

DEFINIÇÃO DE MIX DE PRODUÇÃO COM USO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR E CUSTOS EMPRESARIAIS

Edson De Oliveira Pamplona

Patrícia Maria de Bellis

Resumo:

A proposta deste trabalho é realizar um estudo de programação linear para definir a viabilidade da produção, assim como, qual o melhor mix de produção para as circunstâncias atuais de uma empresa industrial de malhas, a Gracibellis Ind e Com de Malhas Ltda, situada em Campos de Jordão, São Paulo. Para tanto foi necessário realizar um levantamento de todos os custos envolvidos no processo produtivo da empresa e, através das técnicas de custeio por absorção, estabelecer um sistema de custos. A resposta apresentada pela programação linear traz um aumento no lucro de aproximadamente 26,4% com relação à ordem de produção efetiva do mês de maio de 2003, o que representa um aumento extremamente significativo para a empresa.

Palavras-chave:

Área temática: *Aplicação de Modelos Quantitativos na Gestão de Custos*

DEFINIÇÃO DE MIX DE PRODUÇÃO COM USO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR E CUSTOS EMPRESARIAIS

Resumo

Edson de Oliveira Pamplona
Universidade Federal de Itajubá
pamplona@unifei.edu.br

Patrícia Maria de Bellis
Universidade Federal de Itajubá

A proposta deste trabalho é realizar um estudo de programação linear para definir a viabilidade da produção, assim como, qual o melhor mix de produção para as circunstâncias atuais de uma empresa industrial de malhas, a Gracibellis Ind e Com de Malhas Ltda, situada em Campos de Jordão, São Paulo. Para tanto foi necessário realizar um levantamento de todos os custos envolvidos no processo produtivo da empresa e, através das técnicas de custeio por absorção, estabelecer um sistema de custos. A resposta apresentada pela programação linear traz um aumento no lucro de aproximadamente 26,4% com relação à ordem de produção efetiva do mês de maio de 2003, o que representa um aumento extremamente significativo para a empresa.

Área temática: Aplicação de métodos quantitativos na gestão de custos

DEFINIÇÃO DE MIX DE PRODUÇÃO COM USO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR E CUSTOS EMPRESARIAIS

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho tem por objetivo apresentar um sistema de custeio para o processo produtivo da empresa *Gracibellis Ind e Com de Malhas Ltda* e indicar, através de técnicas de programação linear, o melhor mix de produção da empresa.

Para alcançar este objetivo será realizado o levantamento de todos os custos diretos e indiretos que interferem na produção. Deve-se destacar que a empresa não possui sistema de custeio, por este motivo não será possível o confronto dos dados encontrados com outros já realizados, tal fato se apresenta como uma das limitações do trabalho. O sistema de custeio aqui utilizado será o Custeio por Absorção.

Após o levantamento do custo total por produto será possível obter o lucro líquido de cada produto da empresa. Com este valor em mãos será possível estabelecer uma formulação matemática que, com o auxílio da programação linear, indicará qual o melhor mix de produção para que a empresa possa alcançar o máximo lucro em sua produção mensal.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Contabilidade de Custos

A Contabilidade de Custos mede o custo de acordo com as necessidades da administração da empresa, onde tais necessidades exigem que o custo apresentado se baseie em fatos pertinentes para que então possam ser tomadas decisões válidas. Há ampla variedade de termos e conceitos empregados em custos, portanto serão apresentados algumas definições, baseadas em Matz, Curry e Frank (1978) e Martins (2003), para padronização deste trabalho.

Gasto: Sacrifício financeiro com que a entidade arca para a obtenção de um produto ou serviço qualquer, sacrifício esse representado por entrega ou promessa de entrega de ativos (normalmente dinheiro). Gasto implica desembolso, mas são conceitos distintos.

Custo: Gasto relativo ao bem ou serviço utilizado na produção de outros bens ou serviços. Está relacionado à utilização dos fatores de produção (bens e serviços) para a fabricação de um produto ou execução de um serviço.

Custos Diretos com relação ao produto: Custos que podem ser diretamente apropriados aos produtos, bastando haver uma medida de consumo.

Custos indiretos com relação ao produto: Não oferecem condição de uma medida objetiva e qualquer tentativa de alocação tem de ser feita de maneira estimada e muitas vezes arbitrária. Utiliza-se uma base de rateio para a apropriação destes custos, deve-se escolher a que traz consigo menor grau de arbitrariedade.

Custo Fixo: Independe de variações no volume de produção de determinado período.

Custo Variável: Depende da variação de volume de produção em determinado período. A classificação em fixo e variável leva em consideração a unidade de tempo, o valor total de custos com um item nessa unidade de tempo e o volume de atividade.

Perda: Bem ou serviço consumidos de forma anormal e involuntária.

Despesa: Bem ou serviço consumidos direta ou indiretamente para a obtenção de receitas. Compõe-se de gastos relativos à administração, às vendas e aos financiamentos. Assim como os custos, a despesa pode ser dividida em despesa fixa e variável.

Custeio: Método de apropriação de custos.

2.2 Custeio por Absorção

O Custeio por Absorção é uma metodologia derivada da aplicação dos princípios de contabilidade geralmente aceitos. É o método de custeio que apropria os custos diretos e indiretos aos produtos, e considera as despesas como sendo do período (Crepaldi, 1998). É a forma de custeio exigida pelo fisco, contudo este trabalho irá considerar todos os gastos como custos, visto que a análise não será usada com objetivos fiscais e sim para controle interno.

Deve-se dividir os custos em *custo direto* e *custo indireto*. É necessária grande atenção neste momento e, por conseguinte no momento da escolha da base de rateio que será utilizada para a apropriação dos custos indiretos, evitando análises distorcidas. (Mauad e Pamplona, 2002)

De acordo com Martins (2003), para uma distribuição mais racional dos custos indiretos de fabricação, a departamentalização passa a ser obrigatória no sistema de custos por absorção.

2.3 Departamentalização

Segundo Matz, Curry e Frank (1978), a departamentalização fabril é a base para a classificação essencial e subsequente acumulação dos custos pelos departamentos. Existem arbitrariedades nesta forma de apropriação dos custos indiretos, contudo na alocação com base na departamentalização estarão sendo cometidas menos injustiças e diminuídas as chances de grandes erros.

Departamento, também chamado centro de custos, é a unidade mínima administrativa para a Contabilidade de Custos que desenvolve atividades homogêneas. Segundo Matz, Curry e Frank (1978), os departamentos podem ser classificados como:

- Departamento de Produção: é aquele em que as operações manuais e mecânicas são executadas diretamente sobre o produto, seus custos são jogados sobre o produto;
- Departamento de Serviços: basicamente executa serviço, e não atua diretamente sobre o produto, presta serviços especiais para o benefício de outros departamentos, tem seus custos transferidos para os departamentos que deste se beneficia.

Os departamentos devem ser escolhidos com base em alguns critérios, segundo Martins (2003):

- Similaridade de operações, processos e maquinaria em cada departamento;
- Localização das operações, processos e maquinaria;
- Responsabilidade pela produção e custos;
- Número dos departamentos ou centros de custos.

2.4 Pesquisa Operacional

Segundo Shamblin e Stevens (1989), a Pesquisa Operacional (P.O.) é um método científico de tomada de decisão que surgiu durante a Segunda Guerra Mundial para auxiliar na resolução de problemas estratégicos e táticos. Após a guerra, este método espalhou-se pelas organizações industriais tornando-se um tipo de abordagem comum na solução de problemas organizacionais.

Através de desenvolvimentos de base quantitativa, a P.O. visa também introduzir elementos de objetividade e racionalidade nos processos de tomada de decisão, sem descuidar, no entanto, dos elementos subjetivos e de enquadramento organizacional que caracterizam os problemas. (Shamblin e Stevens, 1989)

A P.O. trabalha da seguinte forma, segundo Silva, Silva, Gonçalves e Murolo (1998):

- **Formulação do problema:** onde serão definidos os objetivos do estudo e estabelecidas as restrições do sistema em estudo;
- **Construção do modelo:** nesta fase é construído um modelo matemático constituído por equações e inequações, as quais formaram a função objetivo e as restrições, sendo estas representadas por variáveis de decisão e variáveis não controladas;
- **Solução através do modelo:** realizado através de técnicas matemáticas específicas;
- **Teste do modelo e da solução:** pode ser realizado com dados históricos do sistema. Na ausência destes dados, o sistema deve operar sem mudanças e em seguida existe o confronto dos dados com o desempenho do modelo. Nesta fase será decidido se o modelo deverá continuar em uso ou será reformulado;
- **Estabelecimento de controles da solução:** a partir do momento em que o modelo é aceito, seus parâmetros devem ser continuamente controlados para garantir a validade da solução adotada;
- **Implementação e acompanhamento:** a implantação deve ser acompanhada de perto para se observar o comportamento do sistema e possíveis adequações que se fizerem necessárias.

Problemas de programação. Os problemas de programação visam determinar distribuições ótimas de recursos limitados para satisfazer objetivos dados; mais especificamente, eles tratam de situações onde um número de recursos, tais como homens, materiais e máquinas, estão disponíveis e estão para ser combinados para produzir um ou mais produtos. Há, contudo, certas restrições sobre todas ou algumas das seguintes extensas categorias, isto é, sobre a quantidade total de cada recurso disponível, sobre a quantidade de cada produto feito, sobre a qualidade de cada produto. Mesmo dentro destas restrições, existirão muitas distribuições possíveis. A par de todas as distribuições permissíveis de recursos, é desejável determinar aquela ou aquelas que maximizam ou minimizam alguma quantidade numérica, tal como um lucro ou custo. (Hadley, 1982)

Programação Linear (P.L.) é uma das técnicas utilizadas na abordagem de problemas em P.O. devido à simplicidade do modelo e à disponibilidade de uma técnica de solução programável em computador. O modelo matemático da P.L. é composto de relações que precisam ser lineares tanto nas restrições como na função a ser otimizada. (Silva, Silva, Gonçalves e Murolo, 1998)

A P.L. consiste na aplicação de álgebra matricial para resolver estas equações usando algumas regras especiais que garantem que a solução satisfaz todas as condições necessárias e ainda mostra os melhores resultados com relação ao objetivo. (Shamblin e Stevens, 1989)

A programação linear é um assunto prático. De fato, o seu rápido desenvolvimento se deu por causa das inúmeras aplicações a que foi submetido. Ela é apenas uma aproximação do mundo real, entretanto, a representação, em geral, nos leva a resultados bastante razoáveis. Em qualquer campo da ciência ou engenharia, é raro determinar-se um modelo que represente o mundo real exatamente. A questão crucial é se a representação tem uma acurácia que nos leve a informações corretas. (Hadley, 1982)

3. ESTUDO DE CASO

3.1 A Empresa

A empresa utilizada para estudo, *Gracibellis Indústria e Comércio de Malhas Ltda*, é uma empresa de pequeno porte do ramo de malharia, localizada em Campos do Jordão-SP. É constituída por dois sócios e conta com 7 colaboradores. A empresa encaixa sua forma de tributação no *Simples* (alíquota de 5,4% sobre o faturamento) e recolhe ICMS com alíquota de 18%.

A escolha desta empresa deu-se devido às necessidades da administração; esta sentia a ausência de uma análise significativa de seus gastos para poder assim tomar decisões quanto ao seu mix de produção, bem como sobre a viabilidade de continuar neste ramo. Outro motivo para que esta tenha sido apontada como empresa de estudo foi o fácil acesso a mesma, permitindo assim a obtenção dos dados sem maior burocracia.

A empresa será aqui dividida em departamentos, seguindo os critérios apresentados acima.

- Departamentos de serviços: administração e almoxarifado;
- Departamentos de produção: acabamento e tecelagem.

Tais departamentos estão representados na “Figura 1”.

3.2 Coleta de dados

Para este estudo fez-se necessário o levantamento do gastos nos quais a empresa incorre durante determinado período, aqui considerado mensal. Deve-se ressaltar que este trabalho irá considerar todos os gastos como custos, lembrando que tal análise não será usada com objetivos fiscais e sim para controle interno.

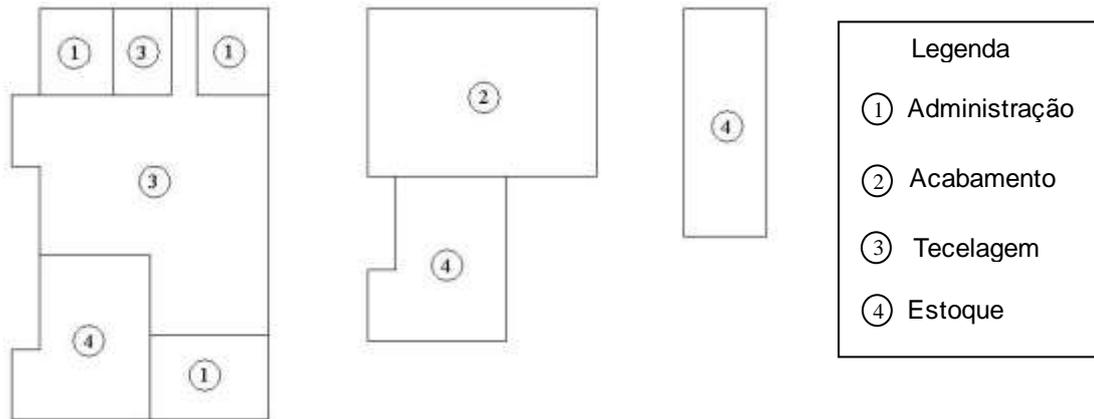


Figura 1 – Planta da Empresa

3.3 Análise de dados

Seguindo a metodologia de Crepaldi (1998), primeiramente foram separados os custos de produto dos custos do período. Os custos diretos dos produtos são constituídos por *matéria-prima, embalagem e impostos relativos à venda*. Já os custos do período compreendem: *aluguel, energia elétrica, água, telefone, depreciação de maquinário, seguro do imóvel, mão-de-obra, encargos salariais, tributação e despesas com contabilidade*. A “Figura 2” apresenta parte destes custos, os demais podem ser observados na planilha de distribuição de custos que se encontra na “Figura 3”.

| Custos Diretos e Custos do Período | | | |
|------------------------------------|-----------|------------------|--------------|
| Custos Diretos | | Custos Indiretos | |
| MP1 [R\$/kg] | R\$ 21,90 | Aluguel | R\$ 2.000,00 |
| MP2 [R\$/kg] | R\$ 19,90 | Energia elétrica | R\$ 300,00 |
| MP3 [R\$/kg] | R\$ 23,00 | Água | R\$ 20,00 |
| MP4 | R\$ 1,20 | Telefone | R\$ 150,00 |
| MP5 [grosa] | R\$ 38,50 | Seguro | R\$ 500,00 |
| embalagem [kg] | R\$ 8,00 | Contabilidade | R\$ 250,00 |

Figura 2 – Custos Diretos e Custos do Período

Em seguida, os custos diretos de produto são atribuídos aos produtos específicos, enquanto os custos indiretos são atribuídos a centro de custos: *acabamento, tecelagem, almoxarifado e administração*, considerados Custos Indiretos de Fabricação (CIF). A forma com que os CIF são atribuídos aos departamentos tem relação com as bases de rateio utilizadas:

- Aluguel: área ocupada por cada departamento;
- Energia elétrica: potência dos equipamentos em cada departamento;
- Água: utilização de cada departamento;

- Telefone, Salário da administração e Contabilidade: diretamente à administração;
- Depreciação e Seguro: valor de máquina de cada departamento;
- Mão-de-obra e Encargos salariais: diretamente a cada departamento.

Existe, então um repasse dos custos que estão nos departamentos de serviços para os departamentos de produção, visto que estes são os que entram em contato direto com o produto. De acordo com Martins (2003), o critério mais utilizado na prática é o de se hierarquizar os departamentos de serviços de forma que aquele que tiver seus custos distribuídos não receba rateio de nenhum outro.

As bases utilizadas para este rateio são:

- Rateio da Administração: número de entrevistas de cada departamento à administração;
- Rateio do Almoxarifado: grau de utilização de cada departamento.

A Administração será o primeiro departamento que terá os custos distribuídos por ser um departamento de serviço e porque presta muito mais do que recebe serviços. A seguir, o Almoxarifado distribuirá seus custos por também ser um departamento de serviços (“Figura 3”).

Apropriação dos Custos aos Departamentos

| Custos Indiretos | Base de rateio | Acabamento | Tecelagem | Almoxarifado | Administração | Total |
|--------------------|-----------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| Aluguel | Área [m2] | R\$ 436,90 | R\$ 605,43 | R\$ 673,60 | R\$ 284,07 | R\$ 2.000,00 |
| E. elétrica | Potência da Máq | R\$ 105,00 | R\$ 165,00 | R\$ 6,00 | R\$ 24,00 | R\$ 300,00 |
| Água | Uso | R\$ 12,00 | R\$ - | R\$ - | R\$ 8,00 | R\$ 20,00 |
| Telefone | Administração | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ 150,00 | R\$ 150,00 |
| Salário adm | Administração | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ 500,00 | R\$ 500,00 |
| Depreciação | Valor Máquina | R\$ 142,50 | R\$ 979,17 | R\$ - | R\$ 183,33 | R\$ 1.305,00 |
| Seguro | Área [m2] | R\$ 62,50 | R\$ 429,46 | R\$ - | R\$ 8,04 | R\$ 500,00 |
| MO | Departamento | R\$ 1.679,78 | R\$ 1.308,92 | R\$ - | R\$ 436,31 | R\$ 3.425,00 |
| Encargos Salariais | Departamento | R\$ 392,85 | R\$ 196,43 | R\$ - | R\$ 55,56 | R\$ 644,84 |
| Contabilidade | Administração | R\$ - | R\$ - | R\$ - | R\$ 250,00 | R\$ 250,00 |
| Soma | | R\$ 2.831,53 | R\$ 3.684,40 | R\$ 679,60 | R\$ 1.899,31 | R\$ 9.094,84 |
| Rateio Adm Geral | | R\$ 949,66 | R\$ 759,72 | R\$ 189,93 | R\$ (1.899,31) | |
| Rateio Almoxarif | | R\$ 608,67 | R\$ 260,86 | R\$ (869,53) | | |
| Soma | | R\$ 4.389,85 | R\$ 4.704,98 | R\$ - | R\$ - | R\$ 9.094,84 |
| Horas Trabalhadas | | 672 | 672 | | | |
| Custo da hora | | R\$ 6,53 | R\$ 7,00 | | | |

Figura 3 – Apropriação dos Custos aos Departamentos

A partir do momento em que todos os custos já foram atribuídos aos departamentos de Tecelagem e Acabamento, os custos indiretos podem ser distribuídos destes aos produtos de acordo com o seu uso, ou seja, considerado o tempo que cada produto permanece em determinado centro de custos – colunas “Cind Acab” e “Cind Tec” na “Figura 4”, as quais representam Custo Indireto de Acabamento e Custo Indireto de Tecelagem, respectivamente – os tempos de produção de cada produto da empresa podem ser encontrados detalhados na

“Figura 8”, nas colunas “Tempo Tec” e “Tempo Acab”, correspondendo aos tempos de tecelagem e acabamento respectivamente.

| Custos Total dos Produtos Acabados | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-----------|----------|----------------|-----------|-----------|----------|--------------|-------------|--|
| Produtos | Cind Acab | Cind Tec | Custo Indireto | MP | Embalagem | Impostos | Custo Direto | Custo Total | |
| A1 | R\$ 0,76 | R\$ 0,82 | R\$ 1,58 | R\$ 1,09 | R\$ 0,16 | R\$ 1,15 | R\$ 2,41 | R\$ 3,99 | |
| C1 | R\$ 3,59 | R\$ 3,38 | R\$ 6,98 | R\$ 6,95 | R\$ 0,16 | R\$ 3,54 | R\$ 10,65 | R\$ 17,63 | |
| C2 | R\$ 4,14 | R\$ 3,38 | R\$ 7,52 | R\$ 9,06 | R\$ 0,16 | R\$ 5,22 | R\$ 14,44 | R\$ 21,96 | |
| C3 | R\$ 4,14 | R\$ 3,38 | R\$ 7,52 | R\$ 9,26 | R\$ 0,16 | R\$ 6,56 | R\$ 15,98 | R\$ 23,51 | |
| C4 | R\$ 4,14 | R\$ 3,38 | R\$ 7,52 | R\$ 12,19 | R\$ 0,16 | R\$ 6,04 | R\$ 18,99 | R\$ 25,91 | |
| CH1 | R\$ 0,76 | R\$ 1,75 | R\$ 2,51 | R\$ 4,48 | R\$ 0,16 | R\$ 2,61 | R\$ 7,24 | R\$ 9,76 | |
| CH2 | R\$ 1,42 | R\$ 2,92 | R\$ 4,33 | R\$ 6,57 | R\$ 0,16 | R\$ 2,92 | R\$ 9,65 | R\$ 13,96 | |
| CH3 | R\$ 0,76 | R\$ 1,75 | R\$ 2,51 | R\$ 5,87 | R\$ 0,16 | R\$ 3,74 | R\$ 9,76 | R\$ 12,27 | |
| CH4 | R\$ 1,42 | R\$ 3,38 | R\$ 4,80 | R\$ 7,66 | R\$ 0,16 | R\$ 4,79 | R\$ 12,61 | R\$ 17,41 | |
| CH5 | R\$ 0,76 | R\$ 2,33 | R\$ 3,10 | R\$ 4,38 | R\$ 0,16 | R\$ 2,62 | R\$ 7,16 | R\$ 10,26 | |
| CH6 | R\$ 0,76 | R\$ 1,75 | R\$ 2,51 | R\$ 4,48 | R\$ 0,16 | R\$ 3,56 | R\$ 8,20 | R\$ 10,71 | |
| L1 | R\$ 1,31 | R\$ 3,50 | R\$ 4,81 | R\$ 6,57 | R\$ 0,16 | R\$ 2,23 | R\$ 8,96 | R\$ 13,76 | |
| L2 | R\$ 1,31 | R\$ 3,50 | R\$ 4,81 | R\$ 6,97 | R\$ 0,16 | R\$ 2,16 | R\$ 9,28 | R\$ 14,09 | |
| M1 | R\$ 2,94 | R\$ 3,50 | R\$ 6,44 | R\$ 8,96 | R\$ 0,16 | R\$ 5,93 | R\$ 15,04 | R\$ 21,49 | |
| M2 | R\$ 2,94 | R\$ 2,92 | R\$ 5,86 | R\$ 8,26 | R\$ 0,16 | R\$ 6,06 | R\$ 14,47 | R\$ 20,33 | |
| M3 | R\$ 1,31 | R\$ 3,38 | R\$ 4,69 | R\$ 4,28 | R\$ 0,16 | R\$ 3,33 | R\$ 7,77 | R\$ 12,46 | |
| M4 | R\$ 2,18 | R\$ 1,75 | R\$ 3,93 | R\$ 4,58 | R\$ 0,16 | R\$ 5,34 | R\$ 10,07 | R\$ 14,00 | |
| M5 | R\$ 0,76 | R\$ 1,75 | R\$ 2,51 | R\$ 5,97 | R\$ 0,16 | R\$ 5,37 | R\$ 11,50 | R\$ 14,01 | |
| M6 | R\$ 3,05 | R\$ 2,33 | R\$ 5,38 | R\$ 6,17 | R\$ 0,16 | R\$ 6,02 | R\$ 12,35 | R\$ 17,73 | |
| T1 | R\$ 4,46 | R\$ 6,77 | R\$ 11,23 | R\$ 9,10 | R\$ 0,16 | R\$ 6,59 | R\$ 15,96 | R\$ 27,09 | |
| T2 | R\$ 4,46 | R\$ 6,42 | R\$ 10,88 | R\$ 12,84 | R\$ 0,16 | R\$ 7,30 | R\$ 20,30 | R\$ 31,18 | |
| T3 | R\$ 4,46 | R\$ 6,42 | R\$ 10,88 | R\$ 14,23 | R\$ 0,16 | R\$ 7,05 | R\$ 21,44 | R\$ 32,32 | |

Figura 4 – Custo Total dos Produtos Acabados

A soma dos custos diretos e custos indiretos distribuídos forma o custo total do produto. (“Figura 4”) Sobre este custo está sendo computada uma margem de lucro de 20% para constituir o preço sugerido de venda. Tais valores podem ser observados na “Figura 5”. A comparação entre *preço sugerido de venda* e *preço praticado* atualmente na empresa pode ser encontrado no gráfico da “Figura 6”.

| Preço Praticado e Preço Sugerido | | | | |
|----------------------------------|-------------|-----------------------------------|-----------------|-------|
| | Custo Total | Preço Sugerido (Margem de 20%) | Preço Praticado | |
| A1 | R\$ 3,99 | R\$ 4,79 | R\$ | 5,90 |
| C1 | R\$ 17,63 | R\$ 21,16 | R\$ | 20,60 |
| C2 | R\$ 21,96 | R\$ 26,35 | R\$ | 29,40 |
| C3 | R\$ 23,51 | R\$ 28,21 | R\$ | 35,30 |
| C4 | R\$ 25,91 | R\$ 31,09 | R\$ | 35,30 |
| CH1 | R\$ 9,76 | R\$ 11,71 | R\$ | 14,70 |
| CH2 | R\$ 13,98 | R\$ 16,77 | R\$ | 17,65 |
| CH3 | R\$ 12,27 | R\$ 14,73 | R\$ | 20,60 |
| CH4 | R\$ 17,41 | R\$ 20,90 | R\$ | 26,50 |
| CH5 | R\$ 10,26 | R\$ 12,31 | R\$ | 14,70 |
| CH6 | R\$ 10,71 | R\$ 12,86 | R\$ | 18,80 |
| L1 | R\$ 13,78 | R\$ 16,52 | R\$ | 14,70 |
| L2 | R\$ 14,09 | R\$ 16,91 | R\$ | 14,70 |
| M1 | R\$ 21,49 | R\$ 25,78 | R\$ | 32,35 |
| M2 | R\$ 20,33 | R\$ 24,40 | R\$ | 32,35 |
| M3 | R\$ 12,46 | R\$ 14,95 | R\$ | 17,65 |
| M4 | R\$ 14,00 | R\$ 16,80 | R\$ | 26,45 |
| M5 | R\$ 14,01 | R\$ 16,81 | R\$ | 27,65 |
| M6 | R\$ 17,73 | R\$ 21,28 | R\$ | 30,60 |
| T1 | R\$ 27,09 | R\$ 32,51 | R\$ | 35,30 |
| T2 | R\$ 31,18 | R\$ 37,42 | R\$ | 41,20 |
| T3 | R\$ 32,32 | R\$ 38,79 | R\$ | 41,20 |

Figura 5 – Preço Praticado e Preço Sugerido para venda

A coluna “Impostos” (Fig. 4) trata do imposto estadual ICMS que tem alíquota de 18% sobre a diferença entre compra e venda da empresa, o imposto federal SIMPLES que tem alíquota de 5,4% e incide sobre o faturamento da empresa.

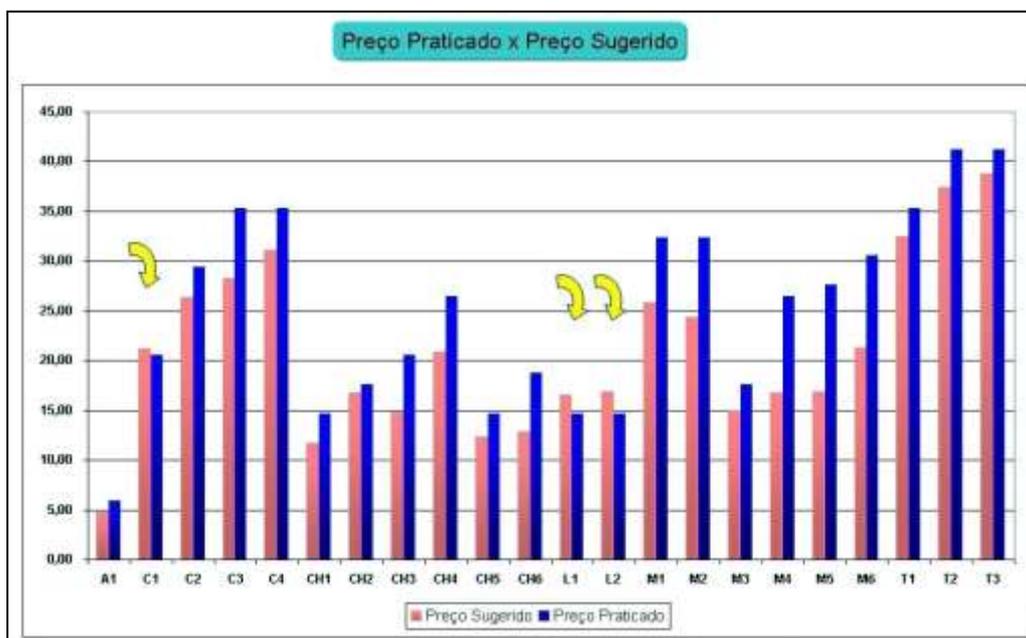


Figura 6 – Gráfico do Preço Praticado x Preço Sugerido

Baseando-se no custo total do produto (CT) e no preço de venda praticado (PVP) pode-se chegar ao Lucro Bruto (LB), do qual será abatido o imposto de renda (IR) para constituição do Lucro Líquido (LL), tais valores podem ser encontrados na “Figura 7”. É importante ressaltar que este valor de Imposto de Renda é resultante

da soma do IRPJ (Imposto de Renda de Pessoa Jurídica) e da CSSL (Contribuição Social Sobre Lucro) que correspondem respectivamente a 15% e 9% para esta empresa.

| Cálculo do Lucro Líquido | | | | | | |
|--------------------------|-----------------|-----------|-------------|----------|---------------|--|
| Produtos | Preço Praticado | Custo | Lucro Bruto | IR | Lucro Líquido | |
| A1 | R\$ 5,90 | R\$ 3,89 | R\$ 1,91 | R\$ 0,46 | R\$ 1,45 | |
| C1 | R\$ 20,80 | R\$ 17,63 | R\$ 2,97 | R\$ 0,71 | R\$ 2,26 | |
| C2 | R\$ 29,40 | R\$ 21,86 | R\$ 7,44 | R\$ 1,79 | R\$ 5,65 | |
| C3 | R\$ 35,30 | R\$ 23,51 | R\$ 11,79 | R\$ 2,83 | R\$ 8,96 | |
| C4 | R\$ 35,30 | R\$ 25,91 | R\$ 9,39 | R\$ 2,25 | R\$ 7,14 | |
| CH1 | R\$ 14,70 | R\$ 9,76 | R\$ 4,94 | R\$ 1,18 | R\$ 3,76 | |
| CH2 | R\$ 17,65 | R\$ 13,98 | R\$ 3,67 | R\$ 0,88 | R\$ 2,79 | |
| CH3 | R\$ 20,80 | R\$ 12,27 | R\$ 8,33 | R\$ 2,00 | R\$ 6,33 | |
| CH4 | R\$ 26,50 | R\$ 17,41 | R\$ 9,09 | R\$ 2,18 | R\$ 6,91 | |
| CH5 | R\$ 14,70 | R\$ 10,26 | R\$ 4,44 | R\$ 1,07 | R\$ 3,38 | |
| CH6 | R\$ 19,80 | R\$ 10,71 | R\$ 8,09 | R\$ 1,94 | R\$ 6,15 | |
| L1 | R\$ 14,70 | R\$ 13,78 | R\$ 0,94 | R\$ 0,22 | R\$ 0,71 | |
| L2 | R\$ 14,70 | R\$ 14,09 | R\$ 0,61 | R\$ 0,15 | R\$ 0,46 | |
| M1 | R\$ 32,35 | R\$ 21,49 | R\$ 10,87 | R\$ 2,61 | R\$ 8,26 | |
| M2 | R\$ 32,35 | R\$ 20,93 | R\$ 12,02 | R\$ 2,89 | R\$ 9,14 | |
| M3 | R\$ 17,65 | R\$ 12,48 | R\$ 5,18 | R\$ 1,25 | R\$ 3,94 | |
| M4 | R\$ 26,45 | R\$ 14,00 | R\$ 12,45 | R\$ 2,99 | R\$ 9,46 | |
| M5 | R\$ 27,65 | R\$ 14,01 | R\$ 13,64 | R\$ 3,27 | R\$ 10,37 | |
| M6 | R\$ 30,80 | R\$ 17,73 | R\$ 12,87 | R\$ 3,09 | R\$ 9,78 | |
| T1 | R\$ 35,30 | R\$ 27,09 | R\$ 8,21 | R\$ 1,97 | R\$ 6,24 | |
| T2 | R\$ 41,20 | R\$ 31,18 | R\$ 10,02 | R\$ 2,40 | R\$ 7,61 | |
| T3 | R\$ 41,20 | R\$ 32,32 | R\$ 8,88 | R\$ 2,13 | R\$ 6,75 | |

Imposto de Renda

24%

Figura 7 – Lucro Líquido de cada produto

3.4 Análise de P.L.

Será aqui apresentada a formulação matemática que permitirá visualizar o melhor mix de produção para a empresa. A função objetivo será a maximização de lucro, retirada a partir dos valores de lucro líquido por produto apresentados na “Figura 7”.

Para restringir o problema foram utilizados os fatores que possuem grande influência no processo produtivo, são eles:

- Mão-de-obra disponível no departamento de acabamento;
- Horas de máquina disponíveis no departamento de tecelagem;
- Demanda mínima por produto;
- Matéria-prima disponível.

A “Figura 8” apresenta os valores relativos a horas trabalhadas em cada departamento produtivo, tempo de produção de cada produto nos respectivos departamentos e a quantidade de matéria-prima utilizada por cada produto.

A função objetivo e as restrições citadas podem ser observadas na “Figura 9”.

Com o auxílio da ferramenta “Solver” do “Excel”, foi possível calcular a ordem de produção que trará o máximo lucro para a empresa (“Figura 9”).

| Tempos de Produção e Quantidade de Matéria-Prima por Produto | | | | | | |
|--|-----------|-------------|-----------------|------------------|----------------------------|--|
| Produtos | Peso [kg] | Custo da MP | Tempo Tec [min] | Tempo Acab [min] | Horas Trabalhadas [h/mês] | |
| A1 | 0,055 | R\$ 1,09 | 7 | 7 | Departamento de Acabamento | |
| C1 | 0,215 | R\$ 6,95 | 29 | 33 | 672 | |
| C2 | 0,395 | R\$ 9,06 | 29 | 38 | Departamento de Tecelagem | |
| C3 | 0,405 | R\$ 9,26 | 29 | 38 | 672 | |
| C4 | 0,505 | R\$ 12,19 | 29 | 38 | | |
| CH1 | 0,225 | R\$ 4,48 | 15 | 7 | | |
| CH2 | 0,330 | R\$ 6,57 | 25 | 13 | | |
| CH3 | 0,255 | R\$ 5,87 | 15 | 7 | | |
| CH4 | 0,385 | R\$ 7,66 | 29 | 13 | | |
| CH5 | 0,220 | R\$ 4,38 | 20 | 7 | | |
| CH6 | 0,225 | R\$ 4,48 | 15 | 7 | | |
| L1 | 0,330 | R\$ 6,57 | 30 | 12 | | |
| L2 | 0,350 | R\$ 6,97 | 30 | 12 | | |
| M1 | 0,450 | R\$ 8,96 | 30 | 27 | | |
| M2 | 0,415 | R\$ 8,26 | 25 | 27 | | |
| M3 | 0,215 | R\$ 4,28 | 29 | 12 | | |
| M4 | 0,230 | R\$ 4,58 | 15 | 20 | | |
| M5 | 0,300 | R\$ 5,97 | 15 | 7 | | |
| M6 | 0,310 | R\$ 6,17 | 20 | 28 | | |
| T1 | 0,350 | R\$ 9,10 | 58 | 41 | | |
| T2 | 0,585 | R\$ 12,84 | 55 | 41 | | |
| T3 | 0,595 | R\$ 14,23 | 55 | 41 | | |

Figura 8 – Tempos de produção e matéria-prima por produto

A título de comparação serão mostrados na “Figura 10” a ordem de produção do mês de maio de 2003 com lucro correspondente a esta ordem, bem como a ordem de produção mensal sugerida pela formulação matemática e o lucro apropriado a esta. Cabe ressaltar que a diferença existente entre os valores de lucro da produção sugerida nas “Figura 9” e “Figura 10” são ligeiramente diferentes devido a aproximações utilizadas pela própria planilha eletrônica.

Formulação para Máximo Lucro

| Produtos | a1 | c1 | c2 | c3 | c4 | ch1 | ch2 | ch3 | ch4 | ch5 | ch6 | l1 | l2 | m1 | m2 | m3 | m4 | m5 | m6 | t1 | t2 | t3 | | | |
|------------------------|-----------|-----------|------------|-----------|------------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|------------|------------|------------|-----|----------------|---------|
| Função Objetivo | 1,45 | 2,26 | 5,65 | 8,96 | 7,14 | 3,76 | 2,79 | 6,33 | 6,91 | 3,38 | 6,15 | 0,71 | 0,46 | 8,26 | 9,14 | 3,94 | 9,46 | 10,37 | 9,78 | 6,24 | 7,61 | 6,75 | | | |
| Restrições | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MO Acabamento | 7 | 33 | 38 | 38 | 38 | 7 | 13 | 7 | 13 | 7 | 7 | 12 | 12 | 27 | 27 | 12 | 20 | 7 | 28 | 41 | 41 | 41 | <= | 40320 | 32020 |
| MO Tecelagem | 7 | 29 | 29 | 29 | 29 | 15 | 25 | 15 | 29 | 20 | 15 | 30 | 30 | 30 | 25 | 29 | 15 | 15 | 20 | 58 | 55 | 55 | <= | 40320 | 40319 |
| Demanda A1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | >= | 65 | 66 |
| Demanda C1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | >= | 65 | 65 |
| Demanda C2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | >= | 100 | 100 |
| Demanda C3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | >= | 50 | 50 |
| Demanda C4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | >= | 100 | 100 |
| Demanda CH1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | >= | 200 | 200 |
| Demanda CH2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | >= | 80 | 80 |
| Demanda CH3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | >= | 200 | 200 |
| Demanda CH4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | >= | 40 | 40 |
| Demanda CH5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | >= | 15 | 15 |
| Demanda CH6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | >= | 0 | 0 |
| Demanda L1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | >= | 25 | 25 |
| Demanda L2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | >= | 8 | 8 |
| Demanda M1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | >= | 80 | 80 |
| Demanda M2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | >= | 0 | 0 |
| Demanda M3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | >= | 8 | 8 |
| Demanda M4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | >= | 8 | 8 |
| Demanda M5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | >= | 0 | 48 |
| Demanda M6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | >= | 0 | 0 |
| Demanda T1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | >= | 100 | 100 |
| Demanda T2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | >= | 100 | 100 |
| Demanda T3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | >= | 100 | 100 |
| MP 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,595 | <= | 200 | 59,5 |
| MP 2 | 0,055 | 0,215 | 0,395 | 0,405 | 0,505 | 0,225 | 0,330 | 0 | 0,385 | 0,220 | 0,225 | 0,330 | 0,350 | 0,450 | 0,415 | 0,215 | 0,230 | 0,300 | 0,310 | 0,350 | 0,585 | 0 | <= | 1000 | 376,465 |
| MP 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,255 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <= | 200 | 51 |
| Solução | 66 | 65 | 100 | 50 | 100 | 200 | 80 | 200 | 40 | 15 | 0 | 25 | 8 | 80 | 0 | 8 | 8 | 48 | 0 | 100 | 100 | 100 | Z = | 7885,09 | |

Figura 9 – Formulação para máximo lucro

| Produtos | Produção | Lucro | Sugestão Produção | Lucro |
|---------------------|--------------|--------------|----------------------|---------------------|
| | Maio de 2003 | Maio de 2003 | | Sugestão |
| A1 | 240 | R\$ 348,70 | 66 | R\$ 95,89 |
| C1 | 0 | R\$ - | 65 | R\$ 146,75 |
| C2 | 6 | R\$ 33,92 | 100 | R\$ 565,31 |
| C3 | 78 | R\$ 899,18 | 50 | R\$ 448,19 |
| C4 | 0 | R\$ - | 100 | R\$ 713,85 |
| CH1 | 345 | R\$ 1.296,57 | 200 | R\$ 751,63 |
| CH2 | 134 | R\$ 373,64 | 80 | R\$ 223,07 |
| CH3 | 124 | R\$ 784,70 | 200 | R\$ 1.265,64 |
| CH4 | 169 | R\$ 1.167,00 | 40 | R\$ 276,21 |
| CH5 | 93 | R\$ 314,04 | 15 | R\$ 50,65 |
| CH6 | 10 | R\$ 61,45 | 0 | R\$ - |
| L1 | 49 | R\$ 34,89 | 25 | R\$ 17,80 |
| L2 | 22 | R\$ 10,21 | 8 | R\$ 3,71 |
| M1 | 0 | R\$ - | 80 | R\$ 660,76 |
| M2 | 0 | R\$ - | 0 | R\$ - |
| M3 | 0 | R\$ - | 8 | R\$ 31,54 |
| M4 | 5 | R\$ 47,30 | 8 | R\$ 75,69 |
| M5 | 0 | R\$ - | 48 | R\$ 497,53 |
| M6 | 0 | R\$ - | 0 | R\$ - |
| T1 | 0 | R\$ - | 100 | R\$ 624,07 |
| T2 | 117 | R\$ 890,63 | 100 | R\$ 761,22 |
| T3 | 26 | R\$ 175,41 | 100 | R\$ 674,86 |
| R\$ 6.237,63 | | | | R\$ 7.884,19 |

Figura 10 – Lucro relacionado com determinada ordem de produção mensal

A resposta apresentada pela programação linear traz um aumento no lucro de aproximadamente 26,4% com relação à ordem de produção efetiva do mês de maio de 2003, o que representa um aumento extremamente significativo para a empresa.

4. CONCLUSÃO

Foi de grande aproveitamento prático o levantamento de custos da empresa, bem como a determinação da distribuição destes pelos departamentos. A ferramenta de racionalização, programação linear, tornou extremamente prática a determinação do mix de produção.

A solução aqui encontrada será uma ferramenta de grande valia para a tomada de decisões na empresa em estudo; percebe-se que há viabilidade em continuar a produção e que os lucros podem ser aumentados.

Cabe agora à empresa implementar o sistema encontrado pela programação linear para possíveis ajustes que se fizerem necessários.

REFERÊNCIAS

- CREPALDI, S. A. Contabilidade Gerencial: Teoria e Prática. São Paulo : Atlas, 1998.
- HADLEY, G. Programação Linear. Rio de Janeiro : Guanabara Dois, 1982.
- MARTINS, E. Contabilidade de Custos. 9. ed. São Paulo : Atlas, 2003.
- MATZ, A.; CURRY, O. J.; FRANK, G. W. Contabilidade de Custos. 2. ed. São Paulo : Atlas, 1978.
- MAUAD, L. G. A.; PAMPLONA, E. O. O Custeio ABC em empresas de serviços: características observadas na implantação em uma empresa do setor. In: IX Congresso Brasileiro de Custos, São Paulo.
- SILVA, E. M.; GONÇALVES, V.; MUROLO, A. C. Pesquisa Operacional, 3. ed. São Paulo : Atlas, 1998.
- SHAMBLIN, J. E. & STEVENS JR., G.T. Pesquisa Operacional; uma abordagem básica. São Paulo : Atlas, 1989.