



Produto & Produção, vol. 21, n.2, p.20-34. 2020

RECEBIDO EM 09/10/2019. ACEITO EM 16/02/2020.

Camila Gaspari Martini

Universidade de Caxias do Sul (UCS), Gerência de Produção, Brasil
cgmartini@ucs.br

Guilherme Bergmann Borges Vieira

Universidade de Caxias do Sul (UCS), Gerência de Produção, Brasil
gbbvieir@ucs.br

Rafael Mozart Silva

Universidade de Caxias do Sul (UCS), Gerência de Produção, Brasil
rafael.mozart@ufrgs.br

Rogério Silva França Jr.

Universidade de Caxias do Sul (UCS), Gerência de Produção, Brasil
rsfranjj@ucs.br

ESTRUTURAÇÃO E APLICAÇÃO DE UM MODELO MULTICRITÉRIO PARA APOIAR A ESCOLHA DE FORNECEDORES INTERNACIONAIS EM UMA EMPRESA DO SETOR METAL MECÂNICO LOCALIZADA NO SUL DO BRASIL

STRUCTURING AND APPLYING A MULTICRITERIAL MODEL TO SUPPORT INTERNATIONAL SUPPLIERS CHOICE IN A MECHANICAL METAL COMPANY LOCATED IN SOUTHERN BRAZIL

Resumo

O processo de seleção de fornecedores vem ganhando força nas últimas décadas, com as empresas sendo pressionadas a buscar parceiros que forneçam produtos de qualidade, com preços competitivos e entregas confiáveis. Para selecionar bons fornecedores, tanto nacionais quanto internacionais, é necessário analisar critérios quantitativos e qualitativos, os quais variam de acordo com as necessidades e características de cada empresa. Inserido nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo estruturar e aplicar um modelo multicritério para auxiliar os gestores de uma empresa do setor metal-mecânico situada no Sul do Brasil no processo de seleção de seus fornecedores internacionais. Os resultados do estudo indicaram o lote mínimo de compra e o *lead time* de ressuprimento como os principais critérios de seleção de fornecedores e permitiram a identificação do fornecedor mais indicado para a empresa.

Palavras-chave: Importação. Seleção de fornecedores. Análise multicriterial. AHP.

Abstract

The supplier selection process has been gaining relevance in the last few decades as companies are pressured to seek out partners that provide products with good quality, competitive prices, and reliable deliveries. In order to select better suppliers, both national and international, it is necessary to analyze quantitative and qualitative criteria, which will vary according to the needs and characteristics of each company. In this context, the present study aimed to structure and apply a multicriteria model to assist the managers of a metal mechanic company located in the South of Brazil in the process of selecting international suppliers. The results of the study indicated the minimum purchase lot and the lead time as the main criteria for selecting suppliers and allowed the identification of the most suitable supplier for the company.

Keywords: *Import. Supplier selection. Multicriterial analysis. AHP.*

1. Introdução.

Com o aumento da competitividade no mercado nacional e internacional, muitas empresas buscam novas formas de reduzir custos, aumentar a qualidade de seus produtos e atender o cliente final da melhor forma. Essa busca está diretamente ligada à escolha de fornecedores qualificados, que ofereçam qualidade e bom serviço. Segundo Alencar, Almeida e Mota (2007), os fornecedores exercem papéis de extrema importância nas empresas, estando diretamente ligados ao seu sucesso. Assim, é necessária a escolha de bons fornecedores, tanto nacionais quanto internacionais, para atenderem às demandas das organizações. Nesse sentido, Martins (2005) relata que a visão estratégica de compras e a escolha de fornecedores complementam a estratégia corporativa de uma organização, agregando valor e competitividade ao produto final.

Escolher de quem comprar, de onde e qual o valor a ser pago por certa mercadoria coloca muitos profissionais em dúvida no momento de elegerem fornecedores para sua empresa. Essa dificuldade também é evidenciada no mercado externo e variáveis como condições de venda (*Incoterms*); tempo de trânsito; transportes; seguros e moedas estrangeiras tornam essa decisão ainda mais complexa.

Baily e Farmer (1979) afirmam que as principais variáveis associadas à escolha do fornecedor (de acordo com a literatura tradicional de compras) são: qualidade, quantidade, preço, tempo e serviço. Além do mais, os autores afirmam que fornecedores são parceiros que podem agregar valor ao produto final.

O processo de seleção de fornecedores internacionais visa o estabelecimento de ações de longo prazo para a compra de itens estratégicos e que tragam diferencial competitivo à organização. Nesse contexto, fatores como prazo de entrega, forma de pagamento, histórico e referências dos fornecedores devem ser levados em consideração no processo decisório para a seleção das fontes de suprimento.

Diante da variedade e complexidade dos fatores a serem considerados na seleção de fornecedores internacionais, pode-se estruturar e aplicar um modelo multicritério para apoiar esse tipo de decisão. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo geral desenvolver um modelo multicritério para auxiliar a escolha de fornecedores internacionais por parte de uma empresa do setor metal-mecânico localizada no sul do Brasil. Para alcançar esse objetivo geral, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos: i) verificar na literatura os principais modelos e variáveis relacionados com a escolha de fornecedores internacionais; ii) propor um modelo de escolha de fornecedores internacionais a ser aplicado na empresa estudada; e iii) aplicar o modelo proposto, relatando os resultados encontrados.

O estudo se justifica pelo fato de que uma parcela significativa dos custos de uma pequena empresa costuma ser destinada à compra de matéria-prima para a fabricação de seus produtos. Nesse sentido, a adequada seleção de fornecedores pode auxiliar a aumentar os lucros das organizações, levando-as ao sucesso desejado.

No entanto, as decisões a respeito da seleção das fontes de suprimentos não são triviais. E essa dificuldade torna-se ainda mais evidente no mercado externo, em que os riscos aumentam em função de diversas variáveis, tais como negociações em outro idioma, processo cambial, diferenças sociais,

econômicas e culturais, estilo de negociação, entre outros aspectos. Em virtude desses fatores, muitas vezes são necessárias ferramentas que auxiliem os compradores na tomada de decisão quanto à escolha de seus fornecedores. Nesse sentido, o presente estudo serve de apoio a profissionais atuantes ou com interesse na área de compras, especialmente no que se refere aos critérios e mecanismos para a seleção de fornecedores internacionais.

2. Referencial Teórico.

A busca por qualidade, boas condições de entrega de produtos e melhorias contínuas na cadeia de suprimentos tem feito com que muitas organizações comecem a aplicar métodos e ferramentas mais sofisticados para o processo de seleção de fornecedores. Nesse contexto, também é importante a correta definição dos critérios de seleção de fornecedores, os quais variam de acordo com a necessidade da empresa e o que ela considera mais relevante na escolha de seus parceiros.

As organizações, cada vez mais seletivas, traduzem as novas exigências de seleção de fornecedores em diferentes fatores de avaliação. Atualmente, além de preço, qualidade, velocidade e confiabilidade de entrega, diversos outros critérios, tangíveis e intangíveis, vêm sendo considerados no processo de seleção de fornecedores, tais como capacidade tecnológica, compromisso, cultura organizacional, histórico de desempenho, dentre outros (VIANA; ALENCAR, 2012).

Viana e Alencar (2012) complementam que é necessário ter, além de fornecedores, parceiros que atendam à empresa, não somente com preços competitivos, porém em todos os aspectos que abrangem o processo de atendimento da demanda. Para complementar, Arnold (1999) afirma que um bom fornecedor é aquele que possuiu tecnologia, capacidade produtiva e eficiência em administrar sua empresa, visando lucros e oferecendo bons preços aos seus clientes.

Para a escolha de fornecedores potenciais, é necessário que o comprador desenvolva um conhecimento prévio sobre o produto que está comprando. Após isso, é feita a pesquisa de mercado e a análise de potenciais fornecedores.

Segundo Martins (2005), cabe à empresa selecionar o leque e a quantidade de fornecedores que ela irá adotar em sua cadeia, seja em forma de fornecedores exclusivos (*single sourcing*), ou de vários fornecedores para uma gama de produtos (*multiple sourcing*). Nas duas formas de suprimento, é possível encontrar vantagens e desvantagens. Quando há mais de um fornecedor, são encontrados melhores preços nos produtos e em transporte, pois há maior competitividade entre eles; ao escolher somente um fornecedor, encontra-se um domínio maior na qualidade e entrega em determinado período.

Antes de uma empresa eleger um ou vários fornecedores, para uma gama de produtos, ela deve eleger fatores pertinentes que apoiem a tomada de decisão final. A seguir são apresentados critérios de escolha de fornecedores citados na literatura de logística e gerenciamento de cadeia de suprimentos.

2.1. Critérios de Escolha de Fornecedores.

A seleção de fornecedores inicia-se com o surgimento de uma necessidade de compra. Após essa etapa, é feita a seleção do fornecedor e a aprovação dessa fonte de fornecimento na empresa. Para isso acontecer, é necessária uma análise que atenda às expectativas esperadas. Oliveira (2010) afirma que a seleção de fornecedores é de extrema importância em uma organização, pois a partir dela é possível garantir a escolha de bons fornecedores que atendam à demanda da empresa e estejam preparados para ser uma boa fonte de fornecimento à mesma.

Ao iniciar a escolha de fornecedores, compradores estabelecem fatores e características que julguem como pré-requisitos a serem atendidos pelos candidatos a participarem da cadeia de suprimento. Esses fatores variam de acordo com o que o comprador compreende como mais relevante no processo decisório.

Para Arnold (1999), existem alguns fatores-base que o fornecedor deve atender, tais como: preço, serviço e qualidade. O autor ainda complementa que há outros fatores que influenciam no processo decisório de fornecedores, tais como: habilidade técnica, capacidade de produção, confiabilidade, serviço de pós-venda e localização da empresa, que também têm extrema importância.

Segundo Baily e Farmer (1979), a decisão da fonte de suprimentos começa com a pesquisa de mercado, localizando bons fornecedores, de acordo com a gama de produtos desejada. Após essa etapa, realiza-se a comparação entre os fornecedores, considerando-se fatores como preços, condições de entrega e relacionamento entre fornecedor e empresa. Os autores complementam que, de acordo com a literatura tradicional, aspectos como qualidade, quantidade, preço, tempo e serviço são os pilares-base na escolha de fornecedores.

Baily et al. (2000) consideram que bons fornecedores possuem algumas características fundamentais, tais como: entregas pontuais, qualidade constante, bom preço, histórico no mercado, bom serviço, apoio técnico a compras, *follow up* completo de pedidos, entre outros. No entanto, existe uma variedade de critérios que pode ser analisada para a escolha da fonte de fornecimento. Cabe ao comprador decidir quais critérios devem ser avaliados e considerados no processo decisório. O Quadro 1 apresenta critérios de seleção de fornecedores encontrados na literatura.

| Critérios | Autores | | | | | | | | TOTAL |
|-----------------------------------|---------|---|---|---|---|---|---|---|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
| Qualidade | x | x | x | x | x | x | x | x | 8 |
| Custo/Preço | x | x | x | x | x | x | x | x | 8 |
| Prazo e Confiabilidade de entrega | x | x | | x | x | | x | | 7 |
| Localização | x | | x | x | | x | | | 4 |
| Capacidade tecnológica | x | x | x | x | | | | x | 5 |
| Histórico | | x | | | | | | x | 2 |
| Serviço agregado | | x | x | x | | | | x | 4 |
| Meio ambiente | | | | | x | x | | x | 3 |

Quadro 1 – Critérios de seleção de fornecedores

Legenda: 1. Vonderembse et al. (1995) apud Pelá (2010); 2. Baily et al. (2000); 3. Arnold (1999); 4. Dickson (1966) apud Weber et al. (1991); 5. Faria (2005); 6. Avila et al. (2012); 7. Chan e Kumar (2007); e 8. Ho, Xu e Dey (2010).

Fonte: os autores.

De acordo com o Quadro 1, os critérios qualidade e preço podem ser considerados os de maior relevância. No entanto, outros critérios também são citados na literatura, tais como prazo e confiabilidade de entrega, capacidade tecnológica e localização da empresa.

Após selecionados e analisados os critérios de escolha de fornecedores, é necessário compilar os dados para chegar ao objetivo proposto. Para isso, podem ser utilizados alguns métodos que auxiliam no processo decisório. No Quadro 2 é possível observar alguns métodos de seleção de fornecedores citados por diferentes autores.

Quadro 2 – Métodos de seleção de fornecedores

| Autores | AHP | Fuzzy | Programação linear | TCO |
|--|----------|----------|--------------------|----------|
| Lima Júnior, Osiro e Ribeiro (2013) | x | x | x | |
| Aissaoui, Haouari e Hassini (2007) | x | x | x | |
| Viana e Alencar (2012) | x | x | x | x |
| Aguezoul e Ladet (2006) apud Pelá (2010) | x | x | x | |
| Hosseini e Barker (2016) | x | x | | |
| Visani et al. (2015) | x | | | x |
| Dogan e Aydin (2011) | x | x | x | x |
| Dweiri et al. (2016) | x | | | |
| Ghodsypour e O'Brien (1998) | x | | x | |
| Total de citações | 9 | 6 | 6 | 3 |

Fonte: os autores.

No Quadro 2, é possível perceber a variedade de métodos que podem ser utilizados para auxiliar a tomada de decisão sobre a escolha de fornecedores. A seguir são caracterizados os principais modelos encontrados na literatura, que são: *Analytic Hierarchy Process* (AHP), *Fuzzy*, Programação Linear e *Total Cost of Ownership* (TCO).

O método *Analytic Hierarchy Process* (AHP), para Visani et al. (2015), é utilizado para auxiliar na tomada de decisões complexas através da comparação paritária de critérios pré-estabelecidos. Com ele, é possível verificar qual opção mais convém para determinada situação.

Já o método *Fuzzy*, de acordo com Zadeh (1965) e Kumar, Vrat e Shankar (2006 apud MOGHADDAM, 2015), é utilizado como mecanismo para auxiliar na tomada de decisão sobre algum assunto, baseado em critérios não tão precisos ou em informações não completas. Govidan et al. (2013 apud KANNAN et al., 2013), apresentam o método *Fuzzy* em um estudo de caso visando à seleção de fornecedores, considerando critérios como sustentabilidade e o ambiente em que as empresas analisadas se encontravam, critérios de difícil mensuração, porém de grande relevância para a organização estudada.

No método *Fuzzy*, é possível avaliar um fornecedor utilizando termos como: bom, ruim, ótimo, péssimo, entre outros. Nesse método, é buscada a solução de problemas com fatores considerados incertos, através de mecanismos como a linguagem, conforme abordado anteriormente (LIMA JÚNIOR; CARPINETTI, 2015).

Já o método de Programação Linear estabelece critérios e atribui a eles pesos conforme sua relevância. Na sequência, os fornecedores são avaliados com base nesses critérios e no fim é verificado qual fornecedor possui somatório maior. (WEBER; CURRENT; BENTON, 1991). A Programação Linear pode ser executada quando “o problema é formulado em uma função matemática objetiva a qual posteriormente é maximizada ou minimizada” (BOER; LABRO; MORLACCHI, 2001 apud VIANA; ALENCAR, 2012).

Pelo método *Total Cost of Ownership* (TCO), segundo Visani et al. (2015), pode-se avaliar a performance do fornecedor a ser selecionado e também analisar as relações entre compradores e fornecedores. Os autores complementam que esse método é utilizado para compreender o verdadeiro custo ao eleger um fornecedor, analisando a cadeia logística como um todo. O TCO compreende a negociação, a análise técnica e avaliação de fornecedores, a gestão de pedidos e gestão da qualidade, logística e processos administrativos (VISANI et al., 2015).

Tendo em vista os métodos de análise multicritério identificados na literatura, foi escolhido o método AHP para auxiliar na seleção de fornecedores internacionais da organização objeto deste estudo. A justificativa de escolha desse método baseia-se em sua aderência às necessidades da organização estudada e no fato de que vários autores recomendam essa técnica para a tomada de decisões multicriteriais (Quadro 2).

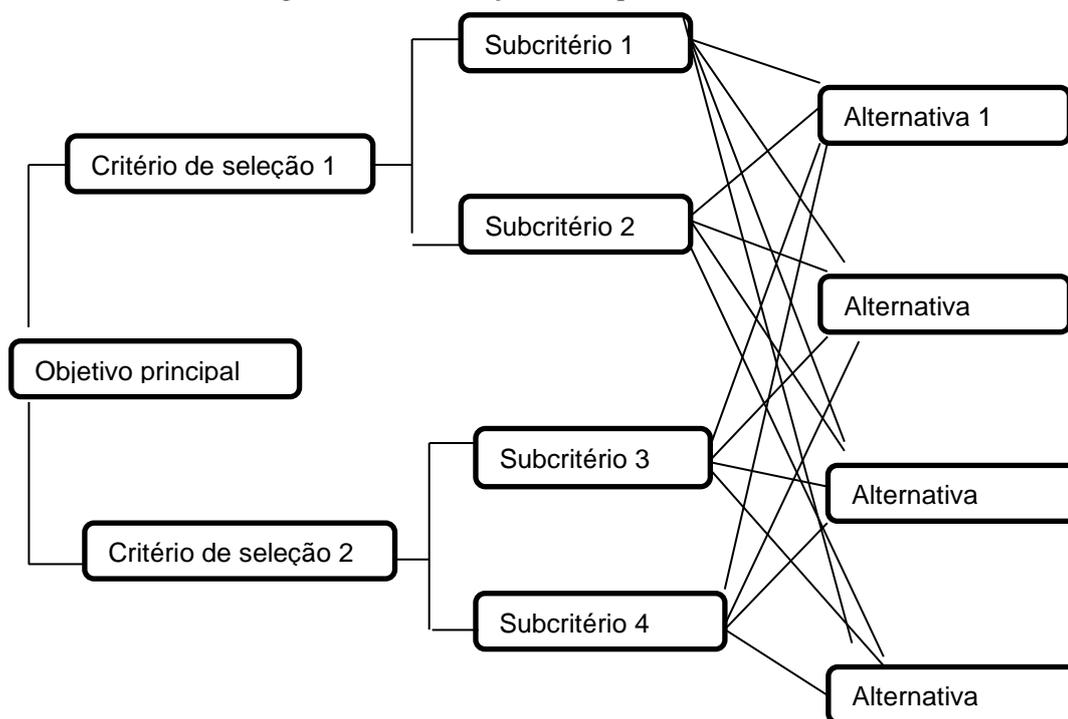
2.2. O método AHP e sua utilização em processos de seleção de fornecedores.

Para selecionar a melhor opção entre os fornecedores apresentados, primeiramente devem ser definidos critérios de seleção que irão atender às necessidades da empresa para, depois, serem comparados os fornecedores nesses critérios. Em função da variedade de critérios e fornecedores, é necessário um método de seleção, que ajude a identificar a melhor opção dentro das apresentadas (VIANA; ALENCAR, 2012). O método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) atende essa necessidade.

O AHP foi criado por Tomas L. Saaty para encontrar soluções para problemas de decisão quando há mais de um critério de escolha a ser considerado. O AHP busca, através do modelo newtoniano e cartesiano de pensar, diluir os problemas em fatores e estes em outros fatores, até alcançar um nível menor, para depois serem sintetizados e analisados os resultados (MARTINS; SOUZA; BARROS, 2009).

Para se utilizar o método AHP na escolha de fornecedores, é necessário aplicar as seguintes etapas (RAJESH; MALLIGA, 2013): i) identificação do produto; ii) denominação dos fornecedores; iii) determinação dos critérios de seleção; iv) preparação da matriz; v) atribuição de pesos aos critérios; vi) cálculo dos resultados; e vii) classificação de fornecedores. O método AHP estrutura o problema em níveis hierárquicos, iniciando pelos objetivos, seguidos por critérios, subcritérios e alternativas (SANTOS; VIAGI, 2009). A Figura 2 apresenta a estrutura hierárquica do modelo AHP.

Figura 2 – Estruturação hierárquica do método AHP



Fonte: Adaptado de Santos e Viagi (2009).

Segundo Kusumawardani e Agintiara (2015), o método AHP auxilia no processo de seleção, baseando-se nos critérios de decisão. Esses critérios são medidos através de números ou por linguagem. Escolhendo o método por números, os critérios podem ser medidos por grau como, por exemplo, 1 (menos importante) até 9 (mais importante).

Para Badea et al. (2014), para a aplicação do método AHP, são utilizados quatro passos principais: i) separar as decisões de forma hierárquica por diferentes elementos; ii) determinar pontos de escala de importância; iii) avaliar a importância de todos os fatores; iv) analisar as informações obtidas. Saaty (2005 apud BADEA et al., 2014) apresenta no Quadro 3 a escala verbal de importância dos fatores para a avaliação de importância e preferência relativa das alternativas.

Quadro 3 – Escala verbal de importância ou preferência relativa

| Valor | Valor verbal para importância dos fatores | Valor verbal para preferência das alternativas |
|-------|---|--|
| 1 | Pouco importante | Igual preferência |
| 2 | Moderadamente importante | Igual à moderada preferência |
| 3 | Moderadamente mais importante | Moderada preferência |
| 4 | Moderadamente muito mais importante | Moderadamente preferido a preferido |
| 5 | Importante | Preferido |
| 6 | Muita importância | Preferido a muito preferido |
| 7 | Forte importância | Muito preferido |
| 8 | Forte a extrema importância | Muito a extremamente preferido |
| 9 | Extremamente importante | Extremamente preferido |

Fonte: Adaptado de Saaty (2005 apud BADEA et al., 2014).

O método AHP pode ser utilizado tanto para dados quantitativos como qualitativos. Através dele, é possível diluir os problemas para facilitar a análise de resultados. Assim, é possível observar o problema como um todo e conseguir melhor resultado. Atualmente, esse método ajuda organizações a

criarem um ambiente mais competitivo e de alinharem objetivos organizacionais (LONGARAY; GOIS; MUNHOZ, 2015).

O método AHP é utilizado em diferentes ramos de negócios. Pode-se citar exemplos como o de Gupta et al. (2015), que aplicou essa técnica para a seleção de empresas na Índia. O estudo de Gupta et al. (2015) buscava decidir qual empresa era a mais sustentável e a menos poluente. A partir dos resultados gerados pelo AHP, foi possível identificar a empresa mais adequada.

Rajesh e Malliga (2013), por sua vez, utilizaram o método AHP para a escolha de fornecedores de peças usinadas de alta pressão. Os autores relatam que esse método auxiliou não somente a escolher fornecedores, mas também a identificar os critérios que um fornecedor deveria ter para fazer parte da cadeia de fornecimentos da empresa analisada.

Mani, Agrawal e Shrama (2014) utilizaram o AHP para a seleção de fornecedores de uma empresa do ramo automotivo. Entre os critérios de análise, foi incluída a sustentabilidade, a qual foi considerada importante para organização estudada.

O método AHP também foi utilizado por Kilincci e Onal (2011) para selecionar o melhor fornecedor de máquinas para lavagem. Conforme comentando pelos autores, a busca por redução de custos, melhora na qualidade de produtos, entre outros fatores, faz com que muitas empresas busquem novas fontes de suprimentos. Essa busca está associada a vários critérios e o AHP pode auxiliar no processo de tomada de decisão.

Percebe-se, portanto, que se encontra na literatura uma grande variedade de estudos utilizando o AHP para auxiliar no processo de seleção de fornecedores, inclusive em setores similares ao da empresa estudada. Essas evidências reforçam a validade da escolha do AHP como técnica de apoio para a seleção de fornecedores internacionais.

3. Método.

Nesta seção é apresentada a caracterização da presente pesquisa, bem como os procedimentos de coleta e análise de dados adotados em sua execução.

3.1. Caracterização da pesquisa.

Há duas abordagens que podem ser utilizadas na construção de pesquisas: abordagens quantitativas e qualitativas. A pesquisa quantitativa baseia-se em dados estatísticos. Já a pesquisa qualitativa busca entender a complexidade de determinado assunto, considerando variáveis que possam contribuir na solução de certos problemas (DIEHL; TATIM, 2004) e tendo como base a experiência de profissionais, observações em ambientes e oportunidades em diversas situações (HELLEBUSCH, 2000 apud MILAN; RIBEIRO, 2003).

As pesquisas também podem ser classificadas como quali-quantitativas ou mistas. Esse tipo de pesquisa difere dos estudos classificados como quantitativos e qualitativos, valendo-se das características de ambos, em maior ou menor grau (PRATES, 2012).

Para a presente pesquisa, optou-se por utilizar o método misto, pois o método AHP engloba as duas abordagens de pesquisa, a quantitativa e a qualitativa. Os aspectos quantitativos podem ser evidenciados em alguns critérios de seleção de fornecedores como, por exemplo, o preço do produto a ser analisado e o prazo de entrega, enquanto os qualitativos podem ser verificados em outros, como o relacionamento entre o fornecedor e a empresa, e a qualidade percebida em relação aos produtos fornecidos. As próximas seções apresentam os procedimentos de coleta e análise de dados utilizados para chegar ao objetivo proposto neste trabalho.

3.2. Procedimentos de coleta de dados.

A partir do tema e do problema apresentado nesta pesquisa, buscaram-se na literatura mecanismos que pudessem ajudar a alcançar o objetivo proposto. Assim, foram analisados métodos que auxiliam no processo de tomada de decisão, tais como AHP, *Fuzzy*, Programação Linear e TCO.

Dentre os métodos citados anteriormente, o AHP mostrou-se o mais adequado para a seleção de fornecedores, pois permite que sejam considerados critérios quantitativos (preço, tempo de entrega,

valor do frete, entre outros) e não qualitativos (qualidade, relacionamento, entre outros) de relevância às organizações.

Para aplicar o método AHP, é necessária uma prévia seleção dos fornecedores e dos critérios de seleção de fornecedores a serem avaliados. Após essa seleção, são feitos os julgamentos da importância relativa de cada critério e da preferência atribuída a cada fornecedor em cada critério. No presente estudo, esses julgamentos foram feitos por um grupo de gestores da empresa envolvidos com o processo de seleção de fornecedores internacionais.

A seleção prévia de fornecedores para esta pesquisa foi feita a partir de uma lista de fornecedores ativos da empresa. Esses fornecedores já foram auditados por auditorias ISO 9000 e possuem histórico de fornecimento com a empresa estudada.

Para a coleta de informações dos fornecedores, foram utilizados formulários estruturados de *Request for Information (RFI)*, *Request for Proposal (RFP)* e *Request for Quotation (RFQ)*, os quais foram enviados por *e-mail* aos fornecedores pré-selecionados. Por meio desses instrumentos, foram coletados dados como referências gerais dos fornecedores a serem analisados (RFI); características dos produtos a serem fornecidos (RFP) e solicitação de cotações dos mesmos (RFQ). Os critérios de seleção de fornecedores foram escolhidos a partir das necessidades da empresa estudada e os formulários utilizados (RFI, RFQ, RFP) permitiram uma coleta de informações padronizada.

Após o envio dos formulários aos fornecedores, os dados foram tabulados e submetidos ao julgamento dos gestores através do método AHP. Os julgamentos foram feitos em conjunto, através de um grupo focal, tomando-se como base a estrutura hierárquica do problema (árvore de decisão), bem como as matrizes para a avaliação dos critérios e do desempenho dos fornecedores em cada critério.

3.3. Procedimentos de análise de dados.

As informações obtidas foram analisadas e os julgamentos foram efetuados pelos gestores com o auxílio do *software* 123AHP. Após os julgamentos, foi possível verificar a importância relativa de cada critério, a preferência atribuída a cada fornecedor em cada critério e o desempenho global de cada fornecedor. A partir desses resultados, foi feita a análise e interpretação dos dados, buscando atingir os objetivos propostos e solucionar o problema de pesquisa estabelecido.

4. Resultados.

Nesta seção são apresentados os resultados obtidos através desta pesquisa, utilizando-se o método AHP para a tomada de decisão.

4.1. Pré-seleção de fornecedores.

Para a aplicação desta pesquisa, foram pré-selecionados quatro fornecedores internacionais de peças forjadas (segmento metal-mecânico) que já possuíam um histórico de transações com a organização estudada. Essas quatro fontes de fornecimento possuem diferentes localizações geográficas. Duas se encontram nos Estados Unidos da América e duas se localizam na China.

Após essa prévia seleção, foi possível iniciar a coleta de dados para escolher a melhor fonte de suprimento desse produto, tendo como base a utilização do método AHP como suporte à tomada de decisão.

4.2. Coleta de dados de fornecedores.

Após pré-selecionados os fornecedores, foi necessário coletar dados dos mesmos para a aplicação do método AHP. Para tanto, foram aplicados os formulários RFI, RFP e RFQ para coletar informações básicas sobre os fornecedores, dados sobre a sua proposta de fornecimento e a cotação completa de uma peça forjada, tendo como base um desenho técnico do produto desejado pela empresa.

Por sigilo empresarial, foi tomada a decisão de nomear os fornecedores por A, B, C e D. Assim, os dados de contato e das empresas analisadas foram ocultados, sendo mantidos apenas os dados referentes às análises dos resultados.

4.3. Utilização do modelo AHP para a tomada de decisão.

Após recebidos todos os formulários preenchidos, foi realizada a análise de dados através do método AHP. Para isso, foi utilizado o *software* 123AHP.

Com as informações em mãos, primeiramente foram elencados os fatores ou critérios a serem levados em consideração para a tomada de decisão sobre a fonte de fornecimento. Na sequência, foram analisados os critérios em pares (combinações binárias) e foram atribuídos graus de importância a cada critério, baseados nas preferências dos gestores da organização. As intensidades dos graus de importância foram definidas em conjunto pelos gestores da empresa, considerando a escala fundamental de Saaty.

4.3.1. Importância relativa dos critérios.

Os critérios foram classificados em quatro dimensões: i) qualidade; ii) preço; iii) logística; e iv) serviços prestados. Cada uma dessas quatro dimensões foi subdividida em critérios a serem avaliados pelos gestores da empresa (Quadro 4). A definição das dimensões consideradas e dos critérios relativos a cada dimensão seguiu as orientações da literatura e as necessidades da empresa analisada, explicitadas pelos gestores.

Para o critério qualidade, inicialmente foi considerada a necessidade da existência de certificação ISO 9001 por parte dos fornecedores. No entanto, como os quatro fornecedores já possuíam essa certificação, esse critério foi retirado da análise. O histórico de fornecimento da empresa também foi levado em consideração. Porém, como nenhum dos fornecedores analisados apresentou histórico negativo de fornecimento à empresa, este aspecto também foi eliminado da avaliação. O fator moeda também foi retirado da análise, pois os quatro fornecedores realizam suas negociações em dólar americano (USD).

Quadro 4 – Pré-seleção dos critérios

| Dimensões | Critérios |
|----------------|--|
| Qualidade | Certificações de auditoria ISO |
| | Histórico da empresa |
| Preço | Preço da mercadoria |
| | Moeda |
| | Modalidade de pagamento |
| | <i>Incoterm</i> |
| | Ferramental |
| | Valor do frete internacional |
| Logística | Lote mínimo |
| | Localização da empresa |
| | Prazo de entrega / confiabilidade de entrega |
| | Embalagem |
| Relacionamento | Serviços prestados |
| | Atendimento do fornecedor |

Fonte: os autores.

Após a prévia análise de todos os fatores que um fornecedor precisaria ter para ser uma possível fonte de fornecimento, os gestores da organização chegaram a um consenso quanto aos critérios que deveriam ser considerados. Foram eles: i) preço; ii) *lead time*; iii) lote mínimo; iv) modalidade de pagamento; v) relacionamento; vi) *Incoterm*; vii) custo do ferramental a ser utilizado na fabricação das peças; vii) frete internacional.

Após a seleção dos critérios, iniciou-se a análise de sua importância. No Quadro 5, é possível verificar a importância atribuída pelos gestores a cada critério em comparações paritárias, conforme é definido no modelo AHP.

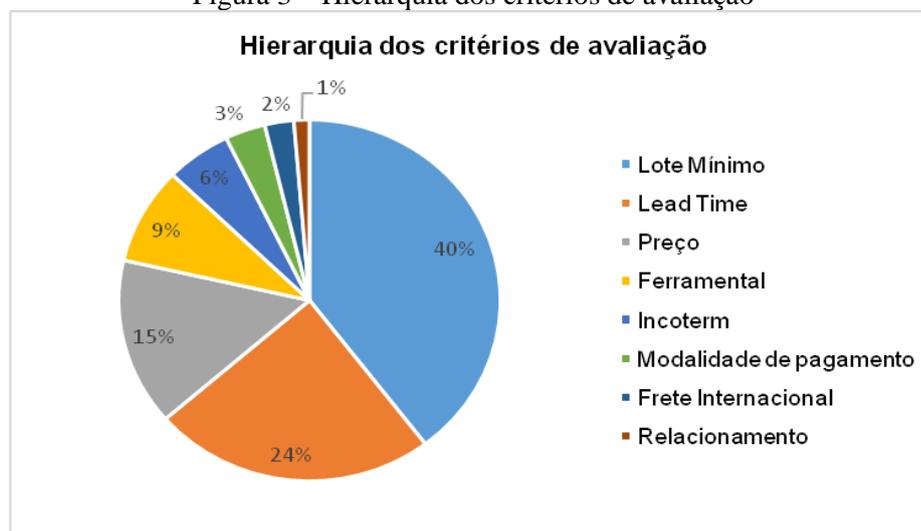
Quadro 5 – Importância dos Critérios

| Importância dos critérios | Preço | Lead time | Lote mínimo | Modalidade de pagamento | Relacionamento | Incoterm | Ferramental | Frete internacional |
|---------------------------|-------|-----------|-------------|-------------------------|----------------|----------|-------------|---------------------|
| Preço | 1 | 1/6 | 1/5 | 8 | 9 | 7 | 5 | 7 |
| Lead time | 6 | 1 | 1/7 | 8 | 8 | 7 | 6 | 7 |
| Lote mínimo | 5 | 7 | 1 | 7 | 7 | 7 | 8 | 6 |
| Modalidade de pagamento | 1/8 | 1/8 | 1/7 | 1 | 7 | 1/6 | 1/6 | 5 |
| Relacionamento | 1/9 | 1/8 | 1/7 | 1/7 | 1 | 1/6 | 1/7 | 1/7 |
| Incoterm | 1/7 | 1/7 | 1/7 | 6 | 6 | 1 | 1/6 | 6 |
| Ferramental | 1/5 | 1/6 | 1/8 | 6 | 7 | 6 | 1 | 5 |
| Frete internacional | 1/7 | 1/7 | 1/6 | 1/5 | 7 | 1/6 | 1/5 | 1 |

Fonte: os autores.

Na Figura 3 é possível verificar os critérios mais importantes para os gestores da organização. Os mesmos são apresentados em percentual, tendo como base os julgamentos apresentados no Quadro 5.

Figura 3 – Hierarquia dos critérios de avaliação



Fonte: os autores.

Após a avaliação da importância dos critérios, foi realizada a análise do desempenho dos fornecedores em cada critério. Os resultados obtidos são apresentados na próxima seção.

4.3.2. Desempenho dos fornecedores em cada critério.

Os resultados gerais da avaliação dos fornecedores em cada critério feita pelos gestores são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Preferência atribuída a cada fornecedor em cada critério

| | Fornecedor A | Fornecedor B | Fornecedor C | Fornecedor D |
|-------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Preço | 0,2299 | 0,0352 | 0,0810 | 0,6540 |
| Lead time | 0,3000 | 0,3000 | 0,1000 | 0,3000 |
| Lote mínimo | 0,0324 | 0,7161 | 0,1062 | 0,1453 |
| Modalidade de pagamento | 0,2128 | 0,0445 | 0,6595 | 0,0833 |
| Relacionamento | 0,2500 | 0,2500 | 0,2500 | 0,2500 |
| Incoterm | 0,2500 | 0,2500 | 0,2500 | 0,2500 |
| Ferramental | 0,2049 | 0,1395 | 0,0545 | 0,6011 |
| Frete internacional | 0,0413 | 0,0888 | 0,2397 | 0,6302 |

Fonte: os autores.

Anteriormente, levando em consideração os julgamentos feitos pelos gestores da empresa, verificou-se que os fatores: lote mínimo, *lead time* e preço são os que mais possuem importância para a organização estudada (seção 4.3.1). Esses critérios receberam o maior grau de importância na análise do AHP e, como consequência, maior peso na análise dos resultados gerais. Na Figura 4, é possível observar o *ranking* dos fornecedores avaliados pelos gestores, considerando a importância (peso) de cada critério, apresentada na seção anterior, e o grau de preferência atribuído a cada fornecedor em cada critério (Tabela 1).

Figura 4 – *Ranking* dos fornecedores avaliados pelos gestores



Fonte: os autores.

Com base nos critérios analisados, o fornecedor B foi o que apresentou a maior preferência atribuída pelos gestores. Esse fornecedor tem o menor lote mínimo e o menor *lead time* entre os fornecedores analisados. Nos demais fatores, ele não é a melhor opção de fornecimento, porém, de acordo com as preferências da empresa e a análise dos resultados, ele se apresenta como a melhor fonte de fornecimento para a peça forjada desejada pela empresa.

4.3.3. Considerações gerais sobre a utilização do AHP e a validade dos julgamentos.

O método AHP mostrou-se relevante na análise dos dados dos fornecedores. O mesmo facilitou a visualização e a comparação dos aspectos qualitativos, que possuem difícil mensuração. Esse método auxiliou os gestores a tomarem a melhor decisão a partir de suas preferências e considerando os critérios que julgavam mais importantes para a organização estudada. Esse mecanismo foi aceito pela empresa e orientou o processo de seleção de fornecedores. Os julgamentos foram válidos, pois basearam-se em históricos e em dados recebidos dos fornecedores, conforme as solicitações de informações enviadas pela empresa.

No entanto, cabe salientar que alguns julgamentos apresentaram índices baixos de consistência, devido aos graus de preferência ou importância serem exageradamente fortes ou fracos em determinados critérios comparados a outros. Porém, ao analisar o resultado geral, nota-se um nível de consistência adequado, conforme os parâmetros indicados por Saaty.

5. Conclusões.

Atualmente, empresas que atuam no mercado externo, seja por venda, seja por compra, buscam diferentes mecanismos para aumentar sua competitividade. Nesse contexto, a seleção das fontes de suprimentos mais indicadas é um dos aspectos passíveis de aprimoramento por parte das organizações. Essa seleção é tarefa complexa, que exige conhecimento em diversas áreas, tais como características técnicas do produto, questões logísticas, aspectos de negociação, entre outros. Com a presente pesquisa, foi possível analisar alguns critérios que devem ser levados em consideração ao selecionar fornecedores internacionais.

Com esses critérios pré-selecionados com base na literatura e submetidos à avaliação dos gestores, foi possível definir um conjunto de fatores importantes para a seleção de fornecedores internacionais. O método AHP ajudou a quantificar critérios que antes eram não mensuráveis e a eleger, entre quatro possíveis opções, a melhor fonte de suprimentos para a empresa.

Selecionar bons fornecedores é fundamental para garantir a qualidade nos produtos e fazer com que a cadeia de suprimentos de uma empresa funcione da melhor forma possível. No final deste estudo, por meio do método AHP, foi possível chegar a uma única fonte de suprimentos para a empresa analisada (fornecedor B), tendo como base os julgamentos feitos por gestores por ela indicados. A partir dessa escolha, a empresa aprofundar o relacionamento com o fornecedor selecionado, gerando uma relação de benefícios mútuos orientada a longo prazo.

5.1. Implicações Gerenciais.

Este estudo promoveu discussões sobre como eleger uma boa fonte internacional de suprimentos. Na conclusão da pesquisa, foi possível identificar os fatores considerados na seleção de fornecedores de maior importância para a empresa. Os mecanismos de coleta de dados como RFI, RFQ e RFP também foram incorporados pela organização para nortear o processo de seleção de fornecedores. Com esses mecanismos, é possível padronizar a coleta de informações e decidir quais delas devem ser levadas em consideração no processo decisório.

A utilização do método AHP por meio deste trabalho foi o ponto de partida para uniformizar o processo de seleção de fornecedores internacionais na empresa estudada. Sendo assim, este trabalho, além de auxiliar em futuros processos de escolha de fornecedores, também será útil na definição de aspectos a serem analisados na auditoria de desempenho dos mesmos.

5.2. Limitações da pesquisa.

O método AHP possui algumas limitações que foram identificadas no decorrer da pesquisa. Uma delas é referente aos julgamentos. Caso esses julgamentos não sejam feitos adequadamente, os resultados poderão ficar comprometidos, induzindo a erros ou má interpretação de dados.

Graus de importância ou preferência muito fortes ou muito fracos dados aos critérios podem gerar inconsistência em algumas análises, impactando os resultados. Isso sugere a necessidade de

capacitação prévia dos decisores para o uso do AHP, visando minimizar o potencial de erros decorrentes de julgamentos inconsistentes.

5.3. Sugestões para estudos futuros.

Uma sugestão para estudos futuros baseia-se na análise dos custos de importação que envolvem cada uma das fontes de fornecimento, considerando-se diferentes alternativas logísticas e também os impostos e algumas taxas incidentes no processo de importação em cada local de nacionalização das cargas.

Na presente pesquisa foram selecionadas três pessoas para fazer os julgamentos dos critérios e dos possíveis fornecedores internacionais. Sugere-se, em estudos futuros, incluir mais profissionais no processo de seleção das fontes de fornecimento, oriundos de diferentes áreas da empresa, bem como avaliar as diferenças de percepção das pessoas de cada uma dessas áreas.

Referências

ALENCAR, Luciana Hazin; ALMEIDA, Adiel Teixeira de; MOTA, Caroline Maria de Miranda. Sistemática proposta para seleção de fornecedores em gestão de projetos. *Gestão e Produção*, v. 14, n. 3, p. 477-487, 2007.

ARNOLD, J. R. Tony. *Administração de materiais: uma introdução*. São Paulo: Atlas, 1999.

AISSAOUI, Najla; HAOUARI, Mohamed; HASSINI, Elkafi. Supplier selection and order lot sizing modeling: A review. *Computers and Operations Research*, v. 34, n. 12, p. 3516-3540, 2007.

ÁVILA, Paulo; MOTA, Alzira; PIRES, António; BASTOS, João; PUTNIK, Goran; TEIXEIRA, Joana. Supplier's Selection Model based on an Empirical Study. *Procedia Technology*, v. 5, p. 625-634, 2012.

BADEA, Andra; PROSTEAN, Gabriela; GONÇALVES, Gilles; ALLAOUI, Hamid. Assessing Risk Factors in Collaborative Supply Chain with the Analytic Hierarchy Process (AHP). *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 124, p. 114-123, 2014.

BAILY, Peter; FARMER, David. *Compras: princípios e técnicas*. São Paulo: Saraiva, 1979.

BAILY, Peter; FARMER, David; JESSOP, David; JONES, David. *Compras: princípios e administração*. São Paulo: Atlas, 2000.

CHAN, Felix T. S.; KUMAR, Niraj. Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP-based approach. *Omega*, v. 35, p. 417-431, 2007.

DIEHL, Astor Antônio; TATIM, Denise Carvalho. *Pesquisa em ciências sociais aplicadas: métodos e técnicas*. São Paulo: Pearson, 2004.

DOGAN, Ibrahim; AYDIN, Nezir. Combining Bayesian Networks and Total Cost of Ownership method for supplier selection analysis. *Computers & Industrial Engineering*, v. 61, p. 1072-1085, 2011.

DWEIRI, Fikri; KUMAR, Sameer; KHAN, Sharfuddin Ahmed; JAIN, Vipul. Designing an integrated AHP based decision support system for supplier selection in automotive industry. *Expert Systems with Applications*, v. 62, p. 273-283, 2016.

FARIA, Pedro Oliveira de. *Crítérios para a seleção de fornecedores: uma análise das práticas de grandes empresas industriais do Estado do Espírito Santo*. 2005. 126 f. Monografia (Especialização) – Curso de Engenharia de Produção, Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara D'Oeste,

2005. Disponível em:

<https://www.unimep.br/phpg/bibdig/pdfs/docs/26052015_144215_pedrooliveiradefaria_ok.pdf>. Acesso em: 22 set. 2016.

GHODSYPOUR, S. H.; O'BRIEN, C. A decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming. *International Journal of Production Economics*, Nottingham, v. 56-57, p. 199-212, 1998.

GUPTA, Sumit; DANGAYACH, G. S.; SINGH, Amit Kumar; RAO, P. N. Analytic Hierarchy Process (AHP) Model for Evaluating Sustainable Manufacturing Practices in Indian Electrical Panel Industries. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, v. 189, p. 208-216, 2015.

HOSSEINI, Seyedmohsen; BARKER, Kash. A Bayesian network model for resilience-based supplier selection. *International Journal of Production Economics*, v. 180, p. 68-87, 2016.

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.

KANNAN, D.; KHODAVERDI, R.; OLFAT, L.; JAFARIAN, A.; DIABAT, A. Integrated fuzzy multi criteria decision making method and multi-objective programming approach for supplier selection and order allocation in a green supply chain. *Journal of Cleaner Production*, v. 47, p. 355-367, 2013.

KILINCCI, Ozcan; ONAL, Suzan Asli. Fuzzy AHP approach for supplier selection in a washing machine company. *Expert Systems with Applications*, v. 38, n. 8, p. 9656-9664, 2011.

KUSUMAWARDANI, Renny Pradina; AGINTIARA, Mayangsekar. Application of Fuzzy AHP-TOPSIS Method for Decision Making in Human Resource Manager Selection Process. *Procedia Computer Science*, v. 72, p. 638-646, 2015.

LIMA JUNIOR, Francisco Rodrigues; CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. Uma comparação entre os métodos TOPSIS e Fuzzy-TOPSIS no apoio à tomada de decisão multicritério para seleção de fornecedores. *Gestão & Produção*, v. 22, n. 1, 2015.

LIMA JUNIOR, Francisco Rodrigues; OSIRO, Lauro; RIBEIRO, Luiz Cesar. Métodos de decisão multicritério para seleção de fornecedores: um panorama do estado da arte. *Gestão & Produção*, v. 20, n. 4, 2013.

LONGARAY, André Andrade; GOIS, João de Deus Rodrigues; MUNHOZ, Paulo Roberto da Silva. Proposal for using AHP Method to Evaluate the Quality of Services Provided by Outsourced Companies. *Procedia Computer Science*, v. 55, p. 715-724, 2015.

MANI, V; AGRAWAL, Rajat; SHARAMA, Vinay. Supplier selection using social sustainability: AHP based approach in India. *International Strategic Management Review*, v. 2, p. 98-112, 2014.

MARTINS, Cristiano Souza; SOUZA, Daniela de Oliveira; BARROS, Magno da Silva. O uso do método de análise hierárquica (AHP) na tomada de decisões gerenciais – um estudo de caso. *XLI SBPO - Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, p. 1778-1788, 2009. Disponível em: <<http://www2.ic.uff.br/~emitacc/AMD/Artigo 4.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2016.

MARTINS, Rodrigo Carsalade. Estratégia de compras na indústria brasileira de higiene pessoal e cosméticos: um estudo de casos. 2005. 124 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Administração, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <http://www.coppead.ufrj.br/upload/publicacoes/Rodrigo_Martins.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2016.

MILAN, Gabriel Sperandio; RIBEIRO, José Luis Duarte. A influência do departamento de pós-vendas na retenção de clientes: um estudo qualitativo em uma empresa de medicina de grupo. 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/gp/v10n2/a06v10n2.pdf>>. Acesso em: 16 maio 2016.

MOGHADDAM, Kamran S. Fuzzy multi-objective model for supplier selection and order allocation in reverse logistics systems under supply and demand uncertainty. *Expert Systems with Applications*, v. 42, p. 6237-6254, 2015.

OLIVEIRA, Milena Barroso de. Consumo lean na cadeia de suprimentos de uma empresa de dispositivos médicos. 2010. 49 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2010. Disponível em: <http://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2010_3_Milena.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2016.

PELÁ, Vânia Rodrigues. Estudo sobre o processo de seleção de fornecedores em um segmento da cadeia automotiva. 2010. 105 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010. Disponível em: <www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/.../tce.../Pela_Vania_Rodrigues.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2016.

PRATES, Jane Cruz. O método marxiano de investigação e o enfoque misto na pesquisa social: uma relação necessária. *Textos & Contextos*, Porto Alegre, v. 11, p. 116-128, jun. 2012.

RAJESH, G.; MALLIGA, P. Supplier Selection Based on AHP QFD Methodology. *Procedia Engineering*, v. 64, p. 1283-1292, 2013.

SANTOS, Reinaldo Fagundes dos; VIAGI, Arcione Ferreira. Uso do método AHP (analytic hierarchy process) para otimizar a cadeia de suprimentos durante o desenvolvimento integrado de produtos. In: XII SIMPOI – Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais, São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.simpoi.fgvsp.br/arquivo/2009/artigos/E2009_T00337_PCN85503.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2016.

VIANA, Joana Coelho; ALENCAR, Luciana Hazin. Metodologias para seleção de fornecedores: uma revisão da literatura. *Production*, v. 22, n. 4, 2012.

VISANI, Franco; BARBIERI, Paolo; DI LASCIO, F. Marta L.; RAFFONI, Anna; VIGO, Daniele. Supplier's total cost of ownership evaluation: a data envelopment analysis approach. *Omega*, v. 61, p. 141-154, 2015.

WEBER, Charles A.; CURRENT, John R.; BENTON, W.C. Vendor selection criteria and methods. *European Journal of Operational Research*, v. 50, p. 2-18, 1991.

ZADEH, L. A. Fuzzi sets. *Information and Control*, Berkley, v. 8, n. 3, p. 338-353, 1965.