

OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE SALGADOS EM UMA EMPRESA DE BUFFET: UMA APLICAÇÃO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR**Ernesto Rademaker Martins**Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM
(radmart@gmail.com)**Bruno Da Cunha Germano**Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM
(brunocgermano@hotmail.com)**Rodilei Jose Pinheiro Da Silva**Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM
(rodilei.11@gmail.com)**RESUMO**

O mercado consumidor vem levando as empresas a oferecerem cada vez mais produtos de qualidade e com o menor custo. Para se ter vantagem competitiva, as empresas precisam obter um eficiente plano de produção, otimizando seus recursos e aprimorando seus processos. O objetivo deste trabalho é minimizar o custo de produção em uma empresa de buffet localizada na cidade do Rio de Janeiro, com o auxílio da programação linear. Foi utilizado o método simplex na otimização do problema, com o auxílio de software LINDO (Linear Interactive and Discrete Optimizer). Assim se pode analisar a quantidade ideal para se atender um evento realizado por essas empresas, resultando em uma economia anual de aproximadamente R\$ 4.405,44.

Palavra-chave: Custo, Minimizar, Programação Linear, LINDO.**ABSTRACT**

The consumer market has led companies to offer them more and more quality products at the lowest cost. To have a competitive advantage, companies need to get an efficient production plan, optimizing their resources and improving their processes. The objective of this work is to minimize the cost of production in a buffer company located in the city of Rio de Janeiro, with the aid of linear programming. The simplex method was used to optimize the problem, with the help of LINDO (Linear Interactive and Discrete Optimizer) software. This way, one can analyze the ideal quantity to attend an event held by these companies, resulting in an annual savings of approximately \$ 4,405.44.

Keyword: Cost, Minimize, Linear Programming, LINDO.**Como Citar:**

MARTINS, Ernesto Rademaker; GERMANO, Bruno Da Cunha; SILVA, Rodilei Jose Pinheiro Da. OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE SALGADOS EM UMA EMPRESA DE BUFFET: UMA APLICAÇÃO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA OPERACIONAL E LOGÍSTICA DA MARINHA, 19., 2019, Rio de Janeiro, RJ. **Anais** [...]. Rio de Janeiro: Centro de Análises de Sistemas Navais, 2019.

1. INTRODUÇÃO

A competição entre as empresas está cada vez mais acirrada, levando as organizações a buscarem melhores desempenhos organizacionais, utilizando estratégias que possibilitem o crescimento no mercado. Isso exige das empresas produtos de qualidade com o menor custo. A gestão da produção foca sempre em melhores métodos para aprimorar seu processo, seja em serviço ou produtos, tendo como meta principal alcançar maior lucro.

Para ser competitivo precisa-se ter controle sobre os custos dos processos, buscando a melhoria na atividade produtiva e determinando a melhor utilização de seus recursos para encontrar a solução ótima no plano de produção. Uma das metodologias disponível é a Programação Linear que é considerada uma eficiente ferramenta para programação de produção (Lachtermacher, 2004)

Andrade (2015) afirma que atualmente um dos maiores desafios que as empresas enfrentam é o de se manter competitivas no mercado e no ambiente de negócios, onde este se encontra em constante mudança. As ações estratégicas da empresa devem ocorrer de acordo com as complexidades exigidas por esse ambiente.

De acordo Hillier e Lieberman (2010) a PO é aplicada a problemas reais da sociedade, envolvendo a condução e coordenação das operações (atividades) de uma organização.

A organização em estudo é uma empresa que presta serviços em buffet de pequeno porte situada na zona oeste do Rio de Janeiro, produzindo diversos tipos e volumes de salgados, entre outros, para realizações de festas no Estado do Rio de Janeiro, e não há nenhum planejamento da produção e nenhuma metodologia que possa ser controlado e planejado sua produção a fim de obter maior lucro.

Atualmente a empresa não utiliza nenhuma ferramenta para auxiliar no planejamento e controle para cada demanda de seus produtos, sendo as informações de cada matérias-primas parte da experiências dos colaboradores envolvidos no processo, não havendo um parâmetro para que seja definido seu planejamento produtivo e com isso a impossibilidade de saber se pode gerar ganhos maiores ou menores se comparado com planejamento da produção utilizando uma ferramenta para auxiliar na tomada de decisão.

Esse trabalho tem por finalidade apresentar métodos matemáticos, através da utilização da Pesquisa Operacional para minimizar os custos no plano de produção de salgados em uma empresa de Buffet. Para resolução do problema foi utilizado o Software Linear Interactive and Discrete Optimizer (LINDO).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A ciência que objetiva fornecer ferramentas quantitativas ao processo de tomada de decisão, trata-se da Pesquisa Operacional, que é constituída por um conjunto de disciplinas isoladas tais, como Programação Linear, Teoria das filas, Simulações, Programação Dinâmica, etc.

Santos (2013) afirma que a PO lança mão de modelos matemáticos e/ou lógicos, a fim de resolver problemas reais, apresentando um caráter eminentemente multidisciplinar. Assim sendo, de acordo com o tipo e com a complexidade do problema a ser estudado, serão

escolhidos os melhores modelos que aderem àquela realidade.

O termo PO aparece pela primeira vez em 1939, porém apenas após a Segunda Guerra Mundial essa área foi se expandindo. Terminada a guerra, os ingleses reduziram os gastos destinados à pesquisa no campo da defesa do território nacional, gerando a liberação de muitos especialistas em PO das organizações militares no mesmo momento em que as empresas destruídas pelas bombas tentavam se reerguer (ACKOFF; SASIENI, 1977).

Para as metodologia de PO de todo o problema que é proposto a ser resolvido são geralmente metodologias relativamente lógica e simples de forma encadeada, tendo início com uma situação problemática, ou seja, com um descompasso entre o que se pretende com o que se há, seja para uma pessoa, um grupo de pessoas ou uma organização. Sendo assim, a primeira etapa na solução de um problema é elucidar o mesmo de sua condição.

Para uma melhor gestão do seu planejamento e controle da produção é necessário definir o melhor processo para que possa alcançar os objetivos definidos pelo nível estratégico de sua empresa.

Russomano (2000, p.5), define sistema de produção como um [...]” processo organizado, que utiliza insumos e os transforma em bens ou executa serviços, ambos devem se apresentar dentro dos padrões de qualidade e preço e ter procura efetiva”. O sistema de produção de uma empresa industrial pode ser representado conforme mostra a figura 1.

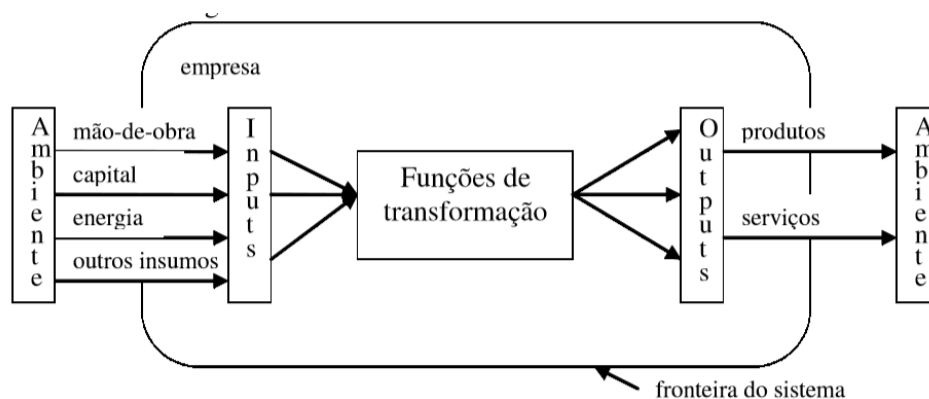


Figura 1 - sistema de produção
Fonte: Martins e Laugen, 2005, p.11

A programação linear é umas das metodologias mais eficiente dentro da PO, pois busca de forma quantitativa a solução ótima, por meio de vendas da melhor combinação dos produtos disponíveis, obter maior lucratividade otimizando recursos.

A Programação Linear, geralmente utilizada por software, dentre os existentes tem-se LINDO, desenvolvido pelo Lindo Systems Inc., de Chicago, EUA. Segundo Oliveira et al (2015), o LINDO é considerado uma das melhores ferramentas de resolução de modelos de otimização, ele maximiza os lucros e minimiza os custos nos problemas constantes de uma empresa, tais como, transportes, planejamento da produção, entre outros. Seu resultado é confiável e aceitável em situações simples e complexas.

3. METODOLOGIA

A metodologia constitui em apresentar uma pesquisa bibliográfica que fundamentasse teoricamente este trabalho, e assim ter entendimento do problema encontrado e determinar a sua solução através de coletas de dados necessários referente a sua produção.

O local onde ocorreu a levantamento de dados foi na área de produção de salgados, e

após entrevista com o gerente e o funcionário responsável pela fabricação dos salgados pode-se verificar o processo de produção, a quantidade disponibilizada nos eventos, preços de compra de insumos e receitas dos salgados.

Os dados levantados foram organizados em uma planilha do software Excel, onde foram feitos os devidos cálculos para se encontrar os dados específicos do modelo. Logo depois foi montado o modelo do problema para se chegar a uma solução ótima através do software LINDO.

4. ESTUDO DE CASO

4.1. A EMPRESA

O estudo de caso foi realizado em uma empresa especializada em serviço de buffet para casamento, aniversários, festas infantis, bodas e eventos empresariais. Atuando no mercado há 8 anos, a Buffet Paraíso Real está situada na Zona Oeste do Rio de Janeiro, onde além de realizar as festas no salão de festa próprio, oferece serviços de buffet domiciliar ou em empresas, realizando em média 20 eventos por mês. Embora a empresa ofereça um cardápio completo nas festas, o estudo de caso está relacionado apenas a produção de salgados fritos que serão servidos no evento

4.2. PRODUÇÃO DE SALGADO

A empresa possui uma máquina de fazer salgado da marca Gastromixx duplo recheio com contador digital (Figura 2), ela faz diversos tipos de formatos de salgados de 8g a 230g,



segundo suas especificações e em média, 75% do salgado é composto de massa e 25% de recheio. Para escolher a quantidade de cada sabor, o gerente usa de sua experiência e intuição, dividindo em números iguais.

Figura 2: Máquina de fazer Salgado Gastromixx

Fonte: Centermaq

Para efeito de estudo, será usado como exemplo uma festa de casamento para 200 convidados, onde são servidos 3.000 salgados fritos divididos entre 12 sabores, sendo 250 de cada.

4.3. MODELAGEM DO PROBLEMA

O objetivo do modelo é minimizar o custo de produção, achando a quantidade ótima de quantos salgados de cada sabores devem ser servidos no evento. Foram coletadas as receitas dos elementos que serão utilizados na produção realizada pela empresa, observando a quantidade necessárias e o custos de cada ingrediente, como mostra a Tabela 1.

Valor dos ingredientes		
Ingrediente	Quant. (Kg)	Valor
Massa Salgada	35,000	108,32
Frango	4,125	37,50
Queijo	2,500	49,50
Presunto	0,625	10,62
Camarão	1,875	25,99
Catupiry	1,000	18,18
Azeitona	0,625	14,03
Calabresa	3,500	38,46
Massa de Kibe	13,250	85,99

Tabela 1: Ingredientes para a produção de 3.000 salgados
Fonte: Autores (2019)

Em seguida, foram definidas as variáveis de decisão do problema, cada sabor de salgado está relacionado a uma variável e foi calculado seu preço unitário através de sua receita e o valor total de produção, descritos na Tabela 2.

Variável	Salgado	Valor Unitário	Quant. Produzida	Valor de Produção
x1	Coxinha	R\$0,0919	250	R\$22,97
x2	Bolinha de queijo	R\$0,1454	250	R\$36,36
x3	Bolinha de queijo com presunto	R\$0,1384	250	R\$34,60
x4	Bolinha de queijo com azeitona	R\$0,1520	250	R\$38,01
x5	Bolinha de calabresa	R\$0,1014	250	R\$25,34
x6	Risole de frango	R\$0,1223	250	R\$30,59
x7	Risole de camarão	R\$0,1581	250	R\$39,53
x8	Almofada de calabresa com catupiry	R\$0,1086	250	R\$27,14
x9	Almofada de frango com catupiry	R\$0,1010	250	R\$25,24
x10	Kibe	R\$0,1298	250	R\$32,45
x11	Kibe com catupiry	R\$0,1532	250	R\$38,29
x12	Kibe com calabresa	R\$0,1523	250	R\$38,07
Total			3000	388,59

Tabela 2: Custos de produção

Fonte: Autores (2019)

4.3.1. Função Objetiva

Após a identificação das variáveis de decisão e seus custos, pode-se definir a função objetiva do problema, descrita abaixo:

$$F.O. = \min \{0,0919 X_1 + 0,1454 X_2 + 0,1384 X_3 + 0,1520 X_4 + 0,1014 X_5 + 0,1223 X_6 + 0,1581 X_7 + 0,1008 X_8 + 0,0932 X_9 + 0,1376 X_{10} + 0,1446 X_{11} + 0,1581 X_{12}\}$$

4.3.2. Restrições

Para realizar a formulação das restrições observou-se os seguintes casos:

1º Caso: Quantidades total de salgados.

$$\text{Quantidade: } X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} \geq 3000$$

2º Caso: Somatório de cada ingrediente contido em cada salgado multiplicado pela sua variável de decisão, sendo menor ou igual a quantidades usada na produção atual.

$$\text{Massa: } 0,015 X_1 + 0,015 X_2 + 0,015 X_3 + 0,015 X_4 + 0,015 X_5 + 0,0175 X_6 + 0,0175 X_7 + 0,015 X_8 + 0,015 X_9 \leq 35$$

$$\text{Frango: } 0,005 X_1 + 0,0075 X_6 + 0,004 X_9 \leq 4,125$$

$$\text{Queijo: } 0,005 X_2 + 0,0025 X_3 + 0,0025 X_4 \leq 2,5$$

$$\text{Presunto: } 0,0025 X_3 \leq 0,625$$

$$\text{Camarão: } 0,0075 X_7 \leq 1,875$$

$$\text{Catupiry: } 0,001 X_8 + 0,001 X_9 + 0,002 X_{11} \leq 1,75$$

$$\text{Azeitona: } 0,0025 X_4 \leq 0,625$$

$$\text{Calabresa: } 0,005 X_5 + 0,004 X_8 + 0,005 X_{12} \leq 3,5$$

$$\text{Massa de Kibe: } 0,02 X_{10} + 0,018 X_{11} + 0,015 X_{12} \leq 13,25$$

3º Caso: Por determinação do gerente, para se ter todas as opções de sabores, delimitou uma quantidade mínima de 100 salgados de cada tipo.

$X1 \geq 100$
 $X2 \geq 100$
 $X3 \geq 100$
 $X4 \geq 100$
 $X5 \geq 100$
 $X6 \geq 100$
 $X7 \geq 100$
 $X8 \geq 100$
 $X9 \geq 100$
 $X10 \geq 100$
 $X11 \geq 100$
 $X12 \geq 100$

4º Caso: Também se delimitou que a quantidade dos salgados do tipo “bolinha” fosse maior ou igual a 600, os “risoles” maior ou igual a 300, os do tipo “almofada” igual ou superior a 300 e também os do tipo “Kibe” igual ou superior a 600.

$X2 + X3 + X4 + X5 \geq 600$
 $X6 + X7 \geq 300$
 $X8 + X9 \geq 300$
 $X10 + X11 + X12 \geq 600$

4.3.3. Software LINDO

Foi utilizado o software LINDO (Linear Interactive and Discrete Optimizer) para minimizar os custos de produção achando a quantidade ótima de cada sabor de salgado.

4.3.4. Solução do modelo

Para se achar a solução ótima, o software realizou 26 interações chegando a um custo mínimo conforme mostra a Figura 2.

```

LP OPTIMUM FOUND AT STEP      25

      OBJECTIVE FUNCTION VALUE

    1)      367.4125

      VARIABLE            VALUE            REDUCED COST
      X1      421.665802            0.000000
      X2      274.999817            0.000000
      X3      250.000000            0.000000
      X4      100.000000            0.000000
      X5      520.000000            0.000000
      X6      100.000000            0.000000
      X7      200.000000            0.000000
      X8      100.000000            0.000000
      X9      316.667725            0.000000
      X10     325.000519            0.000000
      X11     291.666107            0.000000
      X12     100.000000            0.000000
    
```

Figura 2: Resultado obtido pelo software LINDO

Fonte: Autores (2019)

Sendo assim, a Tabela 3 lista a quantidade ótima encontrada para cada salgado. Como o software não conseguiu achar uma solução ótima com números inteiros, optou-se

por arredondar os valores.

Salgado	Quant. Sugerida
Coxinha	462
Bolinha de queijo	275
Bolinha de queijo com presunto	250
Bolinha de queijo com azeitona	100
Bolinha de calabresa	480
Risole de frango	100
Risole de camarão	200
Almofada de calabresa com catupiry	150
Almofada de frango com catupiry	267
Kibe	325
Kibe com catupiry	292
Kibe com calabresa	100

Tabela 3: Solução Ótima
Fonte: Autores (2019)

5. ANÁLISES E DISCURSÕES

Através das quantidades sugeridas pelo software LINDO chegou-se a um custo de produção de R\$ 367,41, uma redução de R\$ 21,18. Embora pareça um valor pequeno, deve-se lembrar que se trata apenas de um dos itens servidos nas festas, esse exemplo pode ser repetido para os salgados de forno, os refrigerantes, os petiscos entre outros, diminuindo ainda mais os custos. Como a empresa realiza grande volume de eventos, em média 5 por semana, pode-se chegar a uma economia anual de R\$ 4.405,44.

6. CONCLUSÃO

Por meio da Pesquisa operacional a empresa ganhou vantagem competitiva em relação aos seus concorrentes, conseguindo fornecer seus serviços com um custo menor. A programação da produção e a otimização de seus recursos tornaram-se fatores estratégicos para o aumento da produtividade.

Através da programação linear, utilizando o software LINDO chegou-se a uma redução de R\$ 4.405,44 por ano, podendo ser ainda maior se for utilizada em outros itens, somete com otimização de recursos da empresa. Portanto, o estudo de caso, alcançou seu objetivo de produzir os salgados necessários, com os recursos disponível, com o menor custo possível.

7. REFERÊNCIAS

LACHTERMACHER, Gerson. Pesquisa Operacional na Tomada de Decisões. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004. 384 p.

GOLDBARG, Marco Cesar e LUNA, Henrique Paccal. Otimização combinatória e programação linear: modelos e algoritmos. 2.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. 649 p.

CAIXETA-FILHO, José Vicente. Pesquisa Operacional: técnicas de otimização aplicadas a sistemas agroindustriais. São Paulo: Atlas, 2001. 171 p.

MOREIRA, Daniel Augusto. Administração da Produção e Operações. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. 619 p.

ACKOFF, Russell L.; SASIENI, Maurice W. Pesquisa Operacional. 3.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1977

ANDRADE, Eduardo Leopoldino de. Introdução à Pesquisa Operacional: métodos e modelos para análise de decisões. 5ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. Introdução à Pesquisa Operacional. Porto Alegre: Bookmann, 2010.

SANTOS, Marcos. Simulação da Operação de um Sistema Integrado de Informações para o atendimento pré-hospitalar de emergência no município do Rio de Janeiro. Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, 2013.

RUSSOMANO, Victor Henrique. Planejamento & Controle da Produção. 6. ed. São Paulo: Pioneira, 2000. 320 p.

DODGE, Mark e STINSON, Craig. Microsoft Excel 2000 – Guia Autorizado. São Paulo: Makron Books, 2001. 1016 p.

CENTERMAQ, 2019

Disponível em <<https://www.centermaquequipa.com.br/maquina-de-fazer-salgados-4000-h-8g-a-230g-duplo-recheio-com-contador-digital.html>>. Acesso em 28 de Mai. De 2019.

OLIVEIRA, I. H. I de. et al. Utilização da pesquisa operacional para otimização de rotas de um motorista autônomo na região de São Paulo. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 12., Resende - RJ, 2015.