

# Alinhamento Dinâmico da Engenharia de Produção 3

Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta  
(Organizadores)



**Atena**  
Editora  
Ano 2020

# Alinhamento Dinâmico da Engenharia de Produção 3

Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta  
(Organizadores)



**Atena**  
Editora  
Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Editora Chefe:** Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação:** Natália Sandrini de Azevedo

**Edição de Arte:** Lorena Prestes

**Revisão:** Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernando da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof<sup>a</sup> Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof<sup>a</sup> Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Prof<sup>a</sup> Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Prof. Me. Heriberto Silva Nunes Bezerra – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>a</sup> Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof<sup>a</sup> Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Prof<sup>a</sup> Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior  
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
A411	<p>Alinhamento dinâmico da engenharia de produção 3 [recurso eletrônico] / Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, João Dallamuta. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-028-5 DOI 10.22533/at.ed.285200505</p> <p>1. Engenharia de produção. I. Holzmann, Henrique Ajuz. II. Dallamuta, João.</p> <p style="text-align: right;">CDD 658.5</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

Neste e-book são apresentados trabalhos, com resultados práticos e teóricos sobre o desenvolvimento de tecnologias, com enfoque em técnicas de gestão voltadas a engenharia de produção. Este compendio de temas se mostra de fundamental importância aos profissionais da área, que buscam alinhamento com temas atuais.

De abordagem objetiva, a obra se mostra de grande relevância para graduandos, alunos de pós-graduação, docentes e profissionais, apresentando temáticas e metodologias diversificadas.

Buscou-se a ordenação dos capítulos de forma a criar um conceito contínuo ao leitor, apresentando teorias necessárias as aplicações em situações reais, de maneira clara e compreensível a todos.

Desejamos uma boa leitura a todos, e agradecemos a confiança.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann

João Dallamuta

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
A ASSOCIAÇÃO DA GESTÃO DO CONHECIMENTO À INOVAÇÃO E À INTELIGÊNCIA COMPETITIVA NAS ORGANIZAÇÕES	
Juliana Alexandre de Oliveira Araujo Maria de Lurdes Costa Domingos Suzy Almeida Ferreira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2852005051</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>13</b>
O PAPEL DAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR NA FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0	
Lucas Capita Quarto Sônia Maria da Fonseca Souza Fernanda Castro Manhães	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2852005052</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>26</b>
ANÁLISE DA REAÇÃO À MUDANÇA COM FOCO NA ATUAÇÃO DO ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO	
Valter Menegatti Khalil Amin Khalil Wagner Costa Botelho Israel Michael de Almeida Rafael Candido dos Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2852005053</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>38</b>
INVESTIGAÇÃO SOBRE O DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO DA UTILIZAÇÃO DO <i>LEAN SIX SIGMA: LEVANTAMENTO E ANÁLISE BIBLIOMÉTRICO</i>	
Manoel Gonçalves Filho Clóvis Delboni Reinaldo Gomes da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2852005054</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>54</b>
APLICAÇÃO DO PROBLEMA DE ROTEIRIZAÇÃO EM UM RESTAURANTE COMO FERRAMENTA DE APOIO À ESTRATÉGIA DE ENTREGAS A DOMICÍLIO	
Alessandro da Silva Barbosa Saulo Gomes Moreira Nadya Kalache João Batista Sarmiento dos Santos Neto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2852005055</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>67</b>
A EFICÁCIA DO EQUIPAMENTO DE DEPENAR FRANGOS: ANÁLISE DA ERGONOMIA VOLTADA PARA A MELHORIA DO PRODUTOR RURAL	
Françóis Soares Guimarães David Barbosa de Alencar Marden Eufrasio dos Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2852005056</b>	

<b>CAPÍTULO 7 .....</b>	<b>82</b>
OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE MONTAGEM DA EMBREAGEM DAS MOTOCICLETAS UTILIZADO AS FERRAMENTAS DA QUALIDADE EM UMA EMPRESA DO PIM	
Mayandson Pereira dos Santos	
David Barbosa de Alencar	
Marden Eufrasio dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.2852005057	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES.....</b>	<b>97</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO .....</b>	<b>98</b>

## APLICAÇÃO DO PROBLEMA DE ROTEIRIZAÇÃO EM UM RESTAURANTE COMO FERRAMENTA DE APOIO À ESTRATÉGIA DE ENTREGAS A DOMICÍLIO

Data de aceite: 13/04/2020

### Alessandro da Silva Barbosa

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
silvaalexandrobosbarbosa@gmail.com

### Saulo Gomes Moreira

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
saulo.moreira@ufms.br

### Nadya Kalache

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
nadya.kalache@ufms.br

### João Batista Sarmiento dos Santos Neto

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
joao.sarmiento@ufms.br

**RESUMO:** O presente estudo tem como objetivo analisar a estratégia utilizada em um Restaurante que entrega marmitas e marmitex, e reduzir custos de transporte por meio de um modelo ou método de roteirização. Esse método visa à otimização das rotas através da diminuição das distâncias e, conseqüentemente, diminuição dos custos de entrega. A aplicação do modelo foi realizada por meio de um estudo de caso, utilizando uma abordagem quantitativa para realizar modelagem matemática para resolução de problemas de tomada de decisão. Ainda sobre o método, foi realizada uma pesquisa de caráter primário, na qual os dados foram coletados

a partir de entrevista semiestruturada com o proprietário do estabelecimento, analisando-os de forma quantitativa, de modo a aplicar a resolução utilizando dois tipos de problemas de roteirização, sendo eles o Problema do Caixeiro Viajante e o Problema de Roteirização Clássica de Veículos nas operações de entrega dos produtos. Por fim, recorreu-se à análise de cenários para comparar o cenário atual com três cenários propostos, construídos com base em modelos matemáticos de roteirização, com o objetivo de quantificar a redução das distâncias e custos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Roteirização em restaurante; Problema de roteirização; Problema do caixeiro viajante; Problema de roteirização clássica de veículos.

**ABSTRACT:** The present study aims to analyze the strategy used in a Restaurant that delivers marmite and marmitex, and reduce transportation costs by means of a routing model or method. This method aims at optimizing routes by reducing distances and, consequently, decreasing delivery costs. The application of the model was performed through a case study, using a quantitative approach to perform mathematical modeling to solve decision making problems. Also on the method,

a primary research was carried out, in which the data were collected from semi structured interview with the owner of the establishment, analyzing them in a quantitative way, in order to apply the resolution using two types of routing, being they the Problem of the Traveling Salesman and the Problem of Classical Routing of Vehicles in the operations of delivery of the products. Finally, scenario analysis was used to compare the current scenario with three proposed scenarios, based on mathematical models of routing, with goal to quantify the reduction of distances and costs.

**KEYWORDS:** Routing in restaurant; Routing problem; Traveling salesman problem; Classical vehicle routing problem.

## 1 | INTRODUÇÃO

O setor alimentício é um dos setores de fundamental importância na sociedade. Isso pode ser afirmado devido à necessidade crescente das pessoas por se alimentarem fora de casa, a falta de tempo ou mesmo a busca por uma experiência gastronômica propiciaram o desenvolvimento do comércio de restaurantes.

Para garantir permanência no mercado, os restaurantes têm oferecido alguns serviços adicionais como, por exemplo, a entrega de marmitas e marmitex, além da prática do sistema de *self-service* por um preço competitivo. Conforme dados da ABRASEL (2019), 35% dos bares e restaurantes fecham as portas em dois anos. Uma das dificuldades que o ramo de restaurantes enfrenta está relacionada às operações de entrega de refeições, envolvendo custo na contratação de entregador, custo com combustível e manutenção de veículos, custos estes que se não forem bem analisados e corrigidos, comprometem os lucros da empresa.

Dentro deste contexto, o objeto de estudo deste artigo é um empreendimento do ramo alimentício localizado em Campo Grande, no estado de Mato Grosso do Sul. Por questões particulares da empresa, sua identidade não será mencionada, sendo chamada neste trabalho pelo nome de Restaurante. O estabelecimento atua há três anos no mercado e conta com uma equipe composta por duas cozinheiras, uma operadora de caixa e um funcionário para realizar entrega dos pedidos *delivery* de marmitas e marmitex. A gama de produtos que a empresa oferece é constituída por pratos *self-service*, marmitas e marmitex.

Para este trabalho, considerou-se os clientes fixos que contratam o serviço *delivery*, pois observou-se que o mesmo não possui uma boa acuracidade da rota. O estabelecimento faz as entregas para quatro clientes fixos, de segunda a sábado, utilizando como veículo uma motocicleta própria da empresa e juntamente do veículo tem-se uma caixa térmica com capacidade para 5 marmitas ou 12 marmitex. Observou-se no roteiro atual que o veículo precisa retornar ao Restaurante mais de uma vez, pois a caixa utilizada nas entregas possui restrição de capacidade

para armazenar até 5 marmitas ou 12 marmitex, de modo que o veículo tenha que se deslocar ao estabelecimento após cada entrega: 10 marmitex para o primeiro cliente, 3 marmitas ao segundo cliente, 5 marmitas ao terceiro e 12 marmitex ao quarto cliente.

Assim, objetiva-se a aplicação de Modelos de Roteirização na tentativa de solucionar este problema e para que seja possível melhor compreender as restrições do empreendimento. Para que esse objetivo seja cumprido pretende-se, especificamente: identificar o problema do caso estudado, formular um modelo matemático compatível com as características do problema real, solucionar o modelo, comparar o modelo otimizado com o modelo da empresa e propor melhorias de acordo com os resultados encontrados.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

A roteirização é a atividade que tem por fim buscar os melhores trajetos que um veículo deve fazer através de uma malha. Esta busca, que geralmente tem como objetivo minimizar o tempo ou a distância, é uma decisão frequente na logística empresarial. Atuar na decisão de roteirização não significa atuar somente sobre o transporte: a extensão do tempo em que o produto está em trânsito influencia no total de estoque da cadeia, além do número de embarques que um veículo pode realizar em determinado período de tempo, e uma boa escolha das rotas pode melhorar o nível de serviço prestado ao cliente (BALLOU, 2001).

Os Problemas de Roteirização são classificados em vários tipos, sendo diferenciados pelo tipo de operação, função objetivo, restrições envolvidas, frota utilizada, localização dos clientes, entre outros. Novaes (2007) define dois tipos de problemas de roteirização: sem restrições de capacidade e com restrições de capacidade. Segundo o autor, a roteirização sem restrições de capacidade é denominada como Problema do Caixeiro Viajante, ao passo que a inclusão de restrição de capacidade designa um Problema de Roteirização Clássica de Veículos.

Segundo Goldbarg e Luna (2005), a formulação matemática do Problema do Caixeiro Viajante é constituída dos seguintes elementos:

$$\text{Minimizar } Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

Sujeito a:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad (j = 1, 2, 3, 4, 5) \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad (i = 1, 2, 3, 4, 5) \quad (3)$$

$$\sum_{i,j \in S} x_{ij} \leq |S| - 1 \quad (i \neq j) \quad (4)$$

A equação (1) corresponde à função objetivo, que consiste em otimizar a rota, ou seja, minimizar custo, tempo ou a distância total de distribuição de mercadorias. Na sequência, a equação (2) simboliza a restrição que determina ao nó  $j$  ser visitado somente uma vez, enquanto a restrição definida pela equação (3) determina que o nó  $i$  deve ser visitado uma única vez, e a inequação (4) representa a restrição para evitar o surgimento de sub-rotas. O termo  $c_{ij}$  simboliza os termos constantes que são as distâncias entre os pontos  $(i, j)$  e o termo  $x_{ij}$  representa as variáveis, elas não devem assumir valores negativos e são binárias, recebendo valor igual a um, caso seja escolhida para fazer parte da rota ótima, ou valor igual a zero, caso contrário.

Uma das formulações mais utilizadas para o Problema de Roteirização Clássica de Veículos é a formulação de Larsen (1999), na qual a função objetivo é representada pelo somatório dos produtos entre as quantidades das variáveis  $x_{ij}^v$  e suas respectivas distâncias  $c_{ij}$  a serem percorridas pelo veículo  $v$ , buscando minimizar o caminho total e estando sujeito a um grupo de restrições para o modelo, descrito a seguir:

$$\text{Minimizar } Z = \sum_{v=1}^M \sum_{i=0}^n \sum_{j=1}^{n+1} c_{ij} x_{ijv} \quad (5)$$

Sujeito a:

$$\sum_{v=1}^M \sum_{j=1}^{n+1} x_{ijv} = 1, \quad \forall i \in C \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^n q_i \sum_{j=1}^n x_{ijv} \leq Q, \quad \forall v \in V \quad (7)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{0jv} = 1, \quad \forall v \in V \quad (8)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{i(n+1)v} = 1, \quad \forall v \in V \quad (9)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ihv} - \sum_{j=1}^n x_{h jv} = 0, \quad \forall v \in V, h \in C \quad (10)$$

Conforme Larsen (1999), os termos pertencentes a esse tipo de problema significam que: um conjunto de veículos idênticos, representado pelo conjunto  $V = \{1, \dots, M\}$ , necessita realizar entregas em uma região. Os  $n$  clientes dentro desta região estão representados pelo conjunto  $C$ , que são vértices de um grafo  $G = (C, A)$ , com  $A$  sendo o conjunto de arestas. Adicionalmente, incluem-se dois outros vértices, os vértices  $0$  e  $n+1$  que representam o depósito central de onde partirão e chegarão todos os veículos, respectivamente. São dados os valores de  $c_{ij}$  que representam a distância necessária para ir do cliente  $i$  ao cliente  $j$ . Cada cliente  $i$  tem uma demanda, ou seja, uma quantidade de encomenda  $q_i$ . Além disso, cada cliente deverá ser atendido por um único veículo, não sendo permitido a divisão de uma encomenda por dois ou mais veículos. Os veículos são idênticos e possuem uma capacidade de carga  $Q$ .

A variável  $x_{ijv}$  é uma variável binária, recebendo valor igual a um se o veículo  $v$  for escolhido para realizar o percurso do ponto  $i$  ao ponto  $j$ , ou zero caso contrário. Já o termo  $x_{h jv}$  corresponde ao trajeto entre o ponto  $h$  (ponto seguinte ao ponto  $i$ ) e o ponto  $j$  percorrido pelo veículo  $v$ .

A restrição (6) estabelece que somente um veículo  $v$  deve chegar no endereço de cada cliente. A restrição (7) garante que cada veículo  $v$  atenderá somente um conjunto de clientes cuja demanda total não ultrapasse a sua capacidade  $Q$ . As

restrições (8) e (9) garantem que cada veículo  $v$  parte do restaurante e retorne a este. A restrição (10) indica a continuidade das rotas, ou seja, se um veículo chega a um cliente ele deverá sair do mesmo para o cliente seguinte ou retornar ao restaurante. As restrições (8), (9) e (10) geram uma rota para cada veículo utilizado.

### 3 | METODOLOGIA

O presente estudo pode ser considerado um estudo de caso, pois do ponto de vista dos procedimentos técnicos (GIL, 2012) envolve o estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento.

Para a aplicação prática dos conceitos foi realizada coleta de dados da empresa, que ocorreu por meio de observações diretas e entrevista semiestruturada com o proprietário em relação à demanda dos clientes, local dos pontos de demanda, eficiência do veículo da empresa e capacidade máxima da caixa térmica utilizada para armazenamento e transporte dos produtos. A partir dos dados coletados utilizou-se uma abordagem quantitativa para modelar matematicamente problemas que pudessem ser aplicados ao caso real e resolvê-los.

Em um primeiro momento foi feita tabulação dos endereços dos clientes utilizando o programa *Microsoft Excel*® e os passos seguintes consistiram em montar a matriz das distâncias e calcular os custos de cada rota. A matriz de distâncias foi montada por meio do *Google Maps*® e para os custos com transporte foi consultado relatório da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) como base de preços. Segundo a ANP (2019), o preço médio da gasolina nos postos de abastecimento da cidade de Campo Grande corresponde à 4,144 R\$/l (preço referente ao mês de abril de 2019). Assim, os dados foram aplicados na fórmula 11 para o cálculo do custo mensal:

$$\text{Custo mensal} = \left( \frac{\text{Distância} \times \text{preço do combustível}}{\text{Eficiência do veículo}} \right) \times (24 \text{ dias de operação}) \quad (11)$$

Sabe-se que a eficiência do veículo é de 30 km/l e a operação de entrega ocorre de segunda a sábado durante quatro semanas do mês. Logo, aplicando os cálculos na fórmula do custo mensal foi determinado o custo envolvido em cada trajeto, conforme destaca a tabela a seguir.

ORIGEM	DESTINO	DISTÂNCIA (km)	CUSTO (R\$)
1. Restaurante	2. Cliente A	0,6	1,99
	3. Cliente B	0,7	2,32
	4. Cliente C	0,5	1,66
	5. Cliente D	3,9	12,93
2. Cliente A	1. Restaurante	0,6	1,99
	3. Cliente B	0,6	1,99
	4. Cliente C	0,8	2,65
	5. Cliente D	4,1	13,59
3. Cliente B	1. Restaurante	0,7	2,32
	2. Cliente A	0,6	1,99
	4. Cliente C	0,9	2,98
	5. Cliente D	3,9	12,93
4. Cliente C	1. Restaurante	0,5	1,66
	2. Cliente A	0,8	2,65
	3. Cliente B	0,9	2,98
	5. Cliente D	3,4	11,27
5. Cliente D	1. Restaurante	3,9	12,93
	2. Cliente A	4,1	13,59
	3. Cliente B	3,9	12,93
	4. Cliente C	3,4	11,27

TABELA 1 - Distâncias e custo mensal de cada opção de percurso

Fonte: Autoria própria.

Com o intuito de minimizar a distância dos percursos de entrega serão aplicados Problemas de Roteirização, sendo estas aplicações realizadas a partir de três cenários utilizando modelagem matemática de Pesquisa Operacional (PO).

### 3.1 Cenário 1

Para este cenário considera-se que a empresa tome como decisão adquirir uma nova caixa térmica com capacidade para atender toda a demanda e mantenha as entregas com a motocicleta utilizada atualmente. Neste caso, o entregador leva os pedidos passando uma única vez em cada endereço e retorna ao Restaurante somente após concluir todas as entregas, característica comum ao Problema do Caixeiro Viajante (PCV).

O objetivo do modelo é encontrar as rotas com o menor caminho percorrido, ou seja, a função objetivo do problema é minimizar o caminho total do percurso, sendo analisadas todas as opções possíveis de rotas e suas respectivas distâncias ( $c_{ij}$ ). A Tabela 2 mostra as distâncias ( $c_{ij}$ ) entre o Restaurante (nó 1) e o endereço de cada cliente (nó 2...,  $n$ ), bem como a distância entre o endereço de um cliente e outro.

DESTINO/ ORIGEM	1	2	3	4	5
1	0	0,6	0,7	0,5	3,9
2	0,6	0	0,6	0,8	4,1
3	0,7	0,6	0	0,9	3,9
4	0,5	0,8	0,9	0	3,4
5	3,9	4,1	3,9	3,4	0

TABELA 2 – Distâncias (cij) de cada opção de rota

Fonte: Autoria própria.

A ferramenta computacional escolhida para encontrar a solução do modelo foi o *solver* do programa Excel, de modo que após inserir a modelagem no programa e resolver por meio do *solver*, este retorna o percurso com menor distância para cada ponto de entrega.

Vale ressaltar que o propósito deste trabalho não é descrever o passo a passo da modelagem matemática dos três cenários, entretanto a construção detalhada de cada modelo e os procedimentos para sua resolução podem ser acompanhados na íntegra em Barbosa (2019).

### 3.2 Cenário 2 e cenário 3

O cenário 2 é caracterizado pela realização de entregas por duas motocicletas com o intuito de oferecer um serviço mais rápido, obter o menor percurso e atender toda demanda utilizando a caixa atual com capacidade para armazenar 5 marmitas ou 12 marmitex, ou seja, trata-se de um típico Problemas de Roteirização Clássica de Veículos, uma vez que existe restrição de capacidade. O modelo matemático deste problema aplicado ao cenário 2 tem a função objetivo de minimização da distância total da rota, sendo essa função definida pela somatória do produto das variáveis com suas respectivas distâncias percorridas.

De maneira similar, o terceiro cenário utiliza-se da mesma modelagem matemática do segundo cenário, existindo diferença somente em relação ao número de veículos, pois envolve a utilização de quatro motocicletas para que o serviço seja realizado em menor tempo.

Para resolver o modelo do segundo cenário e do terceiro cenário foi utilizado o *software* LINGO®, devido ao considerável número de variáveis e restrições que limitariam o processo de solução no *solver* do Excel.

## 4 | RESULTADOS

Após inserir os modelos definidos para cada cenário foi feita a execução dos

mesmos e encontrada a solução ou percurso ótimo. Em conjunto com a solução foram analisados também os custos com transporte mensal e anual para cada cenário, os resultados são apresentados na Tabela 3.

ROTA	PERCURSO	DIST. (km)	CUSTO MENSAL (R\$)	CUSTO ANUAL (R\$)	AQUISIÇÃO (R\$)	
					CAIXA TÉRMICA	MOTOCICLETA
R <sub>ATUAL</sub>	1 - 2 - 1 - 3 - 1 - 4 - 1 - 5 - 1	11,4	37,80	453,60	-	-
	Restaurante - Cliente A - Restaurante - Cliente B - Restaurante - Cliente C - Restaurante - Cliente D - Restaurante					
R <sub>C1</sub>	1 - 2 - 3 - 5 - 4 - 1	9	29,84	358,08	299,99	-
	Restaurante - Cliente A - Cliente B - Cliente D - Cliente C - Restaurante					
R <sub>C2</sub>	0 - 1 - 5 - 3 - 4 - 3 - 0 - 2 - 5	9,4	31,16	373,92	-	4.000,00
	Restaurante - Cliente A - Restaurante - Cliente C - Cliente D - Cliente C - Restaurante - Cliente B - Restaurante					
R <sub>C3</sub>	0 - 1 - 5 - 2 - 5 - 4 - 5 - 3 - 5	11,4	37,80	453,60	-	12.000,00
	Restaurante - Cliente A - Restaurante - Cliente B - Restaurante - Cliente D - Restaurante - Cliente C - Restaurante					

TABELA 3 – Roteiros selecionados, distâncias e custos de cada cenário

Fonte: Autoria própria.

A partir dos resultados apresentados na Tabela 3, obtém-se como solução ótima para o primeiro cenário (RC1) a rota que percorre o trajeto 1 – 2 – 3 – 5 – 4 – 1, ou seja, a motocicleta deve se deslocar do Restaurante para o cliente A, após entregar a encomenda no endereço do cliente A deve prosseguir até o endereço do cliente B, em seguida vai para a localização do cliente D, depois prossegue ao Cliente C, após realizar entrega ao cliente C conclui-se o percurso retornando para o Restaurante.

Em contrapartida, a solução do cenário 2 (RC2), cujo percurso dado por 0 – 1 – 5 – 3 – 4 – 3 – 0 – 2 – 5, não é uma solução viável. Perceba que, no trajeto 3 – 4 – 3, o veículo chega ao cliente C, percorre o caminho para o cliente D e depois retorna ao cliente C, logo não atende uma das restrições impostas ao modelo, especificamente aquela que determina que cada cliente deve ser visitado uma única vez.

Já a solução ótima para o cenário 3 (RC3) cujo percurso, expresso por 0 – 1 – 5 – 2 – 5 – 4 – 5 – 3 – 5, determina que o veículo 1 faça o percurso 0 – 1 – 5

(Restaurante – Cliente 1 – Restaurante), o veículo 2 realize o trajeto 5 – 2 – 5 (Restaurante – Cliente 2 – Restaurante), o veículo 3 atenda os pontos 5 – 4 – 5 (Restaurante – Cliente 4 – Restaurante) e o veículo 4 percorra o trajeto 5 – 3 – 5 (Restaurante – Cliente 3 – Restaurante) da rota 4.

Em relação aos impactos econômicos, comparando a rota do cenário 1 (RC1) com aquela realizada atualmente pela empresa (RATUAL), observou-se uma redução de 21,05% na quilometragem da rota atual praticada, logo a distância total percorrida diminuiu para 9 km. Os custos, por sua vez, apresentaram redução de 21,06 %, ou seja, o custo mensal caiu em R\$ 7,96 e o custo anual diminuiu em R\$ 95,52. Lembrando que, neste cenário, considera-se a aquisição de uma nova caixa térmica para o transporte de marmitas e marmitex, cujo preço de compra é de R\$ 299,99 (preço obtido através de pesquisas em plataformas de vendas de produtos on-line). Somando o custo anual com transporte e o custo de aquisição da caixa térmica, a empresa terá um custo total de R\$ 658,07.

A análise dos custos da rota do cenário 2 (RC2) comparada com o cenário atual da empresa (RATUAL) mostrou redução de 17,54% da quantidade percorrida, gerando uma distância total de 9,4 km. Com relação ao custo mensal e ao custo anual com transporte, houve redução de 17,57%, isto é, diminuição de R\$ 6,64 do custo mensal e queda de R\$ 79,68 do custo anual. Observe que este cenário considera a aquisição de uma nova motocicleta, cujo custo é de R\$ 4.000,00 (preço médio obtido em pesquisas nas plataformas de vendas de produtos *on-line*). Dessa forma, somando o custo anual e o custo da aquisição da motocicleta, a empresa irá realizar as entregas ao custo total de R\$ 4.373,92.

Por outro lado, comparando os custos da rota do cenário 3 (RC3) com a rota atual (RATUAL) não houveram variações no custo mensal e anual com transporte, pois RC3 e RATUAL apresentaram a mesma quantidade total percorrida. Entretanto, o terceiro cenário pressupõe a aquisição de três novas motocicletas ao custo de R\$ 12.000,00 (custo de uma motocicleta multiplicado por três). Logo, para o cenário 3, somando o custo anual com o custo das três motocicletas obtém-se um custo total de R\$ 12.453,60.

Sendo assim, a rota que apresenta menor distância e menor custo mensal e anual é a rota sugerida pelo cenário 1, esta rota possui 9 km de percurso e um custo mensal de R\$ 29,84. A Figura 1 e a Figura 2 apresentam o percurso ótimo mostrando a projeção das rotas dos modelos que obtiveram solução viável e suas respectivas distâncias totais do percurso.

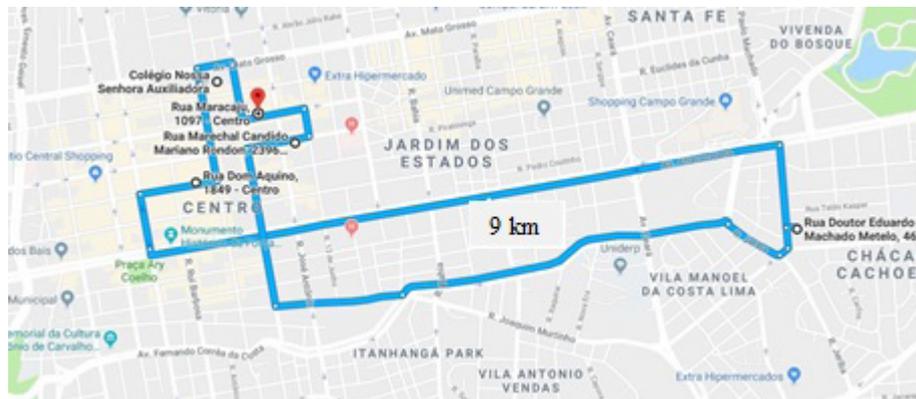


FIGURA 1 – Percurso ótimo para o cenário 1. Fonte: Google Maps.

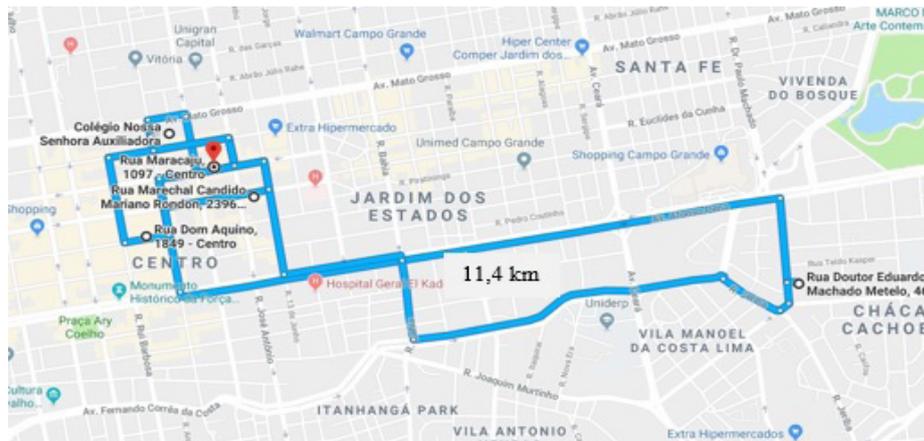


FIGURA 2 – Percurso ótimo para o cenário 3. Fonte: Google Maps.

Após análise de cada cenário, observou-se que a rota mais atrativa a curto prazo é a rota do cenário 1, que obteve a diminuição percentual mais significativa dos custos e da quantidade percorrida, se comparada com a distância total da rota atual. Em contrapartida, o cenário 2 apresentou solução inviável, pois não atendeu todas as restrições do modelo. Já o cenário 3 apresentou rota ótima com uma distância total de 11,4 km, que é a mesma quilometragem da rota praticada pela empresa.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi proposto, aplicado e analisado o Problema de Roteirização para melhorias nos processos logísticos do empreendimento estudado. Verificou-se que o roteiro atual adotado na empresa incorre em custos adicionais indesejáveis, uma vez que se retorna ao Restaurante a cada entrega realizada.

A aplicação do Problema do Caixeiro Viajante foi essencial para minimizar a distância percorrida pelo veículo, chegando a uma redução de 2,4 km e R\$ 7,96 nos custos mensais do roteiro de entregas atual, valor equivalente a R\$ 95,52 a menos nos custos anuais com transporte. Apesar de parecer um valor pouco representativo,

a empresa poderia atender novos pedidos *delivery* utilizando os mesmos 2,4 km de distância. Sabendo que o Restaurante vende a marmita por R\$ 25,90, e supondo que nessa distância consiga entregar mais duas marmitas em suas operações normais de segunda a sábado durante quatro semanas do mês, o estabelecimento poderia obter uma receita adicional mensal de R\$ 1.243,20 e R\$ 14.918,40 anual aos cofres da empresa. Alternativamente, a economia anual de R\$ 95,52 poderia ser investida em prospecção de clientes e expansão do serviço.

A melhoria obtida no presente estudo reforça a importância dos Problemas de Roteirização de Veículos e sua potencial contribuição para a implantação de melhorias práticas no âmbito corporativo. Além disso, o uso de Métodos de Roteirização contribui como vantagem competitiva para a empresa, pois em um potencial cenário de aumento do número de clientes, o estabelecimento consegue definir parâmetros e estratégias a serem utilizados como referência em roteirizações de maior porte.

As dificuldades e limitações encontradas para a realização desse estudo foram a reduzida quantidade de trabalhos com enfoque similar na aplicação do Problema de Roteirização Clássica de Veículos, bem como sua modelagem no LINGO, sendo necessário analisar os códigos do modelo, linha por linha, a fim de prevenir qualquer erro que pudesse alterar o problema e interferir na sua resolução. Além disso, o estudo corrente limitou-se em minimizar a distância percorrida e analisar o comportamento dos custos em cada rota, não sendo consideradas outras variáveis que também atuam no processo de roteirização, tais como tempos de entrega.

O Problema do Caixeiro Viajante, apesar da aderência bastante próxima ao caso real, não considera restrição de capacidade do veículo. Uma alternativa para alinhar o método com a situação real e que ao mesmo tempo promova impacto economicamente viável, a curto prazo, sugere o investimento em uma caixa térmica com capacidade para armazenar 5 marmitas ou 12 marmitex.

Por sua vez, o Problema de Roteirização Clássica de Veículos é o método que mais se aproxima das características do problema real, porém não é viável sua aplicação a curto prazo, uma vez que existem poucos pontos de entrega e não é vantajoso utilizar mais de um veículo para efetuar o serviço. A longo prazo, dado um potencial aumento de clientes, o método passa a ter impacto financeiro significativo.

Uma sugestão para trabalhos futuros é testar projeções com um conjunto maior de pontos de atendimento a fim de aplicar outras vertentes do Problema de Roteirização para explorar soluções que aprimorem o modelo. Recomenda-se também uma abordagem para o problema considerando o tempo de espera em cada ponto de distribuição e o tempo total por percurso, de maneira a tornar o serviço de entrega mais rápido.

## REFERÊNCIAS

- ABRASEL – Associação Brasileira de Bares e Restaurantes. **Mercado e consumo**. Disponível em: <<https://abrase.com.br/noticias/>>. Acesso em: 25 mar. 2019.
- ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Síntese dos preços praticados – Campo Grande, resumo I – gasolina R\$/l**. Disponível em: <[https://preco.anp.gov.br/include/Resumo\\_Por\\_Municipio\\_Posto.asp](https://preco.anp.gov.br/include/Resumo_Por_Municipio_Posto.asp)>. Acesso em: 10 maio 2019.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- BARBOSA, A. S. **Aplicação do problema de roteirização em um restaurante como ferramenta de apoio à estratégia de entregas a domicílio**. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia de Produção, FAENG – Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia, Universidade Federal Mato Grosso do Sul. Campo Grande, 2019.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- GOLDBARG, M. C; LUNA, H. P. L. **Otimização combinatória e programação linear: Modelos e Algoritmos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.
- LARSEN, J. **Parallelization of the vehicle routing problem with time windows**. Tese de Doutorado, Department of Mathematical Modelling, Technical University of Denmark, 1999.
- NOVAES, A. G. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

## ÍNDICE REMISSIVO

### 5

5W2H 82, 83, 84, 85, 91, 94

### C

Caixeiro Viajante 54, 56, 60, 64, 65

Competitiva 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 51, 65

Comportamental 26, 30

Comportamento 26, 27, 28, 31, 37, 65

Conhecimento 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 18, 20, 21, 28, 29, 36, 38, 45, 46, 59, 89

Cultura Organizacional 5, 10, 26, 28, 29, 36, 40

### E

Engenheiro 13, 14, 20, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 35, 36, 86

Equipamento 39, 67, 68, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 89

Ergonomia 67, 68, 70, 71, 72, 80

Estratégia 4, 8, 9, 32, 38, 40, 41, 42, 49, 50, 51, 52, 54, 66, 95

### F

FMEA 82, 83, 85, 86, 87, 90, 94, 95, 96

Frangos 67, 68, 69, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80

### G

Gestão 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 24, 36, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 49, 50, 51, 52, 53, 83, 84, 85, 87, 91, 94, 95, 96, 97

### H

Humano 17, 22, 26, 28, 39, 71, 73, 78

### I

Inovação 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 21, 22, 24

Inteligência 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 16, 97

### M

Manufatura Lean 38

Mudança 2, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 45, 50, 77

## O

Organizacional 2, 3, 4, 5, 9, 10, 11, 26, 28, 29, 30, 33, 34, 36, 37, 40, 49, 80, 84

Organizações 1, 2, 3, 4, 5, 11, 13, 14, 16, 17, 26, 30, 32, 36, 38, 39, 40, 49, 50, 51, 52, 69

## P

Planejamento 4, 43, 44, 70, 80, 83, 87, 95, 97

Problema 6, 7, 29, 54, 56, 57, 58, 60, 61, 64, 65, 66, 82, 83, 85, 87, 88, 91, 93

Produção 2, 10, 11, 13, 14, 17, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 34, 35, 36, 37, 39, 42, 43, 44, 46, 47, 49, 50, 51, 52, 53, 66, 69, 80, 81, 83, 85, 93, 95, 96, 97

Produtividade 2, 13, 16, 26, 27, 43, 67, 82, 83, 84, 87

Produtor Rural 67, 68

## Q

Qualidade 21, 26, 27, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 51, 52, 68, 82, 83, 84, 87, 91, 92, 94, 95, 96, 97

## R

Restaurante 54, 55, 59, 60, 62, 63, 64, 65, 66

Roteirização 54, 56, 57, 60, 61, 64, 65, 66

## S

Seis Sigma 38, 39, 40, 41, 42, 45, 49, 52, 53, 95

## T

Trabalho 1, 3, 9, 13, 14, 16, 22, 25, 26, 28, 29, 30, 36, 43, 44, 55, 61, 64, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 77, 78, 79, 80, 81, 84, 85, 87, 88, 91, 94, 95

## V

Veículos 11, 54, 55, 56, 57, 58, 61, 65

 **Atena**  
Editora

**2 0 2 0**