978.

- Mensuração dos custos dos produtos: modelar e implantar um sistema de controle operacional. Para definir os custos dos produtos deve-se identificar tempo de mão-de-obra, horas máquinas, energia usada e materiais, custos de *setup*, lotes de produção, inspeção, quantidade produzidas e a demanda por atividades. Isso permite a empresa entrar ou deixar mercados, identificar linhas de produtos lucrativas e deficitárias. Os sistemas de custos gerenciais ajudam aos gestores a ofertar novos produtos, decisões de preços.

As empresas podem fazer seus controles de produção e estocagem por meio do método de custeio: variável, ABC, Direto, pleno. Desde que no encerramento do período contábil – geralmente um ano –, os responsáveis pela elaboração das informações de custos façam lançamentos contábeis para ajustar a distribuição dos custos fixos para o estoque (Ativo) e o Custo dos Produtos Vendidos (CPV). Depois retomam os procedimentos contábeis de estornar tais lançamentos e retornar ao método de custo que estava sendo usado.

3.5 Modelos de decisão de *mix* de produtos: TOC, ABC E MG

Novos paradigmas de decisões de *mix* produtos foram desenvolvidos porque os métodos de custeio não respondiam às necessidades gerenciais; esse fato conduziu ao desenvolvimento e a adaptações de conceitos de outras áreas, bem como à utilização de métodos matemáticos, de modo tal que se formularam pelo menos três *corpus* teóricos para a seleção de *mix* de produtos. Dentre eles serão aqui destacados a TOC [*Theory Of Constraints*], ABC [*Activity-based Costing*] e MG [*General Model*].

Ainda na década de 80 surgiu a Teoria das Restrições (*Theory of Constraints* [TOC]) desenvolvida por Goldratt e Cox (1993). Essa teoria forneceu uma ferramenta popular para a determinação do *mix* ótimo de produtos a partir dos gargalos identificados no processo produtivo.

Em 1993, Goldratt e Cox lançaram o livro, *A Meta*, cujo objetivo foi descrever a TOC na forma de um discurso literário similar a um “drama épico”. O objetivo da TOC é identificar as restrições para otimizar a produção e ao mesmo tempo melhorar o *lead time* dos clientes. O grande mérito dos autores foi encontrar uma linguagem simples

para descrever um tema extremamente complexo. Apesar de não se deter em demonstração mais rigorosa, a Teoria das Restrições como descrita por Cox, Fox e Goldratt (1987) deu origem a vários artigos¹⁵, teses e livros.

A TOC é usada para determinar *mix* de produtos, mas não encontrou adeptos na forma em que fora concebida. Por exemplo, Plenert (1993) analisou o método da TOC e refutou-o argumentando que este não soluciona problemas com múltiplas restrições e que a programação linear é uma ferramenta mais adequada. Plenert (1993, p. 126-133) não questiona o método de custeio da TOC, sua análise é exclusivamente relacionada à capacidade produtiva.

Guerreiro (1999) analisa o mesmo estudo de caso da TOC e corrobora a metodologia de seleção de *mix* de produtos; apenas esse autor fez três sugestões ao estudo de casos da TOC: que os estoques fossem avaliados pelo custo de reposição, que os custos financeiros decorrentes do período de estocagem deveriam integrar o resultado do exercício e atribui uma nomenclatura técnica à TOC.

A partir dos anos 90, Kee (1995); Spoede (1994); Holmen (1995); Yahya-Zadeh (1998); Kee e Schmidt (2000); Sheu, Chen e Kovar (2003); Pegels e Watrous (2005); Albright e Lam (2006); McNair (2007); Lockhart e Taylor (2007); realizaram estudos comparativos entre o ABC e a TOC para selecionar o *mix* ótimo de produtos.

Kee e Schmidt (2000) consideraram o ABC e a TOC como paradigmas alternativos para avaliar as conseqüências econômicas quando a empresa usa sistemas de custeio tradicionais. Para Kee e Schmidt (2000) a TOC e o ABC podem conduzir a *mix* de produtos inadequados. Para resolver esse conflito eles desenvolveram um “Modelo Geral” como sendo o modelo que supera as fragilidades da TOC e do ABC.

Diante dos modelos (paradigmas) de decisão para selecionar *mix* de produtos, consideramos necessário apresentar suas premissas conceituais e a formulação

¹⁵ Estudo de caso Elaborado por Cox, Fox e Goldratt foi estudado por: [Rodrigues, (1990); Umble e Srikanth (1990)] *apud* Guerreiro (1999)] Plenert (1993 entre outros.

completa das suas equações, e daí repetirmos os testes numéricos realizados por Kee e Schmidt (2000), usando a mesma base de dados e as adaptações conceituais para o TOC, ABC e MG.

Quando Kee e Schmidt (2000) apresentaram o modelo geral, usaram as mesmas restrições de Plenert (1993); as restrições contemplam os recursos limitativos e não limitativos. Além disso, acrescentaram o conceito de recursos discricionários às equações e consideraram o método de custeio direto para avaliar os custos dos produtos. Desse modo, o modelo geral reúne os conceitos da TOC para avaliação dos custos dos produtos, e as restrições à função objetivo são similares às do ABC.

Kee e Schmidt (2000, p. 11) consideram que “a TOC e o ABC são casos especiais à aplicação do modelo geral. Os autores afirmaram que a TOC e o ABC podem conduzir a *mix* de produtos ótimos quando a empresa utiliza o método de custeio tradicional”. Porém, à medida que a gerência tem poder discricionário sobre os recursos de mão-de-obra e *overhead*, o modelo geral gera o melhor *mix* de produto explorando o máximo os recursos limitativos.

Ressaltamos que Plenert (1993) refutou o método matemático usado pelos preceptores da TOC sob a argumentação de que o método matemático desenvolvido pelos seus mentores não soluciona problemas de múltiplas restrições, e sugere a aplicação da programação matemática por ser uma ferramenta mais eficiente. Ao simular o estudo de caso demonstrado por Plenert usando o método da TOC e da Programação Linear, verificamos que o *mix* de produto era distinto, porque os resultados apresentados foram arredondados.

Corrêa e Gianesi (1993; p. 43) também refutaram o método matemático da TOC. Esses autores consideraram que “a heurística usada na TOC não é uma técnica otimizante no sentido científico do termo”. Nada garante que, por sua aplicação, sejam atingidas soluções ótimas, já que a técnica é baseada em uma série de procedimentos

heurísticos, muitos dos quais os proprietários dos direitos de exploração do sistema nem mesmo tornaram públicos até o momento¹⁶.

3.5.1 Custeio Baseado em Atividades [ABC]

O ABC, Custeio Baseado em Atividades, difere significativamente do custeio por absorção, pois os recursos ociosos são separados daqueles efetivamente incorporados aos produtivos. Busca identificar e mensurar os custos em níveis de processos, linhas de produção, atividades, *setups*, matérias-primas. Esse método identifica produtos e/ou atividades ineficientes, recursos ociosos e permitem decisões do tipo *make or buy*.

Kaplan e Cooper (1992) descreveram a base conceitual para modelar o ABC que parecia sobrepujar os sistemas de custeio tradicionais. Os métodos de custeio tradicionais usam o volume como direcionador para alocar *overhead* tendo como parâmetro as horas de mão-de-obra direta, horas-máquinas.

Entretanto, muitos recursos são ligados a produtos individuais e as despesas com os clientes não são proporcionais aos volumes vendidos. Assim, os sistemas tradicionais não medem de forma acurada os custos dos recursos usados na produção e os recursos ociosos.

Pela formatação do resultado¹⁷ [lucro/prejuízo], o ABC mesmo na sua fase inicial não podia ser confundido com o custeio por Absorção, haja vista que separa os custos dos recursos produtivos daqueles custos dos recursos ociosos. Por outro lado, a demonstração do resultado com base no ABC vai além das informações contidas nos custeios tradicionais, e informam tanto em termos monetários quanto em termos de unidades físicas [horas máquinas, horas de mão-de-obra].

¹⁶ Hoje: refere-se a 1993.

¹⁷ Em contabilidade o termo resultado expressa lucro se for positivo e negativo ou entre parêntese indica prejuízo. A partir de então usaremos a Resultado Operacional e Resultado Líquido.

O ABC inicia a mensurar os processos e atividades de produção. A seguir a demonstração de resultados proposta por Cooper e Kaplan.

Tabela 2: Demonstração do Resultado – ABC¹⁸

Demonstração do Resultado	ABC
Recursos Usados na Produção	
Mão-de-obra Direta	
Horas-Máquinas	
Material Direto	
Recursos não Usados na Produção	
Horas-Máquinas não Discricionárias	
Horas-Máquinas Discricionárias	
Material Direto	
Demonstração do Resultado	ABC
Receitas	\$
Material Direto	
Mão-de-obra Direta	
Horas Máquinas	
Lucro Baseado nos Recursos Usados na Produção	
Custo dos Recursos Ociosos	
Material	
Horas [máquinas, de mão-de-obra]	
Lucro Líquido	

Ressaltamos que o Resultado operacional remete-se àquele decorrente da principal atividade da empresa e há uma alta correlação com o capital de giro e geração de caixa. **Resultado líquido** reflete a eficácia da administração financeira empresarial, inclui os recursos ociosos da produção e outras receitas e despesas que foram realizadas no âmbito empresarial.

¹⁸ Modelada por Cooper e Kaplan, (1992) e demonstrada por Kee e Schmidt (2000).

Martins (2003) considera que o ABC¹⁹ quando pode ser aplicado também aos custos diretos, principalmente à mão-de-obra direta, é recomendável; mas não haverá, nesse caso, diferenças significativas em relação aos chamados 'sistemas tradicionais'. A diferença fundamental está no tratamento dos custos indiretos.

As simulações do ABC demonstradas por Martins não diferem muito dos relatórios tradicionais contábeis; tais relatórios só contêm dados financeiros e não contêm os dados dos recursos fornecidos à produção. A essência dos relatórios difere significativamente daquela elaborada por Cooper e Kaplan (1992, p. 1). Porque a demonstração do resultado apresentada por Martins não informa a quantidade de recursos fornecidos à produção e tampouco estabelece diferença entre os recursos usados e não usados na produção.

Catelli e Guerreiro (1993) efetuaram críticas tão rigorosas ao ABC que poder-se-ia compará-las a um dogma acadêmico. Esse fato conduz à necessidade de citar *ipsis litteris* três das críticas mais rigorosas que Catelli e Guerreiro (1993, p. 4-6) atribuíram ao sistema ABC.

- As premissas conceituais do ABC não são sólidas. Os defensores do ABC argumentam que os sistemas tradicionais rateiam custos indiretos de fabricação ao custo de mão-de-obra. À medida que as empresas utilizam tecnologia de produção mais avançada, os custos indiretos de fabricação aumentam e o valor da mão-de-obra direta diminui. Assim, a distribuição dos custos indiretos proporcionalmente à mão-de-obra direta conduz a custo incorreto dos produtos.
- Rateando custos fixos não mais pelo custo da mão-de-obra, e sim, diretamente por outros critérios (*cost drivers*) o custo do produto assim obtido está incorreto. (...) Desse modo, o ABC não muda a realidade dos fatos, de que a grande parcela dos custos indiretos, qualquer que seja o tipo de atividade é de natureza fixa. Assim todo relacionamento dos custos fixos das atividades com os produtos é tão subjetivo e incorreto como ratear esses custos proporcionalmente ao custo de mão-de-obra direta.
- As tecnologias de produção têm aumentado os custos fixos proporcionalmente aos custos variáveis (a empresa do futuro tende a ter como custos somente custos de matéria-prima, energia e serviços de terceiros), esse método de custeio conduzirá a resultados proporcionalmente mais errados. O uso do ABC faz com que se transformem custos fixos em custos variáveis.

¹⁹ Informações sob o ABC só constam no livro de Contabilidade de Custos a partir de 1996.

Costa, Reinaldo (1998) estruturou um modelo para selecionar *mix* de produtos, esse modelo segrega os custos variáveis das atividades, CRP (*Capacity Requirements Planning*), quantidade de recursos disponíveis à produção, capacidade – níveis de capacidade produtiva e ociosa, *markup*, *pricing*, despesas variáveis com vendas, impostos e taxas proporcionais a vendas, demanda individual dos produtos, elasticidade da demanda. O modelo formulado por Costa, Reinaldo (1998) abrange desde as instalações, marketing até decisões de terceirização (*outsourcing*), além disso, ele incluiu as restrições de produção e de mercado.

Esse modelo não será analisado nesta pesquisa, posto que a nossa proposição restringe-se à decisão de *mix* de produto pela capacidade e adequação de métodos de custeios sob a óptica dos custos discricionários.

O modelo de decisão baseado em custos conduz quase que automaticamente a uma necessidade muito grande de custear atividades e produtos. O produto é responsabilizado por todos os custos, sendo ignorado que os custos fixos independem dos volumes de atividades e de produção. Uma consequência desse procedimento de custeio é a pouca clarificação da responsabilidade de quem efetivamente toma decisão sobre a estrutura de custos fixos, que são os gestores. Dessa forma, um modelo de decisão inadequado conduz à obtenção de uma informação incorreta.

3.5.2 Teoria das Restrições [TOC]

Em 1993 Goldratt e Cox lançaram o livro *A Meta*, cujo objetivo foi descrever a TOC na forma de um discurso literário similar a um “drama épico”. O objetivo da TOC é identificar as restrições para otimizar a produção e ao mesmo tempo melhorar o tempo de atendimento [*lead time*] aos clientes. O grande mérito dos autores foi encontrar uma linguagem simples para descrever um tema complexo. Estes autores ficaram conhecidos como os Preceptores da TOC, e argumentaram que os custos dos produtos tinham como base os valores pagos aos fornecedores, ou seja, os custos diretos. A TOC tem como premissa básica que a gestão de produção deve ser administrada a partir das restrições, e os recursos não-limitativos são desprezados. Essa teoria considera cinco passos básicos para solucionar problemas no processo produtivo.

- 1º Passo:** Identificar as restrições do sistema;
- 2º Passo:** Explorar as restrições maximizando os recursos limitativos. Maximizar as restrições tendo como parâmetro a ordem decrescente dos *throughput* dos itens que compõem o *mix* de produtos.
- 3º Passo:** Analisar o sistema produtivo; se houver outra restrição retorna-se ao 2º passo.
- 4º Passo:** Superar as restrições do sistema
- 5º Passo:** Caso as restrições não sejam exploradas, retorna-se ao primeiro passo.

Holmen (1995) considera que o custeio por absorção e o ABC distorcem os custos dos produtos. Goldratt e Cox (1993) propõem uma mudança no modo de pensar dos gestores trocando 'os custos totais' para os '*throughput's* totais'.

Para Goldratt (2007) o objetivo de *A Meta* foi enfocar a necessidade de mudar o paradigma que governa a indústria. O autor considera três obstáculos que impediam a implantação da meta. **Primeiro** – falta de habilidade de propagar a mensagem pela empresa. Não é fácil explicar em poucas horas a mensagem da *Meta*. **Segundo** – os clientes consideravam que o *software* da TOC era um produto elaborado pela metade. **Terceiro** – falta de habilidade de persuasão dentro do novo paradigma dos gestores a fim de que eles permitissem a mudança de algumas medidas.

Goldratt (1990) descreve a Teoria da Restrição, o processo de implantação e como os gestores podem aplicar soluções simples para administrar o sistema empresa. *The theory of constraints* [TOC] diferente da OPT [*Optimized Production Technology*] cujo foco é a administração de produção, enquanto a TOC considera que a administração de produção não é suficiente para otimizar a empresa, faz-se necessário reconhecer as restrições que limitam o sistema-empresa de atingir a meta: ganhar dinheiro. Para tanto, devem-se administrar as restrições em nível de fornecedores, marketing, clientes.

Nos trabalhos que serão compilados nesta pesquisa relacionados à decisão de *mix* de produtos, a discussão sempre recai nos seguintes parâmetros: o método de custeio a ser utilizado para mensurar os produtos, a pesquisa operacional e a TOC

[*Theory of Constraints*]. A TOC é o resultado de uma ampliação da OPT [*Optimized Production Technology*]. Em princípio, Goldratt (1993) criou um software para otimizar os processos produtivos, o software foi denominado de OPT [*Optimized Production Technology*].

Guerreiro (1999, p. 13) descreve os passos da OPT como segue:

- 1) Balancear o fluxo e não a capacidade: o fluxo de produção deve considerar primeiro os recursos disponíveis depois a capacidade instalada.
- 2) Utilização de um recurso não-gargalo não é determinada por seu próprio potencial e sim pela restrição do sistema: a programação de produção é parametrizada pelos recursos limitativos²⁰.
- 3) Utilização e ativação de um recurso não são sinônimas. A utilização corresponde ao uso de um recurso não-gargalo de acordo com a capacidade do recurso gargalo. A ativação de um recurso a mais do que o suficiente para alimentar um recurso gargalo limitante, de acordo com o enfoque da TOC (Guerreiro, 1999, p. 37).
- 4) Uma hora perdida no gargalo é uma hora perdida no sistema inteiro: uma hora perdida no recurso limitativo atrasa toda a programação da produção.
- 5) Uma hora economizada no recurso não-gargalo não representa um ganho, mas uma miragem: Goldratt em princípio apresenta a OPT como uma ferramenta para gerenciar os sistemas produtivos, depois ele amplia o pensamento da tecnologia da produção para a Teoria das Restrições.
- 6) Os gargalos governam o ganho e o inventário²¹: para que não haja perda de tempo nos recursos gargalos é aconselhável que seja mantido o *time buffer*²², estoque pulmão para empresa não incorrer em riscos.
- 7) O lote de transferência não deve ser necessariamente igual em durante o tempo de elaboração: o lote de produção não deve ter o mesmo tamanho no processo produtivo, deve ser customizado de acordo com os produtos e as linhas de produção, ao contrário da contabilidade tradicional em que se definia um tamanho para todos os lotes.
- 8) O lote de processo deve ser variável e não fixo: as explicações são as mesmas do passo 7.
- 9) Os programas devem considerar todas as restrições simultaneamente: a programação de produção deve considerar seus recursos limitativos para saber quanto e quando produzir e quando entregar.

Não podemos deixar de ressaltar que apesar da ausência desse rigor teórico de Goldratt e Cox (1993), há méritos dos dois autores por explicar por meio de uma linguagem simples a gestão de operações, os cálculos de custos, dentre outros e seu

²⁰ Neste texto estamos usando recurso limitativo com significado similar aos recursos gargalos e as restrições.

²¹ “Inventário é definido como todo o dinheiro que o sistema investe na compra que ele pretende vender de produtos ou matérias-primas que a empresa deseja colocar à disposição da venda. Guerreiro” (1999, p. 19).

²² *Time Buffer* “corresponde a um tipo de estoques, que pode ser mantido caracterizado como um estoque pulmão por tempo de segurança (Guerreiro, 1999, p. 39)”.

livro atingiu um público significativo. Nossas afirmações decorrem do fato de o livro *A Meta: um processo de melhoria contínua*, tornar-se um *best seller*. Um outro, aspecto a ser considerado é que as pesquisas analisadas no capítulo 6 usam a mesma terminologia da TOC.

O autor relata que os esforços para instalar o software desviavam a atenção das pessoas em detrimento da atenção que deveria ser direcionada aos conceitos fundamentais, às medidas e procedimentos. Resultado: o programa não gerava confiabilidade para o cliente, daí iniciar-se um estudo em relação ao obstáculo que impedia a implantação da Meta.

Pegels e Watrous (2005) realizaram um estudo de caso numa indústria aplicando a metodologia da TOC, conforme fora concebida por Goldratt para um processo industrial e obtiveram êxito.

Lockhart e Taylor (2007) defendem que os relatórios empresariais limitam-se às normas do governo e do mercado financeiro, todavia reconhecem a necessidade de desenvolver técnicas que agreguem valor para os *stakeholders* e outros interessados na cadeia de relacionamento da empresarial.

Essas pesquisas, não trouxeram grandes contribuições ao que já havia sido desenvolvido na literatura especializada e constante das suas referências bibliográficas. Identificamos trabalhos como o do Plenert, que apontava falha na metodologia usada pelos preceptores da TOC há quatorze anos assim mesmo, as duas pesquisas ora mencionadas usam o método matemático como fora concebido na TOC.

3.5.3 Modelo Geral (Kee e Schmidt)

O Modelo Geral foi desenvolvido por Kee e Schmidt (2000) para auxiliar os gestores de produção na definição de *mix* de produtos que proporciona a melhor utilização dos recursos limitativos e que maximize o lucro empresarial. Esse modelo considera que os gestores têm à sua disposição informações relacionadas à elaboração de cada produto: quantidade de matérias-primas [*bill of materials*], tempo de elaboração nos processos e atividades, capacidade das atividades, níveis de ociosidade, demanda

por produtos. O modelo Geral presume que os produtos são avaliados pelo método de custeio direto e os gestores têm poder discricionário sobre os recursos (ociosos) de mão-de-obra e de *overhead*.

Kee e Schmidt (2000) categorizaram esses recursos em: custos não discricionários e discricionários. Os recursos não discricionários não são distribuídos para outras áreas, ou seja, são recursos à disposição da produção. Os discricionários podem ser redistribuídos para outras áreas da firma e não são deduzidos como custos fixos. O modelo geral foi desenvolvido para sobrepujar as desvantagens da TOC e do ABC, sendo esses últimos exceções ao modelo geral (Kee e Schmidt, 2000, p. 9). Eles ainda reforçam que “tanto a TOC quanto o ABC podem conduzir a um *mix* de produtos inadequados”.

“A TOC e o ABC são paradigmas alternativos quando se avaliam as conseqüências econômicas quando a empresa usa métodos de custeios tradicionais”, embora eles não definam os métodos tradicionais (Kee e Schmidt; 2000, p. 1).

Albright e Lam (2006) realizaram um estudo sobre o desenvolvimento da Contabilidade Gerencial, descreveram a evolução a partir de Luca Paccioli até as três últimas décadas, e incluíram o *Just-in-Time*; *Total quality Management*, *target costing*, *Benchmarking*; *ABC/M*, *Balanced Scorecard*; seis sigmas, customização, Teoria das Restrições. Todavia, não incluíram o Modelo Geral. A contribuição dessa pesquisa foi demonstrar que o *gap* da evolução da contabilidade gerencial ocorreu no último século, ou seja, uma retrospectiva histórica.

No tocante às inconsistências teóricas por nós identificadas, as quais serão demonstradas no item 4, enviamos correspondência para o prof. Kee²³ indagando se ele e o prof. Schmidt haviam desenvolvidos outras pesquisas referentes ao Modelo Geral e aos custos discricionários. O prof. Kee nos respondeu-nos que seus trabalhos se limitavam ao *paper* desenvolvido por ele em 1995 e o artigo análise comparativa entre o ABC, a TOC e o Modelo Geral (2000). Nem ele tampouco o prof. Schmidt desenvolveram outras pesquisas nessa área.

²³ KEE, R. rkee@cba.ua.edu. (Informação não publicada)

4 ESTUDO DE CASO DIDÁTICO

O artigo “*A comparative analysis of utilizing activity-based costing and the theory of constraints for making product-mix decisions*” de Kee e Schmidt (2000) será utilizado como base de estudo, pois permite simulação e discussão a partir da análise dos três modelos de decisão mais utilizados em seleção de *mix* de produtos, além de apresentar discutíveis e polêmicos resultados na seleção do melhor modelo de decisão.

Para simular o *mix* de produtos será usada a programação matemática, em que cada função objetivo e suas restrições serão formuladas de acordo com as premissas teóricas de cada modelo de decisão.

Para tanto, pressupõe-se que a empresa XYZ²⁴ deseja negociar dois produtos A e B, com os seguintes dados:

- Custos das matérias-primas para os produtos A e B equivale a \$5,00 e \$10, respectivamente;
- mão-de-obra direta (MOD) está limitada a 240.000h e custa o equivalente a \$3.840.000;
- horas máquinas disponíveis (HM) correspondem a 600.000h e seu valor monetário é de \$2.400.000.

O custo de *projeto* ocorre antes da elaboração do produto. Observa-se que para a empresa elaborar o produto A, deverá pagar por 100 desenhos, que custam \$100 cada; enquanto o produto B necessita de 200 desenhos, e estes custam \$200 reais cada. Observe que essa atividade (ENG) é da categoria “lote”²⁵, enquanto as atividades de mão-de-obra (MOD) e máquinas (HM) são da categoria “volume”.

²⁴ Estudo de caso didático apresentado por Kee e Schmidt (2000).

²⁵ Kaplan (1992). Na contabilidade gerencial convencional, o custo é uma função, basicamente, de um único direcionador de custos: volume de produção. Sob a óptica da gestão estratégica de custos, outros tipos de direcionadores existem como é o caso de atividades que variam com o “lote”.

Legenda:

- i = índice do produto;
- j = índice da atividade [MOD, HM e ENG.];
- X_{i1} = unidades produzidas do produto i ;
- κ = nível da atividade;
- X_{i2} = Variável Binária, [$X_{i2} = 1$] ou [$X_{i2} = 0$];
- q_{ij} = Quantidade da atividade j usada no produto i ;
- Q_{jk} = Capacidade da atividade j no nível k ;
- D_i = Demanda de mercado do produto i ;
- C_{jk} = Custo da atividade j no nível k ;
- C_{io} = Custos das matérias-primas o nos produtos i ;
- P_i = preço do produto i ;
- Z = Resultado da função objetivo;

- **ABC**

Para o Custeio Baseado em atividades (ABC) a função objetivo corresponde ao cálculo da maximização da margem de contribuição total; isto é, margem de contribuição unitária de cada produto (preço unitário de venda deduzido dos custos das matérias primas e das atividades necessárias à elaboração de cada produto), multiplicada pela quantidade a ser produzida desse mesmo produto. Significa dizer que os custos da capacidade estão embutidos no cálculo da margem de contribuição. A função objetivo interage com os recursos limitativos e não limitativos.

Equação 3: Função objetivo – ABC

$$Z_{ABC} = \sum_I (p_i - c_{io}) X_{i1}^{ABC} - \sum_{i,j,k} C_{jk} q_{ijk} X_{ik}^{ABC}$$

Restrição à função objetivo

Equação 4: restrição da capacidade das atividades – ABC

$$\sum_i X_{iK}^{ABC} q_{ijk} \leq Q_{jk} \quad \forall_{j,k}$$

Equação 5: restrição da demanda dos produtos A e B – ABC

$$X_{i1} \leq D_i X_{i2} \quad \forall_i$$

Equação 6: *mix* do produto i . – MG

$$X_{i1} \geq 0 \quad \forall_i$$

Equação 7: variável binária – MG

$$X_{i2} = 0 \text{ ou } 1 \quad \forall_i$$

Se a variável binária for igual a 1, a empresa paga pela batelada dos desenhos de engenharia. Nas simulações pode acontecer de a empresa elaborar apenas o produto A, então a variável binária para o produto B é igual a zero, desse modo não paga a batelada do produto B, e a recíproca é verdadeira, mas se a empresa produz A e B a variável binária para os dois produtos será igual a 1 e haverá desembolso dos desenhos de engenharia para ambos produtos.

- **TOC**

A Teoria das Restrições [TOC] presume que a função objetivo corresponde também à maximização da margem de contribuição, e diverge do ABC porque seus produtos consideram como custo relevante apenas os valores pagos aos fornecedores, ou seja, preço de venda deduzido dos custos das matérias-primas. As restrições à função objetivo desprezam os recursos não-limitativos. Assim sendo, a função objetivo da Z_{TOC} pode ser descrita como segue.

Equação 8: Função objetivo – TOC

$$Z_{TOC} = \sum_I (p_i - c_{io}) X_{i1}^{TOC} - \sum_{i,j,k} C_{jk} Q_{jk} X_{i1}^{TOC}$$

Restrições à função objetivo

Equação 9: restrição da atividade mão-de-obra – TOC

$$\sum_i X_{ik} Q_{ijk} \leq Q_{jk} \quad \forall_{j,k};$$

Equação 10: restrição da demanda dos produtos A e B – TOC

$$X_{i1} \leq D_i X_{ik} \quad \forall i;$$

Equação 11: *mix* do produto i – TOC

$$X_{i1} \geq 0 \quad \forall i;$$

Equação 12: variável binária – TOC

$$X_{i2} = 0 \text{ ou } 1 \quad \forall i.$$

- **MG**

No Modelo Geral a função objetivo é similar à da TOC, enquanto as restrições são similares às do ABC (restrições das atividades). O modelo geral difere da TOC e do ABC porque os gerentes têm poder discricionários sobre os recursos de mão-de-obra e de *overhead*.

Equação 13: Função objetivo – MG

$$Z_{MG} = \sum_i (p_i - c_{io}) X_{i1}^{MG} - \sum_{j,k} c_{jk} (N_{jk} + R_{jk}^*)$$

Restrição à função objetivo

Equação 14: capacidade das atividades mão de obra e horas máquinas – MG

$$\begin{aligned} \sum_i q_{ijk} X_{ik} - N_{jk}^* - R_{jk}^* &= 0 \quad \forall j, k; \\ N_{jk}^* &\leq N_{jk} \quad \forall j, k; \\ R_{jk}^* &\leq R_{jk} \quad \forall j, k; \\ X_{i1} &\leq D_i X_{i2} \quad \forall i; \\ X_{i1} &\geq 0 \text{ ou } 1 \quad \forall i; \\ X_{i2} &= 0 \text{ ou } 1 \quad \forall i; \end{aligned}$$

R_{jk}^* e N_{jk}^* representam as quantidades R_{jk} e N_{jk} que são consumidas na produção

R_{jk} e N_{jk} representam as quantidades de Q_{jk} sujeitas ou não ao controle (custos discricionários). Os parâmetros estão demonstrados nas tabelas que seguem.

4.1 Dados básicos

A empresa XYZ tem três atividades: mão-de-obra direta, atividade máquina e *Designers*. Há uma relação direta entre o número de horas de mão-de-obra e o custo financeiro total, o mesmo para as demais. Faz-se necessário conhecer os custos unitários das atividades porque o tempo padrão de elaboração de cada produto é diferente bem como a quantidade de desenhos de engenharias [ENG]. Quando definir o *mix* de produto deve-se mensurar o custo dos recursos usados na produção e dos recursos ociosos.

Tabela 3: Capacidade Industrial – (Quantidades Físicas e Monetárias)

Capacidade das Atividades Produtivas			
	Mão-de-obra	Horas Máquinas	Projetos (ENG)
Restrições	240.000h	600.000h	300 ENG
Custo total das Atividades (\$)	\$3.840.000	\$2.400.000	\$30.000

Kee e Schmidt (2000, p. 10)

Tabela 4: Recursos Necessários para a Produção de A e B

Descrição	Produto A	Produto B
Tempo de MOD/u	0.5h	1h
Tempo de HM/u	1h	0.5h
Projetos por produtos	100 ENG	200 ENG
Demanda (u)	500.000u	300.000u

Kee e Schmidt (2000, p. 10)

Tabela 5: Custo Unitário das Atividades

Atividades: MOD, Horas Máquinas [HM] e Projetos [DE]	
Custo – MOD	$MOD = \frac{\$3.840.000,00}{240.000h} = \$16,00h$
Custo – HM	$HM = \frac{\$2.400.000,00}{600.000h} = \$4,00h$
Custo – ENG.	$ENG = \frac{\$30.000,00}{300ENG} = \$100,00$

Kee e Schmidt (2000, p. 10)

4.1.1 Resultados demonstrados por Kee e Schmidt [2000]

Nesta seção reproduziremos os resultados demonstrados por Kee e Schmidt (2000). Para tanto reproduzimos os cálculos de *mix* de produtos obtidos por meio do método matemático, demonstração do resultado, e algumas críticas relacionadas aos resultados dos três paradigmas: TOC, ABC e MG. A seguir apresentamos alguns cálculos básicos que serão levados em consideração na análise do *mix* de produtos.

Tabela 6 : Margem de Contribuição - Custeio Direto (Kee e Schmidt, 2000)

Margem de Contribuição	Produto A (\$)	Produto B (\$)
Preço de Venda	\$25.00	\$46.00
Custos das Matérias-primas	(\$5.00)	(\$10.00)
Margem de Contribuição Unitária	\$20.00	\$36.00

Kee e Schmidt (2000, p. 10)

Para seleção dos componentes do *mix* de produtos necessita-se conhecer o coeficiente técnico da atividade limitativa, neste caso a mão-de-obra e os cálculos estão demonstrados na tabela 7.

Tabela 7: Margem de Contribuição - Custeio ABC (Kee e Schmidt, 2000)

Produtos =>	Produto A	Produto B
Preço de venda	\$25,00	\$46,00
Custo da MOD (h/\$)	(0,5h*\$16,00) = \$8,00	(1,0h*\$16,00)= \$16,00
Custo das Horas Máquinas	(1,0h*\$4,00) = \$4,00	(0,5h*\$4,00) = \$2,00
Custos Diretos (Matérias-primas)	(\$5,00)	(\$10,00)
Margem de Contribuição	\$8,00	\$18,00

Kee e Schmidt (2000, p. 10)

4.1.2 Margem de contribuição versus throughput por produto

A margem de contribuição [MC] é obtida por meio da diferença entre o preço unitário [PV_u] e o somatório dos custos [CV] e despesas variáveis [DV] ou

$$MC = PV_u - \sum (CV_u + DV_u).$$

Tabela 8: Margem de Contribuição versus Coeficiente técnico [*Throughput*]

Paradigmas	Produto A	Produto B
TOC/MG	$A_{TOC} = \frac{\$20,00}{0,5h_{MOD}} = \$40,00$	$B_{TOC} = \frac{\$36,00}{1h_{HM}} = \$36,00$
ABC	$A_{ABC} = \frac{\$8,00}{1h_{MOD}} = \$8,00$	$B_{ABC} = \frac{\$18,00}{0,5h_{HM}} = \$36,00$

Kee e Schmidt (2000, p. 10)

O 1º PASSO da TOC é identificar o recurso restrição, daí calcula-se o *throughput* desse recurso. Entre a margem de contribuição e o *throughput* recurso prioriza-se a elaboração do produto que apresentar maior *throughput*, quando há uma restrição até atingir o limite de cada restrição.

4.1.3 Margem de contribuição versus *throughput*

A seleção do *mix* dos produtos que compõem o *ranking de throughput*:

Margem de Contribuição [MC]_{TOC}: $MC_A \leq MC_B$;

Throughput [THP]_{TOC} = $THP_A \geq THP_B$.

Deve-se priorizar a elaboração do **A** na **TOC e MG**

Margem de Contribuição [MC]_{ABC}: $MC_A \leq MC_B$;

Throughput [THP]_{ABC} = $THP_A \leq THP_B$. **CONCLUSÃO:**

Deve-se priorizar a elaboração do Produto **B** no **ABC**.

Na tabela que segue consta o total dos recursos fornecidos à produção, o *mix* de produto gerado pelo ABC e TOC, os custos dos recursos usados na produção e dos recursos ociosos. Aplicou-se a programação linear.

Tabela 9: Matriz Canônica - TOC

			0/1					
M. Contribuição e Coeficiente Técnico			j=3					
		Produto A	Produto B	ENG _A	ENG _B	TOTAIS		
		\$20,00	\$36,00	\$10.000	\$20.000		F. Objet =>	\$9.590.000
q _{ijk} (k=1)	j = 1	0,5h	1,0h			240.000 h	H MOD =>	240.000 h
	j = 2	1,0h	0,5h			600.000 h	HM =>	480.000 h
X _{i1} <= D _i X _{i2}	A	-1		500.000u		0		20.000 u
	B		-1		300.000u	0		-
X _{i1} >=0	A	1				0		
	B		1			0		
Solução		480000 u	0	1	0			
Mix de Produtos			Variável Binária					

Fonte: Autora

Analisou-se a matriz canônica da esquerda para direita.

- Na primeira e segunda coluna: as variáveis de atividades e os produtos.
- Na terceira e quarta colunas: margem de contribuição, coeficientes técnicos das atividades: mão-de-obra e horas máquinas, a formulação matemática da matriz canônica e na penúltima linha o *mix* de produtos.
- Na quinta e sexta colunas: valor monetário dos desenhos de engenharia; demanda dos produtos e as variáveis binárias.
- Se a variável binária do produto A for igual a 1, a empresa realizará um desembolso de \$10.000 se for igual a zero não será realizado o referido desembolso, análise similar pode ser feita para o produto B.
- Na sétima coluna total da capacidade de mão-de-obra e horas máquinas.
- Oitava coluna descrição da função objetivo; horas de mão-de-obra; horas máquinas.
- O lucro máximo gerado pela função; as horas de mão-de-obra e de máquinas usadas na produção, isto é, das 600 mil horas máquinas apenas 480 mil horas máquinas são excedentes.
- A matriz canônica do ABC deve ser analisada de modo similar a da TOC, observa-se na última coluna da esquerda para direita que a função objetivo apresenta lucro igual ao resultado operacional.

Tabela 10: Matriz Canônica - ABC

			0/1					
M.Contribuição e Coeficiente Técnico			j=3					
		Produto A	Produto B	ENG _A	ENG _B	TOTAIS		
		\$8,00	\$18,00	\$10.000	\$20.000		F. Objet. =>	\$4.300.000
q_{ijk} (k=1)	j = 1	0,5h	1,0h			240.000 h	H MOD =>	240.000 h
	j = 2	1,0h	0,5h			600.000 h	HM =>	120.000 h
X_{1l} <= D_rX₁₂	A	-1		500.000u		0		-
	B		-1		300.000u	0		60.000 u
X_{1l} >=0	A	1				0		
	B		1			0		
Solução			240000u	0	1			
Mix de Produtos			Variável Binária					

Fonte: Autora

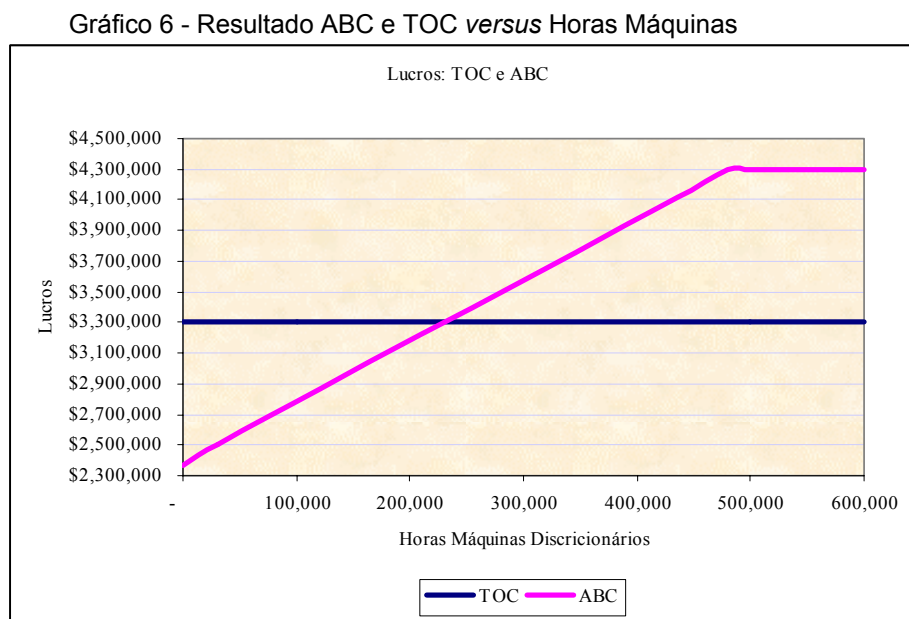
Tabela 11: Demonstração do Resultado

Recursos à Disposição/Produção	Empresa/Produção	
Mão-de-obra Direta (h)		240.000 h
Horas Máquina (h)		600.000 h
Desenhos/Engenharia (ENG)		300 ENG
Mix de Produtos	A	B
Produção TOC (u)	480.000u	0
Produção - ABC (u)	-	240.000u
Recursos Usados na Produção	TOC	ABC
Mão-de-obra Direta (h)	240.000 h	240.000 h
Horas Máquina (h)	480.000 h	120.000 h
Desenhos/Engenharia (ENG)	100 ENG	200 ENG
Recursos não Usados na Produção	TOC	ABC
Mão-de-obra Direta (h)	-	-
Horas Máquina (h)	120.000h	480.000 h
Desenhos/Engenharia (ENG)	200 ENG	100 ENG
Demonstração do Resultado	TOC (\$)	ABC (\$)
Receita	\$12.000.000	\$11.040.000
(-) Custos dos Recursos Usados na Produção		
Material Direto	(\$2.400.000)	(\$2.400.000)
Custo da Mão-de-obra Direta	(\$3.840.000)	(\$3.840.000)
Custos da Hora máquina	(\$1.920.000)	(\$480.000)
Designers	(\$10.000)	(\$20.000)
Lucro Operacional	\$3.830.000	\$4.300.000
Custos dos Recursos não Usados na Produção	(\$480.000)	(\$1.920.000)
Designers Engenharia	(\$20.000)	(\$10.000)
Resultados - Recursos Fornecidos à Produção	\$3.330.000	\$2.370.000

Fonte Kee e Schmidt (2000, p. 10)

O *mix* gerado pela TOC e pelo ABC é diferente porque esses modelos geram margens e *throughput's* distinto na restrição. Até esse ponto, o *mix* de produto segue o postulado teórico já mencionado. Todavia o lucro operacional ABC supera o da TOC.

No entanto, Kee e Schmidt (2000) basearam suas comparações e/ou ilustrações com bases em conceitos de lucros totalmente distintos. Não podemos afirmar que lucro operacional corresponde ao conceito de lucro líquido nem na Contabilidade Normativa tampouco na Gerencial. O gráfico a seguir mostra a evolução do lucro em função das horas de máquinas discricionárias, para os dois modelos: TOC e ABC.



Fonte: Kee e Schmidt (2000, p.14)

Como a TOC não usa o conceito de custos discricionários, existe uma faixa, na qual o resultado apresentado pelo ABC é melhor. Kee e Schmidt (2000) ilustraram em suas análises, a possibilidade de a empresa elaborar o máximo do produto A e B.

O modelo geral analisa a área de factibilidade, depois produtos Kee e Schmidt (2000, p. 9) assumem que 50% das horas máquinas são discricionárias e as de mais não são discricionárias e aplicam a programação linear em correspondência com as premissas teóricas do modelo geral.

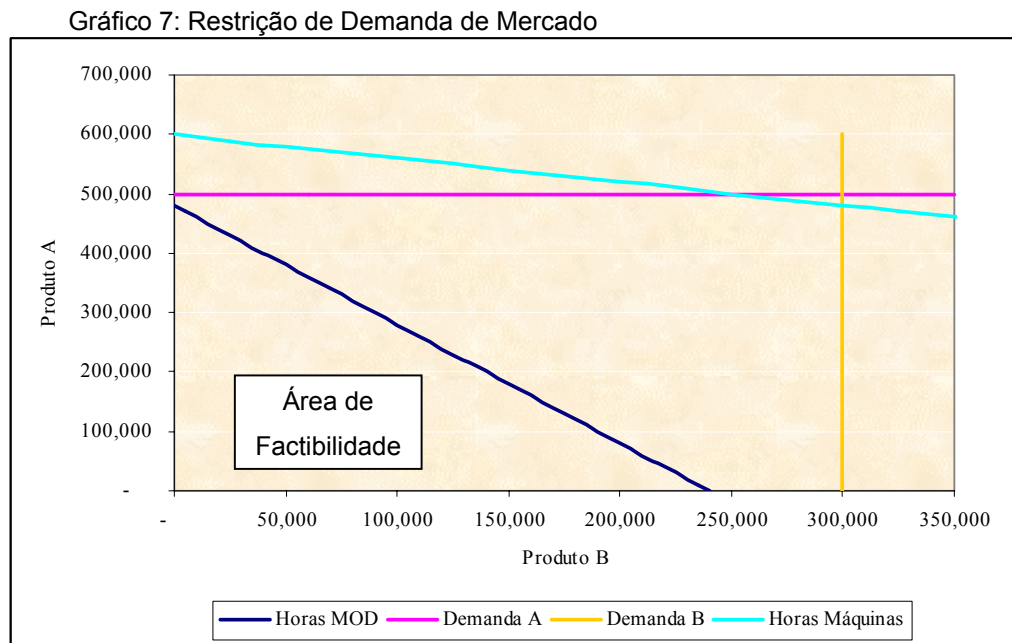


Tabela 12: Matriz Canônica – Modelo Geral (300 mil horas não discricionárias)

		M.Contribuição e Coeficiente Técnico		0/1 j=3			
		Produto A	Produto B	ENG _A	ENG _B	TOTAIS	
		\$20,00	\$36,00	\$10.000	\$20.000		F. Objet. => \$9.090.000
q_{ijk} (k=1)	j = 1	0,5h	1,0h			240.000 h	H MOD => 240.000 h
	j = 2	1,0h	0,5h			300.000 h	HM => 300.000 h
X_{i1} <= D_iX_{i2}	A	-1		500.000u		0	260.000 u
	B		-1		300.000u	0	180.000 u
X_{i1} >=0	A	1				0	
	B		1			0	
Solução		240000 u	120000 u	1	1		
		Mix de Produtos		Variável Binária			

Fonte: Autora

No modelo Geral a margem de contribuição é diferente do lucro operacional, isto ocorre porque a margem de contribuição total considera os preços de vendas deduzidos dos custos de matérias-primas e os custos dos desenhos de engenharia,

não se deduz os custos das atividades: horas de mão-de-obra e de horas máquinas usadas na produção.

Tabela 13: Matriz Canônica – ABC (300 mil horas não discricionárias)

			0/1					
			j=3					
M.Contribuição e Coeficiente Técnico								
		Produto A	Produto B	ENG _A	ENG _B	TOTAIS		
		\$20,00	\$36,00	\$10.000	\$20.000		F. Objet. =>	\$4.300.000
q _{ijk} (k=1)	j = 1	0,5h	1,0h			240.000 h	H MOD =>	240.000 h
	j = 2	1,0h	0,5h			300.000 h	HM =>	180.000 h
X _{i1} <= D _i X _{i2}	A	-1		500.000u		0		-
	B		-1		300.000u	0		60.000 u
X _{i1} >=0	A	1				0		
	B		1			0		
Solução			240000u		1			
Mix de Produtos			Variável Binária					

Fonte: Autora

A função objetivo do ABC gera uma margem de contribuição igual ao lucro operacional, isto por que a função objetivo contempla os custos das atividades, outro fator a ser observado é o comportamento dos resultados com 600 mil horas máquinas ou 300 mil horas máquinas o mix de produto é o mesmo. Este comportamento do *mix* de produtos não foi observado por Kee e Schmidt (2000).

Outro fator a ser considerado é aplicação da programação linear à TOC considerando 300 mil horas máquinas e que a restrição seria apenas mão-de-obra, observemos o resultado que seria obtido.

Tabela 14: Matriz Canônica – TOC (300 mil horas não discricionárias)

			0/1					
			j=3					
M.Contribuição e Coeficiente Técnico								
		Produto A	Produto B	ENG _A	ENG _B	TOTAIS		
		\$20,00	\$36,00	\$10.000	\$20.000		F. Objet. =>	\$9.590.000
q _{ijk} (k=1)	j = 1	0,5h	1,0h			240.000 h	H MOD =>	240.000 h
	j = 2	1,0h	0,5h			300.000 h	HM =>	480.000 h
X _{i1} <= D _i X _{i2}	A	-1		500.000u		0		20.000 u
	B		-1		300.000u	0		-
X _{i1} >=0	A	1				0		
	B		1			0		
Solução		480000u	0	1	0			
Mix de Produtos			Variável Binária					

Fonte: Autora

Aqui há mais uma lacuna que não fora observada por Kee e Schmidt (2000) se considerarmos 300 mil horas não discricionárias haveria uma necessidade de 180 mil horas máquinas. Isto nos conduz a afirmar que a TOC não é uma metodologia adequada para fazer o planejamento da produção.

A TOC **não** incorpora o conceito de recursos discricionários; este fato conduz os dois paradigmas a subestimarem o lucro empresarial em vez de maximizá-lo.

Kee e Schmidt (2000) no modelo geral presumem que os gestores têm poder discricionário sobre os recursos de mão-de-obra e de *overhead*. Para **Custos discricionários**, Kaplan e Atkinson (1989) assinalaram que os custos dos departamentos de suporte à produção deveriam ser definidos como discricionários e ainda deveriam ser previstos e autorizados a cada ano.

Atkinson, Banker, Kaplan e Young (2000) ampliaram o conceito dos custos discricionários, considerando que o uso dos recursos discricionários não está diretamente relacionado ao volume de produção. Tais custos discricionários resultam de decisões táticas e estratégicas dos gerentes e incluem, por exemplo, as despesas feitas com propaganda, publicidade e pesquisa e desenvolvimento.

Nesses casos, as despesas com os recursos de atividades influenciam o nível de produção a longo prazo ao invés de este influenciar o consumo dos recursos da atividade. Os custos das atividades discricionárias são considerados fixos em relação ao volume de produção. Kee e Schmidt (2000) classificaram os recursos discricionários em duas categorias os custos dos recursos não discricionários e dos discricionários.

Custos dos recursos não discricionários em relação à capacidade de produção representam a capacidade definida pelos gestores e que se não for usada integralmente na produção à capacidade não usada será considerada como custos da produção.

Custos discricionários são determinados em função da capacidade produtiva, são custos excedentes, mas usados em casos excepcionais. Esses recursos podem ser redistribuídos para outras áreas empresariais e não representam custos para área produtiva. Isso ocorre quando os gestores têm poder de arbitragem sobre os níveis de

capacidade. No modelo geral a função objetivo faz iteração com os recursos limitativos e não limitativos, mas a margem de contribuição tem por base o custeio variável. O Modelo Geral foi desenvolvido para superar as exigências da TOC e do ABC. A tabela 10 consta os resultados de Kee e Schmidt (2000).

Os dados contidos nas tabelas 12, 13 e 14 estão demonstrados e avaliados na demonstração de resultado que segue.

Tabela 15: Demonstração do Resultado: TOC, ABC e MG

Mix Produtos	TOC	ABC	Modelo Geral
Produto A (u)	480.000u		240.000u
Produto B (u)		240.000u	120.000u
Recursos Usados na Produção	TOC	ABC	Modelo Geral
Mão-de-obra Direta	240.000h	240.000h	240.000h
Horas-Máquinas não Discricionárias (h)	300.000 h	120.000 h	300.000h
Horas-Máquinas Discricionárias (h)	180.000h	-	-
ENG (ENG)	100 ENG	200 ENG	300 ENG
Recursos não Usados na Produção			
Horas-Máquinas não Discricionárias(h)	-	180.000h	-
Horas-Máquinas Discricionárias(h)	120.000h	300.000h	300.000h
Designers (ENG)	200 ENG	100ENG	-
Demonstração do Resultado	TOC	ABC	Modelo Geral
Receitas	\$12.000.000	\$11.040.000	\$11.520.000
Material Direto	(\$2.400.000)	(\$2.400.000)	(\$2.400.000)
Mão-de-obra Direta	(\$3.840.000)	(\$3.840.000)	(\$3.840.000)
Horas Máquinas	(\$1.920.000)	(\$480.000)	(\$1.200.000)
Designers	(\$10.000)	(\$20.000)	(\$30.000)
Lucro Baseado nos Recursos Usados na Produção	\$3.830.000	\$4.300.000	\$4.050.000
Custo dos Recursos Ociosos	(\$480.000)	(\$720.000)	-
Custo dos Designers	(\$20.000)	-	-
Lucro Líquido	\$3.330.000	\$3.580.000	\$4.050.000

Fonte: Kee e Schmidt (2000, p.13)

4.1.4 Análise dos resultados demonstrados por Kee e Schmidt [2000]

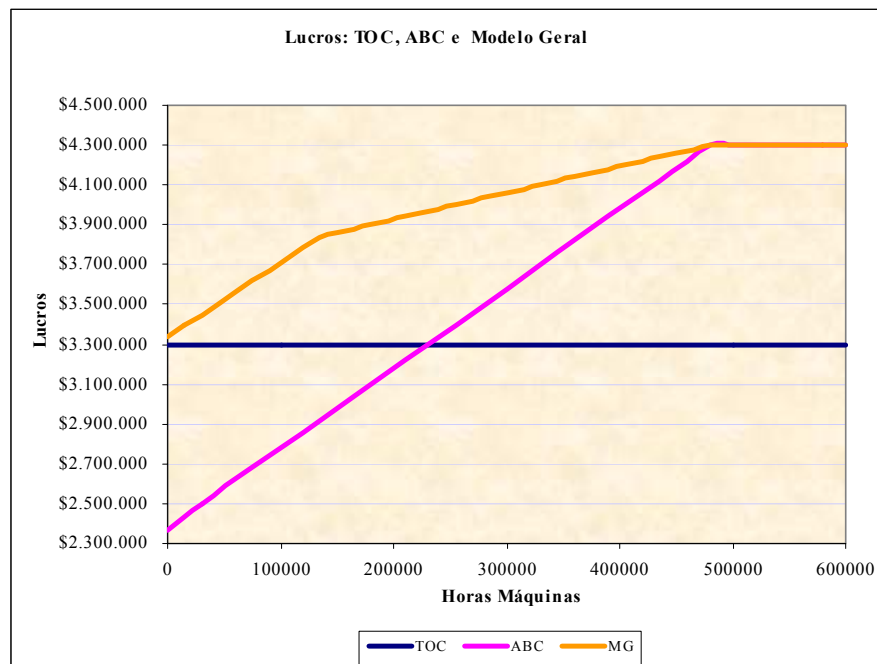
Os resultados demonstrados por Kee e Schmidt (2000, p. 9-17) serão demonstrados a seguir.

4.1.4.1 Primeira consideração

A apresentação de resultados proposta pelo estudo, mostra para o MG, com o procedimento (programação matemática) usando capacidade de 300 mil horas para horas máquinas, um *mix* de A = 240 mil e B = 120 mil. Como existem 600 mil horas disponíveis, as 300 mil resultantes são consideradas não discricionárias. Portanto os recursos discricionários não entram no cálculo e o lucro apurado foi de \$ 4.050 mil.

No caso do ABC, usando a mesma base, isto é, 600 mil horas disponíveis, o procedimento nos leva-nos a um *mix* de B = 240 mil. E ao lucro líquido de \$ 3.580 mil com 120 mil horas máquinas usadas. No caso da TOC, como todos os recursos são não discricionários, por definição, o *mix* resultante é de A = 480 mil, com lucro de \$ 3.330 mil.

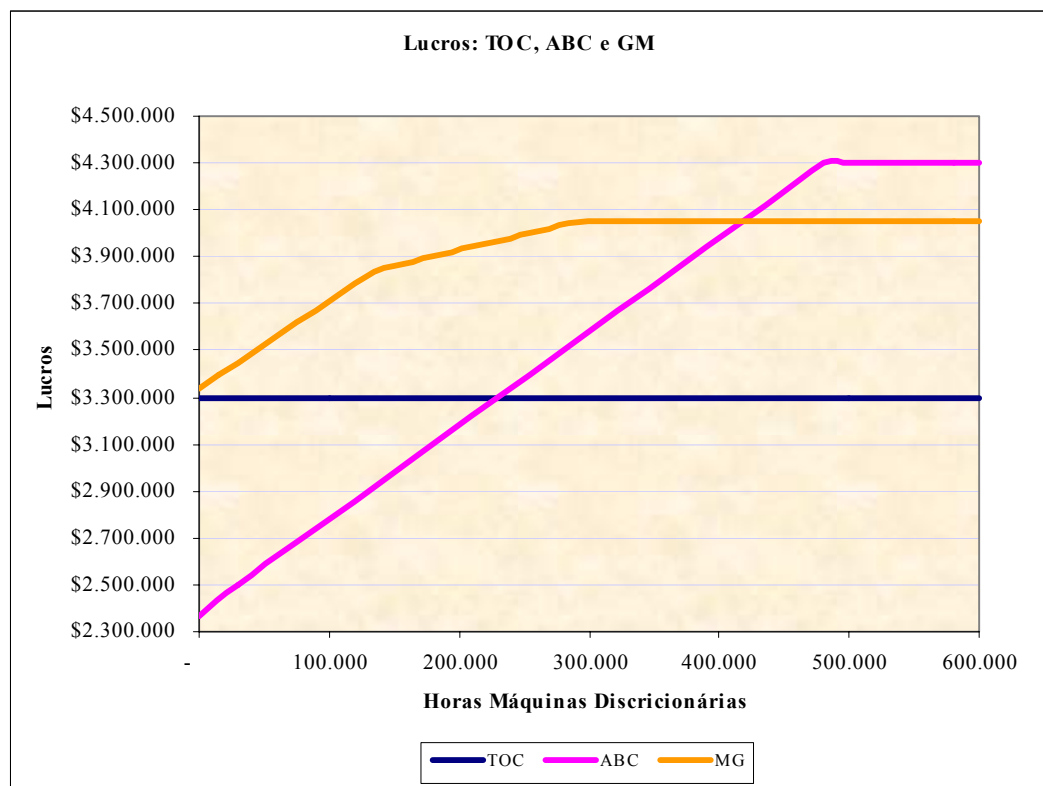
Gráfico 8: Lucro versus Horas Máquinas Discricionárias



Fonte: Kee e Schmidt (2000, p.15)

Ao fazer uma análise de sensibilidade aos recursos discricionários, o estudo modifica a base de dados. Nesse caso, o MG permite variar recursos discricionários de 0 a 600 mil horas máquinas, calculando o lucro final. Ora, com isto há mudança de premissa, pois em certas variações dos recursos discricionários considerados (horas máquinas), há mudança do *mix* de produtos, alterando a base de comparação.

Gráfico 9: Lucro versus horas Máquinas Discricionárias



Fonte: Autora

O gráfico acima mostra o lucro líquido com a variação dos recursos discricionários. Observe-se que a partir de 300 mil horas o ABC mostra-se melhor modelo de decisão. Até esse patamar, o MG apresenta melhor lucro líquido.

Se fizermos o gráfico (Fig. 3) do estudo, considerando, então que não há mudança de *mix*, mas sim da hipótese sobre custos discricionários, há mudança da solução, pois o ABC a partir de 300 mil horas discricionárias posiciona-se como o melhor modelo de decisão.

4.1.4.2 Segunda consideração

A TOC considera que nas receitas sejam deduzidos os custos de matérias-primas, enquanto os demais custos de capacidade são considerados custos fixos. Se para a TOC todos os recursos são não-discriminatórios, então a comparação com os modelos ABC e MG não faz sentido. Salvo se fizermos uma análise (que não foi feita pelo estudo do Kee), de considerar para o TOC a premissa dos custos discriminatórios. Ao realizarmos esse procedimento, descobrimos que o lucro obtido pelo TOC acompanha o do Modelo Geral.

4.1.4.3 Terceira consideração

Se Kee e Schmidt (2000) aplicassem a programação linear à TOC, ao ABC e ao Modelo Geral, com a capacidade de 600 mil horas de máquinas (não discriminatórias), 240 mil horas de mão-de-obra e 300 projetos, qual seria o *mix* de produto que gera o melhor resultado operacional?

Tabela 16 *Mix* de Produtos CONSIDERANDO Atividade Máquinas COM 600.000 h

Mix Produtos	TOC	ABC	Modelo Geral
Produto A	480.000 u	-	480.000 u
Produto B	-	240.000 u	-

Fonte: Autora

Tabela 17: Resultado Operacional – Atividade Máquinas 600.000 h

Resultado Operacional	TOC (\$)	ABC (\$)	Modelo Geral (\$)
Lucro Operacional	3.330.000	2.380.000	3.350.000

Fonte: Autora

Se considerarmos que os três modelos têm 600 mil horas não discriminatórias então o modelo que apresenta o resultado mais baixo é o ABC. No tocante à TOC e ao

modelo geral há uma diferença de \$20 mil de Designers. O modelo geral não considera custo por não produzir o produto B. A TOC despreza os recursos não limitativos, sob a alegação de que uma hora que se economiza em um recurso não gargalo não é um ganho, é apenas uma miragem.

4.1.4.4 Quarta consideração

O método matemático da TOC conforme destacado por Fox (Plenert Apud Fox, 1993, p. 133), não soluciona problemas com múltiplas restrições simultâneas. Plenert (1993) criou vários cenários, porém não provou a limitação do método da TOC. Ao aplicar as premissas, o método da TOC no estudo e nas situações propostas por Kee e Schmidt (2000) verificou a limitação do método matemático da TOC.

Tabela 18: *Mix de Produtos – Atividade Máquinas 300.000 h*

Mix Produtos	TOC	ABC	Modelo Geral
Produto A	240.000 u	-	240.000 u
Produto B	120.000 u	240.000 u	120.000 u

Fonte: Autora

Se aplicarmos a programação linear considerando as duas restrições, o resultado da TOC não difere do Modelo Geral.

Tabela 19: *Resultado Operacional – Atividade Máquinas 300.000 h*

Resultado Operacional	TOC (\$)	ABC (\$)	Modelo Geral (\$)
Lucro Operacional	\$4.050.000	\$4.300.000	\$4.050.000

Fonte: Autora

Se aplicarmos os procedimentos do método matemático da TOC com 300 mil horas máquinas não seria possível selecionar o *mix* de produto, porque no arcabouço teórico da TOC não há orientação quando há restrições simultâneas. Neste caso temos duas restrições 240 mil horas de mão-de-obra direta e 300 mil horas de máquinas. Podemos observar o comportamento dos *throughput's* por atividades: 240 mil horas de mão-de-obra e 300 mil horas de máquinas.

Tabela 20: Análise *Throughput* dos produtos – Atividade MOD

<i>Throughput</i>	Produto A	Produto b
Margem de Contribuição	\$20	\$36
Tempo de MOD	0,5/h	1,0h
<i>Throughput</i>	\$40,00	\$36,00

Fonte: Autora

- a) Se o parâmetro de análise for a atividade mão-de-obra, elabora-se o máximo do **produto A**, se houver recurso remanescente elabora-se B.

Tabela 21: Análise *Throughput* dos Produtos – Atividade Máquinas

<i>Throughput</i>	Produto A	Produto b
Margem de Contribuição	\$20	\$36
Tempo de MOD	1,0/h	0,5h
<i>Throughput</i>	\$20,00	\$72,00

Fonte: Autora

- b) Se o parâmetro de análise for a atividade máquinas elabora-se o máximo do **produto B**, se houver recursos remanescentes elabora-se A.

As evidências das alíneas “a” e “b” nos induz à afirmação de que a TOC não soluciona problemas com múltiplas restrições, conforme ilustrado na tabela abaixo.

Tabela 22: Horas Máquinas de Discricionárias *versus* Mix de Produtos

HORAS MÁQUINAS DISCRICIONÁRIAS [1000h]	120	300	480	600
ABC	B = 240 MIL	B = 240 MIL	B = 240 MIL	B = 240 MIL
TOC	B = 240 MIL	2 RESTRIÇÕES SIMULTÂNEAS	A = 480 MIL	A = 480 MIL
MG	B = 240 MIL	A = 240 MIL B – 120 MIL	A = 480 MIL	A = 480 MIL

Fonte: Autora

Denota-se que se houver mais de uma restrição e as mesmas não forem simultâneas, não se deve afirmar que entre a margem de contribuição e *throughput* elabora-se o produto com maior *throughput*, todavia deve-se observar que no caso de

restrições múltiplas e simultâneas, e se houver inversão de *throughput* e os recursos são inversamente proporcionais as cinco premissas da TOC não orientam a solução deste problema. Este caso pode acontecer em qualquer modelo: TOC, MG e ABC. Para problemas desta natureza só a programação linear é mais eficiente. Plenert (1993) não demonstrou não soluciona problemas com múltiplas restrições porque no cenário econômico por ele demonstrado as restrições não eram simultâneas. Tanto assim o é que ao efetuarmos as simulações por ele apresentada obtém-se o mesmo *mix* tanto com o método da TOC quanto da programação linear. Kee e Schmidt (2000, p. 1-17) não refutaram a TOC nem verificaram esta possibilidade.

4.1.4.5 Quinta consideração

Consideremos o seguinte cenário: 120 mil horas máquinas e 240 mil horas de mão-de-obra e 300 projetos. Nos dados iniciais, o produto A usa 100/projetos e o produto B 200 projetos. A maior restrição é atividade máquina. Já analisamos o *throughput* da atividade máquina para o ABC, a TOC e o MG. Tanto a programação linear quanto o método da TOC resolvem essa situação. Os três modelos resultam no mesmo *mix* e lucro.

Tabela 23: *Mix* de Produtos – Atividade Máquinas 120.000 h

<i>Mix</i> Produtos	TOC	ABC	Modelo Geral
Produto A			
Produto B	240.000 u	240.000 u	240.000 u

Fonte: Autora

Tabela 24: Resultado Operacional – Atividade Máquinas 120.000 h

Resultado Operacional	TOC (\$)	ABC (\$)	Modelo Geral (\$)
Lucro Operacional	4.300.000	4.300.000	4.300.000
Lucro Líquido	4.300.000	4.300.000	4.300.000

Fonte: Autora

Esse resultado demonstra que se o *throughput* dos produtos obedecem ao mesmo *ranking* o *mix* de produto é o mesmo independente do método de custeio. Considerando as horas máquinas não discricionárias. Com um intervalo de 60 mil horas

máquinas, verificamos que o ABC gera o *mix* de produto com as mesmas quantidades e maior consistência, comparando-se o uso do recurso máquinas que é não limitativo para os três paradigmas: a TOC, o ABC e o MG.

Tabela 25: Demonstração do Resultado: Recursos não Discricionários

Mix Produtos	ABC	TOC	MG
A	-	-	-
B	240.000u	240.000 u	240.000 u
Recursos Usados na Produção	ABC	TOC	MG
Mão-de-obra Direta	240.000 h	240.000 h	240.000 h
Horas-Máquinas não Discricionárias	120.000 h	120.000 h	120.000 h
Horas-Máquinas Discricionárias	480.000 h	480.000 h	480.000 h
<i>Designers</i>	200 ENG	200 ENG	200 ENG
Recursos não Usados na Produção			
Horas-Máquinas não Discricionárias	-	-	-
Horas-Máquinas Discricionárias	480.000 h	480.000 h	480.000 h
Designers	100 ENG	100 ENG	100 ENG
Horas Mão-de-obra Direta	-	-	-
Demonstração do Resultado	ABC	TOC	MG
Receitas	\$11.040.000	\$11.040.000	\$11.040.000
Material Direto	(\$2.400.000)	(\$2.400.000)	(\$2.400.000)
Mão-de-obra Direta	(\$3.840.000)	(\$3.840.000)	(\$3.840.000)
Horas Máquinas	(\$480.000)	(\$480.000)	(\$480.000)
Designers	(\$20.000)	(\$20.000)	(\$20.000)
Lucro Baseado nos Recursos Usados na Produção	\$4.300.000	\$4.300.000	\$4.300.000
Lucro Líquido	\$4.300.000	\$4.300.000	\$4.300.000

Fonte: autora

Essa tabela ilustra o cenário econômico em que a TOC, o ABC e o Modelo Geral maximizam o lucro e respectiva otimização de recursos. Neste contexto, o lucro operacional coincide com o modelo geral. Kee e Schmidt (2000) não observaram a possibilidade dos três modelos gerarem o mesmo *mix*, por conseguinte o mesmo lucro. Com a capacidade de 120 mil horas máquinas e 240 mil horas de mão-de-obra esta situação-problema pode ser resolvida pelo conjunto de equações demonstradas e pela

heurística da TOC, haja vista que a atividade mais limitativa corresponde a atividade máquinas. Isto nos induz a afirmar que Kee e Schmidt (2000, p. 10) cometeram equívocos ao afirmarem que “a TOC e o ABC são modelos alternativos em relação aos métodos de custeio tradicional”.

a) Resultado do modelo geral

Tabela 26: Modelo Geral Horas não Discricionárias

Horas Máquinas	Horas Não Discricionárias		Horas Discricionárias	Lucro Operacional	Custos Ociosos	Lucro Líquido
	Usadas	Não Usadas				
-	-		600.000	0		
60.000	60.000		540.000	\$2.140.000		
120.000	120.000		480.000	\$4.300.000		
180.000	180.000		420.000	\$4.210.000		
240.000	240.000		360.000	\$4.130.000		
300.000	300.000		300.000	\$4.050.000		
360.000	360.000		240.000	\$3.970.000		
420.000	420.000		180.000	\$3.890.000		
480.000	480.000		120.000	\$3.830.000		
540.000	480.000	60.000	60.000	\$3.830.000	\$240.000	\$3.590.000
600.000	480.000	120.000	-	\$3.830.000	\$480.000	\$3.350.000

Fonte: autora

Aplicando o mesmo intervalo de 60 mil para o Modelo Geral o lucro máximo corresponde ao uso de 120 mil horas máquinas, a partir deste ponto o lucro operacional é decrescente.

b) Resultado do ABC

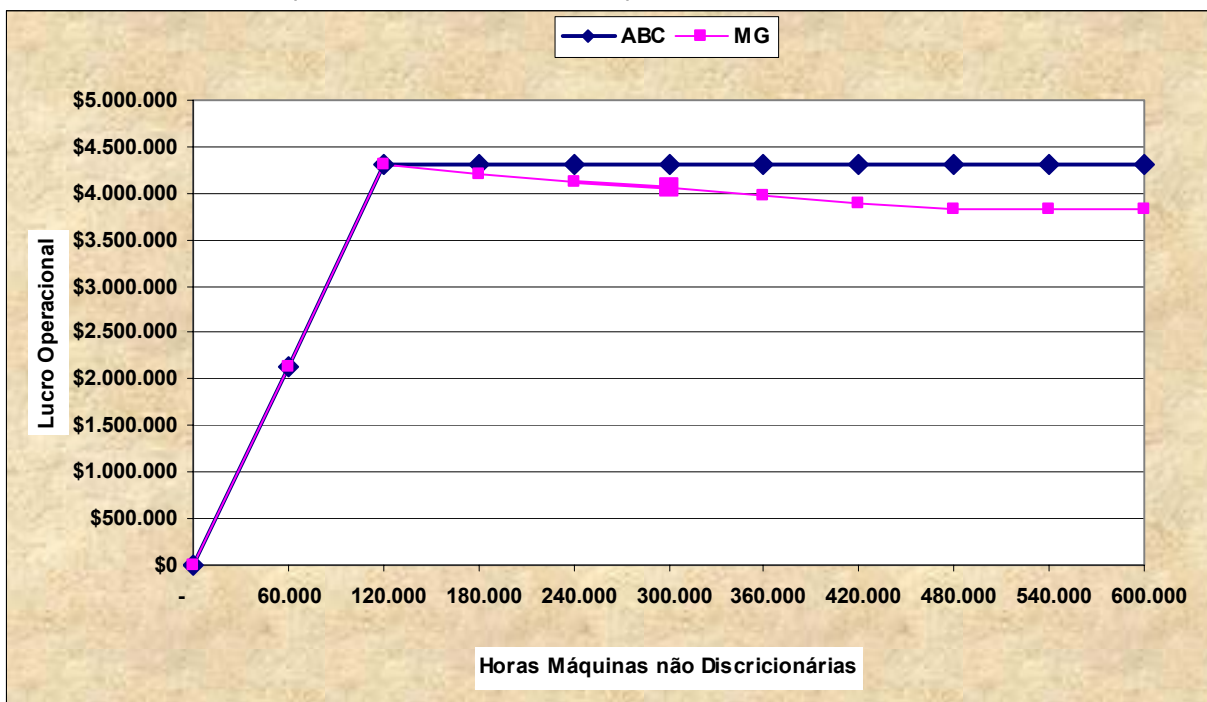
Tabela 27: Custeio Baseado em Atividade – Horas não Discricionárias

Horas Máquinas	Horas Não Discricionárias		Horas Discricionárias	Lucro Operacional	Custos Ociosos	Lucro Líquido
	Usadas	Não Usadas				
-	-		600.000	0		0
60.000	60.000	-	540.000	\$0		\$1.140.000
120.000	120.000	-	480.000	\$4.300.000		\$4.300.000
180.000	120.000	60.000	420.000	\$4.300.000	\$240.000	\$4.060.000
240.000	120.000	120.000	360.000	\$4.300.000	\$480.000	\$3.820.000
300.000	120.000	180.000	300.000	\$4.300.000	\$720.000	\$3.580.000
360.000	120.000	240.000	240.000	\$4.300.000	\$960.000	\$3.340.000
420.000	120.000	300.000	180.000	\$4.300.000	\$1.200.000	\$3.100.000
480.000	120.000	360.000	120.000	\$4.300.000	\$1.440.000	\$2.860.000
540.000	120.000	420.000	60.000	\$4.300.000	\$1.680.000	\$2.620.000
600.000	120.000	480.000	-	\$4.300.000	\$1.920.000	\$2.380.000

Fonte: autora

Essa tabela ilustra o quanto o ABC é consistente, pois variando a quantidade dos recursos não limitativos o número de horas da atividade máquinas apenas varia até o limite do lucro máximo, correspondente a 120 mil horas. Nesse ponto atinge o lucro máximo e não há recursos remanescentes ou ociosos. Isso porque o custo da capacidade está embutido na equação da função objetivo. Nessa tabela temos a quantidade de recursos ociosos e seus respectivos custos e ainda o quanto o modelo é consistente, haja vista que aplicando a função objetivo às diversas quantidades de recursos não limitativos após 120 mil horas o *mix* e o lucro operacional são constantes. Todavia, o lucro líquido reduz-se porque os custos ociosos são crescentes. Nesse contexto tem-se evidência de que o custeio ABC supera a TOC e o MG.

Gráfico 10: Lucro Operacional versus Horas Máquinas



Fonte: autora

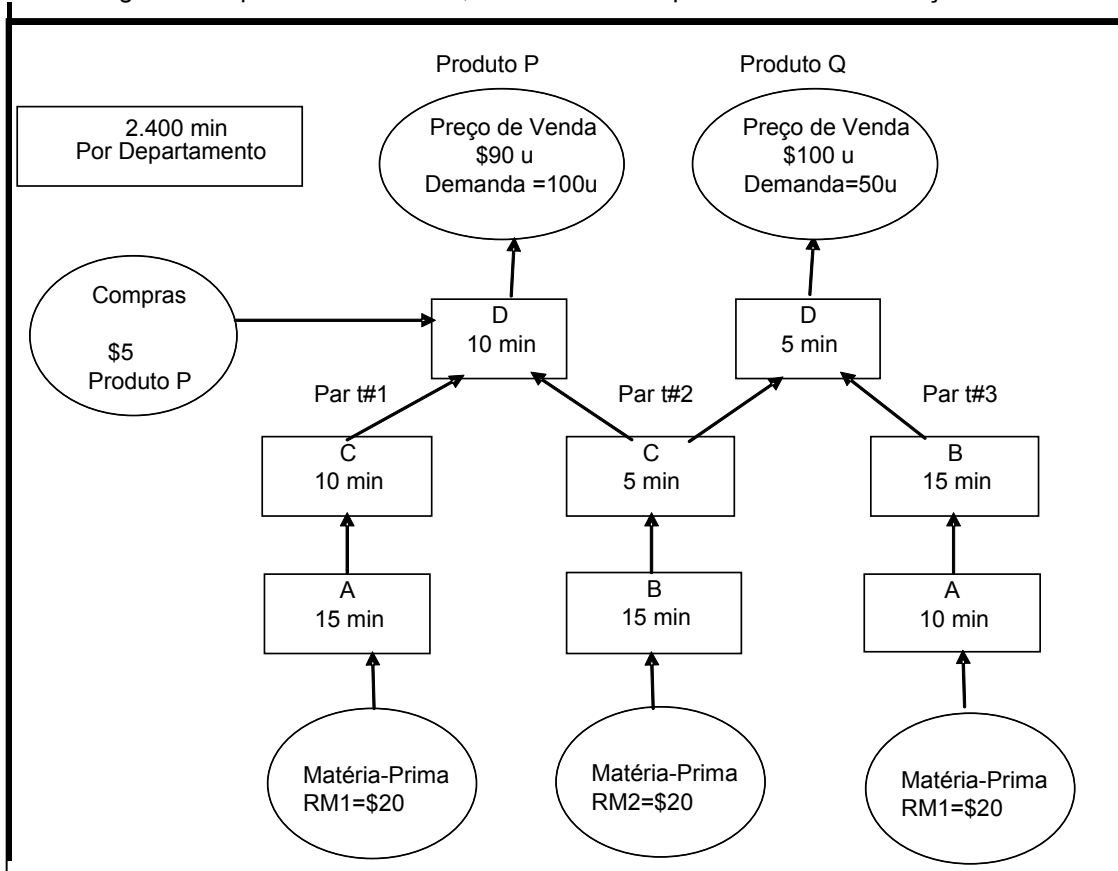
Não consideramos necessário aplicar a TOC o conceito dos recursos discricionários e não discricionários, porque o método matemático da TOC não soluciona problemas com restrições simultâneas. Diante das 600 mil horas máquinas com intervalo de 60 mil horas. O método da TOC pode solucionar nos intervalos $[0; 120]$ e de $[480; 600]$, já que só há uma restrição.

4.2 Estudo de caso da *Theory of Constraints* – Plenert (1993)

De acordo com Plenert (1993) o método matemático usado pela Teoria das Restrições é ineficiente para solucionar problemas com múltiplas restrições. Ele demonstra que a programação linear é uma ferramenta mais adequada para selecionar *mix* de produto e realizar a proposta da TOC: maximizar o *throughput*.

A TOC presume que a empresa opera com dois produtos: P e Q, cuja demanda semanal correspondem a 100u para o produto P e 50u para o produto Q. Há quatro departamentos com capacidade de 2.400min e sua despesa operacional corresponde a \$6.000. O custo direto dos produtos P e Q corresponde a \$45 e \$40 e seus preços de venda correspondem a \$90 e \$100 respectivamente conforme a figura 6.

Figura 6: Capacidade Produtiva, Demanda – Múltiplos Produtos e Restrições



Fonte: Plenert (1993, p. 127).

Plenert (1993) reproduz o estudo de caso da TOC e a solução apresentada por um de seus preceptores²⁶ e aplica demonstra e soluciona a mesma situação-problema com programação linear. Ao refazer os cálculos da TOC e da programação linear verificamos que os dados demonstrados por Plenert (1993) são tendenciosos. Isto nos conduziu a demonstrar o estudo de caso da TOC, os cálculos demonstrados por Plenert e seus respectivos resultados bem como a revisão. Assim, cada etapa apresenta três itens: os resultados pelo método da TOC, os de Plenert e as nossas constatações.

Descrevemos as fórmulas da margem de contribuição [MC]; *throughput* [THP] dos recursos limitativos e o resultado líquido [RL] para facilitar a leitura dos cálculos.

Equação 15: Margem de contribuição

$$MC_i = PV_i - CV_i.$$

Equação 16: Throughput do recurso limitativo

$$THP_i = \frac{MC_i}{CT_i RR_m}$$

Equação 17: Função Objetivo

$$Z = \sum [(PV_i - CV_i) * X_i]$$

Equação 18: Resultado líquido

$$RL = \sum \{[(MC_i) * X_i] - DF\}$$

Onde:

i = índice do produto

m = índice do recurso gargalo;

Z = Função Objetivo

MC_i = Margem de contribuição do produto i ;

PV_i = Preço de venda do produto i ;

CV_i = Custos Variáveis do produto i ;

THP_i = Throughput do produto i ;

CT_i = Coeficiente Técnico do produto i ;

RR_m = Recurso Restrição;

X_i = *Mix* de produto;

DF = despesas fixas

²⁶ Fox apud Plenert (1993, p. 126).

4.2.1 simulação do estudo de caso da TOC – Plenert (1993)

I. METODOLOGIA DA TOC

1º Passo: Investigar as restrições do sistema de produção.

Tabela 28: Demanda e Capacidade Produtiva – 2.400 min

Depto	Produto	Demanda Produto	Recursos produtos	Recursos Necessários	Total Dos Recursos Necessários	Recursos Disponíveis	Falta/ Excesso Recursos
A	P	100 u	15 min	1.500 min	2.000 min	2.400 min	400 min
	Q	50 u	10 min	500 min			
B	P	100 u	15 min	1.500 min	3.000 min	2.400 min	(600) min
	Q	50 u	30 min	1.500 min			
C	P	100 u	15 min	1.500 min	1.750 min	2.400 min	650 min
	Q	50 u	5 min	250 min			
D	P	100 u	15 min	1.500 min	1.750 min	2.400 min	650 min
	Q	50 u	5 min	250 min			

Fonte: Autora

Considerando que cada departamento dispõe de 2.400 min observou-se que no departamento B não há recurso suficiente para atender à demanda dos produtos P e Q. Assim sendo, devemos analisar o *ranking* de *throughput* dos produtos no recurso restrição objetivando definir quanto produzir de cada item.

2º Passo: Maximizar a restrição: Margem de Contribuição versus *Throughput*.

Tabela 29: Margem de Contribuição versus *Throughput*.

Descrição	Produtos	
	P	Q
Margem de Contribuição	$MC_P = \$45 = (\$90 - \$45)$	$MC_Q = \$60 = (\$100 - \$40)$
Throughput	$THP_P = \frac{\$45,00}{15 \text{ min}} = \$3,00u$	$THP_Q = \frac{\$60}{15 \text{ min}} = \$2u$
Margem de Contribuição	[$MC_P < MC_Q$] ou $\$45 < \60	
Throughput	[$THG_P > THG_Q$] ou $\$3 > \2	

Fonte: Autora

3º Passo: priorizar o produto com maior *throughput*, neste caso, P.

- *Mix* de produtos TOC = **[100u de P e 30u do Q]**.
- Aplicando a fórmula do lucro líquido: $RL = \sum \{(MC_i) * X_i\} - DF$
- Resultado Líquido: PL: $\{[100P * \$45] + [30Q * \$60] - \$6.000\} = \underline{\underline{\$300}}$;

II. PROGRAMAÇÃO LINEAR: PLENERT (1993)

1º Passo: Definir as variáveis da função objetivo e suas respectivas restrições:

$$Z = \$45P + \$60Q.$$

Equação 19: Restrição à função objetivo – capacidade 2.400 minutos

Departamento A: 15 min de P + 10 min de Q ≤ 2.400 minutos;

Departamento B: 15 min de P + 30 min de Q ≤ 2.400 minutos;

Departamento C: 15 min de P + 5 min de Q ≤ 2.400 minutos;

Departamento D: 10 min de P + 5 min de Q ≤ 2.400 minutos;

Equação 20: Demanda dos produtos P e Q

$$0 \leq P \leq 100 \text{ e } 0 \leq Q \leq 50.$$

2º Passo: *Mix* de produtos e resultados operacionais.

- *Mix* de produtos PL: **[100u de P e 30u do Q]**.
- Aplicando a fórmula do lucro líquido: $RL = \sum \{(MC_i) * X_i\} - DF$
- Resultado Líquido: PL: $\{[100P * \$45] + [30Q * \$60] - \$6.000\} = \underline{\underline{\$300}}$;

A. Primeira consideração – Coincidência dos Resultados

Efetuamos simulações usando a metodologia da TOC e da programação linear e não identificamos divergências no *mix* de produtos. Nesse caso particular, torna-se desnecessário demonstrar as nossas simulações haja vista, que não houve divergência entre a metodologia da TOC e da programação linear e as nossas revisões.

Tabela 30: Síntese dos Resultados – Capacidade 2.400 min

Capacidade 2.400 min para cada departamento Metodologias da TOC e da PL	Mix de Produtos		Resultados
	P	Q	
2.400 min [TOC - 1987]	100 u	30 u	\$300
2.400 min [Programação Linear (Plenert - 1993)]	100 u	30 u	\$300
2.400 min [TOC] Revisão	100 u	30 u	\$300
2.400 min [Programação Linear] Revisão	100 u	30 u	\$300

Fonte: Autora

III. Síntese dos Resultados – Revisão

- Nessa primeira simulação Plenert (1993) **não obteve êxito**, visto que pois não há divergência entre a metodologia da TOC e da Programação Linear.
- Plenert (1993) insiste que há ineficiências na TOC considerando que o resultado igual foi mera coincidência e elabora novos cenários, reduzindo o nível de capacidade dos departamentos como será descrito a seguir.

4.2.2 Redução de capacidade do estudo de caso da TOC – Plenert (1993)

Plenert (1993, p. 130) “reduz a capacidade de cada departamento de 2.400 min para 1.700 min” Os demais dados permanecem inalterados.

I. METODOLOGIA DA TOC

1º Passo: Investigar as restrições do sistema de produção.

Tabela 31: Demanda Capacidade Produtiva – 1.700 min

Depto.	Produto	Demanda Produtos	Mix Produtos	Recursos Depto.	Recursos Necessários	Total P & Q	Recursos Disponíveis	Falta ou Excesso Recursos
A	P	100 u	80 u	15 min	1.200 min	1.700 min	1.700 min	-
	Q	50 u	50 u	10 min	500 min			
B	P	100 u	80 u	15 min	1.200 min	2.700 min	1.700 min	(1.000) min
	Q	50 u	50 u	30 min	1.500 min			
C	P	100 u	80 u	15 min	1.200 min	1.450 min	1.700 min	250 min
	Q	50 u	50 u	5 min	250 min			
D	P	100 u	80 u	15 min	1.200 min	1.450 min	1.700 min	250 min
	Q	50 u	50 u	5 min	250 min			

Fonte: Autora

2º Passo A: A capacidade foi reduzida, contudo não houve variação monetária nem no tempo de processamento dos produtos por departamentos, essa mudança causa impacto apenas no *mix* de produtos. Assim sendo, elabora-se o máximo de P até o limite da demanda e com os recursos remanescentes passa-se a elaborar o produto Q.

Tabela 32: Recursos Departamentais – 1.700 min

Método da TOC							
Depto.	Produtos	MX	Produtos	Demanda	Capacidade	Capacidade	Excessos
			Minutos	Por Depto	Necessária	Disponível	Faltas
A	P	100 u	15 min	1.500 min	1.560 min	1.700 min	140 min
	Q	6 u	10 min	60 min			
B	P	100 u	15 min	1.500 min	1.680 min	1.700 min	20 min
	Q	6.0 u	30 min	180 min			
C	P	100 u	15 min	1.500 min	1.530 min	1.700 min	170 min
	Q	6 u	5 min	30 min			
D	P	100 u	10 min	1.000 min	1.030 min	1.700 min	670 min
	Q	6 u	5 min	30 min			

Fonte: Autora

3º Passo: *Mix* de Produto e Resultado Operacional:

- *Mix* de Produtos = [100u de P e 6u de Q].
- Aplicando a fórmula do lucro líquido: $RL = \sum \{(MC_i) * X_i\} - DF$
- $RL = \{[100P * \$45] + [6Q * \$60] - \$6.000\} = \underline{\underline{\$1.140}}$.

II. Método da Programação Linear: Plenert (1993)

1º Passo: Definir as variáveis da função objetivo e suas respectivas restrições.

$$Z = \$45P + \$60Q.$$

Equação 21: Restrição à função objetivo – capacidade 1.700 minutos

$$\text{Departamento A: } 15P + 10Q \leq 1.700 \text{ minutos;}$$

$$\text{Departamento B: } 15P + 30Q \leq 1.700 \text{ minutos;}$$

$$\text{Departamento C: } 15P + 5Q \leq 1.700 \text{ minutos;}$$

$$\text{Departamento D: } 10P + 5Q \leq 1.700 \text{ minutos;}$$

Equação 22: Demanda dos produtos P e Q

$$0 \leq P \leq 100 \text{ e } 0 \leq Q \leq 50.$$

2º Passo: *Mix* de produtos e resultado operacional:

- *Mix* de Produtos: 99u de P e 7u do Q.
- Aplicando a fórmula do lucro líquido: $RL = \sum \{(MC_i) * X_i\} - DF$
- $RL = \{[99P * \$45] + [7Q * \$60] - \$6.000\} = \underline{\underline{\$1.125}}$.

4.2.3 Segunda consideração – revisão das análises de Plenert (1993)

Apesar da diferença de uma unidade na composição do *mix* resultante da TOC e da Programação Linear, Plenert considerou haver evidências suficientes para refutar a metodologia usada pelos mentores da TOC. Consideramos o resultado imaterial para refutar o método matemático, deste modo repetiremos os cálculos pelas duas metodologias.

I. METODOLOGIA DA TOC

1º Passo: Identificar a restrição: A restrição permanece no departamento B.

2º Passo: a restrição permanece no departamento B e, o produto P permanece com maior *throughput*, ou seja, não muda o *mix* e, por conseguinte, o resultado líquido.

3º Passo: *Mix* de Produto e Resultado Operacional:

- *Mix* de Produtos: 100u de P e 6u de Q.
- Aplicando a fórmula do lucro líquido: $RL = \sum \{[(MC_i) * X_i] - DF\}$
- $RL = \{[100P * \$45] + [6Q * \$60] - \$6.000\} = \underline{\underline{\$1.140}}$.

II. MÉTODO DA PROGRAMAÇÃO LINEAR

1º Passo: Define as variáveis da função objetivo e suas respectivas restrições:

$$Z = \$45P + \$60Q.$$

Equação 23: Restrição à função objetivo – capacidade 1.700 minutos (Revisão da Autora).

Departamento A: $15P + 10Q \leq 1.700$ minutos;

Departamento B: $15P + 30Q \leq 1.700$ minutos;

Departamento C: $15P + 5Q \leq 1.700$ minutos;

Departamento D: $10P + 5Q \leq 1.700$ minutos;

Equação 24: Demanda dos produtos P e Q

$$0 \leq P \leq 100 \text{ e } 0 \leq Q \leq 50.$$

2º Passo: *Mix* de produtos e resultado operacional:

- *Mix* de Produtos: 100u de P e 6u do Q.
- Aplicando a fórmula do lucro líquido: $RL = \sum \{(MC_i) * X_i\} - DF$
- $RL = \{[100P * \$45] + [6Q * \$60] - \$6.000\} = \underline{\underline{\$1.140}}$.

III. Síntese da Segunda consideração – Capacidade 1.700 min

- Plenert considera os mesmos dados da TOC e na aplicação da programação linear considerou o resultado mera coincidência. Verifica-se claramente que houve arredondamento nos números.
- Plenert reduz a capacidade de 2.400 min para 1.700 min nesse cenário e **não obteve êxito**, pois 99u do produto P não atingiu nenhuma restrição assim podemos afirmar que houve arredondamento dos números.

Tabela 33: Síntese dos Resultados – Capacidade 1.700 min

Capacidade 1.700 min para cada departamento	Mix de Produtos		Resultados
	P	Q	
1.700 min [TOC - 1987]	100 u	7 u	(\$1.140)
1.700 min [Programação Linear (Plenert - 1993)]	99 u	6 u	(\$1.125)
1.700 min [TOC] Revisão	100 u	7 u	(\$1.140)
1.700 min [Programação Linear] Revisão	100 u	7 u	(\$1.140)

Fonte: Autora

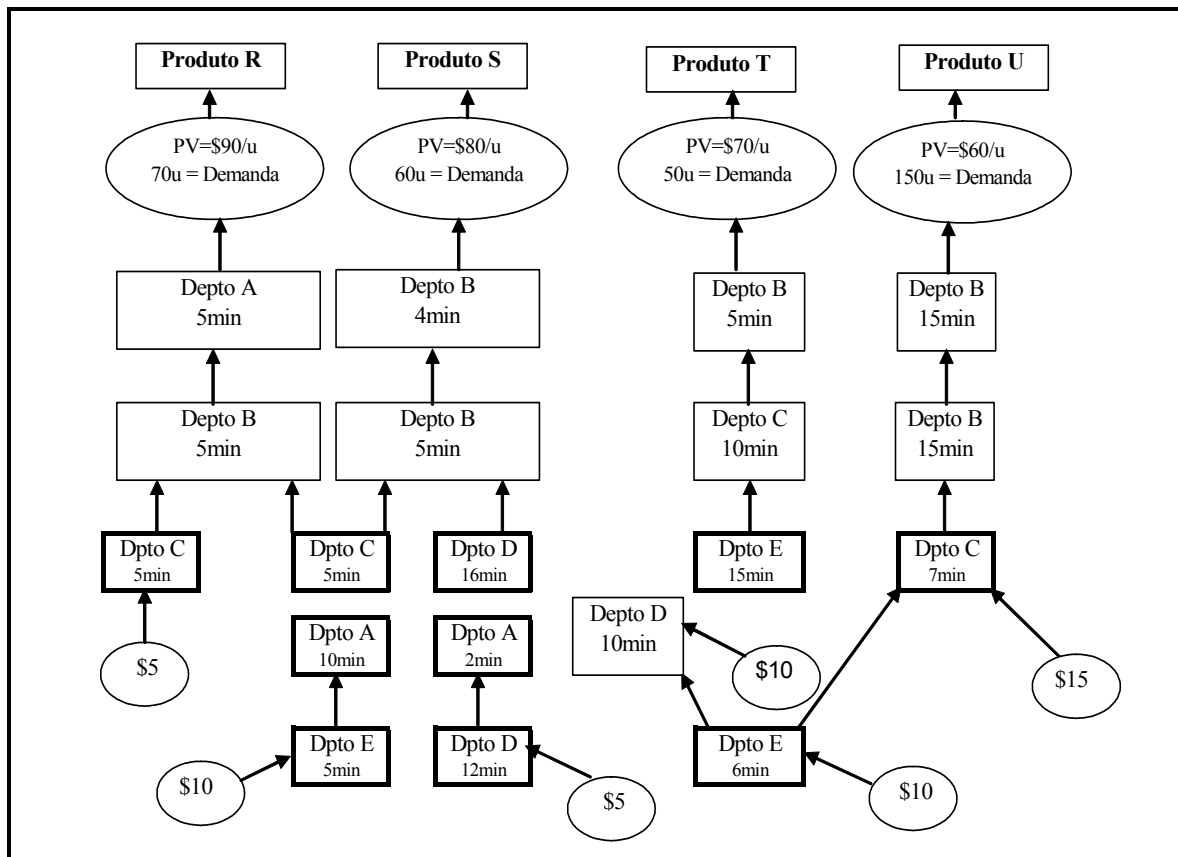
Apesar do viés que orienta a pesquisa do Plenert (1993), o autor considera essa pequena diferença de unidades entre o *mix* Plenert como uma pequena evidência da fragilidade da TOC.

4.2.4 Ampliação do estudo de caso da TOC – Plenert (1993)

Plenert amplia o estudo de caso, ou seja, as restrições em níveis de quantidades de processos, de produtos, expectativa de demanda e de departamentos, objetivando assim, corroborar suas idéias de que a metodologia da TOC não soluciona não

problemas com múltiplas restrições. Os novos produtos e processos estão descritos na figura 6 bem como a demanda

Figura 6: Capacidade Produtiva, Demanda – Múltiplos Produtos e Restrições



Fonte: Plenert (1993)

Nesse cenário de decisão vamos elaborar uma tabela para demonstrar as margens de contribuições que integrarão a função objetivo e tais margens serão base de cálculo para os *throughput's* dos recursos restrições, para aplicarmos a metodologia da TOC e da programação linear.

Tabela 34: Margem de Contribuição por Produto

Produtos	R	S	T	U
Preço de Vendas	\$90,00	\$80,00	\$70,00	\$60,00
Custos diretos	(\$15,00)	(\$15,00)	(\$20,00)	(\$25,00)
Margem de Contribuição	\$75,00	\$65,00	\$50,00	\$35,00

Fonte: Autora

I. Metodologia da TOC: problemas com múltiplos produtos processos e

1º PASSO: Identificar restrição à restrição do sistema. Verificar se há capacidade para demanda de cada produto como fora prevista na figura 7.

Tabela 35: Recursos Necessários para Atender a Demanda

Recursos Disponíveis - 2.400 min							
Deppto.	Produto	Demanda Produtos	Recursos Deppto. Minutos	Recursos Necessários	Total Recursos	Recursos Disponíveis	Falta e/ou Excesso Recursos
A	R	70 u	15 min	1.050 min	2.760 min	2.400 min	(360) min
	S	60 u	16 min	960 min			
	T	50 u	-	-			
	U	150 u	5 min	750 min			
B	R	70 u	5 min	350 min	3.450 min	2.400 min	(1.050) min
	S	60 u	10 min	600. min			
	T	50 u	5 min	250 min			
	U	150 u	15 min	2.250 min			
C	R	70 u	10 min	700 min	2.550 min	2.400 min	(150) min
	S	60 u	5 min	300 min			
	T	50 u	10 min	500 min			
	U	150 u	7 min	1.050 min			
D	R	70 u	-	-	2.430 min	2.400 min	(30) min
	S	60 u	28 min	1.680. min			
	T	50 u	15 min	750 min			
	U	150 u	-	-			
E	R	70 u	5 min	350 min	2.600 min	2.400 min	(200) min
	S	60 u	5 min	300 min			
	T	50 u	21 min	1.050 min			
	U	150 u	6 min	900 min			

Fonte: Autora

2º Passo: Maximizar a restrição: Margem de Contribuição *versus* *Throughput*. Não há capacidade suficiente para atender à demanda e os postulados teóricos da TOC não orientam a priorização da restrição a ser otimizada para selecionar o *mix* de produto. Nesse contexto, vamos calcular o *ranking* dos *throughput's* considerando o departamento que apresenta maior restrição, isto é, o departamento B.

Tabela 36: Margem de Contribuição versus *Throughput*

Produtos	R	S	T	U
Margem de Cont. Unitária	\$75,00	\$65,00	\$50,00	\$35,00
Minutos Departamento B	5 min	10 min	5 min	15 min
<i>Throughput</i> por Produto	\$15,00	\$6,50	\$10,00	\$2,33
Classificação por <i>throughput</i>	1 ^o	3 ^o	2 ^o	4 ^o

Fonte: Autora

A prioridade de elaboração de cada produto obedece ao *ranking* do *throughput* e ao limite da demanda. Havendo recurso remanescente passa-se a elaborar o produto subsequente, Plenert (1993) considerou que o *mix* factível pela metodologia da TOC é o que está descrito na tabela 37.

Tabela 37: Seleção de *Mix* – Múltiplas Restrições e Produtos

Depto.	Produto	Demanda Produtos	Recursos Depto.	Mix de Produto	Recursos Produtos	Total Recursos	Recursos Disponíveis	Falta Excesso Recursos
A	R	70 u	15 min	70 u	1.050 min	2.250 min	2.400 min	150 min
	S	60 u	16 min	50 u	800 min			
	T	50 u	0		-			
	U	150 u	5 min	80 u	400 min			
B	R	70 u	5 min	70 u	350 min	2.400 min	2.400 min	-
	S	60 u	10 min	60 u	600 min			
	T	50 u	5 min	50 u	250 min			
	U	150 u	15 min	80 u	1.200 min			
C	R	70 u	10 min	70 u	700 min	2.060 min	2.400 min	340 min
	S	60 u	5 min	60 u	300 min			
	T	50 u	10 min	50 u	500 min			
	U	150 u	7 min	80 u	560 min			
D	R	70 u	0	-	-	2.430 min	2.400 min	(30) min
	S	60 u	28 min	60 u	1.680 min			
	T	50 u	15 min	50 u	750 min			
	U	150 u	0	-	-			
E	R	70 u	5 min	70 u	350 min	2.180 min	2.400 min	220 min
	S	60 u	5 min	59 u	300 min			
	T	50 u	21 min	50 u	1.050 min			
	U	150 u	6 min	80 u	480 min			

Fonte: Autora

O *mix* de produto calculado por Plenert (1993) 70u de **R**; 60 de **S**; 50u de **T** e 80 u de **U**. Verificamos que no departamento D não há recursos suficiente para elaborar 60u de S e 50u de T.

3º Passo: seleccionar o *mix* de produto e o resultado líquido

- *Mix* de produto: 70u de **R**; 60 de **S**; 50 u de **T** e 80 u de **U**
- Aplicando a fórmula do lucro líquido: $RL = \sum \{[(MC_i) * X_i] - DF\}$
- RL: $\{[70R * \$75] + [60S * \$65] + [50T * \$50] + [80U * \$35] - \$6.000\} = \underline{\underline{\$8.450}}$

II. METODOLOGIA DA PROGRAMAÇÃO LINEAR

Simulação do *mix* de produtos para solucionar problemas com múltiplos produtos, processos e departamentos, cálculos realizados por Plenert (1993).

1º Passo: Definir as variáveis da função objetivo e suas respectivas restrições

$$Z = \$75R + \$65S + \$50T + \$35U$$

Equação 25: Restrição à função objetivo – capacidade 2.400 minutos (Plenert – Múltiplas Restrições)

Departamento A: $15R + 16S + 0T + 5U \leq 2.400$ minutos

Departamento B: $5R + 10S + 5T + 15U \leq 2.400$ minutos

Departamento C: $10R + 5S + 10T + 15U \leq 2.400$ minutos

Departamento D: $0R + 28S + 15T + 0U \leq 2.400$ minutos

Departamento E: $5R + 5S + 21T + 6U \leq 2.400$ minutos

Equação 26: Restrição demanda – R; S; T; U

$$0 \leq R \leq 70; \quad 0 \leq S \leq 60; \quad 0 \leq T \leq 50 \text{ e } 0 \leq U \leq 150.$$

2º Passo: *Mix* de produtos e resultado operacional:

- **Mix de Produtos:** 70u de R; 59u de S; 49u de T e 81u do U.
- Aplicando a fórmula do lucro líquido: $RL = \sum \{[(MC_i) * X_i] - DF\}$
- $RL = \{[70R * \$75] + [59S * \$65] + [49T * \$50] + [81U * \$35] - \$6.000\} = \underline{\underline{8.370}}$

I. Metodologia da TOC Problemas com Múltiplas Restrições: Revisão

Observamos anteriormente que o *mix* de produtos demonstrado por Plenert (1993) não é factível e o 3º Passo da TOC determina que: se houver outra restrição

retorna-se ao segundo passo. Então, deve-se fazer uma análise dos recursos disponíveis e verificar, das margens de contribuições *versus* coeficientes técnicos, isto é, do *throughput* de cada produto para priorizar e recalculer o *mix* de produto.

1º PASSO: Explorar a restrição do sistema.

Tabela 38: *Throughput*: Departamento D

M. Contribuição	PRODUTOS	
	S	T
Margem de Cont. Unitária	\$65.00	\$50.00
Minutos Departamento B	28 min	15 min
Throughput por Produto	\$2.32	\$3.33
Classificação por <i>throughput</i>	2º	1º

Fonte: Autora

2º PASSO: Entre os produtos S e T, o produto a ser priorizado é o T. Então, procede-se o recálculo de todos os produtos para encontrar o novo *mix*.

Tabela 39:: Seleção de *Mix* Factível – Múltiplas Restrições e Produtos

Depto	Produto	Demanda Produtos	Recursos Depto Minutos	<i>Mix</i> de Produto	Recursos Produtos	Total dos Recursos Necessários	Recursos Disponíveis	Falta e/ou Excesso Recursos
A	R	70 u	15 min	70 u	1.050 min	2.396	2.400 min	4 min
	S	60 u	16 min	59 u	943 min			
	T	50 u	-	-	-			
	U	150 u	5 min	81 u	404 min			
B	R	70 u	5 min	70 u	350 min	2.400 min	2.400 min	-
	S	60 u	10 min	59 u	589 min			
	T	50 u	5 min	50 u	250 min			
	U	150 u	15 min	81 u	1.211 min			
C	R	70 u	10 min	70 u	700 min	2.060 min	2.400 min	340 min
	S	60 u	5 min	59 u	295 min			
	T	50 u	10 min	50 u	500 min			
	U	150 u	7 min	81 u	565 min			
D	R	70 u	-	-	-	2.400 min	2.400 min	-
	S	60 u	28 min	59 u	1.650 min			
	T	50 u	15 min	50 u	750 min			
	U	150 u	-	-	-			
E	R	70 u	5 min	70 u	350 min	2.179 min	2.400 min	221 min
	S	60 u	5 min	59 u	295 min			
	T	50 u	21 min	50 u	1.050 min			
	U	150 u	6 min	81 u	484 min			

Fonte: Autora

3º Passo: seleccionar o *mix* de produto e o resultado líquido

- **Mix de Produtos: 70u de R; 59u de S; 50u de T e 81u do U.**
- Aplicando a fórmula do lucro líquido: $RL = \sum \{(MC_i) * X_i\} - DF$
- $RL = \{[70R * \$75] + [59S * \$65] + [50T * \$50] + [81U * \$35] - \$6.000\} = \underline{\underline{\$8.405}}$

II. Metodologia da Programação Linear – Revisão

1º Passo: Definir as variáveis da função objetivo e suas respectivas restrições

$$Z = \$75R + \$65S + \$50T + \$35U$$

Sujeito a:

$$15R + 16S + 0T + 5U \leq 2.400 \text{ min}$$

$$5R + 10S + 5T + 15U \leq 2.400 \text{ min}$$

$$10R + 5S + 10T + 15U \leq 2.400 \text{ min}$$

$$0R + 28S + 15T + 0U \leq 2.400 \text{ min}$$

$$5R + 5S + 21T + 6U \leq 2.400 \text{ min}$$

$$0 \leq R \leq 70; \quad 0 \leq S \leq 60; \quad 0 \leq T \leq 50 \text{ e } 0 \leq U \leq 150.$$

2º Passo: selecionar o *mix* de produto e o resultado líquido

- **Mix de Produtos: 70u de R; 59u de S; 50u de T e 81u do U.**
- Aplicando a fórmula do lucro líquido: $RL = \sum \{(MC_i) * X_i\} - DF$
- $RL = \{[70R * \$75] + [59S * \$65] + [50T * \$50] + [81U * \$35] - \$6.000\} = \underline{\underline{\$8.405}}$

III. Síntese da Terceira Consideração – Revisão [a autora]

Mais uma vez, Plenert **não obteve êxito** para refutar a metodologia da TOC. Denota-se que ele verifica que há equívocos entre a capacidade e a seleção de *mix* de produtos. Entretanto, suas análises falham por não contemplar os custos da capacidade.

Tabela 40: Resumo dos Resultados: Múltiplas Restrições e Produtos

CONCLUSÃO DOS RESULTADOS: Múltiplas Restrições					
Resumo dos Resultados: TOC e Programação Linear	Mix de Produtos				Resultado
	R	S	T	U	Operacional
Plenert – TOC	70 u	60 u	50 u	80 u	\$8.450
Plenert – Programação Linear	70 u	59 u	49 u	81 u	\$8.370
Revisão – TOC	70 u	59 u	50 u	81 u	\$8.405
Revisão – Programação Linear	70 u	59 u	50 u	81 u	\$8.405

Fonte: Autora

Observamos que Plenert (1993) ao aplicar a programação linear não seguiu os postulados teóricos da TOC, posto que, as restrições à função objetivo contemplaram os recursos limitativos e não limitativos e esse procedimento é incompatível com a TOC. Também podemos afirmar que o modelo geral tem sua origem na formulação matemática do Plenert (1993). Todavia, os cenários econômicos simulados por Plenert não permitem à aplicação do ABC, haja vista que não há como identificar os custos dos processos tampouco dos departamentos, apenas é dado um montante denominado de despesas operacionais.

4.3 Análise metodológica do estudo de caso da TOC – Guerreiro (1999)

Guerreiro (1999), que analisou o Estudo de Caso da TOC. Para efetuar suas análises, o autor fez algumas adaptações. Para aplicarmos o conceito de recurso não discricionário e discricionário vamos dividir a apresentação nas seguintes etapas.

Para atender aos objetivos da nossa pesquisa bem como do referencial de análise, aplicaremos as nossas análises seguindo este roteiro: **Primeiro**, apresentaremos a solução sugerida por Guerreiro (1999). **Segundo**, demonstraremos a solução de Plenert (1993), dado que ambos analisaram o mesmo estudo de caso elaborado por Fox. **Terceiro**, aplicaremos os paradigmas de Kee & Schmidt (2000), isto é, o ABC, a TOC e o Modelo Geral. Tais paradigmas representam o nosso referencial de análise. Isto será válido para os demais artigos, por ora apresentados. Só reuniremos as análises de diferentes autores quando estes analisarem os mesmos dados.

4.3.1 Dados gerais do problema: estudo de caso da TOC (1999)

Uma empresa hipotética tem dois produtos p e q, que apresentam as seguintes características descritas na figura dos processos de tais produtos.

Produto P:

Preço: \$90.

Quantidade 100u por semana (quantidade máxima aceita pelo mercado).

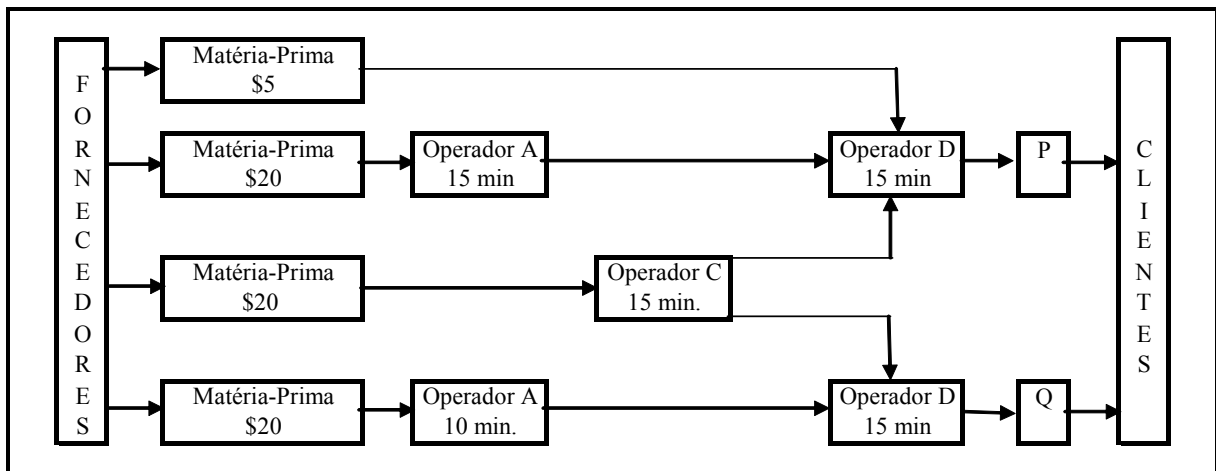
Produto Q:

Preço: \$100.

Quantidade 50u por semana (quantidade máxima aceita pelo mercado).

A empresa tem apenas um trabalhador para cada tipo de operação que trabalha cinco dias por semana e oito horas por dia. Logo, cada trabalhador possui 2.400 min disponíveis por semana ($5 \times 8 \times 60$). A empresa tem despesas operacionais fixas de \$6.000 por semana. Foram mantidos os custos diretos para os produtos P e Q de \$45 e \$40 e o preço de venda de \$90 e \$100 respectivamente.

Figura 7: Fluxo da Produção



Fonte: Guerreiro (1999, p. 24)

I. SOLUÇÃO DO GUERREIRO

- Análise Margem de Contribuição

$$ML_P = \$90 - \sum (\$20 + \$20 + \$5)$$

$$ML_P = \$45 \text{ peça}$$

$$ML_Q = \$100 - \sum (\$20 + \$20)$$

$$ML_Q = \$60 \text{ peça}$$

Localização do Sistema de Restrição: O problema apresenta restrição de capacidade produtiva e de mercado, essas restrições estão representadas pela disponibilidade de mão-de-obra e pelo mercado. Assim sendo, dever-se-ia calcular a carga necessária de cada operador e confrontá-la com a disponibilidade deste, respeitando, é claro, os níveis aceitos pelo mercado. A carga necessária por operador pode ser calculada pelo tempo de passagem dele pelo respectivo operador.

II. SOLUÇÃO DE GUERREIRO:

1º PASSO: Identificar a restrição do sistema de produção.

Tabela 41: Capacidade do Empresarial Identificação do Gargalo da Produção.

Operador	Produto	Expectativa da Demanda	Coefficientes Técnicos	Carga Mínima	Carga Total	Capacidade Disponível	Folga ou excesso
A	P	100 u	15 min	1.500 min	2.000 min	2.400 min	400 min
	Q	50 u	10 min	500 min			
B	P	100 u	15 min	1.500 min	3.000 min	2.400 min	(600) min
	Q	50 u	30 min	1.500 min			
C	P	100 u	15 min	1.500 min	1.750 min	2.400 min	650 min
	Q	50 u	5 min	250 min			
D	P	100 u	15 min	1.500 min	1.750 min	2.400 min	650 min
	Q	50 u	5 min	250 min			

Fonte: Guerreiro (1999, p. 26).

2º PASSO: Operador B representa a restrição do sistema. Decidir a forma mais eficiente de utilizar o sistema mais eficiente de restrições.

a) Analisar o *throughput* de cada produto na empresa

$$\text{Produto } P = \frac{\$45}{15 \text{ min}} = \$3$$

$$\text{Produto } Q = \frac{\$60}{30 \text{ min}} = \$2$$

b) Priorizar elaboração do produto com maior *throughput*.

$$100\text{u de } P = [100\text{u} * 15 \text{ min}] = 1.500 \text{ min}$$

$$30\text{u de } Q = \frac{(2.400 \text{ min} - 1.500 \text{ min})}{30 \text{ min.}}$$

c) *Mix* de Produto P = 100u e Q = 30u

3º PASSO: Lucro Máximo Semanal [LMSEM]

$$LM_p = \$45 * 100u = \$4.500$$

$$LM_Q = \$60 * 30u = \$1.800$$

$$LMSEM = (\$4.500 + \$1.800) - \$6.000$$

$$LMSEM = \$300$$

Guerreiro considerou que o *mix* de produto 100u de P e 30 de Q não é satisfatório. Desse modo ele fez uma alteração no estudo de caso apresentado por Fox (1987), acrescentando mais produtos e investimento conforme descrição do item que segue.

Guerreiro (1999, p. 28) menciona que a restrição está no operador B e o mercado, então o que fazer com os demais recursos produtivos (operadores A, C, e D) e de mercado (potencial) para o produto Q, dado que os mesmos apresentarão folgas? Como ficarão os índices de eficiência?

A resposta a essas duas indagações encontra-se na 3ª regra da TOC: **Subordinar todos os outros** recursos do sistema à decisão tomada na 2ª regra; e na 2ª regra da OPT: **o nível de utilização de um não-gargalo é determinado por seu próprio potencial, mas por outra restrição do sistema**. A não-observância da 2ª regra da TOC apenas teria como resultado um aumento desnecessário de inventário na forma de estoques. Quanto ao aspecto da eficiência, a mesma não deveria ser calculada a partir dos potenciais dos operadores A, C e D, mas pelo potencial do operador B (sic!).

Para decisão em relação aos recursos excedentes, Guerreiro (1999, p. 28-30) elabora a seguinte situação. Uma vez que as restrições limitam a *performance* do sistema no alcance de sua meta, a única maneira de melhorar este desempenho é atacando as restrições do problema, como sugere a 4ª regra da TOC: elevar a capacidade do sistema de restrições. Por meio de uma pesquisa de novos mercados, localizou-se a possibilidade de um novo segmento para os produtos da empresa, desde que os mesmos sejam oferecidos com um desconto de 20%. Esse novo segmento

absorveria até 50 peças de cada item (sic!). Imediatamente surgiria a seguinte questão: seria interessante para empresa aproveitar esse novo mercado?

Uma vez que a restrição de capacidade produtiva não foi alterada e o mercado está restringindo ao apenas ao produto P, o novo segmento, em princípio, somente irá absorver esse produto tendo como conseqüência uma redução na quantidade a ser produzida de Q. Logo, deveriam ser analisadas as novas margens líquidas dos produtos vendidos com descontos P' e Q' e suas capacidades de suas capacidades de gerar dinheiro por meio da restrição produtiva.

Hipótese 1: a empresa identificou uma pesquisa de novos mercados, observou a possibilidade de um novo segmento de mercado para os produtos da empresa, desde que esses produtos sejam oferecidos com desconto de 20%. Esse novo segmento absorveria 50/u de cada item.

Hipótese 2: a empresa deve contratar um novo operador B. Mas, para que esse novo operador tenha condições de trabalhar, será necessário um investimento na ordem de \$100.000, adicionado-se um acréscimo de \$400 aos custos fixos semanais. Daí surge uma outra questão: qual seria o Período de Pagamento do Investimento (PPI)? Diante dessas novas hipóteses deve ser calculado o lucro máximo por produto²⁷. Os produtos que seriam vendidos com desconto foram denominados de **P'** e **Q'**. Então, a margem de contribuição de **P'** e **Q'**.

$$ML_{P'} = \$27 / u \text{ e}$$

$$ML_{Q'} = \$40 / u .$$

1 hora do Operador B

- Produz quatro peças de P (60/15) e gera \$108,00/hora ($\$27 * 4/u$)
- Produz duas peças de Q (60/30) e gera \$80/hora ($\$40 * 2/u$).

²⁷ Lucro máximo por produto é uma terminologia usada por Guerreiro (1999). No desenvolvimento desta pesquisa a autora usa a terminologia da Microeconomia e da Engenharia de produção: se os ganhos são relativos ao produto serão denominados de margem de contribuição e quando se refere à empresa é lucro. A terminologia "lucro máximo por produto" foi mantida por fidelidade ao texto original.

Guerreiro (1999, p. 31) elabora um novo cenário decisório com as seguintes capacidades e os recursos necessários em cada atividade. Neste cenário o autor aplica o 1º Passo da TOC.

4.3.2 Método da TOC – Guerreiro (1999)

PASSO 1º: Identificar a restrição do sistema.

Tabela 42: Capacidade empresarial – Produção Adicional dos Produtos P' e Q'

Operador	Produto	Quantidade	Tempo	Carga	Carga	Disponível	Folga
		(Unidades)	(minutos)	(mínima)	Total	(minutos)	(minutos)
A	P	100	15	1.500	3,250	2.400	(850)
	Q	50	10	500			
	P'	50	15	750			
	Q'	50	10	500			
B	P	100	15	1.500	5.250	4.800	(450)
	Q	50	30	1.500			
	P'	50	15	750			
	Q'	50	30	1.500			
C	P	100	15	1.500	2.750	2.400	(350)
	Q	50	5	250			
	P'	50	15	750			
	Q'	50	5	250			
D	P	100	15	1.500	2.750	2.400	(350)
	Q	50	5	250			
	P'	50	15	750			
	Q'	50	5	250			

Fonte: Guerreiro (1999, p. 31)

A tabela 42 ilustra que não há capacidade suficiente para atender a demanda dos produtos P, Q, P' e Q', isso requer o cálculo da margem de contribuição e dos *throughput's* e seu respectivo ranking. Apesar da TOC não determinar o recurso que

deve ser maximizado quando há múltiplas restrições, adotamos para metodologia da TOC a otimização da atividade com maior recurso limitativo.

2º PASSO: maximizar a utilização da restrição do sistema.

- Calcular o *throughput* de cada produto, considerando P, P', Q e Q'.

Tabela 43: Margem de Contribuição – Preços de Vendas Descontados

Produto	P	Q	P'	Q'
Preço de Venda	\$90,00	\$100,00	\$72,00	\$80,00
Custos Diretos	(\$45,00)	(\$40,00)	(\$45,00)	(\$40,00)
Margem Líquida	\$45,00	\$60,00	\$27,00	\$40,00
Utilização do Operador A	15 min	10 min	15 min	10min
Produção Horária (\$/hora)	[60min/15min] = 4u	[60min/10min] = 6u	[60min/15min] = 4u	[60min/10min] = 6u
Lucro Horário no Gargalo	[4u * \$45] = \$180	[6u * \$60] = \$360	[4u * \$27] = \$108	[6u * \$40] = \$240
Priorização Lucro horário	3º	1º	4º	2º

Fonte: Autora

- Priorizar os produtos por ordem de *throughput*, verificar o *mix* de produto que otimiza o lucro da empresa.

Tabela 44: Definição do *Mix* de Produto - Guerreiro.

Operador	Produto	Mix de Produtos	Coeficientes técnicos	Carga	Carga Total	Disponível (minutos)	Folga (minutos)
				(mínima)			
A	Q	50u	10 min	500 min	2.395 min	2.400 min	5 min
	Q'	50 u	10 min	500 min			
	P	93 u	15 min	1.395 min			
B	Q	50 u	30 min	1500 min	4.395 min	4.800 min	405 min
	Q'	30 u	30 min	900 min			
B'	Q'	20 u	30 min	600 min			
	P	93 u	15 min	1395 min			
C	Q	50 u	5 min	250 min	1.895 min	2.400 min	505 min
	Q'	50 u	5 min	250 min			
	P	93 u	15 min	1.395 min			
D	Q	50 u	5 min	250 min	1.430 min	2.400 min	970 min
	Q'	50 u	5 min	250 min			
	P	93 u	10 min	930 min			

Fonte: Autora

3º PASSO: *Mix de Produto – 50/u de Q, 50/u de Q' e 93/u de P.*

$$LM_Q = \$60 * 50 / u = \$3.000 / Semana$$

$$LM_{Q'} = \$40 * 50 / u = \$2.000 / Semana$$

$$LM_P = \$45 * 93 / u = \$4.185 / Semana$$

$$LMSEM_i = \sum LM_i - \sum CF$$

$$LMSEM_i = \sum (\$3.000 + \$2.000 + \$4.185) - \sum \$6.400$$

$$LMSEM_i = \$2.785 / Semana$$

4.3.3 Considerações à solução demonstrada por Guerreiro (1999)

As soluções e conclusões demonstradas por Guerreiro necessitam de uma análise criteriosa, **primeiro**, porque não foi solucionada nem sequer a primeira situação-problema. Para tanto, faremos as considerações necessárias para demonstrar as soluções mais adequadas diante da base teórica já desenvolvida e aplicada à contabilidade gerencial. **Segundo**, as despesas operacionais foram transformadas em horas de mão-de-obra direta, portanto, há condições de medir os custos diretos de cada atividade. **Terceiro**, o modelo matemático apresentado por Goldratt foi refutado por Plenert 3 (três) anos antes da publicação de Guerreiro. **Quarto**, os recursos não discricionários já haviam sido aplicados à Contabilidade Gerencial por Kaplan e Cooper desde 1992 bem como na demonstração do resultado desenvolvida por Kaplan e Cooper (1992) as soluções demonstradas são frágeis.

Supondo que a situação-problema apresentada pelos preceptores da TOC fosse um problema de consultoria, Guerreiro recebe de um empresário um problema e soluciona ou devolve quatro problemas como solução do primeiro. Nossas afirmações podem ser corroboradas mediante aplicações dos conceitos teóricos e métodos matemáticos já apresentados em outros estudos de caso já mencionado neste trabalho.

1º PASSO: Identificar as Restrições

Tabela 45: Capacidade Industrial

Dados das Atividades			Capacidade	Custo Minutos	Total Capacidade
Atividades de Produção	Produtos/CT				
	P	Q			\$6.000
Departamento A	15,0	10,0	2.400	\$0,625	\$1.500
Departamento B	15,0	30,0	2.400	\$0,625	\$1.500
Departamento C	15,0	5,0	2.400	\$0,625	\$1.500
Departamento D	10,0	5,0	2.400	\$0,625	\$1.500
Expectativa da Demanda	100	50			
Preço de Venda	\$90,00	\$100,00			

Fonte: Autora

2º PASSO: Formulação da função objetivo

Função Objetivo: $Z = \$45/P + \$60/Q$.

Sujeito a: Departamento A: $15/\text{min de } P + 10/\text{min de } Q \leq 2.400$ minutos;

Departamento B: $15/\text{min de } P + 30/\text{min de } Q \leq 2.400$ minutos;

Departamento C: $15:\text{min de } P + 5/\text{min de } Q \leq 2.400$ minutos;

Departamento D: $10/\text{min de } P + 5/\text{min de } Q \leq 2.400$ minutos;

$$0 \leq P \leq 100 \text{ e } 0 \leq Q \leq 50.$$

2º PASSO: Mix de produtos: 100u de P e 30u do Q

3º PASSO: Determinação do resultado

Tabela 46: Demonstração do Resultado – TOC [Guerreiro, 1999)

Receitas de Vendas	\$9.000	\$3.000	\$12.000
Matérias-Primas	(\$4.500)	(\$1.200)	(\$5.700)
Margem de Contribuição	\$4.500	\$1.800	\$6.300
Custos da mão-de-obra Direta			\$6.000
Lucro Líquido			\$300

Fonte: Autora

- A Teoria das Restrições avalia os custos dos produtos com base apenas e tão-somente o custo da matéria-prima e os custos das atividades incluem os recursos ociosos e produtivos. Nesse contexto podemos refutar o custeio direto para tomada de decisão referente à expansão e/ou redução de capacidade, isso justifica o lucro semanal de \$300.

4.3.4 Considerações à solução demonstrada por Guerreiro (1999)

No custeio baseado em atividade o custo da capacidade está embutido na equação da função objetivo, isso modifica sensivelmente o resultado operacional da empresa. Considerando os conceitos teóricos mencionados no início das análises da solução apresentada por Guerreiro, vamos adaptar ao ABC o método matemático da programação linear e a demonstração do resultado determinada por Kaplan & Cooper (1992), isto é, informando os recursos de capacidade usados e não usados na produção.

PASSO 1º: Formulação da função objetivo

$$Z = \$11P + \$9Q.$$

Sujeito a: Departamento A: 15min de P + 10min de Q \leq 2.400 minutos;

Departamento B: 15min de P + 30min de Q \leq 2.400 minutos;

Departamento C: 15min de P + 5min de Q \leq 2.400 minutos;

Departamento D: 10min de P+ 5min de Q \leq 2.400 minutos;

$$0 \leq P \leq 100 \text{ e } 0 \leq Q \leq 50.$$

- Capacidade Disponível e *Mix* de Produtos 100u de P e 30u do Q

Tabela 47: Capacidade Industrial

DRE - TOC	Capacidade		
		Min	TOTAL
Recursos Usados na Produção	Recursos Disponíveis		
Operário A			2.400 min
Operário B			2.400 min
Operário C			2.400 min
Operário D			2.400 min
Mix de Produtos	Produtos		
	Produto P	Produto Q	
	100	30	
Recursos não Usados na Produção			
Operário A			600 min
Operário B			-
Operário C			750 min
Operário D			1.250 min
Receitas de Vendas	\$9.000	\$3.000	\$12.000
Matérias-Primas	(\$4.500)	(\$1.200)	(\$5.700)
Margem de Contribuição	\$4.500	\$1.800	\$6.300
Operário A	(\$938)	(\$188)	(\$1.125)
Operário B	(\$938)	(\$563)	(\$1.500)
Operário C	(\$938)	(\$94)	(\$1.031)
Operário D	(\$625)	(\$94)	(\$719)
Resultado Operacional	\$1.063	\$863	\$1.925
Custos dos Recursos não Usados			
Departamento A			(\$375)
Departamento B			\$0
Departamento C			(\$469)
Departamento D			(\$781)
Resultado Líquido			\$300

Fonte: Autora

- O ABC fornece informações referentes aos custos e quantidades de recursos da capacidade produtiva e ociosa das instalações industriais.
- O lucro operacional corresponde a \$1.925. Esse lucro corresponde a 6,4 vezes = $[1.925/300]$ o lucro gerado pela TOC.
- O custo de ociosidade corresponde a \$1.625. O ABC permite tomar decisões do tipo *make or buy*, redução ou expansão das atividades.
- As informações relacionadas à ociosidade também permite adaptações do conceito dos custos discricionários. Se os gestores têm poderes

discricionários, podem redistribuir os recursos ociosos para outras áreas da empresa.

4.3.5 Teoria das Restrições – Método da Programação Linear/Modelo Geral

O modelo geral avalia os produtos com base no método de custeio direto, utiliza métodos matemáticos para solução de problemas com múltiplas restrições, funções (objetivo e restrições) lineares ou não; a capacidade, os gerentes têm poderes discricionários sobre os recursos discricionários, isto é, aqueles recursos que não afetam o *mix* de produto, por conseguinte o lucro operacional. Os custos discricionários neste estudo de caso elaborado pelo Guerreiro (1999) correspondem aos recursos de mão-de-obra direta.

$$\text{Função Objetivo } Z_{MG} = \sum_i (p_i - c_{io}) X_{i1}^{MG} - \sum_{j,k} c_{jk} (N_{jk} + R_{jk}^*)^{28}$$

Sujeito a:

$$\sum_i q_{ijk} X_{ik} - N_{jk}^* - R_{jk}^* = 0 \quad \forall j, k ;$$

$$N_{jk}^* \leq N_{jk} \quad \forall j, k ;$$

$$R_{jk}^* \leq R_{jk} \quad \forall j, k ;$$

$$X_{i1} \leq D_i X_{i2} \quad \forall_i ;$$

$$X_{i1} \geq 0 \text{ ou } 1 \quad \forall_i ;$$

$$X_{i2} = 0 \text{ ou } 1 \quad \forall_i ;$$

- *Mix* de Produto 100u de P e 30u do Q.
- O *mix* de produtos não mudou, o lucro operacional é igual àquele gerado pelo método ABC.
- O conceito de custos discricionários foi aplicado aos três modelos TOC, ABC e MG.
- Os resultados são iguais. O que levanta a seguinte questão? Qual o fator que contribui para uniformidade do lucro operacional ou por que o *mix* de produto não apresenta variações? Para responder essas questões tem-se de avaliar as restrições e os *throughput's* nos recursos limitativos. Para os

²⁸ Legenda explicada na apresentação do modelo geral

três modelos efetuamos 4 (quatro) simulações e a restrição permaneceu no operário B.

Tabela 48: Margem de Contribuição versus Ranking Throughput

Modelos	Margem de Contribuição		Coeficiente técnico no Recurso Restrição		Throughput		Ranking	
	Produto p	Produto Q	Produto P	Produto Q	Produto P	Produto Q	P	Q
TOC	\$45	\$60	15 min	30 min	\$3,00	\$2,00	1 ^o	2 ^o
ABC	\$11	\$9	15 min	30 min	\$0,71	\$0,29	1 ^o	2 ^o
MG	\$45	\$60	15 min	30 min	\$3,00	\$2,00	1 ^o	2 ^o

A autora

- Se não houver inversão de gargalo e de *throughput*, independente do método de custeio o *mix* de produto é igual.

4.3.6 programação linear ao estudo de caso de Guerreiro (1999)

Quanto à metodologia do Plenert (1993) aplicada às soluções do Guerreiro (1999) o resultado é o mesmo, porque antes de tudo foi uma situação anômala em que os números foram arranjados para um resultado desejado. Essas afirmações têm por base os saltos de idéias em relação ao problema original.

Denota-se também que o problema não fora solucionado, porque o Guerreiro não aponta nenhum método para lidar com restrições múltiplas. Entretanto, esse fato será analisado mais adiante. Quando Plenert oferece argumentos mais consistentes para refutar as premissas da TOC. A função objetivo e suas restrições são descritas à maneira que seguem.

$$\text{Função Objetivo: } Z = \$45P + \$60Q + 27P' + 40Q'$$

Sujeito a:

$$\text{Departamento A: } (15P + 10Q) + (15P' + 10Q') \leq 2.400 \text{ minutos}$$

$$\text{Departamento B: } (15P + 30Q) + (15P' + 30Q') \leq 2.400 \text{ minutos}$$

$$\text{Departamento C: } (15P + 5Q) + (15P' + 5Q') \leq 2.400 \text{ minutos}$$

$$\text{Departamento D: } (10P + 5Q) + (10P' + 5Q') \leq 2.400 \text{ minutos}$$

$$0 \leq P \leq 100 \text{ e } 0 \leq Q \leq 50; \quad 0 \leq P' \leq 50 \text{ e } 0 \leq Q' \leq 50$$

- I. **Mix de Produtos:** 93 do P; 50 do Q e 50 do Q'.
- II. **Lucro Operacional:** \$3.875.
- III. **O ABC:** gerou o mesmo *mix* conseqüentemente o mesmo lucro operacional, isso ocorreu porque não há mudanças no *ranking* de *throughput*. Quando não há inversão de *throughput* o *mix* de produto é o mesmo independente do método de custeio. Para maiores ilustrações serão transcritas as margens de contribuições pelos métodos de custeios diretos e ABC e os *throughput's* nos recursos limitativos.

Tabela 49: *Ranking* do *Throughput* por Produto – Restrições Múltiplas

	P	Q	P'	Q'
M. Contribuição (MC)	\$45,00	\$60,00	\$27,00	\$40,00
Operador (Recurso limitativo: RL)	15 min	10 min	15 min	10 min
Throughput	\$3,00	\$6,00	\$1,80	\$4,00
Ranking	3^o	1^o	4^o	2^o

Fonte: Autora

- O custeio geral não detecta elaboração de produtos deficitários, exceto quando o custo da matéria-prima excede o preço de venda.
- Se houvesse recursos disponíveis o Modelo geral e a TOC elaborariam todos os produtos enquanto o ABC não, porque o produto P' é deficitário.

Tabela 50: *Ranking* do *Throughput* por Produto – Restrições Múltiplas – ABC

	P	Q	P'	Q'
M. Contribuição (MC)	\$14,06	\$35,63	(\$3,94)	\$15,63
Operador (Recurso limitativo: RL)	15 min	10 min	15 min	10 min
Throughput	\$0,94	\$3,56	(\$0,26)	\$1,56
Ranking	3^o	1^o		2^o

Fonte: Autora

- A mensuração das atividades evidencia produtos deficitários. O modelo ABC identifica os produtos cuja elaboração é deficitária.

5 CONCLUSÕES

A nossa proposta foi realizar uma análise comparativa entre a Teoria das Restrições, o Custeio Baseado em Atividade e o Modelo Geral, para tanto foram utilizados como ferramentas de análises:

- a) O método matemático: função objetivo e restrição a esta função formulada em correspondência com a estrutura teórica da cada modelo;
- b) O método heurístico da TOC;
- c) A análise dos *throughput* de acordo com a rentabilidade dos produtos;
- d) O conceito de custos discricionário;
- e) Os postulados teóricos foram aplicados em estudos de casos testados em pesquisas anteriores, os que foram selecionados nessa pesquisa, fora aquele que refletiam a nossa proposta de pesquisa.

5.1 Estudo de caso elaborado por Kee e Schmidt – 2000

I. *Theory of Constraints* – [TOC]

- A TOC apenas recursos limitativos, um de cada vez. No caso, a restrição é mão-de-obra, portanto como a utilização da capacidade de máquinas é de 480 mil, menor que a capacidade colocada de 600 mil, o TOC considera o custo das 600 mil h. como custo discricionário.
- Se a capacidade for menor que 480.000/h de máquinas e a TOC não faz o total de produção acima, por definição, a TOC considera todos os recursos não limitativos e não discricionários.

II. *Activity-Based Costing* – [ABC]

- A função objetivo contempla os custos das matérias-primas e o custo das atividades.

- Uma das justificativas da metodologia para validar um modelo científico é que ao variar os fatores ambientais ou variáveis do experimento os resultados permanecem constantes.
- No ABC, a função objetivo contempla os custos das matérias-primas e o custo das atividades. Além da capacidade das atividades, também são considerados os custos discricionários, capazes de afetar o *mix* de produtos.

III. Modelo Geral – [MG]

- Considera o método do custo direto e conseqüente margem de contribuição, e é igual à gerada pela TOC; os custos dos recursos da capacidade não são contemplados na função objetivo. Daí a consideração de discricionários ou não para os custos que afetam o *mix* e afeta o lucro.
- O caso muda as premissas, pois no MG é admitida a princípio a consideração de 600 mil horas de capacidade total, variando o que é discricionário ou não.
- A solução do problema da seleção de *mix* de produtos também varia conforme se considerem ou não discricionários os custos dos recursos utilizados na produção. Os trabalhos de Kee e Schmidt (2000) e Kee (1995) tratam diretamente dessa questão, considerando os três modelos principais tratados pela literatura na tomada de decisão sobre *mix* de produtos: TOC, ABC e MG.

IV. As principais conclusões são:

- A TOC só considera recursos limitativos; um de cada vez. Se os postulados da TOC impedem a utilização do conceito do custo discricionário, então comparações entre modelos devem considerar essa questão.

- O MG considera o método do custo direto em que os custos dos recursos da capacidade não são contemplados na função objetivo. Daí a consideração de discricionários ou não para os custos que afetam o *mix* e, conseqüentemente, o lucro final.

Considerando que das **300 mil horas máquinas não discricionárias** e 240 mil horas de mão-de-obra, as duas atividades representam restrição à produção. Então vamos analisar o *throughput*. De cada produto de acordo com o tempo de processamento em cada atividade.

- a) Considerando o *throughput* da Mão-de-Obra – TOC e MG

Throughput – TOC = MG	Produto A	Produto B
Margem de Contribuição	\$20	\$36
Tempo de MOD	0,5h	1,0h
<i>Throughput</i>	\$40,00	\$36,00

- b) Considerando o *throughput* Horas Máquinas – ABC

Throughput – ABC	Produto A	Produto B
Margem de Contribuição	\$8	\$18
Tempo de MOD	0,5h	1,0h
<i>Throughput</i>	\$16,00	\$18,00

- c) Há um preceito na Teoria de Custos: deve-se priorizar o produto que apresenta maior restrição. Por esse preceito, o modelo geral iria priorizar o produto A, enquanto o ABC, o B. A estrutura conceitual da TOC impede a aplicação dos custos discricionários e o **método matemático** usado por seus mentores não soluciona problemas dessa natureza. Diante dos resultados devemos escrever uma exceção ao preceito geral: quando há múltiplas restrições simultâneas e os coeficientes técnicos são inversamente proporcionais, elaboram-se os dois produtos.
- d) Ao efetuarmos simulações do estudo de caso de Kee e Schmidt e o intervalo de horas máquinas [0; 600] como recursos discricionários e que os gestores têm poder discricionário ou de arbitragem, consideremos que os recursos não discricionários estejam em um intervalo correspondente a 60 mil horas

máquinas. Aplicamos o método matemático demonstrado por Kee e Schmidt e o método da TOC. Obtivemos os seguintes resultados:

- Com 120 mil horas de máquinas e 240 mil horas de mão-de-obra a TOC, O ABC e o Modelo Geral geram o mesmo *mix* e lucro operacional de \$4.300. Isso ocorre porque o houve inversão de restrição, nesse caso o recurso limitativo equivale a 120 mil horas máquinas; *throughput* está no produto B para os três modelos.

<i>Throughput – TOC = MG</i>	Produto A	Produto b
Margem de Contribuição	\$20	\$36
Tempo de horas Máquina [HM]s	1,0h	0,5h
<i>Throughput</i>	\$20	\$72

- Pelo cálculo do *throughput* dos produtos A e B em relação ao recurso limitativo deve-se elaborar com o maior *throughput*, nesse caso o B. Quando os produtos apresentam o mesmo *ranking* de *throughput* o *mix* de produto é o mesmo independente do modelo.
 - Kee e Schmidt afirmaram que o Modelo Geral suplanta a TOC e o ABC. Eles não demonstraram intervalos de 60 mil horas máquinas não discricionárias. Se tivessem realizado estas simulações teriam verificado que no intervalo de [0; 120] mil horas de máquinas o lucro operacional para os três modelos, ou seja, TOC, ABC e Modelo Geral. Desse modo o lucro máximo seria de \$4.300 mil com a melhor utilização de recursos.
- e) As premissas conceituais da TOC não solucionam esse problema, porque temos duas restrições simultâneas.
- Se a atividade mão-de-obra do produto com maior *throughput* é o A.
 - Se e a atividade máquinas do produto com maior *throughput* é o B.

- f) Não foi prevista essa situação as premissas conceituais da TOC, portanto **o método matemático da TOC não soluciona problemas com múltiplas restrições simultâneas em que o ranking entre os produtos sejam inversos.**

5.1 Estudo caso da TOC analisado por Plenert – 1993

Plenert refutou a metodologia matemática formulada pelos preceptores da TOC sob alegação de que a programação linear é uma ferramenta mais eficiente do que o método matemático da TOC que não soluciona problemas com múltiplas restrições. Realmente, Plenert iniciou a solução com programação linear sem observar os recursos não limitativos. A TOC despreza tais recursos, pois os preceptores dessa teoria consideram que a economia em um recurso não gargalo não representa um ganho para a empresa, apenas uma miragem.

Fazendo uma leitura minuciosa do artigo do Plenert e repetindo os cálculos por ele apresentado, verifica-se viés nos cálculos do Plenert, posto que o *mix* de produto é igual aplicando ambos os métodos. O autor arredondou a quantidade dos produtos que compõem o *mix*, em alguns cenários ele obteve resultados iguais ao da TOC. Além disso, a diferença de quantidade entre o *mix* foi insignificante.

Plenert analisa múltiplos produtos e restrições. Elas ocorreram em departamentos distintos e não houve inversão de *throughput* entre os produtos. Vale ressaltar que o autor em faz análise de *throughput*. No estudo de caso da TOC como foi demonstrado por Plenert não é possível aplicar o modelo geral e tampouco o ABC.

Há informações relativas ao tempo de processamento dos produtos por processo e por departamento, mas não é possível estabelecer uma correlação entre o montante das despesas operacionais e os custos dos departamentos e dos processos. Este resultado revelou que o método de custeio direto não é adequado para decisão de *mix* de produto e análise de capacidade. Salientamos a que Plenert não questiona o método de custeio usado na Teoria das Restrições.

5.2 Estudos caso da TOC analisado por Guerreiro – 1999

Guerreiro analisou o mesmo estudo de caso da TOC fazendo algumas adaptações, por exemplo, em vez de considerar 2.400 min por departamento ele transformou os minutos em horas e os departamentos foram substituídos por operários, isto é, 40²⁹ (quarenta) horas semanais. Desse modo Guerreiro considerou uma empresa com 4 (quatro) operários.

Essas alterações elaboradas por Guerreiro na base dos dados do estudo de caso da TOC permitem aplicar o MG e o ABC, haja vista que ele modificou o cenário dos recursos de capacidade produtiva. Podemos estabelecer uma relação direta entre os custos totais indiretos ao produto e os minutos trabalhados por cada operário trabalhado e seu respectivo custo. Foi então, considerado que 9.600 minutos corresponde a \$6.000. Assim sendo, cada minuto corresponde ao custo de 0,625min A margem de contribuição e o cálculo do *throughput* serão descritos e classificados a seguir.

- Margem de Contribuição: TOC e MG

Método de Custeio Direto	Produto P	Produto Q
Margem de Contribuição	\$45	\$60
Operário B	15 min	30 min
<i>Throughput</i>	\$3	\$2

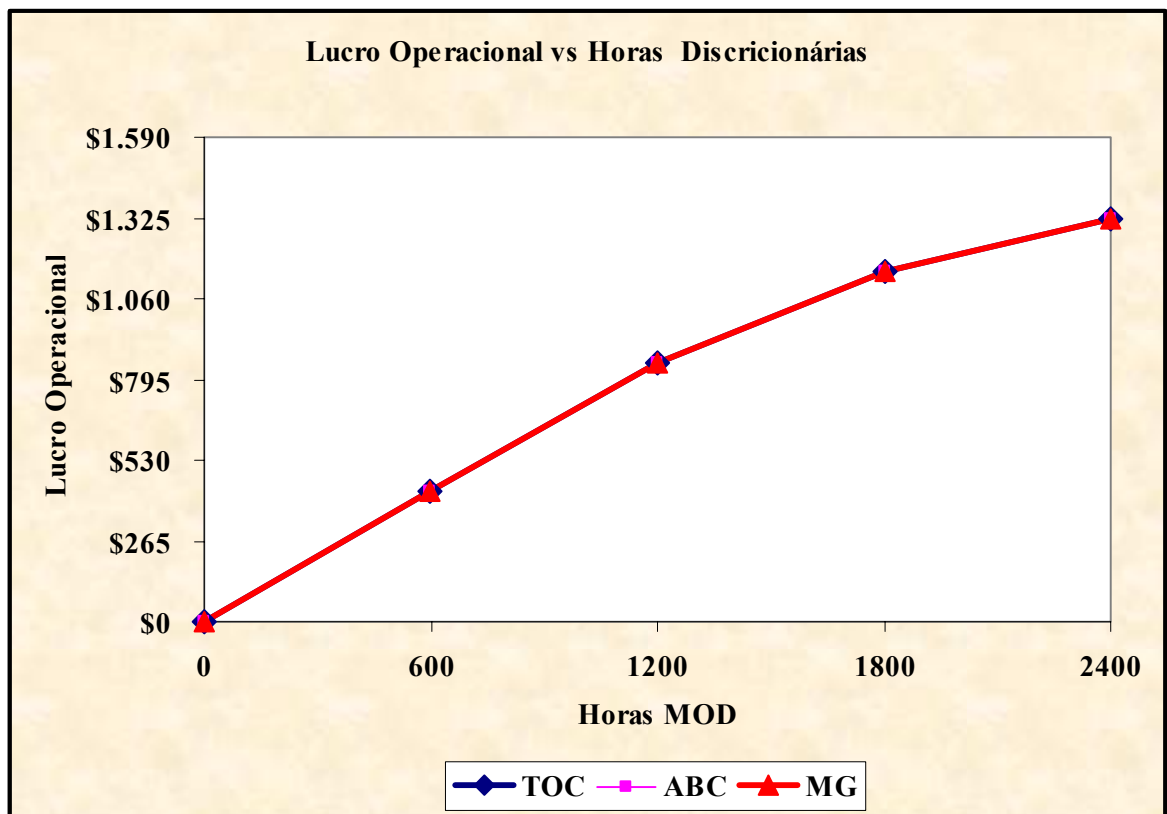
- Margem de Contribuição: ABC

Método de Custeio Direto	Produto P	Produto Q
Margem de Contribuição	\$\$11	\$9
Operário B	15 min	30 min
<i>Throughput</i>	\$0,71	\$0,29

²⁹ $40h = \left(\frac{2.400 \text{ min}}{60 \text{ min}} \right)$

Os cálculos demonstram que o produto P apresenta a menor margem de contribuição e o maior *throughput* nos recursos limitativos, então o *mix* de produto é o mesmo independente do modelo. O gráfico abaixo ilustra o lucro operacional e a aplicação dos recursos discricionários.

Gráfico 11: Lucro Operacional versus Horas Discricionárias - Guerreiro



Fonte: Autora

De acordo com Guerreiro a empresa tem um lucro de **\$300**. No entanto, esse valor corresponde ao lucro líquido, mas aplicando o custo das atividades a empresa tem um lucro operacional de **\$1.325**. Utilizando 1.800 min do operário A; 2.400 min do operário B; 1.650 min do operário C e 1.150 min do operário D. Guerreiro apresenta um novo cenário econômico, no qual, a empresa poderia fazer novos investimentos e vender os produtos P, Q, P' e Q'. Para ilustrar os nossos argumentos vamos apresentar apenas a margem de contribuição e o cálculo dos *throughput* para os três modelos TOC, ABC e MG.

Tabela 51: Margem de Contribuição, *Throughput* e Demanda – TOC e MG

TOC e MG Método de Custeio Direto	PRODUTOS			
	P	Q	P'	Q'
M. Contribuição (\$)	\$45,00	\$60,00	\$27,00	\$40,00
Operador (min)	15 min	10 min	15 min	10 min
Throughput (\$)	\$3,00	\$6,00	\$1,80	\$4,00
Ranking	3^o	1^o	4^o	2^o
Demanda (u)	100 u	50 u	50 u	50 u

Fonte: Autora

Se a empresa tivesse capacidade disponível produziria os quatro produtos até o limite da demanda usando o modelo da TOC e o MG.

Tabela 52: Margem de Contribuição, *Throughput* e Demanda – ABC

ABC Custos Baseados em Atividades	PRODUTOS			
	P	Q	P'	Q'
M. Contribuição (\$)	\$14,06	\$35,63	(\$3,94)	\$15,63
Operador (min)	15 min	10 min	15 min	10 min
Throughput (\$)	\$0,94	\$3,56	(\$0,26)	\$1,56
Ranking	3^o	1^o		2^o
Demanda (u)	100 u	50 u	50 u	50 u

Fonte: Autora

Em síntese, a partir da comparação entre o ABC, a TOC e o MG o modelo ABC com a utilização dos custos discricionários verificamos que o ABC apresentou maior eficiência para gestão de produção tanto em níveis de mensuração das atividades industriais quanto às decisões de expansão ou redução de capacidade produtiva, definição os itens que devem integrar o *mix* de produtos.

O MG em nas diversas simulações efetuadas não gerou resultados que superasse o ABC. Essas simulações revelaram inconsistência teórica nas simulações aqui demonstradas. A contribuição do modelo geral foi a utilização dos custos discricionários para seleção de *mix* de produtos.

A aplicação das premissas do MG e dos custos discricionários para definir *mix* de produtos usando o método matemático da TOC comprovou a ineficiência desse método quando há múltiplas restrições simultâneas. Os postulados teóricos da TOC são incompatíveis com o conceito dos custos discricionários. Uniformizando a base conceitual verificamos análises tendenciosas dos mentores do modelo geral, as limitações da teoria das restrições e a consistência teórica do ABC. Finalmente o MG e a TOC não é superior ao ABC para determinar mix de produtos e decisões de expansão ou redução da capacidade industrial.

Para pesquisas futuras devem ser analisados os métodos de custeios e os paradigmas adequados à política de estoques e vendas bem como devem ser adicionados à análise também outros componentes de custos, como despesas variáveis de vendas (impostos, fretes, etc.) e preços - não necessariamente constantes com o volume de vendas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBRIGHT, T. e LAM, M. The effect of deviations from optimal production schedules on batch-level cost drivers. **Journal of Managerial Issues**, Pittsburg, v. 10, n. 3, p. 267-296, 1998.

_____. Managerial Accounting and continuous improvement initiatives: retrospective and framework. **Journal of Managerial Issues**, Pittsburg, v. 18, n. 2, p. 157-174, 2006.

ANTHONY, R. **Accounting text and cases**. NJ McGraw-Hill, 1994.

ATKINSON, A; BANKER, R. D.; KAPLAN, R. S.; YOUNG, S. M. **Management Accounting**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1995.

ATKINSON, A. A.; BANKER, R. D.; KAPLAN, R. S.; YOUNG, S. M. **Contabilidade Gerencial**. São Paulo: Ed. Atlas, 2000.

ANCTIL, M. R. e DUTA, S. Negotiated transfer pricing and divisional *versus* firm-wide performance evaluation. **The Accounting Review**, v. 74, n. 1, p. 87-104, Jan. 1999.

BACKER, M.; JACOBSEN, L. P. **Contabilidade de Custos: um enfoque de administração de empresas**. Tradução Pierre Laport. São Paulo: McGraw-Hill, 1977. 410p.

BAKKE N. A. e HELLBERG, R. Relevance Lost? A critical discussion of different cost accounting principles in connection with decision making for both short and long term production scheduling. **International Journal of Productions Economics**, Amsterdam, v. 24, n.1/2, p. 1-18, Nov. 1991.

BALAKRISHNAN, R. e SIVARAMAKRISHNAN, K. Sequential solutions to capacity-planning and pricing decisions. **Contemporary Accounting Research**, Toronto, v. 18, n. 1, Spring 2001.

BALAKRISHNAN, R. e SIVARAMAKRISHNAN, K. On the efficiency of cost-based decision rules for capacity planning. **The Accounting Review**, v. 72, n. 4, p. 599-619, Oct. 1997.

BANKER, D. R. e HUGES, J. S. Product, costing and pricing. **The Accounting Review**, v. 69, n. 3, p. 479-494, July 1994.

BANKER, D. R. e HANSEN, C. S. The adequacy of full-cost-based pricing heuristics. **Journal of Management Accounting Research**, Sarasota, v. 14, p. 33-57, 2002.

BARBACK, R. H. **The pricing of manufactures**. London: Macmillan, 1964

BRIMSON, J. A. **Activity Accounting: an activity based costing approach**. New York: Wiley, 1991. 214p.

BRUSTEIN, I. e MIORI, C. Avaliação da “normalidade” da estrutura de custos fixos da empresa. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 21-28, abr./jun. 1988.

BUCHHEIT, S.; RICHARDSON, B. Outcome effects and capacity cost reporting. **Managerial finance**, Patrington, v. 27, n. 5, p. 3-19, 2001.

CARDINAELS, E. ROODHOOFT, F. e WARLOP, L. The value of activity-Based Costing in competitive pricing decisions. **Journal of Management Accounting Research**; Sarasota, v. 16, p. 133-148 2004.

CATELLI, A. **Sistemas de contabilidade de custos estandar**.1972. 110p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1972.

CATELLI, A. e GUERREIRO, R. Mensuração de atividades: comparando “ABC x GECON”. **Cadernos de Estudos**, São Paulo, n. 8, 1993.

COGAN, S. **Custos e preços: formação e análise**. São Paulo: Pioneira, 1999. 157p.

COOPER, R. e KAPLAN, R. S. How Cost Accounting Systematically Distorts Product Costs. In: BURNS, W.J.; KAPLAN, R.S. (Eds). **Accounting and management: field studies perspectives**. Boston: Harvard Business School Press, 1987. p. 204-28.

COOPER, R. e KAPLAN, R. S. Measure costs right: Make the right decisions. **Harvard Business Review**, Boston, v. 66, n. 5, p. 96-103, sept./oct. 1988.

COOPER, R. e KAPLAN, R. S. **The design of cost management systems: text, case and readings**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1991.

COOPER, R. et al. From ABC to ABM: does activity-based management automatically follow from an activity-based costing project? **Management Accounting**, Montvale, v. 74, n. 5, p. 54-57, Nov. 1992.

COOPER, R. e KAPLAN, R. S. Activity-Based Systems: measuring the costs of resource usage. **Accounting Horizons**, Sarasota, v. 6, n. 3, p. 1-12, Sep. 1992.

CORRÊA, L. H. E GIANESI, N. G. I. **Just in time, MRP II e OPT**. São Paulo: ed. Atlas, 1993.

COSTA, Achyles. B. A. Teoria dos Preços e o comportamento empresarial. **Literatura Econômica**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 3, 1986.

COSTA, Reinaldo; NÉLO, A. M. e ARAÚJO, J. A. R. Custos, preços e rentabilidade de produtos. **Revista do CRCPR**, Curitiba, v. 29, n. 39, 2004.

COSTA, Reinaldo. **Proposta de modelo e implementação de um sistema de apoio a decisão em pequenas empresa**. 1998. 198p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

DAMME, D. A.; ZON, F. L. A. Activity based costing and decision support. **International Journal of Logistics Management**, Ponte Vedra Beach, v. 10, n. 1, p.71-82, 1999.

DEMO, Pedro. **Metodologia científica em ciências sociais**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1995.

DOWNES, J. e GOODMAN, J. E. **Dicionário de termos financeiros e de investimentos**. Tradução Ana Rocha Tradutores Associados. São Paulo: Nobel, 1993. 650p.

ETTLIE, J. e SETHURAMAN K. Locus of supply and global manufacturing. **International Journal of Operations & Production Management**, Bradford, v. 22, n. 3, p. 349-370, 2002.

FRITZSCH, R. B. Activity-based costing and the theory of constraints: using time horizons to resolve two alternative concepts of product cost. **Journal of Applied Business Research**, Laramie, v. 14, n. 1, p. 83-9, Winter 1997/1998.

FOX, R. Theory of constraints. **NAA Conference Proceedings**, 1987.

GAITHER, N.; FRAIZER G. **Administração da produção e operações**. 8. ed. São Paulo: Ed. Pioneira, 1999.

GIL, A. C. **Métodos e técnica de pesquisa social**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1995.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GÖX, R. F. Capacity planning and pricing under uncertainty. **Journal of Management Accounting Research**, Sarasota, v.14, p. 59-77, 2002.

GOLDRATT, E. **What is this thing called theory of constraints and how should it be implemented?**. Great Barrington, MA: North River Press, 1990.

_____. **Theory of Constraints**: and how should it be implemented? Great Barrington, MA: North River Press, 1990.

_____. **A meta na prática**: livro de exercício da TOC. São Paulo: Nobel, 2007.

GOLDRATT, E. M.; COX, J. **The goal**: a process of ongoing improvement. Great Barrington, MA: North River Press, 1989.

GOLDRATT, E. M. and COX, J. **A meta**: um processo de aprimoramento contínuo. São Paulo: Educator, 1993.

GUERREIRO R. **A meta da empresa**. São Paulo: Atlas, 1999.

HOLMEN, Jay S. ABC *versus* TOC: It's a matter of time. **Management Accounting**, Montvale, v. 76, n. 7, p. 37-40, Jan. 1995.

HORNGREN, C. T.; FOSTER, G.; DATAR, G. **Contabilidade de custos**. Tradução José Luiz Paravato. Rio de Janeiro: ECT Editora, 2000. 717p.

KAPLAN, R. One cost system isn't enough. **Harvard Business Review**, Boston, v. 66, n. 1, p. 61-66, Jan./Feb. 1988.

_____. Yesterday's accounting undermines production. **Harvard Business Review**, Boston, v. 66, n. 4, p. 95-101, Jul./Aug. 1988.

_____. In defense of activity-Based Cost Management: ABC models can play many different roles to support a company's operational improvement and customer satisfaction programs. **Management Accounting**, November 1992.

KASSAI, R. et al. **Retorno de Investimento**: abordagem matemática e contábil do lucro empresarial. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000. 256 p.

KEE, Robert. Integration activity-based costing with the theory of constraints to enhance production-related decision-making. **Accounting Horizons**, Sarasota, v. 9, n. 4, p. 46-61, Dec. 1995.

KEE, Robert e SCHMIDT, Charles. A Comparative analysis of utilizing activity-based costing and the theory of constraints for making product-mix decisions. **International Journal of Production Economics**, v. 63, n. 1, p. 1-17, Jan. 2000.

KENNEDY, T. e GRAVES-AFFLEC J. The impact of activity-based costing techniques on firm performance. **Journal of Management Accounting Research**, Sarasota, v. 13, p. 19-45, 2001.

KIRCHE, T. E. **A comparison of activity and the theory of constraints – based approaches for profitability analysis in order management and production planning decisions**. 2002. Tese (Doutorado) – Faculty of the C.T. Bauer College of Business, University of Houston – USA, Houston, 2002.

LAKATOS, E. e MARCONI, M. A. **Metodologia científica**. 2. ed. São Paulo, 1995.

LEONE, G. S. G. **Custos**: planejamento, implantação e controle. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

LIU, L. et al. Operations capacity allocation for unreliable module-based assembly systems. **European Journal of Operation Research**, Amsterdam, v. 155, n. 1, p. 134-153, may 2004.

LOCKHART, J. e TAYLOR, A. Environmental considerations in product mix decisions using ABC and TOC. **Management Accounting Quarterly**, Montvale, v. 9, n. 1, Fall 2007.

- LUCAS, M. The pricing decision: economists *versus* accountants. **Financial Management**; London, v. 77, n. 6, p. 34-5, Jun. 1999.
- MALIK, S. A. e SULLIVAN, W. G. Impacts of ABC on Product and Costing Decisions. **IEEE Transactions On Engineering Manage**, v. 42, n. 2, May 1995.
- McGUIGAN, J. R; MOYER, R. C e HARRIS. **Economia de empresas: aplicações, estratégias e táticas**. São Paulo: Thompson, 2004.
- McNAIR, C. J. Beyond the boundaries: future trends in cost management. **Cost Management**, v. 21, n. 1, p. 10-21, Jan./Feb. 2007.
- MANZO, A. J. **Manual para la preparación de monografía**. Buenos Aires: Ed. Humanitas, 1971.
- MARTINS, Eliseu. **Contabilidade de custo**. 4. ed. São Paulo: Atlas 1996a.
- MARTINS, E. et al. **Avaliação de empresas**. São Paulo: Atlas, 2001b.
- MARTINS, Eliseu. **Contabilidade de custo**. 9. ed. São Paulo: Atlas 2003c.
- McGOWAN, Annie S.; KLAMMER, Thomas P. Satisfaction with activity-based cost management implementation. **Journal of Management Accounting Research**, Sarasota, v.9, p. 217-237, 1997.
- McGOWAN, A. Perceived ABCM Implementation. **Accounting Horizons**, Sarasota, v. 12, n. 1, p. 31-50, Mar. 1998.
- McNAIR, C. J. Beyond the boundaries: future trends in cost management. **Cost Management**, Boston, v. 21, n. 1, p. 10-21, Jan./Feb. 2007.
- MORROGH, K. e ZHU, Z. Full-cost pricing: a pricing strategy for a job shop. **Production and Inventory Management Journal**, Alexandria, v. 36, n. 2, p. 68-72, Second Quarter 1995.
- MONROE, K. B.; COX, J. L. Pricing practices that endanger profits. **Marketing Management**, Chicago, v. 10, n. 3, p. 42-46, Sep./Oct. 2001.
- PEGELS, C.C.; WATROUS, C. Application of the theory of constraints to a bottleneck operation in a manufacturing plant. **Journal of Manufacturing Technology Management**, Bradford, v. 16, n. 3, p. 302, 2005.
- PLENERT, G. Optimizing theory of constraints when multiple constrained resources exist. **European Journal of Operation Research**, Amsterdam, v. 70, n. 1, p.126-133, 1993.
- RODRIGUES, L. H. Apresentação e análise crítica da tecnologia da produção otimizada (Optimized Production Technology – OPT) e da teoria das restrições (Theory of

constraints – TOC). **Anais do XIV Encontro da ANPAD**. Belo Horizonte, Administração da Produção, 1990. v. 7.

RUIZ, J. A. **Metodologia Científica**: guia para eficiência nos estudos. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SHANK, J. K. e FISHER, J. Case study target costing as a strategic tool. **Sloan Management Review**, v. 41, n.1, p. 73-82, Fall 1999.

SALAFATINOS, C. Modelling resource supply and demand: expanding the utility of ABC. **International Journal of Production Economics**, Amsterdam, v. 44, n. 3, p.177-187, Jul. 1996.

SCHLEE, E. E. Buyer experimentation and introductory pricing. **Journal of Economic Behavior & Organization**, Amsterdam, v. 44, n. 3, Mar. 2001.

SHEU, C.; CHEN, M.H. e KOVAR, S. Integrating ABC and TOC for better manufacturing decision making. **Integrating Manufacturing Systems**, v. 14, n. 5, p. 433-441, 2003.

SIEGEL, J. G. e SHIM, J. K. **Dictionary of accounting terms**. Second ed. California: Barron's. 1996.

SILBERMAN, E. M. Bid pricing strategy – optimal profit margin. **Cost Engineering**, Morgantown, v. 35, n. 5, p. 31-34, May 1993.

SPOEDE, C. et al. Using activity analysis to locate profitability drivers. **Management Accounting**, v. 75, n. 11, p. 43-48, 1994.

THATCHER, M. E e OLIVER, J. R. The impact of technology investments on a firm's production efficiency, product quality, and productivity. **Journal of Management Information Systems**, Armonk, v. 18, n. 2, p. 17-42, Fall 2001.

THEEWES, J. A. M. e ADRIAANSEN, J. K. M. Towards an integrated accounting framework for manufacturing improvement. **International Journal of Production Economics**, Amsterdam, v. 36, p. 85-96, 1994.

TRUJILLO, F. A. **Metodologia da pesquisa científica**. São Paulo: McGraw-Hill, 1982.

TSAI, H. W.; LAI, C. W. Outsourcing or capacity expansions: application of activity-based costing model on joint products decisions. **Computers & Operations Research**, New York, v. 34, n. 12, p. 3666-78, Dec. 2007.

UMBLE, M. M e SRIKANTH, M. L. **Synchronous manufacturing: principles for a world class manufacturing**. Ohio: South-western, 1990.

VARTANIAN, G. H. **O método de custeio pleno**: uma análise conceitual e empírica. 2000. 205p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

VERMA, R. Management science, theory of constraints/optimized production and local optimization. **Omega**, Oxford, v. 25, n. 2, p. 189-200, Apr. 1997.

WOLMAN, A. L. Stick prices, marginal cost, and the behavior of inflation. **Economic Quartely – Federal Reserve Bank Of Richmond**, v. 85, 1999

YAHYA-ZADEH, M. Product-mix decisions under activity-based costing with resource constraints. **Journal of Applied Business Research**, Laramie, v. 14, n. 4, p. 39-45, Fall 1998.

YOSHIKAWA, T. INNES, J. e MITCHELL, F. Japanese management accounting: the comparative survey. **Management Accounting**, London, U. K. Vol. 67, N^o 10, p. 20-23, November 1989.