



Tomada de decisão na escolha de fornecedores utilizando Analytic Hierarchy Process (AHP)

Decision making on supplier selection using Analytic Hierarchy Process (AHP)

Wagner Lourenzi Simões (wsimões@ulbra.edu.br)

Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos) e professor adjunto do curso de Engenharia de Produção da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA).

Tainã Lourenzi Simões (tlourenzis@gmail.com)

Bacharel em Design pela Universidade Luterana do Brasil (ULBRA) e projetista mecânico.

Administração

FTT Journal of Engineering and Business. • SÃO BERNARDO DO CAMPO, SP

Setembro 2017 • ISSN 2525-8729

Submissão: 25 mar. 2017. Aceitação: 26 jun.. 2017

Sistema de avaliação: às cegas dupla (*double blind review*).

FACULDADE TECNOLOGIA TERMOMECANICA, p.4-16

Resumo

A seleção de fornecedores é um dos processos críticos da rotina de uma indústria. A seleção do fornecedor deve levar em conta, além dos aspectos técnicos do produto, aspectos estratégicos do negócio. A quantidade de critérios envolvidos nesta seleção pode tornar muito trabalhosa, e até mesmo, inviabilizar esta avaliação pelo decisor, à medida que o número de fornecedores cresce. Neste contexto, emergem como uma fonte de auxílio as técnicas de tomada de decisão multicritério, como o Analytic Hierarchy Process (AHP). Neste estudo, avalia-se a aplicação do AHP na tomada de decisão para a escolha de um fornecedor de partes metálicas para equipamentos elétricos. São considerados, além do custo e da qualidade, critérios estratégicos para o processo produtivo, como disponibilidade, localização do fornecedor e a capacidade de executar todo o processo produtivo do componente.

Palavras-chave: AHP. Decisão multicritério. Seleção de fornecedores. Gestão da cadeia de suprimentos.

Abstract

The selection of suppliers is one of the most critical processes of the industrial routine. The selection of suppliers should consider, in addition to the technical aspects of the product, the strategic aspects of this specific business. The number of criteria involved in this selection can make this task very difficult and may make this evaluation unfeasible by the decision maker due to the increase in the number of alternatives. In this context, multicriteria decision techniques such as the Analytical Hierarchy Process (AHP) emerge as a source of help. This study evaluated an application of AHP in decision making to select a supplier of metallic parts used in electrical equipment manufactured on demand. In addition to cost and quality, we consider production process criteria such as vendor availability, location and the capacity to do the whole process internally, without outsourced jobs.

Keywords: AHP. Multicriteria decision. Supplier selection. Supply chain management.

Introdução

Nenhuma empresa ou instituição é autossuficiente; elas dependem de outras empresas, terceiros e/ou parceiros para exercerem suas atividades. Elas necessitam de materiais, matérias-primas, equipamentos e máquinas para que seu sistema de produção continue operando normalmente (BASTOS, 2016). A crescente competição, com mercados acessados em nível global, permite às empresas acesso a uma grande quantidade de fornecedores com os mais diversos níveis técnicos, tanto de custos como de localização ao redor do mundo. Esta grande quantidade de informação acrescenta ainda mais complexidade à tarefa de selecionar um fornecedor. A seleção de fornecedores se configura como uma das atividades mais críticas para o estabelecimento de uma cadeia de suprimentos efetiva (JUNIOR, OSIRO & CARPINETTI, 2013), afetando o desempenho das organizações (THRULOGACHANTAR; ZAILANI, 2011), a flexibilidade do sistema de manufatura (NDUBISI et al., 2005), o resultado da implementação de programas de qualidade e de melhoria contínua e, conseqüentemente, a qualidade dos produtos gerados e o atendimento de requisitos dos clientes finais (GONZÁLEZ et al., 2004; Wang, 2010).

Muitos dos critérios a serem atendidos podem ser de natureza subjetiva, o que prejudica, e muitas vezes inviabiliza a aplicação de ferramentas matemáticas tradicionais da pesquisa operacional. Dada a importância estratégica que a seleção de fornecedores assume nas organizações e a grande complexidade decorrente do grande número de critérios a serem atendidos pela seleção, torna-se necessário o uso de ferramentas adequadas. Neste contexto, emergem os métodos de decisão multicritério (MCDM - *Multi Criteria Decision Making Methods*), desenvolvidos e estudados para a solução deste tipo de problema. Dentre estas ferramentas, pode-se citar o *Analytic Hierarchy Process* (AHP) (ARAHONOVITZ; VIEIRA, 2014), Análise da Envoltória de Dados (DEA) (DOBOS; VÖRÖSMARTY, 2014) e *Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) (LIMA JUNIOR; CARPINETTI, 2015) dentre as várias opções que são encontradas na literatura.

Neste estudo, apresenta-se uma proposta de aplicação do AHP para a seleção de fornecedores de partes metálicas para uma empresa de manufatura de equipamentos elétricos produzidos sob demanda. A empresa opera em um ambiente produtivo de elevado mix de produção com baixo volume, o que dificulta a avaliação dos fornecedores com base nos métodos tradicionais como o controle estatístico de processo. Dadas estas características, frequentemente produtos customizados ou novos projetos são necessários, porém, a cada evento deste tipo, o profissional responsável pelas compras necessita de suporte dos departamentos de garantia da qualidade e engenharia, visto que os critérios de avaliação dos fornecedores não são claros. O modelo proposto está apoiado na escolha de seis critérios básicos de seleção, mas que, para uma comparação qualitativa, elevam sua complexidade, tornando-a pouco confiável e extremamente trabalhosa mesmo quando se lida com um número pequeno de fornecedores. Além disso, a subjetividade envolvida na decisão faz com que, por vezes, diferentes compradores tomem diferentes decisões. A proposta desenvolvida tem por objetivo uniformizar os critérios de avaliação dos fornecedores, tornando esta avaliação confiável, transparente, e dar maior autonomia ao profissional responsável

pelas compras. Baseado em avaliações qualitativas dos fornecedores e dos critérios fornecidas por especialistas da empresa, o responsável pela aquisição de materiais terá um parâmetro definido para a sua tomada de decisão e poderá decidir rapidamente e com maior grau de confiabilidade a qual fornecedor encarregar para a fabricação de determinado componente.

Seleção de fornecedores

Segundo estudos de Nokes e Sean (2007), Basnet e Weintraub (2009) e Ho, Xu e Dey (2010), o problema de seleção de fornecedores vem sendo fortemente debatido na literatura, sendo um tema de grande relevância atualmente nos setores produtivos. De acordo com Che e Wang (2008), a atividade de seleção de fornecedores é crucial para o sucesso da organização, influenciando na qualidade do produto final, nos custos e afetando os rendimentos da cadeia de produção em geral. Segundo Basnet e Weintraub (2009), as empresas vêm aumentando seu foco em seu negócio principal e terceirizando as outras atividades. Esse comportamento dá mais importância ao processo de seleção de fornecedores. Pequenas empresas tendem a selecionar seus parceiros pelo menor custo, porém grandes empresas devem selecionar seus fornecedores com mais cautela e com planos de longo prazo (BASTOS, 2016), considerando os impactos estratégicos dos fornecedores.

Para Giaccon (2012), o problema de seleção de fornecedores tem natureza multicritério, por meio do qual se procuram vários atributos de um fornecedor, porém é comum sua resolução por métodos de objetivo único nos quais um atributo prioritário é otimizado e todos os demais são considerados restrições do modelo, apresentando, portanto, o mesmo peso na decisão, o que dificilmente acontece na realidade. Outra dificuldade encontrada nesse formato de abordagem é a quantificação dos atributos qualitativos (WADHWA; RAVINDRAN, 2007). Segundo Liu, Ding e Lall (2000), para que a etapa de seleção de fornecedores seja eficaz, originando assim uma parceria de sucesso entre comprador e fornecedor, faz-se necessário determinar os critérios de seleção a serem considerados em cada processo, pois são eles que vão determinar quais pontos devem ser confrontados entre os fornecedores interessados na parceria ofertada. Para Kahraman, Cebeci e Ulukan (2003), os critérios para seleção de fornecedores são medidas utilizadas na avaliação de alternativas para compras. A organização que faz essa compra precisa criar meios efetivos de medir cada um de seus critérios. Estes autores dividem os critérios de seleção de fornecedores em:

- Critérios relativos aos fornecedores: usados para avaliar se os fornecedores são adaptáveis às estratégias de fornecimento e da tecnologia da organização compradora, medindo assim aspectos importantes do negócio, como o poder financeiro, gerenciamento, capacidade produtiva, habilidades técnicas e os recursos de suporte do fornecedor.
- Critérios acerca dos produtos: usados para avaliar características funcionais importantes e verificar a usabilidade dos produtos a serem comprados. A definição dos critérios depende de quais produtos serão adquiridos.

- Critérios acerca do serviço: servem para avaliar os benefícios oferecidos pelos fornecedores, visto que qualquer compra envolve algum grau de serviço, podendo ser entrega, processamento de pedidos ou mesmo suporte.
- Critérios sobre custos: esta categoria é vista como a mais importante para as organizações, sendo entendida como o preço de compra, custo com tarifas, transportes, entre outros gastos que acabam influenciando e tornando este critério prioritário na maioria das organizações.

Para Viana e Alencar (2012), a atividade de seleção de fornecedores surge a partir da decisão gerencial de subcontratar fornecimentos ou serviços necessários para a operação da empresa. A qualidade dos serviços contratados influencia diretamente na capacidade de as organizações atenderem aos seus clientes. Com isso, os métodos de seleção de fornecedores tendem a ser reformulados a partir da necessidade de firmar contratos com fornecedores bem qualificados e capazes de oferecer suporte às estratégias organizacionais (VIANA; ALENCAR, 2012).

Métodos quantitativos de seleção de fornecedores

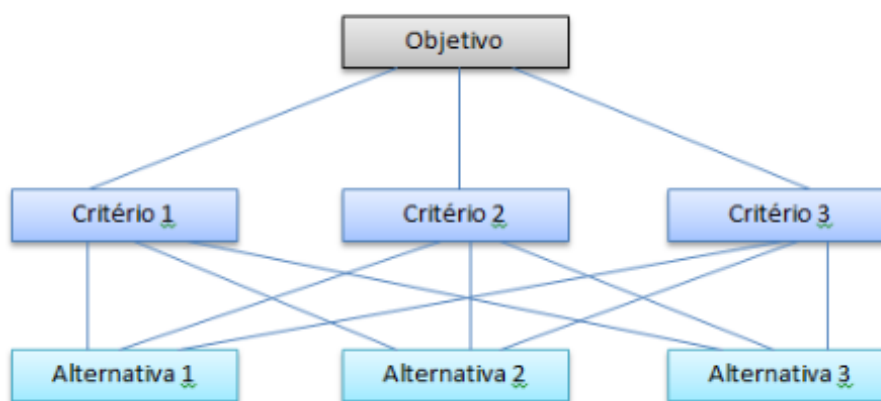
Na literatura, é possível encontrar muitos métodos de seleção de fornecedores, porém De Boer, Wegen e Telgen (1998) destacam que na fase de qualificação e seleção final, em geral, são utilizadas ferramentas quantitativas. Ho, Xu e Dey (2010), por sua vez, classificam os métodos em abordagens individuais e integradas. Nas abordagens individuais, os autores destacam os métodos de Análise da Envoltória de Dados (DEA), Programação Matemática e variações (Programação Linear, Inteira Linear, Inteira Não Linear, baseadas em metas e multiobjetivo), AHP e ANP, Algoritmo Genético, Lógica Fuzzy, Raciocínio Baseado em Casos (CBR) e SMART. Nas abordagens integradas, destacam-se as técnicas associadas ao AHP (binegociação, DEA, redes neurais, *grey relational analysis*, Programação Não Linear Inteira Mista, Programação Multiobjetivo) e aquelas que incorporam a Lógica Fuzzy em sua álgebra de cálculo matricial (AHP, Análise de Cluster, Programação Multiobjetivo, QFD, SMART, Algoritmo Genético). Chai, Liu e Ngai (2013) classificam-nos em três categorias: métodos multicritério de tomada de decisão, técnicas de programação matemática e técnicas de inteligência artificial. Existem atualmente diversos métodos de tomada de decisão multicritério, existindo também muitos *softwares* e ferramentas disponíveis neste campo (MARTTUNEN, BELTON & LIENERT, 2017). Marttunen, Belton e Lienert (2017) apontam como conceito-chave dos métodos de decisão multicritério a importância relativa dos critérios e objetivos, sendo que a interpretação destes pesos (importância) atribuídos varia de acordo com o método utilizado. Neste trabalho, aborda-se o uso do método multicritério de tomada de decisão AHP. Diferentes autores utilizam diferentes termos para os elementos destes métodos; por exemplo, os objetivos são frequentemente chamados de critérios ou atributos (MARTTUNEN, BELTON & LIENERT, 2017).

O método AHP

O método de análise hierárquica (AHP) foi introduzido na década de 1970 por Thomas Saaty (SAATY, 1980), enquanto ele trabalhava no departamento de defesa norte-americano, e tem sido, desde então, extensivamente utilizado para tomada de decisão multicritério, tendo sido estudado, aprimorado e refinado. Oferece um quadro abrangente e racional para estruturar um problema de decisão, para representar e quantificar os seus elementos, relacionando esses elementos com as metas globais na avaliação de soluções alternativas (SAATY, 1980).

O AHP é uma técnica de auxílio à tomada de decisão em ambientes complexos com bases matemática e psicológica (Gonçalo, 2012), com diversos critérios considerados para a priorização de alternativas. A partir do momento em que a hierarquia lógica se encontra construída, os tomadores de decisão avaliam de maneira sistemática as alternativas por meio da comparação aos pares, em relação a cada um dos critérios, utilizando dados concretos como forma de informação (SAATY, 2008). Uma vez definida a hierarquia lógica, também é realizado o processo de ordenação dos critérios, com o objetivo de determinar a importância relativa dentro de cada nível. Conforme apresentado na Figura 1, no AHP a representação de um problema de decisão é feita por meio de uma estrutura hierárquica com a finalidade de evidenciar os elementos básicos do problema.

Figura 1 – Representação da hierarquia do AHP



Fonte: Bastos (2016)

Na etapa de julgamento dos critérios, é realizada uma comparação par a par, confrontando em um primeiro momento os critérios estabelecidos e, em seguida, as alternativas disponíveis com base na escala fundamental de Saaty (SAATY, 1991), que é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Pontuação de intensidade de comparação (escala fundamental)

Intensidade	Pontuação	Intensidade	Pontuação
Igual importância	1	Igual importância	1
Um pouco mais importante	3	Um pouco menos importante	1/3
Muito mais importante	5	Muito menos importante	1/5
Fortemente mais importante	7	Fortemente menos importante	1/7
Absolutamente mais importante	9	Absolutamente menos importante	1/9
Valores intermediários		2, 4, 6 e 8	

Fonte: Adaptado de Saaty (1991)

Os pesos obtidos após estes julgamentos são dispostos na forma de uma matriz quadrada com cada linha e cada coluna de mesmo índice correspondendo a cada um dos elementos de decisão, a exemplo da Matriz (1).

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Uma vez formada a matriz, gera-se um somatório dos valores de cada linha, calculando-se em seguida a prioridade relativa, dividindo esta prioridade pelo número de itens considerados na matriz, sejam critérios ou alternativas. Na sequência, calcula-se o produto da matriz dos valores normalizados e os da prioridade, para obtenção do autovalor da matriz de comparação. A abordagem descrita representa o método aproximado, utilizado para resolver o problema de autovalores e autovetores, definido conforme a seguinte equação:

$$\mathbf{A}\mathbf{p} = \lambda_{max}\mathbf{p} \quad (2)$$

A é a matriz de comparações, λ_{\max} é o maior autovalor dessa matriz e p é o autovetor direto. Após esse cálculo, Saaty (1991) propõe o cálculo do Índice de Consistência (IC) e do Quociente de Consistência (QC).

O AHP é amplamente utilizado na literatura em problemas de seleção de fornecedores. Trabalhos como o de Govindan et al. (2015) evidenciam isso ao demonstrar que, em sua revisão da literatura, 16,6% dos trabalhos e aplicações de seleção de fornecedores se valem do uso do AHP ou de alguma adaptação dele. Podem ser citados ainda trabalhos como o de Dweiri (2016), que apresenta uma abordagem integrada para a seleção de fornecedores em uma indústria automotiva, e Luthra et al. (2017), que desenvolveu um *framework* para seleção e avaliação de fornecedores sustentáveis. A facilidade de aplicação do AHP em ferramentas computacionais simples como o *MS Excel*, que exigem pouco investimento, são alguns dos fatores que favorecem esta prevalência no seu uso.

Procedimentos metodológicos

Inicialmente, realizou-se uma pesquisa bibliográfica de fundamentação ao estudo, na qual foram identificadas as práticas recorrentes na literatura na solução do problema de seleção de fornecedor. Desta pesquisa resultaram os fundamentos teóricos apresentados anteriormente. Os dados utilizados para a avaliação da ferramenta de apoio à tomada de decisão proposta foram obtidos através de entrevista com especialista da empresa. O entrevistado é responsável pelo desenvolvimento de fornecedores de componentes mecânicos para novos produtos, bem como pela seleção destes fornecedores para cada projeto sob demanda, considerando as necessidades de prazo e qualidade de cada projeto. Através da entrevista, foram obtidos os critérios considerados na tomada de decisão por um fornecedor, bem como os pesos atribuídos a eles nos confrontos par a par. De forma análoga, foram obtidos os valores de desempenho das alternativas (fornecedores) avaliadas. Foram apontados pelo especialista seis critérios determinantes para a seleção do fornecedor, e para a avaliação foram submetidos três fornecedores de partes metálicas a estes critérios.

Uma vez obtidos os dados necessários, a ferramenta de apoio foi implementada em Microsoft Excel, seguindo os passos recomendados por Saaty (1991). A escolha do *software* para implementação da ferramenta deu-se por sua disponibilidade na empresa, excluindo assim a necessidade de novos investimentos em ferramentas computacionais, ao menos em sua fase experimental. Uma vez implementada a ferramenta, uma verificação foi realizada utilizando dados de três fornecedores de um mesmo componente metálico. Os resultados obtidos nesta avaliação são apresentados na próxima seção.

Apresentação dos resultados

Com base nos dados coletados na entrevista, preencheu-se a matriz de comparação critério x critério, apresentada no Quadro 1. O mesmo quadro apresenta os pesos calculados a partir da matriz.

Quadro 1 – Matriz de comparação critério x critério

	Preço	Disponibilidade	Prazo de entrega	Localização	Manufatura completa	Acabamento	Pesos
Preço	1	1/5	1/3	1/4	1/6	1/4	4,1%
Disponibilidade	5	1	5	5	1	1/3	21,9%
Prazo de entrega	3	1/5	1	1/3	1/5	1/5	6,0%
Localização	4	1/5	3	1	1/5	1/3	10,1%
Manufatura completa	6	1	5	5	1	1/3	22,6%
Acabamento	4	3	5	3	3	1	35,4%

Na sequência, preencheram-se as matrizes de comparação entre os fornecedores para cada critério, apresentadas no Quadro 2. A partir destas matrizes, foram obtidas as prioridades locais de cada fornecedor para cada critério, conforme é apresentado no mesmo quadro. A partir dos valores de prioridade local obtidos e dos pesos de cada critério calculados anteriormente, realiza-se a ordenação final do AHP. O Quadro 3 apresenta a ordenação final do AHP e a pontuação obtida pelos fornecedores avaliados.

Os resultados obtidos levam à solução de compromisso de seleção do fornecedor A. A pontuação obtida demonstra esta preferência. Os fornecedores B e C claramente não serão selecionados, mas na eventualidade de o fornecedor A se tornar impossibilitado por algum motivo, de fornecer, uma análise de sensibilidade se fará necessária para selecionar seu substituto, entre fornecedor B e fornecedor C, pois a pontuação de ambos é muito próxima. Uma análise de sensibilidade poderia indicar qual dos dois seria o mais indicado, assumindo-se que nenhum dos dois seja capaz de superar o fornecedor A. Outros métodos de análise e tomada de decisão multicritério, como os da família ELECTRE, são capazes de lidar melhor com estas situações de “empates”; testes futuros utilizando este método podem conduzir a resultados mais bem definidos.

O resultado apresentado no Quadro 3 foi comparado com as avaliações qualitativas realizadas pela empresa no seu procedimento de avaliação de fornecedores. A comparação indica que a ferramenta de apoio à tomada de decisão baseada em AHP corrobora os resultados das avaliações, porém proporciona o acesso a essa informação de forma mais rápida e sintética ao setor responsável pela aquisição dos componentes, provendo-lhe maior autonomia e confiabilidade no momento de realizar a compra. Identificou-se, porém, que, apesar de a ferramenta favorecer o processo, tornando-o mais célere, ela depende de uma rotina de atualização dos pesos que podem se modificar com a dinâmica do mercado. Isso exigirá que procedimentos sejam criados na rotina da organização para que atualizações periódicas desta ferramenta sejam realizadas, de forma a torná-la robusta e garantir a confiabilidade e autonomia dos compradores.

Quadro 2 – Matriz de comparação de fornecedores

Critério Preço				
	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C	Prio local
Fornecedor A	1	2	3	53,90%
Fornecedor B	1/2	1	2	29,73%
Fornecedor C	1/3	1/2	1	16,38%
Critério Disponibilidade				
	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C	Prio local
Fornecedor A	1	3	3	60,00%
Fornecedor B	1/3	1	1	20,00%
Fornecedor C	1/3	1	1	20,00%
Critério Prazo de entrega				
	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C	Prio local
Fornecedor A	1	1/2	3	35,00%
Fornecedor B	2	1	2	47,78%
Fornecedor C	1/3	1/2	1	17,22%
Critério Localização				
	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C	Prio local
Fornecedor A	1	3	1	42,86%
Fornecedor B	1/3	1	1/3	14,29%
Fornecedor C	1	3	1	42,86%
Critério Manufatura completa				
	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C	Prio local
Fornecedor A	1	1	1	33,33%
Fornecedor B	1	1	1	33,33%
Fornecedor C	1	1	1	33,33%
Critério Acabamento				
	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C	Prio local
Fornecedor A	1	2	3	53,90%
Fornecedor B	1/2	1	2	29,73%
Fornecedor C	1/3	1/2	1	16,38%

Quadro 3 – Matriz de comparação critério x critério

Ordenação	Fornecedor	Pontuação
1	Fornecedor A	0,48
2	Fornecedor B	0,28
3	Fornecedor C	0,24

Dentre as implicações gerenciais, destacam-se a redução de burocracia na seleção de novos fornecedores, uma vez que estabelecidos os critérios, eles podem ser facilmente aplicados na avaliação das empresas candidatas a fornecimento. O estabelecimento destes critérios e a ferramenta de apoio à tomada de decisão permitem que todos os fornecedores sejam avaliados sob uma mesma perspectiva, o que impede que distorções na avaliação ou o benefício irregular de algum fornecedor possam ocorrer, dando maior confiabilidade e transparência a este processo de seleção. Para os profissionais, esta aplicação é uma importante ferramenta para a tomada de decisão em diversos níveis de indústria, pois possibilita a escolha por características de cada fornecedor, podendo estas características não serem as mesmas dependendo do tipo de produto que a empresa fabrica. Ferramentas que auxiliem nesta tomada de decisão auxiliam a empresa contratante a fazer a escolha do fornecedor que melhor se adequa às suas necessidades.

Considerações finais

O estudo realizado proporcionou a construção de uma ferramenta de apoio à tomada de decisão baseada no AHP para a seleção de fornecedores. A solução de compromisso obtida pela ferramenta permite que o responsável pela aquisição de materiais tenha maiores subsídios no momento de tomar a decisão de encarregar um fornecedor pela fabricação de um determinado componente. Embora tenha sido apresentado apenas um caso de avaliação para itens metálicos, a metodologia aplicada permite a aplicação do AHP para a seleção de fornecedores de outros componentes, exigindo apenas que os critérios e pesos sejam preenchidos de forma a representar a situação destes componentes. O uso deste tipo de ferramenta dá mais autonomia ao decisor, uma vez que a avaliação, não sendo puramente qualitativa, e sim, baseada em parâmetros razoavelmente comparáveis, fazendo com que a confiabilidade da tomada de decisão aumente. A ferramenta proposta foi validada comparando-se fornecedores de um determinado componente metálico. Os fornecedores avaliados passaram por auditorias recentes nos seus processos, que corroboram os resultados obtidos, o que agrega maior confiabilidade a estes resultados.

A ampliação do uso deste tipo de ferramenta permite não só acréscimo de confiabilidade aos processos de avaliação de fornecedores e aquisição de materiais, como também proporcionam uma redução da mão de obra necessária. Uma vez estando estabelecida a ferramenta e todos os operadores devidamente instruídos a respeito do seu uso, a mão de obra necessária para a comparação de fornecedores resume-se à alimentação da ferramenta com as avaliações dos fornecedores e pesos dos critérios. É preciso, porém, ressaltar que o ambiente industrial é dinâmico e que um bom fornecedor poderá se tornar um mal fornecedor se estiver passando por algum problema técnico no seu processo, da mesma forma que um mal fornecedor poderá eventualmente promover melhorias em seu processo. Para que a ferramenta de decisão seja robusta e contemple estas mudanças, uma rotina de reavaliação periódica tanto dos fornecedores quanto dos pesos atribuídos aos critérios por parte dos especialistas da empresa deve ser estabelecida. Para se fazer comparações do desempenho do AHP com outras ferramentas neste tipo de aplicação, sugere-se a avaliação em relação a métodos capazes de lidar de forma melhor com resultados próximos de modo a se obter soluções mais bem definidas. Outro campo de estudo a ser explorado seria a integração deste tipo de ferramenta com outras ferramentas de tomada de decisão. É recomendável que estudos sejam aprofundados também nas boas práticas de avaliação de fornecedores e em métodos que melhor traduzam estas avaliações para os dados de entrada da ferramenta de tomada de decisão.

Referências

- ARAHONOVITZ, M. C. S.; VIEIRA, J. G. V. *Proposta de modelo multicritério para seleção de fornecedores de serviços logísticos. Gepros: Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, v. 9, n. 1, p. 9, 2014.
- BASNET, C.; WEINTRAUB, A. A genetic algorithm for a bicriteria supplier selection problem. *International Transactions in Operational Research*. v. 16, p. 173-187, 2009.
- BASTOS, R. de O. *Proposta de aprimoramento do processo de avaliação e seleção de fornecedores: uma aplicação ao caso do Instituto Federal do Tocantins*. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2016.
- CHAI, J.; LIU, J.N.K.; NGAI, E.W.T. 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.
- CHE, C.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*. n. 55, p. 110-113, 2008.
- CHEN, C.; LIN, C.; HUANG, S. A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management. *International Journal of Production Economics*, v. 102, p. 289-301, 2006.
- DE BOER, L.; WEGEN, L. V. D.; TELGEN, J. Outranking methods in support of supplier selection. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, v. 4, p. 109-118, 1998.
- DOBOS, I.; VÖRÖSMARTY, G. Green supplier selection and evaluation using DEA-type. *International Journal of Production Economics*, v. 157, p. 273–278, 2014.
- DWEIRI, F.; KUMAR, S.; KHAN, S. A.; JAIN, V. Designing an integrated AHP based decision support system for supplier selection in automotive industry. *Expert Systems with Applications*, v. 62, p. 273-283, 2016.
- GIACON, Joice Cavalheiro Ribeiro. *Seleção de fornecedores por Análise de decisão multicritério e otimização combinatória considerando aspectos de logística e sustentabilidade*. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- GOVINDAN, K.; RAJENDRAN, S.; SARKIS, J.; MURUGESAN, P. Multi criteria decision making approaches for green supplier evaluation and selection: a literature review. *Journal of Cleaner Production*, v. 98, p. 66-83, 2015. DOI: 10.1016/j.jclepro.2013.06.046.
- GONZÁLEZ, M. E. et al. Determining the importance of supplier selection process in manufacturing: a case study. *International Journal of Physical Distribution & logistics Management*, v.34, p. 492-504, 2004.
- LIMA JUNIOR, F. R.; CARPINETTI, L. C. R. A comparison between TOPSIS and Fuzzy-TOPSIS methods to support multicriteria decision making for supplier selection. *Gestão & Produção*, v. 22, n. 1, p. 17-34, 2015.
- LIU, J.; DING, F-Y.; LALL, V. Using data envelopment analysis to compare suppliers for supplier selection and performance improvement. *Toronto: an International Journal*, 2000.

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*, v. 202, n. 1, p. 16-24, 2010.

JUNIOR, F. R. L., OSIRO, L., & CARPINETTI, L. C. R. Métodos de decisão multicritério para seleção de fornecedores: um panorama do estado da arte. *Gestão & Produção*, 20, 781-801, 2013.

KAHRAMAN, C.; CEBECI, U.; ULUKAN, Z. Multi-criteria supplier selection using fuzzy. *Logistics Information Management*. v. 16, p 382-304, 2003.

LUTHRA, S.; GONVIDAN, K.; KANNAN, D.; MANGLA, S. K.; GARG, C. P. An integrated framework for sustainable supplier selection and evaluation in supply chains. *Journal of Cleaner Production*, v. 140, p. 1686-1698, 2017.

MARTTUNEN, M.; BELTON, V.; LIENERT, J. Are objectives hierarchy related biases observed in practice? A meta-analysis of environmental and energy applications of Multi-Criteria Decision Analysis. *European Journal of Operational Research*, 2017.

NDUBISI, N. O. et al. Supplier Selection and Management Strategies and Manufacturing Flexibility. *The Journal of Enterprise Information Management*, v. 18, p. 330-349, 2005.

NOKES, S.; SEAN, K. *The definitive guide to project management: the fast track to getting the job done on time and on budget*. Pearson Education: Prentice Hall Financial Times, 2007.

SAATY, T. L. *The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation*. New York: McGraw-Hill, 1980.

SAATY, T. L. *Método de análise hierárquica*. Makrom Books 2 Ed: Rio de Janeiro, 1991.

THRULOGACHANTAR, P.; ZAILANI, S. The influence of purchasing strategies on manufacturing performance. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 22, p. 641-663, 2011.

VIANA, J. C.; ALENCAR, L. H. Metodologias para seleção de fornecedores: uma revisão da literatura. *Produção*. v. 22, n.4, p. 625-636, 2012.

WADHWA, V.; RAVINDRAN, A.R. Vendor selection in outsourcing. *Computers & Operations Research*, v. 34, n.12, p. 3725-3737, 2007.

WANG, W. A fuzzy linguistic computing approach to supplier evaluation. *Applied Mathematical Modelling*, v. 34, p. 3130-3141, 2010.