

MIX DE PRODUTOS E PROGRAMAÇÃO LINEAR NO PROCESSO DECISÓRIO EMPRESARIAL: UM ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DO RAMO ALIMENTÍCIO

PRODUCT MIX AND LINEAR PROGRAMMING IN THE BUSINESS DECISION-MAKING PROCESS: A CASE STUDY IN A FOOD INDUSTRY

Amanda Silva Moraes

Bacharel em Ciências Contábeis pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)
amandasilvamoraes12@gmail.com

Luciana de Paula Santos

Bacharel em Ciências Contábeis pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)
luciana.d3.paula@gmail.com

Carlos Roberto Vallim

Doutor em Administração pela Fundação Getúlio Vargas (FGV/EBAPE)
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)
vallim.ufes@gmail.com

Resumo:

Este estudo teve como objetivo investigar as contribuições da aplicação conjunta do mix de produtos e da programação linear no processo decisório de uma indústria do ramo alimentício localizada na região da Grande Vitória - ES. Para alcançar esse objetivo, foi realizado um estudo de caso, utilizando uma abordagem quantitativa e qualitativa de natureza exploratório-descritiva. Os dados utilizados foram coletados a partir de relatórios financeiros e gerenciais referentes ao período de 2022 a 2023. Com base nos resultados obtidos, a pesquisa evidenciou que a utilização da modelagem de mix de produtos em conjunto com a programação linear é uma ferramenta relevante e proporciona aos gestores e tomadores de decisão a capacidade de selecionar os produtos com maior margem de contribuição, visando alcançar resultados mais expressivos, mesmo diante das limitações presentes nos ambientes interno e externo, especialmente em um setor de alta concorrência e sujeito a sazonalidade.

Palavras-chave: mix de produto; programação linear; indústria de sorvete.

Abstract:

This study aimed to investigate the contributions of the joint application of product mix and linear programming in the decision-making process of a food industry located in the Greater Vitória - ES region. To achieve this objective, a case study was carried out, using a quantitative and qualitative approach of an exploratory-descriptive nature. The data used was collected from financial and management reports for the period from 2022 to 2023. Based on the results obtained, the research showed that the use of product mix modeling in conjunction with linear programming is a relevant tool and provides managers and decision makers the

- a) Submissão em: 07/08/2024.
- b) Envio para avaliação em: 14/08/2024.
- c) Término da avaliação em: 17/08/2024.
- d) Correções solicitadas em: 17/08/2024.
- e) Recebimento da versão ajustada em: 06/09/2024.
- f) Aprovação final em: 09/09/2024.

ability to select products with a greater margin of contribution, aiming to achieve more significant results, even in the face of limitations present in the internal and external environments, especially in a sector with high competition and subject to seasonality.

Keywords: product mix; linear programming; ice cream industry.

1 Introdução

A concorrência acirrada em diversos setores, tem levado as empresas a buscar maior eficiência em seus processos operacionais e produtivos. De acordo com Gerlach (2013), em um cenário altamente competitivo, as empresas estão buscando otimizar seus processos, minimizando perdas e maximizando qualidade e produtividade. Nesse contexto, as empresas devem pesquisar e implementar sistemas e modelos de produção que alcancem resultados satisfatórios em termos de custo, qualidade, prazo, flexibilidade e inovação (Antunes, 2008).

Corrar e Garcia (2001) acreditam que os gestores precisam de ferramentas melhores para gerenciar essas restrições, tomar decisões, controlar operações e simular o desempenho. Para Nossa e Chagas (1997) tornou-se imprescindível que contadores utilizem métodos quantitativos na prestação de soluções para os problemas cotidianos das empresas e instituições, e uma das ferramentas com maior potencial de uso é a programação linear (Função Solver), que para Gonçalves e Koprowinski (1995) é uma técnica de planejamento cuja eficácia é reconhecida em quase todos os campos da atividade humana.

De acordo com Megliorini (2012), com o cenário competitivo acirrado, a Gestão de Custos mostra-se com maior importância no aconselhamento das organizações sobre como gerar receita. Vallim, Vallim, M. e Martins (2018) corroboram que a determinação do custo no processo produtivo é importante para a tomada de decisão dos gestores, que precisam ter informações para determinar quais produtos são rentáveis no mix de produção e vendas.

Para o ramo alimentício, em particular, a do setor de sorvetes e gelatos a qual preponderam variáveis correntes no Brasil, é de extrema importância o gerenciamento do seu processo de produção e operacional, pois, Arbuckle (1986) afirma que o sorvete pode ser fabricado a partir de diversas combinações de ingredientes em diferentes proporções, com sua composição sendo bastante variada e com uma estrutura complexa. Nesse sentido, torna-se imprescindível que as empresas do setor de sorvetes tenham domínio das informações de políticas de preços, lucro marginal por produto (e sua participação do resultado do mix), análise das relações de CVL, custo fixo, maximização de lucros com combinação de mix, apuração do custo das várias atividades do processo, formação do preço ideal de venda de seus produtos, para que possam se manterem e desenvolverem em um cenário competitivo (Santos, 2017).

Com base no exposto, criou-se a seguinte questão: Quais as contribuições da programação linear no processo de tomada de decisão em mix de produtos na indústria alimentícia? Com o intuito de responder a questão formulada, tem-se como objetivo principal utilizar a programação linear e mix de produtos em uma indústria alimentícia e identificar as contribuições no processo de tomada de decisão empresarial, e de forma específica: explorar bibliograficamente o tema proposto; apurar custos e despesas de determinado período; aplicar o custeio variável em mix de produtos; utilizar a programação linear na otimização do mix de produtos da empresa foco da pesquisa e comparar por meio de indicadores o mix real com o mix otimizado.

A relevância do estudo justifica-se, sobretudo, com a possibilidade da utilização de uma ferramenta potencial auxiliadora da gestão e da tomada de decisões na indústria

estudada. Entende-se como mix de produtos a quantidade ideal a ser produzida de cada tipo de produto em um determinado período, considerando que estes competem por um número limitado de recursos de forma a maximizar o resultado econômico da empresa produtora (Fredendall; Lea, 1997). Buscando solucionar o problema genérico de alocar recursos da melhor forma possível, a programação linear vem considerando limitações e restrições para atividades que competem entre si, ou seja, determina o nível de certas atividades que competem por recursos escassos necessários para realizar essas atividades (Arelanes *et al.*, 2013). Outra relevância do trabalho, são as informações geradas através do estudo de caso, que podem auxiliarem outros gestores na tomada de decisão com base nos dados e conclusões apresentados.

2 Referencial Teórico

Nesta seção, serão abordados: a gestão de custos orientada pelo custeio variável, a aplicação da análise de custo-volume-lucro na modelagem de mix de produtos e serviços como uma ferramenta de tomada de decisão e o uso da programação linear para otimizar o mix de produtos e serviços. Além de discutir a colocação do setor alimentício brasileiro no mercado.

2.1 Gestão de custos

A gestão de custos é um aspecto crucial para o processo de tomada de decisão de qualquer empresa. Veiga e Santos (2016) destacam a importância de uma boa gestão de custos para a continuidade e lucratividade das entidades, independente do seu porte, área de atuação, região ou localização. Carraro (2018), corrobora que a gestão de custos abrange desde a organização até as relações com a cadeia de valor, fornecendo informações essenciais para avaliação de resultados e tomada de decisões.

Conforme Saldanha e Brambilla (2020), a gestão de custos fornece aos gestores dados para embasar suas decisões, como, quanto e quando investir em determinado setor ou avaliar o custo de produtos/serviços de uma organização. A teoria do custeio variável é uma das abordagens mais utilizadas para gerenciar custos, pois permite que os gestores identifiquem os custos fixos e variáveis de seus produtos e serviços, o que possibilita uma melhor análise dos resultados financeiros da empresa.

Segundo Martins (2018), o custeio variável é uma técnica que considera apenas os custos variáveis como parte do custo dos produtos, excluindo os custos fixos. Com isso, é possível calcular a margem de contribuição (MC) de cada produto, que é o quanto cada produto contribui para pagar os custos fixos e gerar lucro. Além disso, o custeio variável permite a análise do ponto de equilíbrio (PE) da empresa, que é o valor mínimo de vendas necessário para cobrir todos os custos e despesas, e também a identificação do mix de produtos mais rentável por meio do índice de margem de contribuição (IMC).

De acordo com Barfield, Raiborn e Kinney (2003), a abordagem do custeio variável é mais adequada para empresas que possuem uma grande variedade de produtos e serviços. Isso porque essa técnica permite uma melhor compreensão da rentabilidade de cada produto, facilitando a tomada de decisão dos gestores. Por outro lado, empresas que possuem um número reduzido de produtos podem utilizar outras abordagens de custeio, como o custeio por absorção.

Importante ressaltar que a gestão de custos não pode ser vista como algo isolado do restante da empresa. Segundo Chenhall e Langfield-Smith (1998), a gestão de custos deve estar alinhada com a estratégia da empresa, e os gestores devem estar cientes das variações do

mercado (demanda x oferta) para tomar decisões mais assertivas. Dessa forma, a gestão de custos pode impactar diretamente o resultado financeiro da empresa.

Em resumo, a gestão de custos por meio da abordagem do custeio variável pode proporcionar uma visão mais clara da rentabilidade de cada produto ou serviço, permitindo que os gestores tomem decisões mais assertivas e maximizem a riqueza da empresa. A análise do IMC mix, MCU mix, PE mix e resultado são indicadores importantes para essa abordagem. No entanto, é importante que a gestão de custos esteja alinhada com a estratégia da empresa e que os gestores estejam atentos às variações do mercado para que possam tomar decisões mais assertivas.

2.2 Modelagem mix de produto

O mix de produtos indica a variedade de produtos ou serviços ofertados por uma organização ou mercado e complementam ainda que a escolha do mix de produtos é uma das decisões mais importantes de um negócio (SEBRAE, 2021).

O mix de produtos retrata a quantidade dos diversos produtos ou serviços vendidos pela entidade, e para uma análise de CVL de diferentes produtos é indispensável a continuidade no mix de vendas (Eldenbug; Wolcott, 2007). Alves (2013) explica que as organizações que produzem ou vendem vários tipos de produtos ou serviços uma maneira de maximizar o resultado é encontrar o melhor mix de produção, ou seja, determinar o conjunto de produtos para a produção e venda que permitirá a obtenção do lucro máximo.

Vallim e Souza (2014) apresentam uma modelagem exposta na tabela 1 para melhor identificação de um mix de produtos de uma empresa, seja ela comercial, industrial ou prestadora de serviço. Através da modelagem abaixo é possível fazer um cruzamento de informações como a quantidade de unidades vendidas ou produzidas, preço de venda e custo variável unitário e assim permitem a visualização com precisão de sua margem de contribuição unitária, ou seja, quanto cada produto gera de ganho inicialmente para o cobrir os custos fixos e no segundo momento gerar lucro.

Tabela 1: Modelagem gerencial de mix

1	2	3	4	5	6	7	8
Produto	Q	Pvu	Cvu	Mcu	IMC	FAT	FAT x IMC
A							
B							
C							
Totais					IMC ponderado	Σ FAT	Σ FAT x IMC
					9	10	11

(Q) Quantidade produzida e vendida;

(PVu) Preço de Venda unitário;

(CVu) Custo Variável unitário;

(MCu) Margem de contribuição unitário;

(IMC) Índice de Margem de Contribuição;

(FAT) Faturamento;

(FAT x IMC) Faturamento x Índice de Margem de Contribuição.

Fonte: adaptado de Vallim e Souza (2014)

Os autores supracitados, ressaltam que para uma melhor compreensão da modelagem é necessário um detalhamento de cada coluna. Desta forma:

- a) a coluna 1 contém os produtos a serem analisados;
- b) a coluna 2 representa a quantidade vendida de cada produto no período;
- c) a coluna 3 apresenta o preço de venda unitário (PVu) de cada produto;
- d) a coluna 4 mostra a variável unitária (CVu) de cada produto;
- e) a coluna 5 representa a margem de contribuição unitária (MCu) de cada produto, ou seja, a diferença entre PVu e CVu;

- f) a coluna 6 contém o índice de margem de contribuição (IMC) de cada produto, que expressa a participação da MCu dentro do PVu;
- g) a coluna 7 apresenta o faturamento individual (FAT) de cada produto, obtido pela multiplicação da quantidade (Q) pelo PVu;
- h) a coluna 8 representa o FAT x IMC de cada produto, que é o resultado da multiplicação entre FAT e IMC;
- i) na célula 9 é calculado o IMC ponderado, obtido pela divisão da célula 11 pela célula 10, representando o IMC ponderado do mix analisado.
- j) na célula 10 é feita a soma dos valores da coluna 7, representando o faturamento total da empresa ou setor analisado; e
- k) na célula 11 é realizada a soma dos valores da coluna 8, representando a margem de contribuição geral.

Para a utilização a modelagem descrita na Tabela 1 a empresa precisa conhecer três valores: Q, PVu e CVu. Com os 3 elementos encontra-se o MCu que dividido pelo PVu chegará no IMC. A partir da correta utilização do modelo, a informação gerada por ele poderá auxiliar na tomada de decisão e na geração de conhecimento dos gestores e administradores como as receitas totais em equilíbrio, lucros projetados por meio de simulações diversas nas variações do faturamento, quantidade vendida, preço de venda, custo variável unitário e custo fixo total (Vallim; Souza, 2014).

2.3 Programação linear

Para Oliveira Neto (2000) a Programação Linear (PL) se encontra inserida dentro da Pesquisa Operacional (PO), esta que é um conjunto de métodos científicos voltados para a resolução de problemas quantitativos, utilizando-se de modelos matemáticos, estatísticos de algoritmos para tomada de decisão, inicialmente desenvolvido para ser aplicado a questões estratégicas e táticas decorrentes da Segunda Guerra Mundial.

Dentre os vários métodos para a elaboração da modelagem matemática, destaca-se os métodos da programação linear, que consiste em métodos determinísticos diretos otimizantes, aplicáveis a problemas restritos de otimização linear (Silva, 2017). Scalabrin *et. al* (2006) apontam ainda, que a programação linear possui um conjunto de procedimentos e métodos matemáticos para resolver, de forma lógica, problemas que envolvam o uso de recursos escassos.

Corrar e Garcia (2001) argumentam que o modelo de PL é usado para ajudar a resolver problemas de alocação recursos escassos para atingir um objetivo específico. O problema para o qual a programação linear fornece uma solução pode ser resumido da seguinte forma: maximizar ou minimizar alguma variável dependente, que é uma função linear de várias variáveis independentes com muitas restrições.

Neto (2000) reforça que o problema de otimização somente poderá ser resolvido através da programação linear se o objetivo é as restrições for expressamente quantitativa. E que a programação é descrita como linear porque seus elementos são expressos em equações ou inequações lineares. De acordo com Ploskas e Samaras (2015), o algoritmo Simplex é o método mais amplamente utilizado para resolver a programação linear, com o auxílio do Solver.

Souza e Clemente (1991) declaram que a programação linear deve respeitar para resolução de problemas os seguintes passos: Identificar o problema - para isso, é preciso identificar o objetivo pretendido, as variáveis de decisão, ou seja, as variáveis que estão ligadas a esse objetivo, e ainda, quais as limitações e relações a que estas variáveis estão

sujeitas. Em geral, o objetivo é maximizar ou minimizar um elemento, observando se os recursos disponíveis são escassos, ou seja, se existem condições limitantes.

Garcia, Guerreiro e Corrar (1997) destacam três elementos-chave na construção do modelo: as variáveis de decisão, que representam as quantidades ou recursos a serem determinados para otimizar os resultados (representadas por $x_1, x_2 \dots x_n$); o objetivo, que pode ser maximizar a margem de contribuição unitária ou minimizar os custos, expresso por uma função linear $Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$, onde 'c' são os coeficientes de ganho ou custo de cada variável; e as restrições, que representam as limitações dos recursos, definidas por uma função linear $a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m$, em que 'a' é a quantidade de recursos consumida por cada variável de decisão e 'b' é a quantidade disponível de cada recurso.

Para melhor compreensão da aplicação da teoria, o Quadro 1 apresenta um exemplo de problema linear que utiliza a função Solver do software Microsoft® Office Excel® 2016 para determinar o mix de produção e venda mais adequado para uma empresa.

Suponha que uma fábrica produz 2 tipos de sofás e para a produção é necessário madeira e tecido. Sendo que o sofá de dois lugares necessita de 3 metros de tecido, 4 madeiras e de 10 horas para a sua produção por unidade; já o sofá de três lugares necessita de 5 metros de tecido, 6 madeiras e de 12 horas para a sua produção por unidade. A disponível na fábrica para a confecção 120 metros de tecido, 150 madeiras e 800 horas de mão de obra, sendo o lucro unitário do sofá de dois lugares de R\$850,00 e do sofá de três lugares de R\$980,00. Desta forma, qual modelo de programação linear é a solução ótima que maximizaria o lucro?

Quadro 1: modelo PL no *software Microsoft® Office Excel® 2010*.

I) variáveis de decisões: X_1 = Quantidade de sofá de dois lugares X_2 = Quantidade de sofá de três lugares	III) Restrições: Quantidade de tecido: $3X_1 + 5X_2 \leq 120$ metros Quantidade de madeira: $4X_1 + 6X_2 \leq 150$ unidades Quantidade de horas: $10X_1 + 12X_2 \leq 800$ horas Não negatividade: $X_1 + X_2 \geq 0$
II) Objetivos: Maximizar: $MCu = 850X_1 + 980X_2$	

Recursos	Variáveis			Disponível Na Fábrica
	Sofá 2 Lugares	Sofá 3 Lugares		
Tecidos (m)	3	5	≤	120
Madeira (un)	4	6	≤	150
Horas	10	12	≤	800
Lucro Unitário	850	980		

I. Variáveis de Decisões		II. Função Objetivo
X_1 = Qtde. de sofá de 2 lugares	X_2 = Qtde. de sofá de 3 lugares	Maximização de MCu
36	1	31.580

III. Restrições		
Qtde. de tecidos	Qtde. de madeiras	Qtde. de horas
113	150	372
NÃO NEGATIVIDADE $X_1 + X_2 \geq 0$		

Objetivo	Solução Ótima		
	Lucro máximo (R\$)	Produção Ótima X1 (un)	Produção Ótima X2 (un)
MAX: $MCu = 850X_1 + 980X_2$	31.580	36	1

Solução Ótima: Lucro de R\$31.580 com a produção e venda de 36 unidades do sofá de dois lugares e 1 unidade do sofá de três lugares.

Fonte: elaborado pelos autores.

2.4 Setor de alimentação no Brasil

De acordo com o (SEBRAE, 2021), um setor que está em alta é o alimentício. Afinal de contas, todo ser humano necessita de comida para sobreviver. A Associação Brasileira de

Indústria de Alimentos (ABIA, 2021), aponta que a indústria de alimentos e bebidas é a maior do Brasil sendo processado 58% de tudo que é produzido no campo, com 32,7 mil empresas no setor sendo a maior geradora de empregos com 1,72 milhão de postos de trabalho diretos e formais, representando 10,6% do PIB.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), indica que o setor de sorvetes e gelatos compõem o ramo alimentício, e que os gelados comestíveis podem ser definidos como: sorvete de massa ou creme, picolés e produtos especiais gelados; além de serem classificados quanto à composição básica, em: Sorbets (0% de gordura); Sherbets (1 a 2% de gordura); Sorvete Tradicional (6 a 10% de gordura); Sorvete Premium (10 a 16% de gordura) e Sorvete Super Premium (superior a 16% de gordura), (RESOLUÇÃO-RDC nº 267).

Os sorvetes e picolés estão cada vez mais abandonando a fama de serem iguarias refrescantes e produtos supérfluos, e tornando-se alimentos ricos em valores nutritivos e próprios para o consumo de qualquer pessoa, sendo mais comuns, nos dias ensolarados e quentes fora do verão, no Brasil e no mundo. Só no ano de 2021 foram mais de 1 milhão de toneladas consumidas, sendo o maior consumidor a região sudeste (ABIS, 2021).

Destacando-se e prosperando no mercado, as sorveterias que se sobressaem no mercado em crescimento no Brasil, possuem características e diferenciais como qualidade, sabor e atendimento personalizado que atendem aos diversos hábitos e necessidades de seus clientes (SEBRAE, 2021). O Brasil é um dos maiores produtores de sorvete do mundo. Segundo dados da Associação Brasileira das Indústrias e do Setor de Sorvetes (Abis), no ano de 2021, foram mais de 10 mil empresas envolvidas no setor de sorvetes e gelatos no país, gerando um faturamento anual superior a 13 bilhões por ano (ABIS, 2021).

2.5 Estudos anteriores

O Quadro 2, contém estudos empíricos da literatura relacionados ao tema da pesquisa, que serve como base comparativa para análise de dados. Esses estudos abordam problemáticas semelhantes às consideradas no artigo e destacam a importância dos custos na modelagem de mix de produtos e serviços, além de ressaltar o papel da programação linear na formulação de estratégias de gestão e tomada de decisões empresariais. Os estudos selecionados referem-se aos períodos de 1997 a 2021.

Quadro 2: Estudos anteriores

Ano	Autor (es)	Objetivo da pesquisa	Achados da pesquisa
1997	Nossa, V. e Chagas, J. F.	Focar na utilidade, eficiência e eficácia da programação linear no cotidiano dos profissionais que utilizam a Contabilidade para fins decisórios.	A Programação Linear fornece aos contadores, informações relevantes e dinâmicas que podem ser recuperadas de modo rápido e eficaz por meio de planilhas eletrônicas.
2001	Corrar, L. J., e Garcia, E. A. Da R.	Estudo da Programação Linear e a sua utilização no processo de tomada de decisão com uma aplicação voltada para a área de Contabilidade de Custos.	A Programação Linear é uma importante ferramenta como suporte na tomada de decisão e crucial a correta definição para o modelo seja otimizado.
2005	Castro, L. Y.; Borgert, A. e De Souza, F. R.	Detectar o mix de produtos que gera a maior margem de contribuição, com base na divisão de custos conjuntos, diante de restrições de produto, mercado e captação da matéria-prima.	Demonstra que ferramentas estatísticas como a Programação Linear podem auxiliar os administradores na tomada de decisões.

2015	Dal Magro, C. B., Picoletto, J. D., Zonatto V. C. da S., e Carli, S. B	Analisar o mix de produção que oferece melhores resultados em um laticínio com processo de produção conjunta.	A Programação Linear permitiu analisar o mix de produção e qualificar as decisões dos gestores da indústria com identificação do melhor mix.
2017	Woubante, G. W	Analisar o uso do mix de produtos e da programação linear, visando maximizar o lucro da indústria de confecção, atendendo às carências dos clientes, focando no core business e na gestão de estoques.	Notou que o lucro da empresa estudada pode ser melhorado em 59,84% quando os clientes e os pedidos são considerados. Caso não seja considerado, é possível obter um aumento de 7,22%.
2017	Angelini, J., Gechonke, J., Ghazzawi, B., Lourenço, C., Soares, T., e Lima, A.	Encontrar com o auxílio da Pesquisa Operacional um valor ótimo para o problema de mix de produtos em uma fábrica de picolés que produz três classes do produto.	A programação determinou o estoque gerado no período, ajudando à empresa avaliar suas ações de marketing para elevar suas demandas ou reduzir a capacidade de produção.
2019	Godinho, I. P., e Corso, L.	Utilizar a programação linear para identificar um mix de produtos ótimo que maximize o lucro e auxilie na tomada de decisões e no planejamento estratégico.	A programação linear forneceu diversas informações úteis para a gestão tática e estratégica da empresa.
2020	Zils, J., Borgert, A., e de Souza, F. R.	Definir o mix ideal dos subprodutos criados à base do soro de queijo, que sobra como resíduo da fabricação dos produtos principais.	Demonstra que ferramentas estatísticas como a Programação Linear podem servir de apoio para os gestores no processo decisório.
2021	dos Santos, J. N e Vallim, C. R.	Avaliar as contribuições da aplicação conjunta do mix de serviços e programação linear como ferramenta de decisão na gestão empresarial de uma hoteleira com o objetivo de maximizar os resultados.	A modelagem conjunta do mix de produtos e serviços, usando programação linear auxilia os gestores nas decisões, permitindo a seleção dos mix mais lucrativos e com maiores margens de contribuição.

Fonte: elaborado pelos autores.

3 Metodologia

O modelo utilizado para conduzir a pesquisa é o de Vergara (2016), que divide a pesquisa científica em duas dimensões: fins e meios. Quanto aos fins: utiliza-se um estudo descritivo, pois evidencia características de uma determinada população ou fenômeno, neste contexto, um estudo de caso de uma empresa do ramo de sorvetes; e exploratória pois ocorre em uma área na qual há pouco conhecimento acumulado.

Quanto aos meios, conforme Gil (2010), a pesquisa é do tipo bibliográfica, onde o levantamento é desenvolvido com base em material já elaborado; documental por se basear em material que ainda não receberam um tratamento analítico ou que podem ser reelaborados para fins de pesquisa; e pesquisa de campo por meio de estudo de caso único, visto que, trata-se de verificar uma realidade específica de empresas, indivíduos e comunidades.

A abordagem do problema adotado foi qualitativa e quantitativa, onde as informações foram coletadas em uma indústria no segmento de sorvetes e gelatos localizada na região da Grande Vitória - ES, a coleta de dados foi realizada por meio de relatórios financeiros e gerenciais de produção e venda interna da empresa, visita no espaço produtivo para conhecimento do processo de produção dos produtos, além de entrevistas semiestruturadas com os sócios e administradores.

Os dados foram coletados entre os meses de abril a dezembro de 2022 e janeiro a março de 2023. Foi analisada uma amostra escolhida por conveniência envolvendo 21 sabores

de picolés, 47 sabores de sorvetes e 2 sabores de açaí, totalizando um mix de 70 de produtos. A análise e o tratamento dos dados foram realizados por meio eletrônico, através da transposição da apuração dos custos e despesas, aplicando o custeio variável em um mix de produtos, utilizando-se o suplemento Solver do software Microsoft® Office Excel® 2016 para a otimização do mix, a partir de indicadores gerenciais foi realizando uma comparação do mix real com o mix otimizado e com auxílio de planilhas eletrônicas (Excel) para a organização e demonstração dos dados.

4 Estudo de caso

Nesta seção apresentam-se os dados da pesquisa realizada conforme os objetivos específicos estabelecidos, que são: caracterizar a organização investigada; identificar os custos fixos e variáveis; elaborar o mix de produtos realizado pela empresa pesquisada; traçar o mix de produtos com base na programação linear; evidenciar as variáveis e restrições; aplicar o Solver e apurar o mix otimizado; e, por fim, realizar as análises quantitativas e qualitativas dos resultados.

4.1 Histórico da empresa

O estudo de caso foi realizado em uma empresa de pequeno porte, localizada na região da Grande Vitória no estado do Espírito Santo e que possui uma abrangência de 15 franquias na região sudeste, especificamente nos estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro. Atua no setor de sorvetes e gelado, e possui um faturamento anual de R\$1.396.045,96, sendo administrada por 2 sócios e uma equipe de 12 funcionários, sendo 3 auxiliares de escritório, 2 entregadores, 6 auxiliares de produção e 1 auxiliar de serviços gerais.

Para preservar a identidade da empresa e de seus gestores, a indústria será referida pelo nome fictício de “Divino Gelato”. A Divino Gelato é de origem familiar e é gerenciada pelos próprios fundadores, sendo fundada há 40 anos. Sua principal atividade é a produção e comércio de sobremesas congeladas. A indústria foco da pesquisa contempla uma variedade de produtos, sendo: picolés, sorvetes e açaí.

4.2 Apresentação dos dados

Foi realizado um levantamento de dados com base nos relatórios gerenciais internos de controle da empresa pesquisada, de todos os 47 sabores de sorvetes, 21 sabores de picolés, 2 tipos de açaí produzidos e vendidos no período de abril de 2022 a março de 2023.

Com base nos relatórios internos da empresa, foram coletadas informações sobre os custos e despesas fixas e variáveis relacionadas ao mix de produtos. Esses dados foram analisados considerando o período de abril a dezembro de 2022 e janeiro a março de 2023. Tais custos são apresentados no Quadro 3 com seus respectivos valores monetários, os quais foram calculados a partir da média anual.

Quadro 3: Custo fixo médio anual

Custos Fixos	
Adiantamento de Sócios	R\$ 198.360,45
Aluguel	R\$ 64.200,00
Pró-Labore	R\$ 199.280,15
Salários	R\$ 194.597,08
Total anual	R\$ 656.437,68
Média mensal	R\$ 54.703,14

Fonte: elaborado pelos autores com base nos relatórios da empresa

O cálculo de custo variável unitário (CVu) teve como base a receita padrão de cada produto consumido no processo produtivo e o tempo de preparação de cada produto, com isso os produtos obtidos pela empresa tiveram a sua medida proporcional a cada componente gasto em cada produto para o custo variável de matéria prima e para o custo variável de mão de obra foi fundamentado no tempo unitário de produção de cada produto. Para melhor compreensão da definição deste custo, o Quadro 4 detalha os insumos e o tempo utilizados na produção dos produtos pic16 e pic26 da Tabela 2.

Quadro 4: Custo variável unitário dos produtos utilizados no processo produtivo

Picolé Bueno (unidade)				Sorvete de Coco com abacaxi (Litro)			
CV		MOD		CV		MOD	
Matéria-prima	R\$	Produção (min)		Matéria-prima	R\$	Produção (min)	
Calda Base	0,23	Custo (R\$)	0,39	Calda Base	3,95	Custo (R\$)	0,39
Saborizante Avelã	0,19	Cvu Total		Coco fruta	1,07	Cvu Total	
Recheio	0,85	Matéria-prima	1,35	Doce abacaxi	0,95	Matéria-prima	6,02
Palito	0,02	MOD	0,21	Caixa	0,05	MOD	2,57
Embalagem	0,04	Total	1,56			Total	8,59
Caixa	0,025						

Fonte: elaborado pelos autores

A empresa possui sabores de sorvete e açaí com caixas de 5 e 10 litros sendo preços distintos, porém com produtos semelhantes. Foram apurados o custo dos produtos por caixa e assim como modelo do Quadro 4, o PVu e o CVu de todos os produtos do sorvete e açaí foram divididos por 5 ou 10 conforme o tamanho da caixa vendida, correspondendo o custo apresentado ao de 1 litro. O picolé teve o CVu e PVu apurado por unidade, dividindo o custo de uma caixa por 40 que corresponde ao custo de 1 unidade. Desta forma, a apuração dos custos dos demais produtos seguem a mesma lógica.

O custo variável unitário de mão de obra teve como embasamento o tempo de produção unitário e o salário da mão de obra direta. Desta forma, foi dividido o salário da mão de obra direta no valor de R\$ 19.513,20 pelo tempo efetivo disponível na empresa destinado a produção que em minutos é de 49.420,80, com isso, cada minuto é equivalente a R\$ 0,39. Assim, foi multiplicado o valor em minutos pelo tempo unitário de cada produto sendo definido o custo da mão de obra que somado ao custo de matéria prima resultou no custo variável unitário total.

4.3 Elaboração do mix de produtos realizado pela empresa

A modelagem utilizada para elaborar o mix de produtos foi exposta na Tabela 1 por Vallim e Souza (2014). Neste modelo, são destacados diversos dados relevantes sobre a amostra dos 70 produtos analisados durante o período do estudo, como a quantidade vendida, o preço praticado, o custo variável unitário, a margem de contribuição e o índice de margem de contribuição. Todos esses elementos do mix da Tabela 2 foram calculados com base na média anual.

Tabela 2: Mix real da empresa “Divino Gelato”

Cod.	Produtos	Q	PVu	CVu	MCu	IMC	FAT	FAT x IMC
pic1	Coco	2.663	R\$ 2,75	R\$ 0,99	R\$ 1,76	0,6418	R\$ 7.323,25	R\$ 4.699,73
pic2	Limão Siciliano	1.154	R\$ 2,75	R\$ 0,40	R\$ 2,35	0,8563	R\$ 3.173,50	R\$ 2.717,47
pic3	Morango s/ Lactose	1.505	R\$ 2,75	R\$ 0,53	R\$ 2,22	0,8090	R\$ 4.138,75	R\$ 3.348,36
pic4	Mousse de Limão	868	R\$ 2,75	R\$ 0,74	R\$ 2,01	0,7327	R\$ 2.387,00	R\$ 1.748,87
pic5	Mousse de Maracujá	1.081	R\$ 2,75	R\$ 0,54	R\$ 2,21	0,8054	R\$ 2.972,75	R\$ 2.394,23
pic6	Uva s/ Lactose	1.379	R\$ 2,75	R\$ 0,66	R\$ 2,09	0,7618	R\$ 3.792,25	R\$ 2.888,76

pic7	Bombom Trufado	1.404	R\$ 3,25	R\$ 1,35	R\$ 1,90	0,5856	R\$ 4.563,00	R\$ 2.672,18
pic8	Chocolate c/ Avelã	1.715	R\$ 3,25	R\$ 0,83	R\$ 2,42	0,7456	R\$ 5.573,75	R\$ 4.155,90
pic9	Chocomalte	1.300	R\$ 3,25	R\$ 1,21	R\$ 2,04	0,6287	R\$ 4.225,00	R\$ 2.656,24
pic10	Coco Zero	1.962	R\$ 3,25	R\$ 1,31	R\$ 1,94	0,5984	R\$ 6.376,50	R\$ 3.815,75
pic11	Coco ao Choco Croc.	2.687	R\$ 3,25	R\$ 1,34	R\$ 1,91	0,5887	R\$ 8.732,75	R\$ 5.140,94
pic12	Doce de Leite	1.284	R\$ 3,25	R\$ 1,80	R\$ 1,45	0,4472	R\$ 4.173,00	R\$ 1.865,99
pic13	Iogurte c/ F. Vermelhas	809	R\$ 3,25	R\$ 0,87	R\$ 2,38	0,7333	R\$ 2.629,25	R\$ 1.928,06
pic14	Martilho	1.088	R\$ 3,25	R\$ 0,95	R\$ 2,30	0,7087	R\$ 3.536,00	R\$ 2.505,95
pic15	Morango Trufado Zero	1.168	R\$ 3,25	R\$ 2,33	R\$ 0,92	0,2841	R\$ 3.796,00	R\$ 1.078,37
pic16	Bueno	1.540	R\$ 3,87	R\$ 1,56	R\$ 2,31	0,5977	R\$ 5.959,80	R\$ 3.562,42
pic17	Morango c/L.Condens.	1.603	R\$ 3,87	R\$ 1,39	R\$ 2,48	0,6407	R\$ 6.203,61	R\$ 3.974,88
pic18	Morango Cob c/ Choco.	775	R\$ 3,87	R\$ 1,59	R\$ 2,28	0,5891	R\$ 2.999,25	R\$ 1.766,73
pic19	TreAmore	955	R\$ 3,87	R\$ 1,37	R\$ 2,50	0,6459	R\$ 3.695,85	R\$ 2.387,17
pic20	Pistache	1.456	R\$ 4,30	R\$ 2,66	R\$ 1,64	0,3822	R\$ 6.260,80	R\$ 2.392,59
pic21	Chocolate	956	R\$ 2,75	R\$ 0,70	R\$ 2,05	0,7472	R\$ 2.629,00	R\$ 1.964,41
sorv1	Abacaxi	176	R\$ 15,45	R\$ 7,68	R\$ 7,77	0,5030	R\$ 2.719,20	R\$ 1.367,75
sorv2	Cupuaçu	83	R\$ 15,45	R\$ 5,56	R\$ 9,89	0,6403	R\$ 1.282,35	R\$ 821,14
sorv3	Graviola	87	R\$ 15,45	R\$ 8,04	R\$ 7,41	0,4794	R\$ 1.344,15	R\$ 644,43
sorv4	Limão	191	R\$ 15,40	R\$ 4,18	R\$ 11,22	0,7287	R\$ 2.941,40	R\$ 2.143,46
sorv5	Manga s/ Lactose	105	R\$ 15,45	R\$ 9,45	R\$ 6,00	0,3886	R\$ 1.622,25	R\$ 630,35
sorv6	Maracuja	286	R\$ 15,40	R\$ 5,42	R\$ 9,98	0,6481	R\$ 4.404,40	R\$ 2.854,36
sorv7	Morango s/Lactose	148	R\$ 15,45	R\$ 5,49	R\$ 9,96	0,6444	R\$ 2.286,60	R\$ 1.473,38
sorv8	Baunilha Zero	250	R\$ 15,45	R\$ 10,72	R\$ 4,73	0,3060	R\$ 3.862,50	R\$ 1.181,79
sorv9	Chocolate Zero	153	R\$ 15,45	R\$ 10,79	R\$ 4,66	0,3014	R\$ 2.363,85	R\$ 712,55
sorv10	Coco Zero	203	R\$ 15,45	R\$ 14,99	R\$ 0,46	0,0297	R\$ 3.136,35	R\$ 93,21
sorv11	Morango Zero	188	R\$ 15,45	R\$ 10,79	R\$ 4,66	0,3017	R\$ 2.904,60	R\$ 876,30
sorv12	Ameixa	138	R\$ 15,45	R\$ 8,53	R\$ 6,92	0,4479	R\$ 2.132,10	R\$ 954,86
sorv13	Amendoim c/ Car Salg.	460	R\$ 15,40	R\$ 8,00	R\$ 7,40	0,4805	R\$ 7.084,00	R\$ 3.404,19
sorv14	Banana Flambada	358	R\$ 15,40	R\$ 6,87	R\$ 8,53	0,5537	R\$ 5.513,20	R\$ 3.052,77
sorv15	Banoffee	208	R\$ 15,40	R\$ 9,02	R\$ 6,38	0,4142	R\$ 3.203,20	R\$ 1.326,89
sorv16	Bombom Trufado	557	R\$ 15,40	R\$ 7,62	R\$ 7,78	0,5051	R\$ 8.577,80	R\$ 4.332,51
sorv17	Cafê	267	R\$ 15,45	R\$ 6,54	R\$ 8,91	0,5767	R\$ 4.125,15	R\$ 2.378,78
sorv18	Cereja	187	R\$ 15,45	R\$ 6,69	R\$ 8,76	0,5672	R\$ 2.889,15	R\$ 1.638,74
sorv19	Chocolate	187	R\$ 15,45	R\$ 6,87	R\$ 8,58	0,5552	R\$ 2.889,15	R\$ 1.603,93
sorv20	Chocolate Africano	559	R\$ 15,40	R\$ 9,06	R\$ 6,34	0,4118	R\$ 8.608,60	R\$ 3.544,78
sorv21	Chocolate c/ Avelã	688	R\$ 15,40	R\$ 8,79	R\$ 6,61	0,4292	R\$ 10.595,20	R\$ 4.547,88
sorv22	Chocolate c/ Laranja	110	R\$ 15,40	R\$ 7,75	R\$ 7,65	0,4968	R\$ 1.694,00	R\$ 841,53
sorv23	Chocolate Trufado	327	R\$ 15,40	R\$ 8,41	R\$ 6,99	0,4541	R\$ 5.035,80	R\$ 2.286,81
sorv24	Chocomalte	213	R\$ 15,40	R\$ 8,35	R\$ 7,05	0,4580	R\$ 3.280,20	R\$ 1.502,35
sorv25	Coco	478	R\$ 15,40	R\$ 11,52	R\$ 3,88	0,2516	R\$ 7.361,20	R\$ 1.852,33
sorv26	Coco c/ Abacaxi	202	R\$ 15,40	R\$ 6,89	R\$ 8,51	0,5528	R\$ 3.110,80	R\$ 1.719,69
sorv27	Cookie	283	R\$ 15,40	R\$ 8,03	R\$ 7,37	0,4785	R\$ 4.358,20	R\$ 2.085,51
sorv28	Creme	1.002	R\$ 15,40	R\$ 4,45	R\$ 10,95	0,7109	R\$ 15.430,80	R\$10.969,07
sorv29	Diamante Dark	408	R\$ 15,40	R\$ 7,57	R\$ 7,83	0,5084	R\$ 6.283,20	R\$ 3.194,40
sorv30	Doce de L. c/Flocos	541	R\$ 15,40	R\$ 8,81	R\$ 6,59	0,4277	R\$ 8.331,40	R\$ 3.563,25
sorv31	Flocos	603	R\$ 15,40	R\$ 6,50	R\$ 8,90	0,5777	R\$ 9.286,20	R\$ 5.364,46
sorv32	Iogurte c/ Amora	59	R\$ 15,45	R\$ 8,42	R\$ 7,03	0,4551	R\$ 911,55	R\$ 414,85
sorv33	KiBueno	383	R\$ 15,40	R\$ 11,97	R\$ 3,43	0,2224	R\$ 5.898,20	R\$ 1.311,89
sorv34	Menta c/Chocolate	530	R\$ 15,40	R\$ 7,17	R\$ 8,23	0,5345	R\$ 8.162,00	R\$ 4.362,59
sorv35	Mirtillo	619	R\$ 15,40	R\$ 10,05	R\$ 5,35	0,3471	R\$ 9.532,60	R\$ 3.308,74
sorv36	Morango	559	R\$ 15,40	R\$ 6,70	R\$ 8,70	0,5651	R\$ 8.608,60	R\$ 4.865,14
sorv37	Morango Trufado	90	R\$ 15,40	R\$ 6,79	R\$ 8,61	0,5591	R\$ 1.386,00	R\$ 774,93
sorv38	Mousse F. vermelhas	260	R\$ 15,40	R\$ 7,52	R\$ 7,88	0,5116	R\$ 4.004,00	R\$ 2.048,62
sorv39	Ninho Caramelado	178	R\$ 15,40	R\$ 6,36	R\$ 9,04	0,5870	R\$ 2.741,20	R\$ 1.609,02
sorv40	Ninho Premium	289	R\$ 15,40	R\$ 10,33	R\$ 5,07	0,3294	R\$ 4.450,60	R\$ 1.466,22
sorv41	Nozes	323	R\$ 15,40	R\$ 8,99	R\$ 6,41	0,4161	R\$ 4.974,20	R\$ 2.069,56
sorv42	Passas ao Rum	223	R\$ 15,45	R\$ 8,91	R\$ 6,54	0,4234	R\$ 3.445,35	R\$ 1.458,71
sorv43	Pistache Premium	715	R\$ 17,35	R\$ 16,80	R\$ 0,55	0,0316	R\$ 12.405,25	R\$ 391,94
sorv44	Red Velvet	282	R\$ 15,40	R\$ 8,13	R\$ 7,27	0,4722	R\$ 4.342,80	R\$ 2.050,82

sorv45	Sonho Gelado	94	R\$ 15,40	R\$ 7,26	R\$ 8,14	0,5286	R\$ 1.447,60	R\$ 765,20
sorv46	Torta de Limão	394	R\$ 15,40	R\$ 7,11	R\$ 8,29	0,5382	R\$ 6.067,60	R\$ 3.265,64
sorv47	Yogurte c/ Cookie	22	R\$ 15,40	R\$ 4,47	R\$ 10,93	0,7095	R\$ 338,80	R\$ 240,38
aça1	Açaí tradicional	1.317	R\$ 11,65	R\$ 6,34	R\$ 5,31	0,4559	R\$ 15.343,05	R\$ 6.994,91
aça2	Açaí zero	267	R\$ 14,85	R\$ 11,06	R\$ 3,79	0,2553	R\$ 3.964,95	R\$ 1.012,26

CF	RESULTADO	PERS	IMC mix	FAT	FAT X IMC
R\$ 54.703,14	R\$ 116.336,70	R\$ 109.324,00	0,500376	R\$ 341.822,41	R\$ 171.039,84

Fonte: elaborado pelos autores com base nos relatórios da empresa

Através da modelagem de mix de produtos apresentada na Tabela 2, é possível obter uma visão mais precisa sobre os produtos que possuem a melhor margem de contribuição unitária e seus respectivos índices de margem de contribuição. Por exemplo, o produto "pic5" possui um MCu (margem de contribuição unitária) de 2,35 e um IMC (índice de margem de contribuição) de 0,85. Além disso, a tabela também evidencia o ponto de equilíbrio, no qual a empresa precisa vender no mínimo R\$109.324,00 para igualar sua receita às despesas. O IMCmix, que representa o ganho após deduzido o custo variável total da empresa, é de 50%. Esse valor corresponde à margem de contribuição total, que é de R\$171.039,84, e representa o montante disponível para cobrir os custos fixos e gerar o resultado da empresa. Essas informações são essenciais para avaliar a rentabilidade e a viabilidade financeira do negócio.

4.4 Apuração do mix de produtos com base na programação linear

Para a otimização da modelagem do mix da empresa elaborado na Tabela 3 foi utilizado o fundamento da pesquisa operacional por meio da programação linear. A análise das variáveis e restrições existentes na empresa se deu a partir de entrevistas aos gestores, visitas e acompanhamento do processo produtivo.

A definição do objetivo foi definida para a maximização da margem de contribuição, com isso a programação linear foi aplicada para detectar a quantidade de produtos essencial para maximizar a margem de contribuição. Para complementação de dados foram utilizados alguns dados apresentados anteriormente como preço de venda unitário, custo fixo e variável e a margem de contribuição.

As variáveis de decisão foram definidas para determinar a quantidade a ser vendida de cada produto levando em consideração os fatores restritivos que otimizam a margem de contribuição. Assim, cada variável de decisão é definida por $x_1, x_2, x_3 \dots x_70$ que representa cada produto exposto na Tabela 3. Para melhor entendimento, a variável x_1 corresponde ao produto pic1 (picolé de Coco), x_2 corresponde ao produto pic2 (picolé de Limão Siciliano) e assim sucessivamente.

Para as restrições do modelo, foi determinado, com base no tempo utilizado de mão de obra na fabricação de cada produto, levando em consideração as quantidades de etapas dos produtos. Os dados foram coletados em conjunto com os profissionais ligados ao processo produtivo, no Quadro 5 mostra o tempo de produção unitário e o número de processos para a elaboração de cada produto.

A restrição imposta no modelo de otimização baseia-se na capacidade da empresa, que atualmente possui 6 funcionários na produção direta. De acordo com a Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) de 2023, esses trabalhadores podem trabalhar no máximo 44 horas semanais, em um ciclo de 6 dias por semana, o que equivale a uma carga horária diária de 7,33 horas. Isso resulta em um total de 1.144 horas mensais, correspondendo a 68.640 minutos mensais. Através de entrevistas com os gestores, foi identificado que há uma ociosidade de 28% do tempo de trabalho, o que ocasiona uma capacidade efetiva mensal de 48.420,80 minutos.

Quadro 5: Tempo de produção por produto e processo

Produtos	Tempo (min.)	Nº de Processos	Quantidade
Picolé a base de água	0,34	1	1 unidade
Picolé a base de calda	0,52	2	1 unidade
Picolé a base de calda	0,68	3	1 unidade
Sorvetes a base de calda	2,13	1	1 Litro
Sorvetes a base de calda	2,18	2	1 Litro
Sorvetes a base de calda	2,23	3	1 Litro
Açaí tradicional e zero	2,16	1	1 Litro

Fonte: elaborado pelos autores

Com base nas pesquisas de mercado e nas experiências dos gestores da empresa, é possível observar que o momento econômico é de crescimento no consumo de sorvetes, picolés e açaí. Esse crescimento está relacionado ao período pós-pandemia, no qual há um aumento na demanda por produtos mais saudáveis. Além disso, a abertura de novas franquias da empresa também contribui para a expansão do mercado. Esses fatores indicam uma tendência positiva e um cenário favorável para o setor de sorvetes, picolés e açaí. Nesse sentido a demanda de mercado foi estimada em 30% maior que os resultados reais da empresa e, portanto, há uma necessidade de mercado de 59.274,26 minutos mensais e uma restrição em relação a demanda de mercado vs capacidade da empresa. Além da restrição supracitada, o modelo exige a não negatividade para que o resultado da otimização seja ≥ 0 e a condição que o resultado das variáveis de decisão seja inteiro.

De modo quantitativo e linear o modelo utilizado para a otimização do mix da Tabela 3, foi:

a) função objetivo:

$$- \text{maximizar, } MC = 2,11x_1 + 2,52x_2 + \sum_{n=3}^{69} x_n + 4,65x_{70} \quad (1)$$

b) variáveis de decisão:

- x_1 = quantidade a ser produzida do picolé de Coco, x_2 = quantidade a ser produzida do picolé Limão Siciliano, ..., x_{70} = quantidade a ser produzida do açaí zero.

c) sujeito às restrições:

$$- \text{mão de obra direta, } 0,52x_1 + 0,54x_2 + \sum_{n=3}^{69} x_n + 2,16x_{70} \leq 48.420,80; \quad (2)$$

$$- \text{mercado, } x_1 \leq 3264, x_2 \leq 1500, \dots, x_{70} \leq 347; \quad (3)$$

$$- \text{números inteiros, } x_1 + x_2 + \sum_{n=3}^{69} x_n + x_{70} = \text{números inteiros}; \quad (4)$$

$$- \text{não negatividade do modelo, } x_1 + x_2 + \sum_{n=3}^{69} x_n + x_{70} \geq 0. \quad (5)$$

Na Tabela 3 é apresentado o mix otimizado da empresa, elaborado a partir das informações supracitadas.

Tabela 3: Mix otimizado da empresa “Divino Gelato”

Cod.	Produtos	Q	PVu	CVu	MCu	IMC	FAT	FAT x IMC
pic1	Coco	3.461	R\$ 2,75	R\$ 0,99	R\$ 1,76	0,6418	R\$ 9.517,75	R\$ 6.108,06
pic2	Limão Siciliano	1.500	R\$ 2,75	R\$ 0,40	R\$ 2,35	0,8563	R\$ 4.125,00	R\$ 3.532,24
pic3	Morango s/ Lactose	1.956	R\$ 2,75	R\$ 0,53	R\$ 2,22	0,8090	R\$ 5.379,00	R\$ 4.351,76
pic4	Mousse de Limão	1.128	R\$ 2,75	R\$ 0,74	R\$ 2,01	0,7327	R\$ 3.102,00	R\$ 2.272,72
pic5	Mousse de Maracujá	1.405	R\$ 2,75	R\$ 0,54	R\$ 2,21	0,8054	R\$ 3.863,75	R\$ 3.111,83
pic6	Uva s/ Lactose	1.792	R\$ 2,75	R\$ 0,66	R\$ 2,09	0,7618	R\$ 4.928,00	R\$ 3.753,93
pic7	Bombom Trufado	1.825	R\$ 3,25	R\$ 1,35	R\$ 1,90	0,5856	R\$ 5.931,25	R\$ 3.473,45
pic8	Chocolate c/ Avelã	2.229	R\$ 3,25	R\$ 0,83	R\$ 2,42	0,7456	R\$ 7.244,25	R\$ 5.401,45
pic9	Chocomalte	1.690	R\$ 3,25	R\$ 1,21	R\$ 2,04	0,6287	R\$ 5.492,50	R\$ 3.453,11
pic10	Coco Zero	2.550	R\$ 3,25	R\$ 1,31	R\$ 1,94	0,5984	R\$ 8.287,50	R\$ 4.959,30

pic11	Coco ao Choc Croca.	3.493	R\$ 3,25	R\$ 1,34	R\$ 1,91	0,5887	R\$ 11.352,25	R\$ 6.683,03
pic12	Doce de Leite	1.663	R\$ 3,25	R\$ 1,80	R\$ 1,45	0,4472	R\$ 5.404,75	R\$ 2.416,78
pic13	Iogurte c/ F. Vermelha	1.051	R\$ 3,25	R\$ 0,87	R\$ 2,38	0,7333	R\$ 3.415,75	R\$ 2.504,81
pic14	Mirtilo	1.414	R\$ 3,25	R\$ 0,95	R\$ 2,30	0,7087	R\$ 4.595,50	R\$ 3.256,81
pic15	Morango Trufado Zero	0	R\$ 3,25	R\$ 2,33	R\$ 0,92	0,2841	R\$ 0,00	R\$ 0,00
pic16	Bueno	2.002	R\$ 3,87	R\$ 1,56	R\$ 2,31	0,5977	R\$ 7.747,74	R\$ 4.631,15
pic17	Morango c/L. Condens.	2.083	R\$ 3,87	R\$ 1,39	R\$ 2,48	0,6407	R\$ 8.061,21	R\$ 5.165,11
pic18	Morango Cob c/ Choco	1.007	R\$ 3,87	R\$ 1,59	R\$ 2,28	0,5891	R\$ 3.897,09	R\$ 2.295,61
pic19	TreAmore	1.241	R\$ 3,87	R\$ 1,37	R\$ 2,50	0,6459	R\$ 4.802,67	R\$ 3.102,07
pic20	Pistache	1.892	R\$ 4,30	R\$ 2,66	R\$ 1,64	0,3822	R\$ 8.135,60	R\$ 3.109,05
pic21	Chocolate	1.242	R\$ 2,75	R\$ 0,70	R\$ 2,05	0,7472	R\$ 3.415,50	R\$ 2.552,09
sorv1	Abacaxi	228	R\$ 15,45	R\$ 7,68	R\$ 7,77	0,5030	R\$ 3.522,60	R\$ 1.771,85
sorv2	Cupuacu	107	R\$ 15,45	R\$ 5,56	R\$ 9,89	0,6403	R\$ 1.653,15	R\$ 1.058,58
sorv3	Graviola	113	R\$ 15,45	R\$ 8,04	R\$ 7,41	0,4794	R\$ 1.745,85	R\$ 837,02
sorv4	Limão	248	R\$ 15,40	R\$ 4,18	R\$ 11,22	0,7287	R\$ 3.819,20	R\$ 2.783,13
sorv5	Manga s/ Lactose	136	R\$ 15,45	R\$ 9,45	R\$ 6,00	0,3886	R\$ 2.101,20	R\$ 816,45
sorv6	Maracuja	371	R\$ 15,40	R\$ 5,42	R\$ 9,98	0,6481	R\$ 5.713,40	R\$ 3.702,69
sorv7	Morango s/Lactose	192	R\$ 15,45	R\$ 5,49	R\$ 9,96	0,6444	R\$ 2.966,40	R\$ 1.911,42
sorv8	Baunilha Zero	0	R\$ 15,45	R\$ 10,72	R\$ 4,73	0,3060	R\$ 0,00	R\$ 0,00
sorv9	Chocolate Zero	0	R\$ 15,45	R\$ 10,79	R\$ 4,66	0,3014	R\$ 0,00	R\$ 0,00
sorv10	Coco Zero	0	R\$ 15,45	R\$ 14,99	R\$ 0,46	0,0297	R\$ 0,00	R\$ 0,00
sorv11	Morango Zero	0	R\$ 15,45	R\$ 10,79	R\$ 4,66	0,3017	R\$ 0,00	R\$ 0,00
sorv12	Ameixa	179	R\$ 15,45	R\$ 8,53	R\$ 6,92	0,4479	R\$ 2.765,55	R\$ 1.238,55
sorv13	Amendoim c/ Car Salg	598	R\$ 15,40	R\$ 8,00	R\$ 7,40	0,4805	R\$ 9.209,20	R\$ 4.425,45
sorv14	Banana Flambada	465	R\$ 15,40	R\$ 6,87	R\$ 8,53	0,5537	R\$ 7.161,00	R\$ 3.965,19
sorv15	Banoffee	270	R\$ 15,40	R\$ 9,02	R\$ 6,38	0,4142	R\$ 4.158,00	R\$ 1.722,41
sorv16	Bombom Trufado	724	R\$ 15,40	R\$ 7,62	R\$ 7,78	0,5051	R\$ 11.149,60	R\$ 5.631,48
sorv17	Café	347	R\$ 15,45	R\$ 6,54	R\$ 8,91	0,5767	R\$ 5.361,15	R\$ 3.091,52
sorv18	Cereja	243	R\$ 15,45	R\$ 6,69	R\$ 8,76	0,5672	R\$ 3.754,35	R\$ 2.129,48
sorv19	Chocolate	243	R\$ 15,45	R\$ 6,87	R\$ 8,58	0,5552	R\$ 3.754,35	R\$ 2.084,25
sorv20	Chocolate Africano	726	R\$ 15,40	R\$ 9,06	R\$ 6,34	0,4118	R\$ 11.180,40	R\$ 4.603,78
sorv21	Chocolate c/ Avelã	894	R\$ 15,40	R\$ 8,79	R\$ 6,61	0,4292	R\$ 13.767,60	R\$ 5.909,60
sorv22	Chocolate c/ Laranja	143	R\$ 15,40	R\$ 7,75	R\$ 7,65	0,4968	R\$ 2.202,20	R\$ 1.093,99
sorv23	Chocolate Trufado	425	R\$ 15,40	R\$ 8,41	R\$ 6,99	0,4541	R\$ 6.545,00	R\$ 2.972,15
sorv24	Chocomalte	276	R\$ 15,40	R\$ 8,35	R\$ 7,05	0,4580	R\$ 4.250,40	R\$ 1.946,71
sorv25	Coco	0	R\$ 15,40	R\$ 11,52	R\$ 3,88	0,2516	R\$ 0,00	R\$ 0,00
sorv26	Coco c/ Abacaxi	262	R\$ 15,40	R\$ 6,89	R\$ 8,51	0,5528	R\$ 4.034,80	R\$ 2.230,48
sorv27	Cookie	367	R\$ 15,40	R\$ 8,03	R\$ 7,37	0,4785	R\$ 5.651,80	R\$ 2.704,53
sorv28	Creme	1.302	R\$ 15,40	R\$ 4,45	R\$ 10,95	0,7109	R\$ 20.050,80	R\$ 14.253,22
sorv29	Diamante Dark	530	R\$ 15,40	R\$ 7,57	R\$ 7,83	0,5084	R\$ 8.162,00	R\$ 4.149,59
sorv30	Doce de L. c/Flocos	703	R\$ 15,40	R\$ 8,81	R\$ 6,59	0,4277	R\$ 10.826,20	R\$ 4.630,25
sorv31	Flocos	783	R\$ 15,40	R\$ 6,50	R\$ 8,90	0,5777	R\$ 12.058,20	R\$ 6.965,80
sorv32	Iogurte c/ Amora	76	R\$ 15,45	R\$ 8,42	R\$ 7,03	0,4551	R\$ 1.174,20	R\$ 534,38
sorv33	KiBueno	0	R\$ 15,40	R\$ 11,97	R\$ 3,43	0,2224	R\$ 0,00	R\$ 0,00
sorv34	Menta c/Chocolate	689	R\$ 15,40	R\$ 7,17	R\$ 8,23	0,5345	R\$ 10.610,60	R\$ 5.671,36
sorv35	Mirtillo	6	R\$ 15,40	R\$ 10,05	R\$ 5,35	0,3471	R\$ 92,40	R\$ 32,07
sorv36	Morango	726	R\$ 15,40	R\$ 6,70	R\$ 8,70	0,5651	R\$ 11.180,40	R\$ 6.318,59
sorv37	Morango Trufado	117	R\$ 15,40	R\$ 6,79	R\$ 8,61	0,5591	R\$ 1.801,80	R\$ 1.007,40
sorv38	Mousse F. vermelhas	338	R\$ 15,40	R\$ 7,52	R\$ 7,88	0,5116	R\$ 5.205,20	R\$ 2.663,20
sorv39	Ninho Caramelado	231	R\$ 15,40	R\$ 6,36	R\$ 9,04	0,5870	R\$ 3.557,40	R\$ 2.088,10
sorv40	Ninho Premium	1	R\$ 15,40	R\$ 10,33	R\$ 5,07	0,3294	R\$ 15,40	R\$ 5,07
sorv41	Nozes	419	R\$ 15,40	R\$ 8,99	R\$ 6,41	0,4161	R\$ 6.452,60	R\$ 2.684,66
sorv42	Passas ao Rum	289	R\$ 15,45	R\$ 8,91	R\$ 6,54	0,4234	R\$ 4.465,05	R\$ 1.890,43
sorv43	Pistache Premium	0	R\$ 17,35	R\$ 16,80	R\$ 0,55	0,0316	R\$ 0,00	R\$ 0,00
sorv44	Red Velvet	366	R\$ 15,40	R\$ 8,13	R\$ 7,27	0,4722	R\$ 5.636,40	R\$ 2.661,70
sorv45	Sonho Gelado	122	R\$ 15,40	R\$ 7,26	R\$ 8,14	0,5286	R\$ 1.878,80	R\$ 993,13
sorv46	Torta de Limão	512	R\$ 15,40	R\$ 7,11	R\$ 8,29	0,5382	R\$ 7.884,80	R\$ 4.243,67

sorv47	Yogurte c/ Cookie	28	R\$ 15,40	R\$ 4,47	R\$ 10,93	0,7095	R\$ 431,20	R\$ 305,94
aça1	Açaí tradicional	28	R\$ 11,65	R\$ 6,34	R\$ 5,31	0,4559	R\$ 326,20	R\$ 148,71
aça2	Açaí zero	0	R\$ 14,85	R\$ 11,06	R\$ 3,79	0,2553	R\$ 0,00	R\$ 0,00

CF	RESULTADO	PERS\$	IMC mix	FAT	FAT X IMC
R\$ 54.703,14	R\$ 141.309,24	R\$ 96.834,05	0,564916	R\$ 346.975,91	R\$ 196.012,38

Fonte: elaborado pelos autores com base nos relatórios da empresa

Com a utilização da modelagem de mix de produtos otimizada apresentada na Tabela 3, é possível observar que alguns produtos tiveram a quantidade de produção zerada, pois foi resultado do modelo proposto no solver para a maximização da margem de contribuição. Além disso, ocorreu uma alteração no ponto de equilíbrio, que passa a ser de R\$ 96.834,05. Isso significa que a empresa precisa vender, no mínimo, esse valor para que as receitas se igualem as despesas. O IMCmix, que representa o ganho da empresa após deduzir os custos variáveis totais em termos percentuais que é de 56% e o FAT x IMC corresponde à margem de contribuição total, que é de R\$ 196.012,38. Essa quantia disponível representa o montante capaz de cobrir os custos fixos e gerar o resultado da empresa.

4.5 Análise quantitativa entre o mix realizado pela empresa e mix otimizado

Na Tabela 4, foi observado uma variação entre a margem de contribuição real e a margem de contribuição otimizada de quase 13% e o resultado operacional otimizado apresentou um aumento de 18% se comparado com o resultado operacional real. É importante ressaltar que foi considerado o mesmo custo fixo para ambos os mix de produtos e esses resultados foram alcançados utilizando a mão de obra disponível na empresa, sem a necessidade de contratação adicional.

Tabela 4: Demonstração de resultado pelo custeio variável do Mix Real e Mix Otimizado

DRE REAL		DRE OTIMIZADO	
Faturamento	R\$ 341.822,41	Faturamento	R\$ 346.975,91
(-) Custo Variável	R\$ 170.782,57	(-) Custo Variável	R\$ 150.963,53
(=) Margem de Contribuição	R\$ 171.039,84	(=) Margem de Contribuição	R\$ 196.012,38
(-) Custo Fixo	R\$ 54.703,14	(-) Custo Fixo	R\$ 54.703,14
(=) Resultado	R\$ 116.336,70	(=) Resultado	R\$ 141.309,24

Fonte: elaborado pelos autores

Observa-se que a função objetivo estabelecida para o modelo de otimização, que busca maximizar a margem de contribuição respeitando todas as restrições definidas, foi satisfatória e atendeu às expectativas da pesquisa. A programação linear foi utilizada para identificar os produtos com a maior margem de contribuição por recurso restritivo, ou seja, o tempo de produção de cada produto (MCu/RR), e priorizou atender à demanda daqueles que apresentam maior margem de contribuição considerando esse fator restritivo. Por exemplo, os produtos pic3, pic2, pic5 e pic6 tiveram suas quantidades aumentadas.

Além disso, os produtos pic12, sorv8, sorv9, sorv10, sorv11, sorv12, sorv25, sorv43 e açaí2 da Tabela 5 tiveram suas quantidades reduzidas a zero, uma vez que possuíam os menores índices de margem de contribuição considerando o fator restritivo.

Outro aspecto relevante é o faturamento, que apresentou um aumento de 1,34% em relação à Demonstração do Resultado do Exercício (DRE) real versus a otimizada. Isso ocorreu devido aos preços, que são definidos por linha de produtos, enquanto no mix os produtos têm preços semelhantes, mas custos diferentes. Dessa forma, a escolha da

quantidade de produção e venda de cada produto não afeta diretamente o faturamento total da empresa, mas sim a sua margem de contribuição.

Ao comparar o mix real e o mix otimizado é possível verificar que o ponto de equilíbrio do mix otimizado exposto na Tabela 2 diminuiu em R\$ 12.490,65 se comparado com o mix real evidenciado na Tabela 3, sendo que este valor poderá compor a área de lucro da empresa. Outro elemento importante é o IMCmix que no mix otimizado teve uma alta de um pouco mais que 6% se comparado com o mix real, o que corresponde em um aumento no ganho da empresa após a dedução dos custos variáveis.

Considerando a sazonalidade do setor, a programação linear surge como uma ferramenta promissora para auxiliar gestores e administradores na tomada de decisões adequadas. Quando corretamente modelada, essa abordagem fornece informações relevantes sobre quais produtos escolher para obter uma margem de contribuição mais favorável, mesmo diante das restrições do ambiente interno e externo.

4.6 Análise qualitativa entre o preço praticado e o preço com base na teoria e mutações do mercado

Durante as entrevistas realizadas com o administrador da empresa “Divino Gelato”, foi constatado que a estratégia competitiva adotada pela organização é a diferenciação de produtos. Essa estratégia, conforme destacado por Possas (1990), é utilizada pelos produtores para buscar lucros por meio da diferenciação de seus produtos e da busca de vantagens em relação aos concorrentes, utilizando todas as formas possíveis.

De acordo com a pesquisa realizada pela Mintel e publicada no portal Daxia (2022), 53% dos participantes do estudo afirmaram que consumiriam mais sorvetes se houvesse uma maior variedade de opções com baixas calorias e baixa adição de açúcar. Em um contexto pós-pandemia, as pessoas estão buscando alimentos de maior qualidade, e os gestores têm observado essa demanda do mercado, ampliando o portfólio da empresa com mais de 40 sabores, que vão desde os tradicionais até os sem lactose e sem açúcar.

Um fator importante a ser considerado é que, quanto maior for o número de produtos oferecidos pela empresa, mais crucial se torna o controle de preços e custos pelos gestores, visando alcançar uma margem de contribuição favorável, ou seja, a maior possível. A modelagem de mix de produtos é indicada para observar e comparar os produtos, que juntamente com a programação linear, que pode ser utilizada nos processos de tomada de decisão e aconselhamento estratégico quando há restrições.

Além disso, é necessário levar em consideração a elasticidade do produto ao decidir sobre a política de preços praticada, uma vez que, sendo um produto elástico, um aumento significativo no preço pode resultar em uma queda na demanda, conseqüentemente diminuindo a margem de contribuição e a lucratividade.

Diante disso, compreende-se que, mesmo quando uma empresa busca diferenciar seus produtos, é essencial monitorar o preço de venda, os custos, a quantidade produzida e vendida, a demanda do mercado, a elasticidade da oferta e, principalmente, a margem de contribuição. O controle eficiente desses aspectos é fundamental para garantir a rentabilidade, a continuidade e o sucesso no mercado.

5 Considerações Finais

A pesquisa realizada teve como objetivo investigar as contribuições do mix de produtos e da programação linear no processo de tomada de decisão em uma indústria alimentícia. O estudo de caso foi conduzido em uma fábrica de sorvetes e gelatos, utilizando relatórios financeiros e gerenciais da empresa. A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa

e quantitativa, com o suporte da pesquisa operacional e do software Microsoft® Office Excel® 2016.

Os resultados da pesquisa evidenciaram, que a programação linear, quando aplicada ao mix de produtos, priorizou produtos com maior margem de contribuição considerando os fatores restritivos, ou seja, com melhor margem de contribuição e menor tempo de produção. Isso resultou em um aumento de quase 13% na margem de contribuição e 18% no resultado operacional, em comparação com os resultados reais da demonstração financeira, mantendo os mesmos custos fixos. Dessa forma, o modelo matemático utilizado neste estudo foi considerado satisfatório, atendendo às expectativas da pesquisa.

Nesse contexto, a pesquisa demonstrou que os tomadores de decisão têm à disposição uma ferramenta auxiliar que lhes permite realizar projeções e simulações de acordo com a demanda de mercado e as restrições existentes na empresa, priorizando a produção e venda de produtos com maior margem de contribuição unitária no mix de produtos.

Portanto, a combinação da modelagem de mix de produtos e da programação linear na indústria alimentícia contribuiu como um instrumento relevante que, quando adequadamente modelado, oferece informações valiosas para aconselhamento na tomada de decisões dos gestores em relação à produção e venda dos produtos.

Quanto às limitações da pesquisa, é válido ressaltar, que os resultados não podem ser generalizados para outras empresas ou setores, pois a pesquisa se restringiu a um estudo de caso realizado em uma indústria alimentícia brasileira. No entanto, esses resultados podem servir como base para pesquisas futuras ou para serem adaptados e aplicados a outras empresas.

Como sugestão, seria interessante realizar análises semelhantes em empresas de outros setores, explorando otimizações e identificando oportunidades de melhoria por meio da programação linear, especialmente em situações em que os recursos são escassos e a tomada de decisão empresarial requer maior assertividade.

Referências

ALVES, R. V. **Contabilidade gerencial: livro-texto com exemplos, estudos de caso e atividades prática**. 1. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2013.

ANGELINI, J.; GECHONKE, J.; GHAZZAWI, B.; LOURENÇO, C.; SOARES, T., LIMA, A. Utilização da pesquisa operacional para otimização do mix de produtos na produção de picolés em uma empresa de Foz do Iguaçu. **Pleiade**, [s.l.], v 11, n 22, p. 90-98, jul/dez, 2017. Disponível em: <https://pleiade.uniamerica.br/index.php/pleiade/article/view/352>. Acesso em: 05 mar. 2023.

ANTUNES, Junico. **Sistemas de produção: conceitos e práticas para projetos e gestão da produção enxuta**. 1 ed. São Paulo: Bookman, 2009.

ARBUCKLE, W. S. **Ice Cream**. 4nd ed. [S.l.]: AVI Publishing, 1986.

ARENALES, M.; MORABITO, R.; ARMENTANO, V.; YANASSE, H. **Pesquisa operacional para cursos de engenharia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

ABIA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS. **Números do setor**. [S.l.]: 2022. Disponível em: <https://www.abia.org.br/numeros-setor/> Acesso em: 03 dez 2022.

ABIS - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS E DO SETOR DE SORVETES. **O setor de sorvetes**. [S.l.]: 2022. Disponível em <https://www.abis.com.br/mercado>. Acesso em: 27 set 2022.

BRASIL, **Resolução-RDC nº 267**, de 25 de setembro de 2003. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Industrializadores de Gelados Comestíveis e a Lista de Verificação das [...]. Ministério da Saúde: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2003. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2003/rdc0267_25_09_2003.html. Acesso em: 04 fev. 2023.

BARFIELD, J. T.; RAIBORN, C. A.; KINNEY, M. R. **Cost accounting: traditions and innovations**. 5 ed. Estados Unidos: Thomson/South-Western, 2003.

CARRARO, W. B. W. H. Resource Consumption Accounting RCA: metodologia alternativa para gestão de custos. **Revista Pretexto**, [s.l.] v.19, n 1, p. 56-72, jan./mar. 2018. Disponível em: <http://revista.fumec.br/index.php/pretexto/article/view/4110>. Acesso em: 07 mar. 2023.

CHAGAS, J. F.; NOSSA, V. Usando programação linear na contabilidade decisória. **Revista Brasileira de Contabilidade**, [s.l.], n. 107, set./out. 1997. Disponível em: <https://cliqueapostilas.com/Content/apostilas/fd7769205f38a393758391ba68f18c50.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2023.

CHENHALL, R. H.; LANGFIELD-SMITH, K. The relationship between strategic priorities, management techniques and management accounting: an empirical investigation using a systems approach. **Accounting, organizations and society**, [s.l.], v. 23, n. 3, p. 243-264, abr.1998. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0361-3682\(97\)00024-X](https://doi.org/10.1016/S0361-3682(97)00024-X). Acesso em: 10 mar. 2023.

CORRAR, L. J.; GARCIA, E. A. R. Programação linear: uma aplicação à contabilidade de custos no processo de tomada de decisão. In: Congresso Del Instituto Internacional de Costos, 7., 2001, Leon. **Anais** [...]. Leon: Instituto Internacional de Costos - IIC, 2001. Disponível em: <https://www.intercostos.org/documentos/congreso-07/Trabajo066.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2023.

DA SILVA, S. B.; BRAMBILLA, F. R. Impactos da gestão de custos nos resultados de uma empresa prestadora de serviço. **Revista UNILUS Ensino e Pesquisa**, [s.l.] v. 17, n. 46, p. 71-91, jan./mar. 2020. Disponível em: <http://revista.unilus.edu.br/index.php/ruep/article/view/1252/u2020v17n46e1252>. Acesso em: 15 mar. 2023.

DAL MAGRO, C. B.; PICOLO, J. D.; ZONATTO, V. C. S. Análise do mix de produção para maximização da lucratividade em produção conjunta: um caso na indústria de lácteos. In: Congresso Brasileiro de Custos, 22., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais** [...]. Foz do Iguaçu: Associação Brasileira de Custos-ABC, 2015. Disponível em: <https://anaiscbc.abcustos.org.br/anais/article/view/4049/4050>. Acesso em: 02 abr. 2023.

DE OLIVEIRA NETO, J. V. Programação linear aplicada à custos com o apoio de software. *In: Congresso Brasileiro de Custos*, 27., 2020, Recife. **Anais [...]**. Recife: Associação Brasileira de Custos-ABC, 2020. Disponível em: <https://anaiscbc.abcustos.org.br/anais/article/view/3048/3048>. Acesso em: 16 mai. 2023.

DOS SANTOS, J. N.; VALLIM, C. R. Programação linear na otimização de mix de serviços: um estudo de uma empresa de hotelaria. **Contabilometria – Brazilian Journal of Quantitative Methods Applied to Accounting**, Monte Carmelo, v. 8, n. 2, jul./dez. 2021. Disponível em: <https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/contabilometria/article/view/2304>. Acesso em: 07 abr. 2023.

ELDENBURG, L. G.; WOLCOTT, S. K. **Gestão de custos: como medir, monitorar e motivar o desempenho**. 1 ed. São Paulo: LTC, 2007.

FREDENDALL, L. D.; LEA, B. Improving the product mix heuristic in the theory of constraints. **International journal of production research**, [s.l.], v. 35, n. 6, p. 1535-1544, 1997. DOI 10.1080/002075497195100. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/002075497195100>. Acesso em: 05 fev. 2023.

GARCIA, S.; GUERREIRO, R., CORRAR, L. J. Teoria das restrições e programação linear. **Revista de Contabilidade do CRC-SP**, São Paulo, v. 2, n. 4, p. 47-61, mar.1998. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/000990016>. Acesso em: 10 jan. 2023.

GARRISON, R. H.; NOREEN, E. W.; BREWER, P. C. **Contabilidade gerencial**. 14 ed. São Paulo: Bookman, 2013.

GERLACH, G. **Proposta de melhoria de layout visando a otimização do processo produtivo em uma empresa de pequeno porte**. 2013. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Faculdade Horizontina, Horizontina, 2013. Disponível em: https://www.academia.edu/download/38598296/TCC_1.pdf. Acesso em: 25 jan. 2023.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GODINHO, I. P.; CORSO, L. L. Aplicação da programação linear para otimizar o mix de produtos em uma empresa de confecção. **Scientia Cum Indústria**, [s.l.] v. 7, n. 2, p. 83-87, 2019. DOI: [10.18226/23185279.v7iss2p83](https://doi.org/10.18226/23185279.v7iss2p83) Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/332654783_Aplicacao_da_Programacao_Linear_pa_ra_otimizar_o_mix_de_produtos_em_uma_empresa_de_confeccao](https://www.researchgate.net/publication/332654783_Aplicacao_da_Programacao_Linear_para_otimizar_o_mix_de_produtos_em_uma_empresa_de_confeccao). Acesso em: 15 fev. 2023.

GONÇALVES, A.; KOPROWSKI, S. **Pequena empresa no Brasil**. 1. ed. São Paulo: Edusp, 1995.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introdução à pesquisa operacional**. 9 ed. São Paulo: AMGH, 2013.

MARTINS, E. **Contabilidade de custos**. 11. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2018.

MEGLIORINI, E. **Custos**: análise e gestão. 3 ed. São Paulo: Pearson, 2012.

PLOSKAS, N.; SAMARAS, N. Efficient GPU-based implementations of simplex type algorithms. **Applied Mathematics and Computation**, [s.l.], v. 250, p. 552-570, jan. 2015. DOI [10.1016/j.amc.2014.10.096](https://doi.org/10.1016/j.amc.2014.10.096). Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/268693691_Efficient_GPU-based_implementations_of_simplex_type_algorithms . Acesso em: 05 jun. 2023.

SANTOS, J. J. **Manual de contabilidade e análise de custos**. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2017.

SCALABRIN, I.; MORES, C. J.; BODANESE, R. E.; OLIVEIRA, J. A. Programação linear: estudo de caso com utilização do solver da microsoft excel. **Revista Universo Contábil**, Blumenau, v. 2, n. 2, p. 54-66, mai./ago. 2006. Disponível em: <https://ojsrevista.furb.br/ojs/index.php/universocontabil/article/download/121/80> . Acesso em: 16 mai. 2023.

SEBRAE - SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Qual a importância do mix de produtos para a sua empresa? O que é e como selecionar o mix de produtos estratégico para a minha empresa?** [S.l.]: 2020. Disponível em: <https://www.sebraeatende.com.br/artigo/qual-importancia-do-mix-de-produtos-para-sua-empresa> . Acesso em: 09 abril 2023.

SILVA, V. V. A pesquisa operacional e o apoio à decisão: um estudo de caso em uma pequena empresa de brigadeiros de Uberlândia/MG. **Revista de Ciências Gerenciais**, [s.l.], v. 21, n. 34, p. 128-134, 2017. Disponível em: <http://poncedaher.net.br/egen/sites/default/files/producao-e-logistica-OK-88-100.pdf> . Acesso em: 03 mar. 2023.

VALLIM, C. R.; VALLIM, M. da P. B. L.; MARTINS, R. R. A. Gestão de custos: um estudo de caso em uma fábrica de sorvetes. In: Congresso Brasileiro de Custos, 25., 2018, Vitória. **Anais [...]**. Vitória: Associação Brasileira de Custos-ABC, 2018. Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/4537/4538> . Acesso em: 04 abr. 2023.

VALLIM, C. R.; DE SOUZA., H. F. R. Gestão de custos através do custeio variável de mix de produtos: estudo e aplicação em uma indústria de rochas ornamentais no município de Mimoso do Sul. In: Congresso Brasileiro de Custos, 21., 2014, Natal. **Anais [...]**. Natal: Associação Brasileira de Custos-ABC, 2014. Disponível em: <https://anaiscbc.abcustos.org.br/anais/article/view/3688/3689> . Acesso em: 03 mar. 2023.

VEIGA, W. E.; SANTOS, F. A. **Contabilidade de custos**: gestão em serviços, comércio e indústria. 1 ed. Atlas, Rio de Janeiro, 2016.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 16 ed. São Paulo: Atlas, 2016.

WOUBANTE, G. W. The optimization problem of product mix and linear programming applications: Case study in the apparel industry. **Open Science Journal**, [s.l.] v. 2, n. 2, jun.

2017. DOI <https://doi.org/10.23954/osj.v2i2.853>. Disponível em:
<https://osjournal.org/ojs/index.php/OSJ/article/view/853/68>. Acesso em: 05 abr. 2023.

ZILS, J.; BORGERT, A.; SOUZA, F. R. Produção conjunta e maximização do resultado em fábrica de queijos. **Contabilometria – Brazilian Journal of Quantitative Methods Applied to Accounting**, Monte Carmelo, v. 7, n. 2, p. 91-106, jul./dez. 2020. Disponível em:
<https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/contabilometria/article/view/1982/1310>. Acesso em: 07 abr. 2023.