

## MAXIMIZAÇÃO DA MARGEM DE CONTRIBUIÇÃO TOTAL COM A UTILIZAÇÃO DA PROGRAMAÇÃO LINEAR: O USO DA CONTABILIDADE DE CUSTOS PARA TOMADA DE DECISÃO

David Nogueira Silva Marzzoni  
Antonio Wairan da S. Ferreira  
Laize Almeida de Oliveira

### Resumo:

O objetivo deste trabalho é utilizar a programação linear como uma ferramenta para se obter a solução ótima para maximizar a margem de contribuição total de um problema real fornecido pela Associação de Artesãos e Micro Produtores de Marabá. A programação linear é uma técnica matemática de alocação ótima de recursos finitos para simular desempenho tanto de minimização de custos quanto de maximização do lucro. Considerando os dados obtidos por meio da contabilidade de custos que produz informações para os diversos níveis gerenciais de uma entidade, e ainda, a realização de diversas pesquisas em arquivos disponíveis em periódicos da área de engenharia de produção e ciências contábeis, esse trabalho construiu um embasamento teórico consistente para resolução do problema que referia-se acerca da linha de produção de dois protótipos de cadeiras de palha, com uma limitação de fornecimento do protótipo B. Para o cálculo da solução ótima foi utilizado o software R Studio, o qual, o mesmo, informa o valor da função objetivo de “maximização” que de acordo com os dados fornecidos o lucro operacional seria de R\$1.8112,5. E no que concerne o ajuste das variáveis, o valor seria de 65 cadeiras do protótipo A, e 55 cadeiras do protótipo B, ou seja, obtendo uma otimização significativa no lucro operacional.

**Palavras-chave:** Custos; Programação linear; Otimização.

### 1 INTRODUÇÃO

A contabilidade de custos tem sua origem na Inglaterra final do século XVIII, período da Revolução Industrial (CATÂNIO; PEREIRA, 2018): em razão da necessidade de avaliar estoques nas indústrias, teve como base a contabilidade financeira, que foi sendo desenvolvida para servir de grande base estrutural para as empresas comerciais. Ainda segundo o autor (2018, p. 14),

Com a evolução da tecnologia de informação, a qual possibilitou o processamento de informações, a atual Contabilidade de Custos é voltada para três objetivos relevantes: a) auxiliar na determinação dos resultados operacionais; b) auxiliar no controle; e c) apoiar as tomadas de decisões.

Independente da atividade econômica (industrial, comercial, financeira, recreativa, religiosa etc.), o objetivo da contabilidade de custos é organizar o sistema de informações para que seja possível compilá-las e analisá-las de forma a permitir uma decisão segura e fundamentada para resolver essas questões (TOSTES; VIEIRA, 2008, p. 31).

O processo decisório é uma atividade comum na vida das pessoas e das organizações. Gomes e Almeida (2002) salientam que tomar decisões é uma das tarefas mais difíceis enfrentadas individualmente ou por um grupo de indivíduos, pois quase sempre tais decisões resultam em consequências positivas e negativas.

Para legitimar as tomadas de decisão, muitos líderes de organizações recorrem à pesquisa operacional para atingir um objetivo. Este, por sua vez, é resultante da alocação ótima dos recursos, por isso, caracteriza-se a programação linear como uma técnica de otimização (ALMEIDA, 2012). A pesquisa operacional, consiste em um conjunto de métodos para a leitura de dados de um negócio para a otimização da tomada de decisões (BORGES, 2018): uma de suas principais técnicas é a programação linear que, começou a popularizar-se durante a Segunda Guerra Mundial, na ocasião, utilizando funções matemáticas, que contribuiu para a redução de uma série de custos militares, otimizando os resultados esperados.

A programação linear é uma técnica matemática de alocação ótima de recursos finitos para simular desempenho tanto de minimização de custos quanto de maximização do lucro (COLIN, 2007). Levando em consideração as limitações impostas por qualquer processo produtivo ou empresa, a programação linear como uma ferramenta, pode ser aplicada na solução de diversos problemas de utilização dos recursos disponíveis em que buscam a otimização deles.

De acordo com esse contexto, o objetivo geral da pesquisa foi utilizar a programação linear como uma ferramenta para se obter a solução ótima para maximizar a margem de contribuição total, em um caso real, colhido no departamento de contabilidade de custos da Associação de Artesãos e Micro Produtores de Marabá.

O artigo está estruturado da seguinte forma: a seção 2 consta o referencial teórico onde são contextualizados os temas pertinentes, possibilitando ao leitor uma breve reflexão; na seção 3, encontra-se a metodologia, mostrando as estratégias utilizadas, ou seja, os métodos de formação do artigo; na seção 4, expõe-se os resultados obtidos a partir do estudo de caso; e, por último, na seção 5, emite-se de maneira concisa as conclusões do estudo realizado.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Contabilidade de custos para tomada decisões**

A Contabilidade de Custos é conceituada por Leone (2000, p. 19) como uma área específica da contabilidade, com objetivo de “produzir informações para os diversos níveis gerenciais de uma entidade, como auxílio às funções de determinação de desempenho, de planejamento e controle das operações e de tomada de decisões”. Ludícibus (2006) afirma que na melhor das hipóteses, para obter essas informações é necessário que um esforço extra de classificação, agregação e refinamento seja aplicado para que elas possam ser utilizadas nas decisões.

Padoveze (2003) define a contabilidade de custos como o ramo da ciência contábil que atua na gestão econômica dos custos e dos preços de venda das mercadorias e serviços das empresas, dando suporte para que o preço de venda do produto ou serviço finalizado possa ser suficiente para cobrir os custos e despesas utilizadas na compra ou

fabricação do produto ou serviço, e ainda ter lucratividade. Segundo Silva et al. (2016, p. 354).

A gestão de custos possui papel essencial não apenas na formação e identificação do preço dos produtos, “mas também pela capacidade de oferecer aos gestores informações que possam contribuir com o processo decisório”, garantindo a “continuidade operacional das organizações”. Os autores identificam na Contabilidade de Custos a área específica da contabilidade, marcada por sua vertente gerencial, que possibilita informações e artefatos fundamentais na gestão empresarial.

A necessidade para que as organizações tivessem melhor controle dos valores utilizados na produção dos seus produtos e execução dos seus serviços, pode ser apontado como um dos principais motivadores para o surgimento da contabilidade de custos (MARTINS, 2008).

Para Tostes (2008), o objetivo da contabilidade de custos é organizar o sistema de informações para que seja possível compilá-las e analisá-las de forma a permitir uma decisão segura e fundamentada para resolver essas questões. Ainda segundo o autor, devido ao crescimento das empresas, conseqüentemente o aumento da distância entre administrador e os ativos e pessoas administradas, a contabilidade de custos passou a ser encarada como uma eficiente forma de auxílio no desempenho dessa nova missão, a gerencial. Contudo, ainda há resistência de algumas organizações trabalharem com a gestão de custos. Marzzoni e Pereira (2020) a mudança é sempre um processo de transformação que gera um impacto na organização, tornando-se, invariavelmente, um fator sujeito à resistência, porque afeta o modo de trabalhar e alguns costumes vivenciados.

A contabilidade de custos se concentra com os gastos feitos para que se possa obter um produto ou um serviço para venda, e a partir do momento em que a empresa organiza seus custos, ela pode determinar o preço de venda da mercadoria ou serviço (JESUS; PINHEIRO, 2013) assim, os gestores podem utilizar da contabilidade de custos como um dispositivo capaz de lhes dar informações importantes, as quais podem decidir o destino de toda a organização.

## **2.2 Pesquisa Operacional**

De acordo com Pereira (2009) a Pesquisa Operacional (PO) tem suas raízes na Segunda Guerra Mundial quando os comandos militares britânicos e americanos reuniram cientistas para criar métodos de alocação de recursos escassos, como aviões, radares e submarinos tendo como objetivo muitos alvos e operações militares, daí o nome “Operacional”. “[...] Pesquisa Operacional é um conjunto de modelos de decisão com bases quantitativas utilizadas para auxiliar quem toma decisões” (DAFT, 1999, p.486).

A pesquisa operacional é uma ciência e ao mesmo tempo uma arte, pois existe a utilização de técnicas matemáticas, o que caracteriza a parte científica e no momento de modelagem existe uma dependência da criatividade do profissional (TAHA, 2008): a PO é uma ciência que objetiva o ótimo em uma produção levando em consideração os recursos limitados no sistema produtivo.

## **2.3 Utilização da Programação Linear**

Programação Linear (PL) é uma técnica de otimização utilizada na resolução de problemas quantitativos que tenham seus modelos representados por expressões lineares,

sendo elas equações ou inequações, onde essa técnica tornou-se um recurso bastante difundido (BERETTA, 2014). De acordo com Andrade (2004), a PL é uma das técnicas mais eficazes na gestão e seu campo de aplicação é bastante amplo, envolvendo: organização de transportes e estoques, estudos de fluxos de caixa, investimentos e sistemas de informações, além dos clássicos problemas de produção e de mistura de componentes.

Geralmente, a PL é utilizada quando se almeja solucionar problemas que levam em consideração a destinação ótima de recursos escassos em toda a produção ou na realização de atividades (RODRIGUES, et al. 2013). De acordo com Colin (2007, p.5).

Programação linear trata do problema de alocação ótima de recursos escassos para a realização de atividades. Por ótimo, entendemos que não haja outra solução que seja melhor do que a oferecida. Os recursos escassos representam nossa realidade de existência finita de recursos, por mais abundantes que sejam. As atividades se relacionam com algum interesse que tenhamos na fabricação de produtos, na mistura de substâncias, no atendimento ao público, no transporte e armazenagem de mercadorias etc.

Para Battesini (2019), a PL é uma metodologia para solucionar modelos multivariados restringidos, produzidos para retratar problemas de sistemas e organizações, que influenciou a produção de uma extensa série de métodos de otimização em pesquisa operacional. O objetivo da PL é descobrir a melhor solução para problemas que tenham modelos matemáticos constituídos por expressões lineares (MARINS, 2011).

De acordo Colin (2007), a PL utiliza um modelo geral que contempla: as variáveis as quais temos poder para alterar, ou seja, variáveis de decisão; os parâmetros, que são variáveis e os quais não têm poder para alterar; a função-objetivo, que define e mensura o principal objetivo; um modelo que contempla parâmetros, variáveis, função-objetivo e restrições e que representa o problema real em análise utilizando somente funções lineares.

A aplicação da PL em uma empresa permite resolver problemas como, a otimização da distribuição, a programação da produção e a alocação de recursos. A programação linear tem sido utilizada na busca de soluções para os problemas de maximização e minimização nas mais diferentes atividades, como em indústrias, bancos e empresas de transporte e que tem gerado maiores lucros (BARBOSA, 2014).

### 3 METODOLOGIA

A pesquisa tem o caráter exploratório “as pesquisas exploratórias são aquelas que têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou construir conjecturas” (GIL, 2010, p. 42). Referente à natureza da pesquisa, ela se classifica em básica, que ainda de acordo Gil (2002), é quando objetiva gerar conhecimentos novos e úteis para o avanço da ciência, sem aplicação prática prevista.

Os dados do problema proposto foram obtidos com Associação de Artesãos e Micro Produtores de Marabá, no departamento de Contabilidade de Custos. A organização tem sua sede no município de Marabá-PA, sua forma de associação denomina-se APL (Arranjos/Acordos Produtivos Locais) que tem como características a união para desenvolver a produção local e criar melhores condições de negociação para os rendimentos dos integrantes. O contato com a organização foi feito via e-mail (dia, 12 jan. 2021) e telefone (dia, 16 jan. 2021), no qual, procurou-se saber informações técnicas sobre a produção de um dos associados. Associação deferiu o pedido, e forneceu os dados.

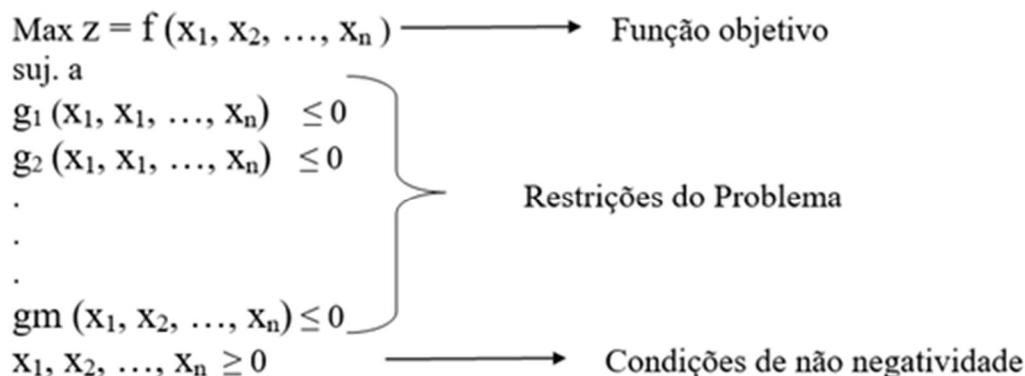
Após aquisição dos dados, foram realizadas diversas pesquisas em arquivos disponíveis em eventos da área de engenharia de produção e ciências contábeis, em

seguida, foi realizado uma pesquisa bibliográfica de livros e artigos disponíveis em meios eletrônicos, após o levantamento dessas informações, começa a resolução do problema proposto. Foi utilizado o programa computacional R, de linguagem de programação, instalado para realizar os cálculos da problemática, utilização esta que foi de grande relevância para o desenvolvimento deste trabalho, pois foi a partir de dados estabelecidos pelo “R”, que foi exequível chegar às respectivas conclusões do estudo.

O problema proposto trata sobre o processo de fabricação de cadeiras de palhas de um dos associados, no qual, ele produz dois tipos de cadeiras, chamados de protótipo A e protótipo B, essas cadeiras antes de passarem pelo processo de venda, precisam ser testadas em uma máquina, que tem por finalidade testar a resistência em kgf (Quilograma-força) das cordas. Por problemas de fornecimento do protótipo B, ela limita-se a fabricação 55 unidades por dia.

Diante da elucidação dos termos metodológicos no parágrafo anterior desta seção, e no decorrer do processo desse estudo, identificou-se que o problema proposto é de otimização, uma vez que tem por objetivo encontrar a solução ótima para maximizar a margem de contribuição total, e identificar quantos protótipos de cada cadeira devem ser fabricados, para maximizar o lucro operacional, tornando assim viável o uso da programação linear. Em relação a formulação do modelo (modelagem) “envolve a identificação e representação matemática das variáveis de decisão, da função objetivo e das restrições” (Battesini, p.136, 2019). O modelo toma então o seguinte modo de uma equação de maximização conforme mostra a Figura 01 a seguir (TAHA, 2008):

Figura 01: Modelo de maximização



Fonte: Adaptado Taha (2008)

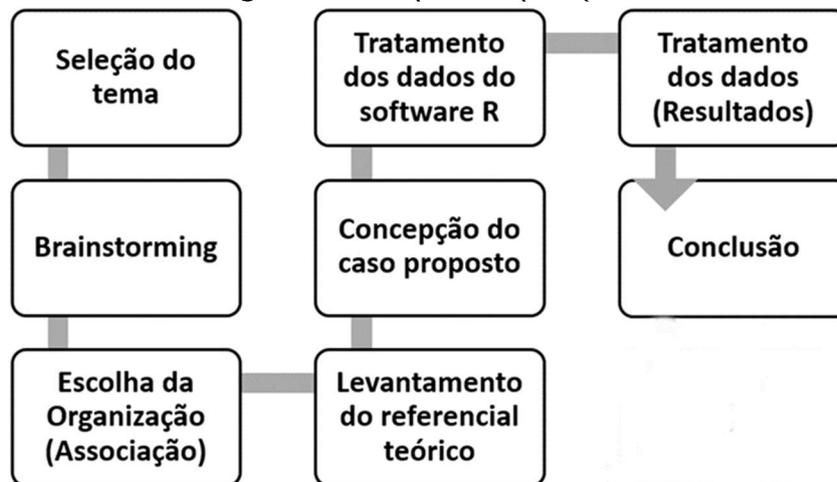
Corrar e Garcia (2001) apresentam os seguintes passos a serem dados para a construção do modelo matemático: determinar as variáveis de decisão; estabelecer o objetivo; determinar as relações básicas, especialmente restrições; calcular a solução ótima.

Os problemas de maximização podem apresentar outras formas, com restrições de igual e de maior ou igual (TAHA, 2008). “As restrições são uma condição natural presente em qualquer problema real, para o qual sempre existirão limites a serem respeitados” (Battesini, p.138, 2019).

Para alcançar este objetivo, o estudo realizou uma análise exploratória para levantar os dados do problema proposto, lucratividade e restrições para os produtos analisados; formulou-se o modelo matemático de programação linear; definiu as variáveis de decisão,

função objetivo, as restrições; e por fim, solucionou o problema utilizando o software R. A organização do artigo foi construída conforme demonstra a Figura 1 com as etapas da pesquisa.

Figura 02: Etapas da pesquisa



Fonte: Autores (2021)

#### 4 PROBLEMA PROPOSTO

A pesquisa foi realizada a partir do problema proposto pelo departamento de custos da Associação de artesãos e micro produtores de Marabá. A fim de melhor conhecer os dados do problema elaborou-se a Tabela 01.

Tabela 01: Dados descritivos do problema proposto

Setores	Capacidade Diária Disponível (Horas)		Utilização da capacidade (Horas/ Unidade do produto)		Produção Diária Máxima (Unidades)	
			Protótipo A	Protótipo B	Protótipo A	Protótipo B
Montagem	300 horas máquina	-	1,0	2,5	150*	60
Teste	60 horas - teste		0,5	0,5	60	120

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Com base na Tabela 01, observa-se que os dados do problema apresentam dois tipos de cadeiras de palha. As cadeiras precisam ser testadas em uma máquina, que tem por finalidade testar a resistência em kgf (Quilograma-força) das cordas, entretanto, o tempo de teste da máquina é limitado (60h – teste), e a capacidade diária disponível é de 300 horas-máquinas para linha de montagem do protótipo A e B, com isso, a produção diária máxima de fabricação são de 150 cadeiras tipo A e 60 cadeiras tipo B. Contudo, só é possível realizar o teste de 60 cadeiras das 150 produzidas do modelo A, e para o modelo B há uma folga, pois é possível testar até 120, sendo que são produzidas apenas 60.

Após conhecer os dados do processo de produção para o problema proposto, o estudo buscou analisar as margens de contribuição conforme apresentado na Tabela 02.

Tabela 02: Margens de contribuição

Produto	Capacidade do setor (por dia) em unidades		Preço de venda	Custo variável por unidade	Margem de contribuição por unidade
	Montagem	Teste			
Protótipo A	150	60	R\$ 400	R\$ 280,00	R\$ 120,00
Protótipo B	60	120	R\$ 500	R\$ 312,50	R\$ 187,50

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Na Tabela 02 é possível verificar que as cadeiras do protótipo A e B, tem uma diferença de apenas R\$100,00 no preço de venda. E as margens de contribuição, respectivamente, são de R\$120,00 e R\$187,50. Posto isto, pode-se afirmar a priori que as cadeiras do tipo B por unidade tem um custo variável e uma margem de contribuição maior que o protótipo A. Então, considerando o preço de venda, seria mais viável uma produção intensificada no protótipo B, para assim, aumentar a margem de contribuição, todavia, observa-se que a empresa prioriza o protótipo A.

#### 4.1 Resolução do Problema Através da Programação Linear, utilizando software R

A seguir apresenta-se a modelagem (construção do modelo) que envolve um método matemático que possibilita a solução ótima.

##### 4.1.1 Definição das variáveis de decisão

As variáveis de decisão interferem na função objetivo, porque, o objeto do problema proposto é descobrir a relação dessas variáveis que maximize a margem de contribuição. Assim sendo, as variáveis de decisão são a quantidade de cadeiras dos protótipos A e B. Uma vez que, o gestor de produção precisa decidir a quantidade diária a ser confeccionada de cada modelo, com o propósito de gerar o máximo lucro total, considerando os limites de horas diárias disponíveis para as cadeiras do protótipo A e as cadeiras do protótipo B.

Assim, apresenta-se as variáveis de decisão do problema proposto:

$X_1$  = quantidade de cadeiras de palha protótipo A/diária (un) a ser produzida

$X_2$  = quantidade de cadeiras de palha protótipo B/diária (un) a ser produzida

##### 4.1.2 Determinação da função Objetivo

Nesta etapa, determina-se qual é o objetivo a ser alcançado na programação linear. No problema proposto, o objetivo é a maximização da margem de contribuição total (MCT):  $MCT = R\$120.A + R\$187,50. B$ , observa-se que as variáveis de decisão fazem parte da função linear. Diante da solução do problema procura-se determinar, qual é a melhor combinação dessas variáveis (n.º. de protótipos A e B) que irá maximizar a margem de contribuição total.

A função objetivo do problema de PL expressa a relação entre as variáveis de decisão, na forma de uma função, que é compreendida para maximizar a margem de contribuição total. O resultado gerado após aplicação da equação da margem de contribuição total foi:

$$(\$/diária) = (400X_1 + 500X_2) - (280X_1 + 312,50X_2) = 120X_1 + 187,50X_2 \quad (1)$$

Padoveze (1994, p. 243), considera a margem de contribuição “lucro variável unitário do produto, deduzido dos custos e despesas variáveis necessários para produzir e vender o produto”. Assim, a função objetivo do problema pode ser expressa em termos de uma função das variáveis  $X_1$  e  $X_2$ , cujo valor máximo é usualmente expresso em problemas de PL, onde:

$$\max z = 120 X_1 + 187,50 X_2 \quad (2)$$

#### 4.1.3. Definição das restrições

Considerando que as restrições são inequações lineares que expressam o modelo matemático, e que cada modelo possui as suas inequações, é apresentado a seguir as inequações de restrições para resolução do problema proposto. A primeira restrição identificada (Restrição do setor de montagem) trata capacidade em horas para cada protótipo (A e B) referente ao setor de montagem:

$$1.X_1 + 2,5. X_2 \leq 300 \quad (3)$$

A segunda restrição (Restrição do setor de teste) trata a respeito da capacidade em horas para cada protótipo (A e B) referente ao setor de teste:

$$0,5.X_1 + 0,5.X_2 \leq 60 \quad (4)$$

A terceira restrição (Restrição de não negatividade) refere-se a respeito da limitação de produção da cadeira do protótipo B:

$$X_1 \geq 0 \text{ e } X_2 \geq 0 \quad (5)$$

Por problemas de fornecimento do protótipo B, ela limita-se a fabricação 55 unidades por dia (Restrição do problema de produção para as cadeiras de palha protótipo B), onde:

$$X_2 \leq 55 \quad (6)$$

Assim, a formulação de programação matemática linear completa para o problema proposto é dada por:

$$\max z = 120X_1 + 187,50X_2 \quad (7)$$

Após a identificação das variáveis de decisão, da função objetivo e das restrições, a próxima etapa é a utilização do software R Studio para solucionar o problema, e as inequações ordenadas anteriormente estão descritas na solução do R Studio de acordo com que será visto a seguir.

#### 4.2 Solução do modelo

Para o cálculo da solução ótima utilizando o software R Studio, é primordial o carregamento função Lpsolve, que é a formulação indicada para solução do problema, uma vez que, o caso proposto trata de um mix de produção. A seguir é elencado a ordem do processo da solução no R studio:

- a) Carregar o pacote library (lpsolve), previamente instalado no software R;
- b) Incluir os coeficientes do custo da função objetivo `<- c (120, 187.50,);`
- c) Inserir a matriz de coeficientes tecnológicos `<- matrix (c (1, 2.5, 0.5, 0.5, 0 ,1);`
- d) Incluir o vetor com os sinais das restrições `<- c (“<=”, “<=”, “<=”)`
- e) Fornecer o vetor com valores limites das restrições `<- c (300, 60, 55);`
- f) Processar o LP, valor da função objetivo (“max”);
- g) Análise de sensibilidade, processado o vetor com o ajuste das variáveis

("max",v.custos.obj, m.a, v. sinais. rest, v. b).

A partir da utilização do software R encontrou-se uma solução ótima, cada uma das etapas dispostas anteriormente é possível verificar na Figura 03 a seguir, que demonstra os scripts de entrada da programação do R studio.

Figura 3: Scripts de entrada dos dados no Software R Studio

```
#####Problema de mix de produção | usando pacote lpsolve
library(lpsolve) # carrega pacote lpsolve, que deve ser instalado previamente
# entrada de dados
v.custos.obj <- c(120, 187.5) # vetor coeficientes custo da função objetivo
m.A <- matrix (c(1, 2.5,
                0.5, 0.5,
                0, 1), nrow=3, byrow=TRUE) # matriz de coeficientes tecnológicos
v.sinais.rest <- c("<=", "<=", "<=") # vetor com os sinais das restrições
v.b <- c(300, 60, 55) # vetor com valores limites das restrições
# solução
lp ("max", v.custos.obj, m.A, v.sinais.rest, v.b) # valor da função objetivo
lp ("max", v.custos.obj, m.A, v.sinais.rest, v.b)$solution # vetor com o ajuste das
# análise de sensibilidade
lp ("max", v.custos.obj, m.A, v.sinais.rest, v.b, compute.sens=TRUE)$sens.coef.from
lp ("max", v.custos.obj, m.A, v.sinais.rest, v.b, compute.sens=TRUE)$sens.coef.to
```

Fonte: Software R studio (2021)

Na Figura 3 observa-se todos os dados do problema já lançados no R studio, o cenário do software distingue as informações por cores, que, possui o seguinte significado: o enunciado com letras azuis representam o comando do problema; o dispositivo laranja o carregamento da função lpsolve; os termos em branco trata da denominação dos dados que vão ser processados; os itens em verde representa os sinais das restrições e os tipos de função; e por fim, os termos na cor rosa refere-se aos dados lançados que serão processados. Na sequência buscou-se analisar a solução dos dados inseridos (Figura 4).

Figura 4: Solução dos dados no Software R Studio

```
> m.A <- matrix (c(1, 2.5,
+               0.5, 0.5,
+               0, 1), nrow=3, byrow=TRUE) # matriz de coeficientes te
cnológicos
> v.sinais.rest <- c("<=", "<=", "<=") # vetor com os sinais das restrições
> v.b <- c(300, 60, 55) # vetor com valores limites das restrições
> # solução
> lp ("max", v.custos.obj, m.A, v.sinais.rest, v.b) # valor da função obj
etivo
```

```
Success: the objective function is 18112.5
> lp ("max", v.custos.obj, m.A, v.sinais.rest, v.b)$solution # vetor com
o ajuste das variáveis
[1] 65 55
> # análise de sensibilidade
> lp ("max", v.custos.obj, m.A, v.sinais.rest, v.b, compute.sens=TRUE)$se
ns.coef.from
[1] 0 120
> lp ("max", v.custos.obj, m.A, v.sinais.rest, v.b, compute.sens=TRUE)$se
ns.coef.to
[1] 1.875e+02 1.000e+30
```

Fonte: Software R (2021)

A Figura 04 apresenta o relatório de sensibilidade, última etapa do processamento do software para o problema proposto, o mesmo, informa o valor da função objetivo de “maximização” que de acordo com os dados fornecidos o lucro operacional seria de R\$18.112,50. E referente o vetor com o ajuste das variáveis, o valor seria de 65 cadeiras do protótipo A e 55 cadeiras do protótipo B.

#### 4.3 Validação do modelo

Analisando os resultados encontrados no software R Studio, pode-se observar que o valor final R\$18.112,50 representa o valor máximo de lucro operacional a ser obtido, ou seja a solução “ótima” para o problema proposto. Sendo que por meio da otimização, foi possível obter um mix de produção de 65 cadeiras de palha do protótipo A e 55 cadeiras do protótipo B, isso representa a capacidade máxima a ser produzida pela associação de artesãos e micro produtores de Marabá. Neste ponto ressalta-se a importância da técnica da programação linear para visualizar os resultados e permitir a melhor tomada de decisão, uma vez que, a otimização de processos deixou de ser uma inovação ou vantagem competitiva para o mercado e transformou-se em pré-requisito.

#### 4.4 Implementação da solução

Para implementação da solução encontrada existem diversas formas para associação lidar com a execução. Essa pesquisa sugere cinco passos, ordenados a seguir:

a) *Mapeamento do processo*: consiste em analisar todas as etapas de produção das cadeiras, de ponta a ponta, identificar as entradas e saídas, com isso, elaborar um desenho do fluxo das tarefas, o que amplia a visão do trabalho a ser realizado.

b) *Eliminação de etapas*: involuntariamente muitos funcionários ficam se deslocando por diversas vezes em busca de um material, com a otimização de atividades esses percursos podem ser observados e eliminados, tornando a tarefa mais enxuta e direta.

c) *Melhorias na utilização dos recursos*: mensurar por meio de anotações em cadernos ou registro em algum aplicativo de celular o desperdício de matérias no decorrer da produção das cadeiras, com isso seria possível secar os gastos de alguns insumos.

d) *Formaliza o método*: é necessário que os ajustes realizados para otimizar o processo de produção se torne uma ação de todos os envolvidos na confecção das cadeiras, apresentar aos funcionários o passo a passo, colocando em um espaço visível como a empresa vai produzir.

e) *Treinar a equipe*: promover palestras internas aos funcionários sobre a importância da otimização na produção, oferecer treinamentos que conscientize a equipe a trabalharem de forma mais eficiente.

## 5 CONCLUSÃO

Esse estudo buscou contribuir com a administração dos recursos disponíveis a serem consumidos pela associação. Da mesma forma que visou propor um modelo matemático de maximização a associação de artesãos e micro produtores de Marabá, que trabalha com a linha de cadeiras de palha. Portanto, foi necessário interligar os conceitos de base teórica da contabilidade de custos, com os conceitos e métodos quantitativos da programação linear.

Diante do cenário exposto, foi possível verificar as delimitações de capacidade de produção, entender a necessidade de investigar esta capacidade, especificar as restrições identificadas, seja essa da associação ou externa, e dessa forma aplicar de forma estratégica essas restrições. Assim sendo, é preciso estar sempre voltando ao problema, e até mesmo buscar novas formas de estruturá-lo, visando sempre a melhor eficiência dos resultados na tomada de decisões. Desta maneira, a técnica da Programação Linear é um método que pode ser utilizado por administradores, gestores e contadores para que possam tomar decisões baseados na resolução de problemas referentes à Contabilidade de Custos.

Além disso, nos dias de hoje, as empresas possuem de forma geral uma atenção quanto a estrutura de dados disponíveis, sendo assim necessário atribuir estratégias eficazes e eficientes para o desenvolvimento dela, diante de um mercado cada vez mais competitivo. Ainda mais, que as empresas necessitam de uma precisão quanto ao gerenciamento de seus recursos, para se manterem competitivas no mercado.

Portanto, as bases teóricas utilizadas tanto na contabilidade de custos, quanto da programação linear, servem de aliadas na estrutura na tomada de decisões dos líderes, gestores e contadores. Devido a gama de informações e tecnologia atualmente é possível facilitar e otimizar os processos de uma empresa. Por conseguinte, essas ferramentas e métodos aliadas à contabilidade de custos, possuem suma importância nos processos decisórios das empresas.

Finalizando, aponta-se que foi possível verificar todo o processo de desenvolvimento do estudo, desde a aquisição dos dados até a entrega da solução dos resultados à associação, o que objetivou um entendimento mais amplo da aplicação da programação linear e de sua relevância no contexto organizacional. Sugere-se, para pesquisas futuras uma implementação dos resultados obtidos, além de uma análise mais completa, realizando a otimização de todos os procedimentos oferecidos pela associação, para que os resultados sejam ainda mais relevantes.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. F.; **O que é programação linear?** 2012. Acesso em 21 jan. 2021. Disponível em < <http://www.widwor.com/2012/08/o-que-e-programacao-linear.html>>.
- ANDRADE, E. L. **Introdução à pesquisa operacional: métodos e modelos para a análise de decisão**. 3.ed. -. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e científicos, 2004, 192 p.
- BARBOSA, G. M. **Utilização da programação linear na otimização de resultados de produção na empresa**. 2014. Disponível em: <<https://www.usjt.br/prppg/revista/integracao/assets/pdf/66/ri-2014-art9-barbosa.pdf>>. Acesso em: 21 jan. 2021.
- BATTESINI, M. **Programação Linear: conceitos, modelagem e soluções no R**. Santa Maria. Editora UFSM. 2019.
- BERETTA, E. **Programação linear - modelagem**. 2014. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAemMoAG/programacao-linear-modelagem>>. Acesso em: 22 jan. 2021.
- BORGES, L. **Pesquisa Operacional: O que é como usar?** 2018. Acesso em 22 jan. 2021. Disponível em < <https://blog.luz.vc/o-que-e/pesquisa-operacional-o-que-e-como-usar/>>.
- CATÂNIO, A. R.; PEREIRA, A. **Contabilidade de custos e industrial**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2018. ISBN 978-85-522-0304-9.
- COLIN, E. C. **Pesquisa operacional: 170 aplicações em estratégia, finanças, logística, produção, marketing e vendas**. Rio de Janeiro: LTC, 2007, 501 p.
- DAFT, Richard. **Administração**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos. Editora S.A.: 1999.
- GOMES, F. A. M.; ALMEIDA, A. T. de. **Tomada de Decisão Gerencial: Enfoque Multicritério**. São Paulo: Editora Atlas, 2002.
- IUDÍCIBUS, S. **Contabilidade gerencial**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2006
- JESUS, T. F. C.; PINHEIRO, T. S. I. A importância da gestão de custos na elaboração do preço de venda. **Anais do Encontro de Ensino, Pesquisa e Extensão, Presidente Prudente**, 21 a 24 de outubro, 2013.
- LEONE, G. S. G. **Curso de contabilidade de custos**. São Paulo: Atlas, 2000.
- MARZZONI, D. N. S.; PEREIRA, Y. P. A. **Clima organizacional: estudo de caso em uma secretaria estadual**. Ponta Grossa, PR: Atena, 2020. ISBN 978-65-5706-257-9. DOI 10.22533/at.ed.579201008

PEREIRA, W. I. **Pesquisa Operacional: ferramenta para a competitividade**. Instituto Mauá de tecnologia. 2009. Disponível em: [www.maua.br/arquivos/artigo/h/863f3a2a08f6b7251a2555f56ba01f4e](http://www.maua.br/arquivos/artigo/h/863f3a2a08f6b7251a2555f56ba01f4e). Acesso em 21/01/2021.

PADOVEZE, Clóvis Luís. **Curso básico gerencial de custos**. 1. ed. São Paulo: PioneiraThomson Learning, 2003.

PIZZOLATO, N. D.; GANDOLPHO, A. A. **Técnicas de Otimização**. Rio de Janeiro: LTC, 2009. 225 p.

TAHA, H. A. **Pesquisa Operacional**, 8a. Edição, São Paulo, Pearson, 2008

TOSTES, F. P.; VIEIRA, S. C. **Contabilidade gerencial**. v. 1 – Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2008. ISBN: 978-85-7648-370-0