

## O USO DA PESQUISA OPERACIONAL NA OTIMIZAÇÃO DE UMA PEQUENA EMPRESA DE BOLOS

## THE USE OF OPERATIONAL RESEARCH IN THE OPTIMIZATION OF A SMALL CAKE COMPANY

Alice da Silva Santos

Fatec Guarulhos, alice.santos4@fatec.sp.gov.br

Clayton Richard Ramos

Fatec Guarulhos, clayton.ramos01@fatec.sp.gov.br

Karen Andrade Porto

Fatec Guarulhos, karen.porto@fatec.sp.gov.br

Marcelo Carvalho

Fatec Guarulhos, marcelo.carvalho37@fatec.sp.gov.br

**DOI: ....**

### RESUMO

De acordo com a Agência SEBRAE (2021), a pandemia, falta de capital de giro e baixo volume de vendas foram as três principais causas pelo fechamento de pequenas empresas no Brasil em 2020. Uma gestão adequada pode melhorar a administração dos custos e favorecer a maximização dos lucros, de modo a contribuir para a longevidade do negócio. O objetivo deste trabalho é identificar a influência da otimização de armazenagem sobre os custos de uma empresa de pequeno porte de bolos. Avaliar as possibilidades de estoques enxutos e trazer um leque de produtos que sejam mais rentáveis podem contribuir para o desempenho da empresa. Realizou-se uma pesquisa quantitativa e descritiva, por meio de um estudo de caso em uma pequena empresa de bolos localizada em Guarulhos, São Paulo. As análises foram conduzidas com o uso do software solver. Os resultados obtidos possibilitam a otimização da produção da empresa, de modo a possibilitar a redução das quantidades utilizadas, a redução dos custos de produção e a maximização do lucro no lote produzido. O uso do software solver mostrou-se uma ferramenta adequada para a sugestão de melhorias na empresa Heli-Bolos. Os resultados obtidos contribuem para a otimização de pequenas empresas de bolo, indicando a otimização do lote a ser produzido, reduzindo custos e maximizando os lucros. Nesse sentido, outros pequenos empresários podem ser favorecidos com os achados descritos. Academicamente, este estudo de caso pode contribuir na generalização do conhecimento sobre a otimização obtida com a pesquisa operacional, em especial com a ferramenta solver.

**Palavras-chave:** Otimização de Produção. Solver. Pesquisa Operacional.

### ABSTRACT

According to Agência SEBRAE (2021), the pandemic, lack of working capital and low sales volume were the three main causes for the closing of small businesses in Brazil in 2020. profit maximization, in order to contribute to the longevity of the business. The objective of this work is to identify the influence of storage optimization on the costs of a small cake company. Evaluating the possibilities of lean inventories and bringing a range of products that are more profitable can contribute to the company's performance. A quantitative and descriptive research was carried out, through a case study in a small cake company located in Guarulhos, São Paulo. The analyzes were carried out using the solver software. The results obtained make it possible to optimize the company's production, in order to make it possible to reduce the quantities used, reduce production costs and maximize profit in the batch produced. The use of the solver software proved to be an adequate tool for suggesting improvements in the Heli-Bolos

Nota dos Editores

Este trabalho foi apresentado no **XIII FATECLOG** realizado na Fatec Mauá em junho/2022 e selecionado para compor esta edição da Revista FATECNOLÓGICA.

company. The results obtained contribute to the optimization of small cake companies, indicating the optimization of the batch to be produced, reducing costs and maximizing profits. In this sense, other small business owners may benefit from the findings described. Academically, this case study can contribute to the generalization of knowledge about the optimization obtained with operational research, especially with the solver tool.

**Keywords:** Production Optimization. Solver; Operations Research.

## 1 INTRODUÇÃO

O crescimento de 4,6% da economia brasileira em 2021 (CARRANÇA, 2022) contribuiu para o crescimento de empregos. No 4º trimestre de 2021, foram 987 mil trabalhadores contratados com carteira assinada e 753 mil sem carteira assinada (BRASIL, 2022a). Como reflexo direto, o desemprego caiu 1,5% no quarto trimestre de 2021, em comparação com o trimestre anterior. No entanto, a taxa de desemprego no Brasil ainda é alta, 11,1%, e ainda atinge 12,0 milhões de brasileiros (IBGE, 2022). Esses dados ratificam uma realidade brasileira: a busca por novas fontes de renda. Nesse sentido, pode-se observar um aumento no número de pessoas que optaram em empreender em um negócio próprio. Em 2021, foram registrados 4 milhões de novos empreendimentos, a maior taxa de abertura registrada no país (BRASIL, 2022b). No entanto, para o bom andamento dessas empresas, é necessário otimizar as decisões e processos, de modo a melhorar a competitividade e a saúde financeira dessas pequenas empresas. De acordo com a Agência SEBRAE (2021), a pandemia, falta de capital de giro e baixo volume de vendas foram as três principais causas pelo fechamento de pequenas empresas no Brasil em 2020.

Portanto, a gestão adequada pode favorecer o desempenho e, por consequência, a longevidade do negócio. Altos custos podem comprometer a existência desses pequenos negócios, levando a falência. O Sebrae indicou que 24,4% das empresas fecham as portas com menos de dois anos de existência, e que esse percentual pode chegar a 50% se for considerado o período de quatro anos (SEBRAE, 2014). As empresas MEI lideram a taxa de mortalidade, com 29% de fechamento antes de cinco anos de atividade (AGÊNCIA SEBRAE, 2021). Em concordância à essa indicação, é importante gerenciar as quantidades necessárias para manter a produção, sem gerar desperdícios ou custos de excedentes de armazenagem.

Essa realidade é também observada na empresa de pequeno porte, chamada de modo fictício de Heli-Bolos. Situada em Guarulhos, faz bolos temáticos, artesanais. Dentre as principais dificuldades sentidas pela proprietária, reflexo de seu baixo conhecimento em gestão, destacam-se a dificuldade em equalizar os estoques e identificar os produtos mais rentáveis. A

variedade de sabores oferecidos e o curto prazo de validade de parte dos insumos, trazem contornos complexos à produção da empresa.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é identificar a influência da otimização de armazenagem sobre os custos de uma empresa de pequeno porte de bolos. Avaliar as possibilidades de estoques enxutos e trazer um leque de produtos que sejam mais rentáveis podem contribuir para o desempenho da empresa. Foi conduzido um estudo de caso, por meio de uma pesquisa operacional, utilizando a ferramenta solver, de modo a aumentar o lucro e equalizar os estoques, tratando das principais variáveis envolvidas, tais como quantidade de estoque, preços e consumo. A Pesquisa Operacional (PO) é uma área do conhecimento matemático que se constitui no desenvolvimento de métodos científicos de sistemas complexos, com o objetivo de traçar estratégias embasadas em caminhos alternativos que possam melhorar as decisões a fim de que se alcance resultados com mais eficiência, através de dados estruturados com a finalidade de orientar as tomadas de decisões, melhorando os resultados (CARDOSO, 2011).

Este artigo está estruturado, além da introdução, em quatro tópicos: Fundamentação Teórica, na qual estão descritos os conceitos teóricos que norteiam este estudo; Método de pesquisa, contendo os métodos e procedimentos adotados, Análise de resultados, no qual são descritas as análises dos dados e a discussão dos resultados; e as Conclusões, contendo a síntese dos achados, as limitações observadas e a sugestão para estudos futuros.

## 2 EMBASAMENTO TEÓRICO

Neste tópico são apresentadas as bases teóricas utilizadas neste artigo.

### 2.1 Armazenagem

Armazenagem é “a estocagem ordenada e a distribuição de produtos acabados dentro da empresa ou em locais destinados a este fim, pelos fabricantes, ou através de um processo de distribuição” (MOURA, 2008, p. 3). Sua função básica é garantir o abastecimento e, para tal, é adequado a adoção de métodos e técnicas que visem um mínimo de manuseio e estocagem, de modo a proporcionar o fácil recebimento e acesso aos materiais (CASTIGLIONI, 2010). Quanto mais eficiente for a armazenagem, melhor é a integração entre suprimentos, produção e distribuição. De modo complementar, uma armazenagem eficiente pode gerar uma melhor otimização do estoque, bem como a redução de custos de armazenagem, resultando na melhoria da atividade produtiva (BOWERSOX; CLOSS, 2011). Por consequência, a armazenagem

influencia as demais áreas da empresa, afetando direta ou indiretamente a produtividade e, em última instância, os aspectos financeiros da empresa (MOURA, 2008).

## 2.2 Sistema de Custos

Um aspecto importante para a gestão é o custo. Custo é o “gasto relativo ao bem ou serviço utilizado na produção de bens e serviços, ou seja, é o gasto efetuado na área fabril da organização” (GUIMARÃES NETO, 2008, p.9). Controlar os custos é fundamental para a saúde financeira da empresa.

Nesse sentido, a adoção de um sistema de custos eficiente melhora o controle para a empresa. Sistema de custos é o conjunto de informações capaz de gerenciar os custos envolvidos e monitorar o desempenho da empresa (CREPALDI, 2016). São os procedimentos e ferramentas utilizadas de modo a identificar os custos atrelados a um determinado produto ou serviço (COELHO, 2011). São monitoradas as diversas etapas e processos necessários para a produção de um bem ou serviço (CORONETTI et al., 2003).

## 2.3 Pesquisa Operacional (PO)

A pesquisa operacional surgiu na Segunda Guerra mundial, quando os aliados tiveram a necessidade de resolver problemas logísticos, táticos e de estratégia militar de grande dimensão e complexidade (ANDRADE, 2002). Ela é definida como uma ciência que analisa processos, estrutura dados, para definir e orientar um conjunto de possibilidades, comparando valores para a maior eficiência no lucro (LOESCH; HEIN, 2011).

A pesquisa operacional é um método analítico de solução de problemas e tomada de decisão, que se torna útil no gerenciamento de variáveis que impactam na produtividade. Na pesquisa operacional, os problemas são divididos em componentes básicos e depois resolvidos em etapas definidas por análise matemática. A pesquisa operacional oferece instrumentos que solucionam questões reais, assumindo papel importante na tomada de decisões baseadas em dados, usando tecnologia e outros métodos, para que possa maximizar o lucro, encontrando a solução ótima (LISBOA, 2002). A programação linear é uma das principais técnicas utilizadas pela pesquisa operacional.

### 2.3.1 Programação Linear

Segundo Silva, Silva e Gonçalves (2010), programação linear é um modelo utilizado para auxiliar nas decisões estratégicas no que tange a maior eficiência possível dos recursos

disponíveis em um sistema de produção para serem alcançados os objetivos estabelecidos. O problema de programação linear são equações que expressam algo a ser alcançado, e as limitações dos recursos. As variáveis contidas no problema devem ter um comportamento linear, logo não podem ser multiplicadas e potencializadas entre si (RODRIGUES et al., 2014).

O modelo de programação linear deve apresentar as seguintes características (HILLIER; LIEBERMAN, 2013): proporcionalidade, não negatividade, aditividade e separabilidade. Um modelo de programação linear possui uma função objetivo, e as demais são inequações que representam as restrições. A função objetivo mede o desempenho do sistema, no caso a capacidade de gerar lucro, para cada solução apresentada. O objetivo é maximizar o lucro, e as restrições garantem que essa solução seja de acordo com as limitações técnicas impostas pelo sistema.

### 2.3.2 Solver

A forma mais empregada para a solução de um problema de programação linear é o método simplex. Método simplex é um algoritmo aplicado na programação linear, desenvolvido por George Dantzig (1914 - 2005), para resolver problemas estatísticos e logísticos observados na Segunda Guerra Mundial. Sua finalidade é determinar a solução ótima de um modelo, analisando se o problema possui várias soluções, se é inviável ou mesmo ilimitado, a aplicação do método simplex se dá pela ferramenta solver (HILLIER; LIEBERMAN, 2013), que por meio de sucessivas interações, determina o valor ótimo da função objetivo.

Os conceitos teóricos abordados são observados, empiricamente na empresa Heli-Bolos. A dificuldade em equalizar os estoques e identificar os produtos mais rentáveis, afeta os custos e, por consequência os lucros da pequena empresa. Assim, propõe-se que:

**H1:** A otimização do estoque irá reduzir os custos de produção da empresa Heli-Bolos.

**H2:** A otimização do estoque irá aumentar a lucratividade da empresa Heli-Bolos

## 3 MÉTODO DE PESQUISA

Para a realização deste artigo utilizou-se um estudo de caso junto a Heli-Bolos. O estudo de caso “consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento” (GIL, 2002). A pesquisa teve abordagem quantitativa e descritiva. Adotou-se, como roteiro de pesquisa, três etapas:

- A primeira etapa do estudo consistiu na escolha de uma empresa para participar da pesquisa e fornecer as informações necessárias para o desenvolvimento do trabalho.

Realizou-se, então, a primeira visita à empresa, tanto para apresentar o roteiro da pesquisa para a proprietária, como para identificar aspectos da empresa.

- Na segunda etapa, foram coletadas informações referentes aos produtos que seriam considerados no estudo, tais como quantidade de ingredientes, demanda semanal para produção e quantidade de estoque.

- Na terceira etapa, foi criada a modelagem para encontrar o *mix* ótimo, através do *software solver*.

Os dados coletados foram analisados por meio da ferramenta *solver*.

### 3.1 Caracterização da empresa Heli-Bolos

A Heli-Bolos é uma empresa de pequeno porte, localizada em Guarulhos/ SP, que faz bolos temático, artesanais. A produção é realizada pela proprietária e uma auxiliar. Embora a empresa tenha vendas diárias, a proprietária declarou que a empresa enfrenta dificuldades financeiras. Tal condição compromete o bem-estar da empresa.

O processo tem início com as encomendas, que chegam através do aplicativo de mensagens, WhatsApp. O pedido é então transferido para uma minuta e colocado em ordem de data para entrega. Na sequência, inicia-se a produção, verificando a disponibilidade dos ingredientes e da massa pré-fabricada (que pode ser preta ou branca), dos recheios e do tema que será utilizado na confecção final dos bolos (Figura 1), levando em consideração o peso do bolo no pedido.

Figura 1. Produção da empresa Heli-Bolos



Fonte: Autores (2022)

Foram considerados os cinco principais bolos da empresa: brigadeiro preto; maracujá; leite ninho com morango; prestígio; e bolo de doce de leite. Os custos de produção e o lucro bruto desses produtos estão descritos na Tabela 1. Os valores foram fornecidos pela proprietária. Foram considerados os insumos necessários para a produção de um bolo de 3kg.

Tabela 1. Custos e Lucro bruto dos cinco principais bolos da Heli-Bolos

	P	B	B	P	B
	X1	X2	X3	X4	X5
CUSTOS 1kg de Bolo	Brigadeiro Preto	Maracuja	L.N Morango	Prestigio	Doce de Leite
Massa	R\$ 4,45	R\$ 4,66	R\$ 4,66	R\$ 4,45	R\$ 4,66
Recheio	R\$ 4,80	R\$ 6,00	R\$ 8,21	R\$ 5,33	R\$ 6,40
Cobertura	R\$ 6,50				
Morango	R\$ -	R\$ -	R\$ 7,50	R\$ -	R\$ -
Custo total por Kg	R\$ 15,75	R\$ 17,16	R\$ 26,87	R\$ 16,28	R\$ 17,56
Preço por Venda 1 Kg	R\$ 45,00	R\$ 45,00	R\$ 48,00	R\$ 45,00	R\$ 45,00
Lucro Real 1 Kg	R\$ 29,25	R\$ 27,84	R\$ 21,13	R\$ 28,72	R\$ 27,44
Valor de Venda por Cada 3 kg	R\$ 135,00	R\$ 135,00	R\$ 144,00	R\$ 135,00	R\$ 135,00
Custos 3kg de Bolo	R\$ 47,25	R\$ 51,47	R\$ 80,60	R\$ 48,84	R\$ 52,67
<b>Lucro cada 3kg BOLO</b>	<b>R\$ 87,75</b>	<b>R\$ 83,53</b>	<b>R\$ 63,40</b>	<b>R\$ 86,16</b>	<b>R\$ 82,33</b>

Fonte: Autores (2022)

## 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os dados coletados foram organizados e processados, atribuindo os itens com seus respectivos produtos e suas restrições. Em seguida, foram agrupados para que se pudesse identificar as dificuldades da produção e estabelecer uma proposta de melhoria. Atribui-se as variáveis de decisão no modelo matemático para as quantidades produzidas de bolo, tomando por base a maximização do lucro, de modo a equalizar seu estoque para as quantidades ideais dentro dos limites de lotes. Desse modo, foi atribuído para cada tipo de bolo uma variável representada pela forma: X1- Bolo de Brigadeiro; X2- Bolo de Maracujá; X3 - Leite Ninho com Morango; X4- Prestígio; X5 -Doce de Leite.

Para as análises, foram considerados os ingredientes e o tempo dos processos necessários para uma semana de produção. A empresa funciona de segunda à sexta-feira, com 8 horas por dia e seis dias por semana de produção, com dois funcionários. Na segunda são preparados os lotes de masseiras e recheios. Na terça-feira inicia-se a produção dos pedidos, sendo todos entregues até sábado. Os ingredientes utilizados na produção dos cinco bolos mais vendidos e os tempos médios de produção são descritos na Tabela 2. As bases dos bolos, como massa

branca (Pão de Ló) e massa preta (Chocolate), são pré-produzidas com um dia de antecedência para que assim que o cliente faça a escolha se inicie a montagem com o tema escolhido e a confecção final. Todos os bolos são vendidos por R\$ 165,00 e têm, aproximadamente, 3 kg.

Tabela 2. Ingredientes e tempo de preparo

Mix de produção		Brigadeiro	Maracuja	L.N Morango	Prestigio	Doce de Leite	
PRE MIX PÃO DE LÓ	G	1	0	1050	1050	0	1050
FARINHA	G	2	258	0	0	258	0
MARGARINA	G	3	214	0	0	214	0
OVO líquido	G	4	430	300	300	430	300
AÇUCAR	G	5	166	0	0	166	0
FERMENTO	G	6	4,3	0	0	4,3	0
Chocolate em PÓ	G	7	150	0	0	150	0
Creme de Leite	G	8	430	0	0	430	0
Morango	G	9	0	0	200	0	0
Rech Brigadeiro	G	10	400	0	0	0	0
Rech .MARACUJA	G	11	0	400	0	0	0
Rech.MORANGO	G	12	0	0	400	0	0
Rech PRESTIGIO	G	13	0	0	0	400	0
Rech. DOCE DE LEITE	G	14	0	0	0	0	400
Chantilly	G	15	600	600	600	600	600
Processo	Min	16	80	88	88	98	83
Acabamento	Min	17	45	40	110	50	50

Fonte: Autores (2022)

Com base nas quantidades de insumos necessários e no tempo de produção, pode-se, com o auxílio do solver, fazer a análise da melhoria do controle de estoques e a maximização do lucro (Tabela 3). A linha 1 representa a função-objetivo, na qual Max.Z é o lucro máximo que pode ser alcançado. As linhas seguintes são representadas por inequações, que são as restrições de insumos e de tempos de processo.

Tabela 3. Modelo matemático

Função Objetivo	1 $MAX Z = 47,25x_1 + 43,03x_2 + 45,04x_3 + 45,66x_4 + 41,83x_5$	
Restrições:	2 $1050x_1 + 1050x_2 + 1050x_3 + 10150x_4 + 1050x_5 \leq 10.000$	PRE MIX PÃO DE LÓ
	3 $258x_1 + 258x_4 \leq 4.000$	Farinha
	4 $214x_2 + 214x_3 + 214x_5 \leq 4.000$	Margarina
	5 $430x_1 + 430x_4 \leq 5.000$	Ovo líquido
	6 $166x_1 + 166x_2 + 166x_3 + 166x_4 + 166x_5 \leq 2.000$	Açúcar
	7 $4,3x_1 + 4,3x_4 \leq 300$	Fermento
	8 $300x_1 + 300x_4 \leq 1000$	Chocolate em PÓ
	9 $430x_1 + 430x_4 \leq 3.000$	Creme de Leite
	10 $200x_3 \leq 1.200$	Morango
	11 $400x_1 \leq 2.000$	Recheio de Brigadeiro
	12 $400x_2 \leq 2.000$	Recheio de MARACUJA
	13 $400x_3 \leq 2.000$	Recheio de MORANGO
	14 $400x_4 \leq 2.000$	Recheio PRESTÍGIO
	15 $400x_5 \leq 2.000$	Recheio DOCE DE LEITE
	16 $600x_1 + 600x_2 + 600x_3 + 600x_4 + 600x_5 \leq 10.000$	Chantilly
	17 $113x_1 + 88x_2 + 88x_3 + 98x_4 + 83x_5 \leq 3.360$	Processo
	18 $45x_1 + 40x_2 + 110x_3 + 50x_4 + 50x_5 \leq 2.100$	Acabamento

Fonte: Autores (2022)

Os resultados indicaram que o bolo brigadeiro é o mais rentável, com lucro bruto de R\$ 87,75, seguido pelo bolo prestígio, com lucro bruto de R\$ 86,16. O bolo de leite ninho com morango, sabor mais indicado pela proprietária, já que era tido como o mais rentável, é o sabor com menor rentabilidade, com lucro bruto de R\$ 63,40. Esse achado dá indícios dos motivos pelos quais, segundo relato da proprietária, a empresa tem dificuldade financeira.

Com base nas restrições estabelecidas e no relatório de sensibilidade, verificou-se que podem ser melhoradas as quantidades de ovo líquido, recheios de maracujá e de morango. Observou-se também que, com uma adequação nas quantidades de insumos, seria possível maximizar o lucro. Foram indicados os aumentos das quantidades: i) de pré-mix de pão de ló, de 10 kg para 12 kg; ii) do ovo líquido de 5 kg para 6 kg; e iii) do recheio de maracujá de 2 kg para 3,5 kg.

As análises com o solver também indicaram itens de não associação, o que possibilita a redução do estoque (Tabela 4). Os itens com maior redução em reais foram: o doce de leite, -R\$ 20,00, o recheio de morango, -R\$ 5,60 e a farinha, -R\$ 5,30. Em quantidade, a margarina teve redução de 63%; farinha de trigo, açúcar e os recheios de morango, prestígio e doce de leite tiveram redução de 50%. Essa nova configuração gera uma redução nos custos de produção, corroborando assim, a H1.

Tabela 4. Itens de não associação

Itens de Estoque	Célula	Nome	Final	Sombra	Restrição	Permitido	Permitido		
			Valor	Preço	lateral	R.H	Aumentar	Reduzir	
PRE MIX PÃO DE LÓ	\$K\$10	G LHS	10500	0	12000	1E+30	1500		
FARINHA	\$K\$11	G LHS	1720	0	4000	1E+30	2280	Redução	50%
MARGARINA	\$K\$12	G LHS	1426,667	0	4000	1E+30	2573,333	Redução	63%
OVO liquido	\$K\$13	G LHS	5866,667	0	6000	1E+30	133,3333		
AÇUCAR	\$K\$14	G LHS	1106,667	0	2000	1E+30	893,3333	Redução	25%
FERMENTO	\$K\$15	G LHS	28,66667	0	300	1E+30	271,3333		
Chocolate em PÓ	\$K\$16	G LHS	1000	0,025578	1000	0	100		
Creme de Leite	\$K\$17	G LHS	2866,667	0	3000	1E+30	133,3333		
Morango	\$K\$18	G LHS	200	0	1200	1E+30	1000		
Rech Brigadeiro	\$K\$19	G LHS	2000	0,003975	2000	266,6667	1333,333		
Rech .MARACUJA	\$K\$20	G LHS	3200	0,003	3200	0	1600		
Rech.MORANGO	\$K\$21	G LHS	400	0	2000	1E+30	1600	Redução	50%
Rech PRESTIGIO	\$K\$22	G LHS	666,6667	0	2000	1E+30	1333,333	Redução	50%
Rech. DOCE DE LEITE	\$K\$23	G LHS	400	0	2000	1E+30	1600	Redução	50%
Chantilly	\$K\$24	G LHS	10000	0,13721	10000	266,6667	0		
Processo	\$K\$25	Min LHS	1438,333	0	3360	1E+30	1921,667		
Acabamento	\$K\$26	Min LHS	788,3333	0	2100	1E+30	1311,667		

Fonte: Autores (2022)

Essas adequações melhoram o rendimento e projetam um cenário ideal para a maximização do lucro. Com as novas quantidades estabelecidas (Tabela 5), houve um aumento no lucro bruto obtido sobre o lote de produção de 15,7%, subindo de R\$ 1.206,84 para R\$ 1.396,30. Esse resultado corrobora a H2.

Tabela 5. Quantidades ideais para a maximização do lucro.

Produto	Quantidade anterior	Quantidade atual
Bolo de brigadeiro	3,98 unidades	5 unidades
Bolo de maracujá	5 unidades	8 unidades
Bolo de leite ninho com morango	1 unidade	1 unidade
Bolo prestígio	1 unidade	1,67 unidades
Bolo de doce de leite	3,52 unidades	1 unidade

Fonte: Autores (2022)

## 5 CONCLUSÕES

Com as técnicas de pesquisa operacional, o modelo apresentou um mix de produtos próximo do ótimo, com uma produção direcionada para os itens que podem melhorar a lucratividade do negócio. Outros fatores também podem ser melhorados, como por exemplo, a redução dos itens que não estão sendo utilizados em sua totalidade, diminuindo também o

custo da compra de novos itens, compensando os outros que irão melhorar a otimização do lucro em uma condição ótima, maximizando o lucro como foi proposto o objetivo do estudo.

O uso da ferramenta solver mostrou-se adequada para a sugestão de melhorias na empresa Heli bolos. A adoção das sugestões pode gerar redução no volume atual de estoque. Por exemplo, para a farinha de trigo, houve uma redução de 50% do estoque; para o item margarina a redução de 63%; para o açúcar houve redução de 25%; para os recheios de morango, de prestige e doce de leite, houve redução de 50%.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA SEBRAE. **MEI lideram o número de empresas fechadas**. 2021. Disponível em [https://www.agenciasebrae.com.br/asn/Estados/NA/Sobrevivencia-empresas-sebrae\\_Final.pdf](https://www.agenciasebrae.com.br/asn/Estados/NA/Sobrevivencia-empresas-sebrae_Final.pdf) Acesso em 07.nov.2021.

ANDRADE, E.L. **Introdução à Pesquisa Operacional: Métodos e Modelos para Análise de Decisões**. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.

BALLOU, R.H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Logística Empresarial**. Bookman editora, 2009.

BRASIL. Trabalho e Previdência. **Desemprego no país cai para 11,1% no quarto trimestre de 2021**. 2022a. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/trabalho-e-previdencia/2022/02/desemprego-no-pais-cai-para-11-1-no-quarto-trimestre-de-2021>. Acesso em: 05 mar. 2022.

BRASIL. Ministério da Economia. Mapa de empresas: boletim do 3º quadrimestre de 2021. 2022b. Disponível em <https://www.gov.br/governodigital/pt-br/mapa-de-empresas/boletins/mapa-de-empresas-boletim-do-3o-quadrimestre-de-2021.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2022.

BOWERSOX, D.; CLOSS, D. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento**. São Paulo: Atlas, 2011.

CASTIGLIONI, José Antônio de Mattos. **Logística Operacional**. 2. ed. São Paulo: Érica, 2010.

CARRANÇA, T. BBC NEWS. **PIB: Economia brasileira cresce 4,6% em 2021**, mas 4 riscos trazem nuvens carregadas para 2022. 04.mar.2022. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-60617541#:~:text=Para%202022%2C%20as%20perspectivas%20j%C3%A1,de%20juros%20sobre%20a%20economia>. Acesso em: 05 mar. 2022.

CARDOSO, A. **Fundamentos da Pesquisa Operacional**. Minas Gerais: UNIFAL, 2011.

COELHO, Acília M. M. S. Maia. **Os Sistemas de Custeio e a Competitividade da**

CREPALDI, Silvio Aparecido. **Curso Básico de Contabilidade de Custos**, 5. ed., São Paulo: Editora Atlas, 2016.

GUIMARÃES NETO, Oscar. **Análise de custos**. IESDE BRASIL SA, 2008.

HILLIER, F.S.; LIEBERMAN, G. **Introdução à pesquisa operacional**. 9. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Desemprego. 2022**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/desemprego.php> Acesso em: 05 mar. 2022.

LISBOA, E. F. A. **Pesquisa operacional**. Rio de Janeiro, 2002. Apostila. Disponível em: <https://ericolisboa.eng.br/cursos/apostilas/po/po.pdf>. Acesso em: 24 out. 2021.

LOESCH, C.; HEIN, N. **Pesquisa Operacional: fundamentos e modelos**. Blumenau: Editora Saraiva, 2011.

MOURA, R.A. **Manual de logística: armazenagem e distribuição física**, vol. 2. 5 ed. São Paulo: IMAM, 2008.

RODRIGUES, L. H. et al. **Pesquisa operacional: programação linear passo a passo: do entendimento do problema à interpretação da solução**. São Leopoldo: Unisinos, 2014.

SEBRAE. **Causa mortis: o sucesso e o fracasso das empresas nos primeiros cinco anos de vida. 2014**. Disponível em : [https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/SP/Anexos/causa\\_mortis\\_2014.pdf](https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/SP/Anexos/causa_mortis_2014.pdf). Acesso em: 28 fev.2022.

SILVA, E.M. da, SILVA, E.M. da, GONCALVES, V. **Pesquisa operacional: programação linear, simulação**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

"O conteúdo expresso no trabalho é de inteira responsabilidade dos autores"