

CENTRO UNIVERSITÁRIO ÁLVARES PENTEADO – UNIFECAP

MESTRADO EM CONTROLADORA E CONTABILIDADE ESTRATÉGICA

MARCELO FRANCISCO NOGUEIRA

CUSTEIO DIRETO

**MAXIMIZAÇÃO DA MARGEM DE CONTRIBUIÇÃO TOTAL UTILIZANDO
A PROGRAMAÇÃO LINEAR**

São Paulo

2005

CENTRO UNIVERSITÁRIO ÁLVARES PENTEADO – UNIFECAP

MESTRADO EM CONTROLADORA E CONTABILIDADE ESTRATÉGICA

MARCELO FRANCISCO NOGUEIRA

CUSTEIO DIRETO

**MAXIMIZAÇÃO DA MARGEM DE CONTRIBUIÇÃO TOTAL UTILIZANDO
A PROGRAMAÇÃO LINEAR**

Seminário apresentado ao Programa de Mestrado em Controladoria e Contabilidade Estratégica como requisito parcial para aprovação na disciplina Contabilidade Gerencial.

Orientador: Professor Doutor Cláudio Parisi

São Paulo

2005

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	5
1.1 JUSTIFICATIVA	6
1.2 OBJETIVOS	10
1.2.1 Objetivo geral	10
1.2.2 Objetivos específicos	10
1.3 METODOLOGIA	10
1.4 PROBLEMA DE PESQUISA	11
1.5 PREMISSAS	11
2 CUSTEIO DIRETO	11
2.1 MARGEM DE CONTRIBUIÇÃO	13
2.1.1 Segunda Margem de Contribuição	16
2.1.2 Margem de Contribuição Ajustada às Restrições	18
3 RELAÇÃO CUSTO / VOLUME / LUCRO	22
3.1 PONTO DE EQUILÍBRIO CONTÁBIL	22
3.2 PONTO DE EQUILÍBRIO FINANCEIRO	24
3.3 PONTO DE EQUILÍBRIO ECONÔMICO	24
3.4 MARGEM DE SEGURANÇA	25
3.5 ALAVANCAGEM OPERACIONAL	26
4 USO DA PROGRAMAÇÃO LINEAR PARA OTIMIZAÇÃO DA MARGEM DE CONTRIBUIÇÃO GLOBAL	28
4.1 ESTUDO DE CASO	30
5 CONCLUSÃO	34

LISTA DE QUADROS E FIGURAS

Quadro 1: Composição média dos recursos operacionais totais.....	6
Quadro 2: Bases de Rateio dos Custos Indiretos.....	7
Quadro 3: Método de custeio utilizado	8
Quadro 4: Método de custeio utilizado para cálculo do custo-hora	8
Quadro 5: Método de custeio utilizado pelas micro empresas	9
Figura 1: Custeio variável - esquema.....	13
Quadro 6: Apuração do resultado: custeio direto (1 produto).....	15
Quadro 7: Apuração do resultado: custeio direto (vários produtos)	16
Quadro 8: Apuração do resultado: custeio direto (vários produtos)	18
Quadro 9: Apuração do tempo consumido na produção	19
Quadro 10: Apuração do resultado com base em aumento da produção do item com maior margem de contribuição unitária	20
Quadro 11: Apuração da margem de contribuição ajustada ao fator limitativo (horas / máquina)	20
Quadro 12: Resultado apurado com ajuste da margem de contribuição ao fator limitativo	21
Figura 2: Ponto de equilíbrio	23
Quadro 13: Cálculo do Ponto de Equilíbrio Contábil	23
Quadro 14: Cálculo do Ponto de Equilíbrio Financeiro.....	24
Quadro 15: Cálculo do Ponto de Equilíbrio Econômico.....	25
Quadro 16: Margem de Segurança	26
Quadro 17: Alavancagem Operacional	27
Quadro 18: Formulação da programação linear.....	29
Quadro 19: Volume de produção e de lucro da PPA antes da alteração do <i>mix</i>	30
Quadro 20: Volume de produção e de lucro da PPA.....	31
Quadro 21: Relatório de resposta – Solver	32
Quadro 22: Volume de produção e de lucro da PPA após a alteração do <i>mix</i>	33
Quadro 23: Volume de produção e de lucro da PPA após a otimização	33

INTRODUÇÃO

O cenário econômico, advindo do contexto da globalização, impõe cada vez mais, a necessidade de competitividade para as empresas, que, salvo situações de monopólio ou forte atuação estatal, encontram-se em mercado fortemente concorrencial.

Assumindo as premissas de que o mercado é concorrencial e que, assim, os preços são fixados pelo mercado e não pela empresa, impõe reconhecer que o volume de lucro está relacionado com a possibilidade de conhecer, controlar e reduzir custos sem perder competitividade e acompanhando a evolução tecnológica.

Exsurge a figura da Contabilidade Gerencial, fruto de um sistema de informações contábeis para a tomada de decisões em que, não apenas informações tempestivas são necessárias, mas, sobretudo, são imprescindíveis informações que permitam conhecer o negócio e sua inserção no ambiente externo.

Essa vertente da Contabilidade é que tem por finalidade municiar os gestores para tomadas de decisão dos seguintes tipos, citados por exemplo: que produtos produzir e em que quantidades? quais são os melhores *mix* de produção e vendas? deve-se descontinuar a produção de algum item?

SOUZA, LISBOA e ROCHA (2003, p. 41) dizem que:

o processo de geração de informações contábeis precisa estar apto a atender às demandas informacionais que viabilizem, para a empresa, a manutenção da competitividade no novo ambiente.

Dentro das demandas informacionais estão aquelas atinentes aos

custos, o que reporta, diretamente, à forma pela qual o custeio dos produtos e serviços é feito dentro do processo produtivo. Assume, pois, relevante importância o estudo da Contabilidade de Custos à luz desse contexto gerencial imposto, para que se garanta a sobrevivência e competitividade das empresas, pelo livre mercado e pela globalização.

1.1 JUSTIFICATIVA

As classificações de custos, dentre outras formas, podem ser feitas:

- **Quanto à alocação aos produtos e serviços** – dividem-se em diretos e indiretos;
- **Quanto ao comportamento em relação ao volume produzido** – distinguindo-se entre fixos e variáveis.

Todos os custos variáveis são custos diretos e, também, podem ser custos diretos os chamados custos fixos, à medida que sejam identificados a um determinado produto ou serviço.

Raramente um processo produtivo contará com custos de apenas um dos tipos citados. Pesquisa realizada por SOUZA, LISBOA E ROCHA revela que a composição média dos recursos operacionais totais apresenta-se nos moldes indicados no quadro 1.

Quadro 1: Composição média dos recursos operacionais totais

Classificação	Elementos	%	%
Custos Diretos	Materiais diretos	59,4	64,5
	Mão-de-obra direta	5,1	
Custos Indiretos	Custo Indireto	14,0	14,0
Despesas Operacionais	Pesquisa & Desenvolvimento	1,3	21,5
	Marketing, Venda e Distribuição	14,0	
	Administração Geral	6,2	
		100,0	100,0

Fonte: SOUZA, LISBOA e ROCHA (2003, p. 45) adaptado pelo autor

O quadro 1 aponta, outrossim, que, os recursos envolvidos, especificamente, na produção, correspondem a 78,5% dos recursos totais da empresa, sendo 64,5% atinente aos custos diretos e 14,0% relativos aos custos indiretos.

Considerando que a maior parte dos recursos consumidos pelas empresas diz respeito aos custos diretos, parece ser razoável, desde logo, que especial atenção seja dada a tal item, utilizando-o como fator decisório.

A metodologia tradicional de custos, determinada pelos Princípios Contábeis e pelo fisco é o do custeio por absorção em que os custos indiretos são distribuídos aos produtos em conformidade com algum critério de rateio, como por exemplo: número de horas – máquina, consumo de energia elétrica, área ocupada, participação do produto na receita.

A já citada pesquisa conduzida por SOUZA, LISBOA E ROCHA indica os critérios de rateio mais utilizados para a alocação dos custos indiretos aos produtos e serviços. Os dados estão sintetizados no quadro 2.

Quadro 2: Bases de Rateio dos Custos Indiretos.

Bases	Empresas	%
Horas de Mão-de-Obra Direta	24	49,0
Horas de Máquinas	24	49,0
Volume de Produção	12	24,5
Materiais Diretos	4	8,2
Atividades	3	6,1
Outras	5	10,2
Não Rateia	4	8,2

Fonte: SOUZA, LISBOA e ROCHA (2003, p. 49) adaptado pelo autor

Essa metodologia, não obstante as necessidades informacionais impostas pelo mercado, é largamente utilizada pelas empresas, como se pode

observar no quadro 2.

Quadro 3: Método de custeio utilizado

Métodos de Custeio	Empresas	%
Absorção	36	73,5
Variável	7	14,3
Absorção e Variável	3	6,1
ABC – Nos Custos de Produção e Desp. Operacionais	2	4,1
ABC – Nos Custos de Produção	1	2,0
Total	49	100,0

Fonte: SOUZA, LISBOA e ROCHA (2003, p. 47) adaptado pelo autor

Os resultados apresentados no quadro 2 convergem no mesmo sentido que aqueles obtidos por MEGLIORINI (2003, p. 109) que estudou os critérios de mensuração utilizados por empresas brasileiras produtoras de bens de capital sob encomenda.

Quadro 4: Método de custeio utilizado para cálculo do custo-hora

Métodos de Custeio	Empresas	%
Absorção	8	80,0
Variável	2	20,0
Outros	0	0,0
Total	10	100,0

Fonte: MEGLIORINI (2003, p. 109) adaptado pelo autor

Não há comprovação científica da razão pela qual as empresas adotam, em sua maioria, o custeio por absorção, inobstante ser possível acreditar que tal fato decorre de ser esse o método determinado pela legislação fiscal e que se encontra em consonância com os Princípios Contábeis.

Mais uma pesquisa, dessa vez realizada por MEDEIROS, focada na análise dos métodos de custeio na formação de preços com enfoque nas pequenas e médias empresas. Os dados obtidos (quadro 4) uma vez mais, corroboram que o custeio por absorção é o mais utilizado pelas empresas.

Quadro 5: Método de custeio utilizado pelas micro empresas

Métodos de Custeio	%
Absorção	72,0
Variável	10,0
Pleno	6,0
ABC	6,0
Nenhum	6,0
Total	100,0

Fonte: MEDEIROS (2003, p. 122) adaptado pelo autor

MARTINS (2003, p. 199) elencando razões para que o custeio por absorção não seja utilizado gerencialmente expõe que, nessa forma de custeio:

O custo de um produto pode variar em função da alteração de volume de outro produto, e não da sua própria; ao se aumentar a quantidade dos outros bens elaborados, o montante a ser carregado para um determinado produto será diminuído, já que os custos fixos globais serão agora carregados mais para aquele item, cuja quantidade cresceu. O custo de um produto pode, então, variar em função não de seu volume, mas da quantidade dos outros bens fabricados.

Ocorre que, não obstante essas desvantagens as pesquisas destacadas nos quadros 2, 3 e 4 revelam que as empresas utilizam, predominantemente, o custeio por absorção, o que pode levar a uma primeira conclusão de que não se utilizam de informações gerenciais no processo de gestão e, assim, podem estar deixando de obter vantagens competitivas em relação aos seus concorrentes.

A matéria discutida nesse seminário assume relevância ao perquirir quanto à aplicabilidade do custeio variável aliado à programação linear como meio de maximização da margem de contribuição total da empresa e, conseqüentemente, aumentar o volume de lucros.

1.2 OBJETIVOS

Os objetivos de uma pesquisa remetem a uma macro-visão da questão, posicionando-a em relação à contextualização do problema e que poderá ser denominada como o objetivo geral. Bem assim, há direcionamento a uma visão particular da questão que será indicada no objetivo específico da pesquisa.

1.2.1 Objetivo geral

Discutir os aspectos conceituais do custeio variável e suas aplicações no processo gerencial de tomada de decisões.

1.2.2 Objetivos específicos

Constituem objetivos específicos desse trabalho:

- Demonstrar a aplicabilidade numérica dos conceitos abordados;
- Discutir opções decisórias;
- Demonstrar a possibilidade de uso do conceito de margem de contribuição com os fundamentos da programação linear;
- Indicar as vantagens que a programação linear pode proporcionar na otimização das restrições produtivas.

1.3 METODOLOGIA

Esse seminário foi elaborado através de revisão bibliográfica de teses, dissertações, artigos e livros, aplicando-se exemplos numéricos aos conceitos abordados.

1.4 PROBLEMA DE PESQUISA

O problema que se busca responder com o presente seminário é o seguinte:

A utilização da programação linear pode ajudar a maximizar a margem de contribuição total da empresa?

1.5 PREMISSAS

Para a resolução do problema de pesquisa apresentado as seguintes premissas serão adotadas:

- O mercado é concorrencial e não estável;
- A empresa opera em um sistema aberto;
- Preços são fixados pelo mercado;
- Os gestores são capazes e querem contribuir para o sucesso da empresa.

2 CUSTEIO DIRETO

A expressão custeio direto é objeto de críticas por parte de alguns autores, que preferem a expressão custeio variável. HORNGREN, FOSTER e DATAR (2000, p.212) dizem que:

Custeio direto é uma designação infeliz, por dois motivos: (1) o custeio variável não considera todos os custos diretos, mas apenas os custos diretos de fabricação variáveis. Quaisquer custos de fabricação fixos diretos e quaisquer custos diretos que não sejam de fabricação (como os de marketing) não são considerados para a avaliação dos estoques; (2) o custeio variável considera como custos dos produtos não apenas os custos de fabricação diretos, mas também alguns custos indiretos (custos indiretos de fabricação variáveis).

Na mesma linha, PADOVEZE (2003, p. 277) argumenta que:

O método de custeio recomendado decisoramente é o método do custeio variável, às vezes também denominado, inadequadamente, custeio direto. Podemos dizer que todos os custos variáveis são custos diretos aos produtos, mas nem todos os custos diretos aos produtos são variáveis, pois podemos ter custos diretos fixos.

Esclarecendo a controvérsia entre os conceitos, BRUNI e FAMÁ (2002, p. 200) destacam que:

Como o uso dos termos direto e variável nem sempre coincide corretamente com seus conceitos teóricos, deve-se tomar cuidado com seu emprego. O custeio variável trata especificamente da análise de gastos variáveis – diretos ou indiretos, custos ou despesas – e sua comparação com as receitas. Da análise comparativa, surge o conceito de margem de contribuição – item de fundamental importância nos processos de tomada de decisões em finanças.

A divergência entre os conceitos e as críticas a essa ou aquela nomenclatura, de qualquer modo, não retiram a idéia principal desse método de custeio que é a de alocar aos produtos os custos a eles diretamente identificados e, aí, podem ser custos fixos ou custos variáveis.

MARTINS (2003, p. 207) sugere a adoção de uma série de margens de contribuição, para resolver esse problema, alocando a cada produto os custos fixos identificados.

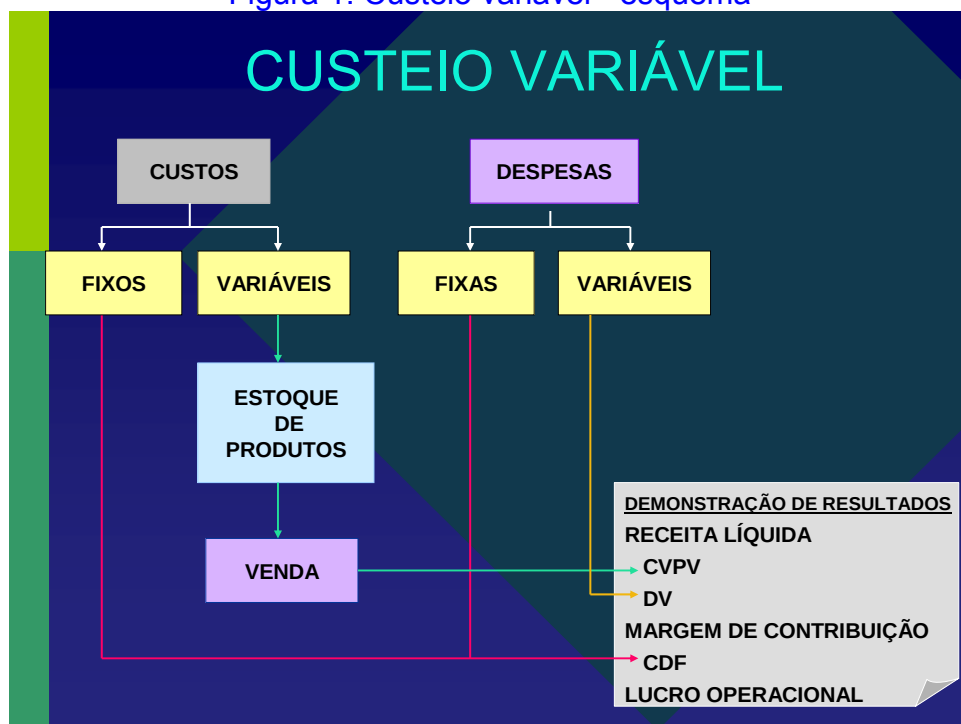
A finalidade do uso do custeio direto é eliminar a arbitrariedade dos rateios alusivos aos custos indiretos e, assim, permitir ao gestor a correta tomada de decisões, a partir do conceito de margem de contribuição gerado por cada

produto ou serviço do *mix* comercial da empresa.

Nesse contexto, todos os itens de custos (e despesas) que são passíveis de identificação direta a um produto, sem que, para tanto haja necessidade de rateio fazem parte da acumulação no custeio direto. Os demais serão remetidos á apuração do resultado do exercício, sem transitarem por esse ou aquele produto ou serviço.

Esquemáticamente, essa forma de custeio pode ser representada da seguinte forma:

Figura 1: Custeio variável - esquema



Fonte: MARTINS (2003) adaptado pelo autor

2.1 MARGEM DE CONTRIBUIÇÃO

Quando se fala em custeio direto ou variável, como preferem alguns autores, exsurge o conceito de margem de contribuição.

Na opinião de PADOVEZE (2003, p. 278):

O modelo de decisão da margem de contribuição é o modelo decisório fundamental para a gestão dos resultados da empresa, seja em termos de rentabilidade dos produtos, atividades, áreas de responsabilidade, divisões, unidades de negócio ou da empresa como um todo.

Pode-se entender que a margem de contribuição representa o lucro variável ou o lucro direto de um produto ou serviço.

Para a aplicação e demonstração do conceito, tome-se por base a empresa FICTÍCIA Ltda., que produz um único produto, vendido ao preço de \$10 a unidade. Em determinado mês, a FICTÍCIA produziu e vendeu 1.000 unidades de seu único produto e apresentou as seguintes informações:

- Matéria-prima: \$2,00/unidade
- Energia: \$0,05/unidade
- Materiais indiretos: \$1,95/unidade
- Mão de obra: \$4.000/mês
- Depreciação e impostos: \$600,00/mês
- Manutenção: \$200,00/mês
- Diversos: \$50,00/mês

Com base nessas informações pode-se dizer que os custos diretamente identificados a cada unidade produzida correspondem a **\$4** (matéria prima: \$2; energia \$0,05 e materiais indiretos \$1,95). Por outro lado, os custos fixos dentro do mês, totalizam **\$4.850**.

Para a apuração do resultado do período, em todos os exemplos doravante apresentados, serão aplicados os fundamentos do custeio direto e, em caso estudado, haverá a indicação:

- da margem de contribuição unitária e total;
- da participação de determinado produto na margem de contribuição total.

Quadro 6: Apuração do resultado: custeio direto (1 produto)

FICTÍCIA	
ITEM	PRODUTO A
Quantidade	1.000,00
Preço de Venda - unitário	10,00
Custos Variáveis - unitários	4,00
Despesas Variáveis - unitárias	-
Margem de Contribuição - unitária	6,00
Vendas Totais	10.000,00
Custos Variáveis Totais	4.000,00
Despesas Variáveis Totais	-
Margem de Contribuição Total	6.000,00
Margem de Contribuição em %	60,00%
(-) Custos e Despesas Fixos Totais	4.850,00
Lucro Operacional Total	1.150,00
Margem Operacional %	11,50%
Participação na Margem de Contrib. Total	100,00%

Fonte: elaborado pelo autor

A FICTÍCIA, no mês seguinte ao utilizado na demonstração anterior, iniciou a produção de mais dois produtos, aqui denominados como produtos B e C. Os custos diretamente identificados referentes ao produto A não sofreram variações, contudo, por conta do aumento da produção, contratou-se um supervisor e adquiriu-se uma outra máquina, que é utilizada por todos os produtos.

A partir dessa nova situação, as informações operacionais e financeiras podem ser sintetizadas do seguinte modo;

- Matéria-prima: \$2,00/unidade (tanto para A quanto para B e C)
- Energia: \$0,05/unidade (tanto para A quanto para B e C)
- Materiais indiretos: \$1,95/unidade para A; R\$ 2,25 para B e \$ 2,50 para C
- Vendas no mês: 1.200 unidades de A; 800 unidades de B e 680 unidades de C
- Preço de venda: \$10,00 para o produto A; \$10,50 para B e \$11,00 para C
- Mão de obra: \$6.000,00/mês
- Depreciação e impostos: \$900,00/mês
- Manutenção: \$400,00/mês
- Diversos: \$50,00/mês

Com a produção e comercialização desse novo produto os resultados podem ser sintetizados na forma indicada no quadro 7.

Quadro 7: Apuração do resultado: custeio direto (vários produtos)

FICTICIA COM 3 PRODUTOS				
ÍTEM	PRODUTO A	PRODUTO B	PRODUTO C	TOTAL
Quantidade	1.200,00	800,00	680,00	
Preço de Venda - unitário	10,00	10,50	11,00	
Custos Variáveis - unitários	4,00	4,30	4,55	
Despesas Variáveis - unitárias	-	-	-	
Margem de Contribuição - unitária	6,00	6,20	6,45	
Vendas Totais	12.000,00	8.400,00	7.480,00	27.880,00
Custos Variáveis Totais	4.800,00	3.440,00	3.094,00	11.334,00
Despesas Variáveis Totais	-	-	-	-
Margem de Contribuição Total	7.200,00	4.960,00	4.386,00	16.546,00
Margem de Contribuição em %	60,00%	59,05%	58,64%	59,35%
(-) Custos e Despesas Fixos Totais				7.350,00
Lucro Operacional Total				9.196,00
Margem Operacional %				32,98%
Participação na Margem de Contrib. Total	43,52%	29,98%	26,51%	100,00%

Fonte: elaborado pelo autor

Essa forma de apresentação do resultado permite ao gestor observar qual, efetivamente, é o seu produto mais rentável, o que, no custeio por absorção é obscuro em virtude da questão do rateio.

Com base nesse conceito de margem de contribuição, pode-se deduzir as seguintes equações e conclusões:

MARGEM DE CONTRIBUIÇÃO + CUSTO VARIÁVEL = RECEITA
SE CUSTO FIXO = MARGEM DE CONTRIBUIÇÃO ENTÃO LUCRO = 0
SE CUSTO FIXO > MARGEM DE CONTRIBUIÇÃO ENTÃO LUCRO < 0
SE CUSTO FIXO < MARGEM DE CONTRIBUIÇÃO, ENTÃO LUCRO > 0

2.1.1 Segunda Margem de Contribuição

Admita-se, agora, que os negócios da FICTÍCIA vão de vento em popa e que, em razão desse fato, a produção precisará ser aumentada substancialmente, de modo a garantir o atendimento da demanda.

Os gestores decidem modernizar o parque fabril e, assim, vender as duas máquinas até então utilizadas e adquirir 3 máquinas novas, que serão utilizadas exclusivamente, para um determinado produto.

A aquisição se dará sob a forma de leasing operacional que custará para a arrendatária: \$4.000,00 para a máquina utilizada na produção de A; \$5.500,00 para a máquina relativa a B e \$3.800,00 para aquela alusiva ao produto C.

Observe-se que esses valores que serão desembolsados em função do arrendamento são fixos dentro do período e independem do volume produzido, daí porque serão chamados de custos fixos identificados.

Outros empregados são contratados e há alteração no valor dos impostos, em função do acréscimo nas vendas. Paralelamente, houve possibilidade de ajuste nos preços, eis que as novas máquinas são mais produtivas.

Com esses parâmetros, as informações financeiras podem ser sintetizadas desse modo:

- Matéria-prima: \$2,00/unidade (tanto para A quanto para B e C)
- Energia: \$0,05/unidade (tanto para A quanto para B e C)
- Materiais indiretos: \$1,95/unidade para A; R\$ 2,25 para B e \$ 2,50 para C
- Vendas no mês: 5.200 unidades de A; 3.780 unidades de B e 4.120 unidades de C
- Preço de venda: \$10,00 para o produto A; \$10,40 para B e \$10,90 para C
- Mão de obra: \$9.000,00/mês
- Impostos: \$2.800,00/mês
- Leasing operacional: \$2.000,00/mês para A; \$2.500,00 para B e \$ 2.800,00 para C
- Diversos: \$500,00/mês

Pode-se identificar a existência de uma segunda margem de contribuição, efetuando-se a apuração dos resultados do modo constante no quadro

Quadro 8: Apuração do resultado: custeio direto (vários produtos)

FICTICIA COM LEASING				
ITEM	PRODUTO A	PRODUTO B	PRODUTO C	TOTAL
Quantidade	5.200,00	3.780,00	4.120,00	
Preço de Venda - unitário	10,00	10,40	10,90	
Custos Variáveis - unitários	4,00	4,30	4,55	
Despesas Variáveis - unitárias	-	-	-	
Margem de Contribuição - unitária	6,00	6,10	6,35	
Vendas Totais	52.000,00	39.312,00	44.908,00	136.220,00
Custos Variáveis Totais	20.800,00	16.254,00	18.746,00	55.800,00
Despesas Variáveis Totais	-	-	-	-
Margem de Contribuição Total (1ª)	31.200,00	23.058,00	26.162,00	80.420,00
Margem de Contribuição em %	60,00%	58,65%	58,26%	59,04%
(-) Custos e Despesas Fixos Identificados	4.000,00	5.500,00	3.800,00	13.300,00
Margem de Contribuição Final (2ª)	27.200,00	17.558,00	22.362,00	67.120,00
Margem de Contribuição em %	52,31%	44,66%	49,80%	49,27%
(-) Custos e Despesas Fixos Totais				12.300,00
Lucro Operacional Total				54.820,00
Margem Operacional %				40,24%
Participação na Margem de Contrib. Total	38,80%	28,67%	32,53%	100,00%

Fonte: elaborado pelo autor

2.1.2 Margem de Contribuição Ajustada às Restrições

Em determinadas situações a empresa não pode produzir qualquer volume desejado ante a existência de restrições em seu processo produtivo. Um exemplo é quando vários produtos utilizam-se dos serviços prestados por uma determinada máquina.

A cada produto que será processado deve ser trocado o ferramental e, mesmo que a máquina opere por todos os dias, sem quebras ou paradas não previstas para manutenção, haverá uma limitação consistente no número de horas disponíveis.

Assim, como nesse exemplo em que a restrição é uma máquina, poderiam haver – e, é comum que assim seja – vários fatores limitativos para a produção, fazendo com que a quantidade produzida seja limitada por tais eventos *gargalos*.

Para exemplificar essa situação, tomar-se-á como base a já citada

empresa FICTÍCIA, no momento em que ela produzia três produtos com apenas uma máquina. Nos moldes indicados no quadro 7 as margens de contribuição unitária correspondiam a \$ 6,00 para o produto A, \$ 6,20 para o produto B e \$ 6,45 para o produto C.

A máquina utilizada para a fabricação dos produtos A, B e C tem capacidade para operação efetiva em 220 horas por mês, já descontadas as horas alusivas às paradas técnicas para troca de ferramental e para as manutenções.

No volume de produção indicado no quadro 7 os produtos A, B e C consomem 200 horas da referida máquina, nos moldes indicados no quadro 9.

Quadro 9: Apuração do tempo consumido na produção

CONSUMO DO RECURSO LIMITATIVO DA PRODUÇÃO			
ITEM	PRODUTO A	PRODUTO B	PRODUTO C
Tempo a produção de cada unidade	0,07	0,06	0,10
Volume de produção	1.200,00	800,00	680,00
Tempo total consumido	84,00	48,00	68,00
TOTAL GERAL EM HORAS	200,00		

Fonte: elaborado pelo autor

Havendo expectativa de aumento da demanda e necessidade de elevação do volume da produção, os gestores poderiam fazer, dentre outras, as seguintes perguntas: Que produto deveria ter sua produção aumentada? Todos os produtos deverão ter a produção aumentada linearmente? Aumenta-se a produção do produto com a maior margem de contribuição?

Sem saber a resposta correta, porém, com base na intuição os gestores da FICTÍCIA decidiram por elevar a produção do produto com maior margem de contribuição unitária, qual seja, o produto C. Assim, considerando as 20 horas remanescentes da máquina e o fato de cada unidade do produto c consumir 0,10 horas na produção, houve a possibilidade de aumento de 200 unidades produzidas.

Com o aumento da produção só do produto C os resultados obtidos pela FICTÍCIA seriam os seguintes:

Quadro 10: Apuração do resultado com base em aumento da produção do item com maior margem de contribuição unitária

FICTÍCIA - Ajuste do volume pela margem de contribuição unitária				
ITEM	PRODUTO A	PRODUTO B	PRODUTO C	TOTAL
Quantidade	1.200,00	800,00	880,00	
Preço de Venda - unitário	10,00	10,50	11,00	
Custos Variáveis - unitários	4,00	4,30	4,55	
Despesas Variáveis - unitárias	-	-	-	
Margem de Contribuição - unitária	6,00	6,20	6,45	
Vendas Totais	12.000,00	8.400,00	9.680,00	30.080,00
Custos Variáveis Totais	4.800,00	3.440,00	4.004,00	12.244,00
Despesas Variáveis Totais	-	-	-	-
Margem de Contribuição Total	7.200,00	4.960,00	5.676,00	17.836,00
Margem de Contribuição em %	60,00%	59,05%	58,64%	59,30%
(-) Custos e Despesas Fixos Totais				7.350,00
Lucro Operacional Total				10.486,00
Margem Operacional %				34,86%
Participação na Margem de Contrib. Total	40,37%	27,81%	31,82%	100,00%

Fonte: elaborado pelo autor

Comparando os resultados obtidos nos quadros 7 e 10, observa-se que a FICTÍCIA apresentou elevação no lucro, que passou de \$9.196,00 para \$ 10.486,00. Contudo, cabe perguntar, a decisão tomada pelos gestores, de aumentar a produção de C foi a correta?

Recomenda-se, para esse tipo de situação que seja escolhido – para o aumento da produção – o produto com maior margem de contribuição, como fez a FICTÍCIA, porém, essa margem de contribuição deverá estar ajustada ao fator limitativo, nos moldes do quadro 11.

Quadro 11: Apuração da margem de contribuição ajustada ao fator limitativo (horas / máquina)

APURAÇÃO DA MARGEM DE CONTRIBUIÇÃO AJUSTADA AO FATOR LIMITATIVO			
ITEM	PRODUTO A	PRODUTO B	PRODUTO C
Margem de Contribuição Unitária	6,00	6,20	6,45
Tempo de produção	0,07	0,06	0,10
Margem de Contribuição p/ tempo	85,71	103,33	64,50
PRODUTO COM MAIOR MARGEM DE CONTRIBUIÇÃO POR HORA			B

Fonte: elaborado pelo autor

Sabendo-se que o produto com maior margem de contribuição

ajustada ao fator limitativo é o produto B e considerando as 20 horas máquinas ainda disponíveis para utilização, sabe-se que o referido produto poderá ter sua produção aumentada em 333 unidades (20 horas / 0,06).

Admitindo essa situação os resultados obtidos pela FICTÍCIA seriam aqueles apurados no quadro 12.

Quadro 12: Resultado apurado com ajuste da margem de contribuição ao fator limitativo

FICTÍCIA -Volume pela margem de contribuição unitária ajustada ao fator limitativo				
ÍTEM	PRODUTO A	PRODUTO B	PRODUTO C	TOTAL
Quantidade	1.200,00	1.133,00	680,00	
Preço de Venda - unitário	10,00	10,50	11,00	
Custos Variáveis - unitários	4,00	4,30	4,55	
Despesas Variáveis - unitárias	-	-	-	
Margem de Contribuição - unitária	6,00	6,20	6,45	
Vendas Totais	12.000,00	11.896,50	7.480,00	31.376,50
Custos Variáveis Totais	4.800,00	4.871,90	3.094,00	12.765,90
Despesas Variáveis Totais	-	-	-	-
Margem de Contribuição Total	7.200,00	7.024,60	4.386,00	18.610,60
Margem de Contribuição em %	60,00%	59,05%	58,64%	59,31%
(-) Custos e Despesas Fixos Totais				7.350,00
Lucro Operacional Total				11.260,60
Margem Operacional %				35,89%
Participação na Margem de Contrib. Total	38,69%	37,75%	23,57%	100,00%

Fonte: elaborado pelo autor

O resultado obtido intuitivamente pelos gestores da FICTÍCIA (quadro 10) é inferior ao resultado obtido pelo ajuste da margem de contribuição ao fator de restrição, o que revela ser correta a adoção desse último modelo.

Nas situações em que existam vários fatores limitativos, poderá ser utilizada a programação linear para a obtenção do melhor *mix* de produção. Nesse trabalho, no item 4, será apresentado um estudo de caso dessa aplicação.

3 RELAÇÃO CUSTO / VOLUME / LUCRO

A partir do conceito de margem de contribuição é possível estabelecer uma série de relações entre custos, volume e lucro. As relações mais comuns são as seguintes:

- Ponto de equilíbrio;
- Margem de segurança
- Alavancagem operacional

3.1 PONTO DE EQUILÍBRIO CONTÁBIL

Ponto de Equilíbrio ou *Break Even Point* é um indicativo de volume de vendas em que os custos e despesas totais correspondem ao valor das receitas totais. Nesse ponto não há lucro e nem prejuízo.

A utilidade dessa indicação é fornecer ao gestor um indicativo de qual volume de vendas será necessário para cobrir os custos e despesas.

Para apurar o ponto de equilíbrio, deve-se possuir as seguintes informações:

- Valor dos custos e despesas fixos
- Margem de contribuição unitária

Frise-se que, quando se tratar do ponto de equilíbrio de um *mix* de produtos a margem de contribuição deverá ser apurada através de média ponderada.

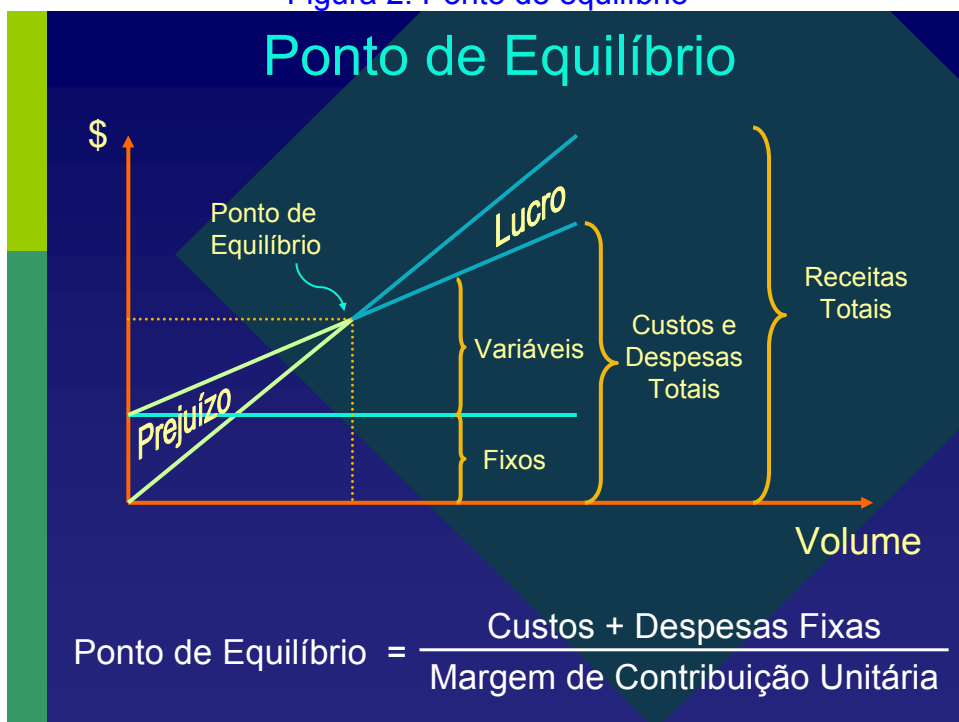
A fórmula que indica o número de unidades vendidas em que ocorre

o equilíbrio entre receitas totais e custos e despesas totais é a seguinte:

$$\text{Ponto de Equilíbrio} = \frac{\text{Custos e Despesas Fixos}}{\text{Margem de Contribuição}}$$

Graficamente, o ponto de equilíbrio é representado da seguinte forma:

Figura 2: Ponto de equilíbrio



Fonte: MARTINS (2003) adaptado pelo autor

Voltando ao exemplo da empresa FICTÍCIA, com os dados dos quadros 6 e 7 pode-se apurar o Ponto de Equilíbrio Contábil do seguinte modo:

Quadro 13: Cálculo do Ponto de Equilíbrio Contábil

APURAÇÃO DO PONTO DE EQUILÍBRIO CONTÁBIL		
ITEM	QUADRO 6	QUADRO 7
Custos e despesas fixos totais	4850,00	7.350,00
Margem de contribuição	6,00	6,17
Ponto de Equilíbrio (em unidades)	809	1.191

Fonte: elaborado pelo autor

A explicação da quantidade indicada para o ponto de equilíbrio,

nesse caso, é a seguinte: em relação à situação apresentada no quadro 6, até 808 unidades vendidas a empresa terá prejuízo, na unidade vendida 809, não terá lucro e nem prejuízo e, a partir da unidade 810 passará a ter lucro. Raciocínio idêntico pode ser feito em relação aos apontamentos do quadro 7.

3.2 PONTO DE EQUILÍBRIO FINANCEIRO

O ponto de equilíbrio financeiro difere do ponto de equilíbrio contábil ao considerar, nos custos e despesas fixos o impacto dos itens que não geram desembolsos monetários, tal qual a depreciação.

Assim, para equilibrar a situação financeira o número de unidades vendidas deve ser menor, já que não haveria necessidade de *cobrir* itens que não geram saídas de caixa.

Com os mesmos dados aplicados no quadro 13, porém, considerando a existência de despesas de depreciação correspondentes a \$400,00 a situação se apresenta na forma indicada no quadro 14.

Quadro 14: Cálculo do Ponto de Equilíbrio Financeiro

APURAÇÃO DO PONTO DE EQUILÍBRIO FINANCEIRO		
ITEM	QUADRO 6	QUADRO 7
Custos e despesas fixos totais - depreciação	4450,00	6.950,00
Margem de contribuição	6,00	6,17
Ponto de Equilíbrio (em unidades)	742	1.126

Fonte: elaborado pelo autor

3.3 PONTO DE EQUILÍBRIO ECONÔMICO

No conceito econômico as operações da empresa devem ser capazes de *cobrir* os valores dos custos e despesas fixos contábeis além do custo de oportunidade pelo investimento, por parte dos sócios, naquela atividade, ou seja,

haverá um ponto de equilíbrio econômico a partir do momento em que a empresa gerar um determinado volume de lucro determinado por seus investidores.

Admita-se, nos mesmos moldes dos exemplos anteriores, que os investidores da empresa FICTÍCIA desejassem obter lucro no período, equivalente a \$1.000,00 e o ponto de equilíbrio econômico poderia ser representado na forma indicada no quadro 15.

Quadro 15: Cálculo do Ponto de Equilíbrio Econômico

APURAÇÃO DO PONTO DE EQUILÍBRIO ECONÔMICO		
ITEM	QUADRO 6	QUADRO 7
Custos e despesas fixos totais + Lucro desejado	5850,00	8.350,00
Margem de contribuição	6,00	6,17
Ponto de Equilíbrio (em unidades)	975	1.352

Fonte: elaborado pelo autor

3.4 MARGEM DE SEGURANÇA

A Margem de Segurança tem como finalidade indicar o nível de risco da atividade exercida pela empresa em relação ao ponto de equilíbrio, seja ele contábil, financeiro ou econômico.

Trata-se de uma medida que indica em termos percentuais, quanto a empresa está afastada do ponto de equilíbrio. Caso o resultado seja negativo a empresa está operando no prejuízo e está afastada do ponto de equilíbrio em x%.

A formulação da margem de segurança é a seguinte:

Margem de segurança =	Receitas atuais – Receitas no Ponto de Equilíbrio
	Receitas atuais

Tomando como base as situações indicadas nos quadros 6 e 7, calcular-se-á as margens de segurança da empresa FICTÍCIA em relação aos pontos de equilíbrio contábil, financeiro e econômico. Os resultados estão

apresentados no quadro 16.

Quadro 16: Margem de Segurança

MARGEM DE SEGURANÇA						
ITEM	QUADRO 6			QUADRO 7		
	Receitas Atuais	Receitas no PE	M.S.	Receitas Atuais	Receitas no PE	M.S.
P.E. Contábil	10.000,00	8.850,00	12,99%	27.880,00	18.684,00	49,22%
P.E. Financeiro	10.000,00	8.450,00	18,34%	27.880,00	18.284,00	52,48%
P.E. Econômico	10.000,00	9.850,00	1,52%	27.880,00	19.684,00	41,64%

Fonte: elaborado pelo autor

Verifica-se no quadro supra que a situação apontada no quadro 7 revela muito mais segurança para as atividades empresariais, eis que, quanto maior a porcentagem mais distante a empresa está atuando do seu ponto de equilíbrio.

3.5 ALAVANCAGEM OPERACIONAL

A alavancagem operacional é outra medida que indica o risco da atividade empresarial, podendo-se dizer que, quanto mais alavancada, mais próxima a empresa está do ponto de equilíbrio e, conseqüentemente, mais riscos sofre em sua operação.

Consiste, ainda, em uma relação entre o acréscimo no lucro e o acréscimo no volume de vendas. Apresenta relação inversa à da margem de segurança, eis que, na medida em que uma aumenta a outra diminui.

A formulação da alavancagem é a seguinte:

Alavancagem Operacional =	Porcentagem de acréscimo no lucro
	Porcentagem de acréscimo no volume

Tomando-se, novamente, os dados do quadro 6, alusivos à empresa FICTÍCIA e estimando-se dois acréscimos de volume, sempre de 10%, pode-se verificar no quadro 17 as correspondentes variações nos lucros, que não

se apresentam na mesma proporção.

Assim, na primeira variação de volume o lucro varia 52,17% e na segunda oscila positivamente em 37,71%.

Quadro 17: Alavancagem Operacional

ALAVANCAGEM OPERACIONAL			
ITEM	PRODUTO A		
Quantidade	1.000,00	1.100,00	1.210,00
Preço de Venda - unitário	10,00	10,00	10,00
Custos Variáveis - unitários	4,00	4,00	4,00
Despesas Variáveis - unitárias	-	-	-
Margem de Contribuição - unitária	6,00	6,00	6,00
Vendas Totais	10.000,00	11.000,00	12.100,00
Custos Variáveis Totais	4.000,00	4.400,00	4.840,00
Despesas Variáveis Totais	-	-	-
Margem de Contribuição Total	6.000,00	6.600,00	7.260,00
Margem de Contribuição em %	60,00%	60,00%	60,00%
(-) Custos e Despesas Fixos Totais	4.850,00	4.850,00	4.850,00
Lucro Operacional Total	1.150,00	1.750,00	2.410,00
Margem Operacional %	11,50%	15,91%	19,92%
Participação na Margem de Contrib. Total	100,00%	100,00%	100,00%
Variação no lucro		52,17%	37,71%
Variação no volume		10,00%	10,00%
Alavancagem Operacional		5,22	3,77

Fonte: elaborado pelo autor

No ponto de equilíbrio a empresa não está alavancada. Quanto começa a trabalhar 1 unidade além do ponto de equilíbrio a alavancagem tende ao infinito, eis que, nessa situação a variação do lucro (de \$0 para qualquer unidade monetária) significa algo imensurável.

Por outro lado, quanto mais distante a empresa estiver do ponto de equilíbrio, mais o grau de alavancagem tenderá à unidade.

4 USO DA PROGRAMAÇÃO LINEAR PARA OTIMIZAÇÃO DA MARGEM DE CONTRIBUIÇÃO GLOBAL

Por vezes as restrições no processo de produção envolvem vários componentes, até porque, pode haver grande quantidade de produtos, insumos e equipamentos envolvidos no processo, de modo que a escolha do melhor *mix* de produção, sem a técnica adequada, pode acabar sendo feita à base da tentativa e erro, comprometendo o desempenho da empresa.

A programação linear é uma ferramenta matemática que pode auxiliar nesse processo de otimização dos resultados de várias equações atinentes às restrições ao mesmo tempo.

MEDRI (2003, p. 1) esclarece que:

A Programação Linear é hoje o instrumento de Pesquisa Operacional mais comumente empregado na resolução prática de problemas decisórios objetivos e de certa complexidade. Em linhas gerais, a programação linear consiste na descrição de um sistema organizado com auxílio de um modelo matemático, e através da resolução desse modelo, encontrar a melhor solução.

A função objetiva a ser maximizada ou minimizada através da Programação Linear pode ser escrita, das seguintes maneiras, como destaca MEDRI (2003, p. 5):

Quadro 18: Formulação da programação linear

$$\text{Max} Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j$$

$$\text{s.a.: } \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \quad \text{para } i = 1, 2, \dots, m \text{ e para } j = 1, 2, \dots, n$$

$$x_j \geq 0$$

$$\text{Max } Z = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n$$

$$\text{s.a: } a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1$$

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

.....

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

$$x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0$$

Fonte: MEDRI (2003), adaptado pelo autor

Sendo que:

Z = função a ser otimizada (maximizada ou minimizada);

x_j = número de unidades do produto *j* produzidas num certo período de tempo (variáveis de decisão)

C_j = aumento no lucro *Z* pelo acréscimo de uma unidade *x_j* (coeficiente de lucro);

A_{ij} = quantidade do recurso *i* consumida na produção de uma unidade de atividade *j* (coeficiente de restrições);

B_j = quantidade de recurso *i* disponível no período para as *n* atividades (limitação de capacidade da restrição).

CARASTAN (1993, p. 62) expõe que:

A programação linear torna possível tratar um problema com qualquer número finito de variáveis e restrições.

É um método de excepcional generalização, realizado através de rotinas computadorizadas, aplicável a uma variedade de problemas em negócios: mix de produção, planejamento, finanças, inventário, gerenciamento de caixa, custo de transportes entre outros.

4.1 ESTUDO DE CASO

Para a aplicação da programação linear escolheu-se uma empresa do ramo de plásticos, doravante denominada como Plásticos PPA Ltda.

A PPA fabrica os produtos A, B e C, apresentando os volumes de produção e de lucro operacional indicados no quadro 19.

Quadro 19: Volume de produção e de lucro da PPA antes da alteração do *mix*

SITUAÇÃO ATUAL				
ITEM	PRODUTO A	PRODUTO B	PRODUTO C	TOTAL
Quantidade	4.000,00	5.000,00	6.000,00	
Preço de Venda - unitário	10,00	12,00	14,00	
Custos Variáveis - unitários	6,00	6,50	8,50	
Despesas Variáveis - unitárias	1,50	2,00	2,50	
Margem de Contribuição - unitária	2,50	3,50	3,00	
Vendas Totais	40.000,00	60.000,00	84.000,00	184.000,00
Custos Variáveis Totais	24.000,00	32.500,00	51.000,00	107.500,00
Despesas Variáveis Totais	6.000,00	10.000,00	15.000,00	31.000,00
Margem de Contribuição Total	10.000,00	17.500,00	18.000,00	45.500,00
Margem de Contribuição em %	25,00%	29,17%	21,43%	24,73%
(-) Custos e Despesas Fixos Totais				25.500,00
Lucro Operacional Total				20.000,00
Margem Operacional %				10,87%
Participação na Margem de Contrib. Total	21,98%	38,46%	39,56%	100,00%

Fonte: elaborado pelo autor.

O Departamento de Marketing da PPA, munido em sólidas e confiáveis pesquisas de mercado estima que a participação da empresa pode ser aumentada em 30%, para cada um dos seus produtos.

Os gestores desejam ampliar a produção de modo que o volume de lucro também seja majorado, porém, sabe-se que há restrições no processo produtivo que impedem a elevação da produção de modo linear e idêntico para todos os produtos.

Essas restrições são as seguintes:

Os produtos fabricados pela PPA passam por 4 processos na linha

produtiva, quais sejam: trituração da matéria prima; extrusão, montagem e acabamento;

Na trituração, o equipamento pode trabalhar com até 55 kg de matéria prima por hora. Trabalham-se 7,5 horas por dia em 22 dias por mês, de sorte que, há possibilidade de uso de 9.075 horas mensais. A matéria prima é comum a todos os produtos;

Em relação à extrusão, os equipamentos instalados são utilizados, já computadas as paradas técnicas e tempo ocioso, por 7,5 horas diárias em 23 dias do mês, perfazendo um total de 172,50 horas disponíveis;

Ainda na extrusão, conforme o produto que vai ser feito há diferença no tempo necessário para a fabricação da peça. O equipamento pode fabricar até 96 peças por hora do produto A, 94 do B e 85 do C;

Situação similar ocorre na montagem, onde o número de horas mensais disponíveis corresponde a 195 e há capacidade de montar 94 produtos A por hora, 94 do tipo B e 90 do C, sendo que as quantidades não são cumulativas;

Ao final do processo, na embalagem, o volume de horas mensais disponíveis corresponde a 187,50 e, em cada hora, é possível embalar 98 unidades de A, 94 de B e 90 de C, também de modo não cumulativo.

Ajustando as restrições horárias aos volumes produzidos, obtém-se, em relação à situação original, o seguinte quadro:

Quadro 20: Volume de produção e de lucro da PPA

QUADRO DE RESTRIÇÕES E DISPONIBILIDADES - ANTES DA OTIMIZAÇÃO					
ITEM	PRODUTO A	PRODUTO B	PRODUTO C	CONSUMO MENSAL	DISPONIBILIDADE
	4.000,00	5.000,00	6.000,00		
Matéria Prima (Kg/peças)	0,60	0,40	0,62	8.120,00	9.075,00
Extrusão (horas consumidas)	41,67	53,19	70,59	165,45	172,50
Montagem (horas consumidas)	42,55	53,19	66,67	162,41	195,00
Embalagem (horas consumidas)	40,82	53,19	66,67	160,67	187,50

Fonte: elaborado pelo autor.

Para a solução do modelo de programação linear utilizou-se a ferramenta *Solver* do Excel 10.0, que gerou o relatório de resposta consignado no quadro 21

Quadro 21: Relatório de resposta – Solver

Célula de destino (Máx)

Célula	Nome	Valor original	Valor final
\$B\$30	Lucro Operacional Total = PRODUTO A	20.000,00	23.430,73

Células ajustáveis

Célula	Nome	Valor original	Valor final
\$B\$19	PRODUTO A	4.000,00	1.112,29
\$C\$19	PRODUTO B	5.000,00	6.500,00
\$D\$19	PRODUTO C	6.000,00	7.800,00

Restrições

Célula	Nome	Valor da célula	Fórmula	Status	Transigência
\$E\$20	Matéria Prima (Kg/peças) CONSUMO MENSAL	8.103,37	\$E\$20<=\$F\$20	Sem agrupar	971,6257718
\$E\$21	Extrusão (horas consumidas) CONSUMO MENSAL	172,50	\$E\$21<=\$F\$21	Agrupar	0
\$E\$22	Montagem (horas consumidas) CONSUMO MENSAL	167,65	\$E\$22<=\$F\$22	Sem agrupar	27,35152078
\$E\$23	Embalagem (horas consumidas) CONSUMO MENSAL	167,17	\$E\$23<=\$F\$23	Sem agrupar	20,33449532
\$C\$20	Matéria Prima (Kg/peças) PRODUTO B	0,40	\$C\$20>=0	Sem agrupar	0,40
\$D\$19	PRODUTO C	7.800,00	\$D\$19>=0	Sem agrupar	7.800,00
\$B\$19	PRODUTO A	1.112,29	\$B\$19<=5200	Sem agrupar	4087,70962
\$C\$19	PRODUTO B	6.500,00	\$C\$19<=6500	Agrupar	0
\$B\$19	PRODUTO A	1.112,29	\$B\$19>=0	Sem agrupar	1.112,29
\$D\$19	PRODUTO C	7.800,00	\$D\$19<=7800	Agrupar	0

Fonte: programado pelo autor

O modelo proposto pela programação linear indica que o Lucro Operacional Total anterior (R\$ 20.000,00) eleva-se, com a adoção do *mix* de produção proposto para R\$ 23.430,73, o que se confirma com a Demonstração do Resultado projetada no quadro 22.

Observa-se que a maximização produziu efeitos na Margem de Contribuição Total dos produtos da PPA e que o aumento nominal do lucro operacional é idêntico ao acréscimo da margem.

A elevação foi de R\$ 3.430,73 tanto na margem quanto no lucro, o que revela ser eficaz a decisão gerencial tomada em função da Margem de Contribuição.

Quadro 22: Volume de produção e de lucro da PPA após a alteração do *mix*

SITUAÇÃO PROJETADA				
ITEM	PRODUTO A	PRODUTO B	PRODUTO C	TOTAL
Quantidade	1.112,29	6.500,00	7.800,00	
Preço de Venda - unitário	10,00	12,00	14,00	
Custos Variáveis - unitários	6,00	6,50	8,50	
Despesas Variáveis - unitárias	1,50	2,00	2,50	
Margem de Contribuição - unitária	2,50	3,50	3,00	
Vendas Totais	11.122,90	78.000,00	109.200,00	198.322,90
Custos Variáveis Totais	6.673,74	42.250,00	66.300,00	115.223,74
Despesas Variáveis Totais	1.668,44	13.000,00	19.500,00	34.168,44
Margem de Contribuição Total	2.780,73	22.750,00	23.400,00	48.930,73
Margem de Contribuição em %	25,00%	29,17%	21,43%	24,67%
(-) Custos e Despesas Fixos Totais				25.500,00
Lucro Operacional Total				23.430,73
Margem Operacional %				11,81%
Participação na Margem de Contrib. Total	5,68%	46,49%	47,82%	100,00%

Fonte: programado pelo autor

Com a otimização o quadro indicativo das restrições e disponibilidades apresenta-se do seguinte modo:

Quadro 23: Volume de produção e de lucro da PPA após a otimização

QUADRO DE RESTRIÇÕES E DISPONIBILIDADES - APÓS OTIMIZAÇÃO					
ITEM	PRODUTO A	PRODUTO B	PRODUTO C	CONSUMO MENSAL	DISPONIBILIDADE
	1.112,29	6.500,00	7.800,00		
Matéria Prima (Kg/peças)	0,60	0,40	0,62	8.103,37	9.075,00
Extrusão (horas consumidas)	11,59	69,15	91,76	172,50	172,50
Montagem (horas consumidas)	11,83	69,15	86,67	167,65	195,00
Embalagem (horas consumidas)	11,35	69,15	86,67	167,17	187,50

Fonte: programado pelo autor

O quadro 23 deixa evidente que o *gargalo* para que a produção de elevasse em relação a todos os produtos e não apenas em relação a B e C reside na extrusão em que toda a capacidade disponível foi utilizada. Assim é que a produção de B e C foi elevada em função da redução da produção de A.

Com esse modelo há possibilidade dos gestores atuarem com mais eficácia na questão das restrições, vez que torna-se mais fácil a visualização dos impactos de qualquer alteração no *mix* produtivo.

A programação linear, não vai resolver todos os problemas da contabilidade de custos e da gestão, sobretudo porque decisões de investimento – até por aspectos estratégicos – não baseiam-se apenas em aspectos matemáticos, porém, esse modelo auxilia a busca da solução ótima.

5 CONCLUSÃO

Pesquisas indicam que, mesmo em cenário de mercados concorrenciais e altamente competitivos, até mesmo pelos efeitos da globalização, a maior parte das empresas não adota o custeio variável, optando pela metodologia do custeio por absorção. Por conta desse fato, as decisões tomadas pelos gestores podem não ser, tecnicamente, as mais indicadas, eis que, nessa modalidade de custeio, deixa-se de observar o conceito de margem de contribuição, analisando os efeitos de cada produto ou serviço do *mix* da empresa em relação ao faturamento e à amortização dos custos fixos.

A adoção do custeio variável e, sobretudo, da margem de contribuição, aliada à programação linear pode contribuir para a maximização dos resultados da empresa, vez que possibilita ao gestor escolher dentre várias opções de produção (produtos e quantidades) qual é aquela mais condizente com as capacidades produtivas e com as maiores margens de contribuição para o resultado final.

A partir do momento que se busca a maximização da margem de contribuição total, acaba-se por observar quais são as restrições do processo produtivo, de tal sorte que os gestores *ganham* uma visão ampliada da empresa, eis que podem avaliar se é relevante (ou não) eliminar determinado *gargalo* no parque operacional. Assim, por ajudar, de modo objetivo e impessoal, a maximizar a margem de contribuição total e por impor uma visão global do negócio, entende-se que a programação linear, aplicada em conjunto com o custeio variável pode contribuir com o sistema de informações da empresa, de sorte a permitir melhoras em seu gerenciamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRUNI, Adriano Leal; FAMÁ, Rubens. **Gestão de custos e formação de preços: com aplicações na calculadora HP 12C e Excel**. São Paulo: Atlas, 2002.

CARASTAN, Jacira Tudora. **Uma análise crítica da utilidade da programação linear sob o enfoque contábil-gerencial**. 1993. 191 p. Tese (Doutorado em Ciências Contábeis) – Faculdade de Economia e Administração, Universidade de São Paulo, São Paulo.

GARCIA, Solange; GUERREIRO, Reinaldo; CORRAR, Luiz J. **Teoria das restrições e programação linear**. Revista de Contabilidade do CRC-SP São Paulo, v. 2, n. 4, p. 47-61, mar. 1998

HANSEN, Don R.; MOWEN, Maryanne M. **Gestão de custos: contabilidade e controle**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001.

HORNGREN, Charles T.; FOSTER, George; DATAR, Srikant M. **Contabilidade de custos**. 9ª ed. São Paulo: LTC Editora, 2000.

MARTINS, Eliseu. **Aspectos do lucro e da alavancagem financeira no Brasil**. 1979. 183 p. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Economia e Administração, Universidade de São Paulo, São Paulo.

_____. **Contabilidade de custos**. 9ª ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MEDEIROS, Anísio Alves de. **Uma análise dos métodos de custeio na formação de preços com enfoque nas pequenas e médias empresas**. 2003. 173 p. Dissertação (Mestrado em Controladoria e Contabilidade Estratégica) – Centro Universitário Álvares Penteado, São Paulo.

MEDRI, Waldir. **Métodos quantitativos aplicados**. 2003. 43 p. Apostila (Especialização em Controladoria e Contabilidade Empresarial), Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

MEGLIORINI, Evandir. **Análise crítica dos conceitos de mensuração utilizados por empresas brasileiras produtoras de bens de capital sob encomenda**. 2003. 213 p. Tese (Doutorado em Ciências Contábeis) – Faculdade de Economia e Administração, Universidade de São Paulo, São Paulo.

NETO, Alexandre Assaf. **Aspectos da projeção de resultados e análise de preço de venda e ponto de equilíbrio de empresas inseridas em contexto inflacionário – o caso brasileiro**. 1983. 274 p. Tese (Doutorado em Ciências Contábeis) – Faculdade de Economia e Administração, Universidade de São Paulo, São Paulo.

PANDOLFI, Marcos. **Alocação de veículos a centros de distribuição segundo critérios de margem de contribuição unitária e produtividade**. 1999. 101 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

PADOVEZE, Clóvis Luís. **Curso básico gerencial de custos**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.

PUCCINI, Abelardo de Lima Puccini. PIZZOLATO, Nélío Domingues. **Programação linear**. Rio de Janeiro; São Paulo: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora, 1987.

SOUZA, Marcos Antonio de; LISBOA, Lázaro Plácido; ROCHA, Wellington. **Práticas de contabilidade gerencial adotadas por subsidiárias brasileiras de empresas multinacionais**. Revista Contabilidade & Finanças - USP, São Paulo, n. 32, p. 40-57, maio/agosto 2003.