

Engenharia de Produção: What's Your Plan?



Marcos William Kaspchak Machado
(Organizador)

Engenharia de Produção: What's Your Plan?

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Natália Sandrini e Lorena Prestes

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)

E57 Engenharia de produção: what's your plan? [recurso eletrônico] /
Organizador Marcos William Kaspchak Machado. – Ponta
Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Engenharia de Produção:
What's Your Plan?; v. 1)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-253-1

DOI 10.22533/at.ed.531191204

1. Engenharia de produção – Pesquisa – Brasil. I. Machado,
Marcos William Kaspchak. II. Série.

CDD 620.0072

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.

2019

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

APRESENTAÇÃO

A obra “*Engenharia da Produção: What’s your plan?*” é subdividida de 4 volumes. O primeiro volume, com 35 capítulos, é constituído com estudos contemporâneos relacionados aos processos de gestão do conhecimento e educação na engenharia, além das áreas de engenharia econômica e tomada de decisão através de pesquisa operacional.

Tanto a gestão de conhecimento como a educação na engenharia mostram a evolução das ferramentas aplicadas ao contexto educacional e empresarial. Algumas delas, provenientes de estudos científicos, baseiam os processos de tomadas de decisão e gestão estratégica dos recursos utilizados na produção. Além disso, os estudos científicos sobre o desenvolvimento da educação em engenharia mostram novos direcionamentos para os estudantes, quanto à sua formação e inserção no mercado de trabalho.

Na segunda parte da obra, são apresentados estudos sobre a aplicação da gestão de custos, investimentos em ativos e operações de controle financeiro em organizações. E outros, que representam a aplicação de ferramentas de método multicritério de tomada à decisão empresarial que auxiliam os gestores a escolher adequadamente a aplicação de seus recursos.

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 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

CAPÍTULO 1	1
FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO NO BRASIL: UM PANORAMA NA PESQUISA EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	
Rodrigo Salgado Martuchelli Fernando Luiz Goldman	
DOI 10.22533/at.ed.5311912041	
CAPÍTULO 2	17
A ESCOLHA DO TEMA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (TCC) NA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO COMO UM PROBLEMA DE TOMADA DE DECISÃO	
Ian Viana Coutinho Emmanuel Paiva de Andrade Edna Ribeiro Alves Celia Cristina Pecini Von Kriiger Liliane Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.5311912042	
CAPÍTULO 3	29
ENSINO 3.0: A FORMAÇÃO ACADÊMICA EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO PAUTADA NO DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS	
Éder Wiliam de Macedo Siqueira	
DOI 10.22533/at.ed.5311912043	
CAPÍTULO 4	41
SERVITIZAÇÃO E INDÚSTRIA 4.0 NA MANUFATURA: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA	
Matheus Phelipe Vendramini Alexandre Tadeu Simon	
DOI 10.22533/at.ed.5311912044	
CAPÍTULO 5	53
A INOVAÇÃO NAS EMPRESAS DE PEQUENO PORTE: UMA ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO ORGANIZACIONAL ATRAVÉS DO GRAU DE INOVAÇÃO	
Auristela Maria da Silva André Marques Cavalcanti Gabriel Herminio de Andrade Lima	
DOI 10.22533/at.ed.5311912045	
CAPÍTULO 6	64
ALINHAMENTO ESTRATÉGICO ENTRE A TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E O PLANEJAMENTO DOS NEGÓCIOS BASEADO NA GESTÃO DE TI	
Rafael Nunes de Campos Íris Bento da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.5311912046	
CAPÍTULO 7	76
COACHING: UMA REVISÃO DA LITERATURA	
Maria de Fatima do Nascimento Brandão Níssia Carvalho Rosa Berginate	
DOI 10.22533/at.ed.5311912047	

CAPÍTULO 8	95
GESTÃO DAS PARTES INTERESSADAS E INOVAÇÃO ABERTA: UM ENSAIO TEÓRICO NA PERSPECTIVA DO GERENCIAMENTO DE PROJETOS	
Priscila Nesello Ana Cristina Fachinelli	
DOI 10.22533/at.ed.5311912048	
CAPÍTULO 9	111
GERENCIAMENTO DE PROJETOS: COMPARATIVO BIBLIOMÉTRICO DOS ANAIS DE CONGRESSOS BRASILEIROS NA ÁREA DE ADMINISTRAÇÃO E ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	
Ronielton Rezende Oliveira Patricia Souza Amaral Tardivo Boldorini Henrique Cordeiro Martins Alexandre Teixeira Dias	
DOI 10.22533/at.ed.5311912049	
CAPÍTULO 10	136
GESTÃO DO CONHECIMENTO NO DEPARTAMENTO PÓS-OBRA	
Erick Areco Cáceres Silvia de Toledo Gomes	
DOI 10.22533/at.ed.53119120410	
CAPÍTULO 11	153
MODELO DE ANÁLISE DE PREDIÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DAS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS UTILIZANDO CADEIAS DE MARKOV	
Auristela Maria da Silva André Marques Cavalcanti Gabriel Herminio de Andrade Lima	
DOI 10.22533/at.ed.53119120411	
CAPÍTULO 12	167
MODELOS DE MATURIDADE EM GESTÃO DE PROJETOS: UMA ANÁLISE COMPARATIVA	
Rafael de Azevedo Palhares Natalia Veloso Caldas de Vasconcelos Mariana Simião Brasil de Oliveira Arthur Arcelino de Brito Paulo Ellery de Oliveira Pedro Osvaldo Alencar Regis Nathaly Silva de Santana Pablo Veronese de Lima Rocha Ricardo André Rodrigues Filho	
DOI 10.22533/at.ed.53119120412	
CAPÍTULO 13	182
O USO DA MANUTENÇÃO COMO ESTRATÉGIA DE NEGÓCIO NO SERVIÇO DE PÓS-VENDA EM UM SISTEMA PRODUTO-SERVIÇO	
Paulo Mantelatto Pecorari Carlos Roberto Camello Lima	
DOI 10.22533/at.ed.53119120413	

CAPÍTULO 14	194
PRÁTICAS DE MEDIAÇÃO: A APLICAÇÃO DO GOOGLE CLASSROOM COMO BASE DA DISCIPLINA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO NO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	
Julio Cesar Ferreira dos Passos Maria Juliana Goes Coelho da Cruz Ricardo Venturinelí Simone Seixas Picarelli	
DOI 10.22533/at.ed.53119120414	
CAPÍTULO 15	205
SOLUÇÃO TECNOLÓGICA EM REALIDADE VIRTUAL PARA TREINAMENTO DE ATLETAS PARALÍMPICOS: O CASO DO TREINA+	
Bernardo Vasconcelos de Carvalho Luiz Guilherme Rodrigues Antunes	
DOI 10.22533/at.ed.53119120415	
CAPÍTULO 16	217
TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E AGRONEGÓCIO: PRINCIPAIS REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
Luiz Ricardo Oliveira Begali Eduardo Gomes Carvalho Weider Pereira Rodrigues Lázaro Eduardo da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.53119120416	
CAPÍTULO 17	230
ANÁLISE DE EFICIÊNCIA DOS MUNICÍPIOS PARAIBANOS NA APLICAÇÃO DE RECURSOS DO GOVERNO FEDERAL PARA O CONTROLE DA DOENÇA DE CHAGAS: UMA INVESTIGAÇÃO POR MEIO DE ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS	
Jonas Cordeiro de Araújo Edlaine Correia Sinézio Martins	
DOI 10.22533/at.ed.53119120417	
CAPÍTULO 18	245
ANÁLISE DA VIABILIDADE DO PROCESSO DE AUTOMATIZAÇÃO NA LINHA DE MONTAGEM EM UMA EMPRESA DE INTERRUPTORES	
Leonardo Ayres Cordeiro Matheus Dias Guedes de Oliveira Nayara Aparecida Rocha Ferreira Sílvia Gabriela Macieira Ramos	
DOI 10.22533/at.ed.53119120418	
CAPÍTULO 19	258
ANÁLISE DE INVESTIMENTOS EM SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EM UMA UNIVERSIDADE	
Roni Mateus Machado Rigo Anderson Felipe Habekost Cristiano Roos	
DOI 10.22533/at.ed.53119120419	

CAPÍTULO 20	270
ESTIMATIVAS DAS ELASTICIDADES PREÇO E RENDA DA DEMANDA POR ENERGIA ELÉTRICA RESIDENCIAL E POR REGIÃO GEOGRÁFICA DO BRASIL	
Palloma da Costa e Silva Roberta Montello Amaral	
DOI 10.22533/at.ed.53119120420	
CAPÍTULO 21	283
COMPARATIVO DO CUSTO TOTAL DE PROPRIEDADE DE VEÍCULOS DE TRANSPORTE DE FUNCIONÁRIOS: ESTUDO DE CASO EM FÁBRICA DE CONFECÇÕES	
Nelize Aparecida de Souza Rodney Wernke Antonio Zanin	
DOI 10.22533/at.ed.53119120421	
CAPÍTULO 22	294
ESTUDO DA VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÔMICA PARA CRIAÇÃO DE UMA INCUBADORA TECNOLÓGICA EM LORENA	
Thamara Gonçalves Vilela Prado Marco Antonio Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.53119120422	
CAPÍTULO 23	307
MÉTODO FLUXO DE CAIXA DESCONTADO: ANÁLISE FINANCEIRA DA PETROBRAS	
Evandir Megliorini Ian Miller Osmar Domingues José Roberto Tálamo	
DOI 10.22533/at.ed.53119120423	
CAPÍTULO 24	318
MÉTODO <i>PRICE BAND</i> APLICADO NA PRECIFICAÇÃO DE PRODUTOS EM UMA REDE VAREJISTA	
O'mara Guimarães da Costa Natália Varela da Rocha Kloeckner	
DOI 10.22533/at.ed.53119120424	
CAPÍTULO 25	328
PREVISÃO DO PREÇO DO CIMENTO PORTLAND NOS ESTADOS DA REGIÃO SUL DO BRASIL	
Patricia Cristiane da Cunha Xavier Adriano Mendonça Souza	
DOI 10.22533/at.ed.53119120425	
CAPÍTULO 26	344
PROPOSTA DE UM DIAGNÓSTICO DOS ATIVOS INTANGÍVEIS EM EMPRESAS DE BASE TECNOLÓGICA DO SETOR DE ENERGIA	
Vinícius Jaques Gerhardt Julio Cezar Mairesse Siluk Jordana Rech Graciano dos Santos Mariana Soncini Minuzzi Claudia de Freitas Michelin	
DOI 10.22533/at.ed.53119120426	

CAPÍTULO 27	356
APLICAÇÃO DA OTIMIZAÇÃO EM REDES EM UMA EMPRESA DO SETOR AVÍCOLA	
Luana Teixeira Sousa	
Ananda Gianotto Veiga	
Mariana Ferreira de Carvalho Chaves	
Marcus Vinicius Vaz	
Stella Jacyszyn Bachega	
DOI 10.22533/at.ed.53119120427	
CAPÍTULO 28	368
COMPARAÇÃO DE TÉCNICAS DE FORECASTING PARA SÉRIES SAZONAIS: UMA APLICAÇÃO PARA PREVISÃO DA UMIDADE RELATIVA DO AR EM SANTA MARIA – RS	
Liane Werner	
Cleber Bisognin	
DOI 10.22533/at.ed.53119120428	
CAPÍTULO 29	380
DESENVOLVIMENTO DO MENOR CAMINHO PARA A MELHORIA DAS LINHAS DE ÔNIBUS EM UM BAIRRO NO MUNICÍPIO DE ARACAJU - SE	
Tayane Magalhaes Alvaia	
Hellen Mariany Santos	
Marcos Wandir Nery Lobao	
Jose Ricardo Menezes Oliveira	
Glaucia Regina de Oliveira Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.53119120429	
CAPÍTULO 30	391
ELABORAÇÃO E VALIDAÇÃO DE QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DE SERVIÇOS BASEADO NOS MÉTODOS SERVQUAL E SMARTS: APLICAÇÃO EM TERMINAIS AEROPORTUÁRIOS	
João Paulo Figueira Marchesi	
Janaina Figueira Marchesi	
DOI 10.22533/at.ed.53119120430	
CAPÍTULO 31	407
MODELO MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO PARA ESCOLHA DE UM TRANSPORTADOR TERCEIRIZADO ATRAVÉS DO MÉTODO PROMETHEE II	
Mirian Batista de Oliveira Bortoluzzi	
Monica Frank Marsaro	
DOI 10.22533/at.ed.53119120431	
CAPÍTULO 32	420
SISTEMA DE APOIO À DECISÃO PARA OTIMIZAÇÃO DE ROTAS EM UMA FÁBRICA DE PÃES	
Kassia Tonheiro Rodrigues	
Carolina Lino Martins	
Kurt Costa Peters	
Naylil Liria Baldin Lacerda	
Luiz Junior Maemura Yoshiura	
DOI 10.22533/at.ed.53119120432	

CAPÍTULO 33	431
USO DA <i>CONJOINT ANALYSIS</i> PARA AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS DA EMBALAGEM DE CASTANHA DE BARU NA PREFERÊNCIA DOS CONSUMIDORES MATO-GROSSENSES	
Eduardo José Oenning Soares	
Rodrigo Carniel Sefstron	
Rodolfo Benedito da Silva	
Alexandre Gonçalves Porto	
Alexandre Volkmann Ultramari	
DOI 10.22533/at.ed.53119120433	
CAPÍTULO 34	442
ANÁLISE DOS FUNDOS BRASILEIROS DE ÍNDICE ATIVO: EXISTE RELAÇÃO ENTRE A TAXA DE ADMINISTRAÇÃO E OS RESULTADOS ENTREGUES AOS INVESTIDORES?	
Igor Soares Pinto Coelho	
Marcelo Albano Mauricio da Rocha	
José Guilherme Chaves Alberto	
Adriano Cordeiro Leite	
DOI 10.22533/at.ed.53119120434	
CAPÍTULO 35	453
OTIMIZAÇÃO DO MIX DE PRODUÇÃO EM UMA INDÚSTRIA DE TINTAS E REVESTIMENTOS	
Ariane Schio de Azevedo	
Carolina Lino Martins	
João Batista Sarmento dos Santos Neto	
Kassia Tonheiro Rodrigues	
Luiz Junior Maemura Yoshiura	
DOI 10.22533/at.ed.53119120435	
SOBRE O ORGANIZADOR	473

APLICAÇÃO DA OTIMIZAÇÃO EM REDES EM UMA EMPRESA DO SETOR AVÍCOLA

Luana Teixeira Sousa

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

Ananda Gianotto Veiga

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

Mariana Ferreira de Carvalho Chaves

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

Marcus Vinicius Vaz

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

Stella Jacyszyn Bachega

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

RESUMO: Com o intuito de satisfazer as necessidades dos clientes, diminuir o tempo de entrega, as rotas e os custos, as organizações necessitam de uma gestão adequada dos fatores que possam influenciar os processos de decisões tomadas por elas. Diante disso, o presente artigo tem como objetivo aplicar o algoritmo do caminho mais curto, utilizando a Otimização em Redes, para otimizar a rota de

uma granja encontrando o caminho mais curto entre a empresa localizada no Centro-Oeste brasileiro até o seu cliente mais distante. A fim de atingir o objetivo proposto, foi realizada uma abordagem de pesquisa quantitativa com procedimento experimental, por meio do uso da modelagem matemática, com o auxílio da ferramenta Solver do Excel®. Para o desenvolvimento deste, seguiu-se como base a perspectiva de Hillier e Lieberman (2010), a qual sugere seis passos que auxiliam no planejamento e procedimentos a serem desenvolvidos. Ao utilizar a técnica apresentada, pode-se observar que o menor caminho obtido entre a empresa e o destino final, o cliente 8, tem a distância mínima de 1052,7 quilômetros. É importante salientar a contribuição do estudo de caminho mais curto aplicado a organizações, e também a colaboração no âmbito acadêmico como fonte bibliográfica de aplicação da técnica da Pesquisa Operacional na realidade de uma empresa de pequeno porte.

PALAVRAS-CHAVE: Problema do Caminho Mais Curto, otimização em redes, Pesquisa Operacional, Processo Decisório Logístico, rota.

ABSTRACT: With the intent of satisfying the necessities of the clients, reduce the delivery time, routes and costs, organizations need to have a proper management of the factors

that may influence the decision making processes taken by them. Because of it, the following article has the objective of applying the algorithm of the shortest path, using the Optimization of Networks, to optimize the route of one poultry farm finding the shortest way between the company located in the middle-west region of Brazil until its furthest client. With the objective proposed in mind, a quantitative research approach with experimental procedure was realized, through the use of mathematical modeling, with the help of the tool Solver from Excel®. For the development of it, the perspective of Hillier and Lieberman (2010) was followed as a basis, which suggests six steps that help in the planning and procedures to be developed. When using the shown technique, it was able to observe that the shortest path obtained between the company and the final destiny, the client 8, has the minimal distance of 1.052,7 kilometers. It's important to highlight the contribution of the study of shortest path applied to organizations, and as well as the collaboration in the academic sphere as a bibliographic source of application of the technique of Operational Research at the reality of a small size company.

KEYWORDS: Problem of the shortest path, optimization of network, Operational Research, logistic decision making process, route.

1 | INTRODUÇÃO

A avicultura de postura é caracterizada pela produção de ovos a partir do confinamento de aves previamente selecionadas para esse fim em ambientes controlados. Segundo a Associação Brasileira de Proteína Animal – ABPA (2016), a produção de ovos em 2015 foi superior a 39,5 bilhões de unidades, sendo que no mundo todo são produzidos cerca de um trilhão de ovos/ano. Dentre os maiores produtores mundiais destacam-se a China com um terço da produção mundial, seguida pelos Estados Unidos, Índia, Japão, México, Rússia e Brasil (ABPA, 2016; GESSULLI AGRIBUSINESS, 2017).

No território nacional, o estado de São Paulo é o maior produtor de ovos, visto que em 2015 foi responsável por 33,24% da produção total do país. Considerando a área de pesquisa deste trabalho, tem-se que Goiás, incluindo o Distrito Federal, produz o equivalente a 3,84%, ocupando a nona (9ª) posição dentre os estados brasileiros em produtividade de avicultura de postura (ABPA, 2016).

Os sistemas logísticos são partes centrais das estratégias competitivas, sendo relevantes para todos os setores. Em vista disto, a logística empresarial promove um melhor nível de rentabilidade nos serviços de distribuição aos clientes, por meio do planejamento, da organização e do controle das atividades de movimentação que possuem como propósito facilitar o fluxo de produtos (BALLOU, 2010). Sendo que esse serviço é medido em termos de disponibilidade de produtos, desempenho operacional na entrega destes e a confiabilidade de serviço relacionada à qualidade da entrega (BOWERSOX; CLOSS, 2007).

A Pesquisa Operacional (PO) tem largo emprego em diversas áreas técnicas de empresas de vários portes. Consiste na aplicação de métodos científicos como em problemas dos setores econômicos, de transportes e materiais, buscando por meio da simplificação de modelos matemáticos apresentar soluções ótimas de emprego dos recursos disponíveis (PASSOS, 2008). Além disso, tem um impacto impressionante na melhoria da eficiência das organizações e, também, contribui para o crescimento da produtividade econômica em diversos países. Tanto a Ásia quanto a Europa possuem federações de PO com o propósito de coordenar as conferências internacionais e publicações, demonstrando a importância do estudo da área (HILLIER; LIEBERMAN, 2010).

Os modelos de Otimização em Redes fornecem uma ferramenta conceitual que facilita a visualização das relações existentes entre componentes do problema proposto. As representações a partir desses modelos são relevantes ao ponto de serem utilizadas em praticamente todos os campos de empreendimentos científicos. São amplamente empregadas em situações de áreas diversas, como distribuição, posicionamento de instalações e planejamento de projetos (HILLIER; LIEBERMAN, 2010; LACHTERMACHER, 2007).

Segundo Ballou (2010), a atividade de transporte deve ser realizada pelas empresas para prover os bens e serviços adquiridos por seus clientes, quando e onde quiserem, com a qualidade e condição física que desejarem, satisfazendo, assim, as exigências dos consumidores. Haja vista as vantagens competitivas que podem ser proporcionadas pela satisfação dos clientes, diminuição dos custos, das rotas e do tempo de entrega, tem-se a seguinte questão de pesquisa: como designar um caminho ótimo para chegar ao cliente mais distante?

O objetivo do presente trabalho é aplicar o modelo de Otimização em Redes, mais especificamente o problema do caminho mais curto, em uma granja localizada no Centro-Oeste brasileiro a fim de determinar o caminho mínimo entre os nós de origem e destino. A presente pesquisa justifica-se pela importância do tema, como pode ser visto nos trabalhos de Alvaia et al. (2017), Diniz et al. (2017), Coelho et al. (2016) e Vasconcelos et al. (2016). Para cumprir o objetivo, segue a estrutura do trabalho: na próxima seção encontra-se a revisão bibliográfica, na terceira seção está situada a metodologia adotada, na quarta seção têm-se os resultados e discussão e, por fim, na quinta seção são apresentadas as conclusões obtidas.

2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Modelo de otimização em redes

As redes aparecem em diversos ambientes de maneiras diferenciadas (HILLIER; LIEBERMAN, 2013), como em oleodutos, gasodutos, redes de esgoto, de água, de energia elétrica, telefônica, entre outros (PASSOS, 2008). A representação em rede

proporciona uma ferramenta conceitual e visual que pode ser útil em quase todos os campos dos empreendimentos científico, social e econômico (HILLIER; LIEBERMAN, 2013), principalmente em casos especiais de programação linear, uma vez que estes são avaliados de maneira mais satisfatória mediante a representação gráfica (LACHTERMACHER, 2009). Dessa forma, a montagem de esquemas em formato de rede é constantemente utilizada para problemas de áreas distintas como produção, distribuição, planejamento de projetos, posicionamento de instalações, administração de recursos e planejamento financeiro (HILLIER; LIEBERMAN, 2013).

Rede é uma ilustração esquemática de pontos, vértices, nós ou nodos, que são ligados por linhas, ramos, arestas, ligações ou arcos. Os nós são representados por círculos, em cujo interior é posto um número ou letra para identificá-lo, e simbolizam o início e o fim de uma etapa ou operação. Enquanto que os arcos são caracterizados por setas, que conectam os nós, e representam custos, capacidade de peso, distâncias, tempo etc. (BRONSON, 1985; LACHTERMACHER, 2009; PASSOS, 2008). Além disso, os valores que podem representar capacidade, distância ou tempo são posicionados acima dos arcos (PASSOS, 2008).

Muitas situações relacionadas com a tomada de decisão são classificadas como problemas de rede, tais como: transporte, escala de produção, rede de distribuição, menor caminho, fluxo máximo e caminho crítico (LACHTERMACHER, 2009). Dentre as técnicas citadas, a de menor caminho foi a selecionada para a execução do trabalho.

2.1.1 Problema de caminho mais curto

As questões de menor caminho são casos especiais de problemas de rede, uma vez que as linhas são as distâncias entre dois nós. Nesse algoritmo o objetivo é determinar a rota que une os pontos com a menor distância possível (LACHTERMACHER, 2009). Tal técnica pode ser resolvida por meio do método de Dijkstra, sendo majoritariamente utilizada para distâncias a percorrer, tempo de percurso, custo associado à carga e tonelage a transportar (PASSOS, 2008).

Tendo como objetivo designar o trajeto total mínimo entre dois nós (HILLIER; LIEBERMAN, 2013), o problema de caminho mais curto se resume em uma rede conectada e não direcionada com dois nós especiais, chamados de origem (fonte) e de destino (sumidouro), ligados por uma distância não negativa (BRONSON, 1985; HILLIER; LIEBERMAN, 2013; LACHTERMACHER, 2009). Habitualmente, entre eles há nós intermediários, representando cidades, subestações, dentre outros (LACHTERMACHER, 2009). Contudo, nem todas as aplicações dessa técnica são relacionadas com a minimização da distância percorrida da origem até o destino. Os ramos podem simbolizar atividades, o custo delas ou o tempo de processamento. Assim, pode-se classificar o caminho mais curto em três categorias: minimizar a distância total percorrida; reduzir o custo total de uma sequência de atividades; e diminuir o tempo total de uma sequência de atividades (HILLIER; LIEBERMAN, 2013).

A programação linear pode ser utilizada para obter a solução desse tipo de problema, por meio do método simplex. Desse modo, o modelo apresentará uma função objetivo, as restrições e as condições de não-negatividade (LACHTERMACHER, 2009; PASSOS, 2008). Mesmo que esse método não seja tão eficaz quanto os outros algoritmos especializados para esses tipos de problema, é adequado para impasses de dimensões substanciais. O Excel® pode ser utilizado para a efetuação da modelagem, uma vez que se baseia no método genérico, mais precisamente com a ferramenta Solver (HILLIER; LIEBERMAN, 2013). De acordo com Passos (2008), durante a modelagem devem ser levados em consideração os seguintes pontos:

- x_{ij} : é a variável que descreve a distância do nó i ao nó j ;
- Os arcos que chegam a um nó são representados positivamente e os que saem, negativamente. Sendo que, em cada nó, a soma das entradas e saídas é igual à zero;
- Para o primeiro nó a soma da saída deve receber o valor -1 e para o último nó a soma das chegadas recebe o valor 1 .

A viagem percorrida entre a origem e o destino é vista como um “fluxo” de 1 caminho selecionado da rede (HILLIER; LIEBERMAN, 2013). Assim, as variáveis assumem valores binários e, levando em consideração que as decisões a serem estabelecidas são voltadas para incluir no caminho os arcos mais adequados, caso o valor dela seja 1, o trecho deve ser percorrido. Porém, nos casos que a variável apresentar valor 0, aquele arco não entrará para a solução (HILLIER; LIEBERMAN, 2013; LACHTERMACHER, 2009).

Assim, Goldberg e Luna (2005), resumem a formulação matemática apresentada na Equação 1:

$$\begin{aligned}
 & \text{Minimizar } z = \sum_{(i,j) \in A} c_{ij} x_{ij} \\
 & \text{Sujeito a:} \\
 & \sum_{(i=j) \in A} x_{ij} - \sum_{(i=j) \in A} x_{kj} = \begin{cases} -1 & \text{se } i = o \\ 0 & \text{se } i \neq o \text{ e } i \neq d \\ +1 & \text{se } i = d \end{cases} \quad (1) \\
 & x_{ij} \geq 0 \quad \forall (i,j) \in A
 \end{aligned}$$

Sendo que o e d simbolizam os nós de início e término do caminho e c_{ij} é a constante que acompanha a variável binária x_{ij} que representa o sentido da rota de “ i ” para “ j ” (GOLDBARG; LUNA, 2005).

3 | METODOLOGIA

Acerca da abordagem, empregou-se a pesquisa quantitativa que observa as informações numericamente, identifica as variáveis e as relaciona por meio

de abordagens matemáticas (CRESWELL, 2010). Quanto aos procedimentos de pesquisa, o seguinte estudo pode ser classificado como experimental, uma vez que, selecionaram-se as variáveis fundamentais capazes de influenciar o estudo, estabelecendo relação de causa e efeito (SANTOS, 2004; FANTINATO, 2015).

A empresa selecionada foi uma granja localizada no Centro-Oeste brasileiro. Criada em 1978, possui o propósito de entregar produtos de qualidade, sempre prezando pela higiene durante todo o seu processo produtivo, além de desenvolver a própria ração para as aves. Detém cerca de oitenta e cinco (85) funcionários e comercializa três tipos de produtos, sendo eles: ovos, galinhas e esterco, com foco na produção de ovos. A granja vem crescendo significativamente ao longo dos anos, atende diversas cidades em estados vizinhos. Realiza entregas para varejistas e representantes comerciais, que em seguida, distribuem os produtos aos consumidores.

A coleta de dados ocorreu por meio de uma entrevista semiestruturada com o proprietário da organização. Buscou-se ter conhecimento de todas as atividades, produtos e processos da empresa para, posteriormente, recolher as informações mais relevantes ao estudo. Os dados relacionados à distribuição logística de ovos para os varejistas são significantes, uma vez que o objetivo da pesquisa é otimizar a rota de entrega da granja. As informações referentes aos pontos de entregas foram coletadas em janeiro de 2018 e utilizou-se a ferramenta Google Maps® para determinar as distâncias relativas.

Os dados coletados foram analisados a partir de uma técnica da Pesquisa Operacional, o algoritmo do caminho mais curto. A essência desse algoritmo é identificar a distância total mínima entre nó de origem da rede até o nó de destino. Fundamentou-se o estudo da PO a partir das fases definidas por Hillier e Lieberman (2010), sendo elas: definir o problema e coletar os dados; formular um modelo matemático para representar o problema; desenvolver um procedimento funcional a fim de solucionar o problema proposto; testar o modelo e aprimorá-lo; preparar para a aplicação contínua do modelo; e implementar. Deve-se salientar que os passos referentes à aplicação do modelo e implementação não foram desenvolvidos, já que é critério do proprietário.

Feita a coleta dos dados relevantes, desenvolveu-se o modelo matemático com o intuito de solucionar o problema de pesquisa. Utilizou-se a planilha eletrônica do MS-Excel® com a ferramenta Solver para a validação do modelo e designação do caminho mais curto entre a granja e seu cliente mais distante.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Determinação do problema

A principal atividade da organização selecionada para o presente estudo consiste na distribuição dos ovos produzidos. Caracterizada como uma empresa de pequeno

porte, o presente estudo focou na sua rede logística de varejistas, abrangendo sete cidades que foram representadas pelos nós simbolizados pelos números: 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8. Além disso, a granja, o nó de partida, foi indicada pelo algarismo 1 e o nó de chegada, ou seja, o ponto mais distante, correspondente ao nó de dígito 8. As distâncias entre as cidades foram determinadas com o auxílio do aplicativo Google Maps® e após averiguá-las, utilizou-se a ferramenta Solver do Excel® a fim de obter o caminho mais curto. Os dados situam-se na Tabela 1. É notório que a maior distância encontrada foi entre os nós 6 e 8, totalizando 560 km.

De	Para	Distâncias (km)
1	2	48,7
1	4	428
2	3	179
3	5	356
4	5	280
5	6	90,6
5	7	254
5	8	469
6	8	560
7	8	299

Tabela 1: Distância entre a granja e as cidades de entrega

Fonte: Dados da pesquisa

Com as rotas definidas foi possível representar o modelo em forma de rede, conforme ilustrado na Figura 1 a seguir. Na imagem é notória a ênfase para os nós de partida e de chegada.

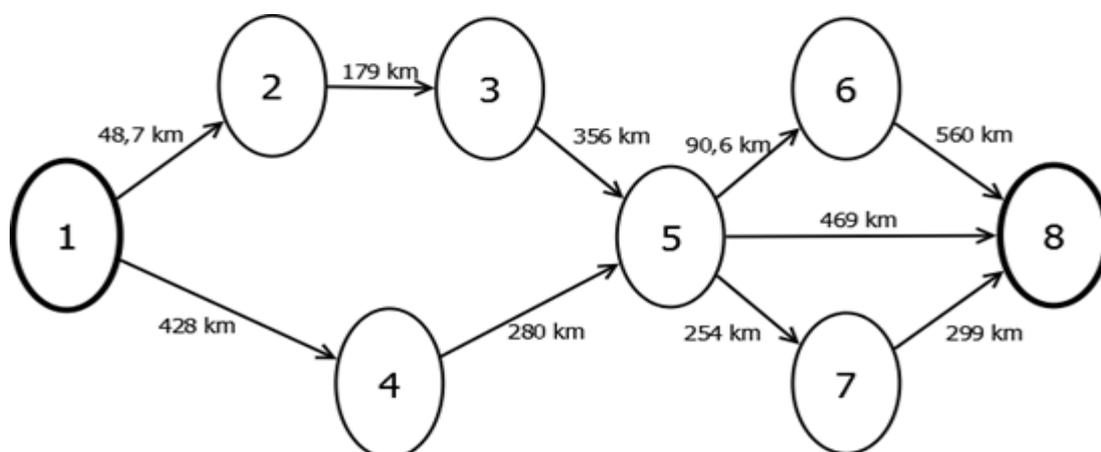


Figura 1: Rede do modelo apresentado

Fonte: Dados da pesquisa

4.2 Formulação do modelo matemático para a representação do problema

Com os dados coletados e as possíveis rotas definidas, realizou-se a modelagem do problema de acordo com o modelo de Hillier e Lieberman (2013). Assim, tem-se que as variáveis binárias relacionadas à rede da Figura 1 são:

X_{12} – Granja (1) até Formosa (2) – 48,7 Km.

X_{14} – Granja (1) até Campos Belos (4) – 428 Km.

X_{23} – Formosa (2) até Alvorada do Norte (3) – 179 Km.

X_{35} – Alvorada do Norte (3) até Barreiras (5) – 356 Km.

X_{45} – Campos Belos (4) até Barreiras (5) – 280 Km.

X_{56} – Barreiras (5) até Luís Eduardo Magalhães (6) – 90,6 Km.

X_{57} – Barreiras (5) até Ibotirama (7) – 254 Km.

X_{58} – Barreiras (5) até Irecê (8) – 469 Km.

X_{68} – Luís Eduardo Magalhães (6) até Irecê (8) – 560 Km.

X_{78} – Ibotirama (7) até Irecê (8) – 299 Km.

O intuito é escolher o caminho mais curto entre a granja e a cidade mais longe para a qual a empresa realiza entrega, com isso, a função objetivo é de minimização. Dessa maneira, a função objetivo, apresentada como o somatório dos produtos entre as variáveis binárias e suas respectivas distâncias, é:

$$\text{MIN } Z = 48,7X_{12} + 428X_{14} + 179X_{23} + 356X_{35} + 280X_{45} + 90,6X_{56} + 254X_{57} + 469X_{58} + 560X_{68} + 299X_{78} \quad (2)$$

Assumindo que a origem tem valor igual a 1, o sumidouro é -1 e os nós intermediários apresentam valor igual a 0, tem-se que as restrições do modelo são:

$$\text{Nó 1: } X_{12} + X_{14} = 1$$

$$\text{Nó 2: } X_{12} - X_{23} = 0$$

$$\text{Nó 3: } X_{23} - X_{35} = 0$$

$$\text{Nó 4: } X_{14} - X_{45} = 0$$

$$\text{Nó 5: } X_{35} + X_{45} - X_{56} - X_{57} - X_{58} = 0 \quad (3)$$

$$\text{Nó 6: } X_{56} - X_{68} = 0$$

$$\text{Nó 7: } X_{57} - X_{78} = 0$$

$$\text{Nó 8: } -(X_{58} + X_{68} + X_{78}) = -1$$

Sendo a restrição de não-negatividade representada pela Equação 4:

$$X_{12}; X_{14}; X_{23}; X_{35}; X_{45}; X_{56}; X_{57}; X_{58}; X_{68}; X_{78} \geq 0 \quad (4)$$

Após o modelo matemático ser formulado, utilizou-se a ferramenta Solver® para a modelagem do problema.

4.3 Resolução do problema pelo solver

Ao especificar o objetivo de minimizar a distância total do caminho mais curto no Solver, assumindo variáveis irrestritas não-negativas e selecionando o método de solução LP Simplex, avaliou-se os resultados obtidos. Notam-se na Tabela 2 as colunas De e Para, estas representam as ligações entre os nós de partida e os nós de chegada, respectivamente. Percebe-se que na coluna Rota Seleccionada há dois tipos de valores, 0 e 1 (números binários), sendo que quando o valor atribuído é 0, não há seleção do arco, ou seja, o caminho não é utilizado. No entanto, quando o número apresentado é 1, o caminho é selecionado. Assim foi possível obter o caminho mais curto entre a origem e o sumidouro. Além disso, a distância total de todo o trajeto foi determinada como pode ser visualizado a seguir:

De	Para	Distância (km)	Rota selecionada
1	2	48,7	1
1	4	428	0
2	3	179	1
3	5	356	1
4	5	280	0
5	6	90,6	0
5	7	254	0
5	8	469	1
6	8	560	0
7	8	299	0
Distância total			1052,7

Tabela 2: Resultados provenientes do Solver

Fonte: Dados de pesquisa

Como mencionado por Hillier e Lierberman (2013), o fluxo líquido é 1 na origem, -1 no destino e 0 em todos os outros nós. Assim, ao aplicar tal definição a este caso, o produto que tem como origem a granja (1) deve ser transportado até o ponto mais distante (8), sem perda de carga durante o caminho. Além disso, a coluna Fluxo Líquido corresponde ao LHS das restrições e a coluna de Oferta/Demanda, o RHS, como pode ser notada na Tabela 3.

Nós	Fluxo Líquido	Oferta/Demanda
1	1	1
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	0	0
7	0	0
8	-1	-1

Tabela 3: Resultados proporcionados pelo Solver

Fonte: Dados da pesquisa

Com a aplicação do Solver obteve-se a rota com a distância mínima entre a granja (1) e a cidade mais longe (8), caracterizando a solução ótima. Ela consiste na seguinte ordem dos nós: 1 para 2 (48,7 km), 2 para 3 (179 km), 3 para 5 (356 km) e 5 para 8 (469 km) totalizando um percurso de 1052,7 quilômetros. Dessa forma, pode-se averiguar na Figura 2 a solução ótima e o respectivo caminho mínimo em destaque:

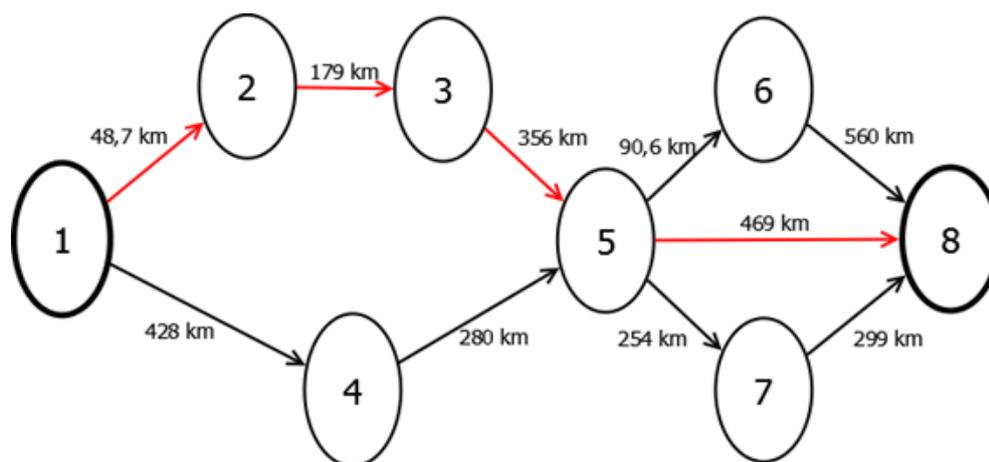


Figura 2: Rede com o caminho mínimo

Fonte: Dados da pesquisa

5 | CONCLUSÃO

Durante a identificação da problemática, elaboração do modelo e análise dos resultados ficou evidente a interdisciplinaridade da Pesquisa Operacional. A observação dos trajetos a serem percorridos e a escolha da melhor rota constataram a relação da logística com a situação proposta. Essa área aborda o planejamento, a administração e o transporte desde a aquisição da matéria-prima até o consumidor. Assim, é eminente uma boa gestão da cadeia logística, a fim de contribuir para um desempenho satisfatório da empresa.

O objetivo deste estudo foi aplicar a uma granja localizada no Centro-Oeste

brasileiro o modelo de Otimização em Redes para determinar o caminho mais curto entre dois nós, o de origem e o de destino. Tais nós foram apresentados em uma rede de nós conectados, proporcionando à empresa um trajeto mínimo, como o propósito inicial, e conseqüentemente melhorando o sistema logístico da empresa. Conforme a solução ótima obtida, observou-se que a distância entre a granja e o seu cliente mais distante foi de 1052,7 quilômetros.

O presente artigo evidencia no âmbito empresarial como o método do caminho mais curto aplicado a organizações pode propor melhorias no setor logístico e no processo decisório das empresas, beneficiando com a redução dos trajetos, dos custos e do tempo de entrega, promovendo uma maior satisfação dos clientes. Já no contexto acadêmico, o estudo contribui como base sobre a aplicação deste método a uma empresa de pequeno porte e enfatiza a importância científica interdisciplinar do mesmo.

Como sugestão para pesquisas futuras, essa metodologia poderá ser aplicada para problemas semelhantes, utilizando o problema do caixeiro viajante, a fim de minimizar a distância total da rota, ou seja, conectar os nós de uma rede, usando o trajeto total mais curto de ramos conectores.

REFERÊNCIAS

ALVAIA, Tayane Magalhaes et al. Desenvolvimento do menor caminho para a melhoria das linhas de ônibus em um bairro no município de Aracaju-SE. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção- ENEGEP, 37., 2017, Joinville. **Anais eletrônicos...** Joinville: ABEPRO, 2017. p. 1 - 15. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_243_407_33064.pdf>. Acesso em: 09 jan. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL - ABPA. **Relatório Anual 2016**. 16. ed. [S.l.]: ABPA, 2016. 136 p. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/storage/files/versao_final_para_envio_digital_1925a_final_abpa_relatorio_anual_2016_portugues_web1.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2018.

BALLOU, Ronald H. **Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física**. Tradução Hugo Yoshizaki. Brasil: Atlas, 1993. 388 p. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/26159198/logistica-empresarial---ronald-ballou---livro-completo>>. Acesso em: 01 jan. 2018.

BRONSON, Richard. **Pesquisa Operacional**. Tradução Pinto Bravo. Revisão técnica Marco Aurélio P. Dias. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1985.

BULLER, Luz Selene. **Logística empresarial**. Curitiba: IESDE Brasil, 2012. 126 p. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/6206805/logistica-empresarial>>. Acesso em: 01 jan. 2018.

COELHO, Débora Alves et al. Otimização em redes utilizando o algoritmo do caminho mínimo para roteirização em um centro de distribuição. In: Simpósio de Engenharia de Produção - SIMPEP, 23., 2016, Bauru. **Anais eletrônicos...** Bauru: UNESP – CB, 2016. p. 1 - 13. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/abrir_arquivo_pdf.php?tipo=artigo&evento=11&art=762&cad=25018&opcao=com_id>. Acesso em: 13 fev. 2018.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 296 p.

DINIZ, Iago Mesquita Naves et al. Aplicação do problema do caminho mais curto em uma empresa

do setor alimentício. In: Simpósio de Engenharia de Produção - SIMPEP, 24., 2017, Bauru. **Anais eletrônicos...** Bauru: UNESP – CB, 2017. p. 1 - 13. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/abrir_arquivo_pdf.php?tipo=artigo&evento=12&art=440&cad=182&opcao=com_id>. Acesso em: 09 jan. 2017.

FANTINATO, Marcelo. **Métodos de Pesquisa**. [S.l.: s.n.], 2015. 50 slides, P&B. Disponível em: <<http://each.uspnet.usp.br/sarajane/wp-content/uploads/2015/09/Métodos-de-Pesquisa.pdf>>. Acesso em: 03 dez. 2017.

GESSULLI AGRIBUSINESS. **Boas Práticas de Produção nas granjas de ovos comerciais**. 2017. Disponível em: <<https://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/boas-praticas-de-producao-nas-granjas-de-ovos-comerciais/20161219-192423-o168>>. Acesso em: 23 dez. 2017.

GOLDBARG, Cesar Marco; LUNA, Henrique Pacca L. **Otimização combinatória e programação linear: Modelos e algoritmos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. 6ª Reimpressão.

HILLIER, Frederick S.; LIEBERMAN, Gerald J. **Introdução à pesquisa operacional**. Tradução Ariovaldo Griesi. Revisão técnica Pierre J. Ehrlich. 9. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013. 1005 p.

LACHTERMACHER, Gerson. **Pesquisa operacional na tomada de decisões: modelagem em Excel**. Rio de Janeiro: Elsevier: 2007.

PASSOS, Eduardo José Pedreira Franco dos. **Programação linear como instrumento da pesquisa operacional**. São Paulo: Atlas, 2008.

SANTOS, Antônio Raimundo dos. **Metodologia científica: a construção do conhecimento**. 6. ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2004. 168 p.

VASCONCELOS, Sarah Aragão et al. Aplicação do problema do caminho mais curto para otimização de rota de um frigorífico. In: Simpósio de Engenharia de Produção - SIENPRO, 1., 2017, Catalão. **Anais eletrônicos...** Catalão: UFG – RC, 2017. p. 1 - 10. Disponível em: <http://sienpro.catalao.ufg.br/up/1012/o/Sarah_Aragão_Vasconcelos.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2018.

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 978-85-7247-253-1

