

## APLICANDO PESQUISA OPERACIONAL NO CONTEXTO DE UMA MICROEMPRESA DE SERVIÇOS DE BELEZA

### APPLYING OPERATIONAL RESEARCH IN THE CONTEXT OF A BEAUTY SERVICES MICRO ENTERPRISE

Pamela Adelino Ramos\* E-mail: [pamela@ccsa.ufpb.br](mailto:pamela@ccsa.ufpb.br)  
Marina Fonseca Martins de Melo\* E-mail: [marinafonsecamartins2@gmail.com](mailto:marinafonsecamartins2@gmail.com)  
Helen Silva Gonçalves\* E-mail: [helen.goncalves.ufpb@gmail.com](mailto:helen.goncalves.ufpb@gmail.com)  
\*Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, PB, Brasil

**Resumo:** Este artigo utiliza a Pesquisa Operacional para a maximização de lucros e melhoria da tomada de decisão em uma microempresa de serviços de beleza através da aplicação de programação linear. A pesquisa classifica-se como aplicada, exploratória e quantitativa por meio de estudo de caso. A coleta dos dados foi realizada através de entrevista para identificar as variáveis de decisão, função objetivo e restrições do sistema. O modelo foi inserido em planilha eletrônica com resolução através do Solver. As variáveis de decisão foram definidas como a quantidade de cada um dos diferentes serviços a serem realizados. As restrições identificadas dizem respeito ao horário de funcionamento, horário inicial, atendimento da clientela fiel, limitação da mão de obra e demandas máximas de cada serviço. A solução ótima mostrou que a receita mensal da empresa pode aumentar em 206%. Recomenda-se manter ou aumentar as demandas máximas dos serviços cujas restrições não têm folga, conseguir demanda para o horário ocioso e reavaliar o preço dos serviços das variáveis não básicas. A pesquisa demonstrou a relevância da aplicação de PO em micro e pequenas empresas, e o impacto financeiro que podem produzir.

**Palavras-chave:** Pesquisa Operacional. Programação Linear. Solver. Microempresas. Estudo de caso

**Abstract:** This article uses Operational Research to maximize profits and improve decision making in a beauty services microenterprise by applying linear programming. The research is classified as applied, exploratory and quantitative through a case study. Data collection was performed through interviews to identify decision variables, objective function and system constraints. The model was inserted into an electronic spreadsheet with resolution using Solver. Decision variables were defined as the amount of each of the different services performed. The identified restrictions concern the opening hours, opening hours, service to the loyal clientele, limitation of labour, and maximum service demands. The optimal solution showed that the company's monthly revenue could increase by 206%. It is recommended to maintain or improve the maximum demands of services whose restrictions do not have slack, achieve demand for idle hours, and reassess the price of non-basic variables. The research demonstrated the relevance of applying PO in micro and small businesses and the financial impact.

**Keywords:** Operational research. Linear Programming. Solver. Microenterprises. Case study

## 1 INTRODUÇÃO

Desde que surgiu, a pesquisa operacional (PO) é utilizada para orientar a tomada de decisão e a resolução de problemas. Na sua origem, esses problemas eram de natureza militar, conforme mencionado por Silva *et al.* (2017, p. 1), “a Pesquisa Operacional como a conhecemos surgiu durante a Segunda Guerra Mundial, resultado de estudos realizados por equipes interdisciplinares de cientistas contratados para resolver problemas militares de ordem estratégica e tática”. Logo em seguida, esse conhecimento foi empregado na realidade das organizações e passou a contribuir de modo formidável para o crescimento delas. De uma forma geral, “a pesquisa operacional contempla um conjunto de conceitos matemáticos, estatísticos e técnicas de inteligência artificial utilizado para modelar problemas com o objetivo de gerar soluções otimizadas” (GASSEN *et al.*, 2019, p. 22).

A programação linear (PL) é parte integrante da pesquisa operacional. Hillier e Lieberman (2013, p. 69) afirmam que: “a programação linear é uma técnica poderosa para lidar com o problema de alocação de recursos limitados entre atividades que competem entre si, bem como outros problemas com formulação matemática similar”. Além de se tornar uma importante ferramenta para inúmeras organizações comerciais e industriais, considera a alocação de recursos em contextos diferentes, havendo um reconhecimento crescente da enorme aplicabilidade dessa técnica.

Grandes organizações investem em pesquisa operacional, isso porque “à medida que aumentam a complexidade e a especialização, torna-se cada vez mais difícil alocar os recursos disponíveis para as diversas atividades da maneira mais eficiente para toda a organização”. (HILLIER; LIEBERMAN, 2013, p. 1). O retorno financeiro que essas empresas obtêm chega à dimensão de milhões ou bilhões de dólares. Fica evidente que a utilização de PO proporciona a essas empresas grande vantagem competitiva.

Porém, é importante ressaltar que a pesquisa operacional traz resultados benéficos para as organizações independente do seu tamanho. Colin (2019, p. 1) afirma que, “além dos casos de grandes economias, há uma outra infinidade de casos em que as aplicações geram economias menos substanciais, mas facilitam sobremaneira a vida do administrador”.

Considerando todos os benefícios mencionados, seria bastante relevante que gestores de organizações de pequeno e médio porte passassem a incorporar a pesquisa operacional em seus negócios. De acordo com Salomé *et al.* (2021, p. 2), “as empresas de micro e pequeno porte, que ainda utilizam apenas o modelo tradicional de comercialização, estão expostas ao grande risco de não conseguirem sobreviver à atual crise de Covid-19, o que impõe a elas uma demanda prioritária de adaptação”. Dessa forma, a busca por metodologias diferenciadas para a tomada de decisão quanto aos seus negócios é relevante para o sucesso do negócio.

No Brasil, existe uma classificação para as empresas de acordo com o seu porte. As micro e pequenas empresas (MPEs) são definidas pela Lei Complementar nº 123/2006, que faz a classificação considerando a receita bruta da organização (BRASIL, 2006). Posteriormente, a Lei Complementar nº 128/2008, alterando a lei antes mencionada, criou a figura jurídica do microempreendedor individual (MEI) (BRASIL, 2008). No cenário atual, há poucos estudos de pesquisa operacional direcionados à realidade das MPEs, inclusive de MEIs. Pesquisas que apliquem esse conhecimento em negócios de pequeno porte podem contribuir muito para a sobrevivência e crescimento desses empreendimentos. Para muitas dessas empresas PO é um assunto desconhecido. Segundo Bohn Junior *et al.* (2016, p.2), as micros e pequenas empresas (MPEs) geralmente surgem e florescem sem utilizar ferramentas de planejamento ou gestão devido a plena falta de conhecimento dos proprietários, mesmo assim, algumas obtêm êxito e podem permanecer por longos períodos”.

O presente trabalho buscou realizar um estudo de caso em uma microempresa de serviços de beleza, no qual as técnicas e ferramentas de pesquisa operacional puderam ser aplicadas considerando as características próprias do negócio, de maneira a contribuir com a maximização do lucro e auxiliar a gestora no processo de tomada de decisão em questões importantes de sua organização. Para tanto, o objetivo do estudo foi utilizar a pesquisa operacional em uma MEI, por meio de uma formulação matemática que possibilite a maximização de lucros e melhoria da tomada de decisão através da aplicação de programação linear. A pesquisa procurou responder a seguinte questão: Como utilizar a pesquisa operacional na realidade de uma empresa MEI para resolver o problema de maximização de lucros e tomada de decisão? Segundo Carvalho *et al.* (2020, p. 450), “o estudo que utiliza a

programação linear em uma empresa de salão de beleza tem o intuito de maximizar os lucros e otimizar processos, analisando as restrições dos serviços com o intuito de avaliar qual tipo de serviço gera maior lucratividade”.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 O Uso da Pesquisa Operacional no Processo Decisório**

O processo de tomada de decisão é parte constante no dia a dia daqueles que administram organizações. Frequentemente gestores devem avaliar situações diversas, encontrar e ponderar sobre as alternativas de ação e optar por alguma dentre elas. Conforme Lachtermacher (2018, p. 3), “podemos entender a tomada de decisão como o processo de identificação de um problema ou de uma oportunidade e a seleção de uma linha de ação para resolvê-lo”.

Todavia, nem todas as decisões têm a mesma importância, o processo decisório precisa levar em consideração os impactos que serão gerados a partir das escolhas feitas. Sendo assim, mecanismos que auxiliem os gestores na tomada de decisão podem desempenhar um papel fundamental para facilitar esse processo e propiciar o alcance dos resultados almejados.

A intuição gerencial desenvolvida pelos gestores, em geral, advém da própria experiência administrativa, fruto de situações anteriormente vivenciadas ou conhecidas. Muitos são os gerentes, sobretudo aqueles que administram pequenos negócios, cujas decisões são ainda baseadas unicamente na intuição, essas empresas ficam à mercê de que as percepções dos administradores estejam corretas. Sobre isso, Lachtermacher (2018, p. 3) conta que, até recentemente, a utilização apenas da intuição gerencial “se constituía na única alternativa viável, visto que não existiam nem dados, nem informações sobre os problemas, nem poder computacional para resolvê-los”.

Contudo, os avanços tecnológicos propiciaram que as organizações pudessem obter e armazenar dados com maior facilidade e em grandes proporções, bem como, com o surgimento de novas ferramentas computacionais, que esses dados pudessem ser organizados e processados de modo eficiente. É importante dizer que essas tecnologias estão cada vez mais acessíveis, em relação tanto à

facilidade de utilização quanto aos custos associados. Segundo Faccin *et al.* (2020, p.1), “a busca da maximização do lucro por parte das empresas são ações que englobam principalmente a gestão de custos. Ou seja, conhecer tudo o que é gasto para formar o produto ou serviço e tratar as providências para minimizar o custo”.

Nesse contexto, a utilização da pesquisa operacional consegue criar modelos matemáticos que retratam as diferentes situações em questão nas empresas, bem como possui as técnicas de resolução desses modelos que são utilizadas pelas ferramentas computacionais. “Modelos de programação linear em geral admitem que os dados sejam precisamente conhecidos e iguais a determinados valores nominais” (MUNHOZ; MORABITO, 2013, p. 423). Dessa forma, a PO apresenta aos gestores as melhores alternativas de decisão e os resultados esperados a partir do modelo utilizado. “A pesquisa operacional é um ramo da engenharia voltado para a resolução de problemas reais, com foco na tomada de decisões, usando recursos matemáticos, estatísticos e algoritmos” (BARGOS; LAMAS; BILATO, 2018, p. 1). Segundo Pinochet *et al.* (2018, p. 95), “a pesquisa operacional (PO) é um método que cria a estrutura e formulação de problemas da vida real como um modelo matemático de tal forma que o modelo possa ser reproduzido na vida real, bem como as suas soluções”.

## **2.2 O Solver e a Análise Pós-otimalidade**

“Após a formulação de um modelo matemático para o problema em questão, a próxima fase em um estudo de PO é desenvolver um procedimento (normalmente com base em computador) para derivar soluções para o problema desse modelo” (HILLIER; LIEBERMAN, 2013, p. 12). Sendo assim, a fim de derivar a solução (ou soluções) ótima para o problema estudado no presente trabalho, segue-se um detalhamento sobre a ferramenta computacional utilizada. Segundo Lourenço *et al.* (2013), a abordagem sistemática da pesquisa operacional para a solução de problemas permite o estabelecimento de interconexões entre problemas distintos que nos ajudam a compreender melhor os comportamentos e parâmetros dos problemas desde a sua formulação.

Lachtermacher (2018, p. 48) aponta que “dentre as ferramentas que vêm ganhando cada vez mais adeptos, as planilhas eletrônicas são as preferidas, pois,

além da facilidade de utilização, estão presentes em praticamente todas as empresas modernas”. Hillier e Lieberman (2013, p. 5) mencionam que “hoje, uma abordagem muito conhecida é o uso do programa de planilhas mais utilizado do momento, o Microsoft Excel, para formular pequenos modelos de PO no formato de planilha”. Sobre o Solver descrevem que, “o Excel inclui uma ferramenta chamada Solver que usa o método simplex para encontrar uma solução ótima” (HILLIER; LIEBERMAN, 2013, p. 58). Segundo Melo *et al.* (2021, p. 11), “a modelagem do problema na Programação Linear é complexa, porém o seu cálculo para achar a solução ótima é bastante simples e tem maior objetividade de achar adequadamente o retorno maximizado para cada requisito”.

Sobre a capacidade das planilhas, Hillier e Lieberman (2013, p. 55) discorrem que, “pacotes de software de planilhas, como o Excel, constituem uma ferramenta muito utilizada para analisar e resolver pequenos problemas de programação linear”. Entretanto, é importante estar ciente de que “uma solução ótima para o modelo original pode estar longe do ideal para o problema real, de modo que se faz necessária uma análise adicional” (HILLIER; LIEBERMAN, 2013, p. 13). Trata-se da análise de pós-otimalidade, que de acordo com Hillier e Lieberman (2013, p. 13) consiste em uma “análise feita após encontrar-se uma solução ótima”.

A análise pós-otimalidade permite uma análise mais diversa, conforme é colocado por Colin (2019, p. 77), “após um modelo ter sido formulado e resolvido, podemos estar interessados em qual seria o seu comportamento caso variáveis, objetivos, restrições ou parâmetros mudem”. A possibilidade de realizar essa análise é relevante, uma vez que, “como os valores externos de um modelo são normalmente dinâmicos, é muito útil saber em que intervalos eles podem variar sem que seja necessária a procura de nova solução” (Silva *et al.*, 2017, p. 110). Sendo assim, “em razão da incerteza sobre o valor real do parâmetro, é importante analisar como a solução derivada do modelo finalmente modificaria se o valor atribuído ao parâmetro fosse modificado para outros valores plausíveis” (HILLIER; LIEBERMAN, 2013, p. 10).

Para a análise pós-otimalidade são necessárias certas informações, estas podem ser encontradas em diferentes relatórios gerados pela ferramenta Solver do Excel. O Solver produz relatório de respostas, relatório de limites e relatório de sensibilidade. “A realização de uma análise de sensibilidade de um problema de

programação linear é algo importante e desafiador e que permite obter percepções sobre os principais fatores de variabilidade” (BORGONOVO; BUZZARD; WENDELL, 2018, p. 333).

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Classificação da Pesquisa**

O presente estudo é classificado como pesquisa aplicada, pois trata-se da aplicação prática de conhecimentos prévios na realidade de uma organização.

Quanto aos objetivos, Gil (2018, p. 26) afirma que “as pesquisas exploratórias têm como propósito proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses”. Desse modo, essa pesquisa é classificada como sendo exploratória, uma vez que procura investigar como a aplicação da pesquisa operacional pode contribuir na melhoria do processo decisório de uma microempresa e identificar a relação entre as decisões tomadas e os resultados esperados.

Quanto à abordagem, a pesquisa é considerada quantitativa, uma vez que os dados necessários e as técnicas utilizadas são de natureza quantitativa.

Quanto ao procedimento, caracteriza-se como um estudo de caso, pois a pesquisa será desenvolvida na realidade de uma empresa específica. Yin (2015, p. 4) comenta que “um estudo de caso permite que os investigadores foquem um ‘caso’ e retenham uma perspectiva holística e do mundo real”. É importante saber que “estudo de caso, como o experimento, não representa uma ‘amostragem’ e ao realizar o estudo de caso, sua meta será expandir e generalizar teorias (generalização analítica) e não inferir probabilidades (generalização estatística)” (YIN, 2015, p. 22).

#### **3.2 Universo e Amostra**

Segundo Marconi e Lakatos (2019, p. 234), “universo ou população é o conjunto de seres animados ou inanimados que apresentam pelo menos uma característica em comum”. Desse modo, o universo deste estudo é composto por

todas as micro e pequenas empresas nas quais seja possível a aplicação de pesquisa operacional.

“Não há unanimidade sobre a delimitação do segmento das micro e pequenas empresas” (IBGE, 2003, p. 17). O critério adotado pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE – para a classificação do porte dos estabelecimentos “é definido em função do número de pessoas ocupadas e depende do setor de atividade econômica investigado” (SEBRAE, 2013, p. 17). Segundo essa classificação, no setor de comércio e serviços, um empreendimento é considerado uma microempresa se tiver até 9 pessoas ocupadas e uma pequena empresa se houver de 10 a 49 pessoas.

A Lei Complementar nº 123/2006 utiliza como critério para definição das MPEs a receita bruta, de modo que microempresas são aquelas que possuem faturamento anual de até R\$360 mil e empresas de pequeno porte têm faturamento anual entre R\$ 360 mil e R\$ 4,8 milhões (BRASIL, 2006).

Por se tratar de um estudo de caso, a amostra deste trabalho está reduzida a uma única unidade de estudo, que foi escolhida devido à facilidade de acesso às informações que seriam necessárias para o desenvolvimento da pesquisa.

A unidade de estudo desta pesquisa é uma microempresa de serviços de beleza, localizada no município de João Pessoa, Paraíba. Segundo a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), a empresa está enquadrada na categoria de atividades de serviços pessoais, compreendida na subclasse CNAE 9602-5/01, que diz respeito a serviços de cabeleireiro, manicure e pedicure. A forma jurídica da empresa é definida como Microempreendedor Individual.

### **3.3 Técnica e Instrumento de Pesquisa**

A técnica de pesquisa empregada para a coleta dos dados foi a entrevista do tipo semi-estruturada. Um roteiro de entrevista foi utilizado como instrumento de pesquisa. “As entrevistas semi-estruturadas combinam perguntas abertas e fechadas, onde o informante tem a possibilidade de discorrer sobre o tema proposto” (BONI; QUARESMA, 2005, p. 75). Devido a essa característica, fez-se a opção por esse tipo de entrevista, que garante a obtenção das informações necessárias, uma vez que segue um roteiro pré-definido, mas ainda permite certa flexibilidade no

momento da entrevista, já que o pesquisador pode realizar outros questionamentos conforme perceba necessário.

### **3.4 Coleta de Dados**

“A coleta de dados é a etapa da pesquisa em que se inicia a aplicação dos instrumentos elaborados e das técnicas selecionadas, a fim de efetuar a coleta dos dados previstos” (MARCONI; LAKATOS, 2019, p. 180).

A entrevista foi realizada com a gestora da organização, visto que somente ela possui as informações necessárias sobre o negócio. Tais informações dizem respeito sobre os serviços prestados pela empresa, o valor de cada um desses serviços, os custos associados, o tempo de execução dos serviços, as limitações em relação à disponibilidade de matéria-prima e recursos financeiros, a capacidade produtiva, informações sobre a demanda, entre outras. Os dados obtidos foram registrados simultaneamente por meio de anotações. Em razão da pandemia do Coronavírus, a entrevista foi realizada remotamente e teve duração de 2 horas.

### **3.5 Processamento de Dados**

Uma vez realizada a coleta dos dados, as informações foram organizadas para a devida formulação do problema e modelagem. Nessa etapa, foram identificadas as variáveis de decisão e formuladas a equação da função objetivo e as inequações referentes às restrições encontradas no sistema, de modo a construir um modelo matemático na forma padrão de um problema de programação linear, capaz de representar de maneira eficaz a realidade da empresa.

O modelo foi inserido em planilha do programa Microsoft Excel e a resolução das simulações foi realizada através do Solver. A análise dos resultados foi feita utilizando as soluções ótimas encontradas nas diversas simulações realizadas e, também, a partir das informações provenientes dos relatórios gerados pelo Solver.

## 4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 4.1 Análise Descritiva

A presente pesquisa foi realizada em uma microempresa de serviços de beleza. O salão funciona de segunda à sexta-feira, no horário das 14h00 às 19h00. Os serviços ofertados, bem como, o preço, a margem de lucro e o tempo médio de execução de cada um, encontram-se listados no Tabela 1.

**Tabela 1** - Serviços do salão.

Serviço	Preço	Lucro	Tempo médio
01. Corte masculino com máquina	R\$ 12,00	R\$ 10,31	15 min
02. Corte masculino com máquina e tesoura	R\$ 15,00	R\$ 13,31	25 min
03. Corte masculino com tesoura	R\$ 20,00	R\$ 18,32	35 min
04. Corte feminino com lavagem	R\$ 25,00	R\$ 21,16	45 min
05. Manutenção de sobrancelhas	R\$ 10,00	R\$ 9,74	12 min
06. Design de sobrancelhas	R\$ 13,00	R\$ 12,74	20 min
07. Barba	R\$ 15,00	R\$ 10,90	30 min
08. Aplicação de coloração	R\$ 20,00	R\$ 17,69	30 min
09. Manicure masculina	R\$ 10,00	R\$ 9,39	30 min
10. Pedicure masculina	R\$ 15,00	R\$ 14,39	40 min
11. Podologia	R\$ 25,00	R\$ 22,52	70 min

**Fonte:** Dados da pesquisa (2020).

**Tabela 2** - Demanda máxima diária por serviço.

Serviço	Demanda máxima
Corte masculino com máquina	7
Corte masculino com máquina e tesoura	5
Corte masculino com tesoura	2
Corte feminino com lavagem	3
Design e manutenção de sobrancelhas	4
Barba	3
Aplicação de coloração	3
Manicure masculina	3
Pedicure masculina	3
Podologia	2

**Fonte:** Dados da pesquisa (2020).

Na Tabela 2 está expressa a procura diária máxima de cada um dos serviços oferecidos pela empresa. Esses valores se referem à observação e experiência da empresária no dia a dia do salão desde a sua inauguração.

Ocasionalmente, o salão oferece preços promocionais para o público masculino: R\$10,00, R\$13,00 e R\$18,00 para os cortes com máquina, com máquina e tesoura e apenas com tesoura respectivamente.

Os serviços mais procurados pelos clientes são os cortes masculinos e os serviços de manicure e pedicure. Existe também uma clientela fidelizada. Esses clientes fiéis demandam mensalmente 55 cortes masculinos e 15 manutenções de sobrancelhas.

No horário das 14h00 às 15h30, a procura por serviços é menor. De modo que todos os dias há um certo tempo de ociosidade no salão, mas a partir das 16h00 o movimento aumenta. Em razão disso, os serviços de manicure, pedicure e podologia são, preferencialmente, realizados no horário inicial, isto é, antes das 16h00, pois esses serviços demoram e, caso fossem executados, não seria possível atender a demanda que chega após esse horário. Frequentemente, são tantos os clientes que chegam no salão que é necessário estender o horário de trabalho para conseguir atender a todos.

Atualmente, a mão de obra está restrita a uma única pessoa, que é a própria gestora. Há também uma limitação de trabalho referente aos serviços de corte, somente é possível a realização de até 17 cortes por dia, mais do que isso seria exaustivo.

No momento, a receita média mensal da empresa é de aproximadamente R\$1.400,00. As despesas fixas do negócio costumam ser em torno de R\$ 370,00 por mês. A proprietária informou que gostaria de receber pelo seu trabalho um pró-labore mensal de R\$3.000,00.

## **4.2 Análise Exploratória**

### **4.2.1 Modelagem do Problema**

Para realizar a modelagem do problema, o primeiro passo consiste em determinar quais são as variáveis de decisão e qual a função objetivo. As variáveis do problema são cada um dos serviços prestados no salão. Desse modo, as variáveis  $x_i$  foram definidas conforme o Quadro 1:

**Quadro 1 - Variáveis de decisão**

VARIÁVEL	DEFINIÇÃO
X <sub>1</sub>	Quantidade de cortes masculinos com máquina realizados
X <sub>2</sub>	Quantidade de cortes masculinos com máquina e tesoura realizados
X <sub>3</sub>	Quantidade de cortes masculinos com tesoura realizados
X <sub>4</sub>	Quantidade de cortes femininos com lavagem realizados
X <sub>5</sub>	Quantidade de manutenções de sobrancelhas realizadas
X <sub>6</sub>	Quantidade de designs de sobrancelhas realizados
X <sub>7</sub>	Quantidade de barbas feitas
X <sub>8</sub>	Quantidade de aplicações de coloração
X <sub>9</sub>	Quantidade de procedimentos de manicure masculina realizados
X <sub>10</sub>	Quantidade de procedimentos de pedicure masculina realizados
X <sub>11</sub>	Quantidade de procedimentos podologia realizados

**Fonte:** Dados da Pesquisa (2020).

O objetivo do problema consiste em maximizar os lucros da empresa. Sendo assim, a função objetivo será obtida a partir do somatório dos produtos das variáveis de decisão pelos respectivos lucros de cada serviço. Dessa forma, segue a função objetiva criada para o modelo, em que L representa o lucro total e  $l_i$  o lucro de cada serviço.

$$\text{Max } L = \sum_{i=1}^{11} x_i l_i$$

A modelagem do problema depende também que sejam identificadas e incluídas as restrições do sistema. A primeira restrição observada considera o horário de funcionamento, que inicia às 14h00 e encerra às 19h00. Portanto, o salão fica aberto 5 horas por dia. Esse é o tempo disponível para a realização dos serviços. Logo, a restrição R<sub>1</sub> (horário de funcionamento) determina que o somatório dos produtos das variáveis de decisão pelos respectivos tempos médios  $t_i$  de execução de cada serviço não pode ser superior ao tempo T que o salão permanece aberto.

$$R1: \sum_{i=1}^{11} x_i t_i \leq T$$

A segunda restrição diz respeito ao tempo disponível para os serviços de manicure, pedicure e podologia. A empresa prefere que estes serviços sejam realizados apenas nas 2 horas iniciais do expediente, quando a demanda de clientes é menor. Assim, a restrição R<sub>2</sub> (horário inicial) estabelece que a soma do produto das variáveis x<sub>9</sub>, x<sub>10</sub> e x<sub>11</sub> pelos seus respectivos tempos médios de execução não pode ser maior que o tempo disponível no horário inicial HI.

$$R_2: x_9t_9 + x_{10}t_{10} + x_{11}t_{11} \leq HI$$

Há uma clientela fiel ao qual o salão deve continuar atendendo. Portanto, é necessário garantir que pelo menos os serviços demandados por estes clientes continuem a ser executados. Deste modo, as restrições R<sub>3</sub> e R<sub>4</sub> expressam a quantidade de serviços mínima para atendimento da clientela fiel, sendo R<sub>3</sub> (cortes masculinos fidelizados) a restrição dos clientes que procuram pelos cortes masculinos C<sub>cm</sub> e R<sub>4</sub> (manutenção de sobrancelha fidelizada) dos clientes que buscam a manutenção de sobrancelhas C<sub>ms</sub>.

$$R_3: x_1 + x_2 + x_3 \geq C_{cm}$$

$$R_4: x_5 \geq C_{ms}$$

A restrição R<sub>5</sub> (limite de cortes) considera a limitação da mão de obra em relação ao número máximo de cortes que é possível realizar num dia, garantindo a integridade física de quem trabalha. O número total de cortes realizados não pode ser superior a esse limite LC.

$$R_5: x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \leq LC$$

As restrições R<sub>6</sub>, R<sub>7</sub>, R<sub>8</sub>, R<sub>9</sub>, R<sub>10</sub>, R<sub>11</sub>, R<sub>12</sub>, R<sub>13</sub>, R<sub>14</sub> e R<sub>15</sub> estão relacionadas às demandas máximas diárias identificadas para cada serviço. Essas restrições estabelecem que a quantidade de vezes que determinado serviço é realizado deve ser menor ou igual a sua demanda máxima D<sub>i</sub>. A demanda máxima diária por serviços de sobrancelha foi observada independente de ser design ou manutenção, assim refere-se a soma dos dois serviços.

- R6:  $x_1 \leq D_1$
- R7:  $x_2 \leq D_2$
- R8:  $x_3 \leq D_3$
- R9:  $x_4 \leq D_4$
- R10:  $x_5 + x_6 \leq D_{5e6}$
- R11:  $x_7 \leq D_7$
- R12:  $x_8 \leq D_8$
- R13:  $x_9 \leq D_9$
- R14:  $x_{10} \leq D_{10}$
- R15:  $x_{11} \leq D_{11}$

Uma vez definidas as variáveis de decisão, a função objetivo e as restrições do sistema, o modelo foi, então, inserido em planilha de Excel. Os dados foram inseridos objetivando a maximização do lucro diário. Para o cálculo foi considerado um mês com 20 dias úteis, dessa forma, foram realizadas as devidas conversões: 55 e 15 clientes por mês é igual a 2,75 e 0,75 clientes por dia, respectivamente. As informações em horas foram convertidas para minutos: 5h é o mesmo que 300min e 2h são 120min.

#### **4.2.2 Simulação com Valores Inteiros**

Inicialmente foi realizada uma simulação que obteve um o lucro diário de R\$194,55, que multiplicado por 20 dias de trabalho, resultaria em um lucro mensal de R\$3.890,94. Contudo, na realidade não existem valores quebrados de serviços, dessa forma, foi realizada uma segunda simulação e obteve-se uma nova solução ótima, conforme mostra a Figura 1.

**Figura 1 - Nova solução ótima.**

Serviço	Variável	Quantidade	Lucro (R\$)	Tempo médio (min)
Corte masculino com máquina	$x_1$	7	10,31	15
Corte masculino com máquina e tesoura	$x_2$	2	13,31	25
Corte masculino com tesoura	$x_3$	0	18,32	35
Corte feminino com lavagem	$x_4$	0	21,16	45
Manutenção de sobrancelha	$x_5$	4	9,74	12
Design de sobrancelha	$x_6$	0	12,74	20
Barba	$x_7$	0	10,90	30
Aplicação de coloração	$x_8$	3	17,69	30
Manicure masculina	$x_9$	0	9,39	30
Pedicure masculina	$x_{10}$	0	14,39	40
Podologia	$x_{11}$	0	22,52	70

  

Max L (lucro diário)	R\$ 190,82
Lucro Mensal	R\$ 3.816,40

  

	Restrição	Resultado	Valor limite
Horário de funcionamento (min)	R1	293	300
Horário inicial (min)	R2	0	120
Cortes masculinos fidelizados	R3	9	2,75
Manutenção de sobrancelha fidelizada	R4	4	0,75
Limite de cortes	R5	9	17
Demanda máxima de $x_1$	R6	7	7
Demanda máxima de $x_2$	R7	2	5
Demanda máxima de $x_3$	R8	0	2
Demanda máxima de $x_4$	R9	0	3
Demanda máxima de $x_5$ e $x_6$	R10	4	4
Demanda máxima de $x_7$	R11	0	3
Demanda máxima de $x_8$	R12	3	3
Demanda máxima de $x_9$	R13	0	3
Demanda máxima de $x_{10}$	R14	0	3
Demanda máxima de $x_{11}$	R15	0	2

**Fonte:** Dados da Pesquisa (2020).

Na segunda simulação, a nova solução ótima é bastante semelhante à primeira. O número de cortes masculinos com máquina e tesoura foi reduzido para 2, conseqüentemente, os lucros diário e mensal passaram a ser de R\$190,82 e R\$3.816,40, respectivamente.

O Solver, além de apresentar a solução ótima do modelo, fornece informações adicionais importantes para a realização da análise de sensibilidade. Esses dados são encontrados nos relatórios gerados pelo programa. Assim, na primeira simulação foram produzidos três relatórios: Relatório de Respostas 1, Relatório de Sensibilidade 1 e Relatório de Limites 1. Na segunda simulação, com o acréscimo da restrição de variáveis com valores inteiros, só foi possível gerar o Relatório de Respostas 2.

A Tabela 3 apresenta os valores das restrições e as folgas para as soluções ótimas encontradas nas duas simulações. Apresenta também os valores de preço sombra da primeira simulação.

Como se pode observar, as restrições R<sub>6</sub>, R<sub>10</sub> e R<sub>12</sub> não têm folga, o que quer dizer que são recursos escassos. Todas referem-se à demanda máxima de um determinado serviço. Portanto, a solução ótima está considerando atender toda a procura diária por serviços de corte masculino com máquina, manutenção e design de sobancelhas e aplicação de coloração.

**Tabela 3** - Valores, folgas e preço sombra das restrições.

Restrição	Valor 1	Valor 2	Folga 1	Folga 2	Preço Sombra
R <sub>1</sub>	300	293	0	7	0,5324
R <sub>2</sub>	0	0	120	120	0
R <sub>3</sub>	9,28	9	6,53	6,25	0
R <sub>4</sub>	4	4	3,25	3,25	0
R <sub>5</sub>	9,28	9	7,72	8	0
R <sub>6</sub>	7	7	0	0	2,324
R <sub>7</sub>	2,28	2	2,72	3	0
R <sub>8</sub>	0	0	2	2	0
R <sub>9</sub>	0	0	3	3	0
R <sub>10</sub>	4	4	0	0	3,3512
R <sub>11</sub>	0	0	3	3	0
R <sub>12</sub>	3	3	0	0	1,718
R <sub>13</sub>	0	0	3	3	0
R <sub>14</sub>	0	0	3	3	0
R <sub>15</sub>	0	0	2	2	0

**Fonte:** Dados da Pesquisa (2020).

É possível obter a variação do objetivo alterando o valor do parâmetro no modelo e processando-o no Solver novamente. Dessa forma, foram realizadas mais seis simulações, sempre acrescentando ou diminuindo a demanda de uma única restrição em uma unidade, para medir a variação do lucro. Assim, na restrição R<sub>6</sub>, se a demanda por cortes masculinos com máquina aumenta de 7 para 8 em um dia, o lucro será de R\$192,83, ou seja, um aumento de R\$2,01. Porém, se a demanda diminui para 6, o lucro diário será reduzido em R\$0,29. Pode-se observar que esses valores diferem entre si e do preço sombra encontrado para esta restrição na primeira solução, que foi de R\$2,32. Para a restrição R<sub>10</sub>, o aumento na procura por serviços de sobancelha vai gerar um acréscimo de R\$5,36, já a diminuição provoca uma redução de R\$1,73. Quanto à restrição R<sub>12</sub>, as alterações de uma unidade na

demanda por aplicação de coloração provocam uma diferença de R\$4,38 e R\$0,63 no resultado.

A restrição  $R_1$  (horário de funcionamento) no Relatório de Respostas 1 não apresentou folga, todavia, no relatório da nova solução ótima há uma sobra de 7 minutos. Isso ocorreu porque, quando as variáveis podiam assumir valores fracionados, o tempo disponível para realização de serviços foi totalmente utilizado. Porém, ao forçar que as variáveis fossem inteiras, a soma dos tempos individuais de todos os serviços da solução ótima foi de 293 minutos e essa folga de 7 minutos não é suficiente para a realização de qualquer dos serviços. No entanto, na prática, este continua sendo um recurso escasso pois essa restrição limita diretamente a quantidade de serviços que podem ser realizados em um dia. Foi possível verificar isso ao realizar três novas simulações alterando esse parâmetro. De modo que o aumento de 1 minuto, provocou um acréscimo de R\$3,00 no resultado, mas diminuir 1 minuto não provocou alteração no lucro. O resultado só mudou quando se reduziu 8 minutos do tempo total, ou seja, 1 minuto a mais que a folga existente, resultando num lucro diário R\$4,31 menor.

As demais restrições apresentaram folga, sendo os seus recursos, portanto, não escassos. Os recursos das restrições  $R_5$  e  $R_7$  foram parcialmente utilizados. Na restrição  $R_5$  (limite de cortes), a mão de obra tem disposição para atender até 17 cortes por dia, no entanto, na solução ótima encontrada ela executa apenas 9 cortes. Desse modo, não faria diferença aumentar o limite de cortes. Essa restrição só teria impacto no lucro se, por alguma razão, ela somente conseguisse atender um número inferior a 9 cortes. Na restrição  $R_7$ , a demanda máxima por cortes com máquina e tesoura é de 5 por dia e apenas 2 cortes deveriam ser realizados segundo a solução ótima. Assim, aumentar essa demanda não influencia o lucro, apenas se a procura pelo serviço for inferior a 2 é que o resultado será impactado.

Em  $R_3$  e  $R_4$  temos as demandas dos clientes fiéis, que são de 55 cortes masculinos e 15 manutenções de sobrancelhas por mês. Na restrição  $R_3$ , segundo a solução ótima encontrada, devem ser realizados 9 cortes masculinos por dia, que resultam em 180 cortes em um mês com 20 dias úteis. Assim, seriam atendidos os 55 cortes da demanda fiel e mais 125 cortes de outros clientes. O número 125 dividido por 20 (dias úteis do mês) é igual a 6,25 que é o valor da folga encontrada no Relatório de Respostas 2. Ou seja, a folga nesse caso é o número diário de

cortes a mais do necessário para atender a clientela fiel. Da mesma forma, em R<sub>4</sub> são realizadas 80 manutenções de sobrancelha mensalmente, 65 a mais que o necessário, sendo, portanto, o valor da folga de 3,25. Diminuir o número de clientes fiéis para estes serviços não irá influenciar o lucro da empresa. Haveria alteração no lucro apenas se essa demanda fosse maior que 180 cortes masculinos ou 80 manutenções de sobrancelha por mês.

É relevante observar que nas restrições R<sub>2</sub>, R<sub>8</sub>, R<sub>9</sub>, R<sub>11</sub>, R<sub>13</sub>, R<sub>14</sub> e R<sub>15</sub> nada do recurso foi utilizado, como se pode observar pelo resultado do valor da restrição igual a 0 e porque as folgas foram iguais à totalidade do recurso disponível. Sendo assim, na restrição R<sub>2</sub> (horário inicial), não faz diferença dar preferência à realização de serviços de manicure, pedicure e podologia no horário inicial de atendimento, uma vez que, conforme a solução ótima encontrada, o melhor é que esse tempo seja utilizado para outros serviços. Também não faz diferença a demanda por serviços de corte masculino com tesoura (R<sub>8</sub>), corte feminino com lavagem (R<sub>9</sub>), barba (R<sub>11</sub>), manicure (R<sub>13</sub>), pedicure (R<sub>14</sub>) e podologia (R<sub>15</sub>). Essas demandas podem tanto serem reduzidas a zero, como aumentarem indefinidamente, que não irão afetar o lucro.

A solução ótima encontrada determina que apenas os serviços de corte masculino com máquina (x<sub>1</sub>), corte masculino com máquina e tesoura (x<sub>2</sub>), manutenção de sobrancelha (x<sub>5</sub>) e aplicação de coloração (x<sub>8</sub>) devem ser realizados. Portanto, x<sub>1</sub>, x<sub>2</sub>, x<sub>5</sub> e x<sub>8</sub> são as variáveis básicas. Os outros serviços obtiveram valor igual a zero na solução, ou seja, as demais variáveis são não básicas. Sendo assim, a realização de qualquer desses serviços implica na alteração do resultado. Executar um procedimento de podologia, por exemplo, implica em consumir o recurso tempo disponível, tempo este que seria utilizado por outros serviços especificados na solução. Desse modo, decidir por realizar um desses serviços provocará uma redução no lucro diário, a não ser que o lucro deste serviço seja devidamente aumentado.

O valor do custo reduzido, que pode ser obtido a partir do Relatório de Sensibilidade 1, aponta de quanto será a diminuição no objetivo caso um serviço de uma variável não básica seja executado. Significa, também, quanto maior deveria ser o lucro deste serviço para que ele fosse incluído na solução. Desse modo, se a

empresa resolver continuar oferecendo esses serviços, deve considerar fazer um ajuste dos preços, a fim de manter a maximização do lucro encontrada na solução.

Foram realizadas mais duas simulações. Sabe-se que manicure ( $x_9$ ) e pedicure ( $x_{10}$ ) estão entre os serviços mais procurados do salão. Porém, estas variáveis não estão na solução ótima, assim, foram simuladas a inclusão das mesmas, uma por vez. Ao adicionar uma restrição para tornar  $x_9$  uma variável básica, o resultado da função objetivo passou a ser de R\$186,90, que difere R\$3,92 do lucro obtido na solução ótima (R\$190,82). Assim, realizar um procedimento de manicure reduzirá o lucro diário em R\$3,92, a não ser que o preço deste serviço seja reajustado de R\$10,00 para R\$13,92. Da mesma forma, incluir um procedimento de pedicure na solução resultará na redução do lucro para R\$184,59, uma diferença de R\$6,23, salvo se o preço for modificado de R\$15,00 para R\$21,23.

#### **4.2.3 Simulação com Preços Promocionais**

Foi realizada uma nova simulação, na qual os lucros das variáveis  $x_1$ ,  $x_2$  e  $x_3$  foram alterados conforme a promoção que o salão costuma realizar. O resultado mostrou que, neste caso, devem ser realizados 7 cortes masculinos com máquina e tesoura ( $x_1$ ), 1 corte feminino com lavagem ( $x_4$ ), 3 manutenções de sobrancelha ( $x_5$ ), 1 design de sobrancelha ( $x_6$ ), e 3 aplicações de coloração ( $x_8$ ), gerando um lucro diário de R\$174,36 e mensal de R\$3.487,20.

Assim, foi possível verificar que as variáveis  $x_4$  e  $x_6$  tornaram-se básicas, enquanto  $x_2$  passou a ser não básica. Houve alteração também no valor de  $x_5$ . Durante o período que esta promoção for ofertada, o lucro diário máximo do salão será de R\$174,36, R\$16,46 menor que na solução ótima dos preços habituais.

#### **4.2.4 Simulação com Adição de Mão de Obra**

Foi realizada, ainda, uma última simulação, supondo que mais uma pessoa trabalhasse na empresa. Como consequência, nas restrições de tempo  $R_1$  (horário de funcionamento) e  $R_2$  (horário inicial) e, também, na restrição de mão de obra  $R_5$  (limite de cortes), os recursos disponíveis dobram em quantidade.

A otimização resultou num lucro diário de R\$339,87 e mensal de R\$ 6.797,40. Assim, o resultado do lucro diário seria aumentado em R\$149,05, de modo que, o

acréscimo no lucro mensal seria de R\$2.981,00. Neste cenário, todos os serviços de cortes ( $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$  e  $x_4$ ) seriam executados segundo a demanda máxima de cada um, os serviços de sobrancelha ( $x_5$  e  $x_6$ ) e a aplicação de coloração ( $x_8$ ), também. Assim as variáveis básicas  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$ ,  $x_4$ ,  $x_5$ ,  $x_6$  e  $x_8$  apresentaram os seguintes valores respectivamente: 7, 5, 2, 3, 1, 3 e 3. Os demais serviços, assim como na solução ótima original, não seriam realizados.

#### **4.2.5 Recomendações**

Conforme mencionado anteriormente, a receita média mensal atual do salão é de R\$1.400,00. De acordo com a solução ótima obtida, a receita da empresa passaria a ser de R\$4.280,00 por mês (valor resultante da soma dos produtos das variáveis básicas pelos respectivos preços de cada serviço). Logo, a diferença entre a receita atual e a estimada é de R\$2.880,00, o que representaria um aumento de aproximadamente 206%. Essa diferença é bastante significativa, sobretudo considerando as dificuldades e limitações de crescimento enfrentadas pelas microempresas.

Uma vez que, o lucro mensal obtido na solução ótima foi de R\$3.816,40 e as despesas fixas são de aproximadamente R\$370,00 por mês, restam ainda R\$3.446,40. Esse resultado permite que a empresária receba o pró-labore desejado de R\$3.000,00, restando ainda uma sobra de capital, que pode ser aplicado no crescimento da organização.

Com base nisso, é aconselhável que a empresa busque aproximar ao máximo o trabalho executado no salão da solução ótima obtida através do modelo, a fim de obter o melhor resultado possível para o negócio. Para tanto, seguem algumas recomendações.

O salão deve tentar manter ou aumentar as demandas máximas dos serviços cujas restrições não têm folga. Caso decida realizar alguma ação de marketing, por exemplo, deve priorizar atrair clientes para estes serviços. Garantir essas demandas é certamente a ação mais efetiva para que a empresa tenha seu lucro maximizado.

Em relação ao tempo de funcionamento do salão, ampliá-lo resultaria em um aumento do lucro, isso se houver demanda para o horário adicionado. A empresária afirmou que, por vezes, estende o horário de trabalho para dar conta da demanda do

dia, assim há indícios de que exista essa procura no horário posterior ao atual. Sobre a ociosidade no horário inicial do expediente, faz-se necessário conseguir demanda para este período, a fim de que o recurso tempo, que é escasso, não seja desperdiçado. Uma forma de fazer isso seria oferecer preços promocionais exclusivos para esse horário.

Continuar ofertando os serviços das variáveis não básicas apenas faz sentido se as demandas máximas referentes às variáveis básicas não forem atingidas, pois haveria uma sobra de tempo. A empresa pode também reavaliar o preço desses serviços para que a realização deles compense mais.

A respeito dos preços promocionais, cada dia de promoção causa uma diminuição de R\$16,46 no resultado diário. Caso a promoção permanecesse por um mês, o lucro deste período seria reduzido em R\$329,20. Portanto, é necessário que o salão compare essas perdas com o retorno que a promoção oferece, para avaliar se esta ação está compensando.

A simulação que acrescenta um colaborador na empresa, aumentou os lucros diário e mensal em R\$149,05 e R\$2.981,00, respectivamente. Esses valores representam um crescimento de 78% em relação ao resultado da solução ótima original. Considerando o salário mínimo vigente de R\$1.045,00 e os encargos trabalhistas, contratar um funcionário implicaria numa despesa a mais de no mínimo R\$1.159,95. Ainda assim, essa mudança compensaria, pois, o acréscimo do lucro mensal seria de R\$1.821,05, que consiste num crescimento de aproximadamente 48%. Contudo, é recomendável que a empresa contrate um funcionário apenas: se observar que é capaz de manter ou aumentar as demandas das variáveis básicas da simulação correspondente; se o colaborador souber realizar pelo menos os serviços da solução encontrada nesta simulação.

A seguir, um resumo das recomendações formuladas a partir das análises das diferentes simulações:

- Demanda por serviços - manter ou aumentar as demandas máximas dos serviços de corte masculino com máquina, manutenção de sobancelha e aplicação de coloração;
- Horário de funcionamento - aumentar a procura por serviços no período de ociosidade e, se houver demanda, estender o horário de funcionamento atual;

- Serviços das variáveis não básicas - deixar de ofertar ou ajustar os preços dos serviços das variáveis não básicas;
- Preços promocionais - avaliar se a promoção tem um retorno satisfatório, considerando as perdas no resultado do lucro;
- Contratação de funcionário - contratar um funcionário, caso a empresa perceba que é capaz de manter ou aumentar as demandas máximas dos serviços das variáveis básicas.

## 5 CONSIDERAÇÕES

O presente artigo buscou utilizar conhecimentos e ferramentas de pesquisa operacional, criando uma formulação matemática e aplicando programação linear, a fim de possibilitar a maximização dos lucros de uma empresa de serviços de beleza e orientar na melhoria da tomada de decisão. Nesse sentido, pode-se afirmar que o objetivo foi alcançado, uma vez que, a modelagem e resolução do problema permitiu estimar as expectativas de lucro em cada simulação realizada, bem como os impactos de diferentes decisões nos resultados esperados.

Verificou-se que a possibilidade de ampliar os lucros da empresa é bastante considerável. Comparando a receita atual da empresa com a receita proveniente da solução ótima do modelo, há uma diferença significativa. De modo que, os fatores mais importantes são as demandas pelos serviços das variáveis básicas e a utilização do tempo disponível para execução dos serviços do salão.

Assim, os resultados da pesquisa orientam quais são os principais aspectos que a organização estudada deve considerar na tomada de decisão, a fim de maximizar o lucro real da empresa. As demandas máximas observadas não correspondem necessariamente à procura pelos serviços no dia a dia da empresa, portanto, ciente de quais são os serviços que geram um maior lucro, cabe a organização adotar medidas para atrair mais clientes interessados nesses serviços. O salão deve criar estratégias, também, para contornar o problema dos horários ociosos, como algum benefício que o cliente ganhe por comparecer num determinado período.

Outras decisões relevantes são a respeito dos serviços das variáveis não básicas. Considerando as limitações da realidade e sabendo que tais serviços

contribuem menos para a formação do lucro, a empresa deve ponderar se realmente compensa continuar ofertando esses serviços e, se sim, quais os ajustes possíveis nos preços dos mesmos de modo que ainda sejam competitivos no mercado.

Uma vez que a organização consiga manter consideravelmente as demandas dos serviços indicados e contornar a questão da ociosidade, a gestora pode considerar a contratação de mais um colaborador como forma de crescer e ampliar os lucros da empresa.

Todos esses resultados foram obtidos a partir das informações fornecidas pela empresa. Uma das limitações da aplicação desse estudo foi que os dados são decorrentes das percepções da empresária, daquilo que ela conseguiu constatar e medir no cotidiano do funcionamento do seu negócio. As previsões das ofertas dos serviços e seus valores são baseadas nas informações históricas de demanda mensal de serviços. Porém sempre se faz necessário entender que essa demanda pode variar e para que esta se mantenha, pelo menos em torno dos valores descritos neste estudo, ações de marketing e promoção devem ser estratégias de ação constantes para o empreendimento. Portanto, deve-se considerar uma certa flexibilidade dos dados, as circunstâncias da realidade mudam um pouco cada dia, e não há como obter valores totalmente precisos, por isso a importância da análise pós-otimalidade que altera os parâmetros do problema e realiza diferentes simulações.

Outra limitação ocorreu pela falta de tempo e a situação de pandemia atual, que impossibilitaram a realização de observações no local, bem como a verificação da necessidade de outros testes além dos que foram feitos neste estudo. Durante este trabalho foram realizadas em torno de 15 simulações e os resultados significativos foram apresentados.

Cada vez que a empresa for implementando ações para aproximar-se da solução ótima encontrada, seu contexto vai mudando internamente e externamente, como por exemplo alterações nos preços e aumento da demanda dos serviços. Assim, os parâmetros se alteram, novas limitações podem surgir ou deixar de existir. Sendo assim, faz-se necessário um acompanhamento da implementação das medidas sugeridas, para que sejam realizados os devidos ajustes no modelo. De modo que, recomenda-se a realização de trabalhos futuros nesse sentido. E considerando o universo de estudos que fazem parte da pesquisa operacional, em

trabalhos futuros poderão aplicar-se, também, pesquisas envolvendo programação dinâmica, teoria das filas e controle estatístico, seja na realidade desta mesma organização ou em outras MPEs.

A presente pesquisa buscou também evidenciar, através de um estudo de caso, a relevância da aplicação da pesquisa operacional em micro e pequenas empresas, demonstrando o impacto financeiro que decisões orientadas por este tipo de estudo podem produzir. Desse modo, a partir do que foi apresentado, espera-se que este trabalho venha a contribuir para novos estudos nesta área, voltados para a realidade de MPEs e MEI, para que estes conhecimentos e ferramentas proporcionem um diferencial competitivo na realidade dessas organizações e colabore no seu desempenho e crescimento.

## REFERÊNCIAS

BARGOS, F. F.; LAMAS, W. de Q.; BILATO, G. A. Computational tools and operational research for optimal design of cogeneration systems. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 93, p. 507–516, 2018. . DOI <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.05.022>

BOHN JUNIOR, V.; LOEWEN, E.; FERNANDES, C. W. N.; NIENKOTTER, M. A. Pesquisa Operacional: Um estudo de caso na otimização de operações de uma empresa de confecções. **Anais eletrônicos** [...] Encontro Nacional de Engenharia de produção. 36., 2016, João Pessoa/PB, Brasil.

BONI, V.; QUARESMA, S. J. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais. **Em Tese: Revista Eletrônica dos Pós-Graduandos em Sociologia Política da UFSC**, v. 2, n. 1, p. 68-80, 2005. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/emtese/article/view/18027>. Acesso em: 11 ago. 2020.

BORGONOVO, E.; BUZZARD, G. T.; WENDELL, R. E. A global tolerance approach to sensitivity analysis in linear programming. **European Journal of Operational Research**, v. 267, n. 1, p. 321–337, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2017.11.034>

BRASIL. **Lei Complementar nº 123, de 14 de dezembro de 2006**. Institui o Estatuto Nacional da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte; altera dispositivos das Leis no 8.212 e 8.213, ambas de 24 de julho de 1991, da Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei no 5.452, de 1o de maio de 1943, da Lei no 10.189, de 14 de fevereiro de 2001, da Lei Complementar no 63, de 11 de janeiro de 1990; e revoga as Leis no 9.317, de 5 de dezembro de 1996, e 9.841, de 5 de outubro de 1999. Brasília, DF: Presidência da República, 2006. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/lcp/lcp123.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp123.htm). Acesso em: 11 ago. 2020.

BRASIL. **Lei Complementar nº 128, de 19 de dezembro de 2008**. Altera a Lei Complementar no 123, de 14 de dezembro de 2006, altera as Leis nos 8.212, de 24 de julho de 1991, 8.213, de 24 de julho de 1991, 10.406, de 10 de janeiro de 2002 – Código Civil, 8.029, de 12 de abril de 1990, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2008. Disponível em:

[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/lcp/lcp128.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp128.htm). Acesso em: 13 jul. 2020.

CARVALHO, F. S.; CAMARGO, M. J. A.; SILVA, A. M.; MORAES, D. G. Otimização de processo utilizando programação linear: um estudo de caso em um salão de beleza. **South American Development Society Journal**. V. 5, n. 15, 2020. DOI <https://doi.org/10.24325/issn.2446-5763.v5i15p438-455>

COLIN, E. C. **Pesquisa Operacional**: 170 Aplicações em Estratégia, Finanças, Logística, Produção, Marketing e Vendas, 2. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

FACCIN, V.; DANTAS, F.; XAVIER GUTERRES, M. MAXIMIZAÇÃO DOS LUCROS POR MEIO DA PESQUISA OPERACIONAL. **Anais eletrônicos [...]**, Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, v. 7, n. 2, 27 fev. 2020.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **As Micro e pequenas empresas comerciais e de serviços no Brasil**: 2001. Rio de Janeiro: IBGE, 2003.

GASSEN, G. *et al.* Proposta de um modelo de programação linear para otimização do planejamento agregado de produção de brocas para empresa multinacional. **Revista Produção Online**, Florianópolis, SC, v. 19, n. 1, p. 21-43, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v19i1.3013>

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introdução à Pesquisa Operacional**. 9. ed. Porto Alegre: AMGH Editora Ltda, 2013.

LACHTERMACHER, G. **Pesquisa Operacional na tomada de decisões**. 5.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018.

LOURENÇO, A. A.; GOMES, G. H. G.; CARVALHO, P. A. M.; MAFRA, R. S. C.; BRETAS, T. L. B.; SILVA, A. L. Apresentação de material pedagógico-computacional para o ensino do método simplex. **Revista Eletrônica Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento**, v. 6, n. 1, p. 67-80, janeiro a abril de 2014.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

MUNHOZ, J. R.; MORABITO, R. Uma abordagem de otimização robusta no planejamento agregado de produção na indústria cítrica. **Produção**, v. 23, n. 2, p. 422-435, abr./jun. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-65132012005000054>

PINOCHET, L. H. C.; SANCHES, B. K. R.; LOPES, E. L.; BUENO, R. L. P. Fatores Antecedentes do Uso da Pesquisa Operacional como Ferramenta estratégica nas Organizações. **Revista Administração em Diálogo**, p. 94-122, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.23925/2178-0080.2017v20i2.35999>

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE). **Anuário do trabalho na micro e pequena empresa**: 2013. 6. ed. Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos [responsável pela elaboração da pesquisa, dos textos, tabelas, gráficos e mapas]. Brasília: DIEESE, 2013.

SALOMÉ, F. F. S. *et al.* The impact of the COVID-19 pandemic on the financial management of micro and small companies in the retail sector in Cláudio-MG. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 10, n. 6, p. e36910615303, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i6.15303>

SILVA, E. M. *et al.* **Pesquisa operacional para os cursos de administração e engenharia**: programação linear: simulação. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

YIN, R. K. **Estudo de Caso**: planejamento e métodos. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.



Artigo recebido em: 24/07/2021 e aceito para publicação em: 16/03/2022  
DOI: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v22i1.4401>