

## **PESQUISA OPERACIONAL: UM ESTUDO DE CASO PARA MINIMIZAÇÃO DE CUSTOS EM UMA BARBEARIA**

<sup>1</sup>Devisson Mesquita dos Santos; <sup>1</sup>devisson.santos@hotmail.com; <sup>1</sup>Universidade do Estado do Pará;  
<sup>2</sup>Fernanda Leandra Leal Lopes; <sup>2</sup>felopesfepa@gmail.com; <sup>2</sup>Universidade do Estado do Pará;  
<sup>3</sup>Pedro Matheus d'Oliveira; <sup>3</sup>pedmatheus7@gmail.com; <sup>3</sup>Universidade do Estado do Pará;  
<sup>4</sup>Syanne do Socorro Lobato Gonçalves; <sup>4</sup>syanne-lobato@hotmail.com; <sup>4</sup>Universidade do Estado do Pará;  
<sup>5</sup>Yvelyne Bianca Iunes Santos; <sup>5</sup>yvelynesantos@gmail.com; <sup>5</sup>Universidade do Estado do Pará;

**RESUMO:** *Este artigo teve como objetivo a utilização da Pesquisa Operacional para minimização de custos em uma barbearia localizada na cidade de Belém–Pa. Para isso, estabeleceu-se as variáveis, a função objetivo e as restrições em um modelo matemático solucionado por meio da ferramenta Solver do Software Microsoft Excel. A solução ótima aponta a redução de 2,92% nos custos semanais, situação explicada pela experiência do gestor da empresa que opera perto da capacidade limite de produção dos recursos disponíveis. Desse modo, foram simulados cenários alternativos para o processo produtivo do empreendimento, a exemplo de aumento em 10% da demanda e contratação de um funcionário no período de maior fluxo de clientes. Verificou-se a necessidade de ampliar as horas produtivas disponíveis no intuito de atender o aumento da demanda e possuir folga de mão de obra para relocação por parte do gestor, com o objetivo de evitar gargalos em variações do fluxo de clientes durante a semana. Assim, recomenda-se investimentos em marketing, como promoções no intuito de apoiar a contratação de um funcionário.*

**PALAVRAS-CHAVE:** *Minimização de custo; Tomada de decisão; Barbearia*

**ABSTRACT:** *This article aimed to use Operational Research to minimize costs in a barber shop located in the city of Belém-Pa. For this, the variables, the objective function and the constraints were established in a mathematical model solved using the Microsoft Excel Software Solver tool. The optimal solution points to a reduction of 2.92% in weekly costs, a situation explained by the experience of the company manager that operates close to the production capacity limit of available resources. Thus, alternative scenarios were simulated for the production process of the enterprise, such as a 10% increase in demand and hiring an employee during the period of greatest customer flow. There was a need to increase the available productive hours in order to meet the increased demand and to have manpower for relocation by the manager, in order to avoid bottlenecks in flow variations of customers during the week. Therefore, marketing investments such as promotions are recommended to support the hiring of an employee.*

**KEYWORDS:** *Cost-minimization; Decision-making; Barber shop*

## **1. Introdução**

Ainda que a crise econômica brasileira tenha afetado diversos segmentos nos últimos anos, um dos ramos que passou por processo de expansão foi o da barbearia, segundo dados da Euromonitor International, de 2014 até 2019 esse setor cresceu cerca de 7,1%, no qual o lucro principal é proveniente do ramo da barba, cabelo e bigode. Atualmente, o setor emprega cerca cinco milhões de pessoas no país e possui alta demanda causada, principalmente, pelo consumo elevado de cosméticos pela população masculina, o que faz do Brasil o segundo maior mercado consumidor de produtos masculinos.

Entretanto, o setor que está em expansão apresenta alto nível de competitividade, logo é essencial que os empreendimentos busquem diferenciais e estratégias que visem a diminuição de desperdícios, aumento da capacidade produtiva e redução de custos operacionais. Dessa forma, alguns problemas normalmente vivenciados por empresas podem ser evitados, como má administração do estoque, pelo excesso de materiais que são armazenados ou perda de validade; ausência de controle financeiro; e falta de inovação, pois com o aumento no número de empreendimentos, oferecer benefícios aos clientes é essencial para que esse tipo de ambiente se torne mais atrativo ao público.

Em vista disso, o estudo de caso foi realizado em uma barbearia situada em Belém-PA, que atua há três anos no mercado e conta com um total de nove funcionários. O objetivo geral do presente trabalho é reduzir os custos envolvendo, serviços, produtos e mão de obra por meio da utilização da Programação Linear (PL) como uma ferramenta de minimização de custos, a fim de auxiliar na tomada de decisão. O modelo matemático foi desenvolvido e solucionado na plataforma *Microsoft Excel 2016*, levando em consideração os dados da demanda do mês de abril de 2019 e da carga horária da mão de obra dos barbeiros.

O presente trabalho está subdividido em referencial teórico, metodologia, resultados e discussões e considerações finais. Os principais pontos abordados tiveram como base os dados fornecidos pela empresa em questão, a parte teórica e os cálculos baseados nas revisões feitas em livros e artigos relacionados à Pesquisa Operacional.

## **2. Referencial Teórico**

### **2.1. Pesquisa Operacional**

De acordo com Arenales et al. (2015, p. 4), Pesquisa Operacional (PO) é definida como uma disciplina profissional que utiliza a aplicação da tecnologia da informação para a tomada de decisões apoiada em dados. Trata-se da construção de um modelo matemático que objetiva projetar, planejar e operar atividades produtivas que requerem alocações eficientes de recursos escassos.

Com o desenvolvimento da PO nas organizações, problemas relacionados à produção, como previsão de demandas e controle de estoques se tornaram importantes alvos de modelagem matemática. (MIGUEL et al., 2018). Assim, PO configura-se como uma importante ferramenta de eficiência e controle dos processos produtivos e, por conseguinte, de sobrevivência de empresas.

## **2.2. Programação linear**

De acordo com Silva et al. (2017), a Programação Linear (PL) é um modelo utilizado para auxiliar em decisões estratégicas a fim de alcançar a maior eficiência dos recursos disponíveis dentro de um processo produtivo. Esse tipo de modelo consiste na construção de um modelo que sirva como instrumento de análise para o sistema real. Logo, os problemas envolvendo PL exibem equações que ajudam a descobrir um valor ótimo do objetivo em questão, por meio da melhor distribuição dos recursos envolvidos.

Determinado problema envolvendo PL apresenta uma parte que se quer maximizar ou minimizar, denominada de Função Objetivo, e onde estão as variáveis fundamentais; e outra parte, expressa na forma de equações matemáticas, denominada de restrições, formuladas a partir da configuração do problema.

## **2.3. Modelagem e estrutura de modelos matemáticos**

Para Ragsdale (2010) modelo é um conjunto de relacionamentos matemáticos e suposições lógicas, implementado como representação de algum problema do mundo real. Portanto, sua resolução se dá a partir de alguns valores conhecidos ou previstos no modelo real (SODRÉ, 2007).

### **2.3.1. Variáveis de decisão**

Segundo Kogano et al (2011) variáveis de decisão são fatores envolvidos na função objetivo do problema que fornecem informações que servirão de base para a formulação do modelo.

Essas informações são reproduzidas em forma de valores quantificáveis e são encontradas na resolução do modelo.

### **2.3.2. Função Objetivo**

A função objetivo é a equação principal do modelo, que envolve todas as variáveis identificadas e representa a situação sob uma perspectiva geral (ANDRADE, 2014). Portanto, o objetivo em um problema de otimização é encontrar a solução ótima, maximizando ou minimizando uma função chamada de função objetivo (BARBOSA, 2016).

### **2.3.3. Restrições**

De forma geral, as restrições são expressões ou equações que representam as limitações nos valores que podem ser atribuídos às variáveis de decisão (HILLIER e LIEBERMAN, 2013). Elas determinam o conjunto de soluções viáveis e devem ser apresentadas como uma relação linear de igualdade ou desigualdade utilizando-se as variáveis de decisão (JESUS, 2016).

### **2.4. Ferramenta Solver**

O uso de software para a resolução de problemas de programação linear é recorrente. O Solver é uma ferramenta que vem embutida no Microsoft Excel (software para criação e controle de planilhas). Tendo isso em vista, para a resolução do simplex foi utilizado esse software. O Solver permite fazer simulações em uma planilha e encontrar soluções para problemas mais complexos que necessitam de uma análise matemática de alto nível (MCFEDRIES, 2011).

## **3. Metodologia**

Para resolução do problema desenvolveu-se um modelo matemático linear através da metodologia abordada em Pesquisa Operacional e, por meio da ferramenta *Solver* do software *Microsoft Excel*, se encontrou a solução ótima.

### **3.1. Dados da empresa**

A empresa participante do estudo de caso integra o mercado há mais de três anos e encontra-se na cidade de Belém, no estado do Pará. Trata-se de uma microempresa do segmento de barbearia que oferece serviços de corte de cabelo, barba, barboterapia, sobrancelha, etc. O estabelecimento conta, atualmente, com nove colaboradores, dentre eles há quatro barbeiros,

um funcionário responsável pelo marketing, dois atendentes e planejadores estratégicos e dois atendentes, sendo um deles um dos sócios da empresa. É importante se observar que os barbeiros não possuem salário fixo e recebem apenas comissões. A empresa tem horário de funcionamento de segunda à sábado das 9:00 hs às 21:00 hs.

### 3.2.1. Dados de custos

Para realização do estudo, foram selecionados os serviços de corte de cabelo, barba, combo (cabelo e barba) barboterapia e sobrancelha. Os serviços de corte de cabelo e barba possuem quatro modalidades de preço, são elas: preço normal; preço com 20% de desconto para militares, aniversariantes, associados e parceiros; franquias (um serviço gratuito a cada sete cortes de cabelo e/ou barba para clientes com cartão fidelidade); pacote (dar direito a 4 ou 5 serviços por um preço menor). Coletou-se dados do custo médio dos serviços considerando os materiais utilizados na execução dos serviços. Também, optou-se por utilizar no modelo matemático dados das duas cervejas que possuem maior demanda na barbearia e o minoxidil, substância vendida para os clientes utilizarem em casa.

Abaixo apresenta-se as variáveis de custos da empresa com o intuito de minimizá-los.

**Tabela 1 – Custo por serviço e produto**

Xi	Serviço/Produto	Preço (R\$)	Custo		
			Comissão (R\$)	produto (R\$)	Serviço (R\$)
X1	Cabelo	35,00	10,50	1,50	12,00
X2	Cabelo com desconto	28,00	10,50	1,50	12,00
X3	Cabelo franquias	-	10,50	1,50	12,00
X4	Cabelo pacote	-	10,50	1,50	12,00
X5	Barba	35,00	10,50	1,50	12,00
X6	Barba com desconto	28,00	10,50	1,50	12,00
X7	Barba franquias	-	10,50	1,50	12,00
X8	Barba pacote	-	10,50	1,50	12,00
X9	Combo	60,00	18,00	1,50	19,50
X10	Combo com desconto	48,00	18,00	1,50	19,50
X11	Combo franquias	-	18,00	1,50	19,50
X12	Combo pacote	-	18,00	1,50	19,50
X13	Cerveja 1	6,00	-	3,45	-
X14	Sobrancelha	10,00	5,00	1,30	6,30
X15	Barboterapia	20,00	6,00	1,30	7,30
X16	Cerveja 2	7,00	-	3,55	-
X17	Minoxidil 15%	170,00	34,00	85,00	-

Fonte: Autores (2019)

### 3.1.2. Dados de demanda

Para construção do modelo também se coletou dados da demanda da barbearia dos serviços e produtos apresentados na tabela 1. Para determinação da demanda foi disponibilizada uma planilha eletrônica da empresa que possui detalhadamente a demanda real de todos os dias do

mês de abril de 2019. Por conta da mudança no número de funcionários durante a semana, no estudo a semana foi dividida em dois períodos, sendo um de menor demanda (de segunda a quinta) e um de maior demanda (sexta a sábado). Para a determinação da demanda foram feitas médias para cada dia da semana, por exemplo, pegou-se todas as segundas do mês de abril e se tirou a média; o mesmo foi feito para os demais dias da semana. Após isso, somou-se a demanda média de segunda à quinta e de sexta à sábado. Os dados de demanda obtidos estão na tabela abaixo.

**Tabela 2 – Demanda média do mês de abril**

Variáveis	Serviço/Produto	Demanda: Seg-Qui	Demanda: Sex-Sáb
X1	Cabelo	50	39
X2	Cabelo com desconto	12	8
X3	Cabelo franquia	5	5
X4	Cabelo pacote	5	3
X5	Barba	9	8
X6	Barba com desconto	2	1
X7	Barba franquia	2	1
X8	Barba pacote	6	7
X9	Combo	14	9
X10	Combo com desconto	4	2
X11	Combo franquia	4	2
X12	Combo pacote	9	5
X13	Cerveja 1	9	6
X14	Sobrancelha	7	4
X15	Barboterapia	1	2
X16	Cerveja 2	1	5
X17	Minoxidil 15%	1	0

Fonte: Autores (2019)

### 3.2. Função Objetivo

Devido a variação do número de funcionários e da demanda ao longo da semana, optou-se por trabalhar com dois modelos matemáticos. O primeiro modelo representa os dias de segunda à quinta e, o segundo modelo representa os dias de sexta e sábado.

Para a formulação das funções objetivos foram utilizadas variáveis de decisão, que representam os custos médios de produtos e/ou serviços demandados durante os dias de segunda à quinta e de sexta e sábado ao longo do mês de abril.

$$\text{Min } Z = \sum(Q_x * P_x)$$

Onde Q representa a quantidade de produtos ou serviços e P o custo médio para um desses.

**Tabela 3 – Preço médio dos serviços e produtos**

<i>X<sub>i</sub></i>	Serviço/Produto	<i>P<sub>x</sub></i> (R\$)
X1	Cabelo	12,00
X2	Cabelo com desconto	12,00
X3	Cabelo franquia	12,00
X4	Cabelo pacote	12,00
X5	Barba	12,00
X6	Barba com desconto	12,00
X7	Barba franquia	12,00
X8	Barba pacote	12,00
X9	Combo	19,50
X10	Combo com desconto	19,50
X11	Combo franquia	19,50
X12	Combo pacote	19,50
X13	Cerveja 1	3,45
X14	Sobrancelha	6,30
X15	Barboterapia	7,30
X16	Cerveja 2	3,55
X17	Minoxidil 15%	85,00

**Fonte: Autores (2019)**

Como os custos são os mesmos para qualquer dia da semana, as funções objetivos são iguais para os dois modelos considerados. Portanto, para minimização de custos temos:

$$\text{Min } Z_1 = \text{Min } Z_2 = 12 X_1 + 12 X_2 + 12 X_3 + 12 X_4 + 12 X_5 + 12 X_6 + 12 X_7 + 12 X_8 + 19,5 X_9 + 19,5 X_{10} + 19,5 X_{11} + 19,5 X_{12} + 3,45 X_{13} + 6,3 X_{14} + 7,3 X_{15} + 3,55 X_{16} + 85 X_{17}$$

### 3.3. Restrições

Segundo as informações recolhidas da barbearia, foram consideradas as seguintes restrições:

- Restrição em relação a oferta e demanda: equivalente para os dois modelos, a quantidade ofertada de produto ou serviço deve ser maior que a quantidade demandada, ou seja:

$$Of_x \geq D_x$$

- Restrição em relação as horas disponíveis: particular para cada modelo;

- Restrição de carga horária: particular para cada modelo;

- Restrição de não negatividade: equivalente para os dois modelos, como não é possível vender produtos ou serviços ofertados com valor negativo, então é necessário usar a restrição de não negatividade nos modelos:

$$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10}, X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}, X_{15}, X_{16}, X_{17} \geq 0$$

#### 3.3.1. Restrições do modelo 1

- Horas disponíveis: a barbearia tem disponível, nos dias de segunda a quinta, 3 barbeiros que totalizam uma carga horário de 122 horas de trabalho. Entretanto, os funcionários não

exercem a função 100% do tempo disponível, visto que dependem de clientes e possuem intervalos, por isso foi considerado uma porcentagem de 70% da carga horário, portanto:

$$Ch_{utiliz} = 122 \times 0,7$$

$$Ch_{utiliz} \leq 85,4$$

- Carga horária: realizou-se uma média de quanto tempo se executa cada serviço. Dessa forma, temos que o cabelo ou a barba leva cerca de 30 minutos (0,5 hora), o combo (cabelo e barba) 60 minutos (1 hora), a sobrancelha 5 minutos (0,083 hora) e a barboterapia 12 minutos (0,2 hora). Portanto, temos que:

$$0,5 X_1 + 0,5 X_2 + 0,5 X_3 + 0,5 X_4 + 0,5 X_5 + 0,5 X_6 + 0,5 X_7 + 1 X_8 + 1 X_9 + 1 X_{10} + 1 X_{11} + 1 X_{12} + 0,083 X_{14} + 0,2 X_{15} \leq 85,4$$

A quantidade de horas utilizadas de segunda à quinta-feira deve ser menor ou igual a quantidade de horas disponível dos três barbeiros que são 85,4 h.

### 3.3.1. Restrições do modelo 2

- Horas disponíveis: considerando o número de 4 barbeiros na sexta e sábado, um tempo disponível total de 80 horas para o trabalho e a porcentagem 70% da carga horária disponível, temos que:

$$Ch_{utiliz} = 80 \times 0,7$$

$$Ch_{utiliz} \leq 56$$

- Carga horária:

$$0,5 X_1 + 0,5 X_2 + 0,5 X_3 + 0,5 X_4 + 0,5 X_5 + 0,5 X_6 + 0,5 X_7 + 1 X_8 + 1 X_9 + 1 X_{10} + 1 X_{11} + 1 X_{12} + 0,083 X_{14} + 0,2 X_{15} \leq 56$$

A quantidade de horas utilizadas de sexta e sábado deve ser menor ou igual a quantidade de horas disponível dos quatro barbeiros que são de 56 horas.

## 4. Resultados da modelagem e análise do problema

### 4.1. Situação atual da empresa

Na tabela 4 está exposto o cenário atual da empresa, o qual é representado pelo cálculo de custos totais de comissão de funcionários e utilização dos produtos nos períodos de segunda a quinta, assim como no período de final de semana (sexta e sábado).

**Tabela 4 – Custos Reais Praticados pela Empresa**

Período	Seg-Qui	Sex-Sab	Total
Número de Funcionários	3	4	
Custos	R\$ 1.836,45	R\$ 1.343,55	R\$ 3.180,00
Horas produtivas utilizadas	85,4	56	141,4

**Fonte: Autores (2019)**

De acordo com a tabela 4, pode-se afirmar que no cenário real, ou seja, atendendo toda a demanda média, a empresa utiliza um funcionário a mais nos finais de semana (sexta e sábado) no intuito de atender o volume maior de clientes, tendo nos demais dias da semana (segunda a quinta), um período de menor demanda.

## 4.2. Solução Ótima

Utilizando o Solver e o modelo exposto, foi encontrado o resultado ótimo de minimização de custos da empresa, conforme a tabela 5:

**Tabela 5 – Solução Ótima**

Período	Seg-Qui	Sex-Sáb	Total
Número de Funcionários	3	4	
Custos	R\$1.823,15	R\$ 1.263,85	R\$3.087,00
Horas produtivas utilizadas	77,3	54,7	132

**Fonte: Autores (2019)**

Percebe-se que o resultado ótimo se aproxima muito do cenário atual vivenciado pela empresa, já que a utilização ótima de horas produtivas da mão de obra promovidas pelo modelo proposto se aproxima da quantidade utilizada atualmente pelo empreendimento. As folgas entre o cenário real e o resultado ótimo nos períodos de segunda a quinta e sexta e sábado foram, respectivamente de 8,1 horas e 1,3 horas.

Essa situação resulta na otimização de apenas R\$ 93,00 entre os custos simulados pelo Solver e os custos reais, ou seja, é obtida uma redução de 2,92%. Importante ressaltar que esse quadro corrobora com a situação do processo produtivo da empresa, o qual encontra-se operando perto do limite de capacidade de produção dos funcionários.

Dessa forma, no intuito de fomentar a tomada de decisão pela empresa, foram simulados dois cenários de relevância para o processo produtivo da barbearia: aumento da demanda e contratação de um funcionário temporário.

### 4.3. Aumento da Demanda

O presente cenário trata do aumento da demanda em 10% dos principais serviços. Foi simulado aumento da demanda nos serviços de  $X_1$  à  $X_{12}$ .

A demanda de segunda à quinta é totalmente atendida, porém a folga de carga horária é pequena, sendo assim, se a demanda aumentar mais, não será possível atender todos os clientes.

O Solver não conseguiu encontrar uma solução para o aumento da demanda na sexta e no sábado, assim, não foi possível atender toda a demanda, pois não há carga horária suficiente para atender todos os clientes.

Sendo assim, verifica-se que a contratação de mais um barbeiro seria uma das possíveis soluções para este problema, já que não é permitida hora-extra. No entanto, deve-se levar em consideração que no local possuem quatro cadeiras para barbeiros, em vista disso a contratação de mais um barbeiro exigiria investimento para a alocação de mais um posto de trabalho para barbeiro na empresa. Então, a contratação é melhor justificada para aumento na demanda maior que 10%.

### 4.4. Contratação de um funcionário

Com o objetivo de atender a demanda nos dias de alto volume de clientes, mais particularmente nos dias de sexta e sábado, cenário no qual a utilização de horas produtivas foi muito próxima do valor ótimo, foi simulado no Solver a contratação de um funcionário nesse período, com carga horária total de 20 horas semanais. Dentro desse cenário foi considerado, também, o aumento de 10% na demanda, uma vez que esse incremento no número de serviços/produtos não foi possível utilizando as horas produtivas disponíveis no cenário atual. Assim, foi criada a tabela 6 abaixo, a qual compara e expõe a diferença do lucro e da folga nas horas produtivas entre o cenário atual utilizando um funcionário extra, considerando um aumento de 10% da demanda.

**Tabela 6 - Diferença de lucro e Folga entre os cenários**

Diferença no Lucro	Folga Horas Produtivas
R\$ 131,80	15,87

Fonte: Autores (2019)

Por meio da tabela 6, pode-se ressaltar que mesmo com a contratação de um funcionário, assim como todos os seus custos incluídos, ainda se verificou um quadro favorável, uma vez que o lucro aumentou em R\$ 131,80 comparado com o lucro no cenário atual. Além do mais, observa-se que o modelo simulado obteve 15,87 horas de folga, criando a possibilidade de o gestor gerenciar parte dessas horas disponíveis para o dia de semana, situação na qual possíveis gargalos em variações de demanda durante a semana seriam solucionados.

## **5. Considerações Finais**

O objetivo do estudo foi minimizar os custos envolvendo, serviços, produtos e utilização de mão de obra por meio da utilização da Programação Linear e do Solver em uma barbearia na cidade de Belém-Pa. Com o uso de modelagem matemática e dividindo o modelo em períodos de menor demanda (segunda a quinta) e períodos de maior demanda (sexta e sábado), foi feita a minimização de custos semanais.

O cenário ótimo, em comparação com o cenário atual da empresa, teve como resultado uma redução de 2,92% nos custos da empresa. Assim, percebe-se que a diminuição de custos ocorreu, porém a redução é pequena. Esse quadro é justificado pela experiência do gestor do estabelecimento que opera perto do limite da capacidade dos seus funcionários. Além disso, nota-se que as horas produtivas utilizadas no modelo ótimo apresentam pouca folga em relação do cenário atual, situação na qual torna-se relevante simular dois cenários alternativos para tomada de decisão na empresa: aumento de 10% da demanda e contratação de um funcionário.

O cenário de aumento da demanda em mais de 10% revela a utilização quase total das horas produtivas disponíveis, tendo no período de sexta e sábado a impossibilidade de atender os clientes. Já na situação alternativa de contratar um funcionário, considerando o contexto de aumento de 10% de demanda, revela-se um quadro de folga de mão de obra de quase 16 horas produtivas, tendo-se a possibilidade de relocar esse recurso para evitar gargalos com variações na demanda. No entanto, recomenda-se investimentos em marketing, a exemplo de promoções, para justificar a contratação de um funcionário em períodos de maior fluxos de clientes. Assim, percebe-se a importância de se apropriar de conhecimentos em PO para a tomada de decisão e contribuir para a melhor gestão de negócios.

## Referências

ANDRADE, Eduardo Leopoldino de. **Introdução à Pesquisa Operacional: Métodos e Modelos para a Análise de Decisão**. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

ARENALES, Marcos; ARMENTANO, Vinícius; MORABITO, Reinaldo; *et al.* **Pesquisa Operacional para Cursos de Engenharia**. 2. ed. São Paulo: Elsevier, 2015.

BARBOSA, Davi Prates Oliveira. **Um modelo matemático de otimização da mistura de diferentes variedades de açúcar para atender ao padrão de qualidade de países importadores**. 2016. 47 f. Tese - Curso de Modelagem Computacional, Instituto de Computação, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2016.

CARDOSO, Andréa. **Fundamentos da Pesquisa Operacional**. 2011. Disponível em: <<http://www.unifal-mg.edu.br/matematica/files/file/po.pdf>>. Acesso em: 12 maio, 2019.

CECILIANO, Wellington Rodrigo Aparecido. **Aplicação de um Método de Simulação-Otimização na Cadeia Produtiva de Minérios de Ferro**. 228f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas Logísticos). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

Euromonitor. **Market research on consumer products, commercial industries, demographics trends and consumer lifestyles in Brazil. Includes comprehensive data and analysis, tables and charts, with five-year forecasts**. 2019. Disponível em: <<https://www.euromonitor.com/brazil>>. Acesso em: 3 jun. 2019.

HILLIER, Frederick S.; LIEBERMAN, Gerald J. **Introdução À Pesquisa Operacional**. 9. ed. São Paulo: Bookman, 2013. 1028 p.

JESUS, João B.; FAVONI, Célio.; **O Uso da Ferramenta Solver do Excel na Resolução de Problemas de Programação Linear**. Jahu: FATEC, 2016. 5 p. Trabalho de Graduação.

KOGANO, K.S.H.; LIMA, R.N.P.; SANTOS, Y.B.I; MORAES, M.S.O; **Aplicação da Programação Linear para a Utilização Otimizada de Recursos Disponíveis em uma Empresa de Produção de Camarões**. XXII Simpósio de Engenharia de Produção: Sustentabilidade na Cadeia de Suprimentos, São Paulo, 2011.

MCFEDRIES, P. **Fórmulas e funções com Microsoft Office Excel**. Ed. Companion Website. 3ª tiragem. 2011.

MIGUEL, P. A. C. et al. **Metodologia de pesquisa para engenharia de produção e gestão de operações**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

RAGSDALE, Cliff T.. **Modelagem e Análise de Decisão**. São Paulo: Cengage, 2010. 41 p.

SILVA, Ermes Medeiros da et al. **Pesquisa Operacional: Programação Linear - Simulação**. 5. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2017. 208 p.

SODRÉ, Ulysses. **Modelos Matemáticos**. 2007. Disponível em: <<http://www.uel.br/projetos/matessencial/superior/pdfs/modelos.pdf>>. Acesso em: 12 de Maio de 2019.>