



OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO EM PEQUENA EMPRESA: APLICAÇÃO EM UMA LANCHONETE

ANDRÉ CAVALCANTI FLORENTINO - andre.florentino2@academico.ufpb.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA - UFPB

PAMELA RAMOS - pamela.adelino@academico.ufpb.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA - UFPB

ÁREA: 03 Pesquisa Operacional

SUBÁREA: 3.1 - Modelagem, Simulação e Otimização

RESUMO: ESTE ESTUDO ANALISA A APLICAÇÃO DA PESQUISA OPERACIONAL NO PROCESSO DECISÓRIO DE UMA LANCHONETE TRADICIONAL DA CIDADE DE JOÃO PESSOA, NA PARAÍBA, COM FOCO NA OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO POR MEIO DO USO DA PROGRAMAÇÃO LINEAR ATRAVÉS DO COMPLEMENTO SOLVER NO EXCEL. É ABORDADA A IMPORTÂNCIA DA PESQUISA OPERACIONAL COMO FERRAMENTA PARA DECISÕES RACIONAIS, COMPLEMENTADA PELA ANÁLISE DE PÓS-OTIMALIDADE E USO DA CURVA ABC PARA GESTÃO DE ESTOQUE. A METODOLOGIA ADOTADA FOI UMA PESQUISA APLICADA DE ABORDAGEM QUANTITATIVA, BASEADA EM DADOS REAIS DE VENDAS E INSUMOS UTILIZADOS ENTRE FEVEREIRO E ABRIL DE 2025. A SOLUÇÃO INICIAL PRIORIZOU A PRODUÇÃO DE ITENS MAIS LUCRATIVOS, PRINCIPALMENTE O CACHORRO-QUENTE, E DESCONSIDEROU PRODUTOS DE MENOR IMPACTO FINANCEIRO. POSTERIORMENTE, UMA SEGUNDA SIMULAÇÃO FORÇOU A PRODUÇÃO DE AO MENOS UMA UNIDADE DE CADA ITEM E MOSTROU UMA LEVE QUEDA NO LUCRO (R\$11,35), INDICANDO QUE A DIVERSIFICAÇÃO NÃO COMPROMETE SIGNIFICATIVAMENTE A RENTABILIDADE. OS RELATÓRIOS DO SOLVER PERMITIRAM UMA ANÁLISE SENSÍVEL DOS RECURSOS, EVIDENCIANDO DESPERDÍCIO (FOLGA) EM ALGUNS DOS INSUMOS. CONCLUI-SE QUE A MANUTENÇÃO DO MIX DE PRODUTOS ATUAL É VIÁVEL, DESDE QUE ACOMPANHADA DE MEDIDAS DE CONTROLE E OTIMIZAÇÃO DOS INSUMOS E GESTÃO DE ESTOQUES, REFORÇANDO A IMPORTÂNCIA DA PESQUISA OPERACIONAL NA GESTÃO ESTRATÉGICA DE PEQUENAS EMPRESAS.

PALAVRAS-CHAVES: PESQUISA OPERACIONAL; ADMINISTRAÇÃO DE MATERIAIS; LANCHONETE; SOLVER; CURVA ABC.

1. INTRODUÇÃO

A Pesquisa Operacional (PO) é uma área do conhecimento que se utiliza de métodos científicos e matemáticos para auxiliar os gestores na tomada de decisões em diversos assuntos e áreas, como produção, logística e finanças. Com ela, busca-se encontrar a solução ótima de um problema, levando em consideração fatores como variáveis de decisão e restrições do sistema.

Segundo Gupta *et al* (2021), a Pesquisa Operacional como a conhecemos hoje, utilizando conceitos da programação linear para a otimização de um sistema, começou a ser desenvolvida durante a Segunda Grande Guerra para utilização em estratégias militares e desde então é utilizada na tomada de decisões nas organizações. Após o período bélico, a PO se popularizou entre empresas privadas e públicas dos mais variados setores, como saúde, produção, telecomunicações e logística, e vem auxiliando os gestores no planejamento das operações de seus negócios.

Dentro da Pesquisa Operacional, utiliza-se a Programação Linear, que está classificada entre um dos mais importantes avanços científicos do século XX. Essa técnica matemática busca solucionar problemas operacionais, otimizando a eficiência de um sistema. Como forma de embasar a Pesquisa Operacional, a aplicação da Administração de Materiais fornece informações relevantes para auxiliar na tomada de decisões na organização. Essa área da logística consiste em ter os materiais necessários, na quantidade correta, no local certo e no tempo preciso para uso nos processos produtivos da empresa para que não existam estoques excessivos e nem ocorram pausas no sistema. Será analisada a Curva ABC, permitindo identificar quais itens demandam mais atenção e possuem maior impacto para o lucro da organização.

O presente trabalho busca realizar um estudo de caso em uma lanchonete de pequeno porte onde ferramentas de Pesquisa Operacional foram empregadas para encontrar uma solução ótima para a produção visando a maximização do lucro, proporcionando relatórios que irão auxiliar os gestores a ter uma visão clara sobre a contribuição de cada insumo para a produção ótima e como cada produto influencia no lucro máximo da organização.

Este artigo é organizado nas seguintes seções: esta seção 1 apresentou uma curta introdução sobre a Pesquisa Operacional e a Administração de Materiais. A seção 2 fornece uma breve revisão da literatura sobre as áreas de conhecimento abordadas no estudo, os softwares utilizados e a tomada de decisão em organizações. Na seção 3 é apresentada a metodologia da pesquisa; ela descreve como o universo e a amostra foram escolhidos, o tipo de

pesquisa realizada, como os dados foram coletados, quais etapas foram seguidas e o processamento dos dados. Na seção 4 é caracterizada a empresa estudada e as seções 5 e 6 versam sobre os resultados obtidos e as conclusões com base nos resultados, a contribuição deste estudo e suas limitações, respectivamente.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Serão apresentados, primeiramente, os conceitos sobre Pesquisa Operacional e a Administração de Materiais, qual abordagem iremos empregar e suas aplicabilidades na tomada de decisões em empresas; Em seguida, será abordado o complemento do Excel para otimização (*Solver*) e a análise de pós-otimalidade, abordando os relatórios gerados e as informações contidas neles;

2.1 O uso da Pesquisa Operacional no processo decisório

Na rotina de uma organização, os processos decisórios se apresentam constantemente, indo desde as micro escolhas até as macros deliberações. Yuan (2021) diz que na sociedade em que vivemos, uma decisão correta é metade do esforço em empreender e que hoje boa parte dos estudiosos de processos decisórios se encontram apenas no nível teórico. Ele afirma que as escolhas se dividem entre cognitivas e/ou intuitivas, sendo que a primeira se utiliza de dados concretos e a segunda leva em consideração as experiências e conhecimentos adquiridos dos gestores. Yalcin (2023) considera que uma decisão tomada de maneira racional e precisa é um dos processos mais críticos de uma empresa. De acordo com Petropoulos *et al* (2023), enquanto grande parte dos avanços recentes em Pesquisa Operacional têm como base os algoritmos e conceitos teóricos já citados, vêm-se testemunhando um retorno às raízes práticas da PO através de sua utilização na análise de negócios.

O passo-a-passo da Pesquisa Operacional pode ser resumido em:

1. Definição do problema: identificação do problema a ser otimizado, seu objetivo (maximização de lucro ou minimização de custo) e recursos disponíveis;
2. Construção do modelo matemático: onde o problema é representado através de um modelo matemático, com uma equação para a função objetivo e inequações para as limitações;
3. Solução do problema: onde será empregada a técnica de otimização adequada.

A Pesquisa Operacional se utiliza da Programação Linear (PL) para aplicação do método SIMPLEX, que é uma técnica matemática utilizada para resolver problemas de forma algébrica.

2.2 O suplemento solver e a análise de pós-otimalidade

O Excel, um programa do pacote Office com objetivo de facilitar a manipulação de planilhas eletrônicas e possui funcionalidades para tabulação, organização, cálculo e visualização dos dados inseridos. Além disso, ele ainda permite a adição de complementos que acrescentam outras funções com diversos objetivos. Dentre esses complementos disponíveis, existe o Solver, em que através dele é possível encontrar o valor ótimo de uma função objetivo levando em consideração as restrições do problema proposto, e realizar simulações extras para que os gestores possam otimizar ainda mais sua produção atendendo as especificidades de cada situação para que a solução adotada se aproxime da realidade.

Por exemplo, em uma lanchonete, uma solução ótima obtida pode indicar a produção de apenas um tipo de item em detrimento dos outros, pois ele seria o que mais contribui para o lucro da organização, considerando os custos com matéria-prima, mão de obra e lucro com a venda. Mas isso pode não refletir corretamente a demanda do mercado e ajustes serão necessários para que a solução se aproxime de cenários reais.

O Solver é capaz de gerar relatórios que fornecem informações úteis para as decisões organizacionais e possibilitam a realização de análises econômicas para dar embasamento às tomadas de decisões, podendo auxiliar na aquisição de recursos adicionais, realocação de recursos já existentes e até na definição de preço de um produto ou serviço. No Excel, os relatórios gerados por esse complemento são os seguintes:

TABELA 1 - Relatórios do Solver e suas informações.

Nome do Relatório	Informações
Relatório de Resposta	“Valor Original”, “Valor Final” e “Margem de Atraso”;
Relatório de Sensibilidade	“Preço Sombra” e “Custo Reduzido”;
Relatório de Limites	“Limites Inferiores e Superiores” e “Objetivo Resultado”.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

No relatório de resposta há a apresentação de alguns itens para o entendimento das mudanças dos valores originais para os valores após a resolução inicial do problema. O valor original da função objetivo informa o lucro inicial antes da otimização do problema, enquanto o valor final demonstra a multiplicação entre a quantidade de variáveis a serem produzidas pelo

lucro dos itens, resultando no lucro máximo total, diante dos recursos limitantes. Os valores iniciais e finais das variáveis representam as quantidades ótimas para produção de cada item para a maximização do lucro ou minimização dos custos e a Margem de Atraso indica se há sobra dos recursos limitantes do problema (por exemplo: matéria-prima, mão de obra, capacidade instalada, entre outros recursos necessários para a produção);

No relatório de sensibilidade, obtemos informações sobre como as variáveis e as restrições do modelo afetam o valor final da função objetivo. Ele é importante para que o(a) gestor(a) entenda como mudanças nos parâmetros do problema (valores, demanda e recursos disponíveis, por exemplo) afetam a solução ótima. Tem-se o preço-sombra para indicar quanto o valor de Z pode variar se alterarmos apenas uma única unidade do recurso; O custo reduzido indica quanto deve ser a variação do coeficiente de uma variável da função objetivo para que seu valor seja diferente de zero na solução ótima do problema.

O relatório de limites fornece dados sobre os limites superiores e inferiores de cada célula variável, demonstrando quanto esses valores podem ser alterados para mais (limite superior) ou para menos (limite inferior), sem que a solução ótima seja alterada.

A partir desses relatórios se pode realizar a análise de sensibilidade e interpretação econômica dos resultados, auxiliando no planejamento e controle da produção e estoques.

2.3 Curva ABC e previsão da demanda

Em toda organização, o processo produtivo consiste na transformação de matéria-prima, tempo e mão de obra em produtos finalizados ou serviços prestados, como exposto por Chiavenato (2022). Ao longo do processo, esses insumos passam por etapas e transformações diversas até o resultado final, oferecendo à sociedade um produto ou serviço que atenda suas necessidades, obtendo a partir disso o seu lucro.

A Classificação ABC, desenvolvida pelo economista italiano Wilfredo Pareto (1842-1923), definiu através desse método que a maior parcela de renda da população estava concentrada nas mãos de uma pequena quantidade de pessoas, enquanto uma menor parcela da renda estava distribuída em uma quantidade maior da comunidade. Adaptando ao contexto organizacional, essa ferramenta permite aos gestores identificar quais itens necessitam de maior atenção para que seu processo produtivo não sofra pausas por falta de material e atenda a demanda corretamente, conforme aponta Aiache (2021). A classificação é ordenada de maneira hierárquica, sendo classificada da seguinte maneira:

Classe A: Itens de maior valor e faturamento mais impactante de maneira geral, devem ser priorizados pois são de importância superior. 20% dos itens correspondem a aproximadamente 80% do faturamento;

Classe B: Itens de médio valor e médio faturamento, com importância intermediária. 30% dos itens correspondem a aproximadamente 15% do faturamento;

Classe C: Itens de menor valor e menor faturamento, de importância inferior. 50% dos itens correspondem a aproximadamente 5% do faturamento.

Essa análise irá contribuir para a gestão de estoques, gestão de compras e controle financeiro da empresa.

3. METODOLOGIA

Pela sua especificidade, a natureza desse estudo é classificada como pesquisa aplicada, pois o foco é a análise de uma situação real para identificação e compreensão de um problema. A abordagem adotada foi quantitativa, que de acordo com Oliveira et al (2021) ela tem como objetivo a quantificação, mensuração e análise dos dados coletados. Quanto à natureza, esse trabalho se trata de uma pesquisa aplicada, que, de acordo com Gil (2019), tem a finalidade de elaborar estudos para a resolução de problemas identificados pelos pesquisadores, contribuindo com a ampliação do conhecimento científico e propor novos aspectos para a investigação.

Os dados coletados foram obtidos através dos históricos de pedidos realizados nas plataformas online utilizadas pela empresa (*Goomer* e *iFood*) referente aos meses de fevereiro, março e abril de 2025. Adicionalmente, a empresa disponibilizou o manual interno que é seguido pelos funcionários da cozinha para padronização da produção, informando quantidades exatas a serem utilizadas e passo-a-passo da montagem.

Na etapa da análise dos resultados, primeiro os dados coletados foram organizados e expostos para facilitar a visualização e modelagem de um problema de programação linear, definindo a função objetivo e suas restrições. A solução ótima foi obtida por meio do uso do suplemento Solver no Excel, os dados analisados e uma nova simulação foi gerada para fins de comparação de cenários.

4. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

De acordo com dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) de 2017-2018 fornecidos pelo IBGE, as famílias brasileiras gastaram por volta de 33% em média da renda com alimentação fora do lar. Isso pode significar uma boa aceitação do mercado a esse setor,

que segundo a Associação Nacional de Restaurantes (ANR), a receita dos serviços de alimentação subiu 5,8% no Brasil no período de maio de 2024, em comparação ao mesmo mês do ano de 2023. Assim, o aquecimento do setor pode se tornar uma oportunidade para as empresas do ramo apresentarem diferenciais competitivos em relação aos concorrentes.

Este estudo buscou analisar uma lanchonete sob a ótica dos assuntos abordados até o momento. Trata-se de uma lanchonete familiar fundada em 1935 e conhecida como um dos primeiros e mais tradicionais cachorros-quentes de João Pessoa, Paraíba. Durante o período da pandemia de Covid-19, os gestores se viram forçados a buscar alternativas para continuar as vendas e tomaram duas decisões: a primeira consistiu em virtualizar o serviço e a segunda em acrescentar opções ao cardápio para aumentar o mix de produtos (a variedade de itens que uma empresa oferece em seu catálogo) além de cachorro- quente, diversificando do menu para tentar alcançar novos clientes. Os responsáveis indicam que houve um acréscimo considerável na quantidade de pedidos, mas, têm dúvidas se há necessidade de continuar depositando esforços na venda de todos os novos itens.

5. RESULTADOS

5.1 Análise exploratória

Por meio de entrevista com os gestores e análise dos relatórios de vendas da empresa, obteve-se os dados que foram organizados de forma tabular a seguir:

TABELA 2 - Quantidade total dos pedidos.

PEDIDOS TOTAIS (un.)			
Item	Fevereiro	Março	Abril
Hambúrguer	10	11	7
Cheese-Burguer	56	43	27
Cheese-egg	13	13	10
Cheese-Calabresa	6	4	0
Cheese-Frango	85	35	67
Cheese-Bacon	28	19	43
Cheese-Tudo	31	31	48
Cachorro-Quente	1389	1182	1366
TOTAL	1618	1338	1568

Fonte: Dados da pesquisa (2025)

5.1.1 Curva ABC

Após os dados serem reunidos, como nome dos itens, quantidade vendida e lucro unitário, foi então realizada a multiplicação da quantidade pelo lucro para calcular o valor total (valor total= quantidade vendida x lucro unitário). Assim, com os valores totais de todos os itens encontrados, fez-se então seus ordenamentos de forma decrescente, do maior para o menor valor total. Por fim, eles são classificados entre as categorias A, B ou C, conforme explicado na metodologia. A Tabela 3 contém a Curva ABC realizada com a média dos 3 meses analisados.

TABELA 3 - Curva ABC dos produtos.

Variável I	Item	Qtde. Média Vendida	Lucro Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)	% Individual	% Acumulada	Classificação
X8	Cachorro-Quente	1312,33	8,51	11167,9283	85,31%	85,31%	A
X5	Cheese-frango	62,33	10,64	663,1912	5,07%	90,38%	B
X7	Cheese-tudo	36,66	12,26	449,4516	3,43%	93,81%	B
X2	Cheese-burguer	42	7,58	318,36	2,43%	96,24%	C
X6	Cheese-bacon	30	10,23	306,9	2,34%	98,59%	C
X3	Cheese-egg	12	8,26	99,12	0,76%	99,34%	C
X1	Hambúrguer	9,33	5,55	51,7815	0,40%	99,74%	C
X4	Cheese-calabresa	3,33	10,23	34,0659	0,26%	100,00%	C

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

5.1.2 MODELAGEM DO PROBLEMA

Para montar o modelo do problema foram utilizados os dados de lucro fornecidos pela empresa e disponíveis na Tabela 4.

TABELA 4 - Variáveis de decisão e lucro unitário.

Itens	Variáveis	Lucro (R\$)
Hambúrguer	X ₁	5,55
Cheese-burguer	X ₂	7,58
Cheese-egg	X ₃	8,26
Cheese-calabresa	X ₄	10,23
Cheese-frango	X ₅	10,64
Cheese-bacon	X ₆	10,23
Cheese-tudo	X ₇	12,26
Cachorro-quente	X ₈	8,51

Fonte: Dados da pesquisa (2025)

Assim, a primeira etapa foi a construção de um modelo no Excel com esses valores e que irá corresponder à função objetivo do nosso problema:

$$\text{F.O.: MaxL} = 5,55X_1 + 7,58X_2 + 8,26X_3 + 10,23X_4 + 10,64X_5 + 10,23X_6 + 12,26X_7 + 8,51X_8$$

Nos casos de problemas de programação linear, os recursos limitantes podem ser de insumos, mão-de-obra e capacidade. Desta maneira, as restrições do problema analisado são descritas pelas fórmulas:

$$\text{R1 (pão bola em unidades): } X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 \leq 252$$

$$\text{R2 (carne de hambúrguer em unidades): } X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 \leq 288$$

$$\text{R3 (muçarela em gramas): } 25X_2 + 25X_3 + 25X_4 + 25X_5 + 25X_6 + 25X_7 \leq 6000$$

$$\text{R4 (calabresa em gramas): } 3X_4 + 3X_7 \leq 2000$$

$$\text{R5 (frango desfiado em gramas): } 4X_5 \leq 4000$$

$$\text{R6 (bacon em gramas): } 3X_6 \leq 2000$$

$$\text{R7 (salsicha em unidades): } X_7 + X_8 \leq 1520$$

$$\text{R8 (pão seda em unidades): } X_8 \leq 1400$$

$$\text{R9 (carne moída em gramas): } 80X_8 \leq 90000$$

$$\text{R10 (presunto em gramas): } 25X_7 \leq 1600$$

As restrições relacionadas às matérias-primas alface, tomate, milho, cebola, coentro, ovo de galinha e ovo de codorna não foram considerados pois a família também possui um pequeno mercado hortifrutigranjeiro no mesmo quarteirão da lanchonete, logo são considerados suprimentos irrestritos pela alta disponibilidade e não entrarão no cálculo.

5.2 Simulação da solução inicial

Após a implementação do modelo no Excel e aplicação do Solver, foi observado que a solução ótima encontrada priorizou a fabricação dos produtos X_8 (Cachorro-quente), X_5 (Cheese-frango) e X_7 (Cheese-tudo), em ordem decrescente de quantidade, e desconsiderou a fabricação dos produtos X_1 , X_2 , X_3 , X_4 e X_6 , conforme demonstrado na Tabela 5.

TABELA 5 - Solução ótima inicial obtida com o suplemento Solver.

Variáveis	Item	Quantidade	Lucro Mensal (R\$)
X1	Hambúrguer	0	12.231,03
X2	Cheese-burger	0	
X3	Cheese-egg	0	
X4	Cheese-calabresa	0	
X5	Cheese-frango	176	
X6	Cheese-bacon	0	

X7	Cheese-tudo	64	
X8	Cachorro-Quente	1.125	

Fonte: Dados da pesquisa (2025)

Nesse momento é importante comentar a discrepância de valores apresentados na solução; devemos lembrar que historicamente o foco da lanchonete é a produção e venda de cachorro-quente, e que os outros produtos entraram no cardápio em anos muito recentes.

Sobre os principais fatores da análise de sensibilidade (Custo Reduzido, Preço-sombra e Folga) expostos nos relatórios do Solver podemos verificar o Custo Reduzido na Tabela 6, que indica quanto o coeficiente de uma variável deve ser melhorado na Função Objetivo para que o valor da variável deixe de ser 0 na solução ótima (é apresentada a variação, e não o valor que o coeficiente deve ter) mantendo o lucro máximo inalterado. Nessa análise inicial, constatou-se que as variáveis X1, X2, X3, X4 e X6 apresentaram valores negativos de Custo Reduzido pois não foram consideradas para produção na solução ótima. Isso significa dizer que, se essas variáveis forem forçadas a entrar na solução ótima, haveria uma redução no lucro da solução ótima (forçando X1, haverá uma redução de -5,09 no valor de Z, por exemplo).

TABELA 6 - Relatório de Sensibilidade da solução inicial apresentando o Custo Reduzido.

Variáveis	Valor Final	Custo Reduzido
X ₁	0	-5,09
X ₂	0	-3,06
X ₃	0	-2,38
X ₄	0	-0,41
X ₅	176	0
X ₆	0	-0,41
X ₇	64	0
X ₈	1125	0

Fonte: Dados da pesquisa (2025)

O Preço-sombra está relacionado aos recursos disponíveis, para insumos que sobram ele irá apresentar valores iguais a zero, já que não irá fazer diferença para o lucro se aumentarmos ou diminuirmos uma unidade do recurso, pois ele é abundante. Porém, para recursos escassos é diferente, a adição ou redução de uma unidade dele vai impactar o lucro final para mais ou para menos, respectivamente. Na análise, as restrições referentes a R3 (R\$0,4256), R9 (R\$0,106375) e R10 (R\$0,0648) apresentaram valores que, caso se retire ou

acrescente uma unidade desses recursos, irão impactar no lucro da solução ótima, como pode ser observado na Tabela 7 a seguir:

TABELA 7 - Relatório de Sensibilidade da solução inicial apresentando o Preço-Sombra.

Restrições	Valor Final	Preço Sombra
R ₁	240	0
R ₂	240	0
R ₃	6000	0,4256
R ₄	0	0
R ₅	704	0
R ₆	0	0
R ₇	1189	0
R ₈	1125	0
R ₉	90000	0,106375
R ₁₀	1600	0,0648

Fonte: Dados da pesquisa (2025)

Na Tabela 8, a Folga vai nos indicar se há sobras dos recursos limitantes (se houve ou não o consumo de todos os ingredientes disponíveis) considerando a solução ótima encontrada. Esse dado é importante para demonstrar as necessidades de cada recurso para atingir o lucro máximo, vindo a servir como uma gestão de estoques. Na análise inicial o Solver indicou (na coluna “Margem de Atraso”) que apenas os recursos R3, R9 e R10 foram utilizados completamente. Os demais recursos apresentaram grandes folgas.

TABELA 8 - Relatório de Respostas da solução inicial apresentando a Margem de Atraso.

Restrições	Valor da Célula	Status	Margem de Atraso
R ₁	240	Não-associação	12
R ₂	240	Não-associação	48
R ₃	6000	Associação	0
R ₄	0	Não-associação	2000
R ₅	704	Não-associação	3296
R ₆	0	Não-associação	2000
R ₇	1189	Não-associação	331
R ₈	1125	Não-associação	275
R ₉	90000	Associação	0
R ₁₀	1600	Associação	0

Fonte: Dados da pesquisa (2025)

5.3 SIMULAÇÃO DA SOLUÇÃO FINAL

Foi realizada uma simulação adicionando restrições (R11 a R18) que forçaram o Solver a considerar a produção de no mínimo uma unidade de cada item e obtivemos uma ligeira queda no lucro mensal, demonstrada na Tabela 9, agora com valor de R\$12.219,68, uma diferença de R\$11,35 de uma simulação para outra.

TABELA 9 - Simulação Final obtida através do Solver.

Variáveis	Item	Quantidade	Lucro Mensal (R\$)
X1	Hambúrguer	1	12.219,68
X2	Cheese-burguer	1	
X3	Cheese-egg	1	
X4	Cheese-calabresa	1	
X5	Cheese-frango	171	
X6	Cheese-bacon	1	
X7	Cheese-tudo	64	
X8	Cachorro-Quente	1.125	

Fonte: Dados da pesquisa (2025)

Nessa análise inicial, constatou-se que nenhuma variável apresentou valores de Custo Reduzido, como pode ser visto na Tabela 10, pois todas foram consideradas para produção na solução ótima em razão das novas restrições, forçando o algoritmo a considerar ao menos uma unidade de cada.

TABELA 10 - Relatório de Sensibilidade da simulação final apresentando o Custo Reduzido.

Variáveis	Valor Final	Custo Reduzido
X ₁	1	0
X ₂	1	0
X ₃	1	0
X ₄	1	0
X ₅	171	0
X ₆	1	0
X ₇	64	0
X ₈	1125	0

Fonte: Dados da pesquisa (2025)

Na segunda análise o Solver indicou (na coluna “Margem de Atraso”) que os recursos R1, R2, R4, R5, R6, R7, R8, R15, R17 e R18 com ociosidade bastante elevada em metade dos

casos (demonstrado na Tabela 11). Os demais recursos não apresentaram folga, significando que toda sua capacidade foi utilizada.

TABELA 11 - Relatório de respostas da simulação final apresentando a Margem de Atraso.

Restrições	Valor	Status	Margem de Atraso
R ₁	240	Não-associação	12
R ₂	240	Não-associação	48
R ₃	6000	Associação	0
R ₄	195	Não-associação	1805
R ₅	684	Não-associação	3316
R ₆	3	Não-associação	1997
R ₇	1189	Não-associação	331
R ₈	1125	Não-associação	275
R ₉	90000	Associação	0
R ₁₀	1600	Associação	0
R ₁₁	1	Associação	0
R ₁₂	1	Associação	0
R ₁₃	1	Associação	0
R ₁₄	1	Associação	0
R ₁₅	171	Não-associação	170
R ₁₆	1	Associação	0
R ₁₇	64	Não-associação	63
R ₁₈	1125	Não-associação	1124

Fonte: Dados da pesquisa (2025)

O Preço-sombra nessa nova simulação, as restrições referentes a R₃ (R\$0,4256), R₉ (R\$0,106375) e R₁₀ (R\$0,0648) apresentaram valores que, caso se retire ou acrescente uma unidade desses recursos, irão impactar no lucro da solução ótima, continuando iguais à simulação inicial. Porém aqui surgiram novos Preços-sombra, sendo eles a R₁₁ (ao menos um hambúrguer), R₁₂ (ao menos um cheese-burger), R₁₃ (ao menos um cheese-egg), R₁₄ (ao menos um cheese-calabresa) e R₁₆ (ao menos um cheese-bacon) variando de -5,09 até -0,41.

TABELA 12 - Relatório de Sensibilidade da simulação final apresentando o Preço-Sombra.

Restrições	Valor	Preço Sombra
R ₁	240	0
R ₂	240	0
R ₃	6000	0,4256
R ₄	195	0
R ₅	684	0

R ₆	3	0
R ₇	1189	0
R ₈	1125	0
R ₉	90000	0,106375
R ₁₀	1600	0,0648
R ₁₁	1	-5,09
R ₁₂	1	-3,06
R ₁₃	1	-2,38
R ₁₄	1	-0,41
R ₁₅	171	0
R ₁₆	1	-0,41
R ₁₇	64	0
R ₁₈	1125	0

Fonte: Dados da pesquisa (2025)

Os resultados obtidos devem ser relevantes, sobretudo por sua contribuição para a Engenharia de Produção, ao demonstrar de forma prática e aplicada como a Pesquisa Operacional pode ser uma ferramenta estratégica no processo decisório de pequenas empresas, impactando diretamente em sua longevidade. Espera-se que este trabalho contribua com o avanço teórico e técnico da área, além de beneficiar o grupo de pesquisa ao qual está inserido.

6. RECOMENDAÇÕES

Em relação aos aspectos operacionais, constatou-se grandes folgas nos recursos R4, R5 e R6 (calabresa, frango desfiado e bacon, respectivamente), levando a crer que possa estar acontecendo um nível elevado de desperdício ou alto custo com estoque que podem ser reduzidos. Especificamente os recursos R4 e R6 são utilizados em itens pertencentes à classificação C na Curva ABC, e apesar de poderem ser congelados para maior duração, ainda assim se leva em consideração a data de vencimento e o espaço físico que poderia ser utilizado para armazenar ingredientes de itens pertencentes às classificações A ou B, como X8 (cachorro-quente, class. A) e X7 (cheese-tudo, class. B) que tiveram os recursos R9 (carne moída) e R10 (presunto) utilizados ao máximo.

Comparando as duas simulações realizadas, não houve um impacto significativo no lucro final, com diferença entre elas de apenas R\$11,35. Recomendamos que seja mantido o atual mix de produtos.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse estudo teve como propósito a aplicação e análise da Pesquisa Operacional no processo decisório de uma lanchonete tradicional. Considera-se que o objetivo foi alcançado, sendo possível identificar uma solução ótima que priorizou os produtos mais lucrativos, avaliando o impacto na diversificação do catálogo de produtos e propondo melhorias na gestão de estoque dos insumos necessários para a produção. Trabalhos dessa natureza são úteis para a Engenharia de Produção ao demonstrar com dados reais como as ferramentas da Pesquisa Operacional apoiam decisões gerenciais. Também reforça o entendimento de conceitos teóricos, integrando o conhecimento científico com aplicação para a sociedade. Para futuros trabalhos, sugere-se a análise da sazonalidade e variações de demanda para incrementar a assertividade das decisões e adaptação

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA DE NOTÍCIAS. **POF 2017-2018: Famílias com até R\$1,9 mil destinam 61,2% de seus gastos à alimentação e habitação.** Estatísticas Sociais: 2019. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/25598-pof-2017-2018-familias-com-ate-r-1-9-mil-destinam-61-2-de-seus-gastos-a-alimentacao-e-habitacao>>. Acesso em: 4 maio 2025

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE RESTAURANTES. **Crescimento de 5,8% nas vendas de restaurantes brasileiros em maio de 2024.** Disponível em: <<https://anrbrasil.org.br/crescimento-de-58-nas-vendas-de-restaurantes-brasileiros-em-maio-de-2024/#:~:text=Crescimento%20de%205%2C8%25%20nas,ANR%20%7C%20Associa%C3%A7%C3%A3o%20Nacional%20de%20Restaurantes>>. Acesso em: 4 maio 2025

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** 6. Ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GUPTA, S., MODGIL, S., BHATTACHARYYA, S. *et al.* **Artificial intelligence for decision support systems in the field of operations research: review and future scope of research.** *Ann Oper Res* 308, p. 215–274, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10479-020-03856-6>>. Acesso em: 16 jun 2025

PETROPOULOS, F., LAPORTE, G., AKTAS, E., ALUMUR, S. A., ARCHETTI, C., AYHAN, H., ... ZHAO, X. **Operational Research: methods and applications.** *Journal of the Operational Research Society*, 75(3), p. 423–617, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/01605682.2023.2253852>>. Acesso em: 11 jun 2025

YUAN, C., YANG, Y. & LIU, Y. **Sports decision-making model based on data mining and neural network.** *Neural Comput & Applic* 33, p. 3911–3924, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s00521-020-05445-x>>. Acesso em: 22 maio 2025

YALCIN, A. S.; KILIC, H. S.; DELEN, D. **The use of multi-criteria decision-making methods in business analytics: A comprehensive literature review,** *Technological*

Forecasting and Social Change, Volume 174, 2022, Disponível
em:<<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121193>>. Acesso em: 4 jul 2025