

PROPOSTA DE MAXIMIZAÇÃO DA MARGEM EM UMA INDÚSTRIA DE GELATINAS EM FRANCA/SP: Análise utilizando o Solver do Excel

MENDONÇA, Caique¹

FRACAROLLI, João Victor²

CARNEIRO, Matheus Borges³

TABAH, June⁴

Resumo

Atualmente, a competitividade demanda uma busca constante por vantagens competitivas por parte das empresas. Assim, o uso de ferramentas torna-se essencial no âmbito da tomada de decisão pelos gestores. Neste contexto, encontram-se as indústrias alimentícias de gelatina e colágeno, que, devido a competitividade, devem buscar por diferenciais constantemente. O objetivo deste artigo foi determinar o lucro máximo de uma indústria de gelatinas por meio da programação linear, a partir do Método Simplex. Para atender este objetivo, utilizou-se a revisão de literatura e o estudo de caso como método de pesquisa, com abordagem qualitativa e quantitativa, tendo o Excel, pela ferramenta “Solver”, para análise dos dados. A partir do estudo, foi possível verificar a maximização dos lucros da indústria de gelatinas, com ociosidade em alguns recursos. Para estudos futuros, sugere-se verificar a viabilidade financeira de se contratar novos funcionários para redução da capacidade ociosa.

Palavras-chave: Vantagens Competitivas, Programação Linear, Método Simplex.

1 Introdução

Com a estrutura do mercado globalizado cada vez mais competitiva, a busca por diferenciais é essencial para elaboração de vantagens competitivas que permitam a empresa buscar sobrevivência e crescimento no mercado. Além disso, a procura por ferramentas que auxiliem o administrador na tomada de decisões se faz

¹ Graduando em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário Municipal de Franca Uni-FACEF. Endereço eletrônico: caiquemendonca@gmail.com.

² Graduando em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário Municipal de Franca Uni-FACEF. Endereço eletrônico: joaofracarolli@gmail.com.

³ Mestre em Engenharia de Produção pela UFSCar e Docente do Centro Universitário Municipal de Franca Uni-FACEF. Endereço eletrônico: matheuscarneiro@facef.br.

⁴ Mestre em Desenvolvimento Regional e Docente do Centro Universitário Municipal de Franca Uni-FACEF. Endereço eletrônico: junetabah@facef.br.



necessária para uma melhor gestão do empreendimento. Vale ressaltar que as empresas brasileiras contam com as questões políticas, sociais e econômicas nacionais que limitam ainda mais a possibilidade de elaborar vantagens competitivas, e demandam mais recursos para a tomada de decisão, por parte dos gestores da empresa (CARNEIRO *et al.*, 2017).

Neste contexto, encontram-se as indústrias de gelatinas, que representam relevante impacto alimentício, e, desse modo, necessitam constantemente de adaptações para atenderem os requisitos da demanda, bem como as exigências legais para a execução de tarefas (SEBRAE, 2010). Sabe-se que a utilização de ferramentas é fundamental para auxiliar a gestão na tomada de decisões. Assim, este artigo tem como objetivo determinar o lucro máximo de uma indústria de gelatinas, através da utilização da programação linear pelo método Simplex.

O presente estudo foi realizado em uma indústria de gelatinas localizada no município de Franca/SP. O método utilizado foi a revisão de literatura, seguida pelo estudo de caso, com abordagem quantitativa, para maximizar os lucros, por meio da Programação Linear. Para aplicar o método Simplex, utilizou-se o software Microsoft Excel, com a ferramenta do Solver.

A estruturação deste artigo foi feita da seguinte maneira: introdução, neste tópico 1; revisão de literatura, na seção 2; o método de pesquisa, na seção 3; o estudo de caso, na seção 4, com os resultados e discussão; e as considerações finais, na seção 5; seguido pelas referências.

2 Referencial teórico

Esta seção apresenta conceitos discutidos em Pesquisa Operacional, Programação Linear, e a Ferramenta Solver como alternativa para adoção de práticas voltadas a otimização de processos.

2.1. Pesquisa Operacional

A Pesquisa Operacional (P.O.) é uma ciência matemática voltada para resolução de problemas envolvendo situações de tomada de decisão, por meio de

modelos matemáticos e computacionais (MARINS, 2011). As discussões acerca Pesquisa Operacional surgiram durante a Segunda Guerra Mundial, na qual os militares utilizavam-se de algoritmos para buscarem soluções para problemas logísticos e operações (LATIPOVA, 2015).

Conforme a SOBRAPO (2017), a Pesquisa Operacional auxilia na análise dos mais variados aspectos e situações de um problema qualquer, possibilitando a tomada de decisão eficaz e a elaboração de sistemas cada vez mais produtivos, através do uso de técnicas matemáticas e algoritmos computacionais. Atualmente, por conta do avanço em tecnologias, as discussões acerca Pesquisa Operacional expandiram e resultados significativos podem ser obtidos, para se identificar a solução ótima para problemas complexos (MOREIRA, 2007).

2.2. Programação Linear

Conforme Latipova (2015), a programação linear é um ramo do conhecimento da Pesquisa Operacional que busca tratar o problema de alocação ótima de recursos escassos para a realização de atividades, na qual não haja outra solução melhor do que a oferecida. Colin (201) complementa que uma solução ótima é aquela que satisfaz o objetivo do problema com maior eficácia, seja maior valor na maximização, ou na minimização em busca no menor valor (COLIN, 2019).

A estrutura de um problema de Pesquisa Operacional parte de três pontos principais (HILLIER; LIEBERMAN, 2013):

- **Variáveis**: Traçar produtos ou pontos de variáveis que se alteram para atingir a função objetivo;
- **Função objetivo**: O foco principal a ser resolvido, podendo ser maximizar ou minimizar;
- **Restrições**: Pontos críticos que impactam o resultado da solução ótima, apresentando os limites máximos e/ou mínimos a serem respeitados na formulação do modelo.

3 Materiais e métodos ou desenvolvimento

O estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto organizacional, utilizando diversas fontes de evidências para justificar a tomada de decisão (YIN, 2015). O estudo de caso extrai múltiplas fontes de evidência para descrever um fenômeno empírico (MIGUEL *et al.*, 2012).

A questão que norteia esta pesquisa, apresentada na seção de Introdução deste artigo, é: “é possível otimizar o lucro de uma indústria de gelatinas?”. Logo, o caso selecionado foi uma indústria de gelatinas localizada no município de Franca/SP.

A indústria selecionada tem mais de 50 anos de duração, com quatro filiais espalhadas na América Latina. A planta do Brasil atende diversas filiais, com foco em produção de gelatinas e colágeno. A cada ano, a empresa vem notando uma pressão dos clientes e concorrentes por atendimento aos requisitos da sustentabilidade, especificamente nos insumos adotados.

Nesse sentido, a busca por lucro corrobora para a criação de diferenciais competitivos perante os concorrentes diretos. Assim, foi feita uma reunião com o sócio da organização, no qual foi apresentado o escopo da pesquisa e a metodologia a ser trabalhada. A coleta de dados concentrou nos dados da produção na linha de gelatinas, na qual foram coletados dados *in loco*. A análise de dados foi feita utilizando múltiplas fontes de dados, sendo elas: análise de documentos, entrevistas e observações. Para a análise de dados, foi utilizada a abordagem indutiva (EISENHARDT, 1989). Logo, para a análise de dados foi utilizada a análise de dados quantitativos a fim de se tomar a decisão ótima para seleção de lucro ótimo.

4 Resultados e discussão

O processo selecionado na Indústria de Gelatinas foi o colágeno industrial, que é produzido principalmente a partir de subprodutos de origem animal, como pele bovina, couro, ossos e cartilagens. A indústria transforma esses materiais ricos em colágeno bruto em produtos de alto valor agregado, como gelatina, colágeno

hidrolisado e peptídeos bioativos. A produção segue etapas rigorosas de controle sanitário, química e processos termo–enzimáticos. Abaixo está o passo a passo típico:

1. **Seleção e Preparo de insumos:** considerando-se pele bovina, couro fresco, ossos desmineralizados, cartilagens, pescado (em tipos específicos). Após a seleção é feita a triagem dos materiais, lavagem e trituração dos insumos;
2. **Desengorduramento:** A matéria-prima possui gordura animal que interfere no processo. O desengorduramento é feito por lavagem com água quente, uso de solventes alimentícios, centrifugação ou prensagem. Esse passo garante matéria-prima mais pura e estável para a hidrólise;
3. **Pré-tratamentos químicos:** Antes da extração do colágeno, o material passa por banhos químicos para abrir a estrutura das fibras. Existem dois grandes métodos: Processo Ácido (tipo A), usado principalmente para pele bovina e pele suína. E o Processo Alcalino (tipo B), que é mais longo, usado para ossos e materiais mais rígidos. Após o tratamento químico, a matéria-prima torna-se mais permeável, impurezas são removidas, e o colágeno fica pronto para ser extraído.
4. **Extração (ou hidrólise):** É a etapa onde o colágeno puro é liberado para solução. Existem dois caminhos principais: (a) Extração térmica, para produção de gelatina, e (b) Extração de hidrólise enzimática, para produção do colágeno;
5. **Filtração e purificação:** O extrato colagenoso passa por diversas etapas, como a filtração mecânica, o carvão ativado (remoção de cor e odor), a troca iônica, a filtração fina (microfiltração e ultrafiltração). Nessa fase, remove-se: a gordura residual, os minerais, as bactérias e contaminantes e a coloração indesejada. O objetivo é alcançar pureza elevada e padrão alimentício/farmacêutico;
6. **Concentração:** O extrato filtrado é concentrado por evaporação a vácuo e osmose reversa, que remove água e deixa o produto com maior teor proteico;

7. **Secagem**: Seja ela por atomização ou por lâminas quebradas em flocos ou pó.
8. **Moagem e padronização**: O produto seco é: moído, peneirado, classificado por granulometria, padronizado para atender especificações;
9. **Embalagem Final**: O colágeno já purificado e padronizado é embalado em: sacos industriais, Big bags, Sacos aluminizados, ou embalagens de 1 kg para consumo direto. A partir de então, segue para as indústrias farmacêuticas, nutracêuticas, cosméticas ou alimentícias.

4.1. Modelagem do problema

O modelo de Programação Linear desenvolvido busca maximizar o lucro por meio da definição das quantidades x_1 , x_2 e x_3 (kg) para três diferentes tipos de colágeno/gelatina produzidos, considerando os preços de venda, os custos de produção, e as restrições de matéria-prima, capacidade de máquina, demanda de mercado e outras limitações operacionais. A Tabela 1 apresenta as variáveis inclusas no modelo de otimização.

Tabela 1 – Variáveis inclusas no modelo

Variáveis	Produto	Preço Venda	Custo	Margem
x_1	CHD	R\$ 33,40	R\$ 14,58	R\$ 18,82
x_2	HDE	R\$ 37,50	R\$ 15,50	R\$ 22,00
x_3	PLUS	R\$ 43,30	R\$ 16,50	R\$ 26,80

A função objetivo pode ser descrita, portanto:

$$Z_{\max} = 18,82x_1 + 22x_2 + 26,80x_3$$

As restrições do modelo são:

$$0,7x_1 + 0,5x_2 + 0,4x_3 \leq 205000 \rightarrow \text{Restrições por insumo}$$

$$0,2x_1 + 0,3x_2 + 0,5x_3 \leq 140000 \rightarrow \text{Restrição por insumo}$$



$$0,02x_1 + 0,03x_2 + 0,025x_3 \leq 10250 \rightarrow \text{Hora} - \text{máquina}$$

$$0,05x_1 + 0,08x_2 + 0,06x_3 \leq 26000 \rightarrow \text{Homens.dia}$$

$$x_1, x_2, x_3 \leq 400000 \rightarrow \text{Restrição com relação à demanda}$$

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0 \rightarrow \text{Não} - \text{negatividade}$$

A Solução encontrada ao modelo foi:

$$Z_{\max} = 18,82x_1 + 22x_2 + 26,80x_3$$

$$Z_{\max} = 18,82(100.000) + 22(150.000) + 26,80(150.000)$$

$$Z_{\max} = \text{R\$ } 9.202.000,00$$

Considerações finais

O objetivo deste artigo foi de maximizar os lucros de uma indústria de gelatinas em Franca/SP, através da utilização da programação linear, pelo método Simplex. Com a utilização da ferramenta Solver, do Excel, foi possível definir o lucro de R\$ 9.202.000,00 mensais, apenas com a venda de 03 itens da indústria.

Por meio do estudo, não se observou nenhuma ociosidade, o que mostra que a solução ótima satisfaz todas as restrições e maximizou o lucro ótimo. Para estudos futuros, sugere-se analisar a viabilidade comercial para atendimento deste *mix* de produtos.

Referências

CARNEIRO, M.B.; AQUINO, W.R.; CANESIN, H.; GILBETRO, T.M.J.; OLIVEIRA JÚNIOR, J.A. de. A aplicação do método simplex para a maximização dos lucros de uma panificadora. Ponta Grossa: Anais do VII Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção (ConBRepro), 15 p., 2017.

EISENHARDT, K. M. Building theories from case study research. The Academy of Management Review, v. 14, n. 4, p. 532-550, 1989.

HILLIER, F.S.; LIEBERMAN, G.J. Introdução a pesquisa operacional. Porto Alegre: AMGH Editora, 2013

LATIPOVA, A. T. Solving linear and bilinear problems with interval uncertainty. Procedia Engineering, v. 129, p. 670–675, 2015.



MARINS, F. A. S. Introdução à Pesquisa Operacional. Cultura Acadêmica: UNESP, 2011.

MOREIRA, D. A. Pesquisa operacional: curso introdutório. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

SEBRAE. SERVIÇO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. Boas práticas na indústria de gelatinas – da produção ao ponto de venda. Brasília: SEBRAE, 2010.

SOBRAPO – SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISA OPERACIONAL. O que é Pesquisa Operacional?

YIN, R. Estudo de caso. Planejamento e métodos. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.