

Utilização da Pesquisa Operacional: Estudo de Caso de uma Empreendedora Informal na Cidade de Mossoró-RN

Dayane Martins de Souza Lima (Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA)

dayane.ms@hotmail.com

Miriam Karla Rocha ((Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA)

miriam.rocha@ufersa.edu.br

A aplicação da pesquisa operacional (PO) tem o propósito de auxiliar na tomada de decisão das organizações. Neste cenário, a Programação Linear (PL), um dos métodos da PO amplamente utilizado, consegue modelar o problema de forma matemática e chegar a um resultado ótimo considerando as restrições do modelo. Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi modelar a realidade de uma empreendedora informal, de modo que o resultado obtido do problema de PL pudesse auxiliar a mesma na tomada de decisão acerca da melhor forma de conduzir seu pequeno negócio. O módulo Solver do Excel foi utilizado para a obtenção do resultado do modelo de PL modelado, cuja função objetivo era a de maximização dos lucros. O resultado trouxe a quantidade ótima de cada tipo de produto que a empreendedora deveria produzir para que alcançasse o lucro máximo diário em seu negócio. A mesma, portanto, passou a produzir e vender seus produtos de acordo com o resultado obtido na modelagem do problema de PL, alcançando, assim, melhores margens de lucro no cotidiano do seu empreendimento.

Palavras-chave: Pesquisa Operacional, Programação Linear, Tomada de Decisão, Solver.

1. Introdução

Segundo a Agência Brasil (2022), as micro e pequenas empresas tem aumentado participação na economia brasileira consideravelmente já que representam cerca de 30% do Produto Interno Bruto (PIB), sendo o setor responsável por 78% de empregos gerados e possuem um faturamento que chega até R\$ 3 trilhões por ano. Contudo, um levantamento do Sebrae (2022) informa que 29% dos negócios dessa dimensão interrompem seus trabalhos após os cinco primeiros anos por falta de planejamento. Dessa forma, umas das maneiras de auxiliar no desenvolvimento dos empreendedores no planejamento, é uso das técnicas da Pesquisa Operacional (PO), uma vez que, segundo Hiller e Lieberman (2013), a PO é uma ferramenta que formula uma estrutura e identifica os problemas reais e modelam matematicamente. Tal ferramenta é um modelo que representa a realidade, trazendo soluções que auxiliam na maximização dos resultados. Além disso, Belfiore e Fávero (2012) explicam que a PO representa quais são as variáveis de decisão e restrições do sistema e, quais metas desejam-se alcançar.

Em suma, os métodos da PO têm crescido bastante na indústria e o aumento da complexidade das atividades empresariais, passaram a ser usadas com maior frequência, porque auxiliam na administração das empresas. E sua análise, de acordo com Rodrigues, et al. (2014), é composto por seis etapas, sendo elas: formulação do problema, construção do modelo, cálculo da solução, teste, tomada de decisão, implementação e acompanhamento. Um dos benefícios conforme Fuller e Mansour (2003), tais técnicas aplicadas corretamente podem ajudar os gestores a melhorar seu processo e a qualidade da tomada de decisão com a resolução de problemas. Sabe-se que não substitui a tomada de decisão gerencial, mas sugere um aumento de efetividade através do correto estudo de informações, de forma organizada quantitativamente, para auxiliar na tomada de decisão.

Diante do exposto, este trabalho tem a pretensão de modelar o ambiente produtivo de uma empreendedora que fabrica sacolés e cocadas a partir das informações de demanda coletadas de forma subjetiva. Assim, com a modelagem em forma de um problema de PL, objetiva-se otimizar a produção da referida empreendedora de modo que a mesma consiga maximizar seus lucros. A principal contribuição prática deste trabalho é o provimento de informações advindas da análise dos resultados como subsídios para a tomada de decisão no referido empreendimento informal, cujo qual é responsável pela produção e venda de produtos alimentícios congelados caseiros.

2. Referencial Teórico

2.1. Pesquisa Operacional (PO)

Segundo Hiller e Lieberma (2013), a PO pode ser empregada em vários ramos como, por exemplo, na fabricação de produtos industrializados. Dessa forma, a PO configura, em muitos casos, uma boa solução para os mais diversos tipos de empreendimento, podendo ainda ser aplicadas em diferentes contextos. Contudo, há uma sistematização na aplicação de tais ferramentas da PO. Em geral, inicia-se definindo o problema, em seguida realiza-se a coleta dos dados, e, por fim, formula-se o modelo matemático que representará a realidade e obtém-se o resultado através de alguma técnica manual ou software computacional.

De acordo com Montevechi (2013), o modelo da PO é abrangente, e, por meio da linguagem matemática, estabelece um objetivo (função objetivo), descreve suas variáveis do problema e distingue as restrições. A objetivo do modelo é uma função matemática que contém as variáveis do problema. Em geral, o objetivo é de um problema de PL é maximizar lucros ou reduzir custos. Por sua vez, as variáveis de decisão representarão o resultado do modelo, estando as mesmas sujeitas a algumas restrições impostas pela realidade.

2.2. Programação Linear (PL)

Segundo Hiller e Lieberma (2013), de forma geral, um problema matemático de PL deve ter um formato genérico. Em geral, em problemas de PL cada função objetivo está sujeita a algumas restrições. Tais restrições podem estar relacionadas a quantidade limitada de equipamentos, de estoque, de mão-de-obra e assim por diante. Assim, a solução de tal problema consiste em escolher a quantidade que deve ser produzida e/ou vendida de cada produto. O problema geral de PL é representado na Equação 1 abaixo:

$$\begin{aligned}
 &\text{Maximizar } Z = a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n \\
 &\text{Sujeito a} \\
 &\quad b_1x_1 + b_2x_2 \leq c_1 \\
 &\quad b_1x_1 + b_2x_2 \leq c_2 \\
 &\quad \vdots \\
 &\quad b_1x_1 + b_nx_n \leq c_n \\
 &\quad x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0
 \end{aligned} \tag{1}$$

Onde x_n representa as variáveis de decisão, a_n representa o lucro ou custo relacionada a cada variável, b_n representa os coeficientes das restrições e c_n indica os limites de cada restrição.

A (PL) tem evoluído bastante com os avanços tecnológicos sendo capaz, cada vez mais, de auxiliar muitas empresas em seus processos de tomada de decisão. Segundo Belfiore e Fávero (2012), para aplicar um modelo de PL em determinada situação o especialista precisa escolher o modelo mais pertinente para a realidade encontrada e para os objetivos pretendidos com a modelagem. Tendo isso em vista, para a resolução de problemas de PL é possível utilizar o

módulo Solver do Excel. Com esse suplemento é possível chegar a resultados ótimos para problemas de PL sem muita dificuldade.

3. Procedimientos Metodológicos

Este trabalho é caracterizado como um estudo de caso, uma vez que se refere a uma aplicação prática de um modelo de PL. A pesquisa traz, ainda, uma análise quantitativa (uso de modelagem matemática) e qualitativa (inferência a partir dos resultados obtidos). As informações obtidas relativas a dois tipos de produtos, que são produzidos e comercializados pela empreendedora, são referentes as demandas coletadas diariamente ao longo de pouco mais cinco meses (11/08/2022-30/01/2023). A Tabela 1 apresenta as etapas da metodologia aplicada.

Tabela 1 – Etapas da metodologia aplicada

Etapa 1
Estudo do Problema / Coleta de Dados
Entrevista semiestruturada com a empreendedora
Coletou-se informações de demandas dos dois produtos diariamente durante toda semana ao longo de cinco meses (11/08/2022 á 20/01/2023)
Criou-se uma primeira tabela dos dados coletados referentes as quantidades dos dois produtos produzidos por dia
Criou-se uma segunda tabela descrevendo o tempo de fabricação que a empreendedora gasta no processo produtivo
Etapa 2
Modelagem / Implementação /Interpretação do Problema
Definição do modelo matemático, contendo as variáveis de decisão, função objetiva e restrições
Utilizou-se o suplemento Solver do Excel para a solução do problema, na qual estabeleceu-se uma tabela definindo as células de cada item do modelo
Etapa 3
Validação do modelo
Etapa 4
Resultados e Análises

Fonte: Autores (2023)

A empreendedora atende nos dias úteis nos horários das 12:00 h às 13:30h. A mesma leva cerca de 4:30h por dia fabricando seus produtos em quantidade não padronizadas. Ou seja, as quantidades de cada produto mudam sem uma razão específica. O empreendimento informal possui apenas uma funcionária que executa a fabricação dos sacolés e cocadas diariamente, além das vendas dos produtos produzidos. A compra dos insumos tem um custo total de cerca de R\$ 54,00 diários.

4. Resultados e discussões

4.1. Formulação do problema

O problema do empreendimento objeto deste estudo consiste em estabelecer um modelo matemático que otimize as quantidades fabricadas dos produtos comercializados (sacolé e cocadas). Dessa forma, levando em conta as restrições do modelo, haverá a obtenção de lucro máximo por parte da empreendedora. Tem-se as seguintes informações sobre o referido problema:

- Função objetivo: o objetivo deste estudo é maximizar os lucros. A soma dos lucros, multiplicada pela quantidade de produtos a serem produzidos no período. O valor estipulado para a venda de sacolé é de R\$ 1,50 e para cocada é de R\$ 1,00. Assim, a Equação 2 traz a função objetivo deste trabalho, que deverá ser maximizada:

$$L = 1,5x_1 + 1x_2 \quad (2)$$

- Variáveis de decisão: representam a quantidade de sacolés e cocadas a serem produzidas por lotes no estudo. Neste problema, tem-se as seguintes variáveis de decisão:

$$\begin{aligned} x_1 &= \text{Quantidade de sacolés a serem produzidos;} \\ x_2 &= \text{Quantidade de cocadas a serem produzidas;} \end{aligned}$$

- Restrições do modelo: As Equações 3, 4 e 5 representam as restrições do modelo. A Equação 3 traz a primeira restrição, que se refere à demanda máxima de sacolés e a Equação 4 traz a segunda restrição, que se refere à demanda máxima de cocadas. Essas previsões de demandas foram estipuladas de forma subjetiva (método qualitativo), através da percepção da empreendedora. A Equação 5 apresenta a terceira restrição do modelo, que se refere ao limite de tempo (em minutos) disponível para produzir os produtos. Além disso, a Equação 6 traz a restrição de não-negatividade das variáveis de um problema de PL.

$$x_1 \leq 60 \quad (3)$$

$$x_2 \leq 24 \quad (4)$$

$$2x_1 + 6,25x_2 \leq 270 \quad (5)$$

$$x_1, x_2 \geq 0 \quad (6)$$

O software empregado para realização e solução do problema foi a ferramenta Solver do Excel. O Solver é um software com grande facilidade de manipulação e com boa disposição dos registros feitos pela operação. A Figura 1 mostra como os dados da empresa inseridos no

software Excel são visualizados.

Figura 1 - Informações do problema no Solver

Método Solver						
Função Objetivo	Lucro Total para a produção diária (R\$)	0,00				
Variáveis de Decisão	Número de itens fabricados	x1	x2			
		x1	x2			
Dados	Lucro unitário (R\$)	1,5	1			
				Equações		
		x1	x2			
	Quantidade de tempo de fabricação (min)	2	6,25	0	<=	270
	Demanda máxima de x1:			0	<=	60
	Demanda máxima de x2:			0	<=	24

Fonte: Autores (2023)

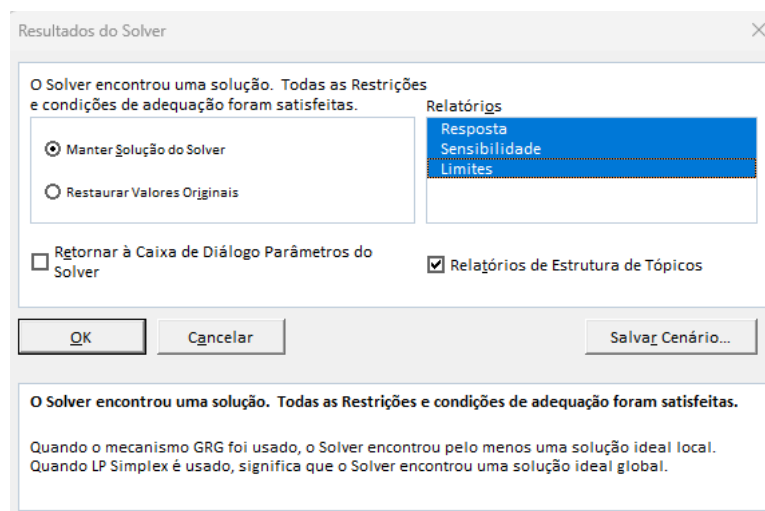
Já a Figura 2 mostra a tela do Solver após a inserção das informações. Ainda na Figura 2, tem-se a célula “definir objetivo”, onde consta o somatório da solução de cada variável multiplicada pelo seu coeficiente. Além disso, no marcador “para” deve-se marcar a opção de “máx.”, que informa que se trata de um problema de maximização. Em seguida, deve-se clicar no botão “Adicionar” para adicionar as restrições e seus símbolos (“igual ou menor” e “igual”). Depois de inserir as restrições, deve-se ir em opções do solver para marcar as opções selecionar não negativos, modelo linear (LP simplex), e então deve-se clicar em “resolver”.

Figura 2 - Caixa de diálogo do Solver

Fonte: Autores (2023)

A Figura 3 mostra a sequência da resolução do problema no Solver. A janela mostra nessa figura é para finalizar o processo de resolução do problema. Deve-se marcar as opções de resposta, sensibilidade e limites. Em seguida, deve-se clicar em “Manter solução do solver”. A Figura 4 mostra a tela do Solver com o resultado da maximização.

Figura 3 - Janela com a solução do problema pelo Solver.



Fonte: Autores (2023)

Figura 4 - Janela de Resultado do Solver

Método Solver						
Função Objetivo	Lucro Total para a produção diária (R\$)	114,00				
Variáveis de Decisão	Número de itens fabricados	x1	x2			
		60	24			
Dados	Lucro unitário (R\$)	x1	x2			
		1,5	1			
				Equações		
		x1	x2			
	Quantidade de tempo de fabricação (min)	2	6,25	270	<=	270
	Demanda máxima de x1:			60	<=	60
	Demanda máxima de x2:			24	<=	24

Fonte: Autores (2023)

O Solver ainda gera um pequeno relatório em outra aba com várias informações e estruturado em tópicos. Esse relatório é mostrado na Figura 5.

Figura 5 - Janela do relatório de estrutura de tópicos gerada pelo Solver

Microsoft Excel 16.0 Relatório de Respostas
 Planilha: [SOLVER - TRABALHO PRATICO (2).xlsx]Planilha4_2_2_2
 Relatório Criado: 22/05/2023 22:36:45
 Resultado: O Solver encontrou uma solução. Todas as Restrições e condições de adequação foram satisfeitas.
 Mecanismo do Solver
 Opções do Solver

Célula do Objetivo (Máx.)

Célula	Nome	Valor Original	Valor Final
\$C\$3	Lucro Total para a produção diária (R\$)	0,00	114,00

Células Variáveis

Célula	Nome	Valor Original	Valor Final	Número Inteiro
\$C\$6	x1	0	60	Conting.
\$D\$6	x2	0	24	Conting.

Restrições

Célula	Nome	Valor da Célula	Fórmula	Status	Margem de Atraso
\$E\$14	Quantidade de tempo de fabricação (min) Equações	270	\$E\$14<=\$G\$14	Associação	0
\$E\$15	Demanda máxima de x1: Equações	60	\$E\$15<=\$G\$15	Associação	0
\$E\$16	Demanda máxima de x2: Equações	24	\$E\$16<=\$G\$16	Associação	0

Fonte: Autores (2023)

O pequeno negócio localizado na cidade de Mossoró-RN obteve como uma solução ótima para maximização de seus lucros a produção de 60 sacolés e 24 cocadas, gerando uma receita diária de R\$114,00. Os custos diários com matéria-prima ficam em torno de R\$ 54,00. Assim, o lucro diário gira em torno de R\$ 60,00. A empreendedora implementou a solução encontrada e começou a obter o lucro máximo em seu empreendimento.

5. Conclusões

Esse trabalho aplicou a modelagem de PL para otimizar a produção de uma empreendedora informal que produz e vende produtos alimentícios (sacolés e cocadas) na cidade de Mossoró-RN. Assim, para chegar ao resultado do problema de PL estruturado foi utilizado o Solver, que é um módulo do Excel utilizado no tipo de problemática tratada nesta pesquisa.

A solução provida pelo Solver mostrou que, para obter o maior lucro possível dadas as restrições do modelo, a empreendedora precisa produzir e vender 60 sacolés e 24 cocadas diariamente, chegando a uma receita diária de R\$ 114,00. Esse resultado auxiliou a empreendedora na decisão de quanto produzir de cada produto, tendo em vista que, antes deste estudo, essas quantidades eram escolhidas de forma aleatória, ou seja, não levava à quantidade ótima de produção para os dois produtos comercializados.

Dessa forma, percebe-se que a PO é uma área do conhecimento que também encontra aplicabilidade em pequenos negócios informais, e não somente em grandes corporações, que,

em geral, enxergam a tomada de decisão como um processo extremamente complicado devido a todos os fatores que precisam ser levados em consideração para se chegar a uma solução ou consenso. Para trabalhos futuros, pretende-se realizar uma análise de mercado para verificar o diferencial entre a empreendedora e seus concorrentes. Além disso, uma pesquisa de mercado poderá mostrar se o público consumidor da empreendedora aceitaria pagar mais por produtos diferentes, tais como sacolés “*gourmet*”.

REFERÊNCIAS

ALVES, Rose. Bolo no Pote: O Acidente que virou Negócio de Sucesso. 1. 2017. Disponível em: <<https://protagonismonline.com/bolo-no-pote/>>. Acesso em: 30 jan. 2023.

ANDRÉ, M.E.D.A. Estudo de caso em Pesquisa e avaliação educacional. Brasília: Liber Livro Editora, 2005.

BASSANEZI, R. C. Ensino-Aprendizagem com Modelagem Matemática. São Paulo: Editora Contexto, 2014.

BELFIORE, P.; FÁVERO, L. P. Pesquisa operacional: para cursos de administração, contabilidade e economia. Rio de Janeiro: Elsevier-Campus, 2012.

Fuller, J. A., & Mansour, A. H. (2003).

GIL, Antônio Carlos. Método e Técnicas de Pesquisa Social. Atlas, 6 ed, 2008.

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

IBGE. Micro e pequenas empresas aumentam participação na economia brasileira. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2022-10/micro-e-pequenas-empresas-aumentam-participacao-na-economia-brasileira>> Acesso em 14 de março 2023.

JUNIOR, Aloísio de Castro Gomes; SOUZA, Marcone Jamilson Freitas. Solver (Excel): Manual de Referência. Departamento de computação Universidade de Ouro Preto (UFOP), 2004.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. Fundamentos de metodologia científica. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MONTEVECHI, José Arnaldo Barra. Pesquisa Operacional. Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), 2013.

RODRIGUES, L. Pesquisa Operacional – Programação Linear Passo a Passo: Do Entendimento do Problema à Interpretação da Solução. São Leopoldo. Unisinos, 2004.

SEBRAE. Planejamento: 29% das microempresas fecham após cinco anos. Disponível em: <<https://valor.globo.com/patrocinado/dino/noticia/2022/11/03/planejamento-29-das-microempresa-fecham-apos-cinco-anos.ghtml>> Acesso disponível em 20 de maio de 2023.