

Métodos de decisão de multicritério para a seleção de fornecedores na gestão de riscos da cadeia de suprimentos: uma revisão sistemática

Fernanda Gomes de Andrade, Bengie Omar Vazquez Reyes, João Carlos Colmenero

Resumo: O objetivo deste artigo é apresentar uma revisão sistemática sobre os métodos de decisão multicritério para a seleção de fornecedores aplicados na gestão de riscos da cadeia de suprimentos. Para tanto, foram pesquisados artigos científicos publicados entre 2000 a 2017 nas bases de dados internacionais *Scopus* e *Web of Science*. Com base nos 60 artigos revisados, foram categorizados os tipos de métodos de decisão de multicritério e evidenciados os critérios de risco da cadeia de suprimentos abordados pelos autores, origem dos dados, entre outras informações relevantes. As principais contribuições deste trabalho tratam sobre mostrar os métodos de decisão de multicritério que consideram os critérios de risco da cadeia de suprimentos, para otimizar o processo de seleção de fornecedores e auxiliar os tomadores de decisão na formulação de critérios.

Palavras chave: Métodos de decisão multicritério (MCDM), Gestão da cadeia de suprimentos (SCM), Gestão de riscos, Seleção de fornecedores.

Multi-criteria decision-making methods for supplier selection in supply chain risk management: systematic review of the literature

Abstract: The aim of this paper is to display a systematic review on multi-criteria decision-making methods for the supplier selection applied in supply chain risk management. Therefore, scientific papers published between 2000 and 2017 were searched in international databases, such as Scopus and Web of Science. Based on 60 articles reviewed, types of multicriteria decision methods were categorized and supply chain risk's criteria addressed by the authors, origin of the data, among other relevant information were as well evidenced. The main research contributions are to show the multicriteria decision methods which consider the supply chain risk's criteria, in order to optimize the supplier selection process and to help decision makers in the formulation of criteria.

Key-words: Multi-criteria decision-making (MCDM), Supply chain management, Risks management, Supplier selection.

1. Introdução

Um dos principais problemas na SCM é a seleção de fornecedores, ou seja, encontrar o melhor fornecedor entre várias alternativas de acordo com vários critérios, como custo, serviço, risco e outros (WU e BARNES, 2011). Segundo Chan e Kumar (2007), os resultados de seu estudo indicaram que o processo de seleção de fornecedores é uma das variáveis mais significativas, que tem um impacto direto no desempenho de uma organização.

Na literatura de pesquisa operacional, a seleção de fornecedores tem sido abordada como um problema complexo de métodos decisão multicritério (MCDM), cujo objetivo principal consiste em encontrar os fornecedores certos que estejam aptos a oferecer à empresa compradora, produtos ou serviços com a qualidade desejada, com preço justo, no tempo certo e na quantidade especificada (JUNIOR et al., 2013; CHAI et al., 2013).

Chou e Chang (2008) apontaram que a maioria dos métodos de seleção de fornecedores obteve suas soluções ótimas sem considerar os fatores de risco e incertezas envolvidos na

gestão da cadeia de suprimentos. Como parte de um programa abrangente da gestão de riscos, as organizações, juntamente com seus fornecedores, podem desenvolver abordagens específicas para minimizar a ocorrência de eventos de risco na cadeia de suprimentos (LOCKAMY III e MCCORMACK, 2012).

A gestão de riscos, um tópico pouco discutido, mas em ascensão entre as pesquisas, mostram que as empresas utilizaram técnicas diferentes para selecionar os fornecedores para concentrar em um melhor controle da cadeia de suprimentos. Estabelecimento de critérios para selecionar fornecedores significa identificar os riscos potenciais que os mesmos podem oferecer à organização durante o fornecimento para evitar interrupções na entrega (CAGNIN et al., 2016).

Nesse contexto, por depender de critérios de risco, a seleção de fornecedores vem sendo predominante abordada na literatura científica como um problema de decisão multicritério. Por tanto, o objetivo exclusivo da seleção de fornecedores na cadeia de suprimentos não se limita em obter fornecimento a baixo custo e no momento certo. A seleção de fornecedores é uma decisão estratégica para cumprir os objetivos da empresa por um longo período de tempo, com um baixo risco de fornecimento (MUKHERJEE, 2010).

De acordo com Ho et al. (2010), existem abordagens de decisão de multicritério que tem sido propostos para a seleção de fornecedores, tais como o *Analytic Hierarchy Process (AHP)*, o *Analytic Network Process (ANP)*, o *Case-Based Reasoning (CBR)*, *Data Envelopment Analysis (DEA)*, *Fuzzy Set Theory (FST)*, *Genetic Algorithm (GA)*, *Mathematical Programming (MP)*, *Simple Multi-attribute Rating Technique (SMART)*, e suas combinações.

Uma vez aplicados os critérios de risco nos métodos de MCDM pretende-se reduzir o risco e a incerteza da cadeia de suprimentos, melhorando assim o atendimento ao cliente e otimizando o nível de inventário, processos de negócios e tempos de ciclo, tendo como resultado organizações mais competitivas, clientes mais satisfeitos e uma maior lucratividade (LEVI et al., 2003).

Neste sentido, a revisão sistemática apresentada neste artigo pretende contribuir na identificação de métodos de decisão de multicritério para a seleção de fornecedores utilizados na gestão de riscos em cadeia de suprimentos.

2. Referencial Teórico

2.1 Gestão da cadeia de suprimentos

Um dos conceitos da gestão da cadeia de suprimentos (SCM) mais citado na literatura é definido como um conjunto de três ou mais entidades (organizações ou indivíduos), diretamente envolvidos nos fluxos a montante e a jusante de produtos, serviços, finanças e/ou informação de uma fonte a um cliente (MENTZER et al., 2001). A gestão da cadeia de suprimentos e outros termos semelhantes, como o *network sourcing*, *supply pipeline management*, *value chain management*, e *value stream management* tornaram-se temas de interesse crescente nos últimos anos para acadêmicos, consultores e gerência de negócios (CHRISTOPHER, 2016).

No ambiente altamente competitivo de hoje, caracterizado por finas margens de lucro, altas expectativas dos consumidores por produtos de qualidade e curto-prazo, as empresas são obrigadas a aproveitar qualquer oportunidade para otimizar seus processos de negócios. Para atingir esse objetivo, acadêmicos e profissionais chegaram à mesma conclusão: para que uma

empresa permaneça competitiva, é necessário trabalhar com seus parceiros de cadeia de suprimentos para melhorar o desempenho total da cadeia (SANAYEI et al., 2010).

No processo de seleção de fornecedores, um conjunto de fornecedores é escolhido para aquisição de acordo com um conjunto predefinido de critérios. Um estudo pesquisado deste trabalho se concentra nesse processo de decisão. O problema da concepção de um contrato adequado é objeto do processo de negociação do mesmo (PELEG et al., 2002).

2.2 Critérios de decisão para seleção de fornecedores

Em relação ao conceito de tomada de decisão multicritérios em problemas de seleção de fornecedores, uma das principais partes deste processo é definir fatores e critérios qualitativos e quantitativos relacionados à esta problemática. Existem muitos critérios, tais como “preço”, “qualidade”, “capacidade de processo” e “tempo de entrega” que podem afetar a adequada seleção de fornecedores (ABDOLSHAH, 2013).

Akarte et al. (2001) realizaram uma categorização de 18 critérios para a seleção de fornecedores e foram divididos em quatro grupos: “capacidade de desenvolvimento de produtos”, “capacidade de fabricação”, “capacidade de qualidade” e “custo e entrega”. Os critérios e medidas são desenvolvidos para serem aplicáveis a todos os fornecedores considerados e refletem as necessidades da empresa e sua estratégia de fornecimento.

Pode não ser fácil converter suas necessidades em critérios úteis, porque as necessidades são muitas vezes expressas como conceitos qualitativos gerais, enquanto os critérios devem ser requisitos específicos que podem ser avaliados quantitativamente (KAHRAMAN et al., 2013).

2.3 Gestão de riscos

Segundo Tang e Musa (2011), a gestão da cadeia de suprimentos incluiu a gestão de riscos através da coordenação ou colaboração entre os parceiros da cadeia de suprimentos para garantir a rentabilidade e a continuidade do negócio.

A gestão de riscos em cadeia de suprimentos (SCRM) categoriza os riscos da cadeia de suprimentos em duas dimensões: 1) Riscos operacionais, no qual são aqueles que estão associados às incertezas dos processos da demanda do cliente, incertezas de oferta e flutuações de custos e, 2) Riscos de interrupção do fornecimento, que estão vinculados ao resultado dos problemas naturais ou provocados pelo homem. Na maioria dos casos, o impacto no negócio é maior com os riscos associados com interrupção de fornecimento que com os riscos associados com as operacionais. (LIU et al., 2013).

Thun e Hoening (2011) desenvolveram um estudo de caso nas indústrias automotivas na Alemanha com o objetivo de entender como as organizações identificam riscos em sua cadeia de suprimentos e que tipo de riscos são considerados quando seleciona-se um fornecedor. O estudo mostrou que as indústrias pesquisadas são vulneráveis em relação aos seus fornecedores, devido ao uso da gestão de riscos em cadeia de suprimentos.

Outro estudo relacionado à gestão de riscos foi o realizado por Chen e Wu (2013), que propuseram um método para selecionar novos fornecedores baseado nos métodos *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* e *Analityc Hierarcuy Process (AHP)*, os quais ajudaram a selecionar o fornecedor com menor risco potencial para o negócio da empresa.

Neste sentido, para poder liderar com esses riscos enfrentados pela cadeia de suprimentos e contribuir na otimização do processo de seleção de fornecedores, os métodos de decisão de multicritério são uma opção para resolver este problema.

2.4 Métodos de decisão de multicritério

De acordo com Silva e Belderram (2005), os métodos de decisão multicritério (MCDM) padronizam o processo de tomada de decisão através de uma modelagem matemática, auxiliando o decisor a resolver problemas nos quais existem diversos objetivos a serem alcançados de forma simultânea. O processo consiste das seguintes etapas: 1) Definir as alternativas, 2) Definir os critérios relevantes para o problema de decisão, 3) Avaliar as alternativas em relação aos critérios, 4) Avaliar a importância relativa de cada critério, 5) Determinar a avaliação global de cada alternativa.

Entre os MCDM, destacam-se os métodos diversos de programação matemática, tais como: *Data Envelopment Analysis* (DEA), *Analytic Hierarchy Process* (AHP), *Analytic Network Process* (ANP), *Muli-Objective Programming* (MOP), *Goal Programming* (GP), além de abordagens baseadas em estatística e de inteligência artificial, como *Fuzzy Set Theory* (FST), *Case-Based Reasoning* (CBR), *Grey Set Theory* (GST), *Genetic algorithm* (GA) e várias outros métodos que são resultado da combinação de dois ou mais (HO et al., 2010; MUKHERJEE, 2016).

No entanto, em muitos casos práticos, a preferência humana é incerta e os tomadores de decisão, por exemplo compradores, podem ser incapazes de atribuir valores numéricos exatos na formulação de critérios de decisão devido à alguns dos critérios de avaliação serem de natureza subjetiva e qualitativa, é muito difícil para os tomadores de decisão expressar as suas preferências usando valores numéricos exatos e providenciar formulação de critérios de decisão exatos (CHAN e KUMAR, 2007).

Neste sentido, para atingir este objetivo é necessário avaliar as incertezas enfrentadas pela cadeia de suprimentos através da gestão de riscos e assim conseguir evitar os riscos do processo de seleção de fornecedores.

3. Metodologia de pesquisa bibliográfica

Esta pesquisa trata de um estudo de revisão sistemática desenvolvido a partir de procedimentos recomendados pela metodologia de análise bibliométrica, a qual se baseia em mostrar de forma qualitativa os parâmetros de um conjunto determinado de artigos para o gerenciamento de informação e do conhecimento científico de um assunto em específico. Os parâmetros a ser evidenciados são: os artigos coletados, autores selecionados, quantidade de citações, periódicos mais destacados e suas correspondentes referências (ENSSLIN et al., 2010).

Os artigos foram coletados nas bases de dados *Scopus* e *Web of Science* de forma sistematizada. O processo de seleção e busca envolveu 5 etapas apresentadas a seguir. A representação da quantidade de artigos obtidos em cada uma das etapas está no Quadro 1.

Bases de Dados	Etapas de busca e seleção				
	1	2	3	4	5
<i>Web of science</i>	264	264	84	46	13
<i>Scopus</i>	218	216	136	122	47
Total artigos selecionados	482	480	220	168	60

Fonte: Autores

Quadro1 - Quantidade de artigos obtidos em cada uma das etapas de busca e seleção

A primeira etapa deu-se pela inserção de palavras-chave. A pesquisa inicial de literatura

ocorreu em junho de 2017. Para encontrar artigos científicos relacionados foram utilizadas como palavras-chave: “supplier selection and supply chain and risk management”, “supplier selection and supply chain and risk criteria*” e “supplier selection and supply chain and risk factor*”. Além disso, foram selecionados apenas os artigos de periódicos indexados e escritos em inglês.

A segunda etapa foi a filtragem por período de publicação, no qual os artigos foram restringidos pelo período de publicação entre 2000 e 2017. Para obter uma gama ampla de artigos que representam o panorama atual de métodos MDCM na seleção de fornecedores e gestão de riscos em cadeia de suprimentos.

Na terceira etapa eliminou-se todos os artigos duplicados encontrados nas duas bases de dados e a lista de artigos potencialmente relevantes foi reduzida para 220. A quarta etapa considerou-se apenas aqueles artigos que possuíam acesso de textos completos no portal de periódicos CAPES.

Na quinta etapa os artigos foram lidos por completo. Os artigos selecionados apresentaram métodos de decisão multicritério para a seleção de fornecedores e gestão de riscos em cadeia de suprimentos. Após a verificação dos textos, o número de artigos relevantes reduziu para 60.

4. Apresentação e discussão dos resultados

4.1 Procedência dos artigos analisados

Entre os 60 artigos selecionados, pode ser visualizado que os estudos de métodos de decisão de multicritério para a seleção de fornecedores e gestão de riscos em cadeia de suprimentos tem mostrado interesse pelos pesquisadores na última década de 2007 a 2017. A figura 1 mostra a quantidade de artigos relevantes de acordo ao ano de publicação.

A maior concentração de artigos publicados encontra-se no ano 2014, com 9 artigos, no qual representam 15% dos artigos selecionados. Além disso, acredita-se que ao final do ano 2017 alcance-se uma publicação de artigos igual ou maior aos dos anos 2015 e 2016.

Esta pesquisa foi realizada no primeiro semestre do 2017 e foram publicados somente 4 artigos, sendo isto que a probabilidade de publicação para o segundo semestre do 2017 seja de mais 4 artigos. Observe-se também que o ano do 2009 apresentou menor produção de pesquisa com apenas 2 artigos publicados.

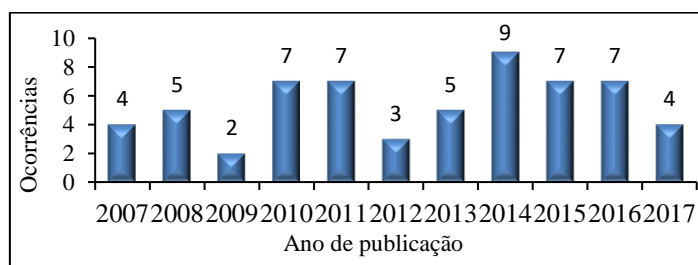


Figura 1 - Quantidade de artigos relevantes de acordo ao ano de publicação

A figura 2 apresenta a quantidade de artigos relevantes segundo o país de origem. Conforme aos artigos relevantes nesta pesquisa, os 5 países como maior predominância de artigos publicados foram: Estados Unidos (13), Polônia (7), Índia (6), Taiwan (5) e Canadá (5) respectivamente.

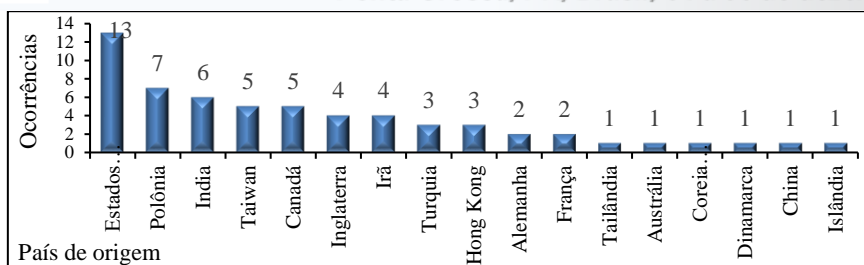


Figura 2 - Quantidade de artigos relevantes de acordo ao país de origem

A figura 3 mostra a identificação dos periódicos relevantes das pesquisas sobre os métodos de decisão de multicritério, para a seleção de fornecedores e gestão de riscos em cadeia de suprimentos. O periódico com maior quantidade de artigos publicados foi o *Expert Systems with Applications*, com uma participação de 8 artigos. Posteriormente, *International Journal of Production Research* com 6 do total dos artigos selecionados. No entanto, existem três periódicos *International Journal of Production Economics*, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology* e *Omega - International Journal of Management Science* com uma contribuição de artigos de 5 do total apurado.

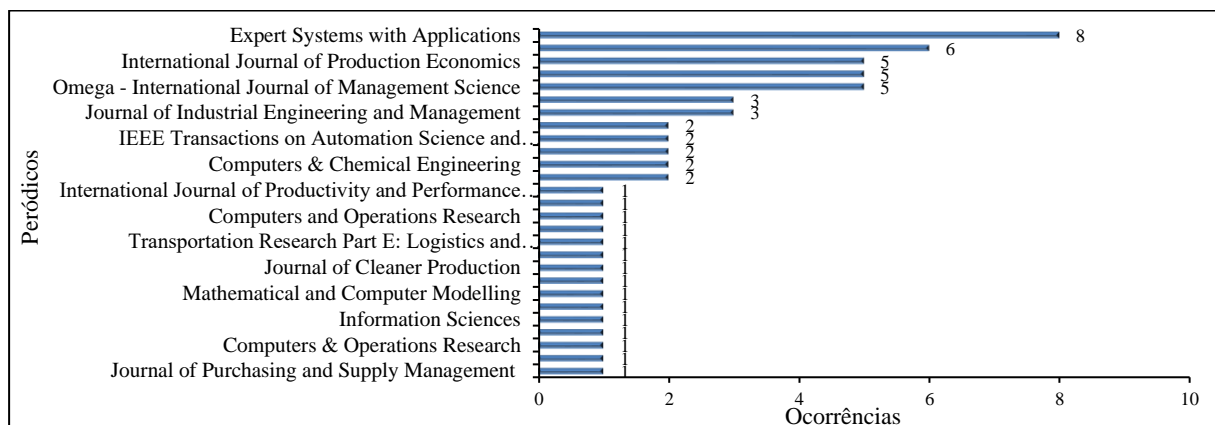


Figura 3 - Quantidade de artigos relevantes por periódico de origem

4.2 Métodos de decisão de multicritério e gestão de riscos em cadeia de suprimentos

Nesta seção, são mostrados os métodos de decisão de multicritério mais utilizados na literatura para a seleção de fornecedores e gestão de riscos em cadeia de suprimentos. Em seguida será evidenciada a classificação dos métodos MCDM em simples e combinados e finalmente os autores mais citados no tema de pesquisa.

A Figura 4 mostra a frequência de cada um dos métodos de decisão de multicritério que foram citados nos 60 artigos selecionados. A intenção deste trabalho foi identificar os métodos MCDM que ajudam aos tomadores de decisão otimizar o processo de seleção de fornecedores, através da consideração das incertezas e riscos enfrentados na cadeia de suprimentos.

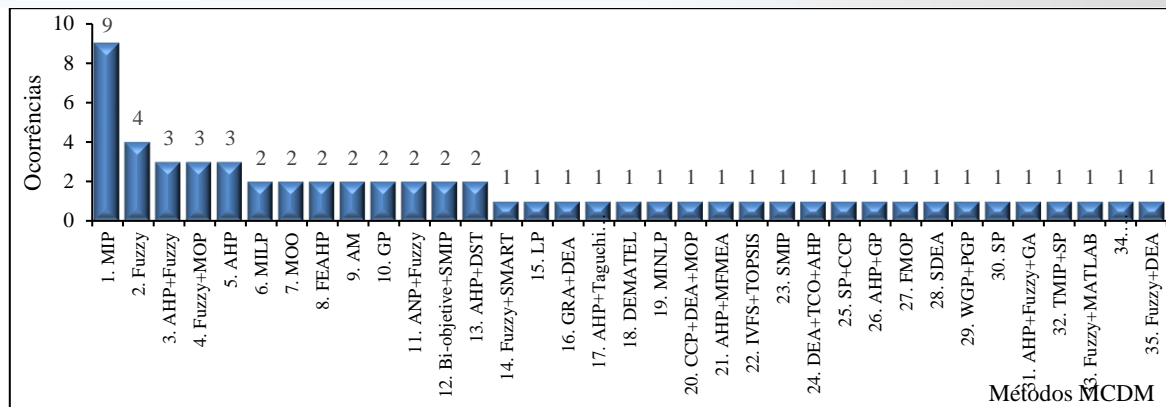


Figura 4 - Métodos MCDM aplicados na gestão de risco em cadeia de suprimentos

O método Mixed Integer Programming (MIP) foi o mais utilizado, com uma totalidade de frequência de 9 artigos (GAONKAR e VISWANADHAM, 2007; SAWIK, 2011a; SAWIK, 2011b; SAWIK, 2013; CLAYPOOL; NORMAN; NEEDY, 2014; NEJAD; NIROOMAND; KUZGUNKAYA, 2014; VON e CANBOLAT, 2014; HOSSEININASAB e AHMADI, 2015; KAMALAHMADI e PARAST, 2017). Este método é utilizado para gerar um plano de contingência sujeito a interrupções aleatórias da cadeia de suprimentos.

O segundo método MCDM mais significativo foi o Fuzzy Set Theory (CHOU, SHEN e CHANG, 2007; SHEN e YU, 2009; HALEH e HAMIDI, 2011; MEMON; LEE; MARI, 2015). O terceiro método mais utilizado foi *Analytic Hierarchy Process (AHP)/Fuzzy* (YÜCENUR; VAYVAY; DEMIREL, 2011; ZOUGGARI e BENOUCHEF, 2012; ZIMMER et al. 2017) assim como o *Fuzzy/Multi-Objective Programming (MOP)* (WU et al. ,2013; AGHAI, MOLLAYERDI e SABBAGH, 2014; WU et al. ,2010) e *Analytic Hierarchy Process (AHP)* (CHEN e ZHANG, 2010; LEVARY, 2008; NARASIMHAN, 1983).

Foi observado que os métodos de decisão de multicritério para a seleção de fornecedores aplicados a gestão de riscos em cadeia de suprimentos estão voltados a utilização de método combinados, no qual representam 73% do total de artigos relevantes desta pesquisa e 27% utilizaram métodos MCDM simples.

4.3 Critérios de risco para a seleção de fornecedores

É notável que existe um interesse na literatura por incluir os critérios de risco nos métodos de decisão de multicritério, já que existe uma definição dos riscos da cadeia de suprimento que podem ser considerados para ajudar aos tomadores de decisão das organizações a formular os critérios de decisão. Os critérios de risco utilizados dentro do processo de seleção de fornecedores são “risco de atraso”, “risco de demanda”, “risco de interrupção”, “risco de falha”, “risco operacional” e “risco do fornecedor”.

A revisão sistemática apresentou os riscos da cadeia de suprimentos que podem ser avaliados e inclusos pelos tomadores de decisão das organizações para formular os critérios de risco no processo de seleção de fornecedores.

5. Conclusões

O uso de métodos de decisão multicritério para a seleção de fornecedores aplicados a gestão de riscos na cadeia de suprimentos mostrou-se notável na última década, entre os anos de 2007 e 2017. Foi observado que o método de decisão de multicritério simples mais prevalente é o Fuzzy Set Theory (FST) e combinado é o Mixed Integer Programming (MIP). Embora, o

método FST aparece em combinação com outros métodos devido à capacidade de lidar com incertezas da cadeia de suprimentos.

Foi evidenciado que os métodos combinados têm maior utilização pela comunidade acadêmica. Em seguida, conseguiu-se evidenciar os periódicos que podem ser consultados para aprofundar o tema, assim como publicação de artigos que contribuíam com a comunidade científica. Além disso, foi mostrado que os países com maior desenvolvimento em métodos de decisão de multicritério para a gestão de riscos são: Estados Unidos, Polônia, Índia, Taiwan e Canadá.

Algumas limitações desta pesquisa são: 1) Falta de busca de artigos científicos em outros bancos de dados internacionais, 2) Os critérios de risco identificados podem ser inclusos nos diferentes métodos de decisão de multicritério, no entanto, podem variar dependendo as necessidades, preferências e estratégias dos tomadores de decisão das empresas.

Em síntese, os métodos de decisão de multicritério para a seleção de fornecedores apresentados nesta pesquisa mostraram que os mais utilizados são os combinados, ou seja, um método simples pode não garantir a otimização e a flexibilidade de liderar riscos da cadeia de suprimentos. Além disso, a contribuição dos critérios de risco da cadeia de suprimentos mais aplicados (riscos de atraso, demanda, interrupção, falha, operacional e fornecedor). É recomendável que os tomadores de decisões considerem a combinação de métodos MCDM e os critérios risco para a formulação de critérios de decisão e a seleção efetiva de fornecedores dentro das organizações.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento das nossas pesquisas.

Referências

- ABDOLSHAH, Mohammad. A review of quality criteria supporting supplier selection. **Journal of Quality and Reliability Engineering**, v. 2013, 2013.
- AGHAI, Shima; MOLLAVERDI, Naser; SABBAGH, Mohammad Saeed. A fuzzy multi-objective programming model for supplier selection with volume discount and risk criteria. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 71, n. 5-8, p. 1483-1492, 2014.
- AKARTE, M. M. et al. Web based casting supplier evaluation using analytical hierarchy process. **Journal of the Operational Research Society**, p. 511-522, 2001.
- AZADEH, Ali; ALEM, Seyed Mostafa. A flexible deterministic, stochastic and fuzzy Data Envelopment Analysis approach for supply chain risk and vendor selection problem: Simulation analysis. **Expert Systems with Applications**, v. 37, n. 12, p. 7438-7448, 2010.
- BOHNER, Christian; MINNER, Stefan. Supplier selection under failure risk, quantity and business volume discounts. **Computers & Industrial Engineering**, v. 104, p. 145-155, 2017.
- CAGNIN, Fernanda et al. Proposal of a method for selecting suppliers considering risk management: An application at the automotive industry. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 33, n. 4, p. 488-498, 2016.

- CHAN, Felix TS et al. Global supplier selection: a fuzzy-AHP approach. **International Journal of production research**, v. 46, n. 14, p. 3825-3857, 2008.
- CHAN, Felix TS; KUMAR, Niraj. Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP-based approach. **Omega**, v. 35, n. 4, p. 417-431, 2007
- CHAI, Junyi; LIU, James NK; NGAI, Eric WT. Application of decision-making techniques in supplier selection: A systematic review of literature. **Expert Systems with Applications**, v. 40, n. 10, p. 3872-3885, 2013.
- CHATTERJEE, Kajal; KAR, Samarjit. Multi-criteria analysis of supply chain risk management using interval valued fuzzy TOPSIS. **OPSEARCH**, v. 53, n. 3, p. 474-499, 2016.
- CHEN, Amy; HSIEH, Chih-Ying; WEE, H. M. A resilient global supplier selection strategy—a case study of an automotive company. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 87, n. 5-8, p. 1475-1490, 2016.
- CHEN, Ping-Shun; WU, Ming-Tsung. A modified failure mode and effects analysis method for supplier selection problems in the supply chain risk environment: A case study. **Computers & Industrial Engineering**, v. 66, n. 4, p. 634-642, 2013.
- CHEN, Xianzhe; ZHANG, Jun. Production control and supplier selection under demand disruptions. **Journal of Industrial Engineering and Management**, v. 3, n. 3, p. 421-446, 2010.
- CHOU, Shuo-Yan; CHANG, Yao-Hui. A decision support system for supplier selection based on a strategy-aligned fuzzy SMART approach. **Expert systems with applications**, v. 34, n. 4, p. 2241-2253, 2008.
- CHOU, S.-Y.; SHEN, C.-Y.; CHANG, Y.-H. Vendor selection in a modified re-buy situation using a strategy-aligned fuzzy approach. **International Journal of Production Research**, v. 45, n. 14, p. 3113-3133, 2007.
- CHRISTOPHER, Martin. **Logistics & supply chain management**. Pearson UK, 2016.
- CLAYPOOL, Erin; NORMAN, Bryan A.; NEEDY, Kim LaScola. Modeling risk in a design for supply chain problem. **Computers & Industrial Engineering**, v. 78, p. 44-54, 2014.
- DENG, Xinyang et al. Supplier selection using AHP methodology extended by D numbers. **Expert Systems with Applications**, v. 41, n. 1, p. 156-167, 2014.
- DEY, Prasanta Kumar; BHATTACHARYA, Arijit; HO, William. Strategic supplier performance evaluation: A case-based action research of a UK manufacturing organisation. **International Journal of Production Economics**, v. 166, p. 192-214, 2015.
- ENSSLIN, Leonardo et al. ProKnow-C, knowledge development process-constructivist. **Processo técnico com patente de registro pendente junto ao INPI. Brasil**, v. 10, n. 4, p. 2015, 2010.
- FRANCA, Rodrigo B. et al. Multi-objective stochastic supply chain modeling to evaluate tradeoffs between profit and quality. **International Journal of Production Economics**, v. 127, n. 2, p. 292-299, 2010.
- GANGULY, Kunal. Integration of analytic hierarchy process and Dempster-Shafer theory for supplier performance measurement considering risk. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 63, n. 1, p. 85-102, 2014.
- GAONKAR, Roshan S.; VISWANADHAM, Nukala. Analytical framework for the management of risk in supply chains. **IEEE Transactions on automation science and engineering**, v. 4, n. 2, p. 265-273, 2007.
- GOVINDAN, Kannan; CHAUDHURI, Atanu. Interrelationships of risks faced by third party logistics service providers: a DEMATEL based approach. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 90, p. 177-195, 2016.

- HALEH, H.; HAMIDI, A. A fuzzy MCDM model for allocating orders to suppliers in a supply chain under uncertainty over a multi-period time horizon. **Expert Systems with Applications**, v. 38, n. 8, p. 9076-9083, 2011.
- HONG, Zhen; LEE, C. K. M. A decision support system for procurement risk management in the presence of spot market. **Decision Support Systems**, v. 55, n. 1, p. 67-78, 2013.
- HOSSEININASAB, Amin; AHMADI, Abbas. Selecting a supplier portfolio with value, development, and risk consideration. **European Journal of Operational Research**, v. 245, n. 1, p. 146-156, 2015.
- HUANG, Samuel H.; KESKAR, Harshal. Comprehensive and configurable metrics for supplier selection. **International journal of production economics**, v. 105, n. 2, p. 510-523, 2007.
- HO, William; XU, Xiaowei; DEY, Prasanta K. Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review. **European Journal of operational research**, v. 202, n. 1, p. 16-24, 2010.
- HAMDI, F. et al. Supplier selection and order allocation under disruption risk. **IFAC-PapersOnLine**, v. 49, n. 12, p. 449-454, 2016.
- JUNIOR, Francisco Rodrigues Lima; OSIRO, Lauro; CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. Métodos de decisão multicritério para seleção de fornecedores: um panorama do estado da arte. **Gestão & Produção**, v. 20, p. 781-801, 2013.
- KANG, He-Yau; LEE, Amy HI; YANG, C.-Y. A fuzzy ANP model for supplier selection as applied to IC packaging. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v. 23, n. 5, p. 1477-1488, 2012.
- KAMALAHMADI, Masoud; PARAST, Mahour Mellat. An assessment of supply chain disruption mitigation strategies. **International Journal of Production Economics**, v. 184, p. 210-230, 2017.
- KIRILMAZ, Oguzhan; EROL, Serpil. A proactive approach to supply chain risk management: Shifting orders among suppliers to mitigate the supply side risks. **Journal of Purchasing and Supply Management**, v. 23, n. 1, p. 54-65, 2017.
- KUBAT, Cemalettin; YUCE, Baris. A hybrid intelligent approach for supply chain management system. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v. 23, n. 4, p. 1237-1244, 2012.
- KULL, Thomas J.; TALLURI, Srinivas. A supply risk reduction model using integrated multicriteria decision making. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 55, n. 3, p. 409-419, 2008.
- LEVARY, Reuven R. Using the analytic hierarchy process to rank foreign suppliers based on supply risks. **Computers & Industrial Engineering**, v. 55, n. 2, p. 535-542, 2008.
- LEVI, David Simchi; KAMINSKY, Philip; LEVI, Edith Simchi. **Designing and managing the supply chain: Concepts, strategies, and case studies**. McGraw-Hill, 2003.
- LI, Lei; ZABINSKY, Zeldia B. Incorporating uncertainty into a supplier selection problem. **International Journal of Production Economics**, v. 134, n. 2, p. 344-356, 2011.
- LIU, Hu-Chen; LIU, Long; LIU, Nan. Risk evaluation approaches in failure mode and effects analysis: A literature review. **Expert systems with applications**, v. 40, n. 2, p. 828-838, 2013.
- LOCKAMY III, Archie; MCCORMACK, Kevin. Modeling supplier risks using Bayesian networks. **Industrial Management & Data Systems**, v. 112, n. 2, p. 313-333, 2012.
- MARKABI, Mohsen Sayyah; SABBAGH, Mohammad. A hybrid method of GRA and DEA for evaluating and selecting efficient suppliers plus a novel ranking method for grey numbers. **Journal of Industrial Engineering and Management**, v. 7, n. 5, p. 1197-1221, 2014.
- MEENA, Purushottam Lal; SARMAH, Sarada Prasad. Supplier selection and demand allocation under supply disruption risks. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 83, n. 1-4, p. 265-274, 2016.

- MEENA, P. L.; SARMAH, S. P.; SARKAR, A. Sourcing decisions under risks of catastrophic event disruptions. **Transportation research part E: logistics and transportation review**, v. 47, n. 6, p. 1058-1074, 2011.
- MEMON, Muhammad Saad; LEE, Young Hae; MARI, Sonia Irshad. Group multi-criteria supplier selection using combined grey systems theory and uncertainty theory. **Expert Systems with Applications**, v. 42, n. 21, p. 7951-7959, 2015.
- MENTZER, John T. et al. Defining supply chain management. *Journal of Business logistics*, v. 22, n. 2, p. 1-25, 2001.
- MOGHADDAM, Kamran S. Supplier selection and order allocation in closed-loop supply chain systems using hybrid Monte Carlo simulation and goal programming. **International Journal of Production Research**, v. 53, n. 20, p. 6320-6338, 2015.
- MUKHERJEE, Krishnendu. Supplier selection criteria and methods: past, present and future. **International Journal of Operational Research**, v. 27, n. 1-2, p. 356-373, 2016.
- NARASIMHAN, R. An analytical approach to supplier selection. **Journal of Purchasing and Materials management**, v. 19, n. 4, p. 27-32, 1983.
- NEJAD, Alireza Ebrahim; NIROOMAND, Iman; KUZGUNKAYA, Onur. Responsive contingency planning in supply risk management by considering congestion effects. **Omega**, v. 48, p. 19-35, 2014.
- ORDOOBADI, Sharon M. Application of AHP and Taguchi loss functions in supply chain. **Industrial Management & Data Systems**, v. 110, n. 8, p. 1251-1269, 2010.
- PAUL, Sanjoy. Supplier selection for managing supply risks in supply chain: A fuzzy approach. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 79, 2015.
- PELEG, Barchi; LEE, Hau L.; HAUSMAN, Warren H. Short-Term E-Procurement Strategies Versus Long-Term Contracts. **Production and Operations Management**, v. 11, n. 4, p. 458-479, 2002.
- PRASANNAVENKATESAN, S.; GOH, M. Multi-objective supplier selection and order allocation under disruption risk. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 95, p. 124-142, 2016.
- RABBANI, Masoud et al. Optimization of a dynamic supply portfolio considering risks and discount's constraints. **Journal of Industrial Engineering and Management**, v. 7, n. 1, p. 218-253, 2014.
- RAMANATHAN, Ramakrishnan. Supplier selection problem: integrating DEA with the approaches of total cost of ownership and AHP. **Supply Chain Management: an international journal**, v. 12, n. 4, p. 258-261, 2007.
- RAVINDRAN, A. Ravi et al. Risk adjusted multicriteria supplier selection models with applications. **International Journal of Production Research**, v. 48, n. 2, p. 405-424, 2010.
- SANAYEI, Amir; MOUSAVI, S. Farid; YAZDANKHAH, Ahmad. Group decision making process for supplier selection with VIKOR under fuzzy environment. **Expert Systems with Applications**, v. 37, n. 1, p. 24-30, 2010.
- SAWIK, Tadeusz. Selection of supply portfolio under disruption risks. **Omega**, v. 39, n. 2, p. 194-208, 2011a.
- SAWIK, Tadeusz. Supplier selection in make-to-order environment with risks. **Mathematical and Computer Modelling**, v. 53, n. 9, p. 1670-1679, 2011b.
- SAWIK, Tadeusz. Selection of resilient supply portfolio under disruption risks. **Omega**, v. 41, n. 2, p. 259-269, 2013.
- SAWIK, Tadeusz. On the robust decision-making in a supply chain under disruption risks. **International Journal of Production Research**, v. 52, n. 22, p. 6760-6781, 2014.

- SAWIK, Tadeusz. Integrated supply, production and distribution scheduling under disruption risks. **Omega**, v. 62, p. 131-144, 2016.
- SHEN, Chun-Ying; YU, Kun-Tzu. Enhancing the efficacy of supplier selection decision-making on the initial stage of new product development: A hybrid fuzzy approach considering the strategic and operational factors simultaneously. **Expert Systems with Applications**, v. 36, n. 8, p. 11271-11281, 2009.
- SILVA, Roterdan Moura de; BELDERRAIN, Mischel Carmen Neyra. Considerações sobre métodos de decisão multicritério. **XI Encontro de Iniciação Científica e Pos-Graduação do ITA, São José dos Campos. Anais do XI ENCITA**, v. 1, p. 1-7, 2005.
- SINRAT, S.; ATTHIRAWONG, W. Integrated Factor Analysis and Fuzzy Analytic Network Process (FANP) Model for Supplier Selection Based on Supply Chain Risk. **Research Journal of Business Management**, v. 9, n. 1, p. 106-123, 2015.
- TANG, Ou; MUSA, S. Nurmaya. Identifying risk issues and research advancements in supply chain risk management. **International journal of production economics**, v. 133, n. 1, p. 25-34, 2011.
- THUN, Jörn-Henrik; HOENIG, Daniel. An empirical analysis of supply chain risk management in the German automotive industry. **International Journal of Production Economics**, v. 131, n. 1, p. 242-249, 2011.
- VON MASSOW, Michael; CANBOLAT, Mustafa. A strategic decision framework for a value added supply chain. **International journal of production research**, v. 52, n. 7, p. 1940-1955, 2014.
- WU, Chong; BARNES, David. A literature review of decision-making models and approaches for partner selection in agile supply chains. **Journal of Purchasing and Supply Management**, v. 17, n. 4, p. 256-274, 2011.
- WU, Desheng; OLSON, David L. Supply chain risk, simulation, and vendor selection. **International journal of production economics**, v. 114, n. 2, p. 646-655, 2008.
- WU, Desheng Dash. A systematic stochastic efficiency analysis model and application to international supplier performance evaluation. **Expert Systems with Applications**, v. 37, n. 9, p. 6257-6264, 2010a.
- WU, Desheng Dash et al. Fuzzy multi-objective programming for supplier selection and risk modeling: A possibility approach. **European Journal of Operational Research**, v. 200, n. 3, p. 774-787, 2010b.
- WU, Dexiang et al. Supply chain outsourcing risk using an integrated stochastic-fuzzy optimization approach. **Information Sciences**, v. 235, p. 242-258, 2013.
- XU, Ningxiong; NOZICK, Linda. Modeling supplier selection and the use of option contracts for global supply chain design. **Computers & Operations Research**, v. 36, n. 10, p. 2786-2800, 2009.
- YÜCENUR, G. Nilay; VAYVAY, Özalp; DEMIREL, Nihan Çetin. Supplier selection problem in global supply chains by AHP and ANP approaches under fuzzy environment. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 56, n. 5, p. 823-833, 2011.
- ZIMMER, Konrad et al. Assessing social risks of global supply chains: A quantitative analytical approach and its application to supplier selection in the German automotive industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 149, p. 96-109, 2017.
- ZOUGGARI, Akram; BENYOUCEF, Lyes. Simulation based fuzzy TOPSIS approach for group multi-criteria supplier selection problem. **Engineering Applications of Artificial Intelligence**, v. 25, n. 3, p. 507-519, 2012.