



SPOLM 2008

ISSN 2175-6295

Rio de Janeiro- Brasil, 05 e 06 de agosto de 2008.

## **DIAGNÓSTICO FUNCIONAL PARA OTIMIZAR A PRODUÇÃO DE UMA CONFEITARIA**

**Júlyce Odília de Matos Costa**

SENAI/FATESG

Rua 227-A , 95 Setor Leste Universitário, Goiânia - GO

[senai@sistemafieg.org.br](mailto:senai@sistemafieg.org.br)

### **RESUMO**

Este relatório trata da utilização de programação linear, da área de Pesquisa Operacional, em uma confeitaria com o fim de otimizar sua produção. É composto pelo levantamento de dados referentes à produção de doces da confeitaria, seu diagnóstico funcional, montagem do modelo de otimização da produção, e sua solução para a produção dita ótima, sugerindo um dimensionamento diferente em relação ao que e quanto é produzido, com a finalidade de aumentar o lucro da empresa.

Palavras-chave: otimização, produção e diagnóstico.

### **ABSTRACT**

This report deals with the use of linear programming, from Operations Research, in a sweetshop in order to optimize its production. It consists of the lifting of data on the production of the sweetshop candies, its functional diagnosis, elaboration of optimized production model, and its solution, suggesting different amounts to what and how much is produced, with the purpose of increasing the profit of the company.

Keywords: optimization, production and diagnosis.

### **1. Introdução**

A sociedade contemporânea é caracterizada pela velocidade e amplitude com as quais as mudanças ocorrem no ambiente. As organizações precisam acompanhar essas mudanças para conseguirem se manter competitivas no mercado. Os recursos necessários às suas atividades, muitas vezes escassos, precisam ser bem utilizados para a manutenção dessa competitividade.

A produção de muitas empresas, inclusive confeitarias, costuma ser feita de forma no máximo empírica. São usadas a experiência e intuição para dimensioná-las, de acordo com sua capacidade de atender à demanda. Com isto acabam perdendo em eficiência e eficácia, por desperdiçarem recursos, que por sua vez são limitados, pois não há preocupação em utilizar métodos científicos precisos. Para Gaither e Frazier (2002), uma melhor administração das operações de uma empresa pode agregar valor à empresa ao melhorar sua competitividade e lucratividade a longo prazo. (...) A administração da produção e operações (APO) é a administração do sistema de produção de uma organização, que transforma os insumos nos produtos e serviços da organização.

A P.O. oferece esses métodos para determinar a melhor utilização de recursos, possibilitando, assim, encontrar a solução ótima para o plano de produção, garantindo eficácia para a empresa e eliminando desperdícios. Gaither e Frazier (2002) afirmam que a pesquisa

operacional, à semelhança da administração científica, procura substituir a tomada de decisões intuitiva para grandes e complexos problemas por uma abordagem que identifique a alternativa ótima, ou a melhor, por meio de análise. Os gerentes de operações, à semelhança dos gerentes da área de marketing, finanças e outras especialidades da administração, têm adotado as abordagens e técnicas da pesquisa operacional para melhorar suas tomadas de decisão.

De acordo com Ehrlich (1991) Pesquisa Operacional é uma metodologia de estruturar processos aparentemente não estruturados por meio da construção de modelos. Utiliza um conjunto de técnicas quantitativas com o intuito de resolver os aspectos matemáticos dos modelos. Problemas como os que ocorrem na vida real apresentam dificuldades das mais variadas naturezas. (...) As aplicações da Pesquisa Operacional estendem-se desde o balanceamento de linhas de produção em fábricas, ou fluxo ótimo de pacientes em hospitais, até ao estudo de estruturas sociais e de processos psicológicos.

Considerando isso, este artigo se propõe a realizar um diagnóstico funcional para otimizar a área de produção da confeitaria. Seus objetivos específicos são: coletar e analisar dados referentes à produção de doces vendidos por unidade da confeitaria para elaboração do problema (plano ótimo de produção); construir o modelo para resolver o problema; e desenvolver a solução do modelo.

## **2. Metodologia**

A metodologia consistiu em realizar uma pesquisa bibliográfica para fundamentar teoricamente este trabalho, e para que pudessem ser coletados os dados necessários, referentes à produção. A área geográfica onde o levantamento de dados ocorreu foi a unidade matriz da confeitaria. As pessoas envolvidas no levantamento foram a gerente da unidade e os funcionários responsáveis pela produção de doces. Os instrumentos de levantamento de dados utilizados foram o questionário e a entrevista.

Os questionários utilizados foram formatados como tabelas com as seguintes finalidades: coletar os dados sobre as compras diárias realizadas no período de amostragem, obter dados sobre controle diário de vendas (quantidade vendida e preço de venda) de doces das três unidades da confeitaria e obter dados sobre o controle diário da quantidade produzida e quantidade de sobra de doces para cada unidade da confeitaria.

Foram realizadas entrevistas informais com os funcionários para levantar os dados referentes às receitas dos doces, e entrevista, também informal, com a gerente para levantar o histórico da empresa.

Os funcionários que participaram da entrevista foram escolhidos em função de sua experiência, ou seja, foram entrevistados aqueles que possuíam melhor conhecimento geral sobre a fabricação de doces, caracterizando, assim, uma amostragem de julgamento e também por cotas.

O período de amostragem para produção, vendas e sobra de doces foi de três semanas, visto que as compras são realizadas semanalmente. Ele pode ser classificado como amostragem de conveniência, pois as semanas foram escolhidas em função da época em que ocorreu a coleta de dados.

Feito o levantamento, os dados foram organizados e tabulados. Os devidos cálculos foram feitos em planilhas do software Excel para encontrar os dados específicos do modelo. A partir daí foi montado o modelo do problema na forma de programação linear, para que se procedesse à solução através do software LINDO.

O diagnóstico funcional da produção da empresa foi feito com o uso da análise SWOT. Segundo Araújo (2006) análise SWOT é uma análise do ambiente externo e interno de uma empresa, como ferramentas de apoio ao seu processo de planejamento estratégico. No eixo externo da análise organizacional, encontram-se as Oportunidades e Ameaças, enquanto que no ambiente interno encontram-se as Forças e Fraquezas. Sua importância no apoio à

formulação de estratégias, deriva de sua capacidade de promover um confronto entre as variáveis externas e internas, facilitando a geração de alternativas de escolhas estratégicas, bem como de possíveis linhas de ação.

### **3. Desenvolvimento do trabalho**

A seguir encontram-se a apresentação da confeitaria, com um breve histórico, o diagnóstico funcional realizado, e as atividades desenvolvidas na obtenção do modelo e sua solução, compondo as informações obtidas nas visitas realizadas à confeitaria.

#### **3.1. Apresentação da empresa**

A confeitaria estudada é uma empresa de médio porte que se encontra no mercado desde 1987. Suas atividades foram iniciadas na unidade matriz, com 10 funcionários, trabalhando com os mesmos produtos atuais. Atualmente a matriz funciona no mesmo local, possuindo 15 funcionários. Nela é realizada toda a produção e distribuída para as demais unidades e clientes – a confeitaria também fornece produtos para outros estabelecimentos, como Lojas de Conveniência, além da produção por encomenda. Nela foram realizadas as visitas para a coleta de dados.

As suas filiais foram abertas em 1994 e em 2002, começando com 08 funcionários cada uma. Os produtos que fornecem são os mesmos, desde o início, e continuam com a mesma quantidade de funcionários.

#### **3.2. Diagnóstico funcional**

O diagnóstico funcional foi desenvolvido com base na análise SWOT das seguintes atividades: entrada de insumos, processamento e saída do produto. A análise consiste em levantar os pontos fortes (S - strengths); os pontos fracos (W – weaknesses), apontando suas causas e possíveis soluções; as oportunidades (O – opportunities); e as ameaças (T – threats).

Entrada de insumos:

S: a maioria dos itens é comprada diretamente de quem produz (fornecedor), não havendo divergências de produtos, quantidades e prazo de entrega negociados. A compra é realizada semanalmente, de forma que o estoque seja mantido num nível constante e capaz de atender às necessidades de insumos.

W: alguns produtos são comprados de forma aleatória frequentemente, sendo que algum funcionário para suas atividades para sair da confeitaria e comprar o item em falta.

Causa: falta de um planejamento prévio do que será produzido, pois a produção do dia é decidida sem a devida antecedência.

Solução: dimensionar semanalmente a produção, possibilitando planejar um momento adequado para realizar a compra desses insumos.

O: o grande volume e constância de compras permitem negociação com os fornecedores, possibilitando preços e formas de pagamentos especiais. Os fornecedores conseguem fornecer semanalmente.

T: obtenção de vantagens, em relação aos fornecedores, por parte de concorrentes, quando estes elaboram bons planejamentos para a compra de insumos, conseguindo melhores preços em relação à empresa em estudo.

Processamento:

S: capacidade de suprir as oscilações da demanda, devido à quantidade suficiente de funcionários e instalações adequadas; racionalização da produção (tarefas divididas entre funcionários, de forma que aconteçam simultaneamente).

W: desperdício de insumos.

Causa: produção dimensionada sem precisão.

Solução: utilizar métodos matemáticos para otimizar a produção.

O: mercado capacitado a absorver expansão do negócio como também a aquisição semanal baseada em planejamento da produção.

T: concorrentes aptos a ocupar mais espaço no mercado, por possuírem boas instalações e planejamento adequado da produção, controlando melhor os gastos e evitando desperdícios.

Saída de produtos:

S: distribuição dos produtos para pontos diversos (demais unidades, lojas de conveniência, produção por encomenda, etc.), expandindo, assim, as vendas.

W: fabricação de produtos que não oferecem bons lucros, onerando a produção.

Causa: ausência de cálculos, por parte da gerência, para demonstrar o retorno que cada produto oferece, com base em seu preço de venda e custo.

Solução: otimizar a produção, através de modelos matemáticos, para maximizar o lucro.

O: possibilidade de venda no atacado para outros distribuidores (varejistas). Esta demanda é vantajosa por ser constante e independente, não havendo sobra do que é produzido. Mercado consumidor em potencial para o consumo dos produtos que oferecem bons lucros à empresa estudada.

T: a qualidade do produto pode ser alterada quando a última etapa é feita por terceiros (como fritar salgados).

### **3.3. Atividades desenvolvidas**

No desenvolvimento deste trabalho foi considerada apenas a produção de doces vendidos por unidade da confeitaria, durante três semanas, para a definição do problema.

A construção do modelo foi iniciada através da coleta de dados referentes à produção, que constituiriam as variáveis e restrições do problema. Estas foram formadas pelos produtos fabricados (doces), recursos utilizados para a produção (ingredientes), disponibilidade e custo de recursos, quantidade diária produzida, quantidade diária vendida e preço de venda.

Primeiramente foram obtidas, junto aos funcionários responsáveis pela produção de doces, as receitas dos produtos e rendimento de cada uma. Estas indicam as necessidades de recursos de cada produto. Os funcionários descreveram as receitas com base na suas experiências junto ao processo de produção, fornecendo dados aproximados, não havendo precisão nas quantidades. Os itens bombom de uva e bombom de morango foram considerados como “bombom” na receita, por possuírem as mesmas necessidades de insumos, havendo diferença apenas na fruta utilizada no recheio (sendo a fruta desconsiderada), com o fim de diminuir a complexidade do modelo.

Posteriormente foram coletadas as compras de ingredientes realizadas durante uma semana, através das notas fiscais de compra, para calcular o custo dos insumos (custo = preço de compra / quantidade comprada). A compra da maioria dos recursos é realizada semanalmente, e caso haja falta de algum ingrediente, este costuma ser comprado de forma avulsa. Alguns insumos, cujos custos eram irrisórios, foram desconsiderados, para diminuir a complexidade do modelo, e considerando que os mesmos também não estariam influenciando significativamente o resultado do modelo.

Foi feito, durante o período estudado, um controle do que foi produzido, vendido, e valor de venda para cada uma das unidades da confeitaria, para que pudesse ser dimensionada a produção diária e calculado o lucro de cada produto.

### **3.4. Descrição dos componentes do modelo**

O modelo montado para resolução do problema de otimização da produção da confeitaria foi de programação linear. Ele é formado pela função objetivo e pelas inequações de restrições.

A função objetivo é uma equação constituída pelas incógnitas do problema (que representam a quantidade ideal de cada doce a ser produzida, sendo que seus valores são encontrados na solução do problema) e seus respectivos coeficientes (que são números que representam o lucro de cada doce), com o objetivo de maximizar o lucro.

As inequações de restrições representam a quantidade utilizada de ingredientes por cada produto (o coeficiente, expressado numericamente, indica a quantidade do ingrediente que cada produto utiliza, e o produto é representado pelas incógnitas) e a disponibilidade desse ingrediente. Cada inequação de restrição representa um ingrediente. A última inequação, onde  $X_i \geq 0$ , indica que cada produto tem que assumir valores maiores ou iguais a zero, visto que não é possível fabricar valores negativos de doces.

### 3.5. Montagem do modelo

Para montar o modelo foi necessário calcular a utilização unitária de ingredientes para cada produto, o lucro que cada produto oferece e as restrições dos ingredientes, através de planilha do programa Excel.

A utilização unitária dos ingredientes para cada produto foi encontrada através das receitas dos doces e respectivos rendimentos (utilização unitária do ingrediente = quantidade utilizada do ingrediente na receita / rendimento da receita). Ela representa os coeficientes das incógnitas nas equações de restrição dos ingredientes.

O lucro foi obtido através do preço de venda e do custo de cada doce (lucro = preço de venda – custo). Ele representa os coeficientes das incógnitas na função objetivo. O custo de cada doce, por sua vez, foi calculado pelo preço de compra dos ingredientes e a quantidade utilizada para cada unidade dos doces (custo = preço de compra X quantidade utilizada).

As restrições dos ingredientes foram calculadas com base nas fabricações realizadas nas semanas e utilização unitária dos ingredientes para cada produto (restrição do ingrediente = número de produtos fabricados na semana X utilização unitária dos ingredientes). Elas indicam as disponibilidades de cada ingrediente nas equações de restrição.

As fabricações realizadas foram escolhidas para dimensionar a disponibilidade dos insumos com o fim de demonstrar a melhor aplicação dos ingredientes, ou seja, para demonstrar que, utilizando os mesmos insumos (e, portanto, tendo o mesmo custo com insumos), a produção daquela semana poderia ser dimensionada de modo diferente, se fosse otimizada, elevando o lucro obtido pela empresa em estudo.

Seguem os modelos obtidos:

#### Modelo da semana 1

Função objetivo:

$$\text{Max } L = 2,05 * X_1 + 2,04 * X_2 + 2,18 * X_3 + 2,15 * X_4 + 2,03 * X_5 + 2,02 * X_6 + 1,95 * X_7 + 1,69 * X_8 + 2,32 * X_9 + 2,34 * X_{10} + 2,25 * X_{11} + 2,67 * X_{12} + 2,75 * X_{13} + 1,20 * X_{14} + 1,90 * X_{15} + 1,98 * X_{16} + 2,53 * X_{17} + 2,33 * X_{18} + 2,84 * X_{19} + 2,09 * X_{20}$$

Restrições:

$$\text{Açúcar (kg): } 0,015 * X_1 + 0,003333 * X_3 + 0,002857 * X_9 + 0,0125 * X_{11} + 0,016667 * X_{18} \leq 1,332857$$

$$\text{Açúcar refinado (kg): } 0,16667 * X_8 + 0,004167 * X_{12} + 0,004167 * X_{13} \leq 0,570833$$

$$\text{Amendoim (kg): } 0,021429 * X_9 \leq 0,471429$$

$$\text{Banana nanica (u): } 1 * X_{14} \leq 12$$

$$\text{Bombom sonho de valsa (u): } 0,04 * X_{19} \leq 0,6$$

$$\text{Chantili (lt): } 0,016667 * X_{17} \leq 0,216667$$

$$\text{Chocolate amargo (kg): } 0,00625 * X_7 + 0,041667 * X_{18} \leq 0,933333$$

$$\text{Chocolate ao leite (kg): } 0,007143 * X_5 + 0,025 * X_7 + 0,001667 * X_{10} \leq 1,219048$$

$$\text{Chocolate branco (kg): } 0,007143 * X_6 \leq 0,142857$$

$$\text{Chocolate em pó (kg): } 0,004 * X_2 + 0,000143 * X_9 + 0,000667 * X_{19} \leq 0,293143$$

$$\text{Clara (u): } 0,066667 * X_8 + 0,085714 * X_9 + 0,016667 * X_{12} + 0,016667 * X_{13} + 0,6 * X_{15} + 0,5 * X_{16} + 0,583333 * X_{18} \leq 36,88572$$

$$\text{Coco (kg): } 0,013333 * X_3 + 0,016667 * X_4 + 0,005714 * X_5 + 0,005714 * X_6 + 0,0075 * X_{11} \leq 1,397857$$

$$\text{Creme de baunilha (kg): } 0,025 * X_{12} + 0,033333 * X_{14} + 0,03 * X_{15} + 0,025 * X_{16} \leq 3,29$$

$$\text{Creme de leite (kg): } 0,01 * X_7 + 0,05 * X_{20} \leq 1,21$$

Farinha de trigo (kg):  $0,05 * X8 + 0,0125 * X12 + 0,0125 * X13 + 0,5 * X14 + 0,05 * X15 + 0,041667 * X16 + 0,000533 * X19 \leq 9,6205$   
 Gema (u):  $0,2 * X4 + 0,33333 * X8 + 0,085714 * X9 + 0,013333 * X10 + 1 * X11 + 0,05 * X12 + 0,05 * X13 + 0,6 * X15 + 0,5 * X16 + 0,583333 * X18 + 0,026667 * X19 \leq 77,71905$   
 Gordura vegetal (kg):  $0,25 * X14 \leq 3$   
 Granulado (kg):  $0,01 * X2 \leq 0,7$   
 Leite (lt):  $0,05 * X12 + 0,06 * X15 + 0,05 * X16 + 0,04 * X19 \leq 6,38$   
 Leite condensado (kg):  $0,052 * X2 + 0,026333 * X3 + 0,026333 * X4 + 0,022571 * X5 + 0,022571 * X6 + 0,026333 * X8 + 0,008667 * X10 + 0,043333 * X13 + 0,01 * X17 + 0,017333 * X19 + 0,09875 * X20 \leq 10,62704$   
 Leite de coco (lt):  $0,01 * X1 + 0,005 * X11 \leq 0,52$   
 Leite em pó (kg):  $0,02 * X1 \leq 0,78$   
 Limão (u):  $0,15 * X13 \leq 4,65$   
 Maizena (kg):  $0,0004 * X19 \leq 0,006$   
 Maracujá (kg):  $1,25 * X20 \leq 21,25$   
 Margarina (kg):  $0,004 * X2 + 0,000333 * X4 + 0,016667 * X8 + 0,000067 * X10 + 0,004167 * X12 + 0,004167 * X13 + 0,006 * X15 + 0,005 * X16 + 0,016667 * X18 + 0,001333 * X19 \leq 1,400167$   
 Nozes (kg):  $0,004286 * X5 + 0,004286 * X6 + 0,013333 * X8 \leq 0,317143$   
 Suspiro (kg):  $0,033333 * X17 \leq 0,433333$   
 $Xi \geq 0; i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20$

#### Modelo da semana 2

Função objetivo:

$Max L = 2,05 * X1 + 2,04 * X2 + 2,18 * X3 + 2,15 * X4 + 2,03 * X5 + 2,02 * X6 + 1,95 * X7 + 1,69 * X8 + 2,32 * X9 + 2,34 * X10 + 2,25 * X11 + 2,67 * X12 + 2,75 * X13 + 1,20 * X14 + 1,90 * X15 + 1,98 * X16 + 2,53 * X17 + 2,33 * X18 + 2,84 * X19 + 2,09 * X20$

Restrições:

Açúcar (kg):  $0,015 * X1 + 0,003333 * X3 + 0,002857 * X9 + 0,0125 * X11 + 0,016667 * X18 \leq 1,043929$   
 Açúcar refinado (kg):  $0,16667 * X8 + 0,004167 * X12 + 0,004167 * X13 \leq 0,470833$   
 Amendoim (kg):  $0,021429 * X9 \leq 0,235714$   
 Banana nanica (u):  $1 * X14 \leq 18$   
 Bombom sonho de valsa (u):  $0,04 * X19 \leq 0,36$   
 Chantili (lt):  $0,016667 * X17 \leq 0,216667$   
 Chocolate amargo (kg):  $0,00625 * X7 + 0,041667 * X18 \leq 0,904167$   
 Chocolate ao leite (kg):  $0,007143 * X5 + 0,025 * X7 + 0,001667 * X10 \leq 1,240952$   
 Chocolate branco (kg):  $0,007143 * X6 \leq 0,085714$   
 Chocolate em pó (kg):  $0,004 * X2 + 0,000143 * X9 + 0,000667 * X19 \leq 0,267571$   
 Clara (u):  $0,066667 * X8 + 0,085714 * X9 + 0,016667 * X12 + 0,016667 * X13 + 0,6 * X15 + 0,5 * X16 + 0,583333 * X18 \leq 33,259524$   
 Coco (kg):  $0,013333 * X3 + 0,016667 * X4 + 0,005714 * X5 + 0,005714 * X6 + 0,0075 * X11 \leq 1,030833$   
 Creme de baunilha (kg):  $0,025 * X12 + 0,033333 * X14 + 0,03 * X15 + 0,025 * X16 \leq 3,23$   
 Creme de leite (kg):  $0,01 * X7 + 0,05 * X20 \leq 1,08$   
 Farinha de trigo (kg):  $0,05 * X8 + 0,0125 * X12 + 0,0125 * X13 + 0,5 * X14 + 0,05 * X15 + 0,041667 * X16 + 0,000533 * X19 \leq 12,175633$   
 Gema (u):  $0,2 * X4 + 0,33333 * X8 + 0,085714 * X9 + 0,013333 * X10 + 1 * X11 + 0,05 * X12 + 0,05 * X13 + 0,6 * X15 + 0,5 * X16 + 0,583333 * X18 + 0,026667 * X19 \leq 63,812857$   
 Gordura vegetal (kg):  $0,25 * X14 \leq 4,5$   
 Granulado (kg):  $0,01 * X2 \leq 0,65$   
 Leite (lt):  $0,05 * X12 + 0,06 * X15 + 0,05 * X16 + 0,04 * X19 \leq 5,62$   
 Leite condensado (kg):  $0,052 * X2 + 0,026333 * X3 + 0,026333 * X4 + 0,022571 * X5 + 0,022571 * X6 + 0,026333 * X8 + 0,008667 * X10 + 0,043333 * X13 + 0,01 * X17 + 0,017333 * X19 + 0,09875 * X20 \leq 8,846167$   
 Leite de coco (lt):  $0,01 * X1 + 0,005 * X11 \leq 0,365$   
 Leite em pó (kg):  $0,02 * X1 \leq 0,52$   
 Limão (u):  $0,15 * X13 \leq 3,3$   
 Maizena (kg):  $0,0004 * X19 \leq 0,0036$   
 Maracujá (kg):  $1,25 * X20 \leq 17,5$   
 Margarina (kg):  $0,004 * X2 + 0,000333 * X4 + 0,016667 * X8 + 0,000067 * X10 + 0,004167 * X12 + 0,004167 * X13 + 0,006 * X15 + 0,005 * X16 + 0,016667 * X18 + 0,001333 * X19 \leq 1,231567$   
 Nozes (kg):  $0,004286 * X5 + 0,004286 * X6 + 0,013333 * X8 \leq 0,243333$   
 Suspiro (kg):  $0,033333 * X17 \leq 0,433333$   
 $Xi \geq 0; i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20$

#### Modelo da semana 3

Função objetivo:

$$\text{Max } L = 2,05 * X1 + 2,04 * X2 + 2,18 * X3 + 2,15 * X4 + 2,03 * X5 + 2,02 * X6 + 1,95 * X7 + 1,69 * X8 + 2,32 * X9 + 2,34 * X10 + 2,25 * X11 + 2,67 * X12 + 2,75 * X13 + 1,20 * X14 + 1,90 * X15 + 1,98 * X16 + 2,53 * X17 + 2,33 * X18 + 2,84 * X19 + 2,09 * X20$$

Restrições:

$$\text{Açúcar (kg): } 0,015 * X1 + 0,003333 * X3 + 0,002857 * X9 + 0,0125 * X11 + 0,016667 * X18 \leq 1,203452$$

$$\text{Açúcar refinado (kg): } 0,16667 * X8 + 0,004167 * X12 + 0,004167 * X13 \leq 0,483333$$

$$\text{Amendoim (kg): } 0,021429 * X9 \leq 0,257143$$

$$\text{Banana nanica (u): } 1 * X14 \leq 21$$

$$\text{Bombom sonho de valsa (u): } 0,04 * X19 \leq 0,4$$

$$\text{Chantili (lt): } 0,016667 * X17 \leq 0,216667$$

$$\text{Chocolate amargo (kg): } 0,00625 * X7 + 0,041667 * X18 \leq 1,05625$$

$$\text{Chocolate ao leite (kg): } 0,007143 * X5 + 0,025 * X7 + 0,001667 * X10 \leq 1,2547381$$

$$\text{Chocolate branco (kg): } 0,007143 * X6 \leq 0,071429$$

$$\text{Chocolate em pó (kg): } 0,004 * X2 + 0,000143 * X9 + 0,000667 * X19 \leq 0,376381$$

$$\text{Clara (u): } 0,066667 * X8 + 0,085714 * X9 + 0,016667 * X12 + 0,016667 * X13 + 0,6 * X15 + 0,5 * X16 + 0,583333 * X18 \leq 32,961905$$

$$\text{Coco (kg): } 0,013333 * X3 + 0,016667 * X4 + 0,005714 * X5 + 0,005714 * X6 + 0,0075 * X11 \leq 1,429881$$

$$\text{Creme de baunilha (kg): } 0,025 * X12 + 0,033333 * X14 + 0,03 * X15 + 0,025 * X16 \leq 3,1$$

$$\text{Creme de leite (kg): } 0,01 * X7 + 0,05 * X20 \leq 0,99$$

$$\text{Farinha de trigo (kg): } 0,05 * X8 + 0,0125 * X12 + 0,0125 * X13 + 0,5 * X14 + 0,05 * X15 + 0,041667 * X16 + 0,000533 * X19 \leq 13,580333$$

$$\text{Gema (u): } 0,2 * X4 + 0,33333 * X8 + 0,085714 * X9 + 0,013333 * X10 + 1 * X11 + 0,05 * X12 + 0,05 * X13 + 0,6 * X15 + 0,5 * X16 + 0,583333 * X18 + 0,026667 * X19 \leq 60,921905$$

$$\text{Gordura vegetal (kg): } 0,25 * X14 \leq 5,25$$

$$\text{Granulado (kg): } 0,01 * X2 \leq 0,92$$

$$\text{Leite (lt): } 0,05 * X12 + 0,06 * X15 + 0,05 * X16 + 0,04 * X19 \leq 5,2$$

$$\text{Leite condensado (kg): } 0,052 * X2 + 0,026333 * X3 + 0,026333 * X4 + 0,022571 * X5 + 0,022571 * X6 + 0,026333 * X8 + 0,008667 * X10 + 0,043333 * X13 + 0,01 * X17 + 0,017333 * X19 + 0,09875 * X20 \leq 10,633405$$

$$\text{Leite de coco (lt): } 0,01 * X1 + 0,005 * X11 \leq 0,465$$

$$\text{Leite em pó (kg): } 0,02 * X1 \leq 0,8$$

$$\text{Limão (u): } 0,15 * X13 \leq 2,85$$

$$\text{Maizena (kg): } 0,0004 * X19 \leq 0,004$$

$$\text{Maracujá (kg): } 1,25 * X20 \leq 12,5$$

$$\text{Margarina (kg): } 0,004 * X2 + 0,000333 * X4 + 0,016667 * X8 + 0,000067 * X10 + 0,004167 * X12 + 0,004167 * X13 + 0,006 * X15 + 0,005 * X16 + 0,016667 * X18 + 0,001333 * X19 \leq 1,379133$$

$$\text{Nozes (kg): } 0,004286 * X5 + 0,004286 * X6 + 0,013333 * X8 \leq 0,287619$$

$$\text{Suspiro (kg): } 0,033333 * X17 \leq 0,433333$$

$$Xi \geq 0; i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20$$

Sendo que:

X1: beijinho; X2: brigadeiro; X3: cocada; X4: olho de sogra; X5: camafeu (chocolate ao leite); X6: camafeu (chocolate branco); X7: trufas; X8: tortinha de nozes; X9: cajuzinho; X10: bombom; X11: quindim; X12: tortaleta de morango; X13: tortaleta de limão; X14: torta de banana; X15: dinamite; X16: bomba; X17: merengue; X18: mousse de chocolate; X19: pavê de sonho de valsa; X20: mousse de maracujá.

### 3.6. Solução do problema

A solução do problema foi obtida através do software LINDO. Abaixo estão os resultados, em unidades (u), numa tabela que compara os valores reais com os valores obtidos na solução ótima. Nessa tabela há também o custo de redução (também obtido através do software), que indica o valor que será reduzido no lucro caso seja produzida uma unidade de determinado produto, que na solução ótima não é produzido, ou seja, a cada unidade de cocada produzida, por exemplo, o lucro sofre uma queda de R\$ 0,19 na Semana 1. Foram apresentados os números inteiros obtidos na solução, sendo desconsideradas as casas decimais, por se tratar de produtos produzidos por unidade.

Doces	Fabricação real (u)	Solução ótima (u)	Custo de redução (R\$)
Beijinho	39	36	-
brigadeiro	70	7	-
Cocada	23	-	0,19
olho de sogra	38	64	-

camafeu (choc)	26	-	7,80
camafeu (branco)	20	19	-
Trufas	36	-	28,04
tortinhas de nozes	9	-	27,73
cajuzinho	22	21	-
bombom	80	731	-
Quindim	26	28	-
Tortaleta morango	70	105	-
Tortaleta limão	31	31	-
torta de banana	12	12	-
dinamite	18	-	0,48
Bomba	24	9	-
merengue	13	12	-
Mousse chocolate	17	22	-
pavê sonho de valsa	15	15	-
Mousse maracujá	17	-	1,78
<b>Lucro total</b>	<b>R\$ 1.306,94</b>	<b>R\$ 2.608,36</b>	

Tabela 1 – Tabela comparativa da Semana 1

<b>Doces</b>	<b>Fabricação real (u)</b>	<b>Solução ótima (u)</b>	<b>Custo de redução (R\$)</b>
Beijinho	26	25	-
brigadeiro	65	0	0,35
Cocada	28	0	0,21
olho de sogra	18	47	-
camafeu (choc)	23	0	7,63
camafeu (branco)	12	11	-
Trufas	38	0	27,15
tortinhas de nozes	7	0	29,68
cajuzinho	11	10	-
bombom	76	744	-
Quindim	21	22	-
Tortaleta morango	63	99	-
Tortaleta limão	22	13	-
torta de banana	18	18	-
dinamite	11	0	0,48
Bomba	29	5	-
merengue	13	12	-
Mousse chocolate	16	21	-
pavê sonho de valsa	9	9	-
Mousse maracujá	14	0	2,44
<b>Lucro total</b>	<b>R\$ 1.148,58</b>	<b>R\$ 2.209,06</b>	

Tabela 2 – Tabela comparativa da Semana 2

<b>Doces</b>	<b>Fabricação real (u)</b>	<b>Solução ótima (u)</b>	<b>Custo de redução (R\$)</b>
Beijinho	40	40	-
brigadeiro	92	0	1,22
Cocada	32	0	0,17
olho de sogra	42	76	-
camafeu (choc)	26	0	7,18
camafeu (branco)	10	9	-
Trufas	49	0	24,86
tortinhas de nozes	10	0	0,16
cajuzinho	12	11	-
bombom	82	928	-
Quindim	13	12	-
Tortaleta morango	57	96	-
Tortaleta limão	19	0	-
torta de banana	21	21	-



dinamite	15	0	1,62
Bomba	21	0	0,96
merengue	13	12	-
Mousse chocolate	18	24	-
pavê sonho de valsa	10	9	-
Mousse maracujá	10	0	4,11
<b>Lucro total</b>	<b>R\$ 1.278,05</b>	<b>R\$ 2.705,82</b>	

Tabela 3 – Tabela comparativa da Semana 3

O software oferece outros valores importantes para a análise do problema. Na tabela abaixo encontram-se a quantidade que irá sobrar de cada insumo ao ser realizada a produção ótima, pois nem sempre a disponibilidade total é utilizada, e o valor dual, que indica a capacidade de cada recurso gerar lucro, isto é, cada quilograma de açúcar, por exemplo, tem a capacidade de gerar um lucro de R\$ 136,67 na Semana 1.

Insumo	Sobra	Dual (R\$)
açúcar (kg)	-	136,67
açúcar refinado (kg)	-	170,22
Amendoim (kg)	-	89,87
banana nanica (u)	-	-
bombom sonho de valsa (u)	-	14,8
chantili (lt)	-	128,26
chocolate amargo (kg)	-	0,65
chocolate ao leite (kg)	-	1199,41
chocolate branco (kg)	-	105,63
chocolate em pó (kg)	0,248522	-
clara (u)	14,844789	-
coco (kg)	-	66,5
creme de baunilha (kg)	0,000004	-
creme de leite (kg)	1,21	-
farinha de trigo (kg)	1,49968	-
gema (u)	-	0,04
gordura vegetal (kg)	-	4,8
granulado (kg)	0,621324	-
leite (lt)	-	39,17
leite condensado (kg)	-	39,23
leite de coco (lt)	0,015845	-
leite em pó (kg)	0,052558	-
limão (u)	-	2,26
maizena (kg)	-	-
maracujá (u)	21,25	-
Margarina (kg)	0,286043	-
nozes (kg)	0,231425	-
suspiro (kg)	0,000012	-

Tabela 4 – Tabela de análise da Semana 1

Insumo	Sobra	Dual (R\$)
açúcar (kg)	-	134,91
açúcar refinado (kg)	-	180,68
Amendoim (kg)	-	89,72
banana nanica (u)	-	-
bombom sonho de valsa (u)	-	12,8
chantili (lt)	-	124,24
chocolate amargo (kg)	0,020858	-
chocolate ao leite (kg)	-	1163,82
chocolate branco (kg)	-	93,87
chocolate em pó (kg)	0,259995	-
clara (u)	15,250174	-
coco (kg)	-	54,76
creme de baunilha (kg)	0,000006	-
creme de leite (kg)	1,08	-

farinha de trigo (kg)	1,523692	-
gema (u)	-	0,14
gordura vegetal (kg)	-	4,8
granulado (kg)	0,65	-
leite (lt)	-	38,2
leite condensado (kg)	-	45,93
leite de coco (lt)	-	2,64
leite em pó (kg)	0,013349	-
limão (u)	1,286245	-
maizena (kg)	-	-
maracujá (u)	17,5	-
Margarina (kg)	0,301483	-
nozes (kg)	0,191902	-
suspiro (kg)	0,000012	-

Tabela 5 – Tabela de análise da Semana 2

<b>Insumo</b>	<b>Sobra</b>	<b>Dual (R\$)</b>
açúcar (kg)	-	119,13
açúcar refinado (kg)	0,079343	-
Amendoim (kg)	-	90,02
banana nanica (u)	-	-
bombom sonho de valsa (u)	0,000014	-
chantili (lt)	-	114,13
chocolate amargo (kg)	0,03081	-
chocolate ao leite (kg)	-	1072,59
chocolate branco (kg)	-	66,24
chocolate em pó (kg)	0,367995	-
clara (u)	15,961454	-
coco (kg)	-	22,72
creme de baunilha (kg)	-	18,81
creme de leite (kg)	0,99	-
farinha de trigo (kg)	1,863129	-
gema (u)	-	0,59
gordura vegetal (kg)	-	2,29
granulado (kg)	0,92	-
leite (lt)	-	43,4
leite condensado (kg)	-	62,78
leite de coco (lt)	0,001405	-
leite em pó (kg)	-	13,15
limão (u)	2,707561	-
maizena (kg)	-	-
maracujá (u)	12,5	-
Margarina (kg)	0,463919	-
nozes (kg)	0,24476	-
suspiro (kg)	0,000012	-

Tabela 6 – Tabela de análise da Semana 3

O resultado obtido, de maximização do lucro, seria alcançado somente se toda a produção fosse vendida. Como as fabricações realizadas foram o critério utilizado para calcular a disponibilidade de insumos, e visto que nem tudo o que é produzido é vendido, havendo sobras, foi necessário calcular uma margem de sobra de doces para cada semana, com a finalidade de representar a diminuição que a maximização do lucro pode sofrer, considerando a possibilidade de sobras.

A margem foi calculada com base nas sobras do último dia da semana, domingo, por serem as únicas que não podem ser reaproveitadas, pois as sobras dos outros dias podem ser vendidas no dia posterior. A partir das sobras do domingo foi levantado o lucro total que estas gerariam se tivessem sido vendidas, e a quantidade, em porcentagem, que representam em relação ao lucro total obtido na semana. Essa margem foi a redução percentual aplicada ao lucro maximizado, para representar a redução que este pode sofrer, caso haja sobras dos produtos

fabricados. Se, com essa redução, o lucro ainda permanecer maior do que aquele obtido realmente na semana, o uso da otimização da produção mostra-se viável. Foi o que ocorreu, havendo aumento de 90,24% (Semana 1), 92,33% (Semana 2) e 111,71% (Semana 3) do lucro, conforme os cálculos abaixo:

#### Semana 1

Lucro Maximizado = R\$ 2.608,36  
Lucro real = R\$ 1.306,94  
Lucro da sobra = R\$ 122,13  
Lucro da sobra = 9,34% do Lucro real  
9,34% de Lucro Maximizado = R\$ 122,07  
Lucro Maximizado sem sobra = 2.608,36 – 122,07 = R\$ 2.486,29  
Lucro Maximizado sem sobra = 190,24% do Lucro real  
Aumento do lucro com otimização da produção = 90,24%

#### Semana 2

Lucro Maximizado = R\$ 2.424,61  
Lucro real = R\$ 1.148,58  
Lucro da sobra = R\$ 102,14  
Lucro da sobra = 8,89% do Lucro real  
8,89% de Lucro Maximizado = R\$ 251,55  
Lucro Maximizado sem sobra = 2.424,61 – 251,55 = R\$ 2.209,06  
Lucro Maximizado sem sobra = 192,33% do Lucro real  
Aumento do lucro com otimização da produção = 92,33%

#### Semana 3

Lucro Maximizado = R\$ 2.880,98  
Lucro real = R\$ 1.278,05  
Lucro da sobra = R\$ 77,75  
Lucro da sobra = 6,08% do Lucro real  
6,08% de Lucro Maximizado = R\$ 175,16  
Lucro Maximizado sem sobra = 2.880,98 – 175,16 = R\$ 2.705,82  
Lucro Maximizado sem sobra = 211,71% do Lucro real  
Aumento do lucro com otimização da produção = 111,71%

Além do aumento significativo do lucro, a utilização do modelo semanal de produção resolve os pontos fracos detectados no diagnóstico funcional: interrupção do trabalho dos funcionários para comprar ingredientes em falta, desperdício de insumos e produtos que oneram a produção por apresentarem lucros baixos. Isto porque, com a utilização de um modelo semanal para dimensionar a produção, é possível fazer um planejamento adequado dos insumos a serem comprados e suas quantidades, evitando desperdícios, e focalizando a produção naqueles produtos que oferecem maior lucro.

#### **4. Considerações finais**

Este estudo possibilitou demonstrar a viabilidade da utilização da otimização da produção, pois o lucro foi aumentado de forma significativa.

Notou-se, também, a importância de haver um controle preciso dos dados referentes à produção para aumentar a fidedignidade do modelo. Isto porque a coleta dos dados foi dificultada por a empresa não possuir um controle orçamentário preciso dos mesmos. O ideal seria obter dados precisos, para que o modelo chegasse o mais próximo da realidade, e visto que a otimização é feita através de cálculos matemáticos precisos, afetando o resultado final.

A solução apresentada refere-se à produção semanal. Como a produção da confeitaria é diária, os resultados podem ser distribuídos para cada dia da maneira mais conveniente para a empresa.

A solução obtida provocou mudanças nas quantidades produzidas de alguns doces, enquanto que outros deixariam de ser produzidos. Considerando que os clientes da confeitaria, de um modo geral, não vão até ela em busca de um doce específico, e sim escolhem um doce entre aqueles disponíveis para venda, a solução obtida é aceitável. Porém, sugere-se um estudo mais detalhado deste aspecto, para verificar se a hipótese apresentada anteriormente é verdadeira, antes de se aplicar a solução à produção da confeitaria.

## **Referências**

ARAÚJO, O. Marketing. Disponível em: <http://www.dearaujo.ecn.br/cgi-bin/asp/analiseswot.asp>. Acesso em: 21 mar. 2006.

EHRlich, P. J. Pesquisa Operacional – Curso Introdutório. São Paulo: Editora Atlas S.A, 1991.

GAITHER, N. & FRAIZER, G. Administração da Produção e Operações. São Paulo: EditoraThomson, 2002.