



ConBRepro

XI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



EVENTO
ON-LINE

01 a 03
de dezembro 2021

Aplicação da programação linear para maximização da receita em uma empresa do setor sorveteiro

Marcelo Carneiro Gonçalves

Departamento de Engenharia de Produção – Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR)

Breno Trautwein Neto

Departamento de Engenharia de Produção – Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR)

Thiago Gorski

Departamento de Engenharia de Produção – Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR)

Fernando Afonso Ramos Pereira de Melo

Departamento de Engenharia de Produção – Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR)

José Aleixo Barboza

Departamento de Engenharia de Produção – Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR)

Resumo: Diante do aumento da concorrência no mercado mundial, empresas que buscam por tomada de decisões baseadas em critérios de otimalidade ganham vantagem competitiva quanto a gestão eficiente de seus recursos. Este artigo objetiva aplicar o método de programação linear em uma empresa do setor sorveteiro, visto que esta empresa analisada vem tomando suas decisões com base em métodos de tentativa e erro, ou seja, sem considerar custos mínimos ou máximo lucro diante da decisão escolhida. Para alcance do objetivo, primeiramente foi identificado o problema junto a organização, em seguida foi proposto um modelo matemático de programação linear considerando todas as restrições pertinentes no processo, na sequência foi escolhido um software para implementação do modelo, o Lingo, por fim, foi analisado o resultado da solução ótima bem como os resultados pós otimalidade. Como resultado, foi possível identificar a solução ótima de produção dos sorvetes para a empresa e além disso, observou-se que esta solução é atingida utilizando apenas 11%, 18% e 7% dos recursos que foram disponibilizados de aromatizantes, gordura e proteína, respectivamente, ou seja, uma quantidade elevada de recursos não seria utilizada, o que gera oportunidades de melhoria relacionado tanto a realocação para produção de novos sabores de sorvetes ou mesmo eliminação nos gastos com elevados níveis de estoques desses materiais.

Palavras-chave: Pesquisa Operacional, Modelos Matemáticos, Programação Linear.

Application of linear programming to maximize revenue in a company in the ice cream sector

Abstract: Faced with increased competition in the world market, companies that seek to make decisions based on optimality criteria gain competitive advantage in terms of the efficient management of their resources. This article aims to apply the linear programming method in a company in the ice cream sector, since this analyzed company has been making its decisions based on trial-and-error methods, that is, without considering minimum costs or maximum profit on the

chosen decision. To achieve the objective, first the problem was identified with the organization, then a mathematical model of linear programming was proposed considering all the relevant restrictions in the process, next, a software was chosen to implement the model, Lingo, and finally, the result of the optimal solution was analyzed, as well as the post-optimality results. As a result, it was possible to identify the optimal ice cream production solution for the company and, in addition, it was observed that this solution is achieved using only 11%, 18% and 7% of the resources that were made available in flavoring, fat and protein, respectively, that is, a large amount of resources would not be used, which generates opportunities for improvement related to both the relocation to produce new ice cream flavors or even the elimination of expenses with high levels of stocks of these materials.

Keywords: Operational Research, Mathematical Models, Linear Programming.

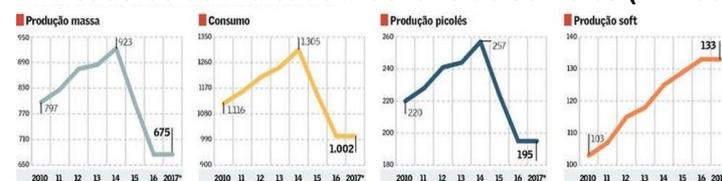
1. Introdução

O mercado sorveteiro vem crescendo progressivamente desde os anos 2000 apresentando diferentes ingredientes, formas, texturas, cores, sabores e entre outras características que contribuem para que este transforme-se em um produto premium. Cada vez mais inovações fazem com que este torne-se uma mercadoria de luxo. Isso sustenta o grande potencial que esse mercado possui.

Arbuckle (1986) alega que o sorvete pode ser produzido a partir de diversas combinações de ingredientes em diferentes proporções, com sua composição sendo bastante variada e sua estrutura complexa. Como complemento, o autor relata que seu principal componente é o leite em diversas formas, representando quase 60% da mistura. Segundo estudiosos, a ordem de importância quantitativa da composição é a seguinte: os açúcares (12 a 17%), as gorduras (10 a 17%), as proteínas (8 a 12% em extrato seco desengordurado), os estabilizantes e emulsificantes (0,2 a 0,5%), além de outros ingredientes (SZCZESNIAK, 2000; TRGO, 2003; ORDÓÑEZ et al., 2005). Ademais, o sorvete deve ser guardado a uma temperatura do no máximo -18°C , porém, quando o mesmo é exposto a venda, é tolerada a temperatura máxima de -12°C .

De acordo com a Associação Brasileira das Indústrias e do Setor de Sorvetes (Abis), esse setor de negócios vem passando por um momento de expansão após as quedas dos anos anteriores reportados na figura 1. Com o intuito de alcançar a meta de crescimento indicada pela instituição, 1% na produção, o mercado tem investido em criatividade.

Figura 01 – Indicadores do mercado brasileiro de sorvetes (milhões de litros)



Fonte: Valor Econômico (2020).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho consiste em aplicar ferramentas da Pesquisa Operacional para maximizar o lucro de uma empresa de médio porte do mercado sorveteiro. Esse projeto se justifica pela necessidade de um estudo mais aprofundado acerca de um caso real e levantamento das diversas possibilidades de intervenção que podem influenciar no negócio procurando promover para com resultados e iniciativas futuras pertinentes.

Com base nisso, como metodologia do estudo realizado, segundo Prodanov e Freitas (2013) este artigo classifica-se como pesquisa de natureza aplicada com abordagem quantitativa onde os passos classificados foram: definir os principais problemas, coleta de dados, desenvolvimento do modelo matemático, solução do modelo pelo através da utilização do Software Lingo e por fim, a análise dos resultados para encontrar a solução ótima e pós-otimalidade, visando ser uma alternativa para a empresa produtora desses gelados em maximizar sua receita.

2. Referencial Teórico

2.1 Setor analisado no contexto mundial e brasileiro

A Agência Nacional de Vigilância (ANVISA), instituição responsável por promover a proteção da saúde da população brasileira por meio de legislações e normas regulamentadoras de controle sanitário da produção e consumo de produtos e serviços submetidos a vigilância sanitária, caracteriza sorvete ou gelado comestível como produtos alimentícios constituídos com base em uma emulsão de gordura e proteínas, com ou sem a adição de outros ingredientes e substâncias, ou por meio de uma combinação de água, açúcares e outros ingredientes e substâncias que, anteriormente, foram dispostos, conservadas e resignadas ao congelamento, em condições as quais assegurem a durabilidade, sustentação e conservação do produto no estado sólido (congelado ou relativamente congelado), no espaço de armazenamento, no transporte e na entrega para consumo.

De acordo com dados e notícias veiculadas nas mídias digitais, por volta de três a quatro mil anos atrás, o sorvete foi criado pelos chineses quando uma sobremesa feita à base de leite, arroz, frutas e mel foi congelada na neve (GIORDANI, 2006). No decorrer dos anos, é fato que este produto passou por várias transformações para atingir as características atuais e enfim ser consumido e acessível para toda a humanidade.

No Brasil, em 1834, o sorvete surgiu como fruto de dois comerciantes do Rio de Janeiro que, após comprarem gelo proveniente dos Estados Unidos, desenvolveram e produziram “gelados”, atualmente conhecidos como sorvetes, através de frutas tropicais. Nos dias atuais, em nosso país, este mercado está fragmentado em produtos industrializados e os confeccionados em escala artesanal (tendência do mercado brasileiro).

2.2 Pesquisa operacional

De acordo com Shamblin e Stevens Jr (1979, p. 13), a Pesquisa Operacional é um recurso científico adotado na tomada de decisão no qual, preliminarmente, expõe-se uma situação problema de um sistema e, em seguida, desenvolve-se a mais adequada conduta e maneira de executá-lo e operá-lo. Dessa forma, esta ferramenta é aplicada para administrar, organizar e controlar as operações nas organizações investigando problemas ou melhorias viáveis encontradas a fim de que se assimile a essência do problema real, desenvolvendo e otimizando-o (HILLIER; LIEBERMAN, 2013).

De acordo com o site da SOBRAPO (Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional), esta ferramenta aprimora e emprega métodos analíticos avançados com o objetivo de apoiar nas escolhas e auxiliar em futuros investimentos ou ações de uma organização.

Hillier e Lieberman (2013 apud Brito et al., 2014) evidenciam e explicam que com a intenção de esclarecer e resolver uma adversidade utilizando o mecanismo, as etapas a seguir necessitam ser ponderadas:

- a) Definição do problema;
- b) Elaboração do protótipo representativo do problema;
- c) Gerar um mecanismo computacional para decifrar e sanar o problema do protótipo;
- d) Realizar experiências e testes do protótipo e redefini-lo em eventuais necessidades;
- e) Implementação e realização da solução proposta;

Já Moreira (2008) considera que a análise quantitativa do processo utilizando a sequência dos cinco passos da área é definida por:

- a) Definição do problema;

- b) Desenvolvimento do modelo matemático;
- c) Preparação de dados, englobando variáveis, não controladas e variáveis de decisão;
- d) Solução do modelo;
- e) Relatório dos resultados;

Posto isto, é possível de se observar a similaridade entre as etapas dos modelos, muito embora sejam notadas diferenças pontuais nas aplicações práticas das ferramentas de execução do método analítico.

2.3 Programação Matemática

Conforme Bassanezi (2002, p.16) descreve: “a modelagem matemática consiste na arte de transformar problemas da realidade em matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real”.

Aprofundando-se no tema, Biembengut e Hein (2005) vão mais além. Os autores retratam que a matemática e a realidade caminham separadamente e a modelagem é a ferramenta que tem como finalidade realizar a interação entre estes dois universos. Assim, eles apontam a programação matemática como uma passagem das informações do mundo real para o mundo “exato”. Bassanezi (2002, p. 33-34) evidencia outros pontos positivos ao empregá-la alegando que esta é capaz de:

- a) Incentivar e entusiasmar novas ideias e técnicas experimentais;
- b) Fornecer dados a respeito de novos aspectos dos iniciais previstos;
- c) Servir como método para interpolações, extrapolações e previsões;
- d) Recomendar prioridades de aplicações de recursos e pesquisas para tomadas de decisão;
- e) Sustentar e complementar lacunas que apresentam falta de dados experimentais;
- f) Auxiliar como técnica para adequado compreender da realidade;

Donelly, Gibson e Ivanevich (1981) afirmam que a modelagem matemática é o simplificado retrato dos aspectos mais importantes e pertinentes de um sistema ou processo real. Os autores acreditam que utilizar desses modelos em administração e em engenharia é essencial já que “capacitará o tomador de decisão a experimentar possíveis soluções, sem interromper o andamento do sistema”. Dessa forma, a determinação final é de muita relevância para uma empresa, principalmente, quando bem executada e aplicada resultando em uma das melhores formas de melhorar e desenvolver seu negócio.

Isto posto, utilizar o modelo matemático para problemas contribui, diretamente, para ocasionar em soluções concretas, corretas e adequadas apresentando a capacidade de extrair dados adversos e organizá-los ao ponto de tornarem-se acessíveis e compreensíveis podendo assim, procurar a minimização das falhas e problemas evidenciados das atividades.

Após analisar a ilustração, é perceptível que a modelagem impacta nas decisões assim como está claramente relacionada ao resultado.

Segundo Biembengut e Hei (2003), as etapas para se obter uma modelagem matemática completa são:

- a) Interação: pesquisa e o reconhecimento da situação-problema.
- b) Matematização: desenvolvimento da pesquisa (formulação e resolução do problema).
- c) Modelo matemático: validação/negação da solução encontrada para o problema, analisando a confiabilidade obtida e a aplicação em outras situações similares.

De acordo com estudos, para a elaboração de um modelo matemático padronizado não há um protótipo ou regra definida, porém, a lógica a seguir auxilia na modelagem do problema, buscando responder as seguintes perguntas: Quais as variáveis de decisão? Qual o objetivo? Quais as restrições?.

2.4 Programação Linear

Shamblin e Stevens Jr (1979, p. 263) definem a programação linear como um mecanismo matemático que estipula e estabelece uma determinada quantidade de recursos que atenda uma predeterminada demanda de forma que alguma maximização, minimização e otimização na produção seja realizada contribuindo diretamente para o negócio e para com a empresa.

Aprofundando-se ainda mais no tema, Lachtermacher (2009) afirma que um problema de programação linear (PPL) ocorre quando as funções objetivo (objetivo principal de maximizar ou minimizar determinada ação/situação) e de restrições/limitações são lineares onde a procura pela otimização retrata variáveis de um problema real sujeito a restrições de equações ou inequações lineares. Goldberg & Luna (2000) expõem que um sistema, para ser considerado apto a ser estabelecido e simbolizado por um modelo de programação linear, deve estar adequado a alguns princípios:

- a) Proporcionalidade: a capacidade de recursos usufruídos e utilizados em uma operação/atividade tem de ser proporcional ao grau desta na solução final do problema. Além disso, a despesa de cada operação/atividade tem de ser proporcional a sua intensidade e fase de operação.
- b) Não negatividade: toda e qualquer atividade é possível de ser gerada em qualquer nível não negativo assim como proporções de um recurso possam ser utilizadas.
- c) Aditividade: a somatória de todas as parcelas relativas a cada operação/atividade é a despesa absoluta, ou seja, os gastos por completo.
- d) Separabilidade: despesas ou demandas já utilizadas de recursos das operações/atividades separadamente.

3 Aplicação da Programação Linear

3.1 A empresa

O estudo elaborado neste artigo é fundamentado em uma Fábrica de Sorvetes, alimentos que apresentam elevadas riquezas nutricionais fornecendo proteínas, carboidratos e entre outros minerais. Para a compra adequada e agradável de um sorvete é de extrema relevância que o mesmo faça uso de ingredientes de boa qualidade assim como tenha apropriado balanceamento entre seus componentes, por exemplo, gorduras, açúcares, aromatizantes e entre outras substâncias.

Com vasta experiência no mercado de comercialização de sorvetes, a empresa X retratada neste estudo de caso desempenha seu negócio com alto padrão de qualidade considerando que expõe como objetivos principais assegurar os nutrientes eficientes e suficientes a fim de que os consumidores possam se nutrir de modo saudável protegendo e certificando, desse modo, a satisfação e entre outras peculiaridades que os clientes almejam na aquisição de um produto. Com base nesses princípios, é interessante o modo de gestão e administração dos negócios que, com um total de 40 funcionários distribuídos em duas filiais (além da fábrica) na cidade de Curitiba-PR, conseguem gerir e distribuir suas mercadorias em outras localidades.

Fundamentado nas informações apresentadas a respeito da corporação, este trabalho levará em consideração valores de venda, a demanda diária, alguns ingredientes utilizados e a mão de obra destinada para a elaboração de cada produto, com o intuito principal de

maximizar a receita do estabelecimento utilizando de ferramentas da Pesquisa Operacional. É importante de ressaltar que durante os procedimentos que serão vistos a seguir, considerando a sazonalidade que este mercado apresenta, não serão ponderadas razões externas tais como previsões, clima e entre outras particularidades.

3.2 Levantamento dos dados

O levantamento de dados acerca de um empreendimento tem como finalidade transformar registros/números em conhecimentos, examinando e investigando suas informações a fim de solucionar ou minimizar problemas. A principal dificuldade para a coleta eficiente e precisa é conquistar a confiança do entrevistado para que este possa dividir com uma pessoa alheia detalhes e indicadores da sua empresa. Roesch (2009) menciona algumas ações na intenção de obter a confiabilidade e segurança do interrogado como demonstrar conhecimento prévio a respeito do mercado e da instituição, estar preparado e encaminhar referências/questionários antecipados do que almeja e dentre outros fatores.

Com base nos princípios e aprendizagens abordados previamente, em contatos realizados com a empresa X, foi observado que a estratégia organizacional tem como objetivo potencializar ganhos em lucros na produção de três sabores de sorvetes. Na tabela 1, serão apresentadas as informações obtidas da companhia:

Tabela 1 – Levantamento dos dados

Item	Sovete Napolitano	Sorvete de Flocos	Sorvete de Chocolate	Disponibilidade de recursos
Demanda mínima diária	40	20	15	
Mão de obra necessária (minutos)	7	4	2	480
Quantidade de aromatizante (gramas)	0,6	0,3	0,1	330
Quantidade de gordura (gramas)	0,4	0,4	0,2	200
Quantidade de proteína (gramas)	0,6	0,3	0,1	500
Lucro unitário	20	15	12	

Fonte: Autores (2021)

3.3 Modelo Matemático

A partir da coleta de dados obtidos na instituição e levando em consideração as restrições constatadas no processo produtivo da fábrica, ferramentas da Pesquisa Operacional serão empregadas com o propósito de obter soluções e valores ótimos de produção a fim de maximizar os lucros da corporação.

Fundamentado nas informações recebidas, nesta etapa, serão expostos e declarados quais são os índices, parâmetros e modelos matemáticos do problema. Dessa forma, procura-se maximizar o lucro com o processo de produção dos sorvetes respeitando as restrições de mão de obra, quantidades de aromatizantes, gordura e proteína, além de considerar o atendimento das demandas mínimas.

$$\begin{aligned} \max Z &= \sum_{i=1}^3 c_i x_i \\ Ax_i &\leq b_j \\ x_i &\geq 0 \end{aligned}$$

Onde:

Z representa a função objetivo relacionada ao máximo lucro com a produção dos sorvetes.

i representa o índice dos produtos.

j representa a disponibilidade de recursos.

c_i vetor lucro unitário dos produtos.

x_i vetor das variáveis de decisão pertencentes ao domínio dos reais positivos.

$A_{m \times n}$ Matriz das restrições.

b_j vetor de disponibilidade de recursos.

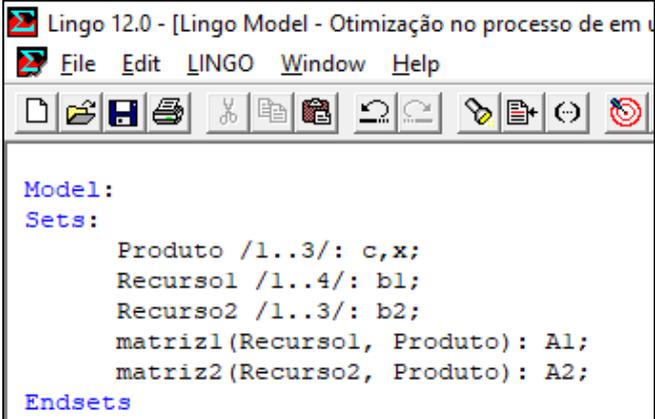
Para consulta dos valores dos vetores e matrizes, consultar a tabela 1.

3.4 Resultado do modelo matemático

Apresenta-se o modelo matemático utilizando o software *Lingo* (versão 2019), dividido em 3 momentos para auxiliar a compreensão do processo de modelagem.

Primeiramente foi informado ao modelo os conjuntos de entrada que serão necessários para modelagem. Por questões de simplicidade, optou-se por criar dois vetores de recursos e duas matrizes de restrições devido o modelo envolver restrições de capacidade de recursos e demanda mínima. Outra possibilidade seria lidar com o modelo em sua forma padrão.

Figura 2- "Sets" do modelo.



```
Model:
Sets:
    Produto /1..3/: c,x;
    Recurso1 /1..4/: b1;
    Recurso2 /1..3/: b2;
    matriz1(Recurso1, Produto): A1;
    matriz2(Recurso2, Produto): A2;
Endsets
```

Fonte: Autores (2021).

Em seguida foi informado ao modelo os parâmetros de entrada necessário conforme coleta de dados apresentado na tabela 1.

Figura 3- "Data" do modelo.

```
Data:
  c= 20, 15, 12;
  b1= 480, 330, 200, 500;
  b2= 40, 20, 15;
  A1= 7, 4, 2,
      0.6, 0.3, 0.1,
      0.4, 0.4, 0.2,
      0.6, 0.3, 0.1;
  A2=1, 0, 0,
      0, 1, 0,
      0, 0, 1;
Enddata
```

Fonte: Autores (2021).

Por fim, o modelo matemático utilizando laços de repetição de acordo com linguagem padrão de programação do Lingo.

Figura 4- Modelo Matemático.

```
[FO] max = @sum(Produto(i) : c(i)*x(i));
@for(Recurso1(j) : @sum(Produto(i) : A1(j,i)*x(i)) <= b1(j));
@for(Recurso2(z) : @sum(Produto(i) : A2(z,i)*x(i)) >= b2(z));
```

Fonte: Autores (2021).

Após isso, foi solicitado ao modelo a busca pela solução ótima. Como resultado foi obtido:

Figura 5- Resultado da solução ótima do Modelo Matemático.

Variable	Value	Reduced Cost
C (1)	20.00000	0.000000
C (2)	15.00000	0.000000
C (3)	12.00000	0.000000
X (1)	40.00000	0.000000
X (2)	20.00000	0.000000
X (3)	60.00000	0.000000
B1 (1)	480.0000	0.000000

Fonte: Autores (2021).

A solução ótima foi de produzir 40, 20 e 60 unidades de sorvete do tipo napolitano, flocos e chocolate, respectivamente. Com essa decisão, é possível obter o máximo lucro de R\$ 1.820,00 para a empresa analisada.

3.5 Resultado análise pós-otimalidade

É possível realizar duas análises após obtida a solução ótima do modelo: análise de folga e análise de sensibilidade.

Com o apoio do lingo, foi possível apresentar as análises quanto as variáveis de folga bem como análise de sensibilidade por meio das variáveis duais. A figura 6 resume as informações.

Figura 6- Resultado da análise pós-otimalidade do Modelo Matemático.

Row	Slack or Surplus	Dual Price
FO	1820.000	1.000000
2	0.000000	6.000000
3	294.0000	0.000000
4	164.0000	0.000000
5	464.0000	0.000000
6	0.000000	-22.000000
7	0.000000	-9.000000
8	45.00000	0.000000

Fonte: Autores (2021).

A análise de folga permite analisar quanto de cada recurso não foi utilizado após obtida a solução ótima. A tabela a seguir resume os dados de folga.

Restrição	Lado Esquerdo da restrição	Lado Direito da restrição	Folga
Mão de obra necessária (minutos)	480	480	0
Quantidade de aromatizante	36	330	294
Quantidade de gordura	36	200	164
Quantidade de proteína	36	500	464

Fonte: Autores (2021)

Observa-se que houve folgas nas restrições de quantidade de aromatizantes, gordura e proteína, de 294 (11%), 164 (18%) e 464 (7%) respectivamente. Com isso é possível identificar o desperdício de recurso alocado uma vez que a solução ótima foi obtida com uma quantidade inferior ao total disponível para esses recursos. A única restrição que não houve folga foi a relacionada a mão de obra, ao qual utilizou todos os recursos de horas disponíveis ao longo do dia.

A Análise de sensibilidade permite saber o impacto causado na função objetivo diante da variação dos recursos. A tabela a seguir resume os dados de sensibilidade.

Restrição	Preço Sombra
Mão de obra necessária (minutos)	6
Quantidade de aromatizante	0
Quantidade de gordura	0
Quantidade de proteína	0

Fonte: Autores (2021)

Observa-se que apenas a restrição de mão de obra apresentou valores de variáveis duais (preço-sombra). Isso indica que ao aumentar uma unidade de tempo (em minutos) ao longo do dia, a função objetivo aumenta em \$6,0 de lucro. As demais restrições obtiveram folgas iguais a zero devido a ocorrência de folga (tabela 2).

4 Conclusão

Este trabalho objetivou maximizar a receita em um Fábrica de Sorvetes com o intuito de trazer melhorias nos índices de aproveitamento da corporação por meio dos métodos de programação linear.

Foi possível observar com a análise pós-otimalidade que a solução ótima é atingida utilizando apenas 11%, 18% e 7% dos recursos que foram disponibilizados de aromatizantes, gordura e proteína, respectivamente, ou seja, uma quantidade elevada de recursos não seria utilizada, o que gera oportunidades de melhoria relacionado tanto a realocação para produção de novos sabores de sorvetes ou mesmo eliminação nos gastos com elevados níveis de estoques desses materiais.

Conforme é observado no levantamento de dados e na elaboração do modelo matemático, ficou evidente que, tratando-se deste nicho de produtos da empresa em questão, uma mercadoria ideal neste ramo deve conter propriedades desejadas pelos consumidores e pelos fabricantes, fazendo com que eles se identifiquem com características de qualidade como sabor, textura, coloração, características de derretimento, embalagens e entre outras peculiaridades. A fim de que o gelado apresente os melhores atributos, este tem de englobar sabores típicos, agradáveis, aromatizados e frescos com consistência nítida, determinada, delicada e macia. Esta condição de textura do sorvete, favorece para com o não derretimento ou que ele se dissolva lentamente. Além disso, originalidades como a coloração, recheios internos, especificidades na embalagem/rótulos com contagem bacteriana reduzida e dentre outras especificações da composição relacionadas aos ingredientes e valores nutricionais do produto são de extrema relevância na decisão final dos consumidores.

Os resultados apresentados durante o trabalho perante o modelo matemático realizado, foi comprovado que o estudo efetuado a respeito da empresa X obteve êxito visto que alcançou uma solução ótima, eficiente e eficaz para maximizar a receita do negócio considerando uma margem de rendimento superior nos lucros para os produtos estudados em consonância as restrições de mão de obra diária, ingredientes empregados na produção e dentre outras características. Além do mais, foi verificado que a corporação apresenta sobra de recursos em seus processos produtivos podendo reduzir os mesmos com o intuito de atingir suas metas de elevar lucros.

Referências

Arbuckle, W. S. **Ice Cream**. 4. ed. AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut, 1986.

BASSANEZI, R.C. **Ensino–aprendizagem com modelagem matemática**. São Paulo: Contexto, 2002.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Resolução RDC n.2, de 07 de janeiro de 2002. Disponível em: <<http://www.anvisa.org.br>>. Acesso em 06/04/2020.

BIEMBENGUT, Maria Salett; HEIN, Nelson. **Modelagem Matemática no Ensino**. São Paulo: Editora Contexto. 2003.

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

GIORDANI, Roberto. **Sorvete: Alimento e Prazer**. Porto Alegre: Imagens da Terra Editora, 2006. 184p.

GOLDBARG, M.C.; LUNA, H.P.L. **Otimização Combinatória e Programação Linear: Modelos e Algoritmos**. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN G. J. **Introdução à Pesquisa Operacional**. 9. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.

LACHTERMACHER, G. **Pesquisa Operacional: Na tomada de decisões**. 4ª edição. São Paulo: Prentice Hall Brasil, 2009.

MOREIRA, D. A. **Administração da Produção e Operações**. Cengage Learning, São Paulo, 2008.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. Universidade Feevale, Novo Hamburgo, 2013, 2. Ed.

ROESCH, Sylvia M. A. **Projetos de estágio e de pesquisa em administração: guia para estágios, trabalhos de conclusão, dissertações e estudos de caso**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SHAMBLIN, James E. & STEVENS JR, G.T. . **Pesquisa Operacional – Uma Abordagem Básica**; editora Atlas, São Paulo/SP; p. 13 – 18, e p. 263 – 389; 1979.

SZCZESNIAK, A.S. **Effect of storage on texture**. In: I.A. Taub; R.P. Sinch (Ed). Food storage stability. Boca Raton, FL: CRC Press, 2000. p.199-251.