

## UTILIZAÇÃO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR EM UMA MICROEMPRESA DE USINAGEM

**Tiago Bruno Ribeiro<sup>1</sup>, Paulo André de Oliveira<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>FATEC, Botucatu, São Paulo, Brasil. E-mail [tiago.bruno@hotmail.com](mailto:tiago.bruno@hotmail.com)

<sup>2</sup>FATEC, Botucatu, São Paulo, Brasil. E-mail [poliveira@fatecbt.edu.br](mailto:poliveira@fatecbt.edu.br)

### 1. INTRODUÇÃO

Os métodos quantitativos aplicados a gestão de empresas permitem que se tomem decisões com maior segurança e confiabilidade. Conforme Ramos et al. (2007) existe o consenso de que micro e pequenas empresas precisam ter acesso às ferramentas de estratégia empresarial disponíveis. Só assim poderão ter melhores chances de sobrevivência e atuação no mercado, colaborando para reduzir sua taxa de mortalidade. As empresas industriais não fogem a necessidade de ferramentas de estratégia empresarial. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística é considerado setor industrial onde, as atividades realizadas são os processos que envolvem as transformações de insumos (matérias-primas) sejam elas físicas, químicas ou biológicas em novos produtos. Uma empresa industrial aquela que adquire determinadas matérias primas, e, com o uso de máquinas, equipamentos e mão de obra especializada, transformam tais matérias em produtos acabados (PEREZ JUNIOR, OLIVEIRA, COSTA, 2011 p.4).

A utilização de diversos recursos simultâneos como ocorre no setor industrial justifica o emprego de ferramentas como a programação linear. Para Moreira (2002), a programação linear constitui em um modelo matemático que tem por objetivo a resolução de problemas onde existem variáveis relevantes, que são expressas em formas de equações e inequações, respeitando ainda a necessidade dos recursos disponíveis. Ainda segundo o autor, na utilização da programação linear, é possível encontrar a função que maximiza ou minimiza o resultado, como por exemplo, o lucro de uma empresa.

Nestas considerações Moreira (2002), expõe em suma a estrutura da programação linear que se constitui de: uma expressão matemática (contendo as variáveis de decisão) que se quer maximizar ou minimizar e um conjunto de restrições, expressas por equações ou inequações matemáticas, que devem ser obrigatoriamente obedecidas, ao mesmo tempo em que se maximiza ou minimiza a função objetivo. O presente trabalho tem como objetivo demonstrar a aplicação de um modelo matemático de programação linear para otimizar a produção dos principais produtos de uma microempresa de usinagem em Botucatu – São Paulo.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Material

Para este trabalho foram utilizados dados sobre preço, custo, lucro unitário e recurso produtivos utilizados para produção de quatro produtos da GWK, uma microempresa de usinagem apresentado por Ribeiro e Oliveira (2012). Estes produtos foram nomeados de A, B, C e D:

### 3.2 Métodos

Para a análise de otimização da produção foi construído um modelo de programação linear pelo método simplex para se identificar o conjunto ideal de produção entre os produtos da empresa, visando à maximização do lucro, ou seja, o lucro máximo que se pode atingir com os recursos disponíveis dentro de suas limitações utilizando-se do software LINDO 6.1 para o cálculo do modelo Simplex.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tab. 1 apresenta-se os dados de demanda, preço de venda, custo e lucro líquido dos produtos A, B, C e D. Como o objetivo da empresa é maximizar a produção estas informações são necessárias para se construir a função objetivo do modelo de programação linear que medirá a eficiência do sistema.

Tabela 1- Demanda mensal, preço, custo e lucro líquido dos produtos

<b>Descrição</b>	<b>Demanda mensal</b>	<b>Preço</b>	<b>Custos produtos</b>	<b>Lucro Líquido</b>
Produto A	700 peças	R\$ 5,97	- R\$ 3,48	<b>R\$ 2,39</b>
Produto B	500 peças	R\$ 9,92	- R\$ 5,78	<b>R\$ 3,97</b>
Produto C	420 peças	R\$ 4,02	- R\$ 2,34	<b>R\$ 1,61</b>
Produto D	280 peças	R\$ 7,14	- R\$ 4,16	<b>R\$ 2,86</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1900 peças</b>			

Fonte: GWK Usinagem

Os recursos produtivos disponíveis pela empresa necessários foram coletados e apresentados na Tab.2 como restrições ao sistema para a aplicação do modelo matemático

Tabela 2- Informações dos recursos da empresa para construção das restrições matemáticas

Descrição	Demanda	Tempo/máquina (Minutos)			Tempo MO (Min)	Lucro unitário (R\$)
		Torno Convencional	Fresa Convencional	Torno CNC		
Produto A	700	8	0	0	8	2,29
Produto B	500	4,8	2	0	6,8	3,97
Produto C	420	0	0	1,5	1,5	1,61
Produto D	280	6	0		6	2,86
<b>Disponibilidade</b>		<b>12000</b>	<b>12000</b>	<b>12000</b>	<b>12000</b>	

Fonte: O autor.

O modelo apresentado por Moreira (2002) demonstra como é a estrutura de um modelo de programação linear, onde se tem a função objetivo, com a sujeição das restrições em que se limita o problema. Logo, como base na análise feita na empresa, se tem o seguinte resumo do modelo matemático.

Tabela 3- Resumo do modelo de otimização e descrição dos itens

Resumo do modelo	Descrição
Max $2.39A + 3.97B + 1.61C + 2.86D$	Função objetivo
$8A + 4.8B + 6D < 12000$	Restrição de horas torno convencional
$2B < 12000$	Restrição de horas fresadora
$2B < 12000$	Restrição de horas torno CNC
$8A + 6.8B + 1.5C + 6D < 12000$	Restrição de horas de trabalho
$A > 700$	Restrição de unidades demandadas A
$B > 500$	Restrição de unidades demandadas B
$C > 420$	Restrição de unidades demandadas C
$D > 280$	Restrição de unidades demandadas D

O resumo do modelo apresentado na Tab. 3 mostra em sua primeira linha a função objetivo, onde por meio dela que se irá encontrar o lucro máximo, de acordo com as limitações à que se sujeita a função, que são apresentadas nas demais linhas,

limitações essas que são os tempos disponíveis das máquinas, da mão de obra, e também no resumo é apresentado a demanda mínima requerida para cada produto.

A solução matemática apresenta-se na Tab. 4, com o resultado por meio de um relatório, que conforme analisado são expostos nos itens separados pela função objetivo e as restrições técnicas.

Tabela 4- Resultados da otimização

<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>	<b>Resultado</b>	<b>Folga</b>
Função objetivo	R\$	5135,00	0
Horas torno convencional	Minutos	9680	2320
Horas fresadora	Minutos	1000	11.000
Horas torno CNC	Minutos	1320	10.680
Horas de trabalho	Minutos	12000	0
Demanda Prod. A	Unidade	700	0
Demanda Prod. B	Unidade	500	0
Demanda Prod. C	Unidade	420	460
Demanda Prod. D	Unidade	280	0

Na função objetivo se obteve o valor de R\$ 5135,00 como lucro máximo utilizando-se todos os minutos de trabalho disponíveis. Neste contexto, existem minutos de máquina disponíveis no torno convencional, na fresadora e no torno CNC. Ainda ocorre que a demanda do produto C foi de 420 unidades restando a possibilidade de se produzir mais 460 unidades. Para se aumentar a produção seria necessária aumentar a disponibilidade de minutos de trabalho, sendo este o gargalo produtivo da empresa. A cada minuto adicional se aumentaria o lucro em R\$ 1,07, portanto seria possível suportar um custo de até R\$ 64,20 por hora de trabalho, o que zeraria o lucro adicional. Suprida a demanda do produto C o lucro total se alteraria para R\$ 5.875,60.

#### 4. CONCLUSÕES

A utilização de um modelo de programação linear permitiu definir o conjunto ideal de produção que a empresa pode trabalhar. No estudo da análise feita, o valor do lucro máximo (R\$ 5.135,00) que se pode atingir com a combinação de produção entre os quatro produtos abordados foi de 700 unidades do produto A, 500 unidades do produto B, 420 unidades do produto C e 280 unidades do produto D.

Com a aplicação da análise de sensibilidade da programação linear, as quantidades mínimas que se produz mensalmente entre os produtos A, B e D manteve-se a mesma, sendo então que, para se alcançar o máximo de lucro possível, a empresa

deverá manter a demanda mensal destes produtos, e aumentar a demanda somente do produto C, partindo de uma demanda mensal de 420 unidades para 880 unidades mensais, para assim atingir o lucro máximo alterando-se de R\$ 5.135,00 para R\$ 5.875,60 com a melhor configuração de produção. Nessa configuração de produção ainda resalta-se que o gargalo que a limita é o item mão-de-obra, pois toda sua disponibilidade foi utilizada, assim sendo, para cada minuto adicional que se poderia acrescentar ocorreria um aumento de lucro em R\$ 1,07, e mantendo-se os demais recursos é possível se aumentar a mão de obra em até 10680 minutos.

## **5. REFERÊNCIAS**

MOREIRA, D. A.; **Administração da produção e operações**. 2002. 1 ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002. 619 p.

PEREZ JUNIOR, J. H.; OLIVEIRA, L. M. de; COSTA, R. G. **Gestão estratégica de Custos**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2011. 338 p.

RAMOS, U. A.; POCOPETZ, M.; COSTA, J. M. C. **Como Gerenciar a pequena empresa com as técnicas das grandes corporações**. São Paulo: Idéia e Ação, 2007. 104 p.

**RIBEIRO, T.B.; OLIVEIRA, P.A. Análise de custo em uma microempresa de usinagem. 2012. Monografia (Graduação em Tecnologia da Produção Industrial)- Faculdade de Tecnologia de Botucatu, Botucatu, 2012.**