

APLICAÇÃO DA PROGRAMAÇÃO LINEAR NA PRODUÇÃO DE UMA EMPRESA DE PEQUENO PORTE

APPLICATION OF LINEAR PROGRAMMING IN PRODUCTION OF A SMALL BUSINESS

APLICACIÓN DE LA PROGRAMACIÓN LINEAL EN LA PRODUCCIÓN DE UNA PEQUEÑA EMPRESA

Millena Aguiar Almeida¹

Roberto Portes Ribeiro²

Bruna Freitas dos Santos³

Iverson Rodrigues Custodio⁴

Kerolene de Souza Moraes⁵

102

Resumo: Esta pesquisa visa maximizar o lucro de uma empresa de pequeno porte na produção de mochilas e bolsas personalizadas. Foi elaborado um modelo de programação linear, considerando entrevistas semiestruturadas realizadas em visitas à empresa, com restrições referentes aos tempos de processamento de quatro processos: bordado, corte, costura e limpeza. Para maximizar o lucro, deverá ocorrer somente a produção de mochilas, descontinuando a produção de bolsas no período de maior demanda. Verificou-se que o processo de corte limita o aumento da produção. Evidencia-se a importância da programação linear como ferramenta de melhoria no desempenho de uma empresa de pequeno porte.

Palavras-chave: Programação Linear. Otimização. Produção. Pequenas Empresas.

Abstract: This research aims to maximize the profit of a small company in the production of personalized backpacks and bags. A linear programming model was developed, considering semi-structured interviews carried out during visits to the company, with restrictions regarding the processing times of four processes: embroidery, cutting, sewing and cleaning. To maximize profit, only backpacks should be produced, discontinuing the production of bags in the period of greatest demand. It was found that the cutting process limits the increase in production. It highlights the importance of linear programming as a tool for improving the performance of a small business.

Keywords: Linear Programming. Optimization. Production. Small Business.

1 Graduada. Universidade Federal de Santa Maria. E-mail: millena.almeida@acad.ufsm.br.

2 Doutor. Universidade Federal de Santa Maria. E-mail: robertor@ufsm.br.

3 Graduada. Universidade Federal de Santa Maria. E-mail: bruna.freitas@acad.ufsm.br.

4 Graduando. Universidade Federal de Santa Maria. E-mail: iverson.custodio@acad.ufsm.br.

5 Graduada. Universidade Federal de Santa Maria. E-mail: kerolene.moraes@acad.ufsm.br.

Resumen: Esta investigación tiene como objetivo maximizar el beneficio de una pequeña empresa en la producción de mochilas y bolsos personalizados. Se desarrolló un modelo de programación lineal, considerando entrevistas semiestructuradas realizadas en visitas a la empresa, con restricciones en cuanto a los tiempos de procesamiento de cuatro procesos: bordado, corte, costura y limpieza. Para maximizar la ganancia, solo debe ocurrir la producción de mochilas, descontinuando la producción de bolsas en el período de mayor demanda. Se encontró que el proceso de corte limita la producción. Destaca la programación lineal como herramienta para mejorar el desempeño de una pequeña empresa.

Palabras-clave: Programación Lineal. Mejoramiento. Producción. Pequeños negocios.

Submetido 10/10/2020

Aceito 21/11/2020

Publicado 15/12/2020

Introdução

Os alunos de cursos universitários do Brasil, vem criando a cultura de utilizar material personalizado de seus respectivos cursos, dentre esses materiais se destacam mochilas e bolsas, com isso a demanda de confecções deste tipo de produto vem aumentando nos últimos anos. Deste modo, estudar o setor de confecções de mochilas e bolsas, justifica-se por ser uma área que apresenta tendência de crescimento, principalmente em micro e pequenas empresas, que representam 99% do total de estabelecimentos no Brasil (SEBRAE, 2018).

A necessidade de gestão eficiente e eficaz na fabricação deste tipo de produto personalizado, revela a demanda por ferramentas de gestão úteis ao responsável pela tomada de decisões em micro e pequenas empresas, considerando suas peculiaridades elencadas por Crnkovic e Moretti (2012). Desta forma, torna-se indispensável a busca por soluções que otimizem o processo de produção, reduzindo tempos dos processos e custos dos materiais, o que pode proporcionar aumento do lucro, em específico em empresas de pequeno porte, que se mostram menos favorecidas em termos de gestão da produção quando comparadas às grandes empresas de confecções.

O contexto deste estudo envolve uma empresa de pequeno porte localizada na região central da cidade de Santa Maria, no Estado do Rio Grande do Sul, com o intuito de analisar a produção de mochilas e bolsas personalizadas ao público de estudantes universitários, por meio da programação linear. Lachtermacher (2018) demonstrou a eficácia do uso da programação linear para solução de problemas deste tipo, pois é um método determinístico que permite encontrar a melhor solução para determinado objetivo, como o de alocação de recursos disponíveis sob restrições. Sendo assim, o objetivo da pesquisa refere-se a otimizar os recursos produtivos para atendimento da demanda com o intuito de maximizar o lucro de uma empresa de pequeno porte, destacando apenas a escolha da produção de duas mercadorias, bolsas e mochilas.

Para alcance do objetivo, este estudo está dividido em cinco partes. Na primeira parte é desenvolvida a introdução, onde se esclarecem o contexto, o objetivo e a relevância do tema. A segunda parte, engloba o referencial a respeito de gestão da produção, planejamento, organização e controle do processo produtivo e programação linear. A terceira parte abrange as peculiaridades do método de pesquisa utilizado. A quarta seção apresenta a descrição do

experimento, análises e resultados encontrados. Por fim, são tecidas as considerações finais.

Referencial teórico

Gestão da produção

De acordo com Martins e Laugeni (2015), as atividades desenvolvidas por uma empresa visando atingir objetivos de curto, médio e longo prazo se inter-relacionam, na maioria das vezes, de modo complexo. Como tais atividades transformam insumos e matérias primas em produtos acabados e/ou serviços, demandam recursos que, por sua vez, agregam valor ao produto final, isso constitui um dos principais objetivos da gestão da produção no contexto da gestão empresarial. Para Krajewski et al. (2017), a produção de uma empresa consiste em atividades fundamentais que as organizações usam para realizar tarefas e atingir suas metas. Davis et al. (2001) defendem que, a partir de uma estratégia corporativa, a gestão da produção pode ser definida como o gerenciamento dos recursos diretos que são necessários para a obtenção dos produtos e/ou serviços de uma organização.

A gestão da produção está presente em todas as áreas de atuação do ambiente organizacional, envolvendo os diretores, gerentes, supervisores e/ou qualquer colaborador da empresa. Os processos possuem insumos e resultados aos clientes. Nesse sentido, a primeira responsabilidade de qualquer equipe de gestão da produção é entender quais são os objetivos organizacionais, traduzindo-os em termos de implicações para o objetivo de desempenho específico como: custos, qualidade, prazo de entrega, flexibilidade, inovação e produtividade conforme preconizam Slack et al. (2018).

Planejamento, organização e controle do processo produtivo

Os sistemas de planejamento e controle da produção são o centro dos processos produtivos e o elo que mantém os vários recursos inerentes à produtividade trabalhando como um sistema integrado e coeso, como: pessoas, máquinas, equipamentos, materiais, espaço de armazenagem, entre outros. Tendo como objetivo planejar e controlar o processo de manufatura em todos os seus níveis (Corrêa et al., 2019).

Os mesmos autores enfatizam que planejar as necessidades futuras de capacidade,

qualitativa e quantitativa do processo produtivo, a aquisição dos materiais comprados, os níveis adequados de estoques, programar atividades de produção, conhecer a situação corrente dos recursos inerentes ao processo produtivo, reagir eficazmente cumprindo prazos com precisão e prover a comunicação no ambiente organizacional são funções básicas desse processo. As referidas funções podem afetar diretamente os níveis de desempenho do sistema de produção, e, por consequência, afetam o modo como a organização compete e se insere no mercado.

Os objetivos da programação da produção referem-se a permitir que os produtos tenham a qualidade especificada; fazer com que pessoas e máquinas operem com níveis desejados de produtividade; reduzir estoques e custos operacionais e melhorar o nível de atendimento ao cliente (Slack et al., 2018).

Tubino (2017) afirmou que um modelo de controle de estoques adequado considera a dependência da demanda de itens componentes da demanda por produtos acabados. Assim, partindo-se das quantidades de produtos acabados a serem produzidas de período a período, determinadas no plano mestre de produção, pode-se calcular as necessidades brutas dos itens dependentes, de acordo com a estrutura do produto. Inicia-se pelos componentes de nível superior, descendo de nível até às matérias primas.

Pode-se utilizar o planejamento agregado, o qual é uma ferramenta de planejamento de médio ou longo prazo que é utilizada para calcular as necessidades brutas para os próximos 12 meses na manufatura, a meta do planejamento agregado é nivelar a demanda dos produtos da empresa com sua capacidade ou habilidade de fornecê-los a um custo mínimo (Davis et al., 2001).

De acordo com Chopra e Meindl (2011), a previsão da demanda futura é a base para todas as decisões estratégicas e de planejamento em uma cadeia de suprimento. As previsões ajudam os gerentes a reduzir parte das incertezas permitindo-lhes desenvolver planos mais realistas, sendo vitais para todas as organizações e para cada decisão administrativa significativa. Resumidamente, é a base para o planejamento corporativo de longo prazo.

Programação linear

A pesquisa operacional objetiva construir modelos matemáticos ou de abstrações

semelhantes à uma situação específica, para obter uma solução ótima que serve de base à tomada de decisão, por meio da experimentação, garantindo que a decisão seja testada antes de implementada. Hillier e Lieberman (2013) afirmam que a pesquisa operacional é uma ciência baseada em modelos que visam programar e coordenar as operações de uma organização. Ela trabalha analisando as variáveis e as restrições de um determinado problema, com a finalidade de encontrar uma solução que atinja um determinado objetivo.

Corrar e Theóphilo (2008) definem a programação linear como um dos mais importantes instrumentos do espectro da pesquisa operacional. É uma área do conhecimento que fornece um conjunto de métodos voltados para tratar problemas que envolvem a escassez de recursos, de modo que tais problemas são resolvidos com a aplicação da programação linear, buscando-se a melhor alocação possível de recursos, para alcançar determinado objetivo de otimização, sob certas restrições.

O termo “programação” não está ligado diretamente com programação de computadores, ou linguagem de programação. Este termo tem origem nas aplicações, originalmente desenvolvidas para resolver problemas industriais. Assim, o termo “programação” da programação linear está relacionado ao planejamento de recursos escassos visando atender às condições operacionais. Estas, por sua vez, são representadas por equações e funções lineares. Porém, mesmo não tendo uma ligação com a linguagem de programação, nem todos os problemas reais podem ser resolvidos manualmente. Assim, com a evolução da ciência da computação, os algoritmos de programação linear normalmente são implementados em uma linguagem computacional para viabilizar a resolução de problemas em menor tempo. Deste modo, a programação linear, obteve seu desenvolvimento junto com o desenvolvimento dos computadores (Hillier e Lieberman, 2013).

A evolução dos estudos da programação linear foi marcada pelo desenvolvimento por Dantzig do algoritmo por ele denominado de simplex, que pode ser utilizado para maximizar ou minimizar uma resposta. O método simplex é uma sistemática de busca de solução ótima entre um conjunto de possíveis soluções, o processo é finalizado quando não é possível continuar melhorando o valor da resposta (Hillier e Lieberman, 2013).

Aplicações de programação linear podem ocorrer no ambiente empresarial nas áreas de estratégia, finanças, logística, produção, marketing, vendas e outras, conforme descrito por

Colin (2019). Aplicações de programação linear na produção de pequenas empresas vem sendo estudadas por diversos autores. São exemplos de aplicações que nortearam este estudo as pesquisas de Ribeiro e Fortes (2012) e Dezordi et al. (2019).

Ribeiro e Fortes (2012) realizaram um estudo em uma indústria metalmeccânica de pequeno porte localizada no norte do Estado do Rio Grande do Sul, abordando um problema do setor de produção, referente à decisão do mix de produtos que deveriam ser produzidos ou terceirizados para atender a demanda do mercado consumidor ao menor custo possível, por meio da aplicação da programação linear.

Dezordi et al. (2019) estudaram a produção de pacotes de fumo desfiado e folha de seda em uma empresa familiar, por meio da programação linear, verificaram a necessidade de terceirização nos meses de maior demanda, com a finalidade de minimizar custos e atender a demanda. Os autores evidenciaram que a programação linear pode ser utilizada como uma peça-chave na solução de problemas do tipo fazer ou comprar em uma pequena empresa familiar.

Método de pesquisa

Conforme a finalidade, a pesquisa em questão é de natureza aplicada, pois segundo Gil (2018) tem como objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas. Quanto aos objetivos, esta pesquisa possui caráter descritivo, pois a pesquisa observa, registra, analisa e ordena dados, de acordo com a perspectiva de Gil (2018). No que se refere aos meios empregados, este estudo se classifica como estudo de caso, visto que verifica a situação específica de empresas, indivíduos e comunidades (Gil, 2018). Quanto à abordagem, essa pesquisa apresenta abordagem quantitativa, pois recorre à linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre variáveis, entre outros, utilizando como instrumento modelagem e simulação (Cauchick-Miguel, 2018).

Os dados foram coletados em uma fábrica de pequeno porte que personaliza diferentes tipos de produtos voltados ao público de estudantes universitários, localizada na região central da cidade de Santa Maria, no Estado do Rio Grande do Sul, em um período de maior demanda dos produtos, entre os meses de fevereiro e março, referente ao início do semestre letivo universitário, por essa razão a empresa direciona a produção exclusivamente para dois tipos

de produtos, bolsas e mochilas. Quando a demanda por estes produtos diminui em outros períodos do ano, a empresa personaliza outros tipos de mercadorias.

Inicialmente, foram identificados os processos de produção, o tempo total disponível de cada processo, o tempo unitário que cada tipo de produto ocupa nos processos e o lucro por unidade de bolsas e mochilas. Também foram investigados os materiais utilizados para a confecção dos produtos, número de funcionários e horas trabalhadas.

A estruturação, organização e análise dos dados coletados foi pautada por observações *in loco* e pelas respostas das entrevistas semiestruturadas realizadas em visitas à empresa e respondidas pelo gerente e demais colaboradores da empresa, com questões abertas referentes à produção das mercadorias analisadas descritas no Apêndice A, o que serviu de subsídio para elaborar um modelo matemático que utiliza a aplicação de programação linear no *software* gratuito LibreOffice Calc 6.0 com a ferramenta Solver.

Finalmente, foi concebido um modelo de maximização do lucro da produção de bolsas e mochilas com restrições referentes ao tempo de processamento de quatro processos: bordado, corte, costura e limpeza, que possibilitou a análise dos resultados encontrados, disponibilizados para uso da empresa nos próximos anos em que ocorrer sazonalidade semelhante na demanda.

109

Resultados

Delineamento do problema

A empresa que personaliza diferentes tipos de produtos voltados ao público de estudantes universitários apresenta a necessidade de decidir qual a quantidade de produtos a fabricar entre mochilas e bolsas, de modo a maximizar o lucro, sendo que o lucro unitário da mochila é de R\$ 45,00 e o lucro unitário da bolsa é de R\$ 30,00.

Os pedidos são realizados através de atendimento direto ao cliente, de segunda a sábado, em horário comercial. Após obtida a demanda, na qual podem ser pedidos de turmas ou individuais, os pedidos são enviados para o setor de produção. O processo de fabricação tem início no setor de bordado, onde são executados os detalhes personalizados como nomes e símbolos do curso desejado. Em seguida, o colaborador encarregado faz os cortes do tecido

para a confecção do produto, por meio de moldes específicos para cada parte. No decorrer da produção, as partes são enviadas para o setor de costura, onde trabalham três costureiras, as quais são encarregadas da montagem das mochilas e bolsas. Para finalizar o processo de confecção, é realizada a limpeza do produto, onde é retirado o excesso de linhas e tecidos. Assim, o produto finalizado fica à disposição para a retirada pelo cliente na sede da empresa.

A partir da análise do setor de produção foi elaborada a Tabela 1, que dispõe a quantidade de horas necessária para confecção de cada tipo de produto (mochila e bolsa), assim como o número total de horas disponíveis em cada processo por dia.

Tabela 1 – Tempos de produção por produto unitário e total disponível por processo

Processo	Tempo unitário (minutos)		Tempo total por processo (minutos)
	Mochila	Bolsa	
Bordado	30	30	480
Corte	25	25	240
Costura	50	50	1.920
Limpeza	15	15	240

Fonte: Autores

110

Formulação do modelo matemático

Tendo em vista maximizar o lucro da empresa, foi desenvolvido um modelo matemático, através do modelo simplex, resolvido por programação linear na ferramenta Solver, do software LibreOffice Calc 6.0. O modelo elaborado possui a função objetivo de maximização de lucro, representada pela Equação 1.

$$\text{Max } Z = 45 X_1 + 30 X_2 \quad (1)$$

Onde Z representa o lucro total, os coeficientes que acompanham as variáveis representam o lucro unitário de cada produto, X₁ representa a quantidade a ser fabricada de mochilas e X₂ representa a quantidade a ser produzida de bolsas.

Após a formulação da função objetivo, são identificadas as restrições que se impõem ao problema, ou seja, as limitações de recursos da empresa que se impõem ao crescimento

ilimitado das variáveis de decisão (X_1 e X_2). Nesse caso, existem as restrições de tempo em cada um dos processos de produção: bordado, corte, costura e limpeza. O tempo está expresso em minutos. Também existe a restrição de não negatividade que impede que as variáveis sejam menores que zero. Essas restrições estão descritas respectivamente nas equações 2, 3, 4, 5 e 6.

Restrição de tempo (minutos) do bordado, referente ao primeiro processo de produção:

$$30 X_1 + 30 X_2 \leq 480 \quad (2)$$

Restrição de tempo (minutos) do corte, referente ao segundo processo de produção:

$$25 X_1 + 25 X_2 \leq 240 \quad (3)$$

Restrição de tempo (minutos) da costura, referente ao terceiro processo de produção:

$$50 X_1 + 50 X_2 \leq 1.920 \quad (4)$$

Restrição de tempo (minutos) da limpeza, referente ao quarto processo de produção:

$$15 X_1 + 15 X_2 \leq 240 \quad (5)$$

Restrição de Não Negatividade:

$$X_1, X_2 \geq 0 \quad (6)$$

Onde os coeficientes que acompanham as variáveis de decisão representam o tempo unitário de fabricação em minutos de cada produto em cada um dos quatro processos, o valor inserido do lado direito das inequações representa o tempo total disponível de cada processo em minutos, X_1 representa a quantidade a ser fabricada de mochilas e X_2 representa a quantidade a ser produzida de bolsas.

Resolução do problema em planilha eletrônica

Para a resolução do problema, inicialmente insere-se o modelo matemático em uma planilha eletrônica do LibreOffice Calc 6.0, conforme pode ser visualizado na Figura 1.

Figura 1 – Modelagem do problema no LibreOffice Calc 6.0

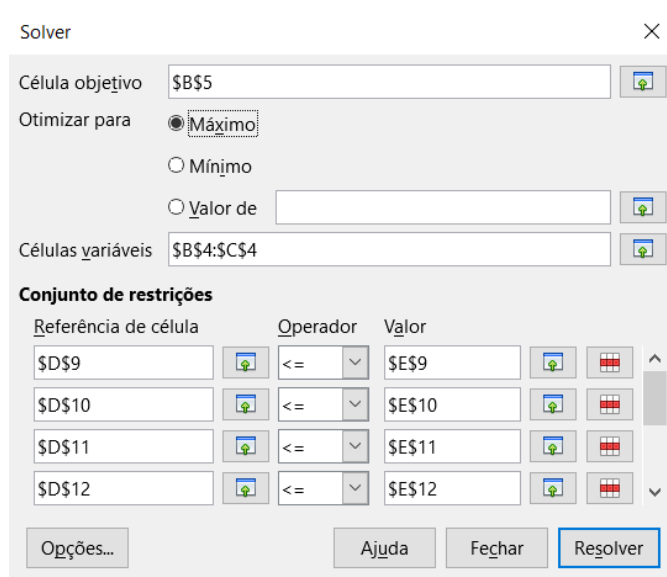
	A	B	C	D	E
1	Função	Coeficientes das Variáveis			
2	Objetivo	X1	X2		
3		45	30		
4	Variáveis				
5	Z =	0			
6					
7	Restrições	Coeficientes das Variáveis			Constantes
8	Nº	X1	X2	LHS	RHS
9	1	30	30	0	480
10	2	25	25	0	240
11	3	50	50	0	1920
12	4	15	15	0	240

Fonte: Autores

Após a definição da maneira de organização das células de modo a representar o problema na planilha, utiliza-se a ferramenta Solver, representada na Figura 2.

Figura 2 – Definição dos parâmetros do modelo na ferramenta Solver

112



Fonte: Autores

A Figura 3 mostra a resolução do problema no LibreOffice Calc 6.0, em que se verifica que o lucro máximo (Z) que a empresa teria por dia após otimizar a produção, seria de R\$ 432,00, com a produção 9,6 mochilas (X1) por dia, exclusivamente, ou seja, descartando a fabricação de bolsas (X2).

Figura 3 – Resolução do problema

	A	B	C	D	E	
1	Função	Coeficientes das Variáveis				
2	Objetivo	X1	X2			
3		45	30			
4	Variáveis	9,6	0			
5	Z =	432				
6						
7	Restrições	Coeficientes das Variáveis			Constantes	
8	Nº	X1	X2	<u>LHS</u>	<u>RHS</u>	
9	1	30	30	288	480	
10	2	25	25	240	240	
11	3	50	50	480	1920	
12	4	15	15	144	240	

Fonte: Autores

Análise dos resultados

A análise da resolução do problema inclui a análise das quatro restrições relativas ao processo produtivo, já que a restrição de não negatividade é satisfeita pela produção de um número maior do que zero de mochilas e a não produção de bolsas.

Na restrição 1 referente ao bordado, verificou-se na modelagem do problema que a cada 30 minutos uma peça é bordada, independentemente de ser mochila ou bolsa, e o tempo total disponível para o bordado pode atingir o limite máximo de 480 minutos por dia. A otimização prevê a utilização de 288 minutos de bordado por dia, somente para a produção de mochilas, restando uma ociosidade no processo de bordado de 192 minutos por dia.

No que tange à restrição 2 referente ao corte, a empresa utiliza 25 minutos para o corte das peças de corino (tecido que imita as características do couro) para produção tanto de mochilas quanto de bolsas, e o tempo total disponível para o corte pode atingir o limite máximo de 240 minutos. A solução ótima do problema prevê a utilização do limite máximo de tempo, ou seja, o uso de 240 minutos no processo de corte por dia é o limitador da quantidade de mochilas a ser produzida, o chamado gargalo de produção, em que não há disponibilidade de tempo no corte para qualquer outra configuração de produção da empresa. Sendo assim, a restrição 2 está limitando o aumento da produção da empresa.

Na restrição 3 referente à costura, o tempo de produção de cada peça,

independentemente de ser bolsa ou mochila, foi delimitado em 50 minutos, sendo que o tempo total disponível no processo de costura apresenta o limite máximo de 1.920 minutos por dia. A solução ótima do problema prevê a utilização de 480 minutos de costura por dia, somente para a produção de mochilas, restando uma ociosidade no processo de costura de 1.440 minutos por dia. Tamaña ociosidade sugere a revisão do número de costureiras por parte da empresa, implicando em redução ou realocação em outros processos como o corte.

A restrição 4 referente ao processo de limpeza, ou seja, finalização do produto, requer 15 minutos de tempo de produção para cada peça, independentemente de ser bolsa ou mochila, e o tempo total disponível no processo de limpeza possui limite máximo de 240 minutos por dia. A solução do modelo de programação linear prevê a utilização de 144 minutos do tempo disponibilizado no processo de limpeza, verificando-se a ociosidade de 96 minutos por dia no processo de finalização do produto.

A resolução do problema pelo método de programação linear, apontou para a utilização do tempo de modo otimizado em cada processo de produção, revelando a principal limitação no tempo disponível do processo de corte, com ociosidade nos processos de bordado, costura e limpeza. O resultado prevê a produção exclusiva de mochilas, dado que o tempo de fabricação unitário em cada processo é igual para mochilas e bolsas, mas o maior lucro previsto na venda de mochilas, direciona todo o tempo de operação dos processos para ser utilizado na fabricação exclusivamente de 9,6 mochilas, para consequentemente maximizar o lucro da empresa.

É importante ressaltar que, mesmo que para a maximização do lucro da empresa, o método de programação linear indique a tomada de decisão de retirar um produto do mercado (bolsas). Esta decisão não necessariamente deve ser tomada, pois a situação modelada refere-se à um período sazonal da empresa de aumento de demanda (início das aulas de estudantes universitários). Sendo assim, no caso em estudo não há vantagem em desativar a confecção de bolsas, mesmo com a geração de menor lucro em relação às mochilas, pois em períodos de menor demanda, as bolsas podem ocupar o tempo de produção dos processos. Além do mais, a exclusão da produção de bolsas personalizadas pela empresa, diminuiria o leque de produtos oferecidos aos clientes, o que pode ocasionar a diminuição do número de clientes como resultado da redução do mix de produtos ofertados pela empresa.

Observa-se que a produção pode ser limitada pela demanda dos produtos, neste caso não foi verificado um limitador de demanda por se tratar de um período de análise com uma demanda sazonal alta. Neste caso, sugere-se que para aproveitar o tempo de ociosidade nos processos de bordado, costura e limpeza, a produção seja redefinida com maior tempo destinado ao processo de corte, para assim aumentar o tempo disponível de corte diário, aumentando a produção de mochilas e conseqüentemente aumentar o lucro, até atingir o limite de demanda e/ou os limites de tempo dos outros três processos produtivos. Portanto, sugere-se a contratação de um colaborador para atuar no processo de corte.

Outra possibilidade de melhoria do processo produtivo vislumbrada pela análise do resultado de aplicação do modelo de programação linear se refere ao equilíbrio dos tempos de produção entre processos, realocando colaboradores oriundos do processo de costura que apresenta a maior ociosidade (1.440 minutos por dia) para o processo de corte que necessita de maior tempo para efetuar maior produção de mochilas e conseqüente aumentar o lucro.

Considerações finais

O objetivo deste estudo foi atingindo com a elaboração de um modelo de programação linear que permitiu a maximização do lucro da confecção de mochilas e bolsas personalizadas para estudantes universitários em uma empresa de pequeno porte em um período de maior demanda, por intermédio do levantamento e estruturação do tempo necessário para a realização de cada processo de confecção dos produtos e o tempo total disponível para cada processo de produção.

A principal contribuição deste estudo refere-se a aplicação dos conceitos de programação linear em uma organização de pequeno porte, que obteve conhecimento gerado na academia para melhorar seu desempenho organizacional, dado que os resultados obtidos permitiram maior análise por parte da empresa de seu processo produtivo, tempos de fabricação, demanda, sazonalidade, lucro, mix de produção, dimensionamento de mão de obra, etc.

Por meio do problema proposto, evidencia-se a importância da programação linear como ferramenta na tomada de decisão dos gestores, o que permite inferir a existência de diversas possibilidades de aplicação da programação linear, aqui utilizada como ferramenta de

melhoria no desempenho da produção de uma empresa de pequeno porte, que demonstrou carência de ferramentas eficientes de gestão.

Um fator limitante deste estudo refere-se justamente à sua natureza, ou seja, é um estudo de caso específico, o que não permite plena generalização de seus resultados no que tange à utilização desse modelo de programação linear para outras empresas. Outra limitação se deve ao fator da empresa não possuir um processo organizacional estruturado, o que pode acarretar em eventuais falhas na estimativa dos tempos utilizados para modelar o problema de programação linear.

Contudo, estudos futuros na própria empresa podem analisar um maior número de mercadorias em outros períodos do ano com demandas diferentes. Este estudo também pode se estender à outras pequenas empresas de diferentes setores de atividade que desejem otimizar o mix de produção.

Referências

CAUCHIK-MIGUEL, P. A. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gestão da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operações**. 4. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

COLIN, E. C. **Pesquisa operacional: 170 aplicações em estratégia, finanças, logística, produção, marketing e vendas**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

CORRAR, L. J.; THEÓPHILO, C. R. **Pesquisa operacional para decisão em contabilidade e administração: contabilometria**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

CÔRREA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção: MRP II / ERP**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

CRNKOVIC, L. H.; MORETTI, S. L. A. Gestão de micro e pequenas empresas: uma proposta de disciplina para a formação do engenheiro. **GEPROS – Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 7, n. 4, p. 11-24, 2012.

DAVIS, M. M.; AQUILANO, N. J.; CHASE, R. B. **Fundamentos da administração da produção**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

DEZORDI, B.; QUADROS, M. M.; ROVEDER, R. P.; SANTOS, W.; RIBEIRO, R. P. Terceirização da produção em uma empresa de fumo sob a ótica da programação linear. In:

ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 39., 2019, Santos. **Anais...** Santos: ABEPRO, 2019. p. 1-13.

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, 2013.

KRAJEWSKI, L.; RITZMAN, L.; MALHOTRA, M. **Administração da produção**. 11. ed. Pearson Universidades, 2017.

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

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2015.

RIBEIRO, R. P.; FORTES, B. J. Decisões de terceirização do mix de produção de uma empresa sob a ótica da pesquisa operacional. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 32., 2012, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: ABEPRO, 2012. p. 1-11.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Pequenos negócios em números**. 15 mar. 2018. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/sp/sebraeaz/pequenos-negocios-em-numeros,12e8794363447510VgnVCM1000004c0021aRCRD>>. Acesso em: 10 jun. 2019.

SLACK, N.; BRANDON-JONES, A.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção: teoria e prática**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

Apêndice A - Roteiro de entrevista

- 1) A produção é realizada mediante encomenda?
- 2) Quais são os processos de fabricação das mochilas e bolsas?
- 3) Quais são os materiais utilizados na confecção das mochilas e bolsas?
- 4) Qual é o lucro obtido na fabricação de bolsas? E o lucro obtido nas mochilas?
- 5) Quantas unidades de bolsas e mochilas foram confeccionadas esse ano?
- 6) Qual o horário de funcionamento da empresa?
- 7) Quantos funcionários têm a empresa?
- 8) A empresa possui metas de produção?
- 9) Quantas mochilas e bolsas devem ser produzidas diariamente/semanalmente?