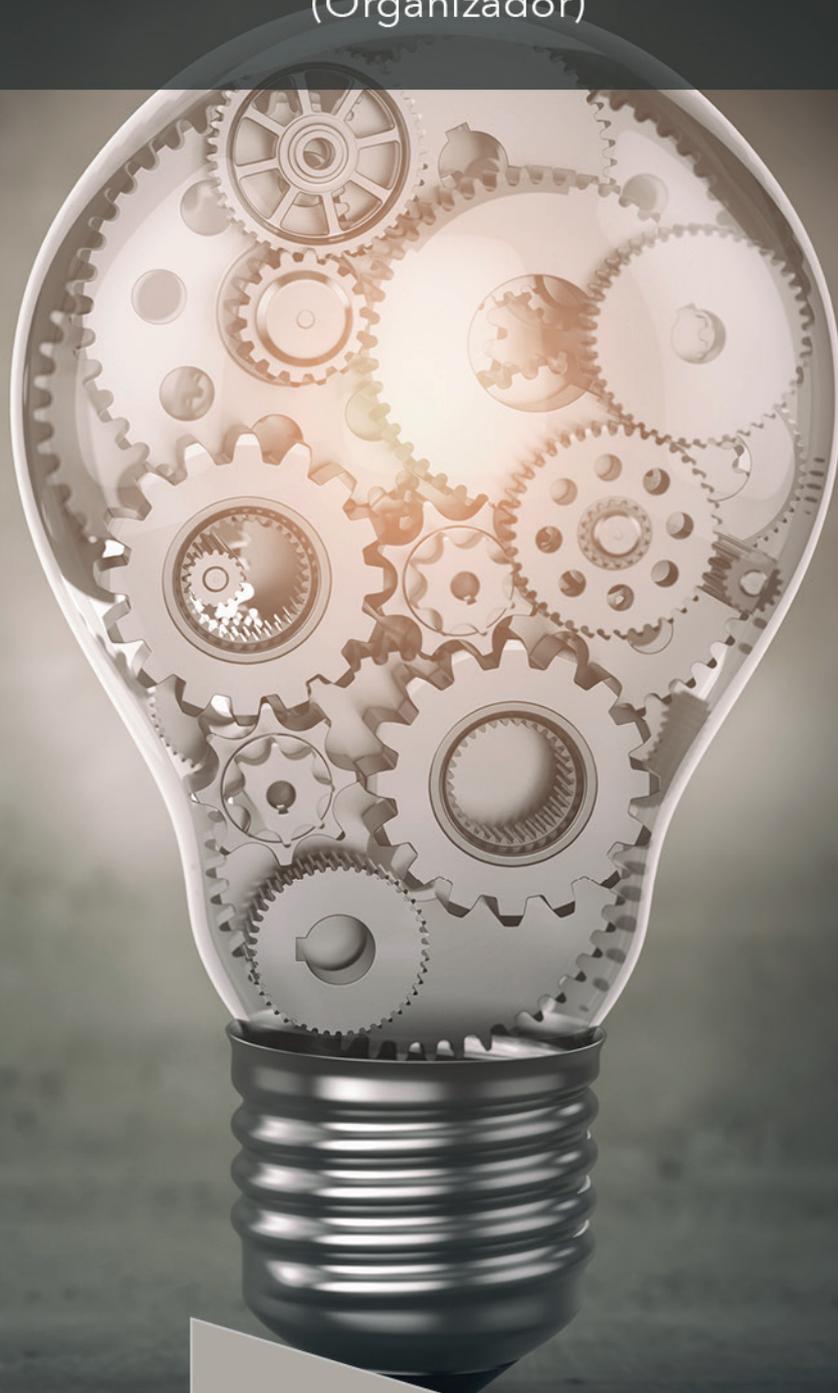


# A Engenharia de Produção na Contemporaneidade 3

Marcos William Kaspchak Machado  
(Organizador)



 **Atena**  
Editora

Ano 2018

Marcos William Kaspchak Machado  
(Organizador)

# A Engenharia de Produção na Contemporaneidade 3

Atena Editora  
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

#### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

Machado, Marcos William Kaspchak  
M149e A engenharia de produção na contemporaneidade 3 [recurso eletrônico] / Marcos William Kaspchak Machado. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. – (A Engenharia de Produção na Contemporaneidade; v. 3)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-000-1

DOI 10.22533/at.ed.001180912

1. Engenharia econômica. 2. Engenharia de produção.  
3. Pesquisa operacional. I. Título.

CDD 658.5

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A obra “*A Engenharia de Produção na Contemporaneidade*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora. O volume III apresenta, em seus 25 capítulos, os novos conhecimentos para a engenharia de produção nas áreas de engenharia econômica e pesquisa operacional na tomada de decisão.

As áreas temáticas de engenharia econômica e pesquisa operacional na tomada de decisão, tratam de temas relevantes para otimização dos recursos organizacionais. A constante mutação neste cenário torna necessária a inovação na forma de pensar e fazer gestão, planejar e controlar as organizações, para que estas tornem-se agentes de desenvolvimento técnico-científico, econômico e social.

Tanto as ferramentas da engenharia econômica, como os estudos da pesquisa operacional, auxiliam no processo de tomada de decisão, tornando-as mais assertivas e economicamente eficientes.

Este volume dedicado à aplicação da engenharia econômica e pesquisa operacional na tomada de decisão traz artigos que tratam de temas emergentes sobre a gestão de custos e informações econômicas, análise de viabilidade, gestão financeira e de desempenho, pesquisa operacional e aplicação de métodos multicritério na tomada de decisão.

Aos autores dos capítulos, ficam registrados os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora, pela dedicação e empenho sem limites que tornaram realidade esta obra, que retrata os recentes avanços científicos do tema.

Por fim, espero que esta obra venha a corroborar no desenvolvimento de novos conhecimentos e inovações, e auxilie os estudantes e pesquisadores na imersão em novas reflexões acerca dos tópicos relevantes na área de engenharia de produção.

Boa leitura!

Marcos William Kaspchak Machado

## SUMÁRIO

### APLICAÇÃO DA ENGENHARIA ECONÔMICA E PESQUISA OPERACIONAL NA TOMADA DE DECISÃO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
GESTÃO DE CUSTOS DA PRODUÇÃO	
Ivisson de Souza Tasso	
Isabella Tamine Parra Miranda	
João Luiz Kovaleski	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0011809121</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>13</b>
A RELEVÂNCIA DA INFORMAÇÃO CONTÁBIL PARA A TOMADA DE DECISÃO NAS EMPRESAS DE FRANCISCO BELTRÃO.	
Andressa Bender	
Robson Faria Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0011809122</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>24</b>
REDUÇÃO DOS CUSTOS DE MANUTENÇÃO – ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA IMPLANTAÇÃO/CERTIFICAÇÃO DE SPIE (SERVIÇO PRÓPRIO DE INSPEÇÃO DE EQUIPAMENTOS).	
Cleiciano Berlano Miranda de Oliveira	
Leonardo Gomes Machado	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0011809123</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>36</b>
APLICAÇÃO DO CUSTO ANUAL UNIFORME EQUIVALENTE NA IDENTIFICAÇÃO DO MOMENTO ÓTIMO PARA A SUBSTITUIÇÃO DE UMA COLHEDORA DE CANA-DE-AÇÚCAR	
João Matheus Coimbra Stortte	
Márcio Jacometti	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0011809124</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>50</b>
ANÁLISE DE VIABILIDADE PARA SUBSTITUIÇÃO DE EQUIPAMENTOS EM UMA PROPRIEDADE RURAL PRODUTORA DE CAFÉ NO INTERIOR DE MINAS GERAIS	
Gabriela Vilas Boas Pini	
Priscila Nayara Gonçalves	
Gabriela Azevedo Motta	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0011809125</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>60</b>
AÇÕES ESTRATÉGICAS EM UMA IMPORTADORA DE ARTIGOS PARA ILUMINAÇÃO: UM ENFOQUE NA VARIAÇÃO CAMBIAL	
Guilherme Mendes Fernandes	
Eduardo Loewen	
Elisete Santos da Silva Zagheni	
Janaina Renata Garcia	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0011809126</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>71</b>
CALIBRAÇÃO DO PARÂMETRO DE SUAVIZAÇÃO DO FILTRO L1 PARA UMA POSSÍVEL	

ESTRATÉGIA DE INVESTIMENTOS.

Maria Simone Alves da Silva  
Andrew de Jesus Freitas Silva  
Fernando Luiz Cyrino de Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.0011809127**

**CAPÍTULO 8 ..... 82**

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO FUTURO DO PREÇO DO CIMENTO PORTLAND CP IV

Bianca Reichert  
Adriano Mendonça Souza

**DOI 10.22533/at.ed.0011809128**

**CAPÍTULO 9 ..... 92**

PERFORMANCE ECONÔMICO-FINANCEIRA DO SETOR DE PAPEL E CELULOSE BRASILEIRO:  
TESTANDO A INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS MACROECONÔMICAS VIA METODOLOGIA DE TODA  
E YAMAMOTO E REDES NEURAIS ARTIFICIAIS.

Pedro de Moraes Rocha  
Vitória Gomes da Costa  
Yasmin Leão Sodré Soares  
Daiane Rodrigues dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.0011809129**

**CAPÍTULO 10 ..... 115**

ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE AS EXPECTATIVAS MACROECONÔMICAS BRASILEIRAS  
DIVULGADAS NO RELATÓRIO FOCUS E OS ÍNDICES SETORIAIS DA B3

Stéfan Thomassen Andrade  
Mirela Castro Santos Camargos  
Marcos Antônio de Camargos

**DOI 10.22533/at.ed.00118091210**

**CAPÍTULO 11 ..... 133**

MAPEAMENTO DE FERRAMENTAS ORIUNDAS DA CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO QUE BUSQUEM  
AUTOMATIZAR, APOIAR OU MODELAR PROBLEMAS DAS ORGANIZAÇÕES NO SEGMENTO  
FINANCEIRO

Wagner Igarashi  
Deisy Cristina Corrêa Igarashi

**DOI 10.22533/at.ed.00118091211**

**CAPÍTULO 12 ..... 149**

MAPEAMENTO DO PERFIL DE NOVOS INVESTIDORES DO MERCADO DE VALORES MOBILIÁRIOS  
BRASILEIRO

Estevão Cristian da Silva Leite

**DOI 10.22533/at.ed.00118091212**

**CAPÍTULO 13 ..... 165**

APLICAÇÃO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR INTEIRA NA MAXIMIZAÇÃO DO LUCRO DE UMA  
EMPRESA DO SETOR DE BELEZA E ESTÉTICA

Weverton Silveira de Almeida  
Marilane Elias da Silva  
Nícolás Victor Martins dos Santos  
Lana Muriela Ribeiro  
Stella Jacyszyn Bachega

**DOI 10.22533/at.ed.00118091213**

<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>178</b>
UM ESTUDO COMPUTACIONAL DO PROBLEMA DE AGRUPAMENTO COM SOMA MÍNIMA DE DISTÂNCIAS	
Augusto Pizano Vieira Beltrão José André de Moura Brito	
<b>DOI 10.22533/at.ed.00118091214</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>190</b>
APLICAÇÃO DA PROGRAMAÇÃO DINÂMICA NA ANÁLISE DO ESTOQUE DE UMA INDÚSTRIA MOVELEIRA	
Everton Ortiz Rocha Michell Eduardo Dallabrida	
<b>DOI 10.22533/at.ed.00118091215</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>199</b>
PROBLEMA DE PORTFÓLIO DE MÉDIO PRAZO PARA UM GERADOR HIDROELÉTRICO	
Tiago Forti da Silva Leonardo Nepomuceno	
<b>DOI 10.22533/at.ed.00118091216</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>212</b>
ESTUDO DA INFLUÊNCIA DO ERRO DE PREVISÃO DA TEMPERATURA SOBRE O ERRO DE PREVISÃO A CURTO PRAZO DA CARGA ELÉTRICA	
Anna Cláudia Mancini da Silva Carneiro Henrique Steinherz Hippert	
<b>DOI 10.22533/at.ed.00118091217</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>222</b>
APLICAÇÃO DO MÉTODO HÍBRIDO ARIMA-RNA PARA A PREDIÇÃO DOS CUSTOS DE INTERNAÇÃO PELO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE NA CIDADE DE SÃO PAULO	
Nayara Moreira Rosa João Chang Junior Cláudia Aparecida de Mattos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.00118091218</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>234</b>
APLICAÇÃO DA TEORIA DAS FILAS: MELHORIA DO ATENDIMENTO DO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO MARIA APARECIDA PEDROSSIAN	
Fernando Rocha Passos Júnior Lilian Milena Ramos Carvalho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.00118091219</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>245</b>
A UTILIZAÇÃO DO MÉTODO AHP NA PRIORIZAÇÃO DE ORDENS DE SERVIÇO: O ESTUDO DE CASO NA PREFEITURA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA	
Nathan Nogueira Freitas Marcos Vilarindo Paeslandim Rodrigues	
<b>DOI 10.22533/at.ed.00118091220</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>259</b>
ANALYTIC HIERARCHY PROCESS COMO FERRAMENTA DE APOIO A SERVICIZAÇÃO E POSICIONAMENTO ESTRATÉGICO DE RESTAURANTES	
Wellington Goncalves	

Rodrigo Randow de Freitas  
Fernando Nascimento Zatta  
Keydson Quaresma Gomes

**DOI 10.22533/at.ed.00118091221**

**CAPÍTULO 22 ..... 272**

UTILIZAÇÃO DO AMD NA ESCOLHA DE UM SISTEMA ERP VISANDO A EXPANSÃO DE UMA  
EMPRESA DO VAREJO PARA O ECOMMERCE

Ingrid Dantas Silva  
Marcos Santos  
Marcone Freitas Reis

**DOI 10.22533/at.ed.00118091222**

**CAPÍTULO 23 ..... 286**

REVISÃO BIBLIOMÉTRICA SOBRE A ANÁLISE DE DECISÃO MULTICRITÉRIO NA ÁREA DA SAÚDE

Deyse Gillyane Gomes Camilo  
Talita Dias Chagas Frazão  
Ricardo Pires de Souza  
Bruno Cesar Linhares  
Adeliane Marques Soares  
Amanda Gomes de Assis

**DOI 10.22533/at.ed.00118091223**

**CAPÍTULO 24 ..... 300**

ANÁLISE DO PROCESSO DE PREMIAÇÃO DAS ÁREAS INTEGRADAS DE SEGURANÇA NO RIO  
DE JANEIRO: UMA ABORDAGEM MULTICRITÉRIO

Marcio Pereira Basilio  
Valdecy Pereira

**DOI 10.22533/at.ed.00118091224**

**CAPÍTULO 25 ..... 321**

APLICAÇÃO DE MÉTODO MULTIPARAMÉTRICO COMO AUXÍLIO À AVALIAÇÃO DE NECESSIDADE  
DE SUBSTITUIÇÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICO-HOSPITALARES

Marcelo Antunes Marciano  
Eliezer Knob de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.00118091225**

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 329**

## APLICAÇÃO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR INTEIRA NA MAXIMIZAÇÃO DO LUCRO DE UMA EMPRESA DO SETOR DE BELEZA E ESTÉTICA

### **Weverton Silveira de Almeida**

Universidade Federal de Goiás, Departamento de Engenharia de Produção, Catalão – Goiás

### **Marilane Elias da Silva**

Universidade Federal de Goiás, Departamento de Engenharia de Produção, Catalão – Goiás

### **Nícolas Victor Martins dos Santos**

Universidade Federal de Goiás, Departamento de Engenharia de Produção, Catalão – Goiás

### **Lana Muriela Ribeiro**

Universidade Federal de Goiás, Departamento de Engenharia de Produção, Catalão – Goiás

### **Stella Jacyszyn Bachega**

Universidade Federal de Goiás, Departamento de Engenharia de Produção, Catalão – Goiás

**RESUMO:** Assim como em outros setores, recentemente o setor de beleza e estética vem sofrendo dificuldades. Com isso, as empresas devem se atentar ainda mais em questões gerenciais e na gestão de suas operações, buscando melhoria de processos para maximizar seus lucros. Desta forma, podem recorrer a técnicas de pesquisa operacional para auxiliar na tomada de decisões e alcançar tais objetivos. Diante do exposto, a presente pesquisa tem como objetivo aplicar a programação linear inteira (PLI) para maximizar o lucro semanal de uma empresa do setor de beleza e estética. Para alcançar este

objetivo, utilizou-se a abordagem quantitativa e os procedimentos de pesquisa bibliográfica e experimental. Os resultados obtidos apontaram as quantidades ótimas de cada serviço a ser ofertado, para que a empresa possa melhorar sua política de prestação de serviços e com isso maximizar o seu lucro semanal. Dentre as principais contribuições, este trabalho apresenta uma aplicação prática em uma microempresa empresa, disseminando o uso da PLI para o auxílio na tomada de decisões em gestão de serviços.

**PALAVRAS-CHAVES:** Programação linear inteira, maximização de lucro, setor de estética e beleza

**ABSTRACT:** As in other sectors, beauty and aesthetics have recently been experiencing difficulties. With this, companies must focus even more on management issues and the management of their operations, seeking to improve processes to maximize their profits. In this way, they can use operational research techniques to aid in decision making and to achieve those objectives. In view of the above, this research aims to apply the entire linear programming (PLI) to maximize the weekly profit of a company in the beauty and esthetics sector. To reach this goal, the quantitative approach and the bibliographic and experimental research procedures were used. The results obtained

pointed out the optimal amounts of each service to be offered, so that the company can improve its service delivery policy and thereby maximize its weekly profit. Among the main contributions, this paper presents a practical application in a microenterprise company, disseminating the use of PLI to aid in decision making in service management. **KEYWORDS:** Linear programming, profit maximization, aesthetics and beauty sector

## 1 | INTRODUÇÃO

Diante do exposto pela Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos, o mercado de beleza sofreu recentemente sua primeira queda em 23 anos, dessa forma, para as empresas se manterem no mercado devem buscar permanentemente melhorar sua produtividade, reduzir seus custos, aumentar seus lucros e tomar melhores decisões (DINO, 2016).

Ao encontro de tais necessidades, há técnicas da Pesquisa Operacional (PO) que podem ser utilizadas nas mais diversas áreas. A PO pode ser definida como um campo de análise de decisão caracterizado pelo uso de métodos e técnicas científicas quantitativas que visam otimizar operações empresarias e determinar o melhor uso de recursos limitados (ANDRADE, 2000).

A Programação Linear (PL) é uma das técnicas de Pesquisa Operacional, empregada para encontrar a forma ótima de alocação de recursos escassos entre atividades que dividem esses recursos entre si. O termo ‘programação’ é referente ao planejamento e o termo ‘linear’ delimita que para este tipo de problema todas as funções devem ser lineares. A PL, portanto, é a busca de resultados ótimos por meio do planejamento de atividades (HILLIER; LIEBERMAN, 2013).

Para problemas de alocação de pessoas, veículos e máquinas, entre outros, é necessário normalmente alocação de quantidades inteiras, um tipo de solução não fornecida pela PL que fornece resultados com números naturais. Nestes casos, há a possibilidade do uso da Programação Linear Inteira (PLI) ou simplesmente Programação Inteira (PI), que são modelos de PL com uma restrição a mais que determina que as variáveis devem possuir valores inteiros (HILLIER; LIEBERMAN, 2013).

A PL pode ser usada para otimizar não apenas a produção de bens de consumo, mas também pode ser aplicada na prestação de serviços, como pode ser observado nos estudos de Santos, Souza e Bouzada (2012), Gomide, Arce e Silva (2013), Meneses, Rabinovitz e Costa (2014), Pantoja et. al. (2015) e Bilinski et al. (2016). Dentre as possíveis aplicações em serviços tem-se a redução de custos ou a maximização de lucros, redução de tempo de operação e melhoria na qualidade dos serviços prestados, entre outros. Assim, deseja-se, a partir do estudo, responder a seguinte questão de pesquisa: Qual deve ser a quantidade ótima de cada serviço oferecido por uma empresa prestadora de serviços para esta obter o lucro máximo semanal?

Neste sentido, este estudo teve como objetivo geral aplicar a PLI para maximizar o lucro semanal de uma empresa do setor de beleza e estética. Espera-se que, por meio

dos resultados obtidos, a proprietária do estabelecimento possa melhorar sua política de prestação de serviços, ajustando/incentivando a oferta dos serviços prestados de acordo com o recomendado por este estudo.

Para cumprir o objetivo, este trabalho segue com a seguinte estrutura: na seção 2 é apresentada a revisão bibliográfica com referencial teórico sobre a Programação Linear e Programação Linear Inteira. A metodologia utilizada é descrita na seção 3. Os resultados e discussões com a resposta dos objetivos almejados estão na seção 4. E, por fim, a seção 5 apresenta as considerações finais.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO E REVISÃO DE LITERATURA

Esta seção abordará o referencial teórico sobre programação linear e programação linear inteira, assim como aplicações nesta última.

### 2.1 Programação linear e programação linear inteira

Existem várias técnicas para resolução dos modelos matemáticos de PO, algumas delas são: a programação linear, a programação linear inteira, a programação dinâmica, a otimização em redes e a programação não-linear. Entretanto, a técnica mais utilizada de PO é a programação linear, com função objetivo e restrições lineares (TAHA, 2008).

Taha (2008) define três componentes básicos que todo modelo de PL possui, são eles: i) variáveis de decisão que se procura determinar; ii) objetivo que se precisa otimizar, maximizando ou minimizando determinado problema; iii) restrições que a solução deve satisfazer.

Colin (2011) menciona que a PL trata do problema de alocação ótima dos recursos escassos para a realização de atividades. Com isso, várias indústrias encontram frequentemente na PL uma fonte de vantagens competitivas duradouras. E já em outras indústrias a sua importância vai ainda além, como nas indústrias petrolífera e a de aviação, que encontram na PL uma condição fundamental para a sua sobrevivência e lucratividade a longo prazo.

Mesmo sabendo da grande contribuição da PL para a ciência e economia, é fato que esta técnica não resolve todo e qualquer tipo de problema. Taha (2008) propõe algumas indagações que certos profissionais se deparam no seu dia-a-dia profissional e que podem ser resolvidas com a Programação Linear, por exemplo:

- Dadas restrições de produção, quanto produzir de cada produto?
- Qual o custo mínimo de composição de uma mistura dadas certas especificações?

Taha (2008) identifica também na PL certas propriedades básicas e que devem ser satisfeitas nos modelos: i) proporcionalidade onde requer que a contribuição de cada variável de decisão seja diretamente proporcional ao valor da variável; ii)

aditividade que requer a contribuição total de todas as variáveis seja a soma direta das contribuições individuais de cada variável; iii) certeza onde todos os coeficientes da função objetivo e das restrições são determinísticos, ou seja, constantes conhecidas.

Existe um modelo matemático genérico de alocação de recurso para atividades, também chamado de forma padrão para problemas de PL que é apresentado por Hillier e Lieberman (2013). A seguir estão expostas a função objetivo (1) e as restrições (2 a 5).

Em particular, esse modelo visa selecionar os valores para  $x_1, x_2, x_n$ , de forma a:

$$\text{Maximizar } Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \quad (1)$$

Sujeito às restrições:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1 \quad (2)$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq b_2 \quad (3)$$

⋮

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m \quad (4)$$

e

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0. \quad (5)$$

Em alguns problemas matemáticos, as variáveis de decisão só fazem sentido se assumirem valores inteiros, a saber: alocação de pessoal, máquinas e veículos para algumas atividades em quantidades inteiras. Segundo Hillier e Lieberman (2013), se a exigência de números inteiros for a única diferenciação da formulação de programação linear, então refere-se a Programação Inteira.

Conforme Colin (2011), a modelagem de problemas de Programação Inteira ou Programação Linear Inteira (PLI) é bem parecida com a modelagem de problemas de Programação Linear. Um problema de PLI pode ser visto como um problema de PL mais uma restrição de que as variáveis devem ser inteiras. Para Taha (2008), um problema inteiro puro é definido como aquele que tem todas as variáveis inteiras, caso contrário trata-se de um problema de programação inteira mista, que contém variáveis contínuas bem como inteiras.

Para a resolução de PLI o algoritmo mais utilizado é *Branch-and-Bound* (B&B). A inicialização do algoritmo se dá com a solução ótima do problema. Nesse momento, não se consideram as restrições de variáveis inteiras (relaxação). Para cada iteração, o problema original é subdividido e eliminam-se as partes fracionárias da solução não-inteira. Ainda, eliminam-se partes do problema subdividido por meio de testes lógicos (COLIN, 2011).

## 2.2 Aplicações da programação linear inteira

Segundo Loesch e Hein (2009), a maioria das aplicações de pesquisa operacional

abrange as áreas de administração, produção, planejamento e organização e é por este motivo que tem grande importância para a Engenharia de Produção.

Antonio, Castro e Abensur (2016) utilizaram a PLI associada a gestão de compras e estoque ao desenvolver um modelo matemático que auxiliasse a gestão de estoques de um agente acelerante numa tradicional indústria de pneumáticos instalada no Brasil. Foi desenvolvido também, com o auxílio da PLI, um modelo matemático para suporte às decisões de compras, o qual, quando feita a inserção das informações reais da empresa, obteve-se uma solução otimizada para a decisão de compras buscando os menores custos relacionados à gestão de compras e estoque do produto em estudo.

Pessanha, Alvarenga e Arica (2015) enfatizaram o uso da PLI no planejamento e controle da produção ao abordarem o problema integrado de dimensionamento e sequenciamento da produção de uma empresa de pequeno porte, em que o objetivo foi determinar em que ordem e quanto de cada produto seria produzido, visando atender à demanda com os menores custos. Dessa forma, formulou-se um modelo integrado que expressasse às condições em que a empresa se encontrava. O modelo elaborado foi implementado e os resultados obtidos foram condizentes com a realidade da empresa, proporcionando a mesma a redução dos custos de produção.

Outra aplicação da PLI na mesma linha de pesquisa do exemplo anterior pode ser analisada em Fernandes et al. (2013), onde apresentou-se um modelo de otimização-simulação aplicado em um estudo de caso real no setor de cilindros para laminação de uma siderúrgica, buscando melhorias no gerenciamento da área/equipamento gargalo da linha de produção. Atuando em conjunto com a simulação, a PLI proporcionou a otimização do processo produtivo de uma linha não seriada, assim como a redução das filas de espera e do *lead-time*, o que conseqüentemente melhorou o atendimento aos clientes.

Melo (2008) abrangeu a área da logística em que foi analisado o problema relacionado à distribuição de vagões de carga e assim desenvolvido modelos que oferecessem ao analista a oportunidade de conhecer em detalhes as dificuldades enfrentadas pela ferrovia, possibilitando avaliar a proposição de metas dos tempos de retenção em pátios, tempos de deslocamento, número de vagões retidos para manutenção, necessidade do aumento da frota e a viabilidade de execução do programa de transporte diante das premissas operacionais vigentes.

Uma das principais aplicações de PLI é para a alocação ótima de pessoas. Referente a isto, Menezes, Rabinovitz e Costa (2014), através da ferramenta Solver do Excel, identificaram a composição ótima de equipes de projetos de uma empresa de consultoria júnior, obtendo a maximização do desempenho dos consultores em cada um dos serviços prestados pela empresa.

Silva et al. (2014) também abordaram o tema de alocação de pessoas, especificamente para projetos seis sigmas, com base nas necessidades e restrições para execução dos mesmos. Além disso, elaboraram um modelo para seleção do projeto que gerasse maior benefício para a organização.

Por fim, outro estudo abrangendo a PLI está associado ao setor de serviço, como disposto em Guimaraes et al. (2013), que aplicou a técnica com o objetivo de otimizar a receita bruta de uma empresa franqueada atuante no setor de escolas de idiomas, através da melhor distribuição de alunos nas turmas. Como resultado, obteve-se as quantidades de alunos que deveriam ser disponibilizadas em todas as turmas da empresa para maximizar a receita bruta semestral, além de atingir a meta de crescimento de alunos na escola estabelecida pela franqueadora.

Como visto, a PLI tem aplicações em distintas áreas e em problemas de variados tipos. É uma técnica para a tomada de decisão que, se utilizada de forma correta, gera resultados positivos para quem a emprega. Esses resultados satisfatórios são gerados, por exemplo, pela melhor alocação de recursos como tempo, mão-de-obra e matéria-prima, aumentando, assim, o retorno financeiro das organizações.

### 3 | METODOLOGIA

A presente pesquisa classifica-se como explicativa. Segundo Gil (2010), este tipo de pesquisa tem como propósito identificar fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência de fenômenos. Sua função está em explicar a razão e o porquê das coisas, por este motivo mais aprofundam o conhecimento da realidade. Marconi e Lakatos (2011) explicam, também, que este tipo de pesquisa tem como objetivo encontrar relações de causa-efeito recorrendo ao manuseio das variáveis disponíveis para o estudo, almejando identificar as razões dos acontecimentos. Normalmente, é mais realizada em laboratório do que em campo. Dessa forma, por meio de uma aplicação de PLI em um caso real, haverá o inter-relacionamento de variáveis, identificando fatores que contribuem para o objetivo estabelecido pela empresa.

A abordagem de pesquisa utilizada foi a quantitativa, que conforme Fonseca (2002), considera que a realidade poderá ser compreendida baseada na análise de dados brutos matemáticos para descrever as causas de um fenômeno e as relações entre variáveis. Portanto, essa pesquisa caracteriza-se como quantitativa, pois utilizou-se dados de cunho quantitativo, como a demanda de serviços a ser realizado na empresa, o tempo médio para realização dos mesmos, preço, custo e lucro.

Os procedimentos de pesquisa empregados foram a pesquisa bibliográfica e a pesquisa experimental. Primeiramente realizou-se um levantamento bibliográfico, pois conforme Silva (2005), a pesquisa bibliográfica pode ser realizada independentemente ou como parte da pesquisa experimental, com o intuito de conhecer e analisar as contribuições culturais ou científicas do passado, existente sobre um determinado assunto, tema ou problema.

A pesquisa experimental, como descrito por Creswell (1994), tem por finalidade verificar as relações de causa e efeito, de forma que o pesquisador possa manipular as variáveis independentes, verificando as alterações ocorridas nos resultados decorrentes destas manipulações. Segundo Bryman (1989), este método é mais

indicado para pesquisas com abordagens quantitativas. Já a pesquisa experimental é, frequentemente, relacionada com experimentos realizados em laboratório e também em modelagens matemáticas e simulações computacionais. Sendo assim, este tipo de pesquisa foi usado no presente estudo devido ao uso de modelagem matemática.

A coleta de dados foi realizada em uma empresa do setor de beleza e estética localizada no sudeste goiano. A empresa atua no mercado há nove anos e o empreendimento foi um investimento de duas sócias que decidiram apostar na independência financeira, ambas se especializaram em áreas distintas que juntas integram os serviços prestados pela empresa. Inicialmente o retorno era insuficiente para pagar as despesas do negócio, porém, com muita persistência, conquistaram a clientela. A sociedade perdurou por oito anos. Atualmente a empresa segue com uma das antigas sócias, que contratou uma auxiliar, para ajudar na prestação de serviços de beleza e estética.

A obtenção dos dados transcorreu no mês de agosto de 2016. Foi utilizada a entrevista como a técnica para a coleta de dados. A entrevista é estabelecida por um roteiro de itens a serem conversados, orientada com o objetivo de recolher dados relevantes para a pesquisa (SILVA, 2005).

Os dados coletados foram: os custos e os preços dos serviços ofertados, para cálculo do lucro de cada serviço, demanda média mínima e demanda média máxima semanal, tempo médio de execução de cada serviço e quantidade de horas-homem disponíveis semanalmente.

Após coletados, os dados foram tabulados para os devidos usos. Para a condução de um estudo de PO, foram seguidas as etapas propostas por Taha (2008), a saber:

- Definição do problema: abrange a descrição das alternativas de decisão, a determinação do objetivo de estudo e as especificações das limitações;
- Construção do modelo: tradução das definições do problema para relações matemáticas;
- Solução do modelo: baseia-se na utilização de algoritmos de otimização bem-definidos;
- Validação do modelo: certifica-se se o modelo estudado prevê adequadamente o comportamento do sistema. A comparação dos resultados com dados históricos é um método para a verificação da validade do modelo;
- Implementação da solução: tradução dos resultados em instruções operacionais compreensíveis para aqueles que administrarão o sistema recomendado. A explicação dos resultados e a devida documentação foram realizadas, no entanto, a efetiva implantação depende de o responsável da empresa realiza-la ou não, excedendo o escopo desta pesquisa.

Salienta-se que foi utilizado o otimizador LINDO® v.6.1 *trial version* para a resolução do modelo matemático, devido a interface amigável ao usuário final e ao reconhecimento deste na área.

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados coletados sobre o empreendimento, que foram utilizados no modelo matemático, estão dispostos na Tabela 1. A tabela apresenta sete variáveis, que representam os principais serviços oferecidos pelo estabelecimento. Cada variável é acompanhada pelos respectivos preços, custo, lucro, tempo médio de execução do serviço, demanda média mínima semanal e demanda média máxima semanal.

Serviço	Variável	Preço (R\$)	Custo (R\$)	Lucro (R\$)	Tempo Médio (h)	Média da Demanda Mínima Semanal	Média da Demanda Máxima Semanal
Corte de Cabelo	$x_1$	30,00	3,25	26,75	0,67	5	15
Sobrancelha e Buço	$x_2$	18,00	0,35	17,65	0,50	15	25
Escova Progressiva	$x_3$	140,00	30,00	110,00	3,00	3	10
Selagem de Cabelo	$x_4$	80,00	15,00	65,00	2,00	3	10
Escova de Cabelo	$x_5$	20,00	0,50	19,50	1,00	15	30
Depilação	$x_6$	50,00	4,90	45,10	0,83	5	8
Hidratação de Cabelo	$x_7$	50,00	16,00	34,00	1,00	1	3

Tabela 1 - Informações dos serviços oferecidos pelo salão

Fonte: Autores (2017)

Visando a maximização de lucros, o modelo matemático foi construído a partir dos dados expostos na Tabela 1. As variáveis de decisão são especificadas na Tabela 2.

Variável	Descrição dos serviços
$x_1$	Quantidade de cortes de cabelo a serem feitos por semana
$x_2$	Quantidade de sobrancelhas e buços a serem feitos por semana
$x_3$	Quantidade de progressivas a serem feitas por semana
$x_4$	Quantidade de selagens a serem feitas por semana
$x_5$	Quantidade de escovas a serem feitas por semana
$x_6$	Quantidade de depilações a serem feitas por semana
$x_7$	Quantidade de hidratações a serem feitas por semana

Tabela 2 - Variáveis de decisão do modelo

Fonte: Autores (2017)

A função objetivo (FO) que maximizará o lucro semanal é definida pelo somatório dos produtos das variáveis de decisão pelo seu respectivo lucro (6):

$$\text{MAX } Z = 26,75x_1 + 17,65x_2 + 110,00x_3 + 65,00x_4 + 19,50x_5 + 45,10x_6 + 34,00x_7 \quad (6)$$

As seguintes inequações apresentadas na Tabela 3 representam as restrições inerentes a empresa e a restrição de não-negatividade do modelo matemático em questão.

Restrição	Descrição
$0,67x_1 + 0,50x_2 + 3x_3 + 2x_4 + x_5 + 0,83x_6 + x_7 \leq 80$	tempo máximo em horas para a execução dos serviços
$x_1 \geq 5$	demanda média mínima semanal de cortes de cabelo
$x_1 \leq 15$	demanda média máxima semanal de cortes de cabelo
$x_2 \geq 15$	demanda média mínima semanal de sobrancelhas e buços
$x_2 \leq 25$	demanda média máxima semanal de sobrancelhas e buços
$x_3 \geq 3$	demanda média mínima semanal de escovas progressivas
$x_3 \leq 10$	demanda média máxima semanal de escovas progressivas
$x_4 \geq 3$	demanda média mínima semanal de selagens
$x_4 \leq 10$	demanda média máxima semanal de selagens
$x_5 \geq 15$	demanda média mínima semanal de escovas
$x_5 \leq 30$	demanda média máxima semanal de escovas
$x_6 \geq 5$	demanda média mínima semanal de depilações
$x_6 \leq 8$	demanda média máxima semanal de depilações
$x_7 \geq 1$	demanda média mínima semanal de hidratações de cabelos
$x_7 \leq 3$	demanda média máxima semanal de hidratações de cabelos
$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7 \geq 0$	restrição de não negatividade

Tabela 3 - Restrições tecnológicas

Fonte: Autores (2017)

O modelo matemático formado pela FO e todas as restrições apresentadas acima foram transcritos para o *software* LINDO® 6.1, que chegou a resolução ótima realizando 68 ramificações e 429 interações por meio do algoritmo B&B. Os resultados obtidos para as variáveis de decisão são apresentados na Tabela 4. Ressalta-se que neste caso não se faz a análise de sensibilidade, pois se trata de um problema com variáveis inteiras (COLIN, 2011).

Variável	Valor ótimo (Unidade)
$x_1$	15
$x_2$	22
$x_3$	10
$x_4$	3
$x_5$	15
$x_6$	8
$x_7$	1

Tabela 4 - Resultados obtidos

Fonte: Autores (2017)

Dessa forma, foi encontrado que o lucro máximo a ser obtido semanalmente pelo estabelecimento é de R\$ 2.771,85, valor este o máximo que a FO pode atingir atendendo as restrições. Para que esse número seja atingido, é necessário que os serviços prestados atinjam seus valores ótimo, que são de 15 cortes de cabelos, 22 sobrancelhas, 10 escovas de progressivas, três selagens, 15 escovas de cabelo, oito depilações e uma hidratação de cabelos por semana.

Quanto as restrições, pode-se analisar as folgas, relacionadas as restrições com sinais de menor ou igual, ou excessos, que por sua vez, são relacionadas as restrições com sinais de maior ou igual, conforme apresentado na Tabela 5. Para a primeira restrição, correspondente a disponibilidade de horas por semana, há folga de 0,31 hora e sendo a disponibilidade total igual a 80 horas semanais (referentes a duas trabalhadoras desempenhando simultaneamente 40 horas semanais), significa que a carga horária a ser utilizada semanalmente na condição ótima será de 79,69 horas ( $80 - 0,31 = 79,69$ ).

<b>Restrição</b>	<b>Folga ou Excesso</b>
$0,67x_1 + 0,50x_2 + 3x_3 + 2x_4 + x_5 + 0,83x_6 + x_7 \leq 80$	0,31
$x_1 \geq 5$	10
$x_1 \leq 15$	0
$x_2 \geq 15$	7
$x_2 \leq 25$	3
$x_3 \geq 3$	7
$x_3 \leq 10$	0
$x_4 \geq 3$	0
$x_4 \leq 10$	7
$x_5 \geq 15$	0
$x_5 \leq 30$	15
$x_6 \geq 5$	2
$x_6 \leq 8$	0
$x_7 \geq 1$	0
$x_7 \leq 3$	2

Tabela 5 - Folgas ou excessos obtidos para cada restrição

Fonte: Autores (2017)

Para as restrições correspondentes as quantidades mínimas de corte de cabelo, sobrancelha, progressiva e depilação, apresentam respectivamente excessos de 10, 7, 7 e 3, ou seja, estas restrições usaram estes valores além do mínimo esperado de demanda de cada um destes serviços. Para as restrições correspondentes as quantidades máximas de sobrancelha, selagem, escova e hidratação, apresenta-se folgas de 3, 7, 15 e 2 respectivamente, ou seja, o resultado ótimo não chegou ao da demanda máxima estimada para cada um destes serviços em questão, restando

então essas quantidades de serviços a serem utilizados.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao aplicar a PLI no problema identificado no estudo, pôde-se encontrar a quantidade ótima de cada serviço prestado pelo estabelecimento para que houvesse a maximização do lucro semanal da empresa, além de também atender ao maior número de clientes em seu tempo planejado. Sendo assim, o objetivo proposto pelo estudo foi alcançado.

O resultado ótimo obtido foi a quantidade de cada serviço que o estabelecimento deve realizar e/ou ofertar para otimizar a sua receita, sendo os mais significativos os serviços de sobancelhas, cortes de cabelo e escovas, resultando num lucro semanal de R\$ 2.771,85.

Entende-se a incerteza em que o estabelecimento tem em ofertar exatamente a quantidade de cada serviço aqui recomendadas, visto que o mesmo é um prestador de serviço e está sujeito à demanda do mercado. Para que o objetivo seja alcançado e a quantidade de serviços prestados sejam as ideais, o *marketing* do salão precisa ser melhorado e ampliado, fazer promoções visando aumentar o número de clientes ou priorizar certos serviços em detrimentos de outros para que assim a situação ótima seja alcançada.

Este trabalho apresenta contribuições para as áreas acadêmica e empresarial. Fica como contribuição para a área acadêmica um caso de aplicação prática da Programação Linear Inteira em um estabelecimento do setor de beleza e estética com uso do otimizador LINDO®. Assim, amplia a quantidade de exemplos de aplicação prática de técnicas de PO, além de divulgar as mais diversas possibilidades de uso de modelos em pequenas empresas. Para a área empresarial, o trabalho mostra que uma técnica de certa complexidade que pode ser aplicada em micro e pequenas empresas para estas obterem os seus benefícios.

Sugere-se, como pesquisas futuras, a análise de quais serviços e a quantidade de cada um deles que maximizaria o lucro semanal do estabelecimento, considerando-se o cenário de expansão da empresa, com ampliação do número de homens-hora e inserindo restrição de espaço físico e de equipamentos. Sugere-se, também, estudos que comparem o procedimento de modelagem no otimizador LINDO® com outros otimizadores.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, E. L. **Introdução à pesquisa operacional**. 2 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

ANTONIO, C. S. P.; CASTRO, D. R.; ABENSUR, E. O. Gestão de Estoques: Um estudo de caso da indústria de pneumáticos. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 36., 2016. João Pessoa, PB. **Anais...** João Pessoa: ABEPRO, out. 2016.

BILINSKI, P. A. et al. Aplicação da Pesquisa Operacional na Otimização da Lucratividade de uma Empresa do Segmento de Marcenaria. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 36., 2016. João Pessoa, PB. **Anais...** João Pessoa: ABEPRO, out. 2016.

BRYMAN, A. **Research methods and organization studies**. London: Uniwin Hyman, 1989, p.224.

COLIN, E. C. **Pesquisa operacional**: 170 aplicações em estratégia, finanças, logística, produção, marketing e vendas. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

CRESWELL, J. W. **Research design**: qualitative & quantitative approaches. London: Sage, 1994, p. 248.

DINO. **Indústria de Cosméticos dribla crise e projeta crescimento**. 2016. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/negocios/dino/industria-de-cosmeticos-dribla-crise-e-projeta-crescimento-dino890103433131/>>. Acesso em: 25 de maio de 2017.

FERNANDES, L. J. et al. Planejamento e Controle da Produção de Cilindros para Laminação: Um estudo de caso quantitativo. **Prod. [online]**. 2013, v.23, n.1, p.120-134. Epub 04-Set-2012. ISSN 0103-6513. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132012005000061>.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: Uec, 2002.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GOMIDE, L. R.; ARCE, J. E.; SILVA, A. C. L. Comparison the metaheuristic simulated annealing and integer linear programming for solving the forest harvest scheduling with adjacency constraints. **Ciência Florestal**, v.23, n. 2, p. 449-460, jun. 2013.

GUIMARAES, R. S. et al. Uso da Programação Linear para Otimização da Receita de uma Escola de Idiomas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 33., 2013. Salvador, BA. **Anais...** Salvador: ABEPRO, out. 2013.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introdução à pesquisa operacional**. 9 ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.

LOESCH, C; HEIN N. **Pesquisa operacional**: fundamentos e modelos. São Paulo: Saraiva, 2009.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia do trabalho científico**. São. Paulo: Atlas, 2011.

MELO, M. C. V. Programação Linear Inteira Aplicada no Planejamento da Alocação de Vagões de Carga. 2008. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Centro de Tecnologia, **Universidade Federal do Ceará**, Fortaleza, 2008.

MENEZES, L. G. T.; RABINOVITZ, V. P.; COSTA, C. L. Designação de Recursos Humanos Para Funções Gerenciais e Operacionais Utilizando a Técnica de Programação Linear Inteira. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 34., 2014. Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba: ABEPRO, out. 2014.

PANTOJA, D. S. et al. Utilização da Programação Linear Para Minimizar o Tempo Necessário de um Plano de Treino Realizado em uma Academia. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (SIMPEP), 22., 2015, Baurú, SP. **Anais...** Bauru: UNESP, nov. 2015.

PESSANHA, L. P. M.; ALVARENGA, R. L.; ARICA, G. G. M. Modelagem e Resolução do Problema Integrado de Dimensionamento e Sequenciamento da Produção: Caso de uma pequena empresa de produtos de limpeza. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP),

35., 2015. Fortaleza, CE. **Anais...** Fortaleza: ABEPRO, out. 2015.

SANTOS, R. F.; SOUZA JUNIOR, E. C.; BOUZADA, M. A. C. A Aplicação da Programação Inteira na Solução Logística do Transporte de Carga: O Solver E Suas Limitações na Busca Pela Solução Ótima. **Revista Produção Online**, Florianópolis, SC, v.12, n. 01, p. 185-204, jan./mar. 2012.

SILVA, B. B. et al. Modelo de Programação Inteira para Seleção de Projetos Seis Sigma. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 34., 2014. Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba: ABEPRO, out. 2014.

SILVA, M. A. F. **Métodos e técnicas de pesquisa**. 2. ed. rev. atual. Curitiba: Ibpex, 2005.

TAHA, H. A. **Pesquisa operacional: uma visão geral**. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**MARCOS WILLIAM KASPCHAK MACHADO** Professor na Unopar de Ponta Grossa (Paraná). Graduado em Administração- Habilitação Comércio Exterior pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Especializado em Gestão industrial na linha de pesquisa em Produção e Manutenção. Doutorando e Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, com linha de pesquisa em Redes de Empresas e Engenharia Organizacional. Possui experiência na área de Administração de Projetos e análise de custos em empresas da região de Ponta Grossa (Paraná). Fundador e consultor da MWM Soluções 3D, especializado na elaboração de estudos de viabilidade de projetos e inovação.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-000-1

