

PROBLEMA DE SELEÇÃO E AVALIAÇÃO DE FORNECEDORES: CARACTERIZAÇÃO DA LITERATURA CIENTÍFICA POR MEIO DE UM LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO SISTEMATIZADO

Francisco Rodrigues Lima Junior (EESC-USP)
eng.franciscojunior@gmail.com

Luiz Cesar Ribeiro Carpinetti (EESC-USP)
carpinet@prod.eesc.usp.br

Lauro Osiro (EESC-USP)
lauro.osiro@gmail.com



O processo decisório de compras por parte das organizações industriais tem se tornado cada vez mais complexo mediante a globalização dos mercados, avanços tecnológicos e, conseqüentemente, o grande aumento das possibilidades de escolha para as empresas compradoras que necessitam estabelecer um quadro de empresas fornecedoras de matéria-prima ou serviços. A quantidade de estudos relacionados a este tema vem crescendo consideravelmente e não existem trabalhos de revisão bibliográfica que contemplem artigos publicados nos últimos anos sobre o problema de seleção e avaliação de fornecedores. Neste sentido, esta pesquisa visa traçar um panorama da literatura científica que contempla a aplicação de técnicas multicritério na seleção e avaliação de fornecedores por meio de um levantamento bibliográfico sistematizado e da caracterização dos estudos selecionados. Foram analisados 85 artigos de revistas científicas datados de 2002 a 2011, dos quais foram extraídas informações relacionadas à proveniência dos estudos, técnicas e ferramentas utilizadas, tipo de aplicação, dentre outras informações pertinentes. Dentre os resultados, destacam-se as constatações de que Fuzzy é a técnica atualmente mais utilizada, que grande parte dos estudos realizaram aplicações puramente numéricas e estes não estão alinhados com as reais necessidades das empresas. Além disso, constatou-se que o desenvolvimento de pesquisas em seleção e avaliação de fornecedores em alguns setores é pouco explorado e que há certa ausência de trabalhos pertinentes de origem brasileira.

Palavras-chaves: Seleção e Avaliação de Fornecedores, Técnicas Multicritério, Revisão Sistemática

1. Introdução

Mediante as configurações dos sistemas produtivos emergentes, os quais podem ser caracterizados pelo uso de tecnologias que ampliam as possibilidades de compra e por mudanças constantes nas necessidades dos clientes, o processo decisório de compras por parte das organizações industriais tem se tornado cada vez mais complexo, já que a determinação do quadro de fornecedores influencia diretamente a qualidade dos produtos gerados e, conseqüentemente, a satisfação de necessidades dos clientes finais. Além disso, as decisões das atividades de compras podem considerar a possibilidade de obter ganhos decorrentes da gestão de relações com os fornecedores (DE BOER; PIERANGELA; MORLACCHI, 2001). Na prática, as estratégias de compra tendem a buscar o alinhamento dos objetivos de compra com os objetivos da organização, exigindo um papel mais pró-ativo por parte da empresa na gestão de fornecedores e sua contínua avaliação (PRESSEY; WINKLHOFFER; TZOKAS, 2009).

Atualmente, diversas técnicas de natureza matemática, estatística ou computacional vêm sendo desenvolvidas e aplicadas para resolução do problema de seleção e avaliação de fornecedores, 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, o que caracteriza uma das atividades mais críticas para o estabelecimento de uma cadeia de suprimentos efetiva (HA; KRISHNAN, 2008; BORAN et al., 2009). As técnicas abordadas pela literatura deste tema de pesquisa se propõem a ser capazes de estabelecer um quadro de fornecedores por meio da utilização de diversos critérios de decisão, os quais são usados no julgamento e, conseqüentemente, classificação das possíveis “empresas fornecedoras” (HA; KRISHNAN, 2008).

Existem cerca de três artigos de revisão da literatura sobre o assunto (AISSAOUI; HAOUARI; HASSINI, 2007; DE BOER; PIERANGELA; MORLACCHI, 2001; HO; XY; DEY, 2010), sendo o trabalho mais recente datado de 2010, no qual os autores analisaram trabalhos publicados entre 2000 e 2008. No entanto, há grande emergência de estudos voltados à gestão de relações na cadeia de suprimentos, o que contribui também para o aumento de pesquisas voltadas ao processo de seleção e avaliação de fornecedores. Neste contexto, identifica-se a necessidade de realizar pesquisas que descrevam “o estado da arte” deste tema de pesquisa. Segundo Kitchenham e Charters (2007), ao menos que uma revisão da literatura seja completa e justa, é de pouco valor científico, o que justifica também a necessidade de realizar revisões da literatura de forma sistematizada. Neste sentido, este artigo tem o objetivo de traçar um panorama da literatura científica que contemple a aplicação de técnicas multicritério no problema de seleção e avaliação de fornecedores por meio de um levantamento bibliográfico sistematizado e da caracterização dos estudos selecionados, visando assim contribuir para o desenvolvimento deste tema de pesquisa.

Quanto à estrutura do artigo, a Seção 2 descreve a metodologia utilizada para realização desta pesquisa, a Seção 3 apresenta a caracterização dos artigos selecionados juntamente com a análise dos resultados e a Seção 4 traz as considerações finais sobre este estudo.

2. Metodologia

O método utilizado para desenvolvimento deste trabalho consistiu em uma pesquisa bibliográfica estruturada na forma de uma revisão sistemática da literatura. Kitchenham e Charters (2007) definem “revisão sistemática da literatura” como um meio de identificar,

avaliar e interpretar todas as pesquisas disponíveis relevantes para uma questão de pesquisa específica, ou área temática, ou fenômeno de interesse. A elaboração de uma revisão sistemática deve identificar as bases de dados a serem consultadas, definir palavras-chave e estratégias de busca, estabelecer critérios para a seleção de artigos, comparar as buscas dos examinadores, definir a seleção inicial de artigos, aplicar os critérios na seleção destes e justificar possíveis exclusões. Além disso, deve-se analisar criticamente e avaliar todos os estudos incluídos na revisão, preparar um resumo crítico, sintetizando as informações disponibilizadas pelos artigos que foram incluídos na revisão e apresentar uma conclusão (SAMPAIO; MANCINI, 2007).

Neste sentido, a pesquisa bibliográfica realizada obedeceu a tais recomendações. Os artigos selecionados foram coletados no portal de periódicos *Science Direct* (www.sciencedirect.com) de forma sistematizada. Por meio da inserção da palavra-chave “*supplier selection and evaluation problem*” no campo de busca do portal, foram encontrados 18.693 resultados. Em seguida, foram inseridos filtros para buscar artigos oriundos somente de periódicos científicos (*Journals*) e que datassem de 2002 a 2011. Após isso, a quantidade de resultados foi reduzida para 8.878 e o resultado da busca foi ordenado segundo critério de relevância, o qual é uma funcionalidade oferecida pelo portal.

Inicialmente, foram coletados os 100 primeiros artigos listados. No entanto, dentre estes, 15 artigos foram eliminados por não contemplar a aplicação de ferramentas para decisão multicritério no problema de seleção e avaliação de fornecedores. Os artigos eliminados abordavam assuntos como ferramenta de *benchmarking* para seleção de fornecedores, critérios para seleção de fornecedores, revisão bibliográfica sobre alguma técnica em específico, atribuição de provedores de serviços logísticos e revisões da literatura sobre as técnicas e ferramentas existentes para seleção de fornecedores.

Portanto, foram analisados 85 artigos, dos quais foram extraídas informações como técnica(s) / ferramenta(s) utilizada ou desenvolvida, tipo de aplicação, setor econômico da empresa em que foi aplicada, palavras-chave, país de origem do estudo, revista científica de origem, dentre outras informações pertinentes à presente pesquisa. As informações foram organizadas em uma planilha eletrônica, analisadas e os resultados são apresentados na Seção 3, a seguir.

3. Caracterização e Análise da Literatura Científica

Este trabalho está focado na caracterização de pesquisas que propõem a aplicação de ferramentas e técnicas multicritério no processo de seleção e avaliação de fornecedores, não sendo objetivo deste realizar revisão bibliográfica sobre especificidades de tais métodos de resolução do problema, mediante a diversidade de métodos existentes..

Algumas considerações devem ser feitas para melhor entendimento das subseções a seguir. Embora o total de estudos analisados (referenciados também como “trabalhos”, “pesquisas” ou “artigos”) nesta pesquisa seja de 85, o somatório das quantidades de determinadas ocorrências de eventos na amostra utilizada, as quais estão dispostas em gráficos, pode ultrapassar este número. Isso se deve ao fato de que, por exemplo, um estudo pode ser originário de mais de um país, assim como pode abordar a utilização de mais de uma técnica para seleção e avaliação de fornecedores.

Além disso, quanto ao significado atribuído às palavras “técnica” e “ferramenta”. Considera-se como “técnica” os métodos já existentes na literatura que, nos estudos selecionados, foram aplicadas na resolução do problema de pesquisa sob diferentes contextos e, em alguns casos, realizaram pequenas alterações no método e em aspectos relacionados à modelagem. Já o conceito de “ferramenta” é visto aqui como um mecanismo de resolução do problema,

geralmente computacional, desenvolvido a partir do embasamento teórico em técnicas existentes, sendo que a finalidade de tais ferramentas é obter melhores resultados que as técnicas para a mesma finalidade de aplicação e facilitar, ou automatizar, a resolução do problema. De modo geral, as técnicas costumam ser estruturadas por meio da implementação de algoritmos e as ferramentas costumam possuir funcionalidades bem definidas, além de interface gráfica.

3.1 Proveniência dos Estudos Seleccionados

As informações apresentadas nesta subseção têm a finalidade de caracterizar os estudos seleccionados quanto à proveniência e contribuir com informações pertinentes que podem ser usadas na busca e seleção de estudos existentes em revistas científicas e portais de periódicos. A Figura 1 apresenta a quantidade de estudos seleccionados segundo o ano de publicação.

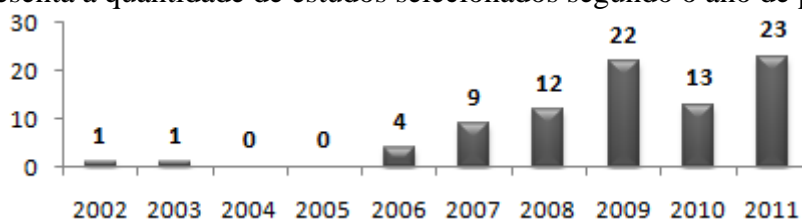


Figura 1 – Quantidade de estudos por ano de publicação

Conforme citado anteriormente, esta pesquisa contempla artigos publicados entre 2002 e 2011. No entanto, de acordo com Figura 1, a maioria dos trabalhos seleccionados para compor este estudo se concentra em estudos bastante recentes. Dentre os 85 artigos seleccionados, 58 (68,24%) foram publicados de 2009 até a presente data, ou seja, estes não foram considerados nas pesquisas existentes de revisão da literatura. Acredita-se que a predominância de artigos mais recentes e considerados mais “relevantes” pelo portal de periódicos *Direct Science*, fortaleça o esforço deste estudo em caracterizar as tendências de pesquisas no se refere à identificação de ferramentas e técnicas mais recentemente utilizadas e contextos de aplicação.

Quanto à procedência das pesquisas, a Figura 2 apresenta a quantidade de estudos seleccionados segundo o país de origem.

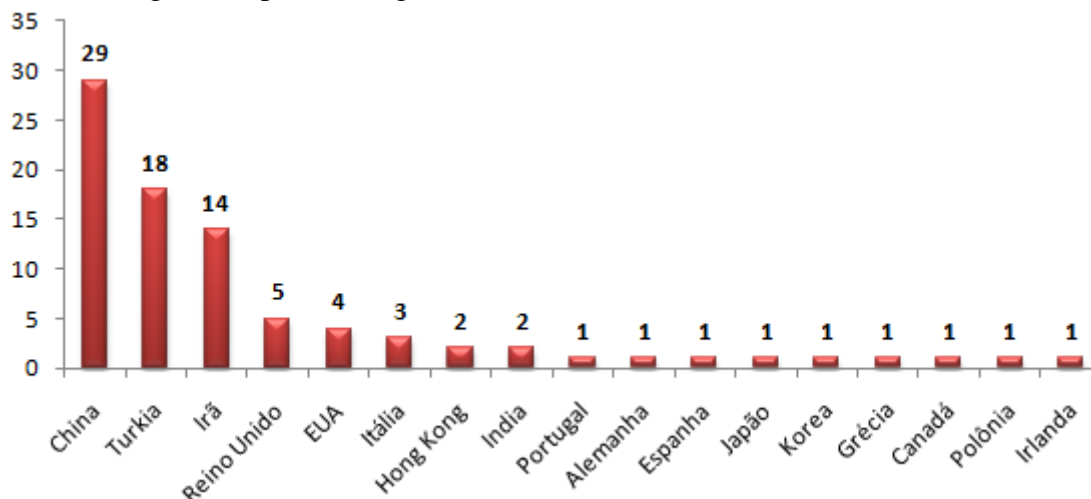


Figura 2 – Quantidade de estudos por país de origem

De acordo com a amostra utilizada nesta pesquisa, nota-se a predominância de estudos oriundos da China (34,11%), Turquia (21,18%) e Irã (16,47%), sendo que somente estes três países são responsáveis pelo desenvolvimento de 71,76% das pesquisas na área. Uma constatação interessante é que nenhum estudo de origem brasileira foi encontrado na amostra,

o que parece evidenciar que este assunto tem sido pouco discutido no Brasil e que os estudos produzidos não vêm atingindo certo nível de relevância para a comunidade científica.

Outra informação pertinente relacionada à origem dos estudos selecionados é a identificação do periódico (*Journal*) na qual o estudo foi publicado ou, para alguns casos, aceito para publicação e, no momento em que foram coletados, encontravam-se em estado de espera para impressão do periódico. A Figura 3 mostra a quantidade de estudos selecionados segundo o periódico de origem.

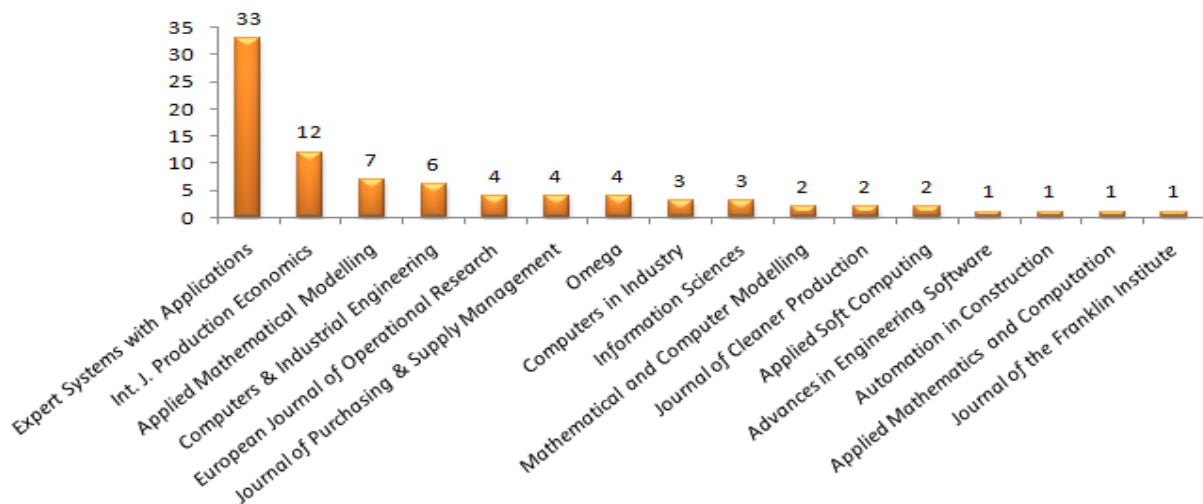


Figura 3 – Quantidade de estudos por periódico de origem

O periódico *Expert Systems with Applications* apresenta maior quantidade de estudos publicados sobre o tema de pesquisa (38,82%), seguido do *International Journal Production Economics*, com 14,11% do total de pesquisas selecionadas. Embora exista uma vasta diversidade de periódicos que contemplem estudos sobre o tema, nota-se que predominantemente os dois periódicos mencionados parecem estar mais direcionados a abordar este tipo de estudo que os demais. Estas informações podem ser úteis aos pesquisadores deste tema que, ao selecionarem para qual periódico submeter seus respectivos artigos, terão a oportunidade de obter o crivo de avaliadores especializados no tema, o que tende a agregar valor ao estudo por meio de contribuições mais precisas e consistentes.

Ao realizar a busca de estudos sobre determinado tema de pesquisa em portais de periódico, é importante conhecer o conjunto de palavras chave que possibilita resultados melhor refinados, ou seja, uma listagem de resultados mais pertinentes ao assunto de interesse. Para o tema de pesquisa “seleção e avaliação de fornecedores”, o Quadro 1 apresenta as palavras chave mais recorrentes dentre os estudos selecionados e a quantidade de ocorrências constatadas em cada uma destas.

Palavras Chave	Quantidade de ocorrências	Palavras Chave	Quantidade de ocorrências
<i>Supplier selection</i>	70	<i>Supplier selection and evaluation</i>	10
<i>Fuzzy logic</i>	15	<i>Fuzzy set theory</i>	7
<i>Supplier evaluation</i>	14	AHP	6
<i>Multi-criteria decision making</i>	13	<i>Fuzzy analytic hierarchy process</i>	6
<i>Supply chain management</i>	12	<i>Multiple criteria analysis</i>	6
<i>Analytic network process</i>	11	TOPSIS	6
<i>Supply chain</i>	11		

Quadro 1 – Palavras chave mais recorrentes

Apesar do tamanho da amostra de estudos selecionados totalizar 85 artigos, o que é um número relativamente baixo mediante a quantidade de estudos existentes, acredita-se que as palavras chave listadas no Quadro 1 sejam as mais recorrentes em todo o conjunto de pesquisas que abordam o problema de seleção e avaliação de fornecedores. Portanto, o uso deste conjunto de palavras durante a realização de buscas de pesquisas relacionadas ao tema provavelmente propiciará ao pesquisador resultados bastante pertinentes ao assunto.

3.2 Técnicas, ferramentas e aplicações

Conforme mencionado anteriormente, as técnicas utilizadas para elaboração de soluções e ferramentas para seleção e avaliação de fornecedores podem ser de natureza matemática, estatística ou computacional. Devido aos diversos tipos de combinação entre técnicas contatados nos estudos selecionados, alguns mesclando a utilização de até 4 técnicas diferentes, a categorização das técnicas utilizadas em uma destas três subdivisões se torna inviável e é pouco relevante. Todavia, a Figura 4 apresenta a quantidade de ocorrências de cada uma das técnicas e ferramentas aplicadas isoladamente (sem mesclar com outra técnica ou ferramenta) dentre os estudos selecionados.

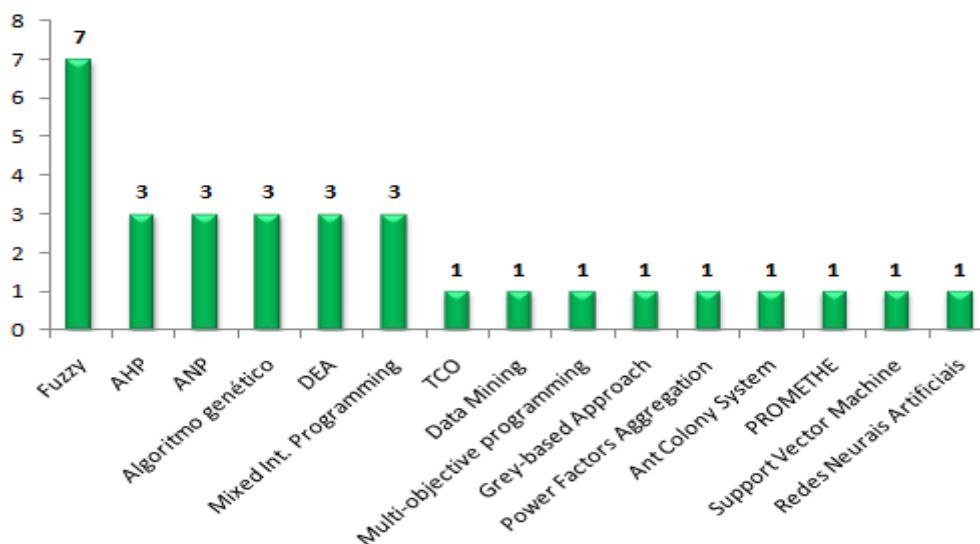


Figura 4 – Técnicas aplicadas isoladamente por quantidade de ocorrências

De acordo com a Figura 4, *Fuzzy* (*Fuzzy Logic* ou *Fuzzy Set Theory*) compõe a técnica mais utilizada isoladamente, totalizando 7 ocorrências dentre os estudos selecionados (CHEN; LIN; HUANG, 2006; BORAN et al., 2009; SHU; WU, 2009; SHEN; YU, 2009; ZHANG, 2009; LAM,; TAO; LAM, 2010; WANG, 2010). Em segundo lugar, com 4 ocorrências, encontra-se a técnica *Mixed Integer Programming* (OLIVEIRA; LOURENÇO, 2002; KHELJANI; GHODSYPOUR; O'BRIEN, 2009; SAWIK, 2011; ZHANG; ZHANG, 2011). Em seguida, com 3 ocorrências cada, estão as técnicas *Analytic Hierarchy Process - AHP* (DUMMING; MINNINO, 2003; HOU; SU, 2006; SAEN, 2007), *Analytic Network Process - ANP* (GENCER; GÜRPINAR, 2007; HSU; HU, 2009; LEE; CHANG; LIN, 2009), *Algoritmo Genético* (LIAO; RITTSCHER, 2007; CHE; WANG, 2008; REZAEI; DAVOODI, 2008) e *Data Envelopment Analysis - DEA* (SAEN, 2007; SAEN, 2010; WU, 2010). Por último, com 1 ocorrência cada, encontram-se *Grey-based Approach* (LI; YAMAGUCHI; NAGAI, 2007), *Total Cost Ownership - TCO* (VANTEDDU; CHINNAM; GUSHIKIN, 2011), *Multi-objective Programming* (SAEN, 2007), *Data Mining* (LIN et al., 2009), *Redes Neurais Artificiais* (LUO, 2009), *Ant Colony System* (TSAI; YANG; LIN, 2010), *PROMETHE* (ARAZ; OZKARAHAN, 2007), *Power Factors Aggregation Method* (ZOLGHADRI, 2011) e *Support Vector Machine* (GUO; YUAN; TIAN, 2009).

Além das técnicas ilustradas na Figura 6, existem os métodos desenvolvidos por meio da combinação de duas ou mais técnicas. O Quadro 2 lista os estudos que contemplam tais abordagens.

Técnica	Combinada com	Quantidade	Proposto Por
Fuzzy	<i>Multi-objective linear Programming</i>	1	Amid, Ghodsypour e Brien (2006)
	<i>Quality Function Deployment (QFD)</i>	2	Bevilacqua, Ciarapica e Giacchetta (2006); Amin e Razmi (2009)
	<i>Added-value perspective</i>	1	Florez-Lopez (2007)
	<i>Cluster analysis</i>	1	Bottani e Rizzi (2008)
	<i>Specific Measurable Achievable Realistic and Time-Bound (SMART)</i>	1	Chou e Chang (2008)
	Redes Neurais Artificiais	2	Kuo, Hong e Huang (2010); Aksoy e Öztürk (2011)
	<i>Linear Programming</i>	2	Guneri, Yucel e Ayyildiz (2009); Yücel e Güneri (2011)
	TOPSIS	2	Wang, Cheng e Kun-Cheng (2009); Kara (2011)
	<i>AHP/ Goal Programming</i>	1	Jolai et. al. (2011);
	<i>Adaptive Resonance Theory</i>	1	Keskin, Ilhan e Ozkan (2010)
	VIKOR	2	Sanayei, Mousavi e Yazdankhah (2010); Shemshadi et al. (2011)
	<i>Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats (SWOT) / Programação linear</i>	1	Amin, Razmi e Zhang (2011)
	DEMATEL	1	Chang, Chang e Wu (2011)
	<i>Multi-objective goal programming / TOPSIS</i>	1	Liao e Kao (2011)
AHP	<i>Multi-objective programming</i>	1	Ozkok e Tiryaki (2011)
	<i>Fuzzy</i>	6	Chan e Kumar (2007); Lee (2009); Chamodrakas, Batis e Martakos (2010); Amid, Ghodsypour e Brien (2011); Kilince e Onal (2011); Punniyamoorthy, Mathiyalagan e Parthiban (2011)
	<i>Linear programming</i>	1	Ng (2008)
	<i>Cluster analysis / DEA / Redes neurais Artificiais</i>	1	Há e Krishnan (2008)
	QFD	1	Bhattacharya, Geraghty e Young (2010)
	<i>Fuzzy / Multi-Objective Linear Programming</i>	1	Wang e Yang (2009)
	<i>Algoritmo Genético / Scatter Search Algorithm</i>	1	Ebrahim, Razmi e Haleh (2009)
	<i>Multi-objective Possibilistic Linear Programming / Fuzzy</i>	1	Özgen (2008)
	<i>Non-linear Integer Programming</i>	1	Kokangul e Susuz (2009)
	Programação dinâmica	1	Mafakheri, Breton e Ghoniem (2011)
	<i>Multi-objective Goal Programming / Fuzzy</i>	1	Lee, Kang e Chang (2009)
<i>Taguchi Loss Function / Multi-choice Goal Programming</i>	1	Liao e Kao (2010)	
ANP	<i>Multi-objective Mixed Integer Linear Programming</i>	1	Ustun e Dermitas (2008a)
	<i>Achimedean Goal Programming</i>	1	Ustun e Dermitas (2008b)

	<i>Fuzzy</i>	4	Lin (2009); Önut, Kara e Isik (2009); Büyükoçkan e Çifçi (2011); Vinodh, Ramiya e Gautham (2011)
	<i>Mixed Integer Programming</i>	1	Wu (2009)
	<i>Fuzzy / Non-linear Programming</i>	1	Razmi, Rafiei e Hashemi (2009)
	<i>Linear Programming</i>	1	Lin, Chen e Ting (2011)
	<i>Integer Linear Programming</i>	1	Demirtas e Ustun (2008)
DEA	Redes Neurais Artificiais	1	Çelebi e Bayraktar (2008)
	Redes Neurais Artificiais / <i>Multi-attribute Decision Analysis / Linear Programming</i>	1	Kuo, Wang e Tien (2010)
	<i>SWOT / Fuzzy / TOPSIS</i>	1	Chen (2011)
	<i>Fuzzy / AHP / TOPSIS</i>	1	Zeydan, Çolpan e Çobanoğlu (2011)
Outros	<i>Multi-attribute Utility Theory / Linear Programming</i>	1	Sanayei (2008)
	<i>Linear Programming / Algoritmo POT</i>	1	Mendonza e Ventura (2010)
	<i>Stochastic Programming / Chance-Constrained Programming</i>	1	Li e Zabinsky (2009)

Quadro 2 – Listagem de técnicas combinadas e ferramentas computacionais desenvolvidas

A quantidade de estudos selecionados que utilizam técnicas de forma isolada é de 32, enquanto as técnicas combinadas totalizaram 53 estudos. De modo geral, a combinação de técnicas é feita com a finalidade de usufruir de algumas vantagens específicas que cada uma oferece, o que também pode variar de acordo com o contexto de aplicação. Mesmo dentre as abordagens de técnicas combinadas, *Fuzzy* é a técnica mais utilizada, sendo que as técnicas AHP, ANP, *Linear Programming*, TOPSIS e DEA também se destacaram.

Quanto ao tipo de aplicação realizada, alguns estudos utilizam dados fictícios para validar ou exemplificar a utilização de ferramentas, enquanto outros realizam aplicações na tentativa de resolver problemas reais em organizações. A Figura 5 apresenta a quantidade de estudos selecionados por tipo de aplicação realizada.

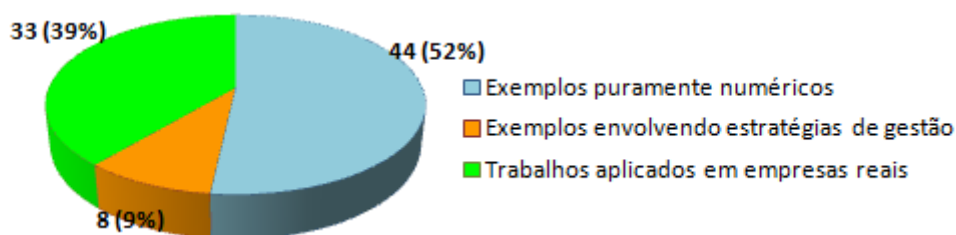


Figura 7 - Quantidade de estudos por tipo de aplicação realizada

Conforme ilustra a Figura 5, mais da metade (52%) dos estudos validaram ou exemplificaram a utilização de ferramentas ou técnicas para seleção e avaliação de fornecedores simplesmente pelo uso de dados numéricos fictícios. Além disso, 9% dos estudos utilizaram outros exemplos fictícios, mas que envolvem contextos estratégicos de gestão de fornecedores, ou seja, os dados refletem um suposto contexto de uma “situação problema” na qual existem estratégias de gestão definidas. Por último, 39% dos realizaram uma aplicação prática direta em empresas reais ou utilizaram dados que alegam ser oriundos de tais organizações.

As informações contidas na Figura 7 evidenciam que a quantidade de trabalhos de campo realizadas neste tema de pesquisa tem sido relativamente baixa e, além disso, pode indicar um nível de efetividade questionável nos métodos desenvolvidos. Quando são desenvolvidos trabalhos aplicados em empresas, os pesquisadores realizam a coleta de dados diretamente com representantes das mesmas (encarregados de compras, desenvolvimento de produtos, gerentes de produção, entre outros atores envolvidos), coletando a listagem de critérios a

serem utilizados na avaliação das alternativas de fornecedores, o nível importância (“ponderação” ou “pertinência”) de cada um destes critérios e um conjunto de informações dos possíveis fornecedores, as quais devem definir o quanto cada empresa fornecedora é capaz de atender a cada um dos critérios avaliados. Desta forma, tal conjunto de dados pode gerar uma modelagem bastante complexa dependendo da quantidade de critérios listados.

Além disso, alguns métodos, como o AHP, categorizam cada um dos critérios por semelhança nos chamados “clusters”, os quais são comparados aos pares posteriormente. Quanto menor for o número de clusters, menor será a complexidade do método e maior a probabilidade de obter a melhor solução. Portanto, quando são utilizados exemplos puramente numéricos para validação das ferramentas, a quantidade de critérios costuma ser baixa e facilmente categorizada por semelhança. o número de critérios contidos em cada cluster costuma ser igual, o que facilita bastante a modelagem e o processamento da técnica ou ferramenta desenvolvida, mas não é coerente com as reais necessidades das empresas, cuja quantidade de critérios para seleção e avaliação de fornecedores costuma ser bem maior, mais heterogênea e também pode envolver questões estratégicas no contexto de cadeia de suprimentos, e não somente critérios de nível operacional. Logo, verifica-se que grande parte dos estudos desenvolve métodos de solução do problema que não são adaptáveis às reais necessidades das empresas e que existe um distanciamento entre as práticas de seleção e avaliação de fornecedores abordadas por grande parte dos pesquisadores e as práticas realmente utilizadas pelas empresas.

Quanto aos estudos que realizaram aplicação prática em empresas, a Figura 6 apresenta a listagem de setores de atuação de tais empresas pela quantidade de ocorrências.

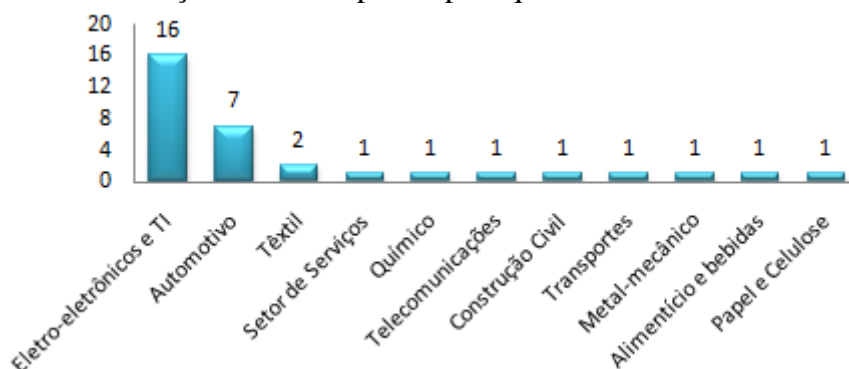


Figura 6 – Listagem dos setores de atuação das empresas por quantidade de ocorrências

Segundo a Figura 8, as aplicações práticas dos métodos desenvolvidos estão fortemente direcionadas para o setor de eletro-eletrônicos e tecnologia da informação. Em seguida, destaca-se o setor automotivo, o qual é historicamente pioneiro no desenvolvimento de boas práticas para a gestão de fornecedores. Com uma frequência bem menor, foram desenvolvidos estudos em empresas do setor têxtil, de serviços, químico, de telecomunicações, de construção civil, de transporte, metal-mecânico, alimentício e bebidas, papel e celulose. Acredita-se que características peculiares às empresas do setor de eletro-eletrônicos e tecnologia da informação (afinidade com ferramentas computacionais, vasta gama de pequenos itens de matéria-prima e quantidade fornecedores de componentes eletrônicos), além da ascensão da deste setor na economia mundial, justifique a ampla adoção das técnicas e ferramentas abordadas neste trabalho.

4. Considerações Finais

Os critérios mais utilizados nas pesquisas acadêmicas voltadas à seleção e avaliação de fornecedores são “qualidade” (87,18%), “entrega” (82,05%) e “custos” (80,77%) (HO, XU,

DEY, 2010). No entanto, existem diversos outros critérios que comumente são listados na literatura e utilizados por empresas, tais como capacidade de produção, nível de serviço, tecnologia, pesquisa e desenvolvimento, finanças, flexibilidade, reputação, relacionamento, risco, segurança, dentre outros. No entanto, a utilização de um conjunto de critérios significativamente diversificado por parte dos estudos selecionados é pouco recorrente. Além disso, existem poucas aplicações que utilizem dados reais, salvo que a maioria dos estudos utiliza como método de validação das ferramentas a utilização de exemplos puramente numéricos. Desta forma, verifica-se que há uma barreira entre as práticas de gestão de fornecedores sugeridas pela literatura e as práticas adotadas pelas empresas, as quais carecem de estudos voltados para identificação e análise.

Outra constatação importante é que a maioria das técnicas utilizadas para seleção e avaliação de fornecedores considera somente critérios quantitativos e de nível operacional, sendo que isso pode afetar negativamente a composição do quadro final de fornecedores. Durante o levantamento de requisitos, é necessário alinhar os objetivos do negócio e os requisitos dos *stakeholders* da empresa, considerando assim fatores estratégicos na determinação do quadro de fornecedores. Todavia, a maioria dos estudos selecionados não leva em consideração questões estratégicas das empresas. Um método que pode ser utilizado para preencher tal lacuna é o QFD (*Quality Function Quality*), o qual permite que as empresas compradoras listem requisitos desejáveis em todos os níveis da empresa e estes são posteriormente desdobrados em atributos e critérios de avaliação de fornecedores.

Em suma, neste trabalho foram identificadas ferramentas e técnicas que partem da combinação de outras existentes, sendo que *Fuzzy* é a técnica atualmente mais utilizada. A China é o país pioneiro em estudos nesse tema de pesquisa e há certa ausência de trabalhos pertinentes de origem brasileira. O número de pesquisas na área vem crescendo, mas grande parte dos estudos não está alinhada com as reais necessidades das empresas e pesquisas em seleção e avaliação de fornecedores em alguns setores é pouco explorada.

Referências

- AISSAOUI, N.; HAOUARI, M. & HASSINI, E. *Supplier selection and order lot sizing modeling: A review*. Computers & Operations Research Vol. 34, p.3516 – 3540, 2007.
- AKSOY, A. & ÖZTÜRK, N. *Supplier selection and performance evaluation in just-in-time production environments*. Expert Systems with Applications Vol.38, p. 6351–6359, 2011.
- AMID, A. A.; GHODSYPOUR, S. H. & BRIEN, C. O. *Fuzzy multi-objective linear model for supplier selection in supply chain*. Int. J. Production Economics Vol.104, p. 394–407, 2006.
- AMID, A.; GHODSYPOUR, S. H. & BRIEN, C. O. *A weighted max–min model for fuzzy multi-objective supplier selection in a supply chain*. Int. J. Production Economics Vol.131, p. 139–145, 2011.
- AMIN, S. H. & RAZMI, J. *An integrated fuzzy model for supplier management: A case study of ISP selection and evaluation*. Expert Systems with Applications Vol.36, p. 8639–8648, 2009.
- AMIN, S. H.; RAZMI, J. & ZHANG, G. *Supplier selection and order allocation based on fuzzy SWOT analysis and fuzzy linear programming*. Expert Systems with Applications Vol.38, p. 334–342, 2011.
- ARAZ, C. & OZKARAHAN, I. *Supplier evaluation and management system for strategic sourcing based on a new multicriteria sorting procedure*. Int. J. Production Economics Vol.106, p. 585–606, 2007.
- BEVILACQUA, M; CIARAPICA, F.E. & GIACCHETTA, G. *A fuzzy-QFD approach to supplier selection*. Journal of Purchasing & Supply Management Vol.12, p. 14–27, 2006.
- BHATTACHARYA, A.; GERAGHTY, J. & YOUNG, P. *Supplier selection paradigm: An integrated hierarchical QFD methodology under multiple-criteria environment*. Applied Soft Computing Vol.10, p. 1013–1027, 2010.
- BORAN, F. E. et al. *A multi-criteria intuitionistic fuzzy group decision making for supplier selection with TOPSIS method*. Expert Systems with Applications Vol.36, p. 11363–11368, 2009.

- BOTTANI, E. & RIZZI, A.** *An adapted multi-criteria approach to suppliers and products selection - An application oriented to lead-time reduction.* Int. J. Production Economics Vol.111, p. 763–781, 2008.
- BÜYÜKÖZKAN, G. & ÇİFÇİ, G.** *A novel fuzzy multi-criteria decision framework for sustainable supplier selection with incomplete information.* Computers in Industry Vol.62, p. 164–174, 2011.
- ÇELEBI, D.; BAYRAKTAR, D.** *An integrated neural network and data envelopment analysis for supplier evaluation under incomplete information.* Expert Systems with Applications Vol.35, p. 1698–1710, 2008.
- CHAMODRAKAS, I.; BATIS, D. & MARTAKOS, D.** *Supplier selection in electronic marketplaces using satisfying and fuzzy AHP.* Expert Systems with Applications Vol.37, p. 490–498, 2010.
- CHAN, F. T. S. & KUMAR, N.** *Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP-based approach.* Omega Vol.35, p. 417 – 431, 2007.
- CHANG, B.; CHANG, C. & WU, C.** *Fuzzy DEMATEL method for developing supplier selection criteria.* Expert Systems with Applications Vol.38, p. 1850–1858, 2011.
- CHE, Z. H. & WANG, H. S.** *Supplier selection and supply quantity allocation of common and non-common parts with multiple criteria under multiple products.* Computers & Industrial Engineering V.55 p.110–133, 2008.
- CHEN, C.; LIN, C.; HUANG, S.** *A fuzzy approach for supplier evaluation and selection.* Int. J. Production Economics Vol.102, p. 289–301, 2006.
- CHEN, W.** *Structured methodology for supplier selection and evaluation in a supply chain.* Information Sciences Vol.181, p. 1651–1670, 2011.
- CHOU, S. & CHANG, Y.** *A decision support system for supplier selection based on a strategy-aligned fuzzy SMART approach.* Expert Systems with Applications Vol.34, p. 2241–2253, 2008.
- DE BOER, L.; PIERANGELA, E. & MORLACCHI, P.** *A review of methods supporting supplier selection.* European Journal of Purchasing & Supply Management Vol. 7, p. 75-89, 2001.
- DEMIRTAS, E. A. & USTUN, O.** *An integrated multiobjective decision making process for supplier selection and order allocation.* Omega Vol.36, p. 76 – 90, 2008.
- DUMMING, R. & MINNINO, V.** *Supplier selection using a multi-criteria decision aid method.* Journal of Purchasing & Supply Management Vol.9, p. 177-187, 2003.
- EBRAHIM, R. M.; RAZMI, J. & HALEH, H.** *Scatter search algorithm for supplier selection and order lot sizing under multiple price discount environment.* Advances in Engineering Software Vol.40, p. 766–776, 2009.
- FLOREZ-LOPEZ, R.** *Strategic supplier selection in the added-value perspective: A CI approach.* Information Sciences Vol.177, p. 1169–1179, 2007.
- GENCER, C. & GÜRPINAR, D.** *Analytic network process in supplier selection: A case study in an electronic firm.* Applied Mathematical Modelling Vol.31, p. 2475–2486, 2007.
- GUNERI, A. F.; YUCEL, A. & AYYILDIZ, G.** *An integrated fuzzy-lp approach for a supplier selection problem in supply chain management.* Expert Systems with Applications Vol.36, p. 9223–9228, 2009.
- GUO, X.; YUAN, Z. & TIAN, B.** *Supplier selection based on hierarchical potential support vector machine.* Expert Systems with Applications Vol.36, p. 6978–6985, 2009.
- HA, S. H. & KRISHNAN, R.** *A hybrid approach to supplier selection for the maintenance of a competitive supply chain.* Expert Systems with Applications Vol.34, p. 1303–1311, 2008.
- HO, W.; XU, X. & DEY, P. K.** *Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review.* European Journal of Operational Research Vol. 202, p.16-24, 2010.
- HOU, J.; SU, D.** *Integration of Web Services technology with business models within.* Computers in Industry Vol.57, p. 797–808, 2006.
- HSU, C. & HU, A. H.** *Applying hazardous substance management to supplier selection.* Journal of Cleaner Production Vol.17, p. 255–264, 2009.
- JOLAI, F. et al.** *Integrating fuzzy TOPSIS and multi-period goal programming for purchasing multiple products from multiple suppliers.* Journal of Purchasing & Supply Management Vol.17, p. 42–53, 2011.
- KARA, S. S.** *Supplier selection with an integrated methodology in unknown environment.* Expert Systems with Applications Vol.38, p. 2133–2139, 2011.
- KESKIN, G. A.; ILHAN, S. & OZKAN, C.** *The Fuzzy ART algorithm: A categorization method for supplier evaluation and selection.* Expert Systems with Applications Vol.37, p. 1235–1240, 2010.

- KHELJANI, J. G.; GHODSYPOUR, G. H. & O'BRIEN, C.** *Optimizing whole supply chain benefit versus buyer's benefit through supplier selection.* Int. J. Production Economics Vol.121, p. 482–493, 2009.
- KILINCCI, O. & ONAL, S. A.** *Fuzzy AHP approach for supplier selection in a washing machine company.* Expert Systems with Applications Vol.38, p. 9656–9664, 2011.
- KOKANGUL, A.; SUSUZ, Z.** *Integrated analytical hierarch process and mathematical programming to supplier selection problem with quantity discount.* Applied Mathematical Modelling Vol.33, p.1417–1429, 2009.
- KUO, R. J. ; HONG, S. Y. & HUANG, Y. C.** *Integration of particle swarm optimization-based fuzzy neural network and artificial neural network for supplier selection.* Applied Mathematical Modelling Vol.34, p. 3976–3990, 2010.
- KUO, R.J.; WANG, Y.C. & TIEN, F. C.** *Integration of artificial neural network and MADA methods for green supplier selection.* Journal of Cleaner Production Vol.18, p. 1161-1170, 2010.
- LAM, K.; TAO, R. & LAM. M. C.** *A material supplier selection model for property developers using Fuzzy Principal Component Analysis.* Automation in Construction Vol.19, p. 608–618, 2010.
- LEE, A. H. I.** *A fuzzy supplier selection model with the consideration of benefits, opportunities, costs and risks.* Expert Systems with Applications Vol.36, p. 2879–2893, 2009.
- LEE, A. H. I.; CHANG, H. & LIN C.** *An evaluation model of buyer–supplier relationships in high-tech industry - The case of an electronic components manufacturer in Taiwan.* Computers & Industrial Engineering Vol.57, p. 1417–1430, 2009.
- LEE, A. H. I.; KANG, H. & CHANG, C.** *Fuzzy multiple goal programming applied to TFT-LCD supplier selection by downstream manufacturers.* Expert Systems with Applications Vol.36, p. 6318–6325, 2009.
- LI, G.; YAMAGUCHI, D. & NAGAI, M.** *A grey-based decision-making approach to the supplier selection problem.* Mathematical and Computer Modelling Vol.46, p. 573–581, 2007.
- LI, L. & ZABINSKY, Z. B.** *Incorporating uncertain into a supplier selection problem.* Int. J. Production Economics, 2009. Doi:10.1016/j.ijpe.2009.11.007.
- LIAO, C.; KAO, H.** *An integrated fuzzy TOPSIS and MCGP approach to supplier selection in supply chain management.* Expert Systems with Applications, 2011. Doi:10.1016/j.eswa.2011.02.031.
- LIAO, C; KAO, H.** *Supplier selection model using Taguchi loss function, analytical hierarchy process and multi-choice goal programming.* Computers & Industrial Engineering Vol.58, p. 571–577, 2010.
- LIAO, Z. & RITTSCHER, J.** *Integration of supplier selection, procurement lot sizing and carrier selection under dynamic demand conditions.* Int. J. Production Economics Vol.107, p. 502–510, 2007.
- LIN, C.; CHEN, C. & TING, Y.** *An ERP model for supplier selection in electronics industry.* Expert Systems with Applications Vol.38, p. 1760–1765, 2011.
- LIN, R.** *An integrated FANP–MOLP for supplier evaluation and order allocation.* Applied Mathematical Modelling Vol.33, p. 2730–2736, 2009.
- LIN, R. et al.** *An integrated method for finding key suppliers in SCM.* Expert Systems with Applications Vol.36, p. 6461–6465, 2009.
- LUO, X.** *Supplier selection in agile supply chains: Na information-processing model and na illustration.* Journal of Purchasing & Supply Management Vol.15, p. 249–262, 2009.
- MAFAKHERI, F. M.; BRETON, M. & GHONIEM, A.** *Supplier selection-order allocation: A two-stage multiple criteria dynamic programming approach.* Int. J. Production Economics, 2011. Doi:10.1016/j.ijpe.2011.03.005.
- MENDONZA, A.; VENTURA, J. A.** *A serial inventory system with supplier selection and order quantity allocation.* European Journal of Operational Research Vol.207, p. 1304–1315, 2010.
- NG, W. L.** *An efficient and simple model for multiple criteria supplier selection problem.* European Journal of Operational Research Vol.186, p. 1059–1067, 2008.
- OLIVEIRA, R. C. & LOURENÇO, J. C.** *A multicriteria model for assigning new orders to service suppliers.* European Journal of Operational Research Vol.139, p. 390-399, 2002.
- ÖNUT, S.; KARA, S. S. & ISIK, E.** *Long term supplier selection using a combined fuzzy MCDM approach: A case study for a telecommunication company.* Expert Systems with Applications Vol.36, p. 3887–3895, 2009.
- ÖZGEN, D. et. al.** *A two-phase possibilistic linear programming methodology for multi-objective supplier evaluation and order allocation problems.* Information Sciences Vol.178, p. 485–500, 2008.

- OZKOK, B. A. & TIRYAKI, F.** *A compensatory fuzzy approach to multi-objective linear supplier selection problem with multiple-item.* Expert Systems with Applications, 2011. Doi:10.1016/j.eswa.2011.03.004.
- PUNNIYAMOORTHY, M.; MATHIYALAGAN, P. & PARTHIBAN, P.** *A strategic model using structural equation modeling and fuzzy logic in supplier selection.* Expert Systems Applications V.38,p.458–474,2011.
- RAZMI, J.; RAFIEI, H. & HASHEMI, M.** *Designing a decision support system to evaluate and select suppliers using fuzzy analytic network process.* Computers & Industrial Engineering Vol.57, p.1282–1290, 2009.
- REZAEI, J. & DAVOODI, M.** *A deterministic, multi-item inventory model with supplier selection and imperfect quality.* Applied Mathematical Modelling Vol.32, p. 2106–2116, 2008.
- SAEN, R. F.** *A new mathematical approach for suppliers selection: Accounting for non-homogeneity is important.* Applied Mathematics and Computation Vol.185, p. 84–95, 2007.
- SAEN, R. F.** *Restricting weights in supplier selection decisions in the presence of dual-role factors.* Applied Mathematical Modelling Vol.34, p. 2820–2830, 2010.
- SAEN, R. F.** *Suppliers selection in the presence of both cardinal and ordinal data.* European Journal of Operational Research Vol.183, p. 741–747, 2007.
- SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M. C.** *Estudos de Revisão Sistemática: Um guia para síntese criteriosa da evidência científica.* Revista brasileira de fisioterapia Vol. 11, n. 1, p. 83-89, jan./fev. 2007.
- SANAYEI, A. et. al.** *An integrated group decision-making process for supplier selection and order allocation using multi-attribute utility theory and linear programming.* Journal of the Franklin Institute Vol.345, p. 731–747, 2008.
- SANAYEI, A.; MOUSAVI, S. F. & YAZDANKHAH, A.** *Group decision making process for supplier selection with VIKOR under.* Expert Systems with Applications Vol.37, p. 24–30, 2010.
- SAWIK, T.** *Supplier selection in make-to-order environment with risks.* Mathematical and Computer Modelling Vol.53, p. 1670–1679, 2011.
- SHEMSHADI, A. et. al.** *A fuzzy VIKOR method for supplier selection based on entropy measure for objective weighting.* Expert Systems with Applications, 2011. Doi:10.1016/j.eswa.2011.03.027.
- SHEN, C. & YU, K.** *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 Vol.36, p. 11271–11281, 2009.
- SHU, M. & WU, H.** *Quality-based supplier selection and evaluation using fuzzy data.* Computers & Industrial Engineering Vol.57, p. 1072–1079, 2009.
- TSAI, Y. L.; YANG, Y. J & LIN, C.** *A dynamic decision approach for supplier selection using ant colony system.* Expert Systems with Applications Vol.37, p. 8313–8321, 2010.
- USTUN, O. & DERMITAS, E. A.** *An integrated multi-objective decision-making process for multi-period lot-sizing with supplier selection.* Omega Vol.36, p. 509 – 521, 2008a.
- USTUN, O. & DERMITAS, E. A.** *Multi-period lot-sizing with supplier selection using achievement scalarizing functions.* Computers & Industrial Engineering Vol.54, p. 918–931, 2008b.
- VANTEDDU, G.; CHINNAM, R. & GUSHIKIN, O.** *Supply chain focus dependent supplier selection problem.* Int. J. Production Economics Vol.129, p. 204–216, 2011.
- VINODH, S.; RAMIYA, R. A. & GAUTHAM, S. G.** *Application of fuzzy analytic network process for supplier selection in a manufacturing organisation.* Expert Systems Applications v..38, p.272–280, 2011.
- WANG, J.; CHENG, C. & KUN-CHENG, H.** *Fuzzy hierarchical TOPSIS for supplier selection.* Applied Soft Computing Vol.9, p. 377–386, 2009.
- WANG, T. & YANG, Y.** *A fuzzy model for supplier selection in quantity discount environments.* Expert Systems with Applications Vol.36, p. 12179–12187, 2009.
- WANG, W.** *A fuzzy linguistic computing approach to supplier evaluation.* Applied Mathematical Modelling Vol.34, p. 3130–3141, 2010.
- WU, D. D.** *A systematic stochastic efficiency analysis model and application to international supplier performance evaluation.* Expert Systems with Applications Vol.37, p. 6257–6264, 2010.
- WU, W. et. al.** *An integrated multi-objective decision-making process for supplier selection with bundling problem.* Expert Systems with Applications Vol.36, p. 2327–2337, 2009.

XIA, W. & WU, Z. *Supplier selection with multiple criteria in volume discount environments.* Omega Vol.35, p. 494 – 504, 2007.

YÜCEL, A. & GÜNERI, A. F. *A weighted additive fuzzy programming approach for multi-criteria supplier selection.* Expert Systems with Applications Vol.38, p. 6281–6286, 2011.

ZEYDAN, M.; ÇOLPAN, C. & ÇOBANOĞLU, C. *A combined methodology for supplier selection and performance evaluation.* Expert Systems with Applications Vol.38, p. 2741–2751, 2011.

ZHANG, D. *An novel approach to supplier selection based on vague sets group decision.* Expert Systems with Applications Vol.36, p. 9557–9563, 2009.

ZHANG, J. & ZHANG, M. *Supplier selection and purchase problem with fixed cost and constrained.* Int. J. Production Economics Vol.129, p. 1–7, 2011.

ZOLGHADRI, M. *Power-based supplier selection in product development projects.* Computers in Industry, 2011. Doi:10.1016/j.compind.2010.12.001.