



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**ESTUDO DE MAXIMIZAÇÃO DE LUCROS EM UMA PANIFICADORA DE  
SUPERMERCADO DE MÉDIO PORTE.**

**Bruna Carrijo dos Anjos**

Goiânia  
2020

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**ESTUDO DE MAXIMIZAÇÃO DE LUCROS EM UMA PANIFICADORA DE  
SUPERMERCADO DE MÉDIO PORTE.**

**Bruna Carrijo dos Anjos**

Orientador (a): Ma. Maria Isabel Dantas de Siqueira

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Bacharelado em Engenharia de  
Alimentos, como parte dos requisitos exigidos  
para a conclusão do curso.

Goiânia  
2020

ANJOS, BRUNA CARRIJO DOS

Estudo de maximização de lucros em uma panificadora de supermercado de médio porte/Bruna Carrijo dos Anjos. Goiânia: PUC-Goiás / Escola de Engenharia, 2020.

xi, 36f. : il.

Orientador: Maria Isabel Dantas de Siqueira

Trabalho de conclusão de curso (graduação) – PUC-Goiás, Escola de Engenharia, Graduação em Engenharia de Alimentos, 2020, 4p.

1. Priorização. 2. *Solver*<sup>®</sup>. 3. Curva ABC – TCC. I. Siqueira, Maria Isabel Dantas. II. Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Escola de Engenharia. Graduação em Engenharia de Alimentos. III. Estudo de maximização de lucros em uma panificadora de supermercado de médio porte

**ESTUDO DE MAXIMIZAÇÃO DE LUCROS EM UMA PANIFICADORA DE  
SUPERMERCADO DE MÉDIO PORTE.**

**Bruna Carrijo dos Anjos**

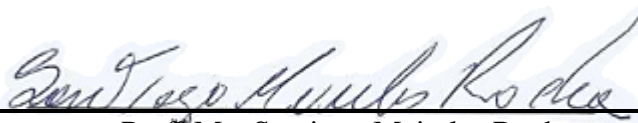
Orientador (a):  
Ma. Maria Isabel Dantas de Siqueira

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Bacharelado em Engenharia de  
Alimentos, como parte dos requisitos exigidos  
para a conclusão do curso.

APROVADO em: 25/11/2020

---

Prof<sup>o</sup> Dr. Ricardo Caetano Rezende



---

Prof<sup>o</sup> Me. Santiago Meireles Rocha



---

Prof<sup>a</sup> Ma. Maria Isabel Dantas de Siqueira

OBS.: Em decorrência do Período Letivo Remoto Extraordinário este documento conta apenas com a assinatura do Orientador e um dos membros da banca avaliadora, visto à impossibilidade de colher as demais assinaturas de membros da banca. O trabalho foi avaliado em Banca de Defesa pública, que aconteceu de forma Remota e Síncrona, pela plataforma Teams, no dia 25 de novembro de 2020, conforme registrado em Ata.

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus por me guiar e proteger até aqui, me dando força para alcançar meus objetivos mesmo diante das dificuldades encontradas no decorrer do caminho.

Quero por meio deste demonstrar minha imensa gratidão por meus pais, que sempre me incentivaram a estudar e me dedicaram, além de todos os esforços para que isso tudo fosse possível. Gostaria ainda de agradecer por todos os ensinamentos, por me ensinar que a honestidade e os princípios são inegociáveis, que é possível alcançar meus objetivos sem ferir os principais valores que sempre me passaram.

Gostaria de demonstrar minha gratidão ao meu namorado Teon que sempre me apoiou e auxiliou. Gostaria de agradecer aos meus colegas de graduação Beatriz Rosa, Paulla Ramos e Luana Ferreira com quem tive o prazer de fazer a maior parte dos trabalhos em grupo, pela parceria e dedicação, além de tornar o processo de aprendizado mais leve e agradável.

Quero agradecer ainda as engenheiras Natália Altenhofer, Evellin Perotoni e Marillya Galvão, com quem tive o prazer de trabalhar e aprender, pessoas que contribuíram para meu desenvolvimento e que se tornaram grandes amigas.

Por fim, quero agradecer aos professores Santiago e Rezende por aceitarem participar da banca avaliadora e contribuir com essa fase de extrema importância na vida acadêmica, em especial ao professor Rezende que se colocou à disposição para esclarecer possíveis dúvidas e auxiliar nas dificuldades encontradas no desenvolvimento deste trabalho. Gostaria ainda de agradecer a professora Maria Isabel por ter me orientado de forma tão dedicada durante todo esse um ano de desenvolvimento do trabalho de conclusão de curso, sem sua dedicação não seria possível concluir esse trabalho.

## RESUMO

A Pesquisa Operacional (PO) é uma ferramenta de tomada de decisão que se baseia nos dados da empresa e indica a forma mais racional de proceder, contribuindo para que a mesma se mantenha sempre de forma competitiva no mercado. Neste contexto, o trabalho teve como objetivo apresentar um modelo para determinação de um mix ótimo de produção, que maximize o lucro de uma panificadora de um supermercado de médio porte. Foi realizada uma revisão bibliográfica sobre a importância da Pesquisa Operacional na tomada de decisão e maximização de lucro por meio de modelos. Para determinar quais itens seriam objetos do estudo de maximização de lucro, utilizou-se a Curva ABC, como método de priorização de itens em função do faturamento, uma vez que o mix produtivo da panificadora possui grande número de itens. Após priorização dos itens, adotou-se os itens A da curva como objeto de estudo e os custos com mão de obra, energia elétrica, matéria prima e embalagens foram calculados, com base nos dados coletados *in loco*. Para a determinação do modelo, aplicou-se a programação linear, utilizando-se do método simplex através do solver presente no *software Excel*<sup>®</sup>, como restrições produtivas, determinou-se com base no estudo de caso quantidades máximas e mínimas a serem produzidas para cada um dos itens, e disponibilidades de mão de obra para a produção dos mesmos, para o período de um mês. Desenvolveu-se um modelo matemático com 38 variáveis de decisão, que incluíram todos os itens classificados como A na curva ABC, com uma função objetivo relacionando a quantidade a ser produzida de cada uma das variáveis e o lucro unitário das mesmas, e as restrições mínimos e máximos a serem produzidos e horas disponíveis para produção para cada um dos setores, totalizando 79 restrições. Obteve-se o aumento de 8,84% do lucro da empresa, estimado a partir de um novo plano de produção, com alteração nos preços de venda dos itens com margem negativa e 7,83% sem realizar alterações no cenário da empresa. Com o estudo concluiu-se que é possível à maximização do lucro, usando PO, desde que sejam seguidos na produção os produtos e respectivas quantidades determinadas pelo modelo proposto. Na análise de sensibilidade notou-se existência de horas de trabalho ociosas, porém as mesmas são usadas na produção dos itens das classes B e C da curva ABC, na análise de sensibilidade notou-se que a restrição de quantidade máxima a produzir é o maior limitante, para se obter um aumento maior no lucro. Como sugestão de trabalhos futuros tem-se o uso de técnicas de previsão de demanda e estudo de maximização para os itens B e C da curva ABC para os setores produtivos da panificadora.

**Palavras chave:** Pesquisa Operacional, *Solver*<sup>®</sup>, Curva ABC.

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1: Modelo de curva ABC .....	6
Figura 2: Modelagem do problema apresentado por Silva (2007).....	9
Figura 3: Dados do problema no Excel®.....	10
Figura 4: Caixa de diálogo do Solver®.....	10
Figura 5: Adição das restrições .....	11
Figura 6: Janela de Resposta do Solver®.....	11
Figura 7: Janela do Solver® com a solução para o problema. ....	11
Figura 8: Diagrama da metodologia adotada no estudo .....	16
Figura 9: Curva ABC para o setor de panificação.....	21
Figura 10: Curva ABC para a quitanda.....	22
Figura 11: Curva ABC para o setor de confeitaria.....	23
Figura 12: Ficha de coleta dos dados para realização do estudo.....	24

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Porção de itens e valores de cada classe da curva ABC para a panificação.....	20
Tabela 2: Porção de itens e valores de cada classe da curva ABC para a quitanda .....	21
Tabela 3: Porção de itens e valores de cada classe da curva ABC para a confeitaria.....	22
Tabela 4: Custos com Mão de obra, insumos, embalagem e matéria prima para os itens objetos do estudo de cada setor produtivo. ....	25
Tabela 5: Lucros unitários dos itens da panificação, quitanda e confeitaria.....	26
Tabela 6: Alteração de valor de venda dos produtos que não geravam lucro .....	27
Tabela 7: Quantidades mínimas e máximas a serem produzida mensalmente dos itens dos três setores.....	28
Tabela 8: Quantidades sugeridas pelo <i>Solver</i> <sup>®</sup> para maximização e o lucro gerado com e sem alteração de preço dos produtos com margem, negativa de lucro.....	30
Tabela 9: Relatório de sensibilidade para às restrições de limite máximo de produção .....	32



**LISTA DE SIGLAS**

**ABRAS** - Associação Brasileira de Supermercados

**ITPC** – Instituto de Tecnologia de Panificação e Confeitaria

**PO**- Pesquisa Operacional

**SEBRAE** - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

**SOBRAPO**-Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO _____	1
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA _____	3
	<b>2.1 Padarias em supermercado</b> _____	<b>3</b>
	<b>2.2 Gestão de padarias</b> _____	<b>4</b>
	<b>2.3 Curva abc</b> _____	<b>5</b>
	<b>2.4 Pesquisa operacional</b> _____	<b>6</b>
	2.4.1 Modelagem _____	8
	2.4.2 Análise de sensibilidade _____	12
	2.4.3 Ferramenta Solver® do Microsoft Office Excel® _____	12
	<b>2.5 Trabalhos correlatos</b> _____	<b>14</b>
	2.5.1 Modelo de otimização para empresa de panificação: um estudo de caso _____	14
	2.5.2 Estudo de maximização de lucros em uma empresa de gelados comestíveis na cidade de Bambuí – MG _____	14
	2.5.3 Uso da Programação Linear para Otimização da Receita de uma Escola de Idiomas _____	15
3	UNIDADE EXPERIMENTAL _____	16
	<b>3.1 Levantamento de dados e formulação do problema conceitual</b> _____	<b>16</b>
	<b>3.2 Construção do modelo matemático</b> _____	<b>18</b>
	<b>3.3 Resolução do modelo com o Solver®</b> _____	<b>18</b>
	<b>3.4 Análise de sensibilidade</b> _____	<b>18</b>
	<b>3.5 Interpretação e comparação dos resultados obtidos</b> _____	<b>19</b>
4	RESULTADO E DISCUSSÃO _____	20
	<b>4.1 Levantamento de dados e formulação do problema conceitual</b> _____	<b>20</b>
	<b>4.2 Construção do modelo matemático</b> _____	<b>29</b>
	<b>4.3 Resolução do modelo com o Solver®</b> _____	<b>30</b>
	<b>4.4 Análise de sensibilidade</b> _____	<b>31</b>
	<b>4.5 interpretação e comparação dos resultados obtidos</b> _____	<b>33</b>
5	CONCLUSÃO _____	34
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS _____	35
	APÊNDICE _____	40
	ANEXO _____	53

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo Mota (2010) os consumidores procuram por uma padaria em média 21,38 vezes no decorrer de um mês, e esse fluxo de pessoas faz com que as redes de supermercados tenham interesse em ter uma padaria em seus estabelecimentos. Além de atrair pessoas, a padaria tem como objetivo fidelizar o cliente, e para isso é necessário desenvolver uma variedade de produtos que respeitem os hábitos alimentares da região onde o mercado está localizado, além de produtos com alta qualidade.

Uma pesquisa realizada pelo Instituto Tecnológico de Panificação e Confeitaria – ITPC, concluiu que o lucro dos segmentos de Panificação e Confeitaria em 2018, apresentou um crescimento de 2,81% em relação ao ano anterior, o que equivale a um faturamento de R\$ 92,63 bilhões (INSTITUTO TECNOLÓGICO DA PANIFICAÇÃO E CONFEITARIA, 2018).

Uma dificuldade encontrada na gestão de negócios é a falta de profissionais capacitados, que conheçam do processo produtivo e as exigências do mercado, o que pode levar a tomada de decisões errôneas e empíricas que dificultam o principal objetivo de uma instituição que é maximizar seus ganhos e minimizar os custos.

A falta de sistematização do processo de produção em padarias assim como em qualquer sistema produtivo causa uma utilização inadequada dos insumos e da capacidade produtiva, promovendo o desperdício de recursos produtivos. Deste modo, a PO vem sendo usada para melhorar os processos produtivos das organizações. Para Silva et al. (2014), entre as vantagens do uso de PO estão: as variáveis emergem sob a forma gráfica, facilita a visualização da amplitude destas no processo, auxilia na identificação de variáveis possíveis, possibilita compreender relações complexas e serve como base para estabelecer e aprimorar parâmetros.

As tomadas de decisões são processos importantes em qualquer empresa, não importa o tamanho ou área de atuação, sem elas simplesmente é impossível colocar novos projetos em prática, aperfeiçoar produção, minimizar custos ou mesmo maximizar lucros. Uma gestão onde as decisões não se baseiam em ferramentas e metodologias pode gerar desperdícios, impactar negativamente nos lucros e dependendo das proporções levar um estabelecimento à falência. Quando essas decisões são baseadas na análise e avaliação de dados, possuem maior probabilidade de produzirem os resultados desejados.

Uma ferramenta útil na tomada de decisões é a Pesquisa Operacional (PO) que leva em consideração todos os pontos que impactam no custo e na produção de um produto,

transformando esses pontos em equações lineares a fim de encontrar um arranjo matemático que determine quanto produzir de cada produto para obter o lucro máximo. Para uma empresa maximizar lucro significa usar de forma mais inteligente recursos, sejam eles insumos e/ou pessoas, identificar novas possibilidades e entender melhor seu negócio e expandir, se estabelecendo no mercado no qual atua.

A PO é um conjunto de conceitos e ferramentas de gestão que buscam a resolução de problemas reais, tendo como ponto de convergência a tomada de decisões, aplicando conceitos e métodos de outras áreas científicas para concepção, planejamento ou operação de sistemas para atingir suas metas. De forma genérica, a PO é o uso de modelos matemáticos, estatística e algoritmos para ajudar a tomada de decisões.

Lachtermacher (2004), ressalta que até 1990, os problemas matemáticos de programação na resolução de questões gerenciais eram muito difíceis de implementar, e que o uso de PO, impulsionado pelo crescente uso de planilhas eletrônicas, tornou mais prático e eficiente na tomada de decisões gerenciais, uma vez que foca estritamente nos aspectos relevantes para a solução do problema ou que nela influenciem.

Na empresa em estudo, uma panificadora de um supermercado de porte médio, a decisão do quanto produzir e quais produtos é tomada por uma pessoa responsável por emitir as ordens de produção diária, levando em consideração o histórico de venda dos períodos anteriores, não sendo ponderado o custo produtivo de cada produto e quais produtos gerariam

O lucro é o que mantém as atividades de uma instituição de cunho privado, o que conseqüentemente gera empregos e contribui para o crescimento econômico de um país. Neste contexto o estudo pretende, utilizando os conceitos da PO e o *software Solver*<sup>®</sup>, determinar os produtos e as quantidades que devem ser produzidas para que possa ser maximizado o lucro. Para tal foi necessário padronizar as formulações dos produtos, determinar quais recursos são utilizados para a produção dos mesmos e conseqüentemente calcular o custo de produção e o lucro destes, levando em consideração a demanda do produto. Dessa forma a pergunta que norteia o presente trabalho é a seguinte: É possível maximizar o lucro de uma panificadora utilizando os conceitos de PO ?.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 PADARIAS EM SUPERMERCADO

Supermercados são definidos como empresas varejistas que representam o último elo da cadeia entre um produto e seu consumidor final. Possuem como característica venda de alimentos perecíveis dispostos em formato para autoatendimento, sem a necessidade de intermediários no ato da compra e que dispõem de carrinhos e cestas para os consumidores depositarem seus produtos, com máquinas registradoras para conferir as compras na saída, caracterizando-os, portanto, de auto serviço (RINALDI; MORABITO; TACHIBANA, 2009).

Segundo o relatório publicado pela Associação Brasileira de Supermercados-ABRAS, o setor supermercadista brasileiro registrou faturamento de R\$ 355,7 bilhões em 2018, um crescimento nominal de 0,7% na comparação com 2017. O resultado registrado em 2018 pelo setor representou 5,2% do Produto Interno Bruto (PIB). A pesquisa destaca ainda que o setor encerrou o ano de 2018 com 89,6 mil lojas e 1,853 milhão de funcionários diretos ante 1,822 milhão registrado em 2017, criando 30,7 mil novas vagas de emprego (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SUPERMERCADOS, 2019).

As padarias dos supermercados na maioria dos estabelecimentos estão montadas no fundo da loja, o que não é mera coincidência. O objetivo desta estratégia é fazer com que o consumidor entre na loja e, para sentir o cheiro dos produtos fresquinhos, circule por outras seções até chegar à padaria, podendo gerar o que é conhecido como compra por impulso no mercado varejista (BLOG APASSHOW, 2018).

A apuração feita pelo Instituto Tecnológico de Panificação e Confeitaria – ITPC, no cenário de padarias mostra que o faturamento advindo da produção própria é um fator que puxa o crescimento do setor, tendo em vista que houve um aumento de 5,4% em 2017 para 5,87% em 2018. Ainda segundo a pesquisa, estima-se que o segmento represente em torno de 800 mil empregos diretos e 1,8 milhão de forma indireta, nas cerca de 70 mil padarias e confeitarias existentes no Brasil (INSTITUTO TECNOLÓGICO DA PANIFICAÇÃO E CONFEITARIA, 2019).

Em um cenário cada vez mais competitivo vale destacar que aquelas padarias e confeitarias que procuram ao longo dos anos se atualizar, criando maior profundidade de oferta de produtos, mantendo alto padrão de qualidade e diversificação de serviços sofreram menos o impacto da concorrência trazida por novos competidores. Torna-se importante e urgente para

as padarias conciliar o aumento na oferta de produtos lucrativos e serviços com uma redução de custos e, para que esse objetivo seja alcançado, é necessário que os estabelecimentos realizem um gerenciamento eficiente de recursos (SANTOS et al., 2019).

Diante desse cenário vale ressaltar que o ramo de panificação está entre os mais impactados pela crise ocasionada pelo novo coronavírus. Isso porque, apesar de ser considerada uma atividade essencial no fornecimento de alimentos, parte da população reduziu a frequência de ida a esse negócio típico de bairro (SEBRAE, 2020).

## **2.2 GESTÃO DE PADARIAS**

No Brasil, muitas decisões são tomadas apenas com intuições e experiência, sendo difícil a prática de análise de processo; se a prática de análise fosse utilizada poderia evitar enganos desastrosos. É difícil encontrar empresas que possuam padronização e treinamento no trabalho e a falta de padronização conduz a variações na produtividade por operador, na qualidade do produto, no custo, sendo que a padronização do trabalho é base do gerenciamento (CAMPOS, 2014).

Segundo um estudo realizado pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) o principal motivo apontado por 19% dos empresários para ter fechado a empresa é a falta de capital ou lucro. Em segundo lugar com 14%, tem se a troca da atividade realizada por outra atividade (SEBRAE, 2014).

Considerando que as empresas de padaria e confeitaria possuem deficiências gerenciais que precisam ser resolvidos para permanência competitiva no mercado, estabelecendo estratégias para se esquivar da concorrência, a gerência de custos mostra-se uma atividade indispensável para que elas possam tornar-se competitivas e tenham seus resultados otimizados (RONCATO, 2015).

Para tomada de decisão faz-se necessário estabelecer critérios e implementar ferramentas adequadas como, por exemplo, a Curva ABC que é uma ferramenta que pode auxiliar a otimização do orçamento empresarial e ajudar no gerenciamento do portfólio. Além disso, qualquer melhoria de processo é mais facilmente percebida quando é possível mensurar seu benefício financeiro. De posse de informações gerenciais, ao descobrir qual área, o produto ou o serviço será mais rentável ao estabelecimento, a tomada de decisão torna se mais assertiva (MARTINS, 2003).

### 2.3 CURVA ABC

A curva ABC é uma importante ferramenta que permite o reconhecimento dos itens que requerem maior atenção e cuidados adequados quanto à sua administração, tendo sido utilizada para a gestão de estoques, definição de políticas de vendas, estabelecimento de prioridades no planejamento da produção e em demais problemas identificados na empresa (LOPRETE et al., 2009).

A curva ABC baseia-se no raciocínio do diagrama de Pareto em que nem todos os itens têm a mesma importância, devendo-se a atenção ser dada para os itens mais significativos, permitindo o estabelecimento de prioridades para a programação de atividades. Após os itens terem sido ordenados por sua importância, as classes da curva ABC podem ser definidas de forma a classificar todos os itens, identificar os níveis de cada material e obter um sistema financeiro mais eficiente (MATTOS et al., 2019).

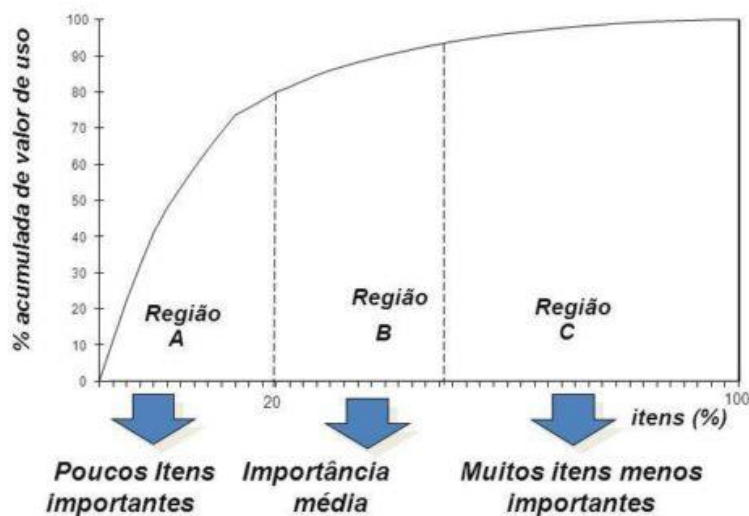
A curva ABC tornou-se de ampla utilidade nos mais diversos setores em que se necessita tomar decisões, envolvendo grande volume de dados e a ação torna-se urgente, sendo constantemente usada para avaliação de estoques, produção, vendas, salários e outros. Nesse contexto, este método surge como uma maneira útil de planejar a distribuição de produtos de acordo com a sua classificação diante do seu nível de venda (ARAGÃO, 2016).

Tubino (2000) determinou a porcentagem por item sendo estabelecida de 10% a 20% para os produtos de classe A; 20% a 30% para os produtos de classe B; e 50% a 70% para os produtos de classe C. Já para a representatividade financeira, tem-se que 50% a 70% dos produtos são considerados como classe A; 20% a 30% são produtos de classe B; e 10% a 20% são produtos de classe C.

Segundo Dias (1995) a curva ABC classifica os itens estudados como sendo 20% dos itens considerados A que representam 65% de valor de demanda ou consumo, enquanto 30% dos itens são classificados como B e representam 25% da demanda, dessa forma são classificados como C os 50% restante dos itens, que por sua vez representam 10% de demanda.

Assim, o resultado de uma curva ABC é dividido em três classes, como indica a Figura 1.

Figura 1: Modelo de curva ABC



Fonte: BORGES, 2018a.

## 2.4 PESQUISA OPERACIONAL

Desde o século III a.C. quando Hieron, Imperador da Siracusa, solicitou de Arquimedes a idealização de meios para acabar com o cerco naval dos romanos, líderes políticos e militares têm consultado os cientistas para a solução de problemas táticos e estratégicos. No século XVII, Pascal e Fermat, inventores da noção de esperança matemática, e mais recentemente, Frederick W. Taylor, Félix Édouard J. É. Borel e Agner K. Erlang modelaram alguns problemas e forneceram soluções para os respectivos modelos (MARINS, 2011; NOGUEIRA, 2010).

A PO oferece uma série de recursos para a tomada de decisões, a partir da análise quantitativa de dados. Uma das técnicas utilizadas é a Programação Linear que, embora utilizada anteriormente, começou a popularizar-se durante a Segunda Guerra Mundial. Na ocasião, utilizando funções matemáticas, o americano George Bernard Dantzig, contribuiu para a redução de uma série de custos militares dos Estados Unidos, otimizando os resultados esperados. As equipes de “analistas operacionais”, como foram chamadas naquela época, começaram a se expandir na Grã-Bretanha, no Canadá, na Austrália e nos Estados Unidos (GOLDBARG; LUNA, 2016).



No que diz respeito às aplicações industriais, através do uso de técnicas de modelagem matemática e eficientes algoritmos computacionais, a PO pode auxiliar na análise dos mais variados aspectos e situações de um problema complexo, permitindo a tomada de decisões efetivas e a construção de sistemas mais produtivos auxiliando no enfrentamento de um dos grandes desafios que é a competitividade dentro do mercado, que exige constante mudança, forçando a busca por novas estratégias e inovação ( BRUMANO, 2014).

Embora tenha surgido a partir do esforço de guerra das Forças Aliadas no início dos anos 1940, hoje a PO é aplicada no Brasil e no exterior em áreas de importâncias estratégicas, tais como Energia, Prospecção e Exploração de Petróleo, Gerência de Operações, Logística, Finanças, Gestão de Sistemas, Administração Industrial, Gestão da Qualidade, Análise Locacional, entre outras de interesses civil e militar. No início dos anos 1960, como vários professores atuavam também no setor privado, houve interação entre a Universidade e as Indústrias, resultando nas primeiras aplicações de PO a problemas reais (CHAVES, 2011).

A Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional – SOBRAPO, define pesquisa operacional como a área de conhecimento que estuda, desenvolve e aplica métodos analíticos avançados para auxiliar na tomada de melhores decisões nos mais diversos campos de atuação, por meio de modelos matemáticos (SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISA OPERACIONAL, [200- ])

Uma das subáreas da PO, consiste na otimização de lucros por meio do desenvolvimento de um modelo matemático que represente a situação real do objeto de estudo e possibilite determinar qual a melhor forma de operar. Entre as áreas de aplicação da maximização pode se destacar supermercados, bancos, escritórios e manufaturas em geral (SOUZA et al., 2015).

Problemas de PO são usualmente modelados na forma de uma função objetivo que pode ser maximizar lucro, minimizar custo, mistura de materiais ou minimizar distância percorrida e diversas restrições como disponibilidade de matérias-primas e/ou mão-de-obra. Um projeto de PO exige cinco etapas: formulação do problema, construção do modelo, obtenção da solução, teste do modelo e avaliação da solução e implantação e acompanhamento da solução ou manutenção (SILVA *et al.*, 2014).

Os modelos de PO são estruturados de forma lógica e formal, objetivando a otimização dos sistemas representados. Raramente um estudo tem interesse apenas nos valores numéricos de uma solução ótima. Comumente, deseja-se saber até que ponto o parâmetro de

entrada pode variar sem causar variações violentas numa solução ótima ou nas variáveis que compõem uma base. Esta investigação é denominada de análise de sensibilidade, uma técnica utilizada para avaliar os impactos que o programa sofre quando existem modificações nas condições de modelagem (HILLIER e LIEBERMAN, 2013).

### 2.4.1 Modelagem

O primeiro passo em um estudo que utiliza PO é a coleta de dados. Grande parte dos dados coletados são necessários para obter o modelo matemático que é a próxima fase do estudo. Com frequência, grande parte dos dados necessários não está disponível quando se inicia o estudo, seja porque as informações jamais foram guardadas, seja por falta de registro ou por estarem desatualizados. Em geral, em um estudo com PO despenderá tempo considerável na tentativa de melhorar a precisão de dados para depois se adequar e trabalhar com o que de melhor possível pode ser obtido (HILLIER e LIEBERMAN, 2013).

O modelo matemático de um problema de negócios é o sistema de equações e de expressões matemáticas relativas que descrevem sua essência. Portanto, se houver  $n$  decisões quantificáveis relacionadas a serem feitas, elas serão representadas na forma de variáveis de decisão, cujos valores devem ser determinados. A medida de desempenho apropriada (por exemplo, lucro) é então expressa como função matemática dessas variáveis de decisão; essa função é chamada de função objetivo (VECCHIA e WEINGARTEN, 2016).

A construção de um modelo de programação linear segue três passos básicos (FOGLIATTO, 2015):

- **Passo I:** Identificação das variáveis desconhecidas a serem determinadas (elas são denominadas variáveis de decisão) e representação através de símbolos algébricos (por exemplo,  $X$  e  $Y$  ou  $X_1$  e  $X_2$ ).
- **Passo II:** Listagem de todas as restrições do problema e representação como equações ( $=$ ) ou inequações ( $\leq$  ou  $\geq$ ) lineares em termos das variáveis de decisão definidas no passo anterior.
- **Passo III:** Identificação do objetivo ou critério de otimização do problema, representando-o como uma função linear das variáveis de decisão. O objetivo pode ser do tipo maximizar ou minimizar.

Para o melhor entendimento da modelagem de um problema, observa-se o exemplo apresentado por Silva (2007) e resolvido seguindo os passos propostos por Fogliatto (2015), conforme apresentado nas Figuras 2 a Figura 7.

O problema do Núcleo proposto por Silva (2007) consiste em estabelecer qual o número de vagas a oferecer no período noturno em cada modalidade com o objetivo de maximizar a receita da empresa. Sabendo que as modalidades e os custos são respectivamente: Musculação, Spinning, Abdômen e fisioterapia; os preços das mensalidades são R\$ 35,00, R\$40,00, R\$ 25,00 e R\$ 50,00. As capacidades de alunos nas turmas são: 80, 20, 40, 25 e 15 nas turmas de Musculação, Spinning, Abdômen e fisioterapia, respectivamente.

Figura 2: Modelagem do problema apresentado por Silva (2007)

**X1 = Número de alunos de MUSCULAÇÃO**

**X2 = Número de alunos de SPINNING**

**X3 = Número de alunos de ABDÔMEN**

**X4 = Número de alunos de FISIOTERAPIA**

**X5 = Número de alunos de RPG**

**REPRESENTAÇÃO MATEMÁTICA DO PROBLEMA**

**Max Z = 35X1 + 40X2 + 25X3 + 50X4 + 60X5**

sujeito a:

**X1 + X2 + X3 + X4 + X5 ≤ 120**

**X1 ≤ 80**

**X2 ≤ 20**

**X3 ≤ 40**

**X4 ≤ 25**

**X5 ≤ 30**

**X4 + X5 ≤ 30**

**X1, X2, X3, X4, X5 ≥ 0**

Fonte: Silva, 2007.

Figura 3: Dados do problema no *Excel*<sup>®</sup>

	X1 Musc	X2 Spinning	X3 Abdómen	X4 Fisiot	X5 RPG			
MAX Z	35	40	25	50	60			
<b>Sujeito as Restrições</b>							<b>Limites</b>	
	1	1	1	1	1	≤	0	120
	1	0	0	0	0	≤	0	80
	0	1	0	0	0	≤	0	20
	0	0	1	0	0	≤	0	40
	0	0	0	1	0	≤	0	25
	0	0	0	0	1	≤	0	15
	0	0	0	1	1	≤	0	30
<b>SOLUÇÃO</b>	0	0	0	0	0			<b>Receita Bruta</b>
								0

Fonte: Silva, 2007.

Figura 4: Caixa de diálogo do *Solver*<sup>®</sup>

**Parâmetros do Solver**

Definir célula de destino:

Igual a:  Máx  Mín  Valor de:

Células variáveis:

Submeter às restrições:

- 
- 
- 
- 
- 
- 

Botões: Resolver, Fechar, Estimar, Opções, Adicionar, Alterar, Excluir, Redefinir tudo, Ajuda

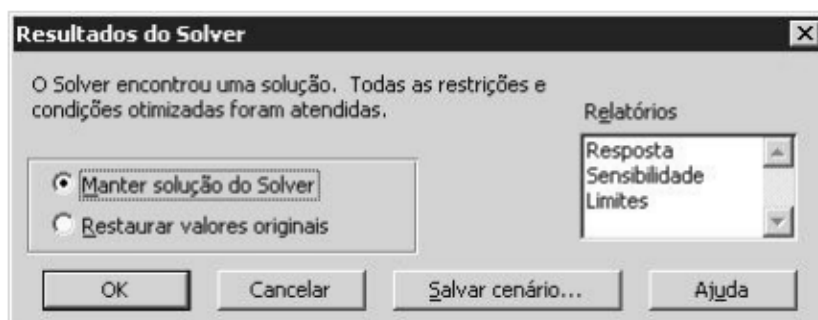
Fonte: Silva, 2007.

Figura 5: Adição das restrições



Fonte: Silva, 2007.

Figura 6: Janela de Resposta do Solver®



Fonte: Silva, 2007.

Figura 7: Janela do Solver® com a solução para o problema.

Microsoft Excel - solver para academia núcleo

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Ferramentas Dados Janela Ajuda Digite uma pergunta

Arial 10 N I S % 000 ,00 %

	X1 Musc	X2 Spinning	X3 Abdômen	X4 Fisiot	X5 RPG				
MAX Z	35	40	25	50	60				
Sujeito as Restrições							Limites		
	1	1	1	1	1	≤	120	120	
	1	0	0	0	0	≤	70	80	
	0	1	0	0	0	≤	20	20	
	0	0	1	0	0	≤	0	40	
	0	0	0	1	0	≤	15	25	
	0	0	0	0	1	≤	15	15	
	0	0	0	1	1	≤	30	30	
SOLUÇÃO									Receita Bruta
	70	20	0	15	15			4900	

Relatório de limites 1 Resolução solver

Desenhar AutoFormas

Pronto

Fonte: Silva, 2007.

Dessa forma Silva (2007) concluiu que a melhor ocupação, para maximizar a receita, é a seguinte: Musculação com 70 pessoas, Spinning com 20 pessoas, Abdômen sem turmas no período noturno, Fisioterapia com 15 pessoas, e RPG com 15 pessoas. Essas quantidades representam uma receita de R\$ 4.900,00 (quatro mil e novecentos reais) em um turno do período noturno.

#### **2.4.2 Análise de sensibilidade**

A análise de sensibilidade está relacionada diretamente com a forma como as mudanças nos parâmetros de um programa linear afetam a solução ótima. Em muitas aplicações, os valores de parâmetros mudam. Se um parâmetro for alterado, a análise de sensibilidade permite determinar a nova solução ótima sem resolver o problema de novo. Ela permite determinar quais as mudanças nos coeficientes não alteram a solução. O conhecimento de análise de sensibilidade permite que um analista determine o impacto das mudanças sobre o valor ótimo da função objetivo (WILHELM; KLEINA, 2010).

Uma empresa precisa se preparar para vários cenários, tais como se o seu custo for maior do que o esperado ou alterações na demanda do produto, isso justifica a importância da análise de possíveis variações, para cima ou para baixo, dos valores dos coeficientes da função objetivo, dos coeficientes das restrições e das constantes das restrições (REIS, 2019).

O problema de programação linear não fica totalmente resolvido com a determinação da solução ótima. A ferramenta *Solver*<sup>®</sup> do *Excel*<sup>®</sup>, através dos relatórios denominados “*Reports*”, permite obter informações relativas à análise de sensibilidade denominada “*Sensitivity*” que fornece relatórios de Sensibilidade da solução ótima, informações que podem ser importantes por várias razões, nomeadamente a análise do impacto na solução ótima provocado por possíveis erros de formalização ou alterações nos coeficientes e valores do modelo de programação linear (BERNARDO, 2016).

#### **2.4.3 Ferramenta Solver<sup>®</sup> do Microsoft Office Excel<sup>®</sup>**

Baseado em conceitos de PO, o *Solver*<sup>®</sup> é uma ferramenta muito utilizada na solução de problemas de modelagem matemática que exigem cálculos interativos e que, de outra forma, somente poderiam ser realizados com eficiência e rapidez por computadores. Esta ferramenta permite fazer vários tipos de simulações, sendo utilizada especialmente para análise de sensibilidade com mais de uma variável e com restrições de parâmetros, ou seja, permite

resolver problemas de pequeno e médio porte, visando chegar a uma otimização no resultado (LONGARAY, 2014; RODRIGUES, 2019).

A ferramenta *Solver*<sup>®</sup> pode ser aplicada em diversos métodos de pesquisa operacional, que vão desde a programação linear e otimização não linear, até algoritmos genéticos e evolutivos. No *Excel*<sup>®</sup>, editor de planilhas produzido pela *Microsoft*<sup>®</sup>, o *Solver*<sup>®</sup> faz parte de um conjunto de comandos de análise de variações hipotéticas, que permite encontrar um valor ideal (máximo ou mínimo) para uma fórmula, utilizando um grupo de células de objetivo, de restrição e de decisão. As células de decisão realizam a computação das fórmulas, ajustando os valores das células de decisão, de forma a satisfazer os limites das células de restrição e produzir o resultado desejado para a célula objetiva (BORGES, 2018b).

Segundo Rodrigues e Santos (2013), o *Solver*<sup>®</sup> é uma ferramenta que contém grandes recursos dentro do *Excel*<sup>®</sup> e permite fazer vários tipos de simulações em uma planilha apresentando maior facilidade de manuseio e melhor disposição dos relatórios gerados pela operação. Faz parte de um conjunto de programas algumas vezes chamado de ferramentas de análise hipotética.

Rodrigues (2019) destaca que o *Solver*<sup>®</sup> trabalha com um grupo de células relacionadas direta ou indiretamente com a fórmula na célula de destino. Todas as células que influenciam no resultado da célula destino poderão ser alteradas pelo próprio *Excel*<sup>®</sup>, desde que sejam fórmulas inter-relacionadas e atinjam a meta desejada, avaliando todas as restrições e atingindo o resultado mais otimizado possível. Este recurso auxilia a resolver problemas de modelagem matemática.

O *Solver*<sup>®</sup> é composto de três elementos principais (RODRIGUES, 2019):

- Variáveis de decisão: são as incógnitas a serem determinadas pela solução do problema;
- Função-objetivo: é a função a ser maximizada ou minimizada, a qual depende dos valores das variáveis de decisão;
- Restrições: limitam as variáveis de decisão a certos valores possíveis.

A utilização do *Solver*<sup>®</sup> é simples, mas o desafio é a correta modelagem e interpretação do problema. Para que possibilite encontrar os valores ótimos em poucos segundos e com precisão é necessário que toda a análise da realidade estudada seja feita de forma coerente e a modelagem esteja assertiva (LONGARAY, 2014; RODRIGUES, 2019).

## **2.5 TRABALHOS CORRELATOS**

### **2.5.1 Modelo de otimização para empresa de panificação: um estudo de caso**

O artigo de Souza *et. al.* (2018) apresenta um modelo para determinação de um Mix de produtos ótimo, a fim de maximizar os lucros de uma empresa do setor de panificação.

Na realização do trabalho, foi utilizada a metodologia de estudo de caso. Primeiramente foi feita uma revisão bibliográfica, onde foi abordada a importância da Pesquisa Operacional, seguida de entrevista com proprietário e coleta de dados da produção, chegando a um total de 12 variáveis sujeitas a 18 restrições. Para a determinação do modelo, aplicou-se a programação linear, utilizando o *Solver*<sup>®</sup>, presente no *software Excel*<sup>®</sup>.

Como resultados da modelagem, obteve-se o aumento do lucro da empresa de 31%, com o novo plano de produção. A modelagem relacionou principalmente os custos com a produção dos produtos e a contribuição no lucro total dos mesmos para a empresa. Por fim, verificou-se que ao reduzir a produção de determinados produtos e aumentar a quantidade de outros, o lucro da empresa poderia ser aumentado.

### **2.5.2 Estudo de maximização de lucros em uma empresa de gelados comestíveis na cidade de Bambuí – MG**

Mendonça *et. al.* (2015) desenvolveram um estudo de caso em uma empresa de gelados comestíveis, que produz sorvete, picolé cremoso e picolé de fruta, e o objetivo foi otimizar seu mix de produção.

A realização do estudo se deu por meio da observação direta, entrevista e visita *in loco*, analisando a disponibilidade dos recursos, o tempo de produção e a matéria-prima utilizada, chegando a 3 variáveis e 3 restrições. Com isso, foi possível otimizar o processo produtivo da empresa, desenvolvendo um modelo canônico de programação linear e resolvendo usando a ferramenta *Solver*<sup>®</sup> do *Excel*<sup>®</sup>.

O estudo chegou a seguinte problemática: Uma empresa de gelados comestíveis produz três produtos sorvete, picolé cremoso e picolé de fruta (água). Para sua produção diária a empresa recebe 150 litros de leite, sendo 120 litros destinados à produção de sorvete e 30 litros para o picolé cremoso. Para produzir uma bola de sorvete são necessários 41 ml de leite, já para produzir um picolé cremoso 25 ml de leite. A produção tem um tempo disponível de 720 minutos por dia, sendo que para produzir uma bola de sorvete leva 0,17 minutos e para



ambos os picolés 0,31 minutos. A máquina de congelamento que a empresa tem disponível limita a capacidade de produção diária de picolés em 2322 unidades e a quantidade de freezers destinados ao armazenamento do sorvete limita sua produção em 4800 bolas de sorvete, além disso, tem uma demanda de 200 picolés cremosos por dia.

Com o estudo obteve-se o mix de produção ótimo, para que a empresa obtivesse o lucro máximo diário, além de sugerir melhorias para evitar o desperdício e reduzir os custos, como no caso da ociosidade de mão de obra. Neste sentido, os autores desenvolveram um estudo para reduzir os custos com o transporte dos produtos para as filiais, otimizando o processo produtivo.

### **2.5.3 Uso da Programação Linear para Otimização da Receita de uma Escola de Idiomas**

Guimaraes et al. (2013), aplicou a PO com o objetivo de otimizar a receita bruta de uma empresa franqueada atuante no setor de escolas de idiomas, através da melhor distribuição de alunos nas turmas. Para tanto, foram utilizados os procedimentos de pesquisa estudo de caso e pesquisa experimental.

A empresa conta com 7 turmas, sendo estas de inglês e espanhol, onde as especificações das turmas levam em consideração a idades dos alunos e o nível de conhecimento das línguas. Outra especificação que a escola de idiomas deve atender por exigência da franqueadora, é o número mínimo de cinco alunos por turma, pois abaixo desse valor não é viável abrir ou manter uma turma. Já o número máximo de alunos não deve superar 16 alunos, para que a qualidade do serviço prestado seja sustentada

Com os dados obtidos o autor, desenvolveu um modelo matemático com 7 variáveis (quantidades de alunos nas turmas disponíveis) e 16 restrições. Como resultado, obteve-se as quantidades de alunos que deveriam ser disponibilizadas em todas as turmas da empresa para maximizar a receita bruta semestral, além de estabelecer a meta de crescimento de alunos na escola estabelecida pela empresa, uma vez que o resultado demonstrou a presença de folgas nas restrições de capacidade máxima para as turmas.

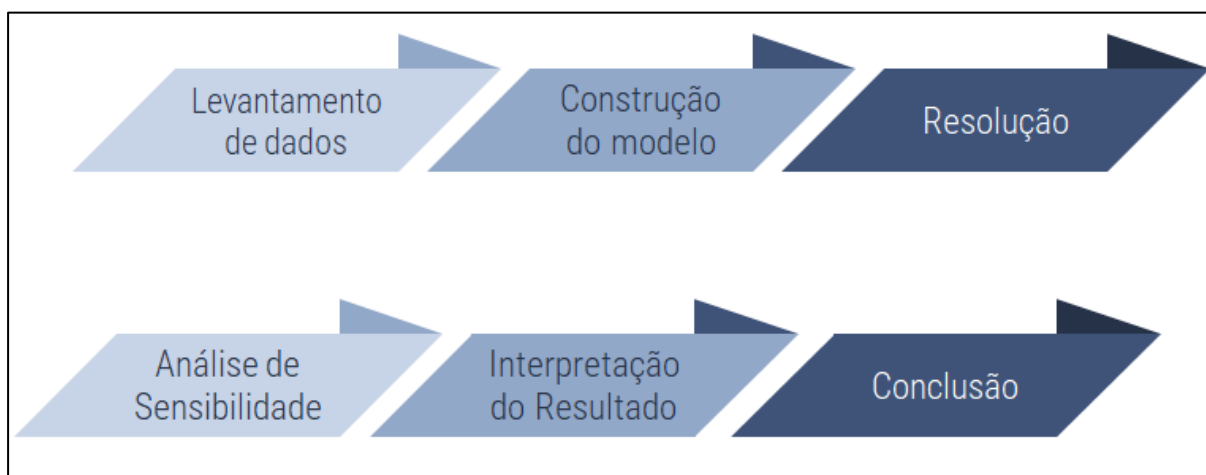
### 3 UNIDADE EXPERIMENTAL

A padaria está localizada em um supermercado na região oeste de Goiânia, fundado em 1971 como uma mercearia e hoje é um mercado de médio porte. A loja atualmente possui departamentos como: têxtil, eletrodomésticos, setor automotivo, mercearia, higiene e limpeza, peixaria, açougue, rotisseria e padaria.

A produção na padaria é dividida em três setores: panificação, confeitaria e quitanda, funcionando em dois turnos, com 48 funcionários, sendo 8 promotores de empresas fornecedoras de insumos. O setor de quitandas é responsável pela produção de 86 produtos com média de 1300 Kg por semana, a confeitaria pela produção de 40 produtos e produção semanal média de 320 Kg e a panificação responsável por produzir 50 produtos, entre estes pães convencionais e os denominados especiais com produção semanal média de 5500 Kg.

A sequência de realização das etapas de desenvolvimento deste trabalho pode ser vista na Figura 8, onde é possível observar que a primeira etapa a ser realizada é a de coleta de dados seguida da construção do modelo, resolução usando o *Solver*<sup>®</sup>, análise de sensibilidade, interpretação do resultado e conclusão.

Figura 8: Diagrama da metodologia adotada no estudo



Fonte: Autora, 2020.

#### 3.1 LEVANTAMENTO DE DADOS E FORMULAÇÃO DO PROBLEMA CONCEITUAL

Como a padaria produz um número muito grande de produtos em diferentes setores produtivos foi necessário decidir qual grupo de produtos seria estudado, a fim de obter melhores resultados. Para a escolha do objeto de estudo, utilizou-se a curva ABC, caracterizada por priorizar itens de uma determinada família de produtos.

Para elaborar a curva ABC primeiro foi realizado o levantamento, usando o sistema interno do supermercado de todos os itens produzidos e comercializados nos três setores da padaria, descritos no item 4. Após levantamento de todos os itens produzidos o histórico de venda dos produtos durante os últimos seis meses foi consultado, obtendo a quantidade vendida, valor de venda e o valor gerado com a venda dos mesmos. Após colher e organizar os dados foi construída a curva ABC, utilizando o *Excel*<sup>®</sup>. Os valores de corte adotados para construção da curva foram os estabelecidos por Tubino (2000).

Os produtos pertencentes ao grupo A na curva ABC, foram adotados como variáveis de decisão, ou seja, farão parte da função objetivo, portanto, usando PO foram estabelecidas as quantidades a serem produzidas de cada um desses produtos para gerar o maior lucro possível ao supermercado.

Após determinar os produtos que serão as variáveis de decisão para o estudo de maximização, se fez necessário realizar o levantamento dos custos para a produção dos mesmos, para isso foi realizado o acompanhamento da produção de todas as receitas pertencentes ao A da curva ABC, de modo a levantar todos os insumos utilizados para produção e em quais quantidades.

O acompanhamento foi realizado *in loco*, coletando os dados do peso de todos os insumos, peso do produto final, equipamentos usados e a potência dos mesmos, tempo das atividades e custo com as embalagens usadas. Obtendo os custos com insumos e embalagens por meio de busca no sistema interno do supermercado. Em relação às matérias primas, as quantidades usadas foram relacionadas ao valor unitário das mesmas.

Para o cálculo do custo com energia elétrica para a produção dos itens, utilizou-se a Equação 1, que relaciona o tempo de funcionamento dos equipamentos em hora (t) com a potência dos mesmos em KW (P) e valor do kW/h (R\$ 0,507) praticado no estado de Goiás para empresas e indústrias, no mês de setembro de 2020.

$$\text{Custo com energia} = P * t * 0,507 \quad \text{Equação 1}$$

Para calcular a capacidade produtiva e custo com mão de obra de cada produto para o período de um mês, foram coletados os tempos gastos em todas as etapas produtivas e o total de horas disponíveis para a realização das atividades.

O custo de mão de obra foi calculado utilizando o aplicativo Calculador, onde foram lançados os dados: tempo, salário, horas trabalhadas, vale transporte, vale refeição e os encargos trabalhistas são calculados automaticamente pelo aplicativo.

Os custos foram subtraídos do valor de venda dos produtos, obtendo assim o lucro unitário dos mesmos. Por fim, analisou-se os históricos de venda e determinados os valores máximos e mínimos a serem produzidos para cada produto. Com os dados obtidos na coleta foi formulado o problema conceitual, que posteriormente foi modelado e resolvido.

### **3.2 CONSTRUÇÃO DO MODELO MATEMÁTICO**

Após o levantamento de dados, realizou-se a modelagem do problema de modo que os lucros correspondentes a cada produto formam a função objetivo, juntamente com as variáveis de decisão (quantidades a ser produzidas de cada produto, por mês).

Os dados como matérias primas, capacidades de produção, máximos e mínimos a serem produzidos são as restrições que são os valores calculados indicam os valores estabelecidos para as mesmas. Para que os resultados obtidos no *Solver*<sup>®</sup> não apresentem valores negativos (pois ou se produz algo ou nada), fez-se necessário criar restrições para determinar que os valores para as variáveis de decisão não apresentem valores inferiores a zero.

### **3.3 RESOLUÇÃO DO MODELO COM O SOLVER<sup>®</sup>**

Após elaborar a função objetivo e as restrições, o modelo matemático utilizou-se a ferramenta *Solver*<sup>®</sup>, que foi habilitado seguindo os passos mostrados no Apêndice E, para obter as quantidades a serem produzidas de cada item para que o lucro seja máximo, respeitando todas as restrições inerentes ao processo produtivo dos mesmos.

### **3.4 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE**

Para saber o quanto os lucros unitários dos produtos e/ou limites atribuídos às restrições podem mudar de forma que a solução do problema modelado seja estável, isto é, que o plano de produção recomendado pelo resultado ótimo não seja alterado, realizou-se a análise de sensibilidade e, para isso, o relatório de sensibilidade foi elaborado utilizando também a ferramenta *Solver*<sup>®</sup>, assim como a resolução do modelo.

São previsíveis alterações no cenário real, uma vez que mudanças no processo produtivo como compra ou troca de maquinário e mudança de preço de matérias primas são constantes, e isso pode alterar o resultado da modelagem sempre que houver alguma modificação nos parâmetros além do permitido, tornando o uso da PO mais complexo.

O relatório de sensibilidade emitido pelo *Solver*<sup>®</sup> determinou as variações para mais ou menos, de todas as restrições e lucros unitários das variáveis de decisão que fazem parte da função objetivo. Elaborou-se uma tabela indicando de forma mais clara a sensibilidade da modelagem, com análises textuais.

### **3.5 INTERPRETAÇÃO E COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS**

O valor indicado pela ferramenta *Solver*<sup>®</sup> como o lucro máximo foi comparado com o lucro obtido com a venda dos itens usados para modelagem do problema no último mês, para verificar se o resultado obtido era coerente e se este foi otimizado. Para isso realizou-se comparativos entre as quantidades recomendadas para produção e também do lucro estimado para estes produtos com os valores reais do mês respectivo.

## 4 RESULTADO E DISCUSSÃO

### 4.1 LEVANTAMENTO DE DADOS E FORMULAÇÃO DO PROBLEMA CONCEITUAL

Devido à grande quantidade de produtos produzidos nos setores da panificadora, fez-se necessário utilizar um método de priorização de itens, para decidir quais produtos seriam objeto de estudo, para isso foi elaborada a curva ABC, utilizando dados obtidos, por meio de consulta no sistema interno da empresa o *software* Conscinco, mostrados nos Apêndices A, B e C. A escolha por realizar uma curva ABC, por departamento deve-se o fato de que a elaboração de uma única curva pode eliminar todos os itens produzidos em um setor, porém isso não é interessante para uma panificadora, tendo em vista que este tipo de estabelecimento necessita apresentar uma diversidade de itens para atrair e fidelizar os clientes.

Os dados coletados foram referentes ao período de 25/02/2020 a 25/08/2020, e constam de quantidades vendidas, preço médio e faturamento com a venda, porcentagens individuais e acumuladas de faturamento de cada um dos produtos produzidos nos três setores da padaria,

O critério adotado, para classificação dos itens, foi a representatividade financeira dos mesmos. Foram classificados como produtos A aqueles que representaram até 70% do faturamento total do setor, B os representaram 20% e C os que juntos acumularam até 10%, conforme estabelecido por Tubino (2000).

A Tabela 1 mostra os valores de corte utilizados, a porcentagem de itens em cada classe e a porcentagem de faturamento real destas utilizando dados do Apêndice A.

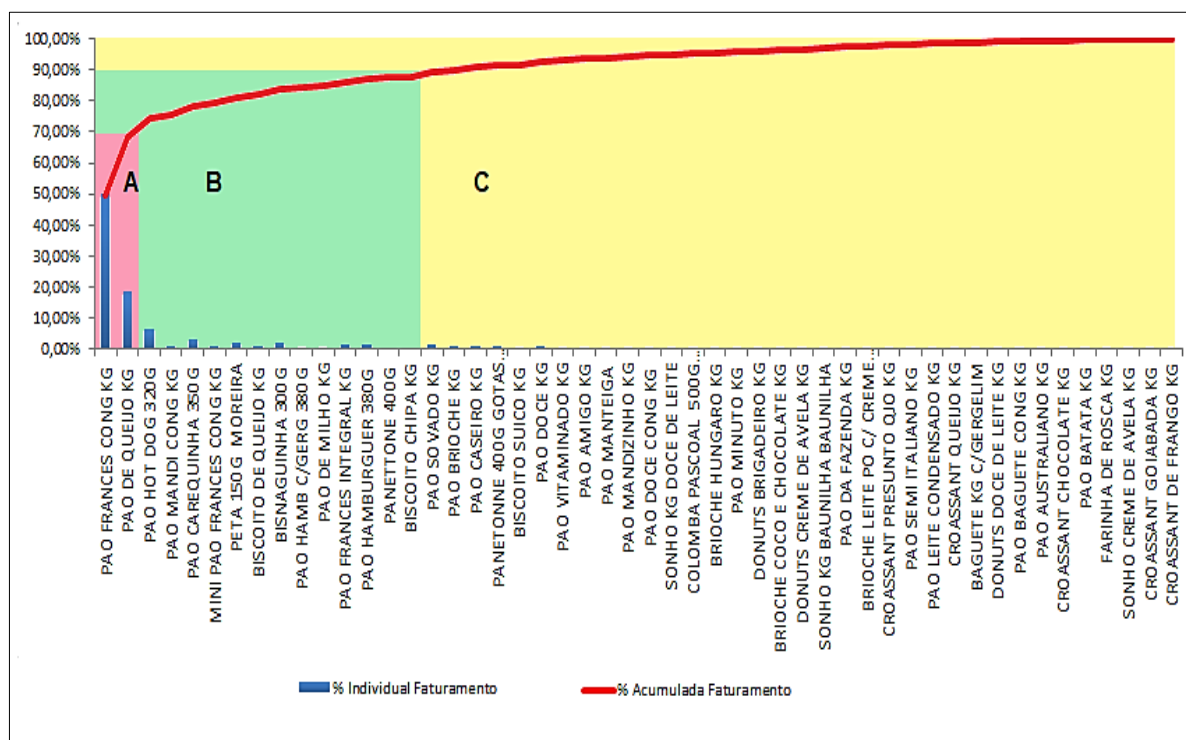
Tabela 1: Porção de itens e valores de cada classe da curva ABC para a panificação

Classificação	Corte	Proporção de itens	Proporção de valor
A	70%	3,92%	68,39%
B	90%	29,41%	21,54%
C	100%	64,71%	10,07%

Fonte: Autora, 2020.

A curva ABC para o setor de panificação (Figura 9) construída utilizando os dados apresentados no Apêndice A, considerou itens produzidos no setor obtendo a classificação e representatividade financeira.

Figura 9: Curva ABC para o setor de panificação



Fonte: Autora, 2020.

Observa-se na Figura 9 que as classes A, B e C da curva obtiveram faturamento e representam em termos de porcentagem total de item respectivamente, 68,39% e 3,92% para a classe A, 21,54% e 29,41% para B e 10,07% e 64,71% para a C. Na curva ABC é possível identificar que o pão de queijo e o pão francês foram os únicos produtos classificados como A, de um total de 50 itens produzidos no setor, dos outros itens 15 foram classificados com B e 33 como C.

A Tabela 2 mostra os valores de corte, as porcentagens de itens e de faturamento para cada classe da curva ABC da quitanda.

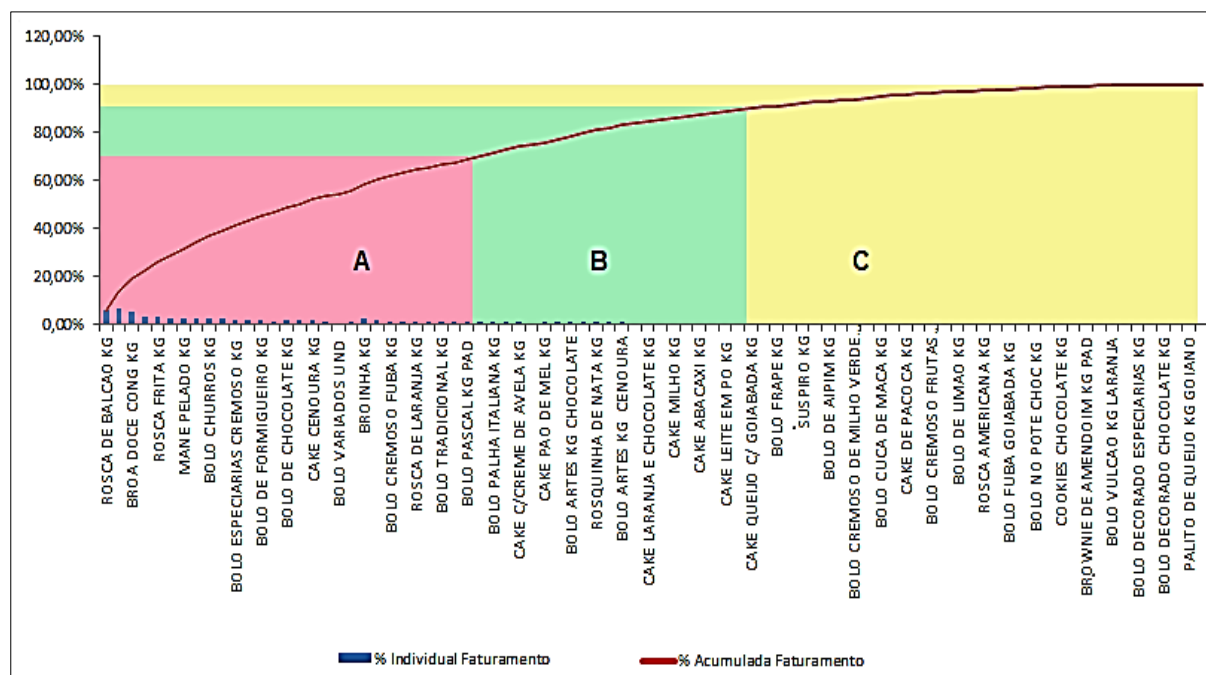
Tabela 2: Porção de itens e valores de cada classe da curva ABC para a quitanda

Classificação	Corte	Proporção de itens	Proporção de valor
A	70%	33,33%	68,71%
B	90%	25,00%	20,71%
C	100%	41,67%	10,57%

Fonte: Autora, 2020.

Na Figura 10 visualiza-se o nome dos 86 itens produzidos na quitanda e a classificação dos mesmos na curva ABC, assim como as porcentagens individuais e acumulada de faturamento.

Figura 10: Curva ABC para a quitanda



Fonte: Autora, 2020.

Conforme dados apresentados no Apêndice B, do setor de quitanda e na Figura 10 observa-se que a classe A soma 68,71% do faturamento e 33,33% do total de itens produzidos no setor, enquanto as classes B e C obtiveram em termos de porcentagem de faturamento e itens, respectivamente, 20,71% e 25,00% e 10,57% e 41,67%. Nota-se que 28 itens pertencem à classe A, enquanto pertencem às classes B e C, respectivamente, 21 e 36 itens.

A Tabela 3 mostra os valores de corte, as porcentagens de itens e de faturamento para cada classe da curva ABC para confeitaria.

Tabela 3: Porção de itens e valores de cada classe da curva ABC para a confeitaria

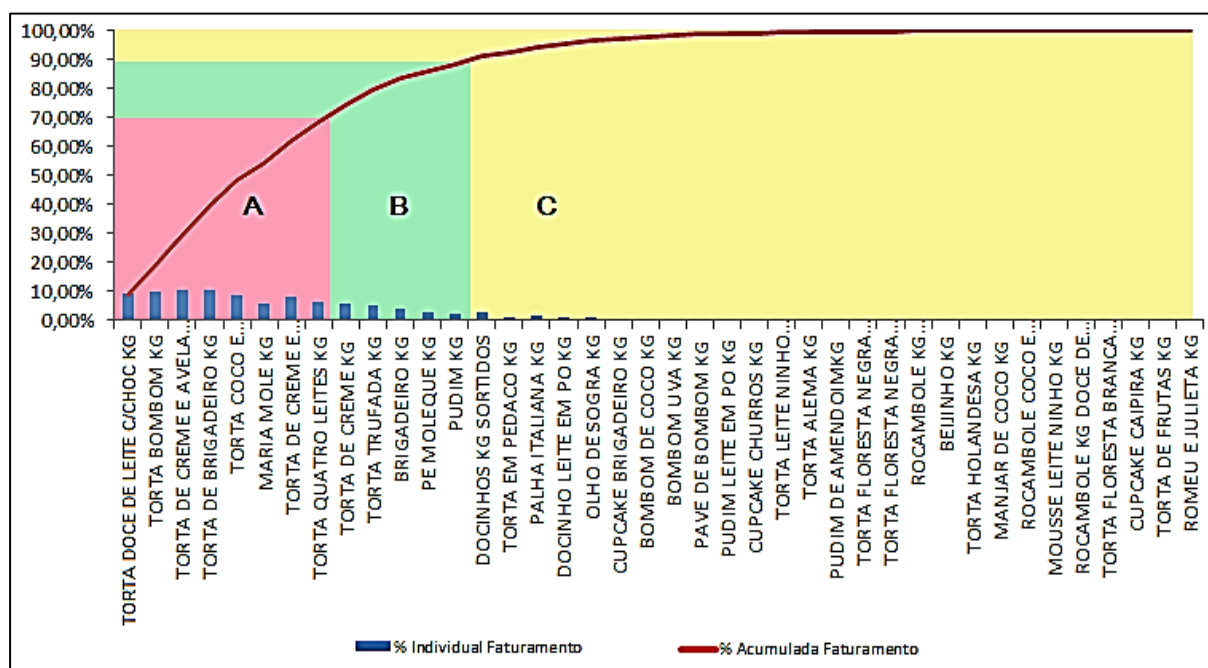
Classificação	Corte	Proporção de itens	Proporção de valor
A	70%	19,51%	68,38%
B	90%	12,20%	20,10%
C	100%	65,85%	11,52%

Fonte: Autora, 2020.

Os itens produzidos na confeitaria, bem como sua classificação na curva ABC e representatividade financeiras, estão apresentados na Figura 11.



Figura 11: Curva ABC para o setor de confeitaria



Fonte: Autora, 2020.

Os resultados obtidos com as análises dos dados do Apêndice C, coletados para o setor de confeitaria, mostram que a classe A da curva representa 68,38% do faturamento do setor com a venda de 19,51% dos itens produzidos, enquanto as classes B e C representam em termos de faturamento 20,10% e 65,85% e quantidades de itens 12,20% e 11,52%, respectivamente. Na curva ABC da confeitaria, apresentada na Figura 11, observa-se que foram classificados como A na curva as tortas sabores doce de leite com chocolate, bombom, creme e avelã, brigadeiro, coco e chocolate, creme e morango e quatro leites, além das tortas também foi classificada com A na curva o doce tipo maria mole. Assim, 8 itens de um total de 40 foram classificados como A, enquanto 5 e 27 foram classificados como B e C, respectivamente.

Após elaborar a curva ABC para a panificação, quitanda e confeitaria, que juntos produzem 176 itens, chegou-se ao total de 38 itens classificados com A, 41 classificados como B e 96 itens pertencentes à classe C, da curva. Continuaram no estudo de maximização de lucro da panificadora, apenas os itens A das curvas, uma vez, que o número de itens produzidos é muito grande e foi necessário aplicar o método ABC para priorização de itens, determinando as variáveis de decisão da modelagem para o estudo de maximização.

Utilizando fichas como a da Figura 12, coletou-se os insumos e as quantidades utilizadas nas formulações dos produtos classificados como A na curva ABC para os setores

produtivos, a unidade de medida dos insumos, rendimento das formulações, tempo de fornecimento e potência dos equipamentos, para o cálculo de consumo de energia.

Figura 12: Ficha de coleta dos dados para realização do estudo

	FOP 002 - FORMULAÇÃO OPERACIONAL PADRÃO		Elaborado por: Bruna Carrijo	
			Data: 11/09/2020	
			Versão: 01	
			Data da revisão:	
<b>CODIGOS</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>			
<b>Interno: 1311</b>	<b>MARIA MOLE</b>			
<b>Código insumos:</b>	<b>Ingredientes</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Receita p/ 1 kg de produto</b>	<b>Unidade</b>
42291	PAD COCO RALADO KG	2,500	0,357	KG
114084	PAD GELATINA SEM SABOR KG	0,250	0,036	KG
	ÁGUA	2,000	0,286	L
107417	PAD ACUCAR REFINADO KG	4,000	0,571	KG
<b>TOTAL</b>		<b>8,750</b>	<b>1,250</b>	<b>KG</b>
<b>Padrões</b>				
Tempo de preparo (Min)	30			
Rendimento médio (kg)	7,00			
Equipamento/ Potência(W)/ Tempo (min)	Batedeira/ 366 W / 10 minutos			
Embalagem usada	G301/Galvanotek			
Data:	Observações			

Fonte: Autora, 2020.

Após preencher os dados na ficha, localizou-se no sistema o código e os valores dos insumos usados na padaria, que apresenta o código PAD para diferenciar os insumos da padaria dos produtos comercializados no varejo. Os custos com insumos para fabricação dos produtos e o custo com as embalagens podem ser vistos na Tabela 4.

O resultado do aplicativo de cálculo da hora trabalhada de um quitandeiro foi de R\$ 15,91, já considerando os encargos trabalhistas, e utilizando o tempo gasto com mão de obra para a produção de cada item na quitanda, realizou-se o cálculo do custo com mão de obra para os produtos. Os valores obtidos estão apresentados na Tabela 4, assim como o custo com energia elétrica calculado, através da equação 1, com base nos dados da ficha técnica dos equipamentos e tempos de utilização.

Tabela 4: Custos com Mão de obra, insumos, embalagem e matéria prima para os itens objetos do estudo de cada setor produtivo.

PANIFICAÇÃO					
Código	Produto	Custo Insumos	Custo Mão de Obra	Custo Embalagem	Custo energia
273822	PAO FRANCES CONG KG	4,08	-	-	2,15
237735	PAO DE QUEIJO KG	7,47	-	-	1,33
QUITANDA					
88117	ROSCA DE BALCAO KG	7,84	5,30	-	1,88
305128	BROA DE CANJICA KG	5,09	2,65	-	1,88
296473	BROA DOCE CONG KG	7,67	1,33	-	1,13
91977	ROSCA AMANTEIGADA KG	10,74	1,86	-	1,13
88116	ROSCA FRITA KG	8,75	2,12	-	1,13
9665	BOLO CACAROLA KG	6,89	2,65	0,66	1,88
63850	MANE PELADO KG	7,14	2,65	-	1,24
107798	BOLO NEGA MALUCA KG	13,95	3,98	-	1,88
351706	BOLO CHURROS KG	10,22	3,18	0,66	1,88
296482	BROA TEMPERADA KG	8,8	1,59	-	1,88
149973	BOLO ESPECIALIARIAS CREMOSO KG	11,49	5,30	-	1,88
216301	ROSCA RAINHA KG	8,77	3,18	0,66	1,88
19265	BOLO DE FORMIGUEIRO KG	5,33	2,65	0,66	1,88
19267	BOLO DE COCO KG	5,47	2,65	0,66	1,88
19272	BOLO DE CHOCOLATE KG	5,82	2,65	0,66	1,88
19266	BOLO DE SABLE KG	4,65	3,45	0,66	1,88
351161	CAKE CENOURA KG	13,91	3,98	0,84	1,88
19263	BOLO DE LARANJA KG	5,73	3,18	0,66	1,88
19259	BOLO CENOURA KG	5,22	3,45	0,66	1,88
104367	BROINHA KG	5,22	3,71	1,18	1,88
383823	BOLO ARTES KG CHOC C/ CEREJA	20,64	6,63	1,45	1,88
229165	BOLO CREMOSO FUBA KG	4,90	3,18	0,66	1,88
351164	BOLO RED VELVET KG	18,07	5,30	0,84	1,88
90758	ROSCA DE LARANJA KG	3,71	4,24	-	1,88
88144	ROSCA KG BAUNILHA	9,51	3,45	-	1,88
19260	BOLO TRADICIONAL KG	5,51	2,65	0,66	1,88
132735	BOLO CREMOSO AIPIM KG	4,94	2,65	0,66	1,88
379196	BOLO PASCAL KG PAD	14,13	5,30	1,89	1,88
CONFEITARIA					
88122	TORTA DOCE DE LEITE C/CHOCOLATE KG	13,94	-	0,66	5,27
88165	TORTA BOMBOM KG	12,00	-	0,66	5,27
302118	TORTA DE CREME E AVELA KG	17,58	-	0,66	5,27
88176	TORTA DE BRIGADEIRO KG	14,24	-	0,66	5,27
88124	TORTA COCO E CHOCOLATE KG	13,75	-	0,66	5,27
63851	MARIA MOLE KG	8,22	-	1,18	0,32
129180	TORTA DE CREME E MORANGO KG	16,34	-	0,66	5,27
362140	TORTA QUATRO LEITES KG	18,08	-	0,66	5,27

Fonte: Autora, 2020.

Nota se na Tabela 4 que apenas o setor de quitanda possui custos com mão de obra, isso devido ao fato de os setores produtivos panificação e confeitaria, contarem com mão de obra fornecida pelos fornecedores dos insumos. Os produtos com valor nulo para embalagem são comercializados em balcões de exposição.

Após obter a soma dos custos produtivos, subtraiu-se o valor obtido pelo valor de venda praticado, chegando ao lucro que cada item gera à empresa. Os lucros unitários juntamente com as variáveis de decisão, determinadas com a curva ABC, fazem parte da função objetivo da modelagem matemática. Os valores calculados dos lucros dos produtos classificados como A se encontram na Tabela 5.

Tabela 5: Lucros unitários dos itens da panificação, quitanda e confeitaria.

PANIFICAÇÃO				
Código	Produto	Valor total dos custos	Valor de venda	Lucro
273822	PAO FRANCES CONG KG	6,23	11,50	5,27
237735	PAO DE QUEIJO KG	8,80	11,47	2,67
QUITANDA				
88117	ROSCA DE BALCAO KG	15,02	20,07	5,05
305128	BROA DE CANJICA KG	9,62	19,89	10,27
296473	BROA DOCE CONG KG	10,12	24,73	14,61
91977	ROSCA AMANTEIGADA KG	13,72	24,9	11,18
88116	ROSCA FRITA KG	12,00	19,9	7,90
9665	BOLO CACAROLA KG	12,08	19,89	7,81
63850	MANE PELADO KG	11,03	17,9	6,87
107798	BOLO NEGA MALUCA KG	19,80	19,86	0,06
351706	BOLO CHURROS KG	15,94	19,9	3,96
296482	BROA TEMPERADA KG	12,27	25,41	13,14
149973	BOLO ESPECIARIAS CREMOSO KG	18,67	24,89	6,22
216301	ROSCA RAINHA KG	14,49	19,39	4,9
19265	BOLO DE FORMIGUEIRO KG	10,52	18,9	8,38
19267	BOLO DE COCO KG	10,66	19,9	9,24
19272	BOLO DE CHOCOLATE KG	11,01	16,09	5,08
19266	BOLO DE SABLE KG	10,63	19,9	9,27
351161	CAKE CENOURA KG	20,60	19,9	-0,7
19263	BOLO DE LARANJA KG	11,45	19,9	8,45
19259	BOLO CENOURA KG	11,20	19,9	8,7
104367	BROINHA KG	11,99	17,9	5,91
383823	BOLO ARTES KG CHOC C/ CEREJA	30,59	36,9	6,31
229165	BOLO CREMOSO FUBA KG	10,62	26,98	16,36
351164	BOLO RED VELVET KG	25,25	25	-0,25
90758	ROSCA DE LARANJA KG	9,83	20,32	10,49
88144	ROSCA KG BAUNILHA	14,83	29,9	15,07
19260	BOLO TRADICIONAL KG	10,70	19,89	9,19
132735	BOLO CREMOSO AIPIM KG	10,13	19,9	9,77
379196	BOLO PASCAL KG PAD	23,20	19,9	-3,3
CONFEITARIA				
88122	TORTA DOCE DE LEITE C/CHOCOLATE KG	19,87	35,98	16,11
88165	TORTA BOMBOM KG	17,93	28,84	10,91
302118	TORTA DE CREME E AVELA KG	23,51	34,60	11,09
88176	TORTA DE BRIGADEIRO KG	20,17	37,98	17,81
88124	TORTA COCO E CHOCOLATE KG	19,68	38,74	19,06
63851	MARIA MOLE KG	9,72	34,67	24,95
129180	TORTA DE CREME E MORANGO KG	22,27	28,90	6,63
362140	TORTA QUATRO LEITES KG	24,01	46,62	22,61

Fonte: Autora, 2020.

Na Tabela 5 percebe-se que o *Cake Cenoura*, *Bolo Red Velvet* e *Bolo Pascal* apresentaram valores menores que zero para o lucro mesmo pertencendo a classe A da curva ABC isso de deve ao fato de a curva usar como critério o faturamento e não o lucro e ao fato de que na panificadora apenas os custos com insumos são levados em conta para precificação dos itens, mão de obra e embalagem são consideradas despesa, esse resultado foi apresentado ao gerente da panificadora, que solicitou ao departamento responsável alteração no preço de venda, do *Cake Cenoura* e *Bolo Pascal* foi alterado para R\$ 25,00 e do *Bolo Red Velvet*, passou a ser R\$ 29,90 gerando o lucro como mostrado na tabela 6, sendo que na modelagem matemática, tanto o novo valor como o valor com margem negativa foram considerados, para que fosse observado se essa alteração altera o resultado obtido com a modelagem.

Tabela 6: Alteração de valor de venda dos produtos que não geravam lucro

Produto	Valor de venda anterior ao estudo	Valor de venda após alteração
CAKE CENOURA KG	R\$ 19,90	R\$ 25,00
BOLO RED VELVET KG	R\$ 25,00	R\$ 29,90
BOLO PASCAL KG PAD	R\$ 19,90	R\$ 25,00

Fonte: Autora, 2020.

Analisando o histórico de vendas da empresa nos últimos seis meses, a validade dos produtos e a capacidade dos equipamentos, determinou-se o número mínimo e máximo que deve ser produzido de cada item, conforme demonstrado na Tabela 7, uma vez, que não é objetivo da empresa eliminar itens do mix produtivo, pois para a instituição a variedade de itens é um diferencial competitivo do setor, vale ressaltar que todos os itens que fazem parte do estudo são pertencentes à classe A da curva ABC. Em relação à restrição de máximo a produzir para todos os itens objetos de estudo, essa restrição foi necessária para que os mesmos não fossem produzidos em excesso e fossem descartados, gerando desperdício e prejuízo a panificadora, uma vez os itens apresentam no máximo cinco dias de validade.

Tabela 7: Quantidades mínimas e máximas a serem produzida mensalmente dos itens dos três setores

PANIFICAÇÃO			
Código	Produto	Quantidade mínima (Kg)	Quantidade máxima (Kg)
273822	PAO FRANCES CONG KG COMPRA	3000	9646
237735	PAO DE QUEIJO KG COMPRA	1500	2095
QUITANDA			
88117	ROSCA DE BALCAO KG	200	420
305128	BROA DE CANJICA KG	150	345
296473	BROA DOCE CONG KG	50	290
91977	ROSCA AMANTEIGADA KG	30	220
88116	ROSCA FRITA KG	30	208
9665	BOLO CACAROLA KG	20	226
63850	MANE PELADO KG	15	166
107798	BOLO NEGA MALUCA KG	10	155
351706	BOLO CHURROS KG	12	123
296482	BROA TEMPERADA KG	15	133
149973	BOLO ESPECIARIAS CREMOSO KG	6	121
216301	ROSCA RAINHA KG	10	163
19265	BOLO DE FORMIGUEIRO KG	20	117
19267	BOLO DE COCO KG	20	110
19272	BOLO DE CHOCOLATE KG	20	107
19266	BOLO DE SABLE KG	25	113
351161	CAKE CENOURA KG	10	104
19263	BOLO DE LARANJA KG	20	105
19259	BOLO CENOURA KG	20	95
104367	BROINHA KG	40	97
383823	BOLO ARTES KG CHOC C/ CEREJA	10	84
229165	BOLO CREMOSO FUBA KG	30	93
351164	BOLO RED VELVET KG	8	72
90758	ROSCA DE LARANJA KG	30	71
88144	ROSCA KG BAUNILHA	25	71
19260	BOLO TRADICIONAL KG	20	56
132735	BOLO CREMOSO AIPIM KG	20	76
379196	BOLO PASCAL KG PAD	30	56
CONFEITARIA			
88122	TORTA DOCE DE LEITE C/CHOCOLATE KG	36	127
88165	TORTA BOMBOM KG	36	195
302118	TORTA DE CREME E AVELA KG	36	199
88176	TORTA DE BRIGADEIRO KG	36	119
88124	TORTA COCO E CHOCOLATE KG	36	135
63851	MARIA MOLE KG	14	101
129180	TORTA DE CREME E MORANGO KG	36	83
362140	TORTA QUATRO LEITES KG	36	81

Fonte: Autora, 2020.

Sabendo a carga horária de trabalho e quantidade de funcionários dos setores, calculou-se o máximo de horas disponíveis para a produção dos itens, o que representa uma restrição na modelagem do problema. Os limites de horas disponíveis para a produção nos três setores produtivos estão descritos no Quadro 1.

Quadro 1: Máximo de horas para produção dos itens na panificação, quitanda e confeitaria.

Setor Produtivo	Disponibilidade (horas/mês)
Panificação	950
Quitanda	1320
Confeitaria	420

Fonte: Autora, 2020.

## 4.2 CONSTRUÇÃO DO MODELO MATEMÁTICO

Assim, para determinar os produtos e as quantidades que devem ser produzidas para que possa ser maximizado o lucro, de forma que as restrições de horas de trabalho disponíveis e as quantidades mínimas e máximas a serem produzidas fossem obedecidas, obteve-se o seguinte modelo matemático (A modelagem detalhada está apresentada no Apêndice D):

### Variáveis

$$x_n = \text{Quantidade em Kg a ser produzida por mês de } x_n$$

### Função objetivo

$$\text{Max Lucro} = \sum_{n=1}^{38} x_n * L_n$$

### Não Negatividade

$$x_n \geq 0$$

### Sujeito às restrições

— Limite de horas panificadora

$$\sum_{n=1}^2 x_n * H_n \leq 950$$

— Limite de horas Quitanda

$$\sum_{n=3}^{30} x_n * H_n \leq 1320$$

— Limite de horas confeitaria

$$\sum_{n=31}^{38} x_n * H_n \leq 420$$

—Máximo a produzir

$$x_n \leq Máx_n$$

—Mínimo a produzir

$$x_n \geq Min_n$$

No modelo matemático obtido  $Min$  representa a quantidade mínima ser produzida,  $Máx$  a quantidade máxima a ser produzida,  $H$  representa horas,  $L_n$  os lucros provenientes da venda dos itens e  $x_n$  as variáveis de decisão.

### 4.3 RESOLUÇÃO DO MODELO COM O SOLVER®

Após a modelagem do problema, realizada no *Microsoft Excel*® e solução do mesmo com o auxílio do *Solver*®, cuja forma de habilitação no *Excel*® consta no Apêndice E, encontraram-se as quantidades em Kg que devem ser produzidas e os lucros mensais gerados por cada um dos itens antes e após a modelagem, como demonstrado na Tabela 8. A janela de resposto no *Solver*® para o problema modelado a alteração de valor de venda dos itens com margem negativa e sem a alteração, estão apresentadas no Apêndice F.

Tabela 8: Quantidades sugeridas pelo *Solver*® para maximização e o lucro gerado com e sem alteração de preço dos produtos com margem, negativa de lucro.

Variável	Quantidades em Kg a serem produzidas (Com alteração de preço)	Lucro modelado com alteração de preço	Quantidades em Kg a serem produzidas (sem alteração de preço)	Lucro modelado Sem alteração de preço	Lucro Anterior ao estudo
X1	9646	50.788,09	9646	50.788,09	47.320,35
X2	2095	5.592,61	2095	5.592,61	5.185,65
X3	420	4191,78	420	4191,78	3.645,51
X4	345	3541,11	345	3541,11	3.384,60
X5	290	4241,70	290	4241,70	3.785,63
X6	220	2458,41	220	2458,41	2.280,50
X7	208	1643,72	208	1643,72	1.538,51
X8	226	1763,99	226	1763,99	1.460,40
X9	166	1138,85	166	1138,85	1.067,73
X10	155	803,11	155	803,11	744,80
X11	123	489,33	123	489,33	490,02
X12	133	1748,38	133	1748,38	1.561,03
X13	121	755,45	121	755,45	737,70
X14	163	801,41	163	801,41	558,20
X15	117	981,29	117	981,29	946,19
X16	110	1017,68	110	1017,68	1.014,25
X17	107	546,01	107	546,01	551,13
X18	113	1044,28	113	1044,28	996,44



X19	104	459,22	10	-7,00	468,40
X20	105	887,28	105	887,28	838,28
X21	95	826,40	95	826,40	791,51
X22	97	572,70	97	572,70	524,35
X23	84	526,84	84	526,84	502,66
X24	93	1519,70	93	1519,70	1.210,28
X25	72	336,09	8	-2,00	297,58
X26	71	743,64	71	743,64	660,94
X27	71	1062,64	71	1062,64	914,50
X28	56	515,18	56	515,18	556,34
X29	76	747,34	76	747,34	584,56
X30	56	101,67	30	-99,00	107,44
X31	127	2040,95	127	2040,95	2.378,73
X32	195	2127,79	195	2127,79	1.429,70
X33	199	2211,46	199	2211,46	1.452,42
X34	119	2120,41	119	2120,41	2.249,74
X35	135	2571,25	135	2571,25	2.187,29
X36	101	2518,96	101	2518,96	2.329,43
X37	83	546,94	83	546,94	536,82
X38	81	1828,34	81	1828,34	1.763,93
Lucro Total		107.811,99	99.053,54		107.811,99

Fonte: Autora, 2020.

De acordo com os valores mostrados na Tabela 8, para o responsável pela tomada de decisão da panificadora obter um lucro máximo de R\$ 107.811,99 por mês realizando a mudança de preço dos itens com margem negativa e R\$ 106.807,01 sem realizar essa alteração, o mesmo teria que dispor do mix de produto determinado na solução, obedecendo ao limite mínimo de produção determinado pelo modelo. Dessa forma houve um aumento de 8,84% (R\$ 8.758,45) com a alteração dos preços e de 7,83% (R\$ 7.753,47) sem a alteração.

#### 4.4 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

A análise de sensibilidade, realizada no *Solver*<sup>®</sup>, demonstrou que alterações no lucro unitário dos itens não alteram a quantidade a ser produzidas pelos mesmos, uma vez que as quantidades a serem produzidas propostas foram iguais às restrições de máximos a serem produzidos para todos os itens. No que diz respeito às restrições de mínimos a serem produzidos nota-se que as mesmas não são fatores limitantes do modelo, uma vez que nenhuns dos itens tiveram como solução propostos a produção igual ao valor mínimo.

A análise de sensibilidade para as restrições de valores máximos a serem produzidos, relaciona quanto a mais poderia ser produzido de cada um dos itens, de forma que as demais restrições continuassem a ser atendidas e os impactos no lucro maximizado, conforme consta na Tabela 9.

Tabela 9: Relatório de sensibilidade para às restrições de limite máximo de produção

Produto	Quantidade a ser produzida (Kg)	Impacto no Lucro (R\$)	Máximo a ser produzido (Kg)	Aumento Permitido (Kg)	Redução Permitida (Kg)
PAO FRANCES CONG KG	9646	5,27	9646	497	6646
PAO DE QUEIJO KG	2095	2,67	2095	828	595
ROSCA DE BALCAO KG	420	9,98	420	1521	220
BROA DE CANJICA KG	345	10,27	345	3042	195
BROA DOCE CONG KG	290	14,61	290	6085	240
ROSCA AMANTEIGADA KG	220	11,18	220	4346	190
ROSCA FRITA KG	208	7,90	208	3803	178
BOLO CACAROLA KG	226	7,81	226	3042	206
MANE PELADO KG	166	6,87	166	3042	151
BOLO NEGA MALUCA KG	155	5,20	155	2028	145
BOLO CHURROS KG	123	3,96	123	2535	111
BROA TEMPERADA KG	133	13,14	133	5071	118
BOLO ESPECIARIAS CREMOSO KG	121	6,22	121	1521	115
ROSCA RAINHA KG	163	4,90	163	2535	153
BOLO DE FORMIGUEIRO KG	117	8,38	117	3042	97
BOLO DE COCO KG	110	9,24	110	3042	90
BOLO DE CHOCOLATE KG	107	5,08	107	3042	87
BOLO DE SABLE KG	113	9,27	113	2340	88
CAKE CENOURA KG	104	4,40	104	2028	94
BOLO DE LARANJA KG	105	8,45	105	2535	85
BOLO CENOURA KG	95	8,70	95	2340	75
BROINHA KG	97	5,91	97	2173	57
BOLO ARTES KG CHOC C/ CEREJA	84	6,31	84	1217	74
BOLO CREMOSO FUBA KG	93	16,36	93	2535	63
BOLO RED VELVET KG	72	4,65	72	1521	64
ROSCA DE LARANJA KG	71	10,49	71	1901	41
ROSCA KG BAUNILHA	71	15,07	71	2340	46
BOLO TRADICIONAL KG	56	9,19	56	3042	36
BOLO CREMOSO AIPIM KG	76	9,77	76	3042	56
BOLO PASCAL KG PAD	56	1,80	56	1537	26
TORTA DOCE DE LEITE C/CHOCOLATE KG	127	16,11	127	115	91
TORTA BOMBOM KG	195	10,91	195	115	159
TORTA DE CREME E AVELA KG	199	11,09	199	115	163
TORTA DE BRIGADEIRO KG	119	17,81	119	115	83
TORTA COCO E CHOCOLATE KG	135	19,06	135	115	99
MARIA MOLE KG	101	24,95	101	127	87
TORTA DE CREME E MORANGO KG	83	6,63	83	115	47
TORTA QUATRO LEITES KG	81	22,61	81	115	45

Fonte: Autora, 2020.

Na Tabela 9, observa-se o quanto a mais e a menos é possível produzir de cada um dos itens e os valores acrescidos ou reduzidos no lucro com as alterações, nota-se na coluna que relaciona o impacto financeiro, que o mesmo representa o lucro obtido com a venda de um Kg de cada item, sendo esses valores somados ao lucro a cada aumento de um Kg produzido e subtraído a cada um Kg a menos produzido.

Sabendo que os valores máximos a serem produzidos foram determinados com base na média mensal de vendas dos itens, para que o lucro seja ainda maior que o obtido por meio da

modelagem é preciso investir em estratégias para aumentar a venda, de modo que os valores máximos a serem produzidos sejam aumentados e as horas ociosas sejam aproveitadas. As conclusões adotadas se aplicam aos dois cenários adotados, ou seja, para o modelo com alteração de preço e sem alteração.

#### ***4.5 INTERPRETAÇÃO E COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS***

Sabendo que o lucro médio da panificadora antes do estudo com a venda dos itens classificados como A era de R\$ 99.053,54 por mês, conforme demonstra os dados dos Apêndices A, B e C, e o lucro maximizado foi igual a R\$ 107.811,99, os dados indicam que é possível um aumento de 8,84% no lucro da panificadora.

Para o cenário onde três itens apresentam margem negativa de lucro, o lucro máximo modelado passa para 7,83 %, essa comparação e os itens em questão apresentam a indicação de produção igual ao valor definido na restrição de mínimo a ser produzido. Essa comparação entre cenários é fundamental para verificar se de fato é possível maximizar o lucro da panificadora por meio do uso de PO.

## 5 CONCLUSÃO

O uso da ferramenta *Solver*<sup>®</sup> possibilita um aumento de 8,84% sem a realização de mudanças no cenário de produção dos itens da panificadora. Sendo assim a ferramenta se mostra eficiente na maximização do lucro da empresa objeto de estudo.

A elaboração da Curva ABC, permitiu determinar o mix produtivo da panificadora e priorizar os itens segundo o faturamento e constatou-se que de 176 itens produzidos, 38 itens são os que mais impactam financeiramente, representando 70% do faturamento total.

Em relação à disponibilidade de mão de obra nos setores, há uma ociosidade de 41 horas na panificação, 507 na quitanda e 42 na confeitaria. No caso da panificação, as horas disponíveis são usadas apenas para a produção do pão francês e pão de queijo, uma vez que os funcionários são disponibilizados pelos fornecedores dos produtos; já no caso da quitanda as horas disponíveis usadas no modelo são utilizadas para a produção de todos os itens do setor e não apenas os classificados como A na curva ABC, o que justifica o número tão alto de horas ociosas ocorrendo o mesmo na confeitaria, sendo a diferença devido a quantidade reduzida de itens no setor.

Com a análise de sensibilidade percebe-se que os valores máximos a serem produzidos são responsáveis por limitar o lucro máximo, uma vez que as horas disponíveis para a produção dos itens em nenhum dos setores produtivos foram completamente utilizadas.

Sugere-se aplicação de técnicas de previsão de demanda para determinação de quantidades máximas e mínimas a serem produzidas para resultados mais efetivos e realizar um estudo de maximização com os itens classificados como B e C na curva ABC, para levantar se há necessidade de alterações nos processos da empresa como a diminuição de mão de obra em virtude de ociosidade excessiva de horas disponíveis.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAGÃO, S. M. A. et. al. Aplicação da curva abc em uma empresa do setor atacadista no estado de Sergipe. *In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 2016, João Pessoa, Paraíba. **Anais** [...]. Paraíba, UFS, 2016. Disponível em: <https://docplayer.com.br/25285728-Aplicacao-da-curva-abc-em-uma-empresa-do-setor-atacadista-no-estado-de-sergipe.html>. Acesso em: 04 mai. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SUPERMERCADOS - ABRAS 18º Avaliação de perdas no varejo brasileiro, 2019. **Abras.com.br** Disponível em: [http://static.abras.com.br/pdf/perdas\\_2018.pdf](http://static.abras.com.br/pdf/perdas_2018.pdf). Acesso em: 09 mar. 2020.

BERNARDO, M. R. M. **Programação Linear**: análise de sensibilidade com base nos relatórios do Solver (Excel). Universidade Aberta do Brasil (UAB). Minas Gerais. 2016. Disponível em: <https://repositorioaberto.uab.pt/handle/10400.2/5867>. Acesso em: 30 mar. 2020.

BLOG APASSHOW. **Padarias em supermercados incrementam o faturamento**. 2018. Disponível em: <https://apasshow.com.br/blog/index.php/2018/04/25/padarias-em-supermercados-incrementam-o-faturamento/>. Acesso em: 08 mar. 2020.

BORGES, L. Curva abc de estoque: o que é e para que serve?. **Blog Luz**, 2018a. Disponível em: <https://blog.luz.vc/o-que-e/curva-abc-estoque-o-que-e-e-para-que-serve/>. Acesso em: 16 mar. 2020.

BORGES, L. Pesquisa Operacional: O que é como usar? **Blog Luz**, 2018b. Disponível em: <https://blog.luz.vc/o-que-e/pesquisa-operacional-o-que-e-como-usar/>. Acesso em: 16 mar. 2020.

BRUMANO, C. E. P. **A modelagem matemática como metodologia para o estudo de análise combinatória**. 2014. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, 2014. Disponível em: [http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFJF\\_10f93ab8821a72ccf5e3643e052ea646](http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFJF_10f93ab8821a72ccf5e3643e052ea646). Acesso em: 30 mar. 2020.

CAMPOS, V. F. **TQC: controle da qualidade total no estilo japonês**. 9 ed. Nova Lima: Falconi, 2014.

CHAVES, V. H. C. **Perspectivas históricas da pesquisa operacional**. 2011. 117 f. Dissertação - (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências, 2011. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/91049>. Acesso em: 09 mar. 2020.

DIAS, M. A. P. **Administração de Materiais**: resumo da teoria, questões de revisão, exercícios, estudos de caso. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1995.

FOGLIATTO, F. **Pesquisa operacional**. Apostila (Disciplina Pesquisa Operacional) Curso Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Rio Grande do Sul. 2015. Disponível em:

[http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/382\\_po\\_apostila\\_completa\\_mais\\_livro.pdf](http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/382_po_apostila_completa_mais_livro.pdf). Acesso em: 13 abr. 2020.

GOLDBARG, M. C.; LUNA, H. P. L. **Programação linear fluxos em redes**. 1 ed., Rio de Janeiro: Elsevier, 2016. Disponível em: [www.educadores.diaadia.pr.gov.br › mydownloads\\_01](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/mydownloads_01). Acesso em: 09 mar. 2020.

GUIMARAES, R. S. et al. Uso da Programação Linear para Otimização da Receita de uma Escola de Idiomas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 2013. Salvador, BA. **Anais [...]**. Salvador: ABEPRO, 2013. Disponível em: <https://docplayer.com.br/5275699-Uso-da-programacao-linear-para-otimizacao-da-receita-de-uma-escola-de-idiomas.html>. Acesso em: 20 jun. 2020.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introdução à Pesquisa Operacional**. 9. ed. Porto Alegre. AMGH, 2013. Disponível em: [https://www.academia.edu/29281242/HILLIER\\_Frederick\\_S.\\_LIEBERMAN\\_Gerald\\_J.\\_-\\_Introdu%C3%A7%C3%A3o\\_%C3%A0\\_Pesquisa\\_Operacional](https://www.academia.edu/29281242/HILLIER_Frederick_S._LIEBERMAN_Gerald_J._-_Introdu%C3%A7%C3%A3o_%C3%A0_Pesquisa_Operacional). Acesso em: 08 mar. 2020.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DA PANIFICAÇÃO E CONFEITARIA. – ITPC **Projeção de desempenho das panificadoras e confeitarias brasileiras em 2018**. 2019. Disponível em: <http://institutoitpc.org.br/indicadores-do-setor/>. Acesso em: 08 mar. 2020.

LACHTERMACHER, G. **Pesquisa Operacional Na Tomada De Decisões**, 2ª ed. Campus; São Paulo, 2004.

LONGARAY, A. A. **Introdução à Pesquisa Operacional**. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2014. Disponível em: [http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STO\\_263\\_512\\_36302.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_263_512_36302.pdf). Acesso em: 16 mar. 2020.

LOPRETE, D. et al. **Gestão de estoque e a importância da Curva ABC**. Lins, SP, 2009. Disponível em: <http://www.unisalesiano.edu.br/encontro2009/trabalho/aceitos/CC35509178809.pdf>. Acesso em: 04 mai. 2020.

MARINS, F. A. S. **Introdução a Pesquisa Operacional**. São Paulo: Cultura Acadêmica, Universidade Estadual Paulista, 2011. Disponível em: [https://www.cairu.br/biblioteca/arquivos/Ciencia/Introducao\\_pesquisa\\_operacional.pdf](https://www.cairu.br/biblioteca/arquivos/Ciencia/Introducao_pesquisa_operacional.pdf). Acesso em: 08 mar. 2020.

MARTINS, E. **Contabilidade de custos**. 9. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2003. Disponível em: [https://www.academia.edu/37070657/CONTABILIDADE\\_DE\\_CUSTOS](https://www.academia.edu/37070657/CONTABILIDADE_DE_CUSTOS). Acesso em: 30 mar. 2020.

MATTOS, A. K. M.; SILVA, I. S.; BARBOZA, D. V.; DIAS, W. A.; SILVA, T. S. Aplicação da curva abc ao estoque de um restaurante em saquarema – RJ. **Revista de Trabalhos Acadêmicos Lusófona**, v. 2, n. 1, 2019. Artigos. Disponível em: [http://revista.faculdadeparaiso.edu.br/index.php/Fap\\_revista1/article/view/20](http://revista.faculdadeparaiso.edu.br/index.php/Fap_revista1/article/view/20). Acesso em: 04 mai. 2020.

MENDONÇA, L. et. al. Estudo de maximização de lucros em uma empresa de gelados comestíveis na cidade de Bambuí – MG. In: XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2015, Fortaleza, Ceará. **Anais [...]**. Ceará, IFMG, 2015.

Disponível em: [http://www.abepro.org.br/sessao\\_tematica.asp?cod\\_sessao=652](http://www.abepro.org.br/sessao_tematica.asp?cod_sessao=652). Acesso em: 18 mai. 2020.

MONTEVECHI, J. A. **Pesquisa Operacional**; Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI); 2006.

MOTA, H. POPAI Brasil divulga pesquisa sobre o comportamento do consumidor do pequeno varejo. 2010. **Hermano Mota**. Disponível em: <http://www.hermanomota.com.br/popai-brasil-divulga-nova-pesquisa-sobre-o-comportamento-do-consumidor-no-pequeno-varejo/>. Acesso em: 08 mar. 2020.

NOGUEIRA, F. M. A. **Programação linear**: modelagem. Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora- MG, 2010. Disponível em: <http://www.ufjf.br/epd015/files/2010/06/IntrodPL.pdf>. Acesso em: 09 de março de 2020.

REIS, T. Análise de sensibilidade: entenda como funciona esse método de avaliação. **Sunoresearch**, 2019. Disponível em: <https://www.sunoresearch.com.br/artigos/analise-de-sensibilidade/>. Acesso em: 06 abr. 2020.

RINALDI, J. G. S.; MORABITO, M.; TACHIBANA, V. M. Importância da rapidez de atendimento em supermercado: um estudo de caso. **Gest Prod.**, São Carlos, v.16, n.1, 2009. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s0104-530x2009000100002&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s0104-530x2009000100002&script=sci_abstract&tlng=pt). Acesso em: 09 mar. 2020.

RODRIGUES, E.C.N.; SANTOS, Y.B.I. Aplicação da Programação Linear na Minimização dos Custos de Produção em uma Indústria de Processamento de Açaí de Pequeno Porte no Município de Belém. *In: XX SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 2013, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo, UNESP, 2013. Disponível em: [http://www.simpep.feb.unesp.br/anais\\_simpep.php?e=8](http://www.simpep.feb.unesp.br/anais_simpep.php?e=8). Acesso em: 16 mar. 2020.

RODRIGUES, L. Solver: como usar essa função do Excel? **Voitto Blog**. 06 jun. 2019. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/solver>. Acesso em: 10 mar. 2020.

RONCATO, A. G. **Determinação de custos de produção em uma indústria panificadora**. 2015. Tese (Especialização em finanças) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Administração, 2015. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/142119/000991212.pdf?sequence=1>. Acesso em: 30 mar. 2020.

SANTOS, M. et. al. Aplicação do método multicritério sapevo-m na seleção de equipamentos: estudo de caso em uma panificadora do RJ. *In: XIX SIMPÓSIO DE PESQUISA OPERACIONAL E LOGÍSTICA DA MARINHA*, 2019, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: Marinha, 2019. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/spolm/sites/www.marinha.mil.br/spolm/files/APLICA%C3%87%20DO%20M%C3%89TODO%20MULTICRIT%C3%89RIO%20SAPEVO-M%20NA%20SELE%C3%87%C3%83O%20DE%20EQUIPAMENTOS-%20ESTUDO%20DE%20CASO%20EM%20UMA%20PANIFICADORA%20DO%20RIO%20DE%20JANEIRO.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2020.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS- SEBRAE. **Projeto de desenvolvimento do setor de panificação e confeitaria com atuação na**

**qualidade, produtividade e sustentabilidade.** Convênio ABIP / ITPC / SEBRAE. Brasília: Sebrae, 2017. Disponível em:  
<https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/Estudo%20Painel%20de%20Mercado.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2020.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS- SEBRAE.  
**Causa Mortis O sucesso e o fracasso das empresas nos primeiros 5 anos de vida.**  
 Convênio ABIP / ITPC / SEBRAE. Brasília: Sebrae, 2014. Disponível em:  
[https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/SP/Anexos/causa\\_mortis\\_2014](https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/SP/Anexos/causa_mortis_2014).  
 Acesso em: 29 nov. 2020.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS- SEBRAE.  
 Como o ramo de panificação pode melhorar o desempenho na crise? Brasília: Sebrae, 2020.  
 Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/como-o-ramo-de-panificacao-pode-melhorar-o-desempenho-na-crise,d164d29365ac1710VgnVCM1000004c00210aRCRD>. Acesso em: 02 dez. 2020.

SILVA, A. F. et. al. **Desenvolvimento e otimização de modelos matemáticos por meio da linguagem gams.** São Paulo:UNESP, 2014. Disponível em:  
[https://www.academia.edu/27468578/PESQUISA\\_OPERACIONAL\\_DESENVOLVIMENTO\\_E\\_OTIMIZACAO\\_DE\\_MODELOS\\_MATEMATICOS\\_POR\\_MEIO\\_DA\\_LINGUAGEM\\_GAMS\\_UNESP](https://www.academia.edu/27468578/PESQUISA_OPERACIONAL_DESENVOLVIMENTO_E_OTIMIZACAO_DE_MODELOS_MATEMATICOS_POR_MEIO_DA_LINGUAGEM_GAMS_UNESP). Acesso em: 08 mar. 2020.

SILVA, E. M.. **Pesquisa operacional aplicada na maximização de receita em uma academia de ginástica.** In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 2007. Itajubá, MG. **Anais[...]** Itajubá, Faculdade de Ciências Sociais Aplicadas do Sul de Minas, 2007 Disponível em:  
 PESQUISA\_OPERACIONAL\_APLICADA\_NA\_MAXIMIZACAO\_DE\_RECEITA\_EM\_UMA\_ACADEMIA\_DE\_GINASTICA\_FACULDADE\_DE\_CIENCIAS\_SOCIAIS\_APLICADAS\_DO\_SUL\_DE\_MINAS\_FACESM\_FUNDAÇÃO\_DE\_AMPARO\_À\_PESQUISA\_DO\_ESTADO\_DE\_MINAS\_GERAIS. Acesso em: 02 dez. 2020.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISA OPERACIONAL- SOBRAPO. O que é Pesquisa Operacional. **Sobrapo.org.br** [202-]. Disponível: <https://www.sobrapo.org.br/o-que-e-pesquisa-operacional>. Acesso em: 08 mar. 2020.

SOUZA, A. C. et. al. Estudo de filas em caixas rápidos de um supermercado utilizando simulação computacional. **Revista Latino-America de Inovação e Engenharia de Produção**, Curitiba, v. 3, n. 4, 2015. Artigo em periódico. Disponível em:  
<https://revistas.ufpr.br/relainep/article/view/43619/26502>. Acesso em: 08 mar. 2020.

SOUZA, J. et. al. Modelo de otimização para empresa de panificação: um estudo de caso. In: XXXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2018, Maceió, Alagoas. **Anais [...]**. Maceió, UFC, 2018. Disponível em:  
[https://www.researchgate.net/publication/331857741\\_MODELO\\_DE\\_OTIMIZACAO\\_PARA\\_A\\_EMPRESA\\_DE\\_PANIFICACAO\\_UM\\_ESTUDO\\_DE\\_CASO](https://www.researchgate.net/publication/331857741_MODELO_DE_OTIMIZACAO_PARA_A_EMPRESA_DE_PANIFICACAO_UM_ESTUDO_DE_CASO). Acesso em: 18 mai. 2020.

TUBINO, D. F. **Manual de planejamento e controle da produção.** São Paulo: Atlas, 2000.

VECCHIA; R. D.; WEINGARTEN, T. Modelagem matemática e pesquisa operacional: uma possibilidade. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2016, São



Paulo. **Anais** [...]. São Paulo, Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2016.  
Disponível em: [http://www.sbembrasil.org.br/enem2016/anais/pdf/5522\\_3111\\_ID.pdf](http://www.sbembrasil.org.br/enem2016/anais/pdf/5522_3111_ID.pdf).  
Acesso em: 14 abr. 2020.

WILHELM, V.; KLEINA, M. **Pesquisa Operacional: Análise de Sensitividade**. (Apostila  
Disciplina Pesquisa Operacional) Curso de Engenharia de Produção. Universidade Federal do  
Paraná (UFPR). Paraná. 2010. Disponível em:  
[https://docs.ufpr.br/~volmir/PO\\_I\\_10\\_analise\\_de\\_sensibilidade.pdf](https://docs.ufpr.br/~volmir/PO_I_10_analise_de_sensibilidade.pdf). Acesso em: 30 mar.  
2020.

## APÊNDICE

### APÊNDICE A – DADOS DA PANIFICAÇÃO E RESULTADO DA CURVA ABC

Produto	Venda Quantidade Semestral	Quantidade Venda Mensal	Venda Valor Semestral	% Individual Faturamento	% Acumulada Faturamento	Classificação
PAO FRANCES CONG KG	53.923,77	8.987,30	1.656.661,55	49,81%	49,81%	A
PAO DE QUEIJO KG	11.656,97	1.942,83	618.238,34	18,59%	68,39%	A
PAO HOT DOG 320G	7.190,72	1.198,45	207.681,68	6,24%	74,64%	B
PAO MANDI CONG KG	6.451,89	1.075,32	24.925,64	0,75%	75,39%	B
PAO CAREQUINHA 350G	5.704,95	950,83	102.293,63	3,08%	78,46%	B
MINI PAO FRANCES CONG KG	5.470,83	911,81	23.086,57	0,69%	79,16%	B
PETA 150G	3.949,00	658,17	64.282,06	1,93%	81,09%	B
BISCOITO DE QUEIJO KG	3.232,73	538,79	34.323,01	1,03%	82,12%	B
BISNAGUINHA 300G	2.838,00	473,00	61.347,44	1,84%	83,96%	B
PAO HAMB C/GERG 380G	2.714,27	452,38	13.862,02	0,42%	84,38%	B
PAO DE MILHO KG	2.700,47	450,08	10.848,77	0,33%	84,71%	B
PAO FRANCES INTEGRAL KG	2.613,42	435,57	45.523,92	1,37%	86,08%	B
PAO HAMBURGUER 380G	2.448,66	408,11	38.903,57	1,17%	87,25%	B
PANETTONE 400G	2.106,00	351,00	9.871,25	0,30%	87,54%	B
BISCOITO CHIPA KG	1.734,12	289,02	11.546,79	0,35%	87,89%	B
PAO SOVADO KG	1.437,71	239,62	41.457,89	1,25%	89,14%	B
PAO BRIOCHE KG	1.392,38	232,06	26.370,88	0,79%	89,93%	B
PAO CASEIRO KG	1.372,27	228,71	26.601,16	0,80%	90,73%	C
PANETONNE 400G GOTAS CHOCOLATE	1.265,00	210,83	20.446,16	0,61%	91,34%	C
BISCOITO SUICO KG	1.231,33	205,22	8.191,20	0,25%	91,59%	C
PAO DOCE KG	1.008,10	168,02	29.319,41	0,88%	92,47%	C
PAO VITAMINADO KG	952,939	158,82	16.152,03	0,49%	92,96%	C
PAO AMIGO KG	758,562	126,43	17.598,65	0,53%	93,49%	C
PAO MANTEIGA	742,711	123,79	14.011,60	0,42%	93,91%	C
PAO MANDIZINHO KG	653,155	108,86	10.320,65	0,31%	94,22%	C
PAO DOCE CONG KG	608,011	101,34	12.995,96	0,39%	94,61%	C
SONHO KG DOCE DE LEITE	510,409	85,07	9.668,38	0,29%	94,90%	C
COLOMBA PASCOAL 500G CHOCOLATE	498	83,00	11.688,51	0,35%	95,25%	C
BRIOCHE HUNGARO KG	452,912	75,49	4.930,20	0,15%	95,40%	C
PAO MINUTO KG	452,066	75,34	11.275,51	0,34%	95,74%	C
DONUTS BRIGADEIRO KG	451,786	75,30	9.000,64	0,27%	96,01%	C
BRIOCHE COCO E CHOCOLATE KG	441,714	73,62	11.122,07	0,33%	96,34%	C
DONUTS CREME DE AVELA KG	420,814	70,14	10.997,99	0,33%	96,67%	C
SONHO KG BAUNILHA BAUNILHA	420,622	70,10	14.476,75	0,44%	97,11%	C
PAO DA FAZENDA KG	378,824	63,14	9.631,84	0,29%	97,40%	C
BRIOCHE LEITE PO C/ CREME AVELA KG	303,945	50,66	7.049,16	0,21%	97,61%	C

CROASSANT PRESUNTO QJO KG	301,595	50,27	11.519,29	0,35%	97,96%	C
PAO SEMI ITALIANO KG	297,367	49,56	11.073,68	0,33%	98,29%	C
PAO LEITE CONDENSADO KG	294,112	49,02	5.025,38	0,15%	98,44%	C
CROASSANT QUEIJO KG	284,322	47,39	4.498,76	0,14%	98,57%	C
BAGUETE KG C/GERGELIM	267,899	44,65	10.362,36	0,31%	98,89%	C
DONUTS DOCE DE LEITE KG	241,75	40,29	3.211,41	0,10%	98,98%	C
PAO BAGUETE CONG KG	231,042	38,51	5.740,17	0,17%	99,16%	C
PAO AUSTRALIANO KG	216,046	36,01	2.597,43	0,08%	99,23%	C
CROASSANT CHOCOLATE KG	198,415	33,07	3.226,49	0,10%	99,33%	C
PAO BATATA KG	195,085	32,51	7.024,19	0,21%	99,54%	C
FARINHA DE ROSCA KG	152,967	25,49	4.154,30	0,12%	99,67%	C
SONHO CREME DE AVELA KG	152,012	25,34	1.017,45	0,03%	99,70%	C
CROASSANT GOIABADA KG	151,357	25,23	4.543,76	0,14%	99,83%	C
CROASSANT DE FRANGO KG	12,988	2,16	5.526,15	0,17%	100,00%	C

**APÊNDICE B – DADOS DA QUITANDA E RESULTADOS DA CURVA ABC**

Produto	Venda Quantidade	Quantidade Venda mensal	Venda Valor	% Individual Faturamento	% Acumulada Faturamento	Classificação
ROSCA DE BALCAO KG	2.191,45	365,24	43.598,65	6,36%	6,36%	A
BROA DE CANJICA KG	1.976,87	329,48	48.887,30	7,13%	13,50%	A
BROA DOCE CONG KG	1.554,81	259,14	38.710,40	5,65%	19,15%	A
ROSCA AMANTEIGADA KG	1.224,06	204,01	24.355,02	3,55%	22,70%	A
ROSCA FRITA KG	1.168,01	194,67	23.237,38	3,39%	26,09%	A
BOLO CACAROLA KG	1.121,57	186,93	20.072,67	2,93%	29,02%	A
MANE PELADO KG	932,46	155,41	18.515,97	2,70%	31,72%	A
BOLO NEGA MALUCA KG	859,90	143,32	17.114,06	2,50%	34,22%	A
BOLO CHURROS KG	742,02	123,67	18.857,04	2,75%	36,97%	A
BROA TEMPERADA CONG KG	712,63	118,77	17.740,37	2,59%	39,56%	A
BOLO ESPECIARIAS CREMOSO KG	711,49	118,58	13.794,95	2,01%	41,58%	A
ROSCA RAINHA KG	683,19	113,87	12.912,06	1,88%	43,46%	A
BOLO DE FORMIGUEIRO KG	677,26	112,88	13.477,62	1,97%	45,43%	A
BOLO DE COCO KG	658,42	109,74	10.592,73	1,55%	46,97%	A
BOLO DE CHOCOLATE KG	650,606	108,43	12.944,97	1,89%	48,86%	A
BOLO DE SABLE KG	645,145	107,52	12.837,95	1,87%	50,74%	A
CAKE CENOURA KG	639,193	106,53	12.718,64	1,86%	52,59%	A
BOLO DE LARANJA KG	595,065	99,18	10.651,02	1,55%	54,15%	A
BOLO CENOURA KG	546,046	91,01	9.773,92	1,43%	55,57%	A
BROINHA KG	532,158	88,69	19.635,51	2,87%	58,44%	A
BOLO ARTES KG CHOC C/ CEREJA	478,319	79,72	12.906,19	1,88%	60,32%	A
BOLO CREMOSO FUBA KG	443,807	73,97	8.831,85	1,29%	61,61%	A
BOLO RED VELVET KG	383,888	63,98	7.798,88	1,14%	62,75%	A
ROSCA DE LARANJA KG	377,981	63,00	11.300,73	1,65%	64,40%	A
ROSCA KG BAUNILHA	364,172	60,70	7.242,78	1,06%	65,46%	A
BOLO TRADICIONAL KG	363,122	60,52	7.225,46	1,05%	66,51%	A
BOLO CREMOSO AIPIM KG	358,9	59,82	7.142,20	1,04%	67,55%	A
BOLO PASCAL KG PAD	357,914	59,65	7.913,21	1,15%	68,71%	A
ROSCA TRANCA CRIST KG	346,277	57,71	10.352,63	1,51%	70,22%	B
BOLO PALHA ITALIANA KG	344,524	57,42	8.579,64	1,25%	71,47%	B
CAKE CHOCOLATE KG	338,79	56,47	8.433,96	1,23%	72,70%	B
CAKE C/CREME DE AVELA KG	322,043	53,67	7.963,89	1,16%	73,86%	B
BOLO BROWNIE KG	316,841	52,81	6.439,65	0,94%	74,80%	B
CAKE PAO DE MEL KG	315,346	52,56	7.045,56	1,03%	75,83%	B
ROSQUINHA NEVADA KG	299,698	49,95	8.361,26	1,22%	77,05%	B
BOLO ARTES KG CHOCOLATE	279,395	46,57	7.795,22	1,14%	78,19%	B
PAO DE MEL KG	277,351	46,23	10.045,15	1,47%	79,66%	B
ROSQUINHA DE NATA KG	275,833	45,97	7.419,92	1,08%	80,74%	B
TORTA ABACAXI KG	271,728	45,29	7.486,07	1,09%	81,83%	B

BOLO ARTES KG CENOURA	267,974	44,66	6.922,46	1,01%	82,84%	B
CAKE DOCE DE LEITE KG	260,624	43,44	5.877,68	0,86%	83,70%	B
CAKE LARANJA E CHOCOLATE KG	246,845	41,14	4.332,95	0,63%	84,33%	B
NHOQUE KG	244,102	40,68	5.589,67	0,82%	85,15%	B
CAKE MILHO KG	226,852	37,81	4.503,96	0,66%	85,80%	B
TORTA BANANA KG	205,297	34,22	5.722,21	0,84%	86,64%	B
CAKE ABACAXI KG	203,42	33,90	4.462,11	0,65%	87,29%	B
BOLO CAFE KG	198,239	33,04	4.207,81	0,61%	87,91%	B
CAKE LEITE EM PO KG	193,558	32,26	5.206,62	0,76%	88,67%	B
QUEBRADOR KG	192,465	32,08	5.177,19	0,76%	89,42%	B
CAKE QUEIJO C/ GOIABADA KG	175,257	29,21	4.275,65	0,62%	90,04%	C
BOMBOCADO KG	173,606	28,93	3.454,38	0,50%	90,55%	C
BOLO FRAPE KG	156,187	26,03	2.941,38	0,43%	90,98%	C
BOLO BROWNIE LIMAO KG	155,884	25,98	3.058,46	0,45%	91,42%	C
SUSPIRO KG	155,136	25,86	6.192,08	0,90%	92,33%	C
CAKE DE AIPIM KG	141,86	23,64	2.829,88	0,41%	92,74%	C
BOLO DE AIPIM KG	137,07	22,85	2.453,62	0,36%	93,10%	C
BOLO DE FUBA KG.	132,675	22,11	2.374,79	0,35%	93,45%	C
BOLO CREMOSO DE MILHO VERDE KG	123,171	20,53	2.327,26	0,34%	93,79%	C
BOLACHA INTEGRAL E AVEIA KG	121,626	20,27	4.731,43	0,69%	94,48%	C
BOLO CUCA DE MACA KG	121,374	20,23	3.022,49	0,44%	94,92%	C
BOLO CREMOSO LEITE CONDENSADO KG	115,28	19,21	2.294,16	0,33%	95,25%	C
CAKE DE PACOCA KG	113,627	18,94	2.355,99	0,34%	95,60%	C
CAKE S/ACUCAR KG	109,619	18,27	2.926,57	0,43%	96,02%	C
BOLO CREMOSO FRUTAS VERMELHAS KG	106,704	17,78	2.122,14	0,31%	96,33%	C
BOLO DE QUEIJO KG COM GOIABADA	89,414	14,90	2.494,53	0,36%	96,70%	C
BOLO DE LIMAO KG	85,624	14,27	2.131,48	0,31%	97,01%	C
BOLO CREMOSO LIMAO KG	71,636	11,94	1.669,99	0,24%	97,25%	C
ROSCA AMERICANA KG	69,672	11,61	1.316,89	0,19%	97,44%	C
BOLO VULCAO CHOCOLATE KG	68,983	11,50	1.721,91	0,25%	97,69%	C
BOLO FUBA GOIABADA KG	60,762	10,13	1.512,97	0,22%	97,92%	C
COOKIES KG	57,053	9,51	2.048,17	0,30%	98,21%	C
BOLO NO POTE CHOC KG	56,772	9,46	1.526,65	0,22%	98,44%	C
BOLO DE CREME NO POTE KG	54,132	9,02	2.027,09	0,30%	98,73%	C
COOKIES CHOCOLATE KG	52,649	8,77	1.890,12	0,28%	99,01%	C
BOLO FESTA KG	48,536	8,09	965,42	0,14%	99,15%	C
BROWNIE DE AMENDOIM KG PAD	43,286	7,21	1.077,69	0,16%	99,31%	C
BOLO VULCAO CENOURA KG	38,594	6,43	961,14	0,14%	99,45%	C
BOLO VULCAO KG LARANJA	25,881	4,31	608,1	0,09%	99,54%	C
BOLO DE CENOURA COM CHOCOLATE KG	22,585	3,76	630,11	0,09%	99,63%	C
BOLO DECORADO ESPECIARIAS KG	21,425	3,57	640,73	0,09%	99,72%	C
BOLO DECORADO CENOURA KG	21,25	3,54	635,49	0,09%	99,81%	C
BOLO DECORADO CHOCOLATE KG	19,642	3,27	587,38	0,09%	99,90%	C

COOKIES KG DOCE DE LEITE	16,128	2,69	579,02	0,08%	99,98%	C
PALITO DE QUEIJO KG GOIANO	2,245	0,37	62,64	0,01%	99,99%	C
BISCOITO GAUCHO KG	2,1	0,35	41,79	0,01%	100,00%	C

**APÊNDICE C – DADOS DA CONFEITARIA E RESULTADO DA CURVA ABC**

Produto	Venda Quantidade Semestral	Quantidade Venda Mensal	Venda Valor semestral	% Individual Faturamento	% Acumulada Faturamento	Classificação
TORTA DOCE DE LEITE C/CHOCOLATE KG	886,09	147,68	25.554,30	9,10%	9,10%	A
TORTA BOMBOM KG	786,47	131,08	27.212,48	9,69%	18,79%	A
TORTA DE CREME E AVELA KG	786,00	131,00	29.853,29	10,63%	29,42%	A
TORTA DE BRIGADEIRO KG	758,03	126,34	29.368,28	10,46%	39,88%	A
TORTA COCO E CHOCOLATE KG	688,65	114,78	23.872,18	8,50%	48,38%	A
MARIA MOLE KG	560,16	93,36	16.188,44	5,77%	54,15%	A
TORTA DE CREME E MORANGO KG	486,02	81,00	22.657,31	8,07%	62,22%	A
TORTA QUATRO LEITES KG	468,15	78,03	17.311,60	6,17%	68,38%	A
TORTA DE CREME KG	390,65	65,11	16.220,44	5,78%	74,16%	B
TORTA TRUFADA KG	326,99	54,50	15.065,39	5,37%	79,53%	B
BRIGADEIRO KG	298,004	49,67	11.312,14	4,03%	83,55%	B
PE MOLEQUE KG	227,787	37,96	7.757,29	2,76%	86,32%	B
PUDIM KG	210,242	35,04	6.075,80	2,16%	88,48%	B
DOCINHOS KG SORTIDOS	209,795	34,97	7.986,74	2,84%	91,32%	C
TORTA EM PEDACO KG	120,104	20,02	3.565,74	1,27%	92,59%	C
PALHA ITALIANA KG	102,14	17,02	4.790,32	1,71%	94,30%	C
DOCINHO LEITE EM PO KG	82,231	13,71	3.277,01	1,17%	95,47%	C
OLHO DE SOGRA KG	76,488	12,75	3.050,87	1,09%	96,55%	C
CUPCAKE BRIGADEIRO KG	49,292	8,22	1.966,04	0,70%	97,25%	C
BOMBOM DE COCO KG	48,203	8,03	1.923,71	0,69%	97,94%	C
BOMBOM UVA KG	46,046	7,67	1.837,38	0,65%	98,59%	C
PAVE DE BOMBOM KG	20,622	3,44	760,79	0,27%	98,86%	C
PUDIM LEITE EM PO KG	18,656	3,11	539,1	0,19%	99,06%	C
CUPCAKE CHURROS KG	14,886	2,48	593,71	0,21%	99,27%	C
TORTA LEITE NINHO C/BRIGADEIRO KG	12,022	2,00	527,77	0,19%	99,46%	C
TORTA ALEMA KG	10,53	1,76	525,45	0,19%	99,64%	C
PUDIM DE AMENDOIMKG	5,3	0,88	131,97	0,05%	99,69%	C
TORTA FLORESTA NEGRA C/ MORANGO KG	4,384	0,73	202,55	0,07%	99,76%	C
TORTA FLORESTA NEGRA C/ CEREJA KG	4,342	0,72	247,06	0,09%	99,85%	C
ROCAMBOLE KG BRIGADEIRO	4,173	0,70	136,19	0,05%	99,90%	C
BEIJINHO KG	2,412	0,40	93,83	0,03%	99,93%	C
TORTA HOLANDESA KG	1,525	0,25	45,6	0,02%	99,95%	C
MANJAR DE COCO KG	1,154	0,19	36,8	0,01%	99,96%	C
ROCAMBOLE COCO E CHOCOLATE KG	0,9	0,15	29,6	0,01%	99,97%	C
MOUSSE LEITE NINHO KG	0,628	0,10	23,17	0,01%	99,98%	C
ROCAMBOLE KG DOCE DE LEITE	0,59	0,10	19,41	0,01%	99,99%	C
TORTA FLORESTA BRANCA KG	0,346	0,06	15,53	0,01%	99,99%	C
CUPCAKE CAIPIRA KG	0,262	0,04	6,79	0,00%	100,00%	C
TORTA DE FRUTAS KG	0,21	0,04	8,38	0,00%	100,00%	C
ROMEU E JULIETA KG	0,116	0,02	4,51	0,00%	100,00%	C

## APÊNDICE D – MODELO MATEMÁTICO MODELADO

### Variáveis de decisão

- $x_1$  = Quantidade em Kg a ser produzida por mês de Pão Francês  
 $x_2$  = Quantidade em Kg a ser produzida por mês de Pão de Queijo  
 $x_3$  = Quantidade em Kg a ser produzida por mês de Rosca de Balcão  
 $x_4$  = Quantidade em Kg a ser produzida por mês de Broa de Canjica  
 $x_5$  = Quantidade em Kg a ser produzida por mês de Broa Doce  
 $x_6$  = Quantidade em Kg a ser produzida por mês de Rosca Amanteigada  
 $x_7$  = Quantidade em Kg a ser produzida por mês de Rosca Frita  
 $x_8$  = Quantidade em Kg a ser produzida por mês de Bolo Caçarola  
 $x_9$  = Quantidade em Kg a ser produzida por mês de Mané pelado  
 $x_{10}$  = Quantidade em Kg a ser produzida por mês de Bolo Nega maluca  
 $x_{11}$  = Quantidade em Kg a ser produzida por mês de Bolo Churros  
 $x_{12}$  = Quantidade em Kg a ser produzida por mês de Broa Temperada  
 $x_{13}$  = Quantidade em Kg a ser produzida por mês de Bollo Especiarias  
 $x_{14}$  = Quantidade em Kg a ser produzida por mês de Rosca Rainha  
 $x_{15}$  = Quantidade em Kg a ser produzida por mês de Bolo de formigueiro  
 $x_{16}$  = Quantidade em Kg a ser produzida por mês de Bolo de coco  
 $x_{17}$  = Quantidade em Kg a ser produzida por mês de Bolo de Chocolate  
 $x_{18}$  = Quantidade em Kg a ser produzida por mês de Bolo de Sable  
 $x_{19}$  = Quantidade em Kg a ser produzida por mês mensalmente de Cake Cenoura  
 $x_{20}$  = Quantidade em Kg a ser produzida por mês de Bolo de Laranja  
 $x_{21}$  = Quantidade em Kg a ser produzida por mês de Bolo Cenoura  
 $x_{22}$  = Quantidade em Kg a ser produzida por mês de Broinha  
 $x_{23}$  = Quantidade em Kg a ser produzida por mês de Bolo Artesanal Choc/Cereja  
 $x_{24}$  = Quantidade em Kg a ser produzida por mês de Bolo cremoso Fubá  
 $x_{25}$  = Quantidade em Kg a ser produzida por mês de Bolo Red Velvet  
 $x_{26}$  = Quantidade em Kg a ser produzida por mês de Rosca de Laranja  
 $x_{27}$  = Quantidade em Kg a ser produzida por mês de Rosca de Baunilha  
 $x_{28}$  = Quantidade em Kg a ser produzida por mês de Bolo Tradicional  
 $x_{29}$  = Quantidade em Kg a ser produzida por mês de Bolo Cremoso Aipim  
 $x_{30}$  = Quantidade em Kg a ser produzida por mês de Bolo Pascal  
 $x_{31}$  = Quantidade em Kg a ser produzida por mês de Torta doce de leite/choc  
 $x_{32}$  = Quantidade em Kg a ser produzida por mês de Torta Bombom



$x_{33}$  = Quantidade em Kg a ser produzida por mês de Torta Creme e Avelã

$x_{34}$  = Quantidade em Kg a ser produzida por mês de Torta de Brigadeiro

$x_{35}$  = Quantidade em Kg a ser produzida por mês de Torta Coco/Chocolate

$x_{36}$  = Quantidade em Kg a ser produzida por mês de Maria Mole

$x_{37}$  = Quantidade em Kg a ser produzida por mês de Torta CReme /Morango

$x_{38}$  = Quantidade em Kg a ser produzida por mês de Torta Quatro leites

### Função objetivo

$$\begin{aligned} \text{Max Lucro} = & 5,27x_1 + 2,67x_2 + 9,98x_3 + 10,27x_4 + 14,61x_5 + 11,18x_6 + 7,90x_7 + 7,81x_8 + 6,87x_9 \\ & + 5,20x_{10} + 3,96x_{11} + 13,14x_{12} + 6,22x_{13} + 4,90x_{14} + 8,38x_{15} + 9,24x_{16} + 5,08x_{17} \\ & + 9,27x_{18} + 4,40x_{19} + 8,45x_{20} + 8,70x_{21} + 5,91x_{22} + 6,31x_{23} + 16,36x_{24} + 4,65x_{25} \\ & + 10,49x_{26} + 15,07x_{27} + 9,19x_{28} + 9,77x_{29} + 1,80x_{30} + 16,11x_{31} + 10,91x_{32} + 11,09x_{33} \\ & + 17,81x_{34} + 19,06x_{35} + 24,95x_{36} + 6,63x_{37} + 22,61x_{38} \end{aligned}$$

### Sujeito às restrições

- Limite de horas mensais para a panificação

$$0,08x_1 + 0,05x_2 \leq 1000$$

- Limite de horas mensais para a quitanda

$$\begin{aligned} & 0,33x_3 + 0,17x_4 + 0,08x_5 + 0,12x_6 + 0,13x_7 + 0,17x_8 + 0,17x_9 + 0,25x_{10} + 0,20x_{11} \\ & + 0,10x_{12} + 0,33x_{13} + 0,20x_{14} + 0,17x_{15} + 0,17x_{16} + 0,17x_{17} \\ & + 0,22x_{18} + 0,25x_{19} + 0,20x_{20} + 0,22x_{21} + 0,23x_{22} + 0,42x_{23} \\ & + 0,20x_{24} + 0,33x_{25} + 0,27x_{26} + 0,22x_{27} + 0,17x_{28} + 0,17x_{29} \\ & + 0,33x_{30} \leq 2000 \end{aligned}$$

- Limite de horas mensais para a confeitaria

$$0,37x_{31} + 0,37x_{32} + 0,37x_{33} + 0,37x_{34} + 0,37x_{35} + 0,33x_{36} + 0,37x_{37} + 0,37x_{38} \leq 420$$

- Mínimo a ser produzido de cada item por mês

$$\begin{array}{lll}
 x_1 \geq 3000 & x_{14} \geq 10 & x_{27} \geq 25 \\
 x_2 \geq 1500 & x_{15} \geq 20 & x_{28} \geq 20 \\
 x_3 \geq 200 & x_{16} \geq 20 & x_{29} \geq 20 \\
 x_4 \geq 150 & x_{17} \geq 20 & x_{30} \geq 30 \\
 x_5 \geq 50 & x_{18} \geq 25 & x_{31} \geq 36 \\
 x_6 \geq 30 & x_{19} \geq 10 & x_{32} \geq 36 \\
 x_7 \geq 30 & x_{20} \geq 20 & x_{33} \geq 36 \\
 x_8 \geq 20 & x_{21} \geq 20 & x_{34} \geq 36 \\
 x_9 \geq 15 & x_{22} \geq 40 & x_{35} \geq 36 \\
 x_{10} \geq 10 & x_{23} \geq 10 & x_{36} \geq 14 \\
 x_{11} \geq 12 & x_{24} \geq 30 & x_{37} \geq 36 \\
 x_{12} \geq 15 & x_{25} \geq 8 & x_{38} \geq 36 \\
 x_{13} \geq 6 & x_{26} \geq 30 &
 \end{array}$$

– Não Negatividade

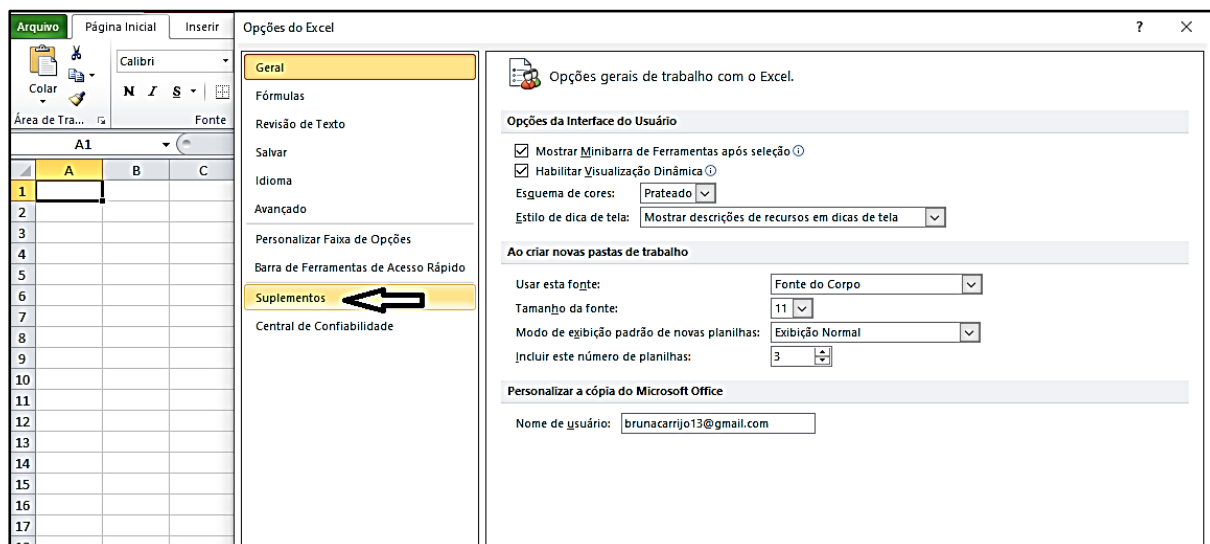
$$\begin{array}{lll}
 x_1 \geq 0 & x_{14} \geq 0 & x_{27} \geq 0 \\
 x_2 \geq 0 & x_{15} \geq 0 & x_{28} \geq 0 \\
 x_3 \geq 0 & x_{16} \geq 0 & x_{29} \geq 0 \\
 x_4 \geq 0 & x_{17} \geq 0 & x_{30} \geq 0 \\
 x_5 \geq 0 & x_{18} \geq 0 & x_{31} \geq 0 \\
 x_6 \geq 0 & x_{19} \geq 0 & x_{32} \geq 0 \\
 x_7 \geq 0 & x_{20} \geq 0 & x_{33} \geq 0 \\
 x_8 \geq 0 & x_{21} \geq 0 & x_{34} \geq 0 \\
 x_9 \geq 0 & x_{22} \geq 0 & x_{35} \geq 0 \\
 x_{10} \geq 0 & x_{23} \geq 0 & x_{36} \geq 0 \\
 x_{11} \geq 0 & x_{24} \geq 0 & x_{37} \geq 0 \\
 x_{12} \geq 0 & x_{25} \geq 0 & x_{38} \geq 0 \\
 x_{13} \geq 0 & x_{26} \geq 0 &
 \end{array}$$

– Máximo a ser produzido de cada item por mês

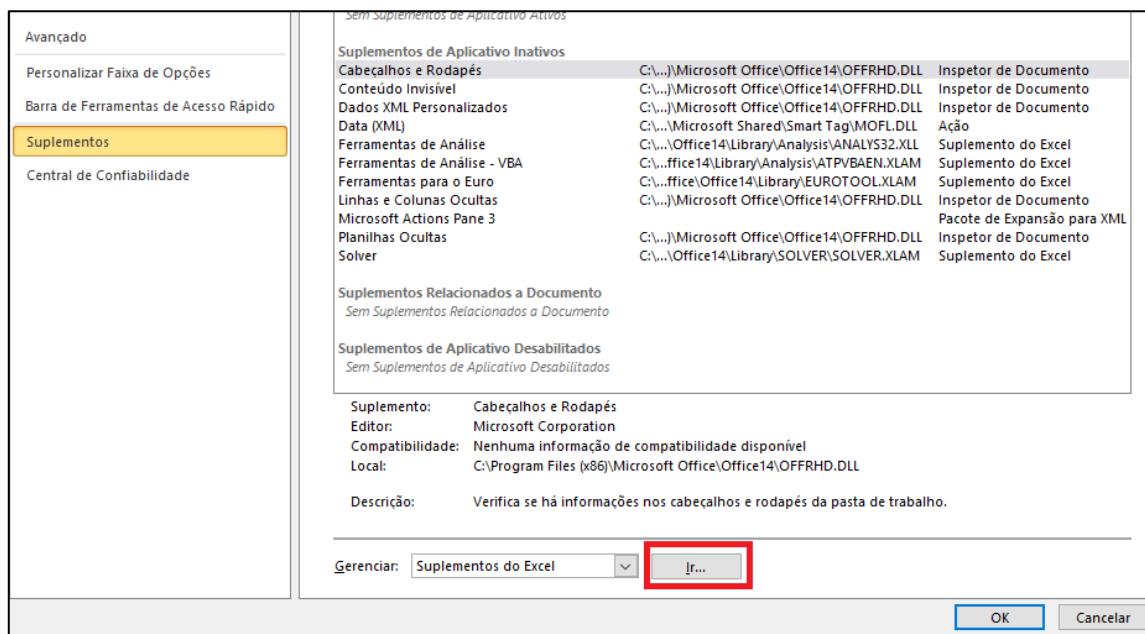
$x_1 \leq 9646$	$x_{14} \leq 163$	$x_{27} \leq 71$
$x_2 \leq 2095$	$x_{15} \leq 117$	$x_{28} \leq 56$
$x_3 \leq 420$	$x_{16} \leq 110$	$x_{29} \leq 76$
$x_4 \leq 345$	$x_{17} \leq 107$	$x_{30} \leq 56$
$x_5 \leq 290$	$x_{18} \leq 113$	$x_{31} \leq 127$
$x_6 \leq 220$	$x_{19} \leq 104$	$x_{32} \leq 195$
$x_7 \leq 208$	$x_{20} \leq 105$	$x_{33} \leq 199$
$x_8 \leq 226$	$x_{21} \leq 95$	$x_{34} \leq 119$
$x_9 \leq 166$	$x_{22} \leq 97$	$x_{35} \leq 135$
$x_{10} \leq 155$	$x_{23} \leq 84$	$x_{36} \leq 101$
$x_{11} \leq 123$	$x_{24} \leq 93$	$x_{37} \leq 83$
$x_{12} \leq 133$	$x_{25} \leq 72$	$x_{38} \leq 81$
$x_{13} \leq 121$	$x_{26} \leq 71$	

## APÊNDICE E – HABILITAÇÃO DA FERRAMENTA SOLVER® NO EXCEL®

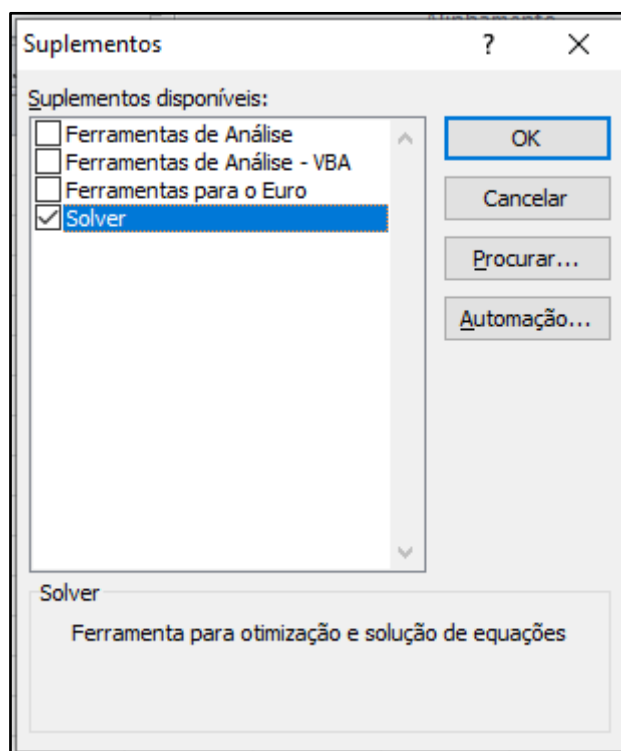
1º passo: Selecione a opção no Excel® e em seguida suplementos



2º passo: Selecione a opção ir no final da janela



3º passo: Selecione a opção *Solver*® e em seguida ok.



## APÊNDICE F – RESULTADO MODELADO PARA OS DOIS CENÁRIOS

### Resultado para modelo com alteração de preço

Variáveis						Função Objetivo					
Variável	Resultado Solver	Produto	tempo de preparo	Lucro	Lucro modelado						
x1	9646	PAO FRANCES CONG KG COMPRA	0,08	5,27	50.788,09	Max	106.807,01	Lucro real	99.053,54		
x2	2095	PAO DE QUEIJO KG COMPRA	0,05	2,67	5.532,61						
x3	420	ROSCA DE BALCAO KG	0,33	9,98	4191,78						
x4	345	BROA DE CANJICA KG	0,17	10,27	3541,11						
x5	290	BROA DOCE CONG KG	0,08	14,61	4241,70						
x6	220	ROSCA AMANTEIGADA KG	0,12	11,18	2458,41						
x7	208	ROSCA FRITA KG	0,13	7,90	1643,72						
x8	226	BOLO CACAROLA KG	0,17	7,81	1763,99						
x9	166	MANE PELADO KG	0,17	6,87	1138,85						
x10	155	BOLO NEGA MALUCA KG	0,25	5,20	803,11						
x11	123	BOLO CHURROS KG	0,20	3,96	489,33						
x12	133	BROA TEMPERADA KG	0,10	13,14	1748,38						
x13	121	BOLO ESPECIALIARIAS CREMOSO KG	0,33	6,22	755,45						
x14	163	ROSCA RAINHA KG	0,20	4,90	801,41						
x15	117	BOLO DE FORMIGUEIRO KG	0,17	8,38	981,23						
x16	110	BOLO DE COCO KG	0,17	9,24	1017,68						
x17	107	BOLO DE CHOCOLATE KG	0,17	5,08	546,01						
x18	113	BOLO DE SABLE KG	0,22	9,27	1044,28						
x19	10	CAKE CENOURA KG	0,25	-0,70	-7,00						
x20	105	BOLO DE LARANJA KG	0,20	8,45	887,28						
x21	95	BOLO CENOURA KG	0,22	8,70	826,40						
x22	97	BROINHA KG	0,23	5,91	572,70						
x23	84	BOLO ARTESK KG CHOC/ CEREJA	0,42	6,31	526,84						
x24	93	BOLO CREMOSO FUBA KG	0,20	16,36	1519,70						

Restrições											
Min a produzir				Max a produzir				Tempo máx			
x1	9645,90275	>=	3000	x1	9.646	<=	9645,902750	Panificação	908,5900679	<=	950
x2	2095,296775	>=	1500	x2	2.095	<=	2095	Quitanda	759	<=	1320
x3	419,973125	>=	200	x3	420	<=	420	Confeitaria	377,83	<=	420
x4	344,71415	>=	150	x4	345	<=	345				
x5	290	>=	50	x5	290	<=	290				
x6	219,925475	>=	30	x6	220	<=	220				
x7	207,97975	>=	30	x7	208	<=	208				
x8	225,78875	>=	20	x8	226	<=	226				
x9	165,7623	>=	15	x9	166	<=	166				
x10	154,539	>=	10	x10	155	<=	155				
x11	123,4981	>=	12	x11	123	<=	123				
x12	121,4334	>=	6	x12	121	<=	121				
x13	163,47595	>=	10	x13	163	<=	163				
x14	117,063375	>=	20	x14	117	<=	117				
x15	110,1078	>=	20	x15	110	<=	110				
x16	107,42765	>=	20	x16	107	<=	107				
x17	112,685925	>=	25	x17	113	<=	113				
x18	10	>=	10	x18	10	<=	104				

### Resultado para modelo sem alteração de preço

Variáveis						Função Objetivo					
Variável	Resultado Solver	Produto	tempo de preparo	Lucro	Lucro modelado						
x1	9646	PAO FRANCES CONG KG COMPRA	0,08	5,27	50.788,09	Max	107.811,99	Lucro real	99.053,54		
x2	2095	PAO DE QUEIJO KG COMPRA	0,05	2,67	5.532,61						
x3	420	ROSCA DE BALCAO KG	0,33	9,98	4191,78						
x4	345	BROA DE CANJICA KG	0,17	10,27	3541,11						
x5	290	BROA DOCE CONG KG	0,08	14,61	4241,70						
x6	220	ROSCA AMANTEIGADA KG	0,12	11,18	2458,41						
x7	208	ROSCA FRITA KG	0,13	7,90	1643,72						
x8	226	BOLO CACAROLA KG	0,17	7,81	1763,99						
x9	166	MANE PELADO KG	0,17	6,87	1138,85						
x10	155	BOLO NEGA MALUCA KG	0,25	5,20	803,11						
x11	123	BOLO CHURROS KG	0,20	3,96	489,33						
x12	133	BROA TEMPERADA KG	0,10	13,14	1748,38						
x13	121	BOLO ESPECIALIARIAS CREMOSO KG	0,33	6,22	755,45						
x14	163	ROSCA RAINHA KG	0,20	4,90	801,41						
x15	117	BOLO DE FORMIGUEIRO KG	0,17	8,38	981,23						
x16	110	BOLO DE COCO KG	0,17	9,24	1017,68						
x17	107	BOLO DE CHOCOLATE KG	0,17	5,08	546,01						
x18	113	BOLO DE SABLE KG	0,22	9,27	1044,28						
x19	104	CAKE CENOURA KG	0,25	4,93	493,22						
x20	105	BOLO DE LARANJA KG	0,20	8,45	887,28						
x21	95	BOLO CENOURA KG	0,22	8,70	826,40						
x22	97	BROINHA KG	0,23	5,91	572,70						
x23	84	BOLO ARTESK KG CHOC/ CEREJA	0,42	6,31	526,84						
x24	93	BOLO CREMOSO FUBA KG	0,20	16,36	1519,70						
x25	72	BOLO RED YELVET KG	0,33	3,38	338,09						
x26	71	ROSCA DE LARANJA KG	0,27	7,43	743,64						
x27	71	ROSCA KG BAUNILHA	0,22	10,62	1062,64						

Restrições											
Min a produzir				Max a produzir				Tempo máx			
x1	9645,90275	>=	3000	x1	9.646	<=	9645,902750	Panificação	908,5900679	<=	950
x2	2095,296775	>=	1500	x2	2.095	<=	2095	Quitanda	813	<=	1320
x3	419,973125	>=	200	x3	420	<=	420	Confeitaria	377,83	<=	420
x4	344,71415	>=	150	x4	345	<=	345				
x5	290	>=	50	x5	290	<=	290				
x6	219,925475	>=	30	x6	220	<=	220				
x7	207,97975	>=	30	x7	208	<=	208				
x8	225,78875	>=	20	x8	226	<=	226				
x9	165,7623	>=	15	x9	166	<=	166				
x10	154,539	>=	10	x10	155	<=	155				
x11	123,4981	>=	12	x11	123	<=	123				
x12	121,4334	>=	6	x12	121	<=	121				
x13	163,47595	>=	10	x13	163	<=	163				
x14	117,063375	>=	20	x14	117	<=	117				
x15	110,1078	>=	20	x15	110	<=	110				
x16	107,42765	>=	20	x16	107	<=	107				
x17	112,685925	>=	25	x17	113	<=	113				
x18	104,442525	>=	10	x18	104	<=	104				
x19	104,97575	>=	20	x19	105	<=	105				
x20	95,019925	>=	20	x20	95	<=	95				
x21	96,87095	>=	40	x21	97	<=	97				

## ANEXO

### TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE PRODUÇÃO ACADÊMICA

(RESOLUÇÃO n° 038/2020 – CEPE)

A estudante Bruna Carrijo dos Anjos do curso de Engenharia de Alimentos, matrícula 2016.1.0029.0020-0, telefone: (62) 984892463 e-mail brunacarrijo13@gmail.com, na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei n°9.610/98 (Lei dos Direitos do Autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado Estudo de maximização de lucros em uma panificadora de supermercado de médio porte, gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificados Texto (PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 03 de dezembro de 2020.

Assinatura do(a) autor(a):

Bruna Carrijo dos Anjos

Nome completo do(a) autor(a): Bruna Carrijo dos Anjos

Assinatura da professora orientadora:

Maria Isabel Dantas de Siqueira

Nome completo da professora-orientadora: Ma. Maria Isabel Dantas de Siqueira