

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

MODELO MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO PARA ESCOLHA DE UM TRANSPORTADOR TERCEIRIZADO ATRAVÉS DO MÉTODO PROMETHEE

II

Mirian Batista de Oliveira Bortoluzzi
(UFMS), Engenharia de Produção, Nova
Andradina-MS

Monica Frank Marsaro
(UEMA), Engenharia de Produção, Maranhão-MA

RESUMO: As empresas têm buscado aperfeiçoar seus sistemas de entrega com a finalidade de torná-los mais eficientes e eficazes, de maneira que a necessidade de se concentrar em suas competências centrais e a limitação dos recursos orçamentais conduzem as empresas a buscar novas estratégias ou melhorar as existentes. Sob esse enfoque, a terceirização das atividades logísticas relacionadas à distribuição física apresenta-se como alternativa viável. Neste sentido, considerando que a decisão de terceirizar envolve múltiplos critérios, que por muitas vezes podem ter características conflitantes, torna-se fundamental a utilização de um método formal de apoio à decisão que viabilize a tomada de decisão mais acertada diante do cenário analisado. Dessa forma, este trabalho propõe um modelo multicritério de apoio à decisão para auxiliar na escolha de um transportador terceirizado para uma empresa do setor alimentícios. Para tanto, o método aplicado nesse estudo foi o PROMETHEE II (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation*) através do software

Visual Promethee. O resultado demonstrou que o método pode ser utilizado, fornecendo a melhor alternativa, levando em consideração o comportamento de decisor, para a tomada de decisão gerencial, que no caso foi a alternativa A1.

PALAVRAS-CHAVE: Terceirização, Apoio à Decisão Multicritério, PROMETHEE

ABSTRACT: The companies have sought to streamline their delivery systems for the purpose of becoming more efficient and subsequent, so that their strategies turn to the existing central and future sources. Under this approach, the outsourcing of logistics activities related to physical distribution is a viable alternative. In this sense, considering that the decision to outsource involves multiple criteria, which can often have conflicting characteristics, it becomes fundamental to use a formal method of decision support that enables the most appropriate decision-making in the scenario analyzed. Thus, this paper proposes a multicriteria decision support model to assist in the selection of an outsourced transporter for a company in the food sector. To that end, the method applied in this study was the PROMETHEE II (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation*) through *Visual Promethee* software. The result showed that the method can be used, providing the best alternative, taking into

account the behavior of decision maker, for managerial decision making, which in this case was the alternative A1.

KEYWORDS: Outsourcing, Multicriteria Decision Support, PROMETHEE.

1 | INTRODUÇÃO

A administração de transporte é o braço operacional da função de movimentação realizada pela atividade logística. Sua principal responsabilidade é garantir, todo dia, que as operações de transporte sejam executadas eficaz e eficientemente (BOWERSOX; CLOSS, 2001).

Pode-se dizer que o principal problema com que o gerente de transporte acaba inicialmente confrontando-se é a seleção do operador que realizará o transporte da mercadoria (distribuição física) da empresa. Geralmente, essa escolha ocorre levando em consideração a disponibilidade de frota própria ou então de serviço terceirizado, sendo que este deve ser avaliado com base no balanço entre seus custos e seu desempenho. Porém essa escolha não é uma questão em que se seleciona a alternativa de mínimo custo dentre os disponíveis, ou de mínimo custo dado certo requisito de desempenho. Os transportadores podem ser selecionados com base em outros fatores, não relacionados diretamente com o seu custo ou desempenho, dentre eles: flexibilidade do operador, crédito, reciprocidade ou relacionamento de longo prazo com o transportado, entre outros (BALLOU, 1993).

A utilização de vários fatores para a seleção de fornecedores, como o de transporte por exemplo, de acordo com (Lima Júnior & Osiro, 2013), tem sido avaliada em estudos como um problema de decisão que leve em consideração diversos critérios de avaliação, que devem ser considerados na escolha da empresa fornecedora. Esta é uma das características dos Métodos de Apoio à Decisão Multicritério, em que, muitas vezes, esses critérios podem até ser conflitantes entre si, em que um pode ser de maximização enquanto outro de minimização (ALMEIDA, 2013; SOUZA et al., 2013).

Diante disso, percebe-se a importância de se aplicar uma abordagem multicritério no processo de seleção de transportador, proporcionando inclusive a obtenção de uma visão mais crítica sobre os possíveis operadores de transporte em relação ao nível de desempenho esperado nos critérios de seleção. Para tanto, o método aplicado nesse estudo para realizar a seleção é o PROMETHEE II (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation*).

Este artigo está dividido em 4 seções. A primeira seção é a introdução; na segunda é realizada uma revisão da literatura discutindo os principais conceitos de Terceirização do Transporte, além de uma breve revisão sobre Problema de decisão multicritério, enfatizando o método PROMETHEE I e II; na terceira seção é apresentada a aplicação numérica, os resultados e as discussões, e, por fim, na quarta seção tem-se as conclusões do estudo.

2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta seção faz-se um breve levantamento da literatura sobre a terceirização no setor de transporte e sobre o problema de decisão multicritério enfatizando no método PROMETHEE.

2.1 Terceirização das atividades de transporte

Segundo Ballou (1993) o transporte é geralmente o elemento mais importante nos custos logísticos para a maioria das empresas. Ainda segundo este autor, a movimentação de fretes absorve entre um e dois terços dos custos logísticos, de maneira que, a função transporte é a principal função logística, sendo seu objetivo maior entregar o produto certo, na quantidade certa, na hora certa, no lugar certo ao menor custo possível. Assim, as empresas buscam a vantagem competitiva através da terceirização do transporte (usando os prestadores de serviços logísticos) ou de novas formas de estruturar o transporte, como a multimodalidade e a intermodalidade com a emissão de apenas um documento por conta de um Operador de Transporte Multimodal.

A terceirização foi difundida e se consolidou em diversos setores, inclusive na área de transporte, que considera o terceiro setor como um prestador de serviços logísticos. Importante ressaltar que ela não necessariamente implica no surgimento de integração e colaboração na cadeia de suprimentos, considerando-se que tais relacionamentos envolvem um grau limitado de compartilhamento de informações. Apesar das empresas que terceirizam funções necessitarem manter relacionamentos saudáveis com os prestadores de serviço, o mesmo é especificado em termos de desempenho e custo, ganhando força as relações de poder, na qual o comprador assume o papel de líder (BOWERSOX et al., 2007).

Os serviços logísticos terceirizados desempenham total ou parcialmente a função de gerenciar o suprimento e a distribuição física. As empresas buscam soluções externas para suas atividades quando a relação custo/eficiência é desfavorável em comparação com a terceirização, para manter o foco em suas competências centrais e quando ocorrem problemas financeiros (LAMBERT, 2008).

Além disso, a terceirização de algum serviço da empresa possibilita que esta se qualifique nas suas funções fim, possibilitando melhorias relacionadas aos conhecimentos que as empresas terceirizadas já possuem em seus ramos, assim como contribuindo para alcançar objetivos estratégicos e melhoria da competitividade da organização (OLIVEIRA NETO et al., 2015). A seleção de fornecedores de transporte terceirizado passa por um processo vital dentro da organização, pois a seleção de fornecedor errado pode acabar por estragar de alguma maneira a posição organizacional e financeira da empresa, e em contrapartida a seleção de fornecedores certos pode reduzir os custos de compra, melhorar a competitividade e aumentar a satisfação dos consumidores (ARAUJO; ALENCAR, 2012).

Sendo que a decisão de seleção de um operador logístico para a empresa pode impactar a longo prazo nas decisões da organização, ficando claro a necessidade de utilizar um método que possa apoiar os tomadores de decisão a tomarem uma decisão mais assertiva baseada em dados e informação.

2.2 Problema de Decisão Multicritério

O problema de decisão multicritério define-se por um processo de escolha da melhor relação entre alternativas e critérios. Quando se modela um problema de decisão multicritério, várias problemáticas (ou formulação de problemas) podem ser consideradas, como por exemplo, a escolha, classificação, ordenação e descrição (ALMEIDA, 2013).

A decisão multicritério se expressa a partir de uma modelagem de preferência, a qual exprime relações entre duas alternativas. Estas relações podem ser de preferência: uma alternativa é preferível a outra; de indiferença: uma alternativa é igualmente preferível a outra; de incomparabilidade: o decisor não tem condições de comparar o par de alternativas (KEENEY; RAIFFA, 1976; SAATY, 1980; VINCKE, 1992; ROY, 1996; BASTOS; ALMEIDA, 2002; BELTON; STEWART, 2002; ALMEIDA, 2013).

Para elaboração de um problema de decisão multicritério tem-se o conjunto das alternativas de ação, o conjunto das consequências e o conjunto dos critérios, esse último atende as propriedades de exaustividade e não redundância. Um critério é um padrão de julgamento, no contexto de tomada de decisão que indica um meio ou forma de julgar, no qual uma alternativa de ação pode ser julgada como mais ou menos desejável que outra. Logo, o critério é definido como uma função sobre o conjunto de alternativas de ação e representa a preferência do decisor de acordo com um ponto de vista. Um problema de decisão com alternativas discretas e consequências determinísticas pode ser apresentado por uma matriz de consequências, como na Tabela 1 ou por uma matriz de decisão (BELTON; STEWART, 2002; ALMEIDA, 2013).

Alternativas	Critérios			
	C1	C2	...	Cm
A1	V1(A1)	V2(A1)	...	Vm(A1)
A2	V1(A2)	V2(A2)	...	Vm(A2)
...
An	V1(An)	Vn(An)	...	Vm(An)

Tabela 1 – Matriz de decisão

Fonte: ALMEIDA (2013)

Existem dois tipos de avaliações para resolver um problema de decisão multicritério: (i) a avaliação intracritério ocorre através da avaliação de cada alternativa i para cada critério j , o que leva a uma função valor $v_j(a_i)$, baseada na avaliação das consequências e (ii) a avaliação intercritério considera a associação entre os diferentes

critérios por meio de um método de agregação desses critérios, que possibilitam a comparação entre as alternativas, por meio de uma pontuação global para cada alternativa ou por um procedimento que compare as alternativas sem atribuir um valor global (ALMEIDA, 2013). Para tal deve-se escolher um método de agregação destes critérios, isto é, um método MCDA.

Os principais métodos de apoio à decisão multicritério são classificados em três grandes grupos a saber: Critério Único de Síntese, Métodos de Sobreclassificação e os Interativos (ROY, 1996 BELTON; STEWART, 2002). Outra classificação amplamente utilizada é a divisão entre métodos compensatórios e não compensatórios (ALMEIDA, 2013)

A sobreclassificação que é definida, segundo Mota e Almeida (2007), como métodos que são embasados na construção de uma relação de sobreclassificação que incorpora as preferências estabelecidas pelo decisor diante dos problemas e das alternativas disponíveis. O método PROMETHEE utilizado no estudo desse artigo é classificado como de Sobreclassificação, em que mais detalhes são apresentados a seguir.

2.3 Método PROMETHEE

Os métodos PROMETHEE I e II (*Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluation*) têm como base duas etapas: primeiramente a construção de uma relação de sobreclassificação agregando informações entre as alternativas e os critérios, e logo após o uso dessa relação no apoio a decisão. Estes métodos efetuam uma relação de sobreclassificação agregando valor, com base em conceitos que podem ser interpretados de forma física ou econômica, pelo eventual decisor (ALMEIDA, 2013).

Ainda segundo Almeida (2013) na estrutura de avaliação dos métodos PROMETHEE I e II o decisor deve estabelecer para cada critério um P_i e $F_i(a,b)$. Sendo P_i o peso ou a importância do critério e $F_i(a,b)$ é a função da diferença $[g_i(a) - g_i(b)]$ entre o desempenho das alternativas para cada critério i . Existem seis formas básicas para a função $F_i(a,b)$ (apresentadas na Tabela 2) que assumem valores entre 0 e 1. O valor de $F_i(a,b)$ cresce ou se iguala a zero de acordo com diferença de desempenho, se o desempenho for maior com relação a outra alternativa o valor aumenta, e, é igual a zero, se o desempenho de uma alternativa é menor ou igual a outra alternativa do par.

1 – Critério usual não há parâmetro a ser definido	$g_f(a) - g_f(b) > 0$ $g_f(a) - g_f(b) \leq 0$	$F(a,b) = 1$ $F(a,b) = 0$
2 – Quase-critério define-se o parâmetro q (limite de indiferença)	$g_f(a) - g_f(b) > q$ $g_f(a) - g_f(b) \leq q$	$F(a,b) = 1$ $F(a,b) = 0$
3 – Limite de preferência define-se o parâmetro p (limite de preferência)	$g_f(a) - g_f(b) > p$ $g_f(a) - g_f(b) \leq p$ $g_f(a) - g_f(b) \leq 0$	$F(a,b) = 1$ $F(a,b) = \frac{g_j(a) - g_j(b)}{p}$ $F(a,b) = 0$
4 – Pseudocritério definem-se os parâmetros q (limite de indiferença) e p (limite de preferência)	$ g_f(a) - g_f(b) > p$ $q < g_f(a) - g_f(b) \leq p$ $ g_f(a) - g_f(b) \leq q$	$F(a,b) = 1$ $F(a,b) = 1/2$ $F(a,b) = 0$
5 – Área de indiferença definem-se os parâmetros q (limite de indiferença) e p (limite de preferência)	$ g_f(a) - g_f(b) > p$ $q < g_f(a) - g_f(b) \leq p$ $ g_f(a) - g_f(b) \leq q$	$F(a,b) = 1$ $F(a,b) = (g_f(a) - g_f(b) - q)/(p - q)$ $F(a,b) = 0$
6 – Critério Gaussiano O desvio-padrão deve ser fixado	$g_f(a) - g_f(b) > 0$ $g_f(a) - g_f(b) \leq 0$	<i>A preferência aumenta segundo uma distribuição normal</i> $F(a,b) = 0$

Tabela 2 – Critérios Gerais

Fonte: ALMEIDA; COSTA (2002)

O PROMETHEE I impulsiona a relação de sobreclassificação, classificando e reconhecendo que algumas alternativas são incomparáveis com outras. Já no PROMETHEE II efetua-se uma pontuação para cada alternativa, usada para desenvolver a ordenação de preferência das alternativas, não permitindo a incomparabilidade (BASTOS; ALMEIDA, 2002).

Comparando as alternativas a e b , o grau de sobreclassificação $\pi(a,b)$ é dado pela equação 1:

$$\pi(a, b) = \sum_{i=1}^n P_i F_i(a, b) \quad (1)$$

Em que (equação 2):

$$\sum_{i=1}^n P_i = 1 \quad (2)$$

Logo são feitos os Fluxos de Sobreclassificação:

- Fluxo de sobreclassificação positivo $\phi^+(a)$: que representa a intensidade de preferência da alternativa a sobre todas as alternativas;
- Fluxo de sobreclassificação negativo $\phi^-(a)$: Representa a intensidade de preferência de todas as alternativas sobre a alternativa a $\phi^-(a) = \sum_{b \in A} \pi(b, a)$.

Para o cálculo do PROMETHEE I, dois fluxos de sobreclassificação são construídos:

- Fluxo de sobreclassificação positivo $\phi^+(a)$;
- Fluxo de sobreclassificação negativo $\phi^-(a)$.

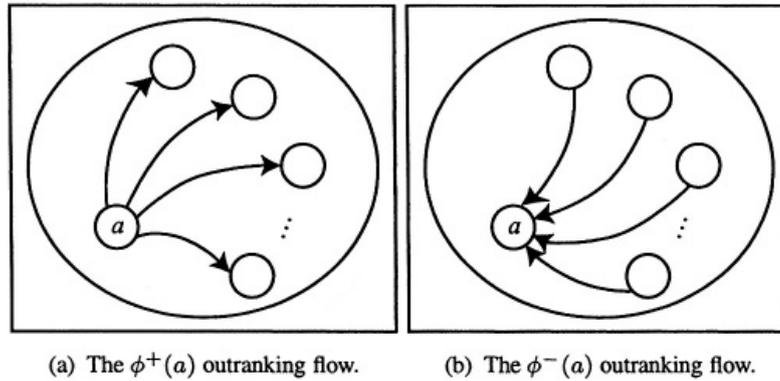


Figura 1 – Representação dos fluxos de sobreclassificação
 Fonte: BRANS; MARESCHAL (2002)

Ambos os fluxos de sobreclassificação não levam usualmente à mesma classificação. Dentre as classificações tem -se: Preferência (P^I), indiferença (I^I) e incomparabilidade (R^I).

$$\left\{ \begin{array}{l} aP^I b \quad \text{se} \quad \left\{ \begin{array}{l} \phi^+(a) > \phi^+(b) \text{ e } \phi^-(a) < \phi^-(b); \text{ ou} \\ \phi^+(a) = \phi^+(b) \text{ e } \phi^-(a) < \phi^-(b); \text{ ou} \\ \phi^+(a) > \phi^+(b) \text{ e } \phi^-(a) = \phi^-(b). \end{array} \right. \\ \\ aI^I b \quad \text{se} \quad \phi^+(a) = \phi^+(b) \text{ e } \phi^-(a) = \phi^-(b). \\ \\ aR^I b \quad \text{se} \quad \left\{ \begin{array}{l} \phi^+(a) > \phi^+(b) \text{ e } \phi^-(b) < \phi^-(a); \text{ ou} \\ \phi^+(b) > \phi^+(a) \text{ e } \phi^-(a) < \phi^-(b). \end{array} \right. \end{array} \right.$$

O PROMETHEE I é uma ferramenta bastante útil, mas não realiza uma decisão em si, fica ao cargo e responsabilidade do decisor qual ação realizar (BRANS; MARESCHAL, 2005). Enquanto, o método PROMETHEE II é baseado numa sobreclassificação completa entre as alternativas, logo se obtém uma ordenação decrescente das mesmas. Utilizando o fluxo de sobreclassificação líquido $\phi(a)$ para tal ordenação (Equação 3):

$$\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a) \tag{3}$$

Quanto maior o fluxo de sobreclassificação líquido, melhor será a alternativa, assim tem-se:

$$\left\{ \begin{array}{l} aP^{II} b, \text{ se } \phi(a) > \phi(b); \\ aI^{II} b, \text{ se } \phi(a) = \phi(b). \end{array} \right.$$

Uma das maiores dificuldades do uso do PROMETHEE pode ser a dificuldade do decisor em entender as funções de preferência, fato que funciona como uma barreira para seu melhor aproveitamento, uma vez que sua robustez é sobremaneira apoiada nos limites de indiferença e preferência.

3 | APLICAÇÃO NUMÉRICA

A aplicação numérica será baseada em um contexto que envolve uma empresa do setor alimentício que possui um centro de distribuição, e precisa fornecer os produtos a vários pontos de venda distribuídos em pontos geográficos distintos. Dessa maneira, alguns critérios foram levantados sendo eles: Impacto de venda, Custo, Qualidade, *Transit time*, Flexibilidade, cujo objetivo é buscar a alternativa (A1 a A6) que possua melhor desempenho, sendo que a utilização de critérios usuais é o mais adequado.

Os critérios, com exceção de Custo, foram avaliados de acordo com uma escala variando de 1 a 9, conforme apresenta a Tabela 3, sendo que os valores intermediários não apresentados na tabela representam posições intermediárias entre os que foram apresentados.

Escala	Valor
Desprezível	1
Fraco	3
Regular	5
Bom	7
Muito bom	9

Tabela 3 – Escala de avaliação dos critérios

Após conversa entre o analista e o decisor (gerente de logística) verificou-se que não há compensação entre os critérios levantados, e, portanto, um método de apoio à decisão não compensatório, tal como o PROMETHEE, pode ser aplicado. Devido a característica do método, não é necessário realizar procedimento para elicitação dos pesos, sendo esse fornecido pelo próprio decisor.

As alternativas representam as possíveis empresas de transporte terceirizado que podem ser contratadas para realizar o serviço de transporte dos produtos. Foram identificadas seis possíveis empresas transportadoras, representadas no modelo por A1 até A6.

Sendo assim, a Tabela 4 apresenta os valores dos pesos, e a avaliação intracritério das alternativas (A1 a A6) e a característica de minimização ou maximização dos critérios, fornecida pelo especialista após avaliação com o decisor.

Alternativas	Critérios				
	Impacto nas vendas	Custo	Transit time	Qualidade	Flexibilidade
A1	3	R\$ 5.000,00	8	9	9
A2	9	R\$ 12.000,00	6	2	3
A3	8	R\$ 8.000,00	4	1	2
A4	7	R\$ 9.500,00	4	2	8
A5	9	R\$ 18.000,00	5	9	6
A6	1	R\$ 7.500,00	3	4	2
Min/Max	Maximizar	Minimizar	Minimizar	Maximizar	Maximizar
Pesos	0,263	0,211	0,211	0,158	0,158

Tabela 4 – Dados de *input* para modelo

Para auxílio na execução do método escolhido, foi utilizado o *software Visual PROMETHEE*, com o objetivo de fornecer os fluxos positivo, negativo e líquido para ordenação das alternativas, a Tabela 5 apresenta esses resultados. Observa-se que a alternativa A1 apresenta o melhor desempenho e a alternativa A2 o menor desempenho, assim o analista deve aconselhar que o decisor escolha A1 como alternativa prioritária para realizar o serviço de transporte.

Rank	Alternativas	ϕ^+	ϕ^-	ϕ
1	A1	0,5474	0,4211	0,1263
2	A5	0,5158	0,4000	0,1158
3	A4	0,4737	0,4526	0,0211
4	A6	0,4737	0,4947	-0,0211
5	A3	0,4105	0,5158	-0,1053
6	A2	0,3895	0,5263	-0,1368

Tabela 5 – Resultado da aplicação do método PROMETHEE II

A Figura 2 apresenta o Plano Gaia para o problema de decisão envolvido. É possível verificar que o eixo π (reta em vermelho na Figura 2) apresenta o eixo de decisão, ou seja, a alternativa que tiver a direção mais próxima a esse eixo, apresenta o melhor resultado. Assim, A1 é a alternativa que possui a direção mais próxima a esse eixo, sendo esta a melhor alternativa, como já apresentado na Tabela 5 acima. É importante ressaltar também que o valor da medida de qualidade do gráfico do Plano Gaia foi $\Delta = 81,1\%$. Como regra, segundo Araújo e Almeida (2009), se Δ for mais alto que 70% a qualidade do gráfico pode ser considerada como adequada.



Figura 2 – Plano Gaia

Um outro gráfico importante que o *software* fornece é o *PROMETHEE Rainbow*, apresentado na Figura 3. Nele é possível identificar a contribuição que cada critério tem para o resultado final do modelo. Em relação a alternativa A1 pode-se observar que os critérios que precisam ser melhorados são Impacto de vendas e *Transit Time*, pois estes têm impacto negativo no desempenho, enquanto que os critérios Flexibilidade, Qualidade e Custo possuem impacto positivo.

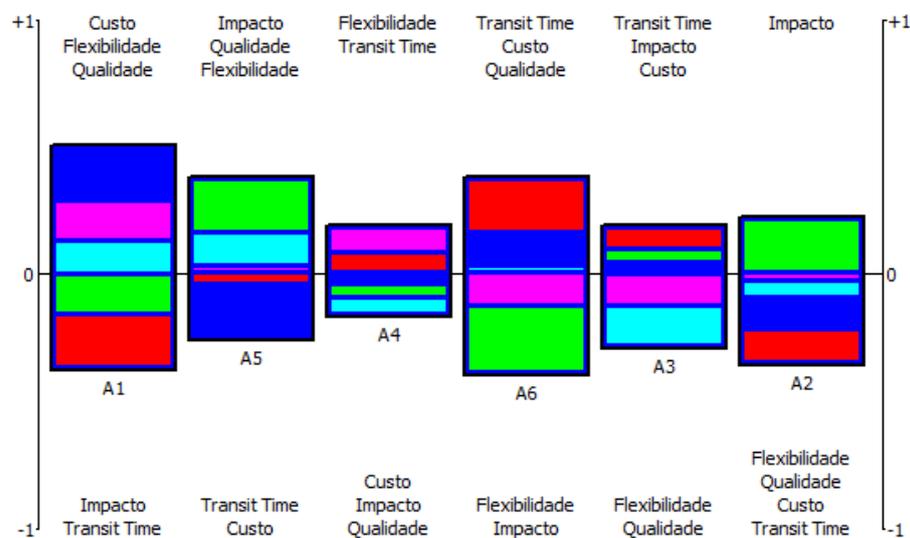


Figura 3 – PROMETHEE *Rainbow*

Uma importante ferramenta de um trabalho que envolve Pesquisa Operacional, trata-se da Análise de sensibilidade, a qual fornece informações relacionadas à variações dos parâmetros sem modificar o resultado final do modelo. Nesse sentido, a Tabela 6 apresenta as possíveis variações nos pesos dos critérios sem modificar o *ranking* completo do PROMETHEE II, sendo que o peso do critério Qualidade tem a maior variação possível e o critério *Transit Time* tem a menor variação possível.

Critério	Variação do peso	
	Para menos (%)	Para mais (%)
Impacto de vendas	22,25	26,87
Custo	20,63	24,96
<i>Transit time</i>	18,44	22,19
Qualidade	9,37	20,09
Flexibilidade	14,57	20,09

Tabela 6 – Análise de sensibilidade dos pesos

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A terceirização de serviços está cada vez mais presente nas empresas, e ao longo dos anos vem passando por grandes mudanças, devido ao crescimento do mercado para este segmento. Logo, observa-se que os serviços de terceirização, tanto de processo quanto de atividades têm-se mostrado como uma das fontes importantes de inovação na tentativa de diferenciação competitiva das empresas.

Diante deste contexto, da seleção de transportador, uma decisão estratégica da empresa e que envolve diversos fatores que devem ser analisados, deve ser realizada de forma cuidadosa para não sofrer com problemas de qualidade na execução do serviço ou mesmo perda de confiabilidade. Isso devido ao fato de que o uso adequado de um sistema de distribuição eficiente reduz os custos e melhora o desempenho da organização.

Nesse sentido, a utilização de um método de apoio à decisão multicritério se mostra satisfatório como apresentado nesse artigo, pois a seleção do transportador se dá através da utilização de uma metodologia já consagrada na bibliografia da área, assim como proporciona a possibilidade de análise dos resultados apresentados.

A partir das seis alternativas de transportador candidatos para a empresa escolher, avaliados por cinco critérios, o método utilizado apresentou um resultado satisfatório, sendo a alternativa A1 com o melhor desempenho e a alternativa A2 o pior desempenho. Sendo assim, aconselha-se que o decisor escolha A1 como alternativa

prioritária para realizar o serviço de transportes. Enquanto que foi possível verificar na análise de sensibilidade que o peso do critério Qualidade tem a maior variação possível e o critério Transit Time tem a menor variação possível.

Pode se concluir então, que a utilização do PROMETHEE proporciona bons resultados para a análise, fornecendo um subsídio para a tomada de decisão gerencial frente à escolha do fornecedor de transporte. Para trabalhos futuros recomenda-se uma análise para identificação e utilização de restrições, como contratuais, fiscais e temporais, que possam fazer parte deste contexto de decisão.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. T. **Processo de decisão nas organizações: construindo modelos de decisão multicritério**. São Paulo: Atlas, 2013

ALMEIDA, A. T. & COSTA, A. P. C. S. **Modelo de decisão multicritério para a priorização de sistemas de informação com base no método PROMETHEE**. *Gestão & Produção*, pp. 201-214, 2002.

ARAUJO, M. C. B. & ALENCAR, L. H. **Modelo de seleção de fornecedores utilizando o PROMETHEE para decisão em grupo**. XXXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2012

BALLOU, R. H. **Logística Empresarial: Transportes, administração de materiais e distribuição física**. São Paulo: Atlas, 1993.

BASTOS, L. N. V. & ALMEIDA, A. T. **Utilização do método PROMETHEE II na análise das propostas de preços em um processo de licitação**. XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2002.

BELTON, V. & STEWART, T. J. **Multiple Criteria Decision Analysis**. Kluwer Academic Publisher, 2002.

BOWERSOX, D. J. & CLOSS, D. J. **Logística empresarial: O processo de integração da cadeia de suprimento**. São Paulo: Atlas, 2001.

BOWERSOX, D. J., CLOSS, D. J. & COOPER, M. B. **Gestão da cadeia de suprimento e logística**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

BRANS, J. P. & MARESCHAL, B. **PROMÉTHÉE-GAIA: une méthodologie d'aide à la décision en présence de critères multiples**. Bruxelles: Éditions de L'Université de Bruxelles, 2002.

BRANS, J. P. & MARESCHAL, B. **PROMETHEE Methods**. Em: J. Figueira, S. Greco & M. Ehrgott, eds. *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the art Surveys*. Londres: Springer, pp. 163-196, 2005.

KEENEY, R. L. & RAIFFA, H. **Decision with Multiple Objectives: Preferences and Value Trade-offs**. Nova York: John Wiley, 1976.

LAMBERT, D. M. **An executive summary of supply chain management: process, partnerships, performance**. Em: *Supply Chain Management Institute*. Sarasota, USA, pp. 1-24, 2008.

LIMA JÚNIOR, F. R. & OSIRO, L. C. L. C. R. **Métodos de decisão multicritério para seleção de**

fornecedores: um panorama do estado da arte. Gestão e Produção, pp. 781-801, 2013.

MOTA, C. M. M. & ALMEIDA, A. T. **Método multicritério ELECTRE IV-H para priorização de atividades em projetos.** Pesquisa Operacional, pp. 247-269, 2007.

OLIVEIRA NETO, G. C., OLIVEIRA, J. C., LIBRANTZ, A. F. H. & SOUZA, W. C. **Seleção de operador Logístico para transporte de produtos resfriados utilizando AHP para a tomada de decisão de multicritério.** XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2015.

ROY, B. **Multicriteria Methodology for decision Aid.** Kluwer, Academic Publishers, 1996.

SAATY, T. L. The analytic hierarchy process. Nova York: McGraw-Hill, 1980.

SOUZA, M. A., DOWSLY, B. S. & ALMEIDA, A. T. **Um problema multicritério de seleção de fornecedores com modelo de agregação aditivo.** XXXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2013.

VINCKE, P. **Multicriteria decision-aid.** Nova York: John Wiley, 1992.

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

