© REVISTA INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIA E SOCIEDADE 2020, vol. 3, n. 2, pp. 97-113 ISSN 2184-4569
https://doi.org/10.37334/ricts.v3i2.38

O USO DA PESQUISA OPERACIONAL COMO INSTRUMENTO FUNDAMENTAL PARA MAXIMIZAÇÃO DO RENDIMENTO FINANCEIRO

The use of the Operational Research as fundamental instrument for maximization of the financial income in the company of materials of building site – Malanje

SIMÃO, Valdemar[1]

Resumo

O presente artigo tem como objetivo principal apresentar uma proposta de aplicação da Pesquisa Operacional com recurso a programação linear para maximizar o rendimento financeiro da empresa de material para construção civil de Malanje. O estudo foi realizado com base na utilização do método quantitativo. Entretanto, depois de formulado o problema, foram definidas as variáveis de decisão, formação das restrições, seguidamente se identificou a função objetivo de acordo os lucros estimados em cada produto da empresa. Com auxílio do algoritmo gráfico permitiu formular um problema Matemático com modelagem probabilística, das quais seis iterações foram realizadas para encontrar a melhor solução ótima que maximizasse o rendimento financeiro da empresa. Por meio do estudo realizado concluiu-se que, a solução ótima de um problema de programação linear para maximizar o rendimento da empresa é a solução admissível ou ponto fatível que apresenta valor máximo para a função objetivo. A partir desta pesquisa é possível compreender que as empresas que tendem permanecer competitivas no mercado devem fazer um conjunto de esforços para satisfazer a demanda do cliente.

Abstract

The main objective of this article is to present a proposal for the application of Operational Research using linear programming to maximize the financial income of the civil construction material company in Malanje. The study was conducted based on the use of the quantitative method. Meantime, after the problem was formulated the decision variables were defined, the formation of the restrictions and later the objective function was identified according to the estimated profits in each product of the company, which allowed to formulate a mathematical problem with probabilistic modeling, of which six iterations were carried out to find the best optimal solution that would maximize the company's financial income. Through the study carried out, it was concluded that the optimal solution of a linear programming problem to maximize the company's income is the optimal solution or feasible point that presents the highest value for the objective function. From this research, it is possible to understand companies that tend to remain competitive in the market must make a set of efforts to satisfy customer demand.

Palavras-chave: *Pesquisa Operacional; Rendimento Financeiro; Programação Linear, Método Gráfico.*

Key-words: *Research Operational; Financial Income; Lineal Programming, Graphic Method.*

Data de submissão: março de 2020 | **Data de publicação**: junho de 2020.

[1] VALDEMAR AMBRÓSIO SIMÃO – Escola Superior Politécnica de Malanje. ANGOLA. E-mail: valdemarambrosiosimao@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Nas sociedades modernas com predomínio capitalistas, as empresas ou indústrias que tendem a evoluir ou permanecer competitivas no mercado devem fazer um conjunto de esforço para satisfazer a demanda do cliente. Contudo não devem exceder as disponibilidades que podem resultar em perdas ou custos desnecessários.

De acordo a essas preocupações é aplicado um estudo relacionado a pesquisa em causa, para dar solução ao problema, com a finalidade de maximizar os lucros e minimizar os custos através da pesquisa operacional que auxilia na gestão de recursos humanos, financeiros e materiais de uma empresa ou organização de produção.

> A Pesquisa Operacional, oferece uma variedade de ferramentas de otimização, podendo ser utilizada para que a empresa desenvolva seu próprio mecanismo de formação de custos e preços, obtendo um modelo ideal que vai desde a programação da produção até a colocação do produto no mercado (Hillier & Liberman, 2010, p. 10).

Este artigo tem como objetivo apresentar uma proposta de aplicação da Pesquisa Operacional com recurso da programação linear para maximizar o rendimento financeiro da empresa de material para construção civil de Malanje.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. *Gênese da pesquisa operacional*

Historicamente, os primeiros trabalhos de Pesquisa Operacional serviram para dar apoio quantitativo, aos comandantes das operações militares inglesas na Segunda Guerra Mundial. A grande quantidade de técnicas desenvolvidas abriu espaço para essa nova área de conhecimento que alcançou lugar de destaque em aplicações e pesquisas civis.

Para Silva, Silva, Gonçalves e Murolo (1998), a Pesquisa Operacional como é conhecida atualmente teve início em 1939, onde estudos foram realizados por equipes interdisciplinares de cientistas, com o objetivo de desenvolver soluções para problemas militares de ordem estratégica e táctica.

O sucesso e credibilidade dos ganhos durante a guerra foram tão grandes que tão logo terminado o conflito, esses grupos de cientistas e a sua nova metodologia de abordagem dos problemas se transferiram para as empresas que, com o grande crescimento econômico da época, enfrentaram também os problemas de decisão de grande complexidade.

Em alguns países, em que prevaleceu a preocupação com a teoria, a Pesquisa Operacional se desenvolveu sob o nome de Ciência da Gestão ou Ciência da Decisão e em outros, em que predominou a ênfase nas aplicações, com o nome de Engenharia Industrial ou Engenharia de Produção.

Para Loesch e Hein (1999) Pesquisa Operacional é uma ciência que estrutura processos, propondo um conjunto de alternativas, fazendo a previsão e comparação de valores, eficiência e de custos.

Segundo a SOBRAPO (2013)[2], a pesquisa operacional é uma ciência aplicada voltada para resolução de problemas reais.

Pesquisa Operacional é uma ciência aplicada cujo o objetivo é a melhoria da performance em organizações, ou seja, em sistemas produtivos usuários de recursos materiais financeiros humanos e ambientais - os chamados meios de produção.

O termo “pesquisa” relembra a abordagem que é utilizada em campos de pesquisa científica usuais, assim, o método científico será usado para identificar os problemas da empresa.

Relativamente para Hillier e Lieberman (2010, p. 21) a “Pesquisa Operacional tenta solucionar conflitos de interesses entre as partes de uma organização, procurando uma melhor solução para a organização como um todo”.

Em fases iniciais do processo, a Pesquisa Operacional tenta solucionar conflitos formulando cuidadosamente o problema, e elabora um modelo cientifico (matemático) para simular o modelo real. Esse modelo é, hipoteticamente, uma representação satisfatória das características essenciais do problema, e, com isso, as conclusões também são válidas para o modelo real.

Na visão de Andrade (2019, p. 2) “o objetivo principal da Pesquisa Operacional é determinar a melhor utilização de recursos limitados procurando determinar a programação otimizada de atividades ou recursos”.

Ou seja, é identificar o melhor caminho a seguir, a melhor decisão a ser tomada para alcançar a “otimalidade” no processo estudado.

[2] Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional.

O estudo da Pesquisa Operacional tipicamente é divido em várias fases, fases essas que são sintetizadas em cinco etapas de fundamental importância para desenvolver e construir este modelo.

Em conformidade com Hillier e Lieberman (2010, p. 32), essas etapas são:

1- Formulação do problema

2- Construção de um modelo adequado

3- Obtenção da solução do modelo

4- Teste do modelo e validação da solução

5- Implementação e acompanhamento da solução

A maioria dos problemas defrontados na prática pelos profissionais da área da Pesquisa operacional são descritos a eles de forma empírica. Assim, é de crucial importância estudar o sistema relevante e construir um enunciado elaborado com rigor sobre o problema em questão.

Shamblin e Stevens (1979, p. 13), fazem uma observação clara retratando que, “é essencial em qualquer estudo de P.O que o problema em consideração seja claramente definido”.

3. RENDIMENTO FINANCEIRO

Atualmente, a gestão empresarial tornou-se observável sob vários pontos de vista, não só pelas alterações das organizações proprietárias das mesmas, porém, devido as constantes inovações tecnológicas e a competitividade no mercado global.

A soma de todos os fatores narrados, fez com que aumentasse fundamentalmente o nível de riscos nas decisões de gestão correntes ou estratégicas. Neste ensejo quer a avaliação do rendimento financeiro, quer do valor criado, assumem importantes decisões na administração das empresas, levando em consideração o seu crescimento sustentável.

Segundo o dicionário (Knoow.net, 2013), o termo rendimento designa a remuneração ou conjunto de remunerações de um qualquer agente econômico.

Já para o dicionário de língua portuguesa (Prestígio, 2010), o termo financeiro, diz respeito às finanças dinheiro, capital.

Assim, como conceito, o rendimento financeiro poderá resumir a capacidade de criação de valor das empresas com fins lucrativos.

Conforme Teixeira e Amaro (2013, p. 23), o rendimento financeiro, "é ganho/lucro que permite obter uma certa operação, ou seja, trata-se de cálculo que se faz com base no investimento realizado e a utilidade (os juros) gerado após um certo período de tempo".

A noção de rendimento está relacionada com a proporção existente entre os recursos que são usados para conseguir lucros e o resultado que depois se obtém. Desta forma o rendimento está associado com o benefício ou a utilidade.

Segundo os relatos de Silva, (2017) o rendimento financeiro relaciona o lucro conseguido com os recursos usados.

Rendimento financeiro é a remuneração recebida pela cedência do fator produtivo trabalhado.

4. PROGRAMAÇÃO LINEAR

Para Goldberg e Luna, (2000), a Programação Linear é uma técnica que utiliza instrumentos matemáticos que permitem a otimização de operações, e é largamente utilizada na resolução de problemas que tenham seus modelos representados por expressões lineares.

A Programação Linear apresenta algoritmos extremamente eficientes e que podem ser facilmente resolvidos com recurso ao computador.

> Os problemas de Programação Linear referem-se à distribuição eficiente de recursos limitados entre atividades competitivas, com a finalidade de atender a um determinado objetivo, por exemplo, maximização de lucros ou minimização de custos. Tratando-se de programação linear, esse objetivo será expresso por uma função linear, à qual se dá o nome de função objetivo. É claro que é necessário dizer quais as atividades que consomem cada recurso, e em que proporção é feito esse consumo. Essas informações serão fornecidas por equação ou inequações lineares, uma para cada recurso. Ao conjunto dessas equações ou inequações lineares dá-se o nome de restrição do modelo. Geralmente existem inúmeras maneiras de distribuir os escassos recursos entre as diversas atividades, bastando para isso que essas distribuições sejam coerentes com as equações de consumo de cada recurso, ou seja, que elas satisfaçam as restrições do problema (Puccini, 1980, p. 132).

Entretanto, deseja-se achar aquela distribuição que satisfaça as restrições do problema, e que alcance o fim pretendido, isto é, que aumente o lucro ou diminui o custo.

A essa solução dá-se o nome de solução ótima. Uma vez obtido o modelo linear, constituído pela função objetivo (linear) e pelas restrições lineares, a programação linear se encarrega de encontrar a sua solução ótima.

Segundo Caixeta-Filho, (2001), algebricamente, a Programação Linear é o aprimoramento de uma técnica de resolução de sistema de equações lineares, utilizando inversões sucessivas de matrizes, incorporando uma equação linear adicional representativa de um dado comportamento que deverá ser otimizado.

Em outras palavras, Programação Linear trata-se da planificação das atividades para obter um resultado ótimo, ou seja, resultado que alcança melhor método entre todas as alternativas de solução.

Para Garcia (1997, p. 19) "matematicamente, pode-se formular o modelo de um problema de otimização de acordo com o seguinte esquema:

Maximizar ou Minimizar

$Z = C_1X_1 + C_2X_1 + \cdots + C_nX_n$

Sujeito a:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \cdots + a_{1n}x_n \geq; \leq b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \cdots + a_{2n}x_n \geq; \leq b_2$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \cdots + a_{mn}x_n \geq; \leq b_m$$

$xi \geq 0$ e $bj \geq 0$, para $i = 1,2 \dots n$ e $j = 1,2 \dots m$,

onde:

$Z =$ função a ser maximizada ou minimizada (geralmente ganho ou custo), respeitando o conjunto de elementos do problema ou restrições;

$Ci =$ coeficientes de ganho ou custo que cada variável é capaz de gerar;

$xi =$ variáveis decisórias que representam as quantidades ou recursos que se quer determinar para otimizar o resultado global;

$bj =$ quantidade disponível de cada recurso;

$aij =$ quantidade de recurso que cada variável decisória consome.

$xi \geq 0$ e $bj \geq 0$, para $i = 1,2 \ldots n$ e $j = 1,2 \ldots m$, condição de não negatividade, as variáveis de decisão não podem ser negativas quer seja problema de maximização ou minimização”.

4.1. *Teorema Fundamental da Programação Linear*

Segundo Prado (2003), existem três fases de modelação:

- Se existir uma solução possível então existe uma solução básica possível.
- Se existir uma solução óptima, então existe uma solução básica óptima
- Domínio de Soluções Possíveis de um problema de programação linear é um domínio convexo.

Segundo Hillier e Lieberman (2010, p. 206), “a análise pós-otimalidade é a análise feita depois que se encontra uma solução ótima para a versão inicial do modelo, e, é muito importante nos estudos de pesquisa operacional e, essa análise é dividida em três passos”.

- Tarefa (Depuração do modelo, validação do modelo, decisões sobre alocação de recursos, etc.).
- Propósito (Encontra erros no modelo, demonstra a validade do modelo final, faz a divisão dos recursos, determina estimativas que podem afetar a solução ótima, determina o melhor equilíbrio).
- Técnica (Reotimização, Análise de Sensibilidade).

> A análise de sensibilidade tem como objetivo identificar os parâmetros que não podem ser alterados sem alterar a solução ótima, esses parâmetros precisam ser estimados meticulosamente para que não se tenha uma solução ótima errada. Eles também precisam ser monitorados de perto quando o estudo é implementado. Se o verdadeiro valor de algum parâmetro difere do valor estimado no modelo, é necessário modificar a solução (Hillier & Lieberman, 2010, p. 27).

4.1.2. *Métodos de Resolução de Programação Linear*

Para Taha (2008), a resolução de modelos da Programação Linear são: 1. Método Gráfico; 2. Método Simplex; 3. Método Simplex Dual**.**

Vários são os métodos que podem ser usados para otimizar um problema de PL, porém vamos falar apenas do método gráfico por ser de interesse para o objeto da pesquisa.

4.3. Método Gráfico

De acordo Taha (2008), método gráfico ou geométrico permite a resolução de problemas simples de PL de forma intuitiva e visual, porém, este método está limitado a problemas com duas ou três variáveis de decisão.

Dado o objeto de estudo do presente artigo, vamos avaliar os procedimentos do método gráfico com a formulação das restrições para um problema Matemático de maximização.

Segundo Maria (2016), as fases do processo de resolução do método gráfico com a formulação para um problema de maximização são:

4.3.1. ***Representação Gráfica***

Segundo Maria (2016, p. 20), "quando os problemas de programação linear envolvem duas variáveis a sua representação gráfica é relativamente simples, e pode ser muito útil para perceber o comportamento das variáveis e a forma de encontrar a solução ótima dos problemas".

1.º passo: *A condição de não negatividade*:

Neste modelo as variáveis x_1 e x_2 devem assumir somente valores positivos, como tal deve-se considerar o primeiro quadrante, e vamos representar a variável x_1 no eixo das abscissas, também chamado eixo horizontal ou eixo dos xx, e a variável x_2 no eixo das ordenadas, também chamado eixo dos yy ou eixo vertical;

2.º passo: *As restrições e a região de soluções admissíveis*:

No gráfico há que representar uma a uma, as restrições do modelo, começando por representar a sua fronteira, ou seja, a equação de cada reta que apresenta o ponto fátivel.

3.º passo: *A função objetivo*:

Para construir a função objetivo é necessário identificar se o problema é de maximização ou minimização, as variáveis do problema devem constituir a função objeto que por sua vez é simbolizada pela letra Z.

4.º passo: *A solução ótima*:

> A solução ótima de um problema de programação linear é a solução admissível que apresenta melhor valor para a função objetivo, neste caso é a solução admissível que permite obter o maior valor para a função objetivo (Maria, 2016, p. 26).

5. MODELAGEM

Uma das formas de melhorar a tomada de decisão é modelar matematicamente os problemas e, a partir do modelo obtido, usar algoritmos para tentar encontrar soluções ótimas. Lachtermacher (2007, p. 5), relatam que, "Os modelos são representações simplificadas da realidade que preservam uma equivalência adequada para determinadas situações e enfoques".

Para Goldbarg e Luna (2000), um problema é a dificuldade que impede que uma vontade seja concretizada. Formular problemas é, portanto, uma arte de criar ou escolher modelos, e com eles construir algoritmos que funcionem na prática e ainda sejam rápidos o suficiente para oferecerem as soluções desejadas.

5.1. *O Processo de Modelagem*

De acordo com Lachtermacher (2007, p. 10) "existem duas formas de chegar a uma decisão gerencial entre uma série de alternativas conflitantes e concorrentes, métodos intuitivos ou realizar um processo de modelagem da situação para estudar o problema mais a fundo".

No passado a intuição era predominantemente a forma de decidir, porém com o advento da tecnologia da informação e da potenciação dos computadores de modelar e simular diferentes cenários tem embasado cada vez mais as decisões dos gestores empresariais.

5.1.2. *Tipos de Modelos*

No âmbito geral da visão de Lachtermacher (2007), os modelos de simulação podem ser divididos em três grandes grupos, "físicos, matemáticos e simbólicos. O mais utilizado na modelagem de situações gerenciais são os modelos matemáticos, onde variáveis de decisão representam as grandezas e as relações entre elas ao serem representadas por expressões matemáticas (Lachtermacher, 2007, p. 23)".

> Quanto ao nível de incerteza os modelos matemáticos se subdividem em determinísticos e probabilísticos. Modelos em que não existem incertezas são denominados determinísticos já quando uma ou mais variáveis de decisão são conhecidas existe incerteza, ou seja, probabilidade de um resultado, o modelo é probabilístico (Lachtermacher, 2007, p. 28).

6. METODOLOGIA

O presente artigo refere-se a uma pesquisa de campo que, segundo Moresi (2003, p. 9), "é a investigação empírica realizada no local onde ocorre ou ocorreu um fenômeno ou ainda, que dispõe de elementos para explicá-lo e podem incluir entrevistas, aplicação de questionários, testes e observação participante ou não".

Com base na ideia do autor, o melhor entendimento de resolução de um problema de programação linear, na modelagem de situações analisadas usou-se método quantitativo com abordagem probabilística, como também utilizou-se a programação linear através do modelo Matemático para formalizar e avaliar a forma com que o procedimento da resolução dos dados se empregavam com recurso do método gráfico, que resultou em várias iterações para decidir a melhor decisão ótima de lucros (ganhos) da empresa.

Nota: A resolução deste problema deu-se por meio do algoritmo do método gráfico da programação linear. Não foi autorizado mencionar o nome da empresa na presente pesquisa por razões da política da mesma, por tanto lhe será dado um nome fictício de fábrica "MJ ".

7. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA MATEMÁTICO

A formulação do problema matemático, consiste em identificar a solução ótima, que maximiza o rendimento da empresa. Por tanto, a fábrica "MJ" sediada na província de Malanje produz matérias para construção civil, com maior produção blocos e tijolos. Sabe-se que para o mercado local, a produção de blocos tem maior procura com relação aos tijolos.

A empresa pretende que a produção de blocos deve quadriplicar a produção de tijolos que por sua vez, não pode ser superior à 1800 unidades por dia. Os produtos são fabricados de formas diferentes, apesar de terem os mesmos processos de produção (extração e secagem).

O tempo de produção mensal na máquina de extração em cada um desses produtos é de 43200 minutos, já na máquina de secagem os produtos sofrem variações de tempo, pese embora não ultrapassam aproximadamente 21600 minutos.

Cada bloco necessita de 4 minutos - máquina de extração e 10 minutos-máquina de secagem, já para o tijolo, necessita de 4 minutos- máquina de extração e 2 minutos-máquina de secagem.

A estimativa de lucros (ganho) é de 940.000.00 kzs para os blocos e 270.000.00 kzs para tijolos. Para tal, deseja-se maximizar os lucros da produção.

7.1. *Variáveis de decisão*

- As variáveis de decisão envolvidas na formulação do problema matemático representam a modalidade de dois tipos de produtos da fábrica, donde:

  $\boldsymbol{X_1} = Blocos$

  $\boldsymbol{X_2} = Tijolos$

7.1.2. *Função objetivo*

A função objetivo do problema para maximizar o rendimento da empresa é simbolizada pela letra Z conforme narrado no 3° passo da representação gráfica, através das variáveis de decisão x_1 e $\boldsymbol{x_2}$, os valores estimados pela empresa finalizado no processo produtivo é de 940.000.00 kzs para os blocos e 270.000.00 kzs para tijolos.

$$\boldsymbol{M\acute{a}xZ = 940.000x_1 + 270.000x_2}$$

Sujeitos a restrições.

Quadro 1- Restrições

Produção	Extração	Secagem	Disponibilidade
Blocos	4m	10m	43200m
Tijolos	4m	2m	21600m
Mercado(demanda)	4m	1m	4 x1800 = 7200m
Lucro (ganho)	940.000.00	270.000.00	

Fonte: Elaborado pelo autor.

7. 2 -Resolução do problema matemático

7.2.1. Sistemas de restrições: $\begin{cases} 4x1 + 2x2 \leq 21600 \\ 4x1 + 2x2 \leq 21600 \\ 4x1 + x2 \leq 7200 \end{cases}$

7.2.1.1. Não negatividade

$$X_1;\ X_2 \geq 0.$$

Utilizando o método gráfico, as variáveis x_1 ex_2 devem assumir somente valores positivos, como tal deve-se considerar o primeiro quadrante, e vamos representar a variável x_1 no eixo das abscissas, também chamado eixo horizontal ou eixo dos xx, e a variável x_2 no eixo das ordenadas, também chamado eixo dos yy ou eixo vertical.

Igualar os sistemas de restrições, atribuindo para cada matriz uma reta representada.

$$\begin{array}{l} s: \\ t: \\ v: \end{array} \begin{cases} 4x_1 + 10x_2 = 43200 \\ 4x_1 + 2x_2 = 21600 \\ 4x_1 + X_2 = 7200 \end{cases}$$

Encontrar as soluções admissíveis através de matrizes:

Matriz 1- reta: s

X_1	X_2
0	4320
10800	0

Matriz 2- reta: t

X_1	X_2
0	10800
5400	0

Matriz 3- reta: v

X_1	X_2
0	7200
1080	0

Fonte: Autor

$$\boldsymbol{Z = 940.000.00x_1 + 270.000.00x_2}$$

Equivalente a: $\boldsymbol{x_2} = -\frac{\mathbf{940.000.00}}{\mathbf{270.000.00}} + \frac{\boldsymbol{Z}}{\mathbf{3}}$

Família de retas com declive $-\frac{\mathbf{940.000.00}}{\mathbf{270.000.00}}$ e ordenada na origem igual a $\frac{\boldsymbol{Z}}{\mathbf{3}}$.

7.3. *Calcular os pontos fatível*

$$s: \begin{cases} 4X_1 + 10X_2 = 43200 \\ t: 4X_1 + 2X_2 = 21600 \\ v: 4X_1 + X_2 = 7200 \end{cases}$$

☻Resolução dos pontos factível☻

$t \perp s$: $\begin{cases} 4X_1 + 10X_2 = 43200 \\ 4X_1 + 2X_2 = 21600\ (-1) \end{cases}$ $-$ $\begin{array}{l} \cancel{4X_1} + 10X_2 = 43200 \\ \underline{\cancel{4X_1} - 2X_2 = -21600} \\ 0 + 8X_2 = 36000 \end{array}$ $\quad X_1 = \mathbf{4050}$, $X_2 = \mathbf{2700}$ *ponto factível*

$\frac{v}{s}$: $\begin{cases} 4X_1 + 10X_2 = 43200 \\ 4X_1 + X_2 = 7200\ (-1) \end{cases}$ $-$ $\begin{array}{l} \cancel{4X_1} + 10X_2 = 43200 \\ \underline{\cancel{4X_1} - X_2 = -7200} \\ 0 + 9X_2 = 36000 \end{array}$ $\quad X_1 = \mathbf{800}$, $X_2 = \mathbf{4000}$ *ponto factível*

$t \| v$: $\begin{cases} 4X_1 + 2X_2 = 21600 \\ 4X_1 + X_2 = 7200 \end{cases}$ $\quad \begin{cases} 4X_1 + 2X_2 = 21600 \\ 4X_1 = 7200 - X_2 \end{cases}$

Substituindo $4x_1$ na equação da reta t:

$7200 - X_2 + 2X_2 = 21600 \iff X_2 = \mathbf{14400}$

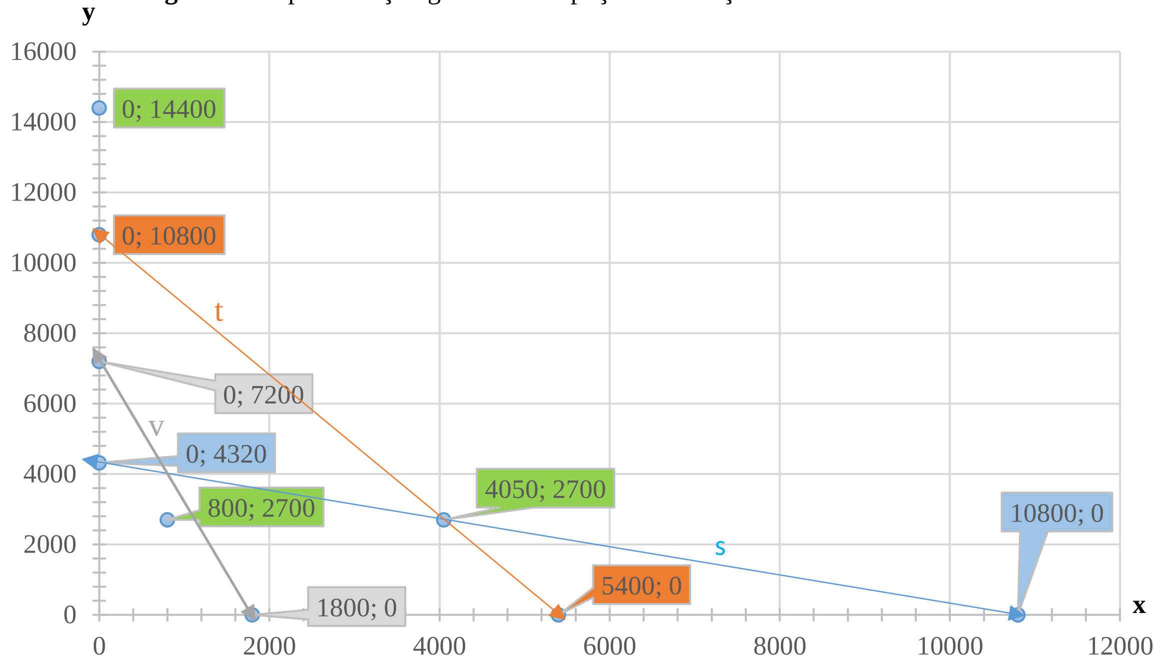
Substituindo o valor de x_2 na equação $4X_1 + X_2 = 7200$, teremos:

$4X_1 = 7200 - 14400 \qquad X_1 = \mathbf{-1800}$,sendo assim$X_1 \nexists$.

- Neste modelo, as variáveis ***x₁* e *x₂***devem assumir apenas valores positivos, como tal vamos apenas considerar o primeiro quadrante, não obstante um dos critérios a condição de não negatividade$(X_1;\ X_2 \geq 0)$. De modo análogo para o valor de x_1 assume valor nulo (zero).

7.4. *Determinar o gráfico do espaço das restrições*

Figura 1- Representação gráfica do espaço de restrições do modelo de PL



Fonte: elaborado pelo autor com base em Excel.

7.5. *A solução ótima*

A solução ótima de um problema de programação linear é a solução admissível ou ponto fatível que apresenta o valor máximo para a função objetivo, neste caso é a solução admissível que permite obter o maior valor para a função objetivo.

De modo algébrico vamos encontrar o valor máximo através de iterações a serem realizadas para maximização do rendimento financeiro da empresa MJ.

$$\boldsymbol{Maxz}\,(X_1; X_2) = \mathbf{940000}X_1 + \mathbf{270000}X_2$$

Iterações das soluções admissíveis através dos valores $X_1; X_2$ das matrizes:

$\boldsymbol{Maxz}\,(0; 4320) = (940000 * 0) + (270000 * 4320) = 1.166.400.000.00$

$\boldsymbol{Máxz}\,(10800; 0) = (940000 * 10800) + (270000 * 0) = \mathbf{10.152.000.000.00}$

$\boldsymbol{Maxz}\,(0; 10800) = (940000 * 0) + (270000 * 10800) = 2.916.000.000.00$

$\boldsymbol{Maxz}\,(10800; 0) = (940000 * 5400) + (270000 * 0) = 5.076.000.000.00$

$\boldsymbol{Maxz}\,(0; 7200) = (940000 * 0) + (270000 * 7200) = 1.944.000.000.00$

$\boldsymbol{Maxz}\,(1800; 0) = (940000 * 1800) + (270000 * 0) = 1.692.000.000.00$

Iterações dos pontos fatíveis:

$\boldsymbol{s}{\perp}\boldsymbol{t}$: $\boldsymbol{Maxz}$ $(4050; 2700) = (940000 * 4050) + (270000 *2700) =$ $4.536.000.000.00$

$\overset{v}{\boldsymbol{s}}$: $\boldsymbol{Maxz}$ $(800; 4000) = (940000 * 800) + (270000 * 4000)=$ $1.832.000.000.00$

$\boldsymbol{t}\|\boldsymbol{v}$: $\boldsymbol{Maxz}(0; 14400) = (940000 * 0) + (270000 * 14400) = 3.888.000.000.00$

8. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este trabalho foi facilitado com os dados coletados através de um guião de entrevista aos participantes da pesquisa no campo onde ocorreu o estudo, entretanto não foi necessária abstinência de idade e género dos mesmos em cada etapa feita na fábrica "MJ". Através de retas tracejadas no sistema cartesiano foi possível localizar cada ponto situado na fronteira do espaço fechado ou de solução fatível representando uma região convexa.

Aplicando o modelo matemático e abordagem probabilística da PL com recurso do método gráfico e respectivas iterações algébricas, constatou-se que para maximizar o rendimento financeiro mensal, é necessário que a empresa "MJ" fabrique $\mathbf{10800}$ blocos e $\mathbf{0}$ tijolo diários, para obter o rendimento financeiro mensal no valor de $\mathbf{10.152.000.000.00}$ kzs representando assim a solução ótima.Verificou-se sucessivamenteque os lucros da empresa podem variar de menor valor, $\mathbf{1.166.400.000.00}$ kzs para o valor máximo de $\mathbf{10.152.000.000.00}$ kzs mensal (solução ótima), de recordar ainda que as interações foram necessárias para avaliar a melhor solução ótima da empresa cujo o objetivo é de maximizar o rendimento financeiro da mesma.

Entretanto. Sabe-se que, para o mercado a produção de blocos tem maior procura em relação aos tijolos, em tal caso a empresa "MJ" não deve exceder as disponibilidades que tendem a resultar em perdas ou custos desnecessários.

9. CONCLUSÕES

Conclui-se de igual modo que, nas sociedades modernas com predomínio capitalistas, as empresas ou indústrias que tendem a evoluir ou permanecer competitivas no mercado devem fazer um conjunto de esforço para satisfazer a demanda do cliente.

Sugere-se a empresa “MJ” que, se quiser arrecadar mais receitas do que o habitual, deve avaliar alternativas quantitativas que geram lucros evitando limitações conflitantes de custos, isto é, paralisar a produção de tijolos tendo em conta a fraca demanda e os custos do material de fabrico e, não só, deve-se no entanto, investir com maior produção em blocos, afim de maximizar os lucros e minimizar os custos, para não exceder as disponibilidades que tendem a resultar em perdas ou custos desnecessários, evitando assim prejuízos da mesma, sendo que, a solução ótima do problema de programação linear para maximização do rendimento financeiro da empresa é a solução admissível que apresenta o valor máximo da função objetivo igual à $\mathbf{10.152.000.000.00}$ kzs.

A pesquisa realizada pode ser feita com outras possibilidades de estudo, como por exemplo: o método Simplex, Simplex dual com recurso ao Microsoft Excel, Solver e LINDO, sendo ferramentas que dispõe de grandes recursos dentro da aplicação dos conhecimentos científicos à produção geral e que permitem fazer vários tipos de simulações em uma planilha do Excel apresentando maior facilidade de manuseamento e melhor disposição dos relatórios gerados da pesquisa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Teixeira, N. M. D., & Amaro, A. G. C. (2013). Avaliação do desempenho Financeiro e da criação do Valor. Revista Universo Contábil, 9(4), 157-178. doi:10.4270/ruc.2013436

Loesch, C., & Hein, N. (1999). Pesquisa Operacional: fundamentos e modelos. Blumenau: FURB.

Caixeta-Filho, J. V. (2001). Pesquisa Operacional: Técnicas de Otimização Aplicadas a Sistemas Agroindustriais. Rio de Janeiro: Atlas

Andrade, E. L. (2009). *Introdução à pesquisa operacional: métodos e modelos para análise de decisões*. Rio de Janeiro: LTC.

Dicionário Língua Portuguesa (2013). (4.ª ed). Porto: Porto Editora).

Garcia, et al. (1997.). Teoria das Restrições e Programação Linear. Trabalho apresentado no V Congresso Internacional de Custos. Acapulco, México.

Goldbarg, M. C.; Luna, H. P. L. (2005). Otimização Combinatória e Programação Linear: Modelos e Algoritmos. Rio de Janeiro: Editora CAMPUS.

Taha, H. A. (2008). Pesquisa Operacional. (8ª. ed). São Paulo: Pearson.

Hillier. F. S., & Lieberman, G. J. (2010). Introdução à Pesquisa Operacional. São Paulo: McGrewHill.

Lachtermacher, G. (2007). Pesquisa Operacional na Tomada de Decisões. (3ª.ed.). Rio de Janeiro: Elsevier.

Bernardo, M. (2016). *Pesquisa Operacional. Informática de Gestão 61020*. Universidade Aberta.

Moresi, E. (Org.) (2003). Metodologia da Pesquisa. Brasília: Universidade Católica de Brasília. Disponível em http://www.inf.ufes.br/~falbo/files/MetodologiaPesquisa-Moresi

Puccini, A. L. (1980). Introdução à programação linear. Rio de Janeiro: Livros Técnicos.

Prado, D. S. (2003). Programação Linear. Belo Horizonte: Editora Desenvolvimento Gerencial.

Shamblin, J. E. & Stevens. Jr., G.T. (1979). Pesquisa Operacional – Uma Abordagem Básica. São Paulo: Atlas.

Silva, E. M., Silva, E. M., Gonçalves, V., & Murolo, A. C. (1998). Pesquisa Operacional: programação linear. São. Paulo: Atlas.