

PROGRAMAÇÃO LINEAR PARA A MAXIMIZAÇÃO DOS LUCROS DE UMA INDÚSTRIA DE POSTES

Myllenna Rodrigues de Abreu (PUC Goiás)
myllennarodriguesdeabreu@gmail.com

Núbia Adriane da Silva (IFTO)
nubia@ifto.edu.br

Ricardo Luiz Machado (PUC Goiás)
rmachado@pucgoias.edu.br

Adotou-se no presente ensaio uma das técnicas mais comuns na Pesquisa Operacional, a Programação Linear, para a formulação de um modelo matemático que proporcionasse a maximização dos lucros da organização. O foco foi uma indústria de postes de luz, localizada na cidade de Paraíso do Tocantins (TO). Com esse intuito, foram coletadas informações quanto ao atual modelo de produção, custos, homem/horas, e disponibilidade de matéria-prima. Das variáveis catalogadas, foram extraídas as variáveis de decisão, a função objetivo e suas respectivas restrições, estruturando-as para maximizar o resultado da expressão. A expressão foi imputada no software Lindo, a fim de encontrar a solução ótima almejada. Posto isso, realizou-se uma análise econômica comparativa entre o atual cenário, e aquele em que houvesse a provável aplicação do modelo. As técnicas utilizadas mostraram-se válidas para o gerenciamento dos recursos, e tomadas de decisões mais assertivas. No que tange à estrutura metodológica: trata-se de uma pesquisa exploratória, de natureza empírica com o intuito de levantar dados sobre o objeto adotado como estudo, ademais, foi desenvolvida uma modelagem matemática, para buscar a consecução dos objetivos de otimização da pesquisa.

Palavras-chave: Pesquisa Operacional. Programação Linear. Modelagem. Produção.

1. Introdução

As organizações lucrativas na era pós-moderna, afetadas pela globalização que ocorre em sinergia com os efêmeros avanços tecnológicos, preocupam-se cada vez mais em ser sustentáveis e aplicar de maneira eficaz seus recursos escassos, a fim de atingir implacáveis custos-benefícios e corresponder às expectativas de uma sociedade econômica cada vez mais exigente.

Ressalta-se que a escassez de recursos é uma das premissas que regem a atual conjuntura econômica global. Tal premissa se exemplifica, por uma relação diretamente proporcional, à medida em que os recursos são escassos e as necessidades são ilimitadas, como sustentam Silva e Santos (2014).

Com efeito, a otimização do processo produtivo é crucial para as organizações lucrativas que desejam se manter competitivas no mercado. Nesse sentido, a Pesquisa Operacional (PO) é uma ciência que possibilita, através dos modelos equacionais, uma representação simplificada da realidade, levando a um tratamento e interpretação mais racional dos problemas de decisão que surgem, além de auxiliar a identificação de incongruências nos processos produtivos (SANTOS et.al., 2017).

Nesse contexto, o presente estudo analisa, à luz das premissas de Programação Linear, o contexto organizacional de uma indústria de postes, que, em função da alta sazonalidade do setor da construção civil, apresenta alguns fatores que necessitam ser otimizados, a partir da construção de um modelo matemático.

Posto isso, o trabalho tem como objetivo geral desenvolver um modelo que é destinado à maximização dos lucros da empresa a partir de determinadas restrições de recursos, como homens/hora e disponibilidade de matéria prima.

Como objetivos específicos emergem:

- a) Levantar informações sobre processo produtivo da empresa foco do estudo;
- b) Desenvolver um modelo de Programação Linear a partir da combinação das variáveis catalogadas;
- c) Realizar uma análise econômica comparativa, entre o atual cenário e após a provável aplicação da solução ótima encontrada pelo processo de modelagem.

2. Revisão de Literatura

2.1 Pesquisa Operacional (PO)

A SOBRAPO (Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional) define a Pesquisa Operacional como “... a área de conhecimento que estuda, desenvolve e aplica métodos analíticos avançados para auxiliar na tomada de melhores decisões nas mais diversas áreas de atuação humana.” Através da modelagem matemática e algoritmos computacionais, a PO pode auxiliar o decisor nas diversas vertentes de um complexo problema, possibilitando decisões assertivas e sistemas mais produtivos (SOBRAPO, 2020).

Corroborar-se a essa definição o entendimento da *The Operational Research Society* (A Sociedade de Pesquisa Operacional) (2020), a P.O. soluciona problemas no gerenciamento de sistemas complexos através da abordagem científica, possibilitando melhores escolhas aos tomadores de decisão. Para o Instituto de Pesquisa Operacional e Ciências da Administração, a PO é definida como o processo científico de transformar dados em insights e tomar melhores decisões (INFORMES, 2020).

2.1.1 A PO na Gestão da Produção

No ambiente interno das organizações produtivas surgem, impreterivelmente, os fatores chave para o planejamento, quais sejam, o tipo de sistema de manufatura e o processo hierárquico de tomada de decisões (SILVA FILHO, 2010).

Andrade (2015) afirma que, quanto mais bem estruturado é o problema com o qual o administrador está lidando, mais a técnica ou método deve lhe fornecer racionalidade acerca de sua decisão. Para problemas com alto grau de estruturação, algumas técnicas de PO que podem ser utilizadas são a Programação Linear, a Teoria das Filas, a Teoria dos Estoques e a Programação Dinâmica. Já para os problemas com menor grau de estruturação, técnicas como a Simulação, a Análise de Risco e a Teoria dos Jogos mostram-se recomendáveis.

2.2 Programação Linear

Expressamente, de todas as técnicas abordadas em PO, a Programação Linear é a mais propagada. Longaray (2013) justifica esse posicionamento em decorrência de, no mínimo, dois fatores: um em nível teórico e outro prático. O fator teórico leva em conta os pressupostos

científicos que orientam a disciplina, pois é a técnica que em sua estrutura algébrica mais se aproxima da forma geral matemática dos modelos de otimização. O fator prático considera a linearidade, tendo em vista que a maioria dos problemas são pensados de forma linear. De modo geral, o nível das equações elaboradas nesses casos é bem básico, sem grandes complicações, sendo aplicada matemática básica na etapa de elaboração, intitulada como modelagem matemática (RODRIGUES et. al., 2014).

Para Virgillito (2018), a modelagem é a forma científica de se construir cenários ou mecanismos que possibilitem o alcance dos resultados e objetivos pressupostos. O problema é estruturado a partir de uma certa restrição de recursos, ou impossibilidades de economias, de modo que atingir o lucro como se espera é praticamente utópico e, do mesmo modo, para se obter a redução dos custos ao ponto que se deseja, nesse cenário, há que se buscar uma combinação ótima para se chegar ao melhor lucro possível, dadas as restrições (MOREIRA, 2010).

3. Metodologia de Pesquisa

No que tange à estrutura metodológica do presente trabalho, foi realizada inicialmente uma pesquisa exploratória, de natureza empírica com o intuito de levantar dados sobre o objeto adotado como estudo. Posteriormente, foi desenvolvida uma modelagem matemática, para buscar a consecução dos objetivos de otimização da pesquisa.

A estudo caracteriza-se como sendo de natureza aplicada, pois além de ser uma pesquisa que se interessa pela aplicação prática dos conhecimentos gerados, geralmente aparece no contexto profissional do pesquisador, surgindo da necessidade de solucionar algum problema de natureza relevante (LOZADA, 2018). A investigação utiliza uma abordagem mista, que contém tanto o método qualitativo quanto o quantitativo. Para Lozada (2018), tal abordagem é vantajosa quando os problemas da pesquisa apresentam certo grau de complexidade e não comportam as outras abordagens. Além disso, visa observar e avaliar fenômenos, a fim de criar suposições para serem comprovadas ou não na análise dos dados, além de proporem novas conclusões a partir dos resultados alcançados.

Para o alcance dos objetivos propostos, foi realizada uma pesquisa exploratória, cujo principal foco é conhecer com profundidade o assunto estudado, detalhando-o para proporcionar uma visão geral e aumentar o nível de compreensão do pesquisador, tornando-o apto a construir hipóteses sobre a temática (Lozada, 2018).

Finalmente, para obter a otimização dos resultados obtidos em relação às variáveis do objeto de estudo, foi aplicada modelagem baseada em programação linear.

3.1.1 Instrumento de Pesquisa

Para realizar a modelagem matemática, foi utilizada a ferramenta *LINDO* (*Linear, Interactive and Discrete Optimizer*). Desde 1979 o *LINDO* é um dos *softwares* de modelagem mais utilizados pelas comunidades empresariais e educacionais. A desenvolvedora do *LINDO Systems* tem fornecido ao longo das décadas inovadoras ferramentas que são flexíveis e de fácil uso (LINDO Systems, 2020).

Para resolver um problema no *LINDO*, Caixeta Filho (2011) orienta que inicialmente é necessário imputar à estrutura original do modelo na janela de entrada do *software* a linha que contém a função objetivo. Nessa entrada de dados, o objetivo do modelo é separado das restrições pelo termo “ST”, abreviatura para *Subject To*, em nossa tradução “Sujeito a”. Além disso, a cada uma das restrições deve ser atribuído um título que vem antes da equação. As não-negatividades são consideradas implícitas pelo *LINDO*, e as vírgulas devem ser substituídas pelos pontos ao separar inteiros de decimais, pois a notação é americana e não brasileira.

A solução do problema virá ao se clicar na opção “*SOLVE*” no menu principal. Assim, o resultado completo do modelo de otimização aparecerá numa nova janela aberta pelo *LINDO* (CAIXETA FILHO, 2011).

3.1.2 Objeto de Estudo

O presente estudo realizou-se numa indústria de postes de luz. A filial foi montada em Paraíso do Tocantins (TO), em meados de 2011 e se consolidou no estado entre as indústrias de construção civil ao longo de seus quase 10 anos de atuação, mas também já passou por fases críticas de quase estagnação ocasionadas, pela alta sazonalidade do setor. A empresa conta com mais 3 filiais nos Estados do Maranhão, Mato Grosso e Pará, e uma matriz em RondonópolisMT.

A filial foco do estudo trabalha com a produção de um *mix* de três produtos, em diferentes formas e tamanhos: postes Duplo T, placas e cruzetas. Todos esses produtos são considerados partes essenciais das instalações de redes de distribuição elétricas aéreas urbanas. Dentre os três itens, o que possui maior participação nos lucros da empresa é o poste de luz Duplo T, em seus 24 tamanhos e níveis de resistência.

Os postes de luz representam em média 65% dos produtos acabados e cerca de 82% do faturamento mensal. Posto isso, foram o foco deste estudo, em busca do modelo de maximização de sua produção e, por conseguinte, potencialização dos lucros operacionais. Foi utilizada, para esse estudo, uma amostra de 3 postes, que estão entre os itens com maior participação nos lucros: o poste do tipo Duplo T 10/150, o Duplo T 10/300 e o Duplo T 11/600.

3.1.3 Coleta e Tratamento de Dados

O alcance da solução ótima para os problemas de otimização obedece a algumas fases lógicas. A primeira e mais crucial delas é a coleta de dados. Para esta análise, os dados foram coletados por meio da realização de entrevistas aplicadas ao Gerente de Produção, Gerente de Recursos Humanos e a Gerente da Filial.

Os responsáveis por cada setor forneceram os dados necessários para a modelagem, sendo eles: a caracterização do processo produtivo, a capacidade produtiva em diferentes cenários e os lucros operacionais.

Após coletados, os dados foram modelados em equações, sendo a função objetivo *Maximizar o Lucro*, com a produção de 3 itens analisados como amostra. Com as respectivas restrições quanto às horas-homem e ao estoque disponível, tais equações foram imputadas no *software Lindo* em busca da otimização almejada.

4. Apresentação e Análise de Resultados

O primeiro objetivo proposto neste estudo de caso foi a caracterização do atual processo produtivo da indústria, a fim de demonstrar o foco das sugestões de otimização e melhoria. Dessa forma, apresenta-se na seção seguinte o detalhamento do atual processo produtivo, seus tempos, capacidade e correspondências.

4.1 Caracterização da Produção

O processo produtivo se divide em 4 macro setores: (i) moldagem; (ii) ferragem; (iii) concretagem e (iv) acabamento. Tais setores somam 11 micro etapas. No processo de moldagem, as formas são untadas manualmente com óleo queimado, para então serem moldadas ao formato de poste Duplo T requerido para o dia. Enquanto as formas são moldadas, o processo

de fabricação da ferragem (parte da estrutura interna do poste) ocorre paralelamente. Vale ressaltar que esse processo é continuado.

A matéria prima é basicamente composta por Areia, Brita, Cimento e Aço. Esses insumos são aplicados em diferentes quantidades para a fabricação de cada tipo de poste.

4.1.1 Detalhamento das Atividades

Utilizou-se o método *Critical Path Method* (CPM) - para montar uma rede com base nos tempos de cada atividade, para posteriormente realizar o cálculo de homens/hora com base na quantidade de horas (desconsiderando as folgas) para produzir cada item, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Montagem da Rede CPM

Atividade	Descrição	Atividade precedente	Duração (Segundos)
A	Limpeza da forma metálica		240
B	Aplicação do desmoldante	A	154
C	Ferragem	A	860
D	Moldagem da forma	B,C	133
E	Concretagem/Acabamento parcial	D	180
F	Retirada dos pinos e mangueiras	E	125
G	Marcação	F	180
H	Curagem parcial	G	10500
I	Abertura de formas	H	43
J	Acabamento final	I	125
K	Içamento/Empilhamento	J	600

Fonte: Desenvolvido pela autora

Conforme apresentado na Tabela 1, o tempo médio para a produção de 1 único poste (dos três tipos avaliados), desconsiderando o tempo de folga da atividade H - Curagem parcial, e direcionando o foco para o tempo de horas trabalhadas, é de 2.640 segundos, ou 45 minutos. Além disso, vale ressaltar que são necessários 3 operários para produzir cada poste, e cada operário recebe em média R\$1665,97/mês. Considerando que a cada mês um operário trabalha 180 horas, cada homem/hora equivale a R\$ 9,25. Multiplicando-se esse valor pela quantidade de horas por postes, utilizam-se R\$ 20,81 homens/hora por poste.

De acordo com o Gerente de Produção, os produtos são fabricados à medida em que os contratos de compra são fechados, de modo que o único estoque existente é aquele que corresponde ao tempo de cura e tempo de espera dos clientes.

Com a supracitada caracterização da produção, atingiu-se o objetivo de identificar o esquema produtivo atual.

4.2 Modelagem

No problema em questão, o objetivo é maximizar os lucros com a produção dos três postes escolhidos, trabalhando ao máximo a utilização dos recursos limitados: horas/homem, areia, brita, cimento e aço. Para tanto, deseja-se saber quantas unidades de cada um dos três devem ser produzidas.

O próximo passo, importante no processo de modelagem, é tabelar os dados disponíveis, a fim de facilitar a consulta das informações. Na tabela 2 são apresentados os dados pertinentes para o alcance da solução do problema.

Tabela 2 - Informações do Problema

Matéria-prima	Poste 10/150	Poste 10/300	Poste 11/600	Estoque
Areia (kg)	140	200	280	151.200
Brita (kg)	210	300	420	100.800
Cimento (kg)	70	116	140	54.000
Aço (kg)	29,23	40,76	107,23	12.500
Horas/Homem (R\$)	20,82	20,82	20,82	166.597
Lucro Operacional (R\$)	54	79,51	132	

Fonte: Elaborado pela autora

De posse dos dados apresentados na Tabela 2, é possível identificar quanto cada item demanda de recursos, e quanto de cada recurso está à disposição ao longo de 1 mês. Além disso, estão catalogados os lucros, objeto que se deseja maximizar, em função das variáveis de decisão. Dessa forma tem-se:

Variável de decisão: quantidade do produto Poste 10/150 (X1), Poste 10/300 (X2) e Poste 11/600 (X3) a serem produzidas.

Função Objetivo: Maximização dos lucros com a produção do Poste 10/150 (X1), Poste 10/300 (X2) e Poste 11/600 (X3).

Traduzido matematicamente:

$$FO - MAX = 54.X1 + 79,51.X2 + 132.X3$$

Restrições: São limitantes para aumentar a produção dos postes o estoque disponível de matéria prima, bem como a quantidade horas/homem disponíveis ao longo de 1 mês. Dessa forma, tem-se as seguintes funções;

- (i) $140.X1 + 200.X2 + 280.X3 \leq 151.200$
- (ii) $210.X1 + 300.X2 + 420.X3 \leq 100.800$
- (iii) $70.X1 + 116.X2 + 140.X3 \leq 54.000$
- (iv) $29,23.X1 + 40,76.X2 + 107,23.X3 \leq 12.500$
- (v) $20,82.X1 + 20,82.X2 + 20,82.X3 \leq 166.597$

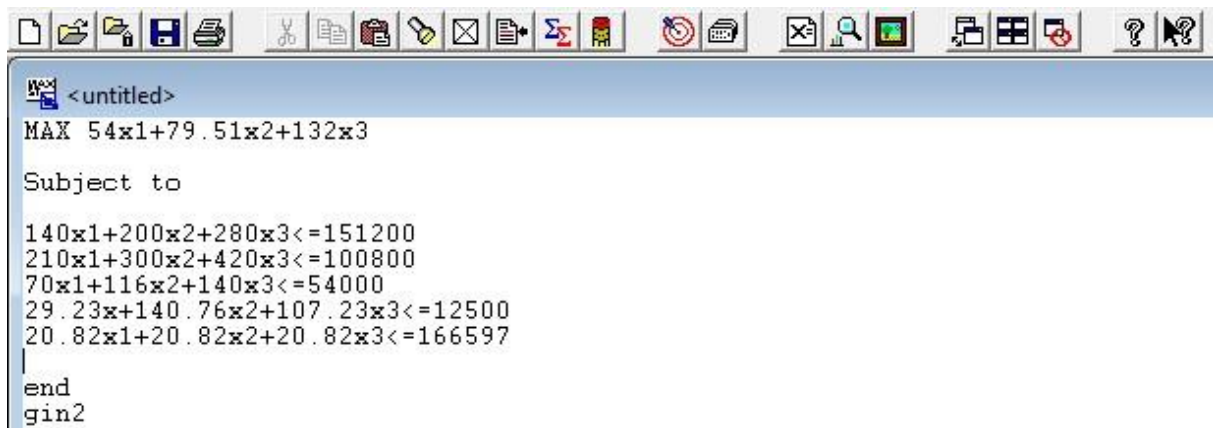
Restrições de não negatividade: Essas restrições têm o objetivo de assegurar que os resultados não sejam menores que zero. Para o *software* são irrelevantes, pois o mesmo já possui essa trava. Contudo, para fim de conhecimento é pertinente constar no modelo. Nesse sentido, são identificadas as seguintes funções:

- (i) $X1 \geq 0$
- (ii) $X2 \geq 0$
- (iii) $X3 \geq 0$

Com a tradução das variáveis catalogadas do problema para a linguagem matemática, concluiu-se o objetivo de construir um modelo de Programação Linear a partir da combinação das variáveis dispostas.

4.2.1 Tratamento dos dados no *Lindo*

Finalizado o passo de modelagem do problema, é hora de imputar as funções no *software* proposto, a fim de encontrar e validar a solução ótima almejada. Na Figura 1 é apresentada a tela de modelagem configurada no *software Lindo*.



```
<untitled>
MAX 54x1+79.51x2+132x3
Subject to
140x1+200x2+280x3<=151200
210x1+300x2+420x3<=100800
70x1+116x2+140x3<=54000
29.23x+140.76x2+107.23x3<=12500
20.82x1+20.82x2+20.82x3<=166597
end
gin2
```

Figura 1 - Tela inicial do Lindo com o modelo desenhado

Na Figura 1, é ilustrada a modelagem desenvolvida. Inicialmente, informa-se se a função objetivo pretende maximizar (MAX) ou minimizar (MIN) o resultado da expressão. Posteriormente, apresentam-se as restrições a que modelo está sujeito (*Subject to*). E, por fim, informa-se que todos os dados já foram expressos com “*end*”. É importante ressaltar que o *Lindo* foi configurado em língua inglesa, tanto para as palavras como para unidades de medida. Por fim, basta acionar a função “*Solve*” para o *software* retornar o resultado da expressão e análises tanto para a função objetivo como para as restrições. Na Figura 2 são apresentados os resultados do modelo.

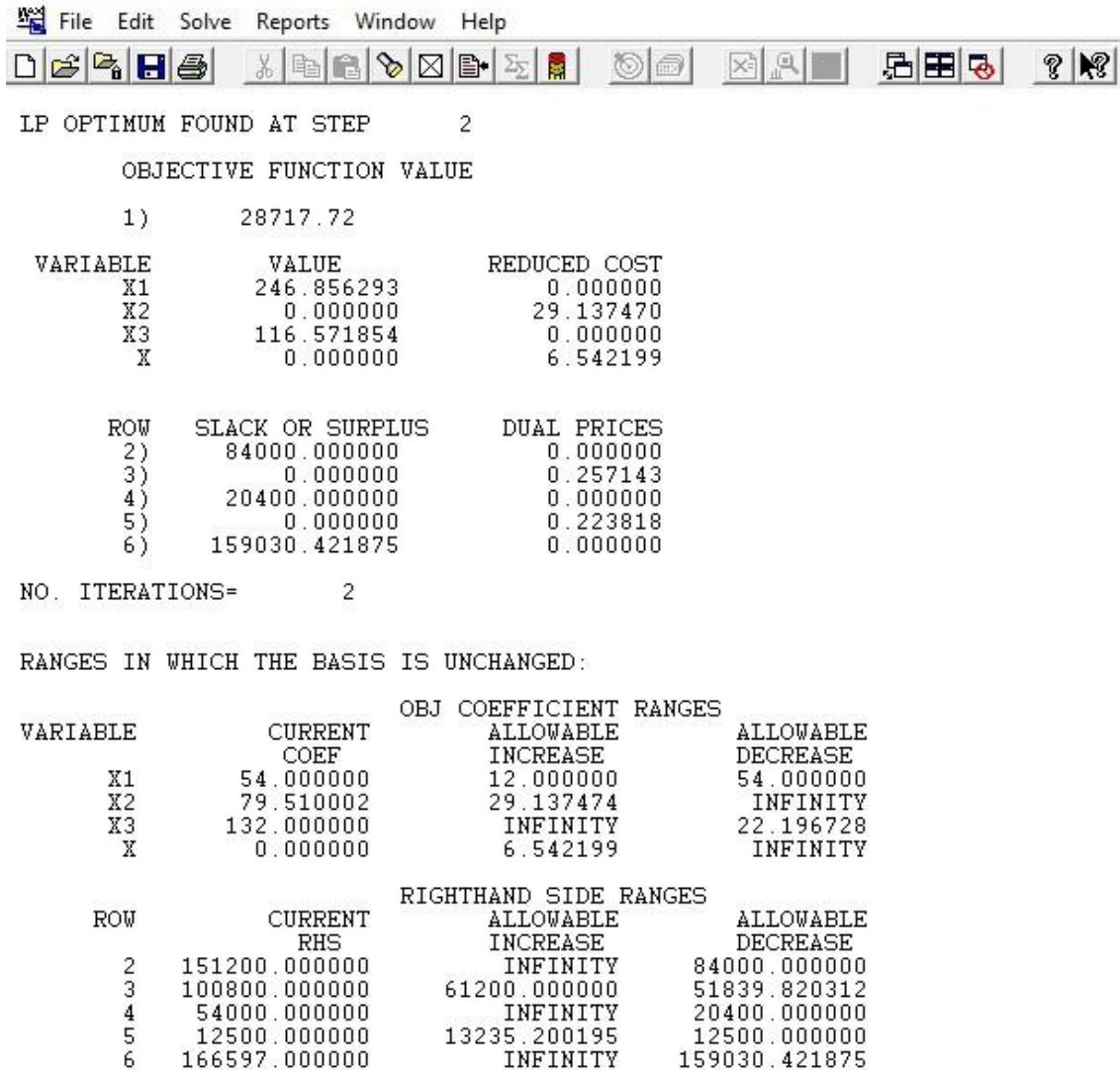


Figura 2. Resultado Integral do Modelo

A seguir, na Figura 3, faz-se o detalhamento e análise do *Objective Function Value* (Valor da Função Objetivo) e *Variable Value* (Valor das Variáveis).

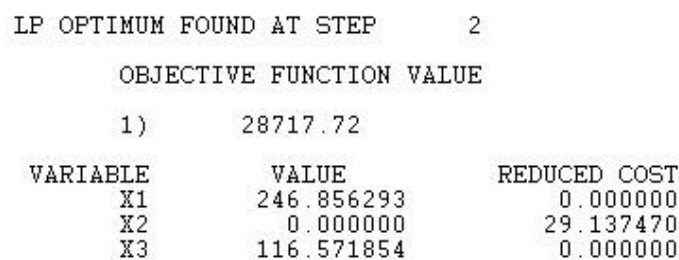


Figura 3. Valor da Função Objetivo e Variáveis

A função *Objective Function Value* traz o resultado da função. De acordo com o resultado do *Lindo*, o lucro máximo permitido para a Função Objetivo proposta, obedecendo às restrições é de R\$28.717,72, para o período de 1 mês.

A função *Variable e Value* fornece a melhor solução para as variáveis, De acordo com o modelo desenvolvido, o Poste 10/150 (x1) poderá ter até 246,85 unidades produzidas a fim de atingir lucro máximo. O Poste 11/300 (x3) poderá ter até 116,57 unidade produzidas. Para o Poste 10/300 o modelo não recomenda prosseguir com a produção.

A função *Reduced Cost* mostra se haverá redução nos lucros com a produção de algum item. Para os itens x1 (Poste 10/150) e x3 (Poste 11/600) o valor está zerado, ou seja, não haverá redução. No entanto, para o x2 (Poste 11/600) haverá uma redução de R\$ 29,13 nos lucros para cada unidade produzida, se a produção continuar.

A seguir, na Figura 4, serão apresentados os resultados para *Slack or Surplus* (Faltas ou Sobras) das restrições propostas - horas/homem e matéria prima disponível - bem como, o *Dual Prices* (Preços Sombra).

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	84000.000000	0.000000
3)	0.000000	0.257143
4)	20400.000000	0.000000
5)	0.000000	0.223818
6)	159030.421875	0.000000

NO. ITERATIONS= 2

Figura 4. Resultado das Restrições

Na Figura 4 a coluna *Row* representa as linhas de restrição. No caso do modelo em estudo tem-se: (2) Areia, (3) Brita, (4) Cimento, (5) Aço e (6) Horas/Homem. Na coluna *Slack or Surplus* aparecem informações referentes às sobras ou faltas de cada variável. Nesta solução, foram obtidos resultados de sobras de 84000 kg de areia (2), 20400 kg de cimento (4) e até R\$ 159.030,42 (6) de horas/homem. Já a brita e o aço foram totalmente utilizados. Na coluna *Dual Prices* aparece informações sobre a redução nos lucros, se houver o excesso dos limites das restrições que atingiram 100% da disponibilidade, ou seja, se for excedida a quantidade de brita em unidade, o sistema pode sofrer uma redução nos lucros de R\$ 0,22 por kg excedido, e se for excedida em 1 unidade a quantidade de aço, haverá uma redução nos lucros de R\$ 0,25 reais por kg excedida.

O próximo passo é analisar o *Objective Coefficient Ranges* (Alcance dos Coeficientes da

Função Objetivo), bem como o *Allowable Increase* (Aumento Permitido) e *Allowable Decrease* (Decréscimo Permitido) para a Função Objetivo, conforme apresentado na Figura 5.

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

VARIABLE	CURRENT COEF	OBJ COEFFICIENT RANGES	
		ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
X1	54.000000	12.000000	54.000000
X2	79.510002	29.137474	INFINITY
X3	132.000000	INFINITY	22.196728

Figura 5. Alcance dos Coeficientes da Função Objetivo

Na Figura 5, a coluna *Variable* representa as variáveis Poste 10/150 (x1), Poste 10/300 (x2) e Poste 11/600 (x3). A coluna *Current Coef* diz respeito aos lucros das variáveis respectivamente. A coluna *Allowable Increase* e *Allowable Decrease* representam o quanto o lucro do produto pode variar (aumentar ou diminuir), sem que a solução se altere. Dessa forma, para o Poste 10/150, cujo lucro é de R\$ 54,00, pode haver variação de R\$ 0,00 a R\$ 66,00 reais sem que a solução se altere. Para o Poste 10/300, pode haver variação de infinito a R\$ 108,64 sem alterações no resultado. E, por último, o Poste 11/600 pode receber variação de R\$ 108,80 e a solução permanecerá a mesma.

Após a análise da FO, procedeu-se a investigação do *Righthand Side Ranges* (Alcance das Restrições da Função Objetivo), bem como o *Allowable Increase* (Aumento Permitido) e *Allowable Decrease* (Decréscimo Permitido) para as restrições. Na Figura 6 são apresentados os resultados obtidos:

ROW	CURRENT RHS	RIGHTHAND SIDE RANGES	
		ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	151200.000000	INFINITY	84000.000000
3	100800.000000	61200.000000	51839.820312
4	54000.000000	INFINITY	20400.000000
5	12500.000000	13235.200195	12500.000000
6	166597.000000	INFINITY	159030.421875

Figura 6. Alcance das Restrições

Na Figura 6, a coluna *Current RHS* indica o valor atual das restrições. A linha row 2 (representando o insumo areia) equivale a 151200 kg, e pode variar de 67.200 ao infinito sem alterar a solução. Essa variação vai até o infinito porque esse foi um item com sobras, então o Lindo não colocará um limite.

A Brita (*row 3*) Equivale a 100.800 kg, e pode variar de 48.961 kg a 162.000 kg sem alterar o resultado da solução. Mas se for forçado um excesso em 1 unidade além do que é permitido podemos sofrer redução de R\$ 0,22 nos lucros.

O Cimento (*row 4*) equivale a 54.000 kg e pode variar de 33.600 kg ao infinito sem alterar a solução, esse também foi um item com sobras.

O Aço (*row 5*) Equivale a 12.500 kg e pode variar de 0 kg a 25.735,20 kg sem alterar o resultado. No entanto, se for forçado o limite em 1 unidade além do que é permitido pode acontecer uma redução nos lucros de R\$ 0,25 por unidade excedida.

Os Homens/Hora (*row 6*) equivalem a R\$ 166.597,00 e pode variar de R\$ 7.566,58 ao infinito, sem alterar a solução.

Aqui alcançou-se o objetivo de aplicar e tratar as variáveis no *software Lindo*.

5. Considerações Finais

Gerir os recursos disponíveis para o alcance do lucro máximo é um dos maiores desafios nos processos produtivos das instituições. A fim de melhor utilizar os recursos, recomenda-se aos gestores a utilização de ferramentas de análise e otimização para otimizar os processos e utilização dos mesmos. A Programação Linear é uma dessas ferramentas, apresentando um conceito simples de otimização, voltado para uma gestão mais assertiva: a maximização dos lucros ou a minimização dos custos.

No estudo em questão, cujo objetivo foi maximizar os lucros, a aplicação do modelo construído se deu através do *software Lindo*, e em seu resultado e análise retornou as seguintes informações gerenciais: Necessidade de extinguir a produção de um dos três itens da amostra (o poste 10/300) e investir nos postes 10/150 e 11/600, que representam cerca de 86% do lucro total. A resposta pauta-se na possibilidade do item 10/300 gerar redução nos lucros, em caso de continuidade no investimento dos recursos.

Com base nas restrições fornecidas ao modelo, a solução ótima retornará com um lucro de R\$28.717,72/mês, com comprovada maximização de 15% a mais nos lucros se comparado aos mesmos itens no cenário atual da empresa, R\$ 24.581,00/mês.

Portanto, atesta-se a validade da ferramenta como importante auxiliadora para o gerenciamento dos recursos, a fim de atenuar a complexidade decisória que nesse contexto se dá devido a grande quantidade de possibilidades que devem ser verificadas seguindo múltiplos critérios, individualmente aplicáveis a cada situação problema.

De acordo com o contexto e os resultados alcançados na pesquisa, sugere-se como proposta de pesquisas futuras:

- a) Elaborar um modelo de maximização dos lucros contendo todos os itens do *mix* de produção, e seus respectivos lucros, a fim de identificar todos os itens que merecem maior investimento, e os que representam baixa nos lucros;
- b) Elaborar um modelo de minimização dos custos, a fim de identificar os gargalos com os recursos implicados no processo produtivo e saná-los;
- c) Elaborar uma rede CPM a fim de identificar as atividades críticas e que podem ter os tempos de execução otimizados;

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Eduardo Leopoldino de. Introdução à Pesquisa Operacional: Método e Modelos para Análise de Decisões. 5ª edição. Rio de Janeiro: LTC, 2015. Disponível em: [https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-216-2967-2/.] Acesso em: 14/04/2020.

CAIXETA-FILHO, João Vicente. Pesquisa Operacional. Técnicas de Otimização Aplicadas a Sistemas Agroindustriais. 2º Edição. São Paulo: Atlas, 2011. Disponível em [https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522465750/cfi/3!/4/4@0.00:0.00] Acesso em 09/05/2020.

HILLIER, S. Frederick, LIEBERMAN, J. Gerald. Introdução à Pesquisa Operacional. 9ª Edição. AMGH, 2013. Disponível em: [https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788580551198/]. Acesso em 10/04/2020.

INFORMES. The Institute for Operations Research and the Management Sciences. Copyright 2020. Disponível em [https://www.informs.org/Explore/Operations-Research-Analytics] Acesso em 16/03/2020.

LINDO Systems. The LINDO Story. 2020. Disponível em [https://www.lindo.com/index.php/company/the-lindo-story] Acesso em 09/05/2020.

LONGARAY, André Andrade. Introdução à Pesquisa Operacional. 1º Edição. São Paulo: Saraiva, 2013. Disponível em:

[<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788502210844/>] Acesso em: 12/04/2020.

LOZADA, Gisele; NUNES, Karina da Silva. Metodologia Científica. 1º Edição. Porto Alegre: SAGAH, 2018. Disponível em:

[<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595029576/>] Acesso em: 19/04/2020.

MARCONI, Marina Andrade, LAKATOS, Eva Maria. Fundamentos de Metodologia Científica. 7ª edição. São Paulo: Atlas, 2017. Disponível em:

[<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597011845/cfi/6/10!/4/2@0:0>] acesso em 10/04/2020.

MOREIRA. Daniel Augusto. Pesquisa Operacional: Curso Introdutório. 2º Edição. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

OR. The Operational Research Society. 2020. Disponível em

[<https://www.theorsociety.com/about-or/>] Acesso em 16/03/2020.

RODRIGUES; Luís Henrique et. al.. Pesquisa Operacional - Programação Linear passo a passo: Do entendimento do problema à interpretação da solução. Vale do Rio dos Sinos:

UNISINOS, 2014. Disponível em

[<http://biblioteca.asav.org.br/vinculos/000045/000045c5.pdf>] Acesso em 10/01/2020.

SANTOS, João Almeida dos; FILHO, Domingos Parra. Metodologia Científica. 2º Edição. Cengage Learning. Disponível em: [

<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522112661/>] Acesso em: 19/04/2020.

SANTOS, Marcos dos. Gestão da cadeia produtiva têxtil: Uma abordagem à luz da Pesquisa Operacional. Blumenau SC: XLIX Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, 2017.

Disponível em [<http://www.sbp2017.iltc.br/pdf/166279.pdf>] Acesso em 27/02/2020.

SOBRAPO. Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional. Copyright © 1969. Disponível em [https://www.sobrapo.org.br/o-que-e-pesquisa-operacional] Acesso em 16/03/2020.

SILVA, Jó Santos da; SANTOS, Jarson Dantas. Recursos escassos, necessidades ilimitadas?. Revista Brasileira de Administração Política. v.7. n.1. Pág. 127-142. Bahia, 2014. Disponível em [https://portalseer.ufba.br/index.php/rebap/article/view/15606] Acesso em 28/03/2020.

SILVA FILHO, Oscar S. Gerando planos de produção através de um problema linear quadrática gaussiano com restrições nas variáveis. Pesquisa Operacional, v.30, n.1, p.99-124, São Paulo: Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI), 2010. Disponível em [https://www.scielo.br/pdf/pope/v30n1/06.pdf] Acesso em 24/03/2020.

VIRGILLITO, Benito Salvatore. Pesquisa operacional. 1º Edição. São Paulo: Saraiva, 2018. Disponível em: [https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788547221188/]. Acesso em: 10/04/2020.