



APLICAÇÃO DO MÉTODO ADITIVO COM VETO NO PROCESSO DE PRIORIZAÇÃO DE FORNECEDORES: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DE CONFECÇÕES

Lorena Vieira Braz Santos

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE/CAA
Rodovia BR 104, S/N, Km 59, Nova Caruaru, Caruaru – PE
lorena_vbs@hotmail.com

Ramon Swell Gomes Rodrigues Casado

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE/CAA
Rodovia BR 104, S/N, Km 59, Nova Caruaru, Caruaru – PE
ramonswell.grc@gmail.com

Edinalva Nogueira de Carvalho

edinalvaproducao@gmail.com

Lúcio Camara e Silva

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE/CAA
Rodovia BR 104, S/N, Km 59, Nova Caruaru, Caruaru – PE
luciocsilva@gmail.com

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo propor o aprimoramento da priorização de fornecedores em uma empresa do setor de confecções, através da aplicação da análise multicritério, utilizando como base a abordagem do método aditivo com veto. Para a estruturação desse estudo foi utilizada como metodologia uma adaptação da proposta de Almeida [2013b] para resolução de problemas de decisão. Através dos resultados obtidos, foi possível demonstrar a eficiência do método utilizando o veto para a ordenação dos fornecedores, quando comparado com abordagens tradicionais, visto que conseguiu-se penalizar alternativas que não correspondiam às preferências do decisor.

PALAVRAS CHAVE. Seleção de Fornecedores. Análise multicritério. Aditivo com Veto.

Tópicos: L&T – Logística e Transportes; OA – Outras aplicações em PO;
AD&GP - PO na Administração & Gestão da Produção.

ABSTRACT

This article aims to propose the improvement of the prioritization of suppliers in a clothing company, through the application of the multicriteria analysis, using as basis the approach of the additive method with veto. For the structuring of this study was used as methodology an adaptation of the proposal of de Almeida [2013b] to solving decision problems. Therefore, through the results obtained, it was possible to demonstrate the efficiency of the method using the veto for the ordering of the suppliers, when compared to traditional approaches, since it was possible to penalize alternatives that did not correspond to the preferences of the decision maker.

KEYWORDS. Suppliers Selection. Multicriteria analysis. Additive-Veto.

Paper topics: L&T – Logistics and Transport; OA – Other applications in OR;
AD & GP - OR in Administration & Production Management.



1. Introdução

Devido ao crescimento da globalização dos mercados, as empresas acabaram deixando de concorrer apenas entre elas e passaram a competir em um patamar mais complexo, envolvendo cadeias de suprimentos. Nesse sentido, para garantir uma melhor gestão, visando estabelecer uma cadeia mais efetiva, uma das tarefas fundamentais refere-se à identificação estratégica de fornecedores [Bozarth e Handfield 2008; Liao e Kao 2011]. Entretanto, Lima Junior et al. [2013] consideram a seleção dos fornecedores o fator mais crítico para a gestão da cadeia de suprimentos, pois apresenta influência direta no desempenho organizacional.

Desta forma, a escolha correta dos fornecedores proporciona maior desempenho das empresas [Thrulogachantar e Zailani 2011], através da flexibilidade dos sistemas de produção, da qualidade dos produtos [Ndubisi et al. 2005], dentre outros. Com isso, ocasionando uma maior satisfação dos clientes finais.

Neste caso, as empresas acabam sendo mais seletivas e exigentes na forma como avaliam e comparam os diferentes candidatos à potenciais fornecedores. Dessa forma, intensifica-se a busca por técnicas capazes de balancear e agregar adequadamente os diferentes aspectos envolvidos nessa abordagem, no intuito de simplificar e facilitar o processo seletivo [Viana e Alencar 2012; Arahonovitz e Vieira 2014].

Nesse contexto, a relevância desse processo torna-se cada vez mais complexo em razão da quantidade, natureza (qualitativos e quantitativos) e importância relativa dos critérios considerados [Viana e Alencar 2012]. Assim, para que a escolha dos fornecedores ocorra de forma apropriada, aumentando a eficiência e eficácia dos resultados, é necessário a utilização da Análise de Decisão Multicritério (MCDA, acrônimo em inglês para *Multi-Criteria Decision Analysis*) [Deng e Chan 2011].

A MCDA abrange um vasto conjunto de métodos que auxiliam o decisor a tomar decisões mais fundamentadas a partir de sua estrutura de preferências, a qual está associada as consequências do problema de decisão. Assim torna-se possível avaliar as alternativas sob a influência de múltiplos critérios, que muitas vezes são conflitantes entre si [de Almeida 2013b].

No que diz respeito a literatura, segundo Lima Júnior et al. [2013], várias metodologias vêm sendo usadas para apoiar a seleção de fornecedores com base na MCDA, o que reflete a relevância do tema. Dentre essas metodologias, os mesmos autores destacam as seguintes abordagens como as 5 (cinco) mais utilizadas dentre todos os métodos identificados em seu estudo: 1) Lógica *Fuzzy*; 2) Método Analítico Hierárquico (*Analytic Hierarchy Process - AHP*); 3) Método Analítico de Redes (*Analytic Network Process - ANP*); 4) Programação multiobjetivo; 5) Análise por Envoltório de Dados (*Data Envelopment Analysis - DEA*).

Com base no que Lima Júnior et al. [2013] expõe, percebe-se a baixa utilização da abordagem dos métodos de critério único de síntese na problemática de seleção de fornecedores, por este motivo, o presente artigo tem como objetivo propor o aprimoramento da priorização de fornecedores através da aplicação da MCDA, utilizando como base a referida abordagem, com ênfase no emprego do método aditivo com veto, tendo como ambiente de aplicação uma empresa do setor de confecções. A escolha do respectivo método foi realizada em função de alguns fatores, tais como: o contexto considerado; as informações disponíveis; a racionalidade requerida; a estrutura de preferências do decisor; e a problemática escolhida.

Com relação ao método aplicado nesse estudo, o mesmo tem demonstrado ser um mecanismo adequado para priorização (ordenação), como se observa nos seguintes estudos: de Almeida [2013a], Lima et al. [2016], Lopes et al. [2016] e Paula e Campos [2016].

Este artigo está estruturado em 5 seções. Na seção 2 serão abordados aspectos relacionados ao tema seleção de fornecedores, análise de decisão multicritério e ao método de agregação aditivo com veto, respectivamente. Na seção 3 será apresentada a estruturação do problema em estudo, enquanto que na seção 4 são apresentados e analisados os resultados obtidos com a aplicação do método escolhido. Na seção 5 são feitas as considerações finais a respeito do estudo realizado.

2. Referencial teórico



2.1. Seleção de fornecedores

A seleção de fornecedores é definida por Nokes e Sean [2007] como um processo no qual os fornecedores são avaliados e posteriormente selecionados, para constituir a cadeia de suprimentos de uma organização. Fornecedores têm exercido grande parcela no desenvolvimento de uma organização, pois apresentam papel fundamental na geração de vantagem competitiva, uma vez que suas ações influenciam de forma direta no desempenho organizacional [Jabbour e Jabbour 2009]. Sendo assim, diante dos efeitos que fornecedores exercem sobre o desempenho tanto da organização de forma individual, como da cadeia de suprimentos, estes vêm recebendo grande atenção [Chai et al. 2012].

Na visão de Sanayei et al. [2010] o problema de seleção de fornecedores, afeta diversas áreas das organizações, uma vez que corresponde a um dos principais processos a montante da cadeia. Desta forma, a seleção adequada é enfatizada por Kara [2011] como uma forma de reduzir os custos, o lead time e maximizar a satisfação dos clientes. Diante desse fato, Ha et al. [2011] enfatizam que este tipo de relacionamento ocasiona vários benefícios, o que provem valor agregado à cadeia.

Entretanto, Castro et al. [2009] salientam que o processo decisório pode ser complexo, mediante a natureza, a diversidade dos produtos/serviços e as oscilações da demanda, o que se torna essencial realizar uma análise considerando a dimensão da base de fornecedores, o relacionamento com os fornecedores e a situação de compra.

Diante dessa complexidade, a seleção de fornecedores baseada em apenas um critério vem se tornando uma prática cada vez menos presente, já que pode proporcionar um processo de seleção ineficaz [Kerkfeld e Hartmann 2012]. Sendo assim, tem-se buscado meios para auxiliar e tornar mais eficiente o processo de escolha.

Neste sentido, Mahdi et al. [2002] ressaltam que é necessário considerar um conjunto de critérios. Com isso, o processo de seleção de fornecedores torna-se capaz de selecionar os fornecedores que agrupem propriedades adequadas a organização [Viana e Alencar 2012].

Portanto, Lima Junior et al. [2013] destacam que esse processo de seleção, por apresentar diversos critérios que influenciam na tomada de decisão, é caracterizado como um problema de decisão multicritério o que pode proporcionar resultados mais eficazes.

2.2 Análise de Decisão Multicritério (MCDA)

Para de Almeida [2013b] um problema de decisão multicritério refere-se a uma situação quando se tem mais de uma opção para se escolher, considerando que esta decisão é conduzida pelo anseio de atender a múltiplos objetivos que em sua maioria são conflitantes.

Por este modo, a abordagem MCDA, tem o intuito de auxiliar esse processo de decisão, através de uma sugestão mais apropriada, na qual considera os valores do decisor [Gomes et al. 2006]. Em consonância, Vincke [1992] enfatiza que em problemas de decisão não há uma solução ótima, e sim uma recomendação mais adequada avaliando as preferências do decisor.

Com relação a abrangência da MCDA, vários métodos já foram desenvolvidos para o apoio de problemas de decisão com múltiplos objetivos, sendo que na literatura comumente eles são classificados como: i) Métodos de critério único de síntese, que agregam os critérios em um único critério de síntese; ii) Métodos de sobreclassificação, que correspondem aos que apresentam comparações par a par; iii) Métodos interativos, que permitem uma fonte de informações extras sobre as preferências do decisor [Vincke 1992; Roy 1996].

Para o processo de decisão, tem-se inicialmente que classificar o tipo de problema, a partir da forma como o decisor deseja ter uma posição comparativa sobre o conjunto de alternativas [de Almeida 2013b]. Sendo assim, Roy [1996] apresenta uma classificação, na qual o resultado pretendido pode ser identificado entre 4 (quatro) tipos de problemáticas: i) Problemática (P. α) ou de Escolha; ii) Problemática (P. β) ou de Classificação; iii) Problemática (P. γ) ou de Ordenação; iv) Problemática (P. δ) ou de Descrição.



Logo, percebe-se que os métodos multicritério se aplicam a uma diversidade de problemas, com destaque para os relacionados com a seleção de fornecedores, visto que se configura como uma das atividades mais críticas para o estabelecimento de uma cadeia de suprimentos efetiva [Chen et al. 2006].

Em uma explanação da literatura realizada por Lima Junior et al. [2013], foram identificados alguns estudos que relacionam o problema de seleção de fornecedores e métodos multicritérios, mostrando assim um panorama desses dois temas. Neste estudo, conferiu-se que as abordagens baseadas na teoria dos conjuntos fuzzy compõem o método MCDA mais utilizado, seguido dos métodos ANP, Algoritmo genético e DEA, para posteriormente, situar-se o AHP, PROMETHEE, TCO e Programação inteira mista.

2.2.1. Método de agregação aditivo com veto

O modelo aditivo representa um dos métodos de critério único de síntese, o qual agrega as avaliações das alternativas em uma única função valor global e seleciona a alternativa que apresentar o maior valor global $v(a)$. Entretanto, de Almeida [2013a] enfatiza que há algumas situações em que o decisor não anseia uma alternativa que apresente um desempenho muito baixo em determinado critério, o que tornaria inapropriado às suas preferências.

Dessa forma, o modelo aditivo, diante do efeito compensatório entre os critérios pode causar diversos conflitos, por sugerir alternativas indesejáveis cujo desempenho está abaixo de um certo nível, considerado como o maior problema deste método [Turet e Daher 2015].

Neste sentido, visando minimizar este efeito [de Almeida 2013a] propõe a inclusão de um veto nas alternativas que estejam fora dos limiares máximos e mínimos, os quais são definidos pelo decisor para um dado critério. Para determinar o nível de veto, deve-se estabelecer o limite sobre o desempenho das alternativas para cada critério, onde este limite pode ser identificado por 2 (dois) limiares, o limiar superior (u_i) e o limiar inferior (l_i) [de Almeida 2013b].

Para de Almeida [2013b] o limiar superior (u_i), corresponde ao valor mínimo de desempenho aceitável para o decisor, o qual uma alternativa deverá obter. Sendo assim, uma alternativa que apresente desempenho igual ou superior a este, não sofrerá nenhuma ação, devendo ser aceita; o limiar inferior (l_i), consiste no valor máximo de desempenho, onde uma alternativa com o valor igual ou abaixo deste valor, não será aceita, independente do desempenho em outros critérios.

No entanto, para a implementação do veto de Almeida [2013a] desenvolveu a função veto $Z_i(a)$ para dado critério (i), conforme a Equação 1.

$$Z_i(a) = \begin{cases} 0, & \text{se } v_i(a) \leq l_i \\ 1, & \text{se } v_i(a) \geq u_i \\ \frac{v_i(a) - l_i}{u_i - l_i} & \text{se } l_i < v_i(a) < u_i \end{cases} \quad (1)$$

Uma alternativa terá função veto com valor 0, se o desempenho em determinado critério for menor ou igual que o limiar inferior; se o desempenho for maior ou igual que o limiar superior, a função terá valor 1; e quando o desempenho em determinado critério se encontrar entre o limiar inferior (l_i) e superior (u_i), a função veto ficará entre 0 e 1.

O método aditivo com veto, segundo de Almeida [2013a] contempla na sua estrutura 2 (dois) tipos de problemáticas, a problemática da escolha e a problemática de ordenação. Para a problemática de ranking (ordenação), a função veto deve rejeitar a posição da alternativa vetada no processo de ordenação. Uma função veto ponderada $r_i(a)$ para cada alternativa é aplicada que é dada conforme Equação 2.

$$r_i(a) = z_i(a)k_i \quad (2)$$

A partir das funções ponderadas, obtidas pela Equação 2, essas são agregadas para formar o índice de veto ponderado $r(a)$, como pode-se observar na Equação 3.

$$r(a) = \sum_{i=1}^n r_i(a) \quad (3)$$

Então, este índice é agregado ao modelo aditivo com veto de acordo com a Equação 4.



$$v'(a) = r(a) \sum_{i=1}^n k_i v_i(a) \quad (4)$$

3. Estruturação da proposta

Como o problema de seleção de fornecedores, assim como outros problemas envolve a decisão sobre um conjunto de alternativas, as quais são oriundas do mercado específico do setor, percebe-se a necessidade de avaliar essas alternativas segundo múltiplos aspectos, por este modo, a abordagem MCDA mostra-se mais indicada para esse tipo de situação.

Nesse sentido, para a estruturação desse estudo foi utilizada como metodologia uma adaptação da proposta de Almeida [2013b] para resolução de problemas de decisão, conforme o framework apresentado na Figura 1.

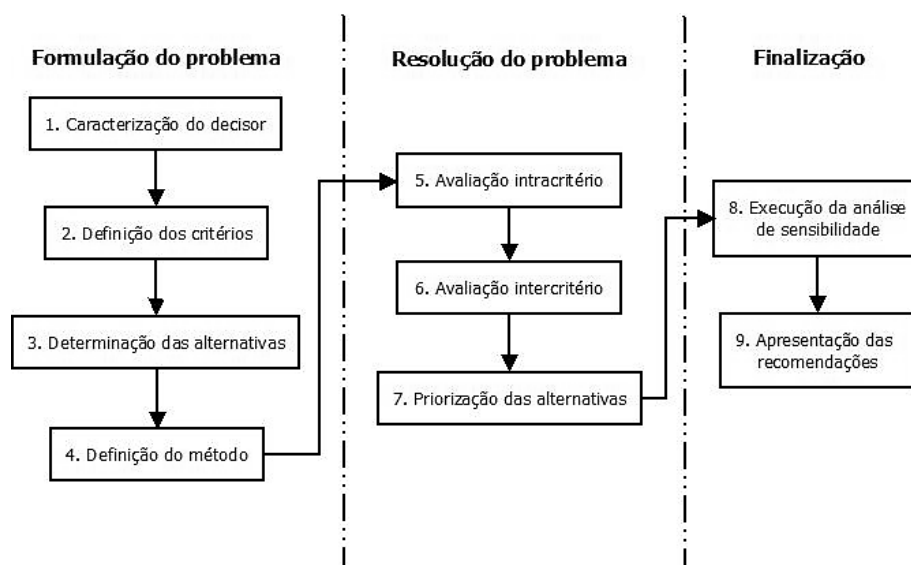


Figura 1 – Framework da estruturação do procedimento de decisão em estudo

Fonte: Adaptado de Almeida [2013b]

O procedimento para a resolução deste problema de decisão é composto por 3 (três) fases principais – Formulação do problema, Resolução do problema e Finalização – seguindo a sequência indicada no framework.

Na primeira fase, tem-se 4 (quatro) etapas preliminares, nas quais são estruturadas as informações básicas para formulação do problema, que podem influenciar diretamente o delineamento do procedimento de decisão.

Já na segunda fase, a qual é dividida em 3 (três) etapas, tem-se a resolução do problema propriamente dito, mediante a aplicação do método escolhido e a geração das propostas de recomendação conforme a problemática em questão.

Por fim, na última fase, a qual está dividida em mais 2 (duas) etapas, tem-se o fechamento da resolução do problema, através da verificação da robustez do procedimento de decisão em estudo e a apresentação das recomendações ao decisor.

4. Aplicação da proposta

A referida proposta de aprimoramento na seleção de fornecedores com base na abordagem MCDA foi realizado em uma pequena empresa do setor de confecções da Paraíba, localizada na cidade de Campina Grande, a qual trabalha com a confecção de roupas infantis masculinas e femininas. Na sequência, tem-se o detalhamento e as análises das etapas de estruturação do procedimento de decisão para o caso da respectiva empresa.



4.1. Caracterização do decisor

Neste trabalho tem-se um problema estruturado para um único decisor, o qual refere-se a gerente de Produção da empresa. A profissional em questão possui 7 (sete) anos de experiência nesse setor e atua diretamente com os fornecedores da empresa objeto desse estudo, o que reflete sua importância para a contribuição nesse processo.

O decisor em questão tinha em mente que estava ao alcance da empresa a possibilidade de aprimorar o conjunto de fornecedores, de forma a otimizar o número de fornecedores, devido à complexidade da gestão para organização, e assim gerar processos mais confiáveis, maximizando assim a lucratividade.

4.2. Definição dos critérios

Uma das primeiras etapas no processo decisório proposto é compreender e definir os critérios importantes para nortear a avaliação. Para este estudo, os critérios foram estabelecidos através de um breve levantamento, o qual teve como foco principal verificar trabalhos que tivessem em seu contexto uma revisão da literatura sobre os principais critérios de seleção de fornecedores. Nesse levantamento, foram utilizados como base os trabalhos de: Viana e Alencar [2012], Lima Júnior et al. [2013], Guarnieri [2015] e Mukherjee [2016].

Portanto, com o embasamento dos referidos trabalhos foram selecionados 8 (oito) critérios que mais se adequam ao contexto da empresa em estudo, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Critérios para avaliação das alternativas

Critério	Classificação	Descrição e métrica	
C ₁	Custo do produto	Quantitativo	Refere-se ao valor médio (R\$/metro) pago pelo produto.
C ₂	Qualidade	Qualitativo	Refere-se ao histórico de pedidos entregues quanto a avarias.
C ₃	Flexibilidade	Qualitativo	Refere-se a capacidade de resposta em casos de solicitação de mudanças na quantidade do pedido, no prazo ou até no cancelamento de um pedido.
C ₄	Localização	Quantitativo	Refere-se a distância média (km) entre a empresa e o fornecedor.
C ₅	Lead time	Quantitativo	Refere-se o tempo (dias) decorrido desde a emissão da ordem de compra até a data de entrega do produto.
C ₆	Pontualidade	Quantitativo	Refere-se a taxa de pedidos entregues na data correta em relação ao total entregue no trimestre.
C ₇	Prazo de pagamento	Quantitativo	Refere-se ao prazo médio (dias) para o pagamento do produto.
C ₈	Frete	Quantitativo	Refere-se ao tipo de frete, se é FOB (<i>Free on Board</i>) ou CIF (<i>Cost, Insurance and Freight</i>).

Fonte: Esta pesquisa [2017].

É importante destacar que em relação ao critério Frete (C₈), a avaliação tomou como base o trabalho de Frej e de Almeida [2016], sendo que considerando o frete tipo CIF como o mais vantajoso comparado ao FOB, pois o vendedor é quem fica responsável por todos os custos e riscos. Nesse sentido, fornecedores cujo frete é CIF receberam valor 1 e os fornecedores cujo frete é FOB receberam valor entre 0,5 e 1, dependendo de sua credibilidade, baseado em situações passadas do decisor. Com relação aos critérios Qualidade (C₂) e Flexibilidade (C₃), esses foram avaliados utilizando uma escala de *Likert* devido a sua subjetividade, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 – Descrição dos critérios qualitativos

Critério	Avaliação
C ₂	Qualidade
	<p>Escala de 4 (quatro) pontos, sendo:</p> <p>1. Histórico de falhas na aquisição dos produtos, com problemas e imprevistos sem solução; 2. Histórico de falhas na aquisição dos produtos, com problemas e</p>



	imprevistos solucionados pelo contratante; 3. Histórico de falhas na aquisição dos produtos solucionados pelo contratada; 4. Histórico sem falhas de qualquer natureza.
	Escala gradativa de 5 (cinco) pontos, onde:
C ₃ Flexibilidade	1. Significa que o fornecedor é inflexível; e 5. quer dizer que o fornecedor é muito flexível.

Fonte: Esta pesquisa [2017].

4.3. Determinação das alternativas

Baseando-se em informações fornecidas pela empresa em estudo, foram identificados os principais fornecedores de tecidos e malhas – total de 15 alternativas – desse setor no cenário nacional, visto que estas correspondem as principais matérias-primas utilizadas pela empresa. Quanto a esse conjunto de fornecedores, os mesmos foram identificados de F₁ até F₁₅.

4.4. Definição do método

Um ponto chave no procedimento de decisão para o caso em estudo refere-se a escolha do método a ser utilizado. Para o processo de escolha do método multicritério a ser utilizado como apoio a decisão no problema, vários fatores foram levados em consideração, dentre eles: i) O contexto considerado: que se refere ao esforço necessário para a reformulação do quadro de fornecedores; ii) A racionalidade requerida: percebe-se que a abordagem compensatória se enquadra melhor nesse contexto, ou seja, para o decisor um desempenho ruim em um dado critério pode ser compensado com um ótimo desempenho em outro; iii) A estrutura de preferências: A estrutura indicada para este caso é a de preferência e indiferença (P, I), visto que o decisor consegue comparar todos os critérios, além de ter uma ordem em sua preferência; iv) O tipo de problemática: por se tratar de uma priorização dos fornecedores, tem-se que a problemática adequada se refere a ordenação.

Com base nos referidos fatores, tem-se os métodos de critério único de síntese como opção de escolha [de Almeida 2013b]. E dentre eles, foi percebido que o método de agregação aditivo com veto era o mais indicado, pelo fato do decisor expressar que não tem interesse em alternativas com valores indesejáveis, ou seja, com consequências abaixo de determinado valor.

4.5. Avaliação intracritério

Nesta etapa do processo, devido ao uso de um método do conjunto de critério único de síntese (método aditivo com veto), obteve-se inicialmente a matriz com todas as consequências para cada alternativa em função de cada critério. Essas informações foram conseguidas a partir de visitas técnicas e reuniões com o decisor, utilizando para a coleta de dados 2 (dois) tipos de instrumentos: i) Entrevista semiestruturada; ii) Análise documental.

Efetou-se a conversão desses valores para uma mesma escala de avaliação, conforme visto na Tabela 3, através do procedimento de normalização do tipo 1, o qual pode ser interpretado como sendo um percentual da faixa de variação ($\text{Max } v_j(a_i) - \text{Min } v_j(a_i)$), e é considerado comum para a maioria dos métodos multicritério aditivo de acordo com de Almeida [2013b].

Tabela 3 – Matriz de avaliação para o problema de seleção de fornecedores

Alternativas	Critérios							
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈
F ₁	0,738	1	0,667	0	0,75	1	0	1
F ₂	0,824	1	0,667	0,005	0,143	1	0,5	1
F ₃	0,862	0,333	0	0,005	0,25	0,583	0	1
F ₄	0,374	1	0,667	0,005	0,063	1	0	1
F ₅	1	1	0,667	1	1	1	0	1
F ₆	0,273	0,667	1	0,029	0,25	1	0	0,333



F ₇	0,226	1	0,667	0,013	0,143	1	0	0,333
F ₈	0,497	1	0,333	0,004	0,063	0,667	0,5	0,667
F ₉	0	1	0,333	0,013	0,25	1	0,5	1
F ₁₀	0,273	0,667	0,333	0,501	0,625	1	1	1
F ₁₁	0,734	0,333	0,667	0,005	0,25	1	0	1
F ₁₂	0	0	0	0,004	0,063	1	0	1
F ₁₃	0,123	0,333	0,333	0,121	0,4	0	1	0
F ₁₄	0,448	0	0,667	0,004	0	0,167	0,5	1
F ₁₅	0,000	0,667	1	0,126	0	0,167	0,5	0,667

Fonte: Esta pesquisa [2017].

Após ter estabelecido as unidades de avaliação para cada critério, para dar continuidade com o procedimento, e conseqüentemente ao método aditivo com veto para a problemática de ordenação, necessita-se que o decisor estabeleça os valores de veto. Os critérios aos quais foram incorporados vetos com seus respectivos limiares encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4 – Limiares de veto dos critérios

Limiar de veto	Custo do produto (C ₁)	Pontualidade (C ₆)	Frete (C ₈)
Inferior (l _i)	0,056	0,9	0,9
Superior (u _i)	-	1	1

Fonte: Esta pesquisa [2017].

Quanto ao critério C₁, o decisor estipulou apenas um limiar de veto, o que implica dizer que alternativas que tenham desempenho, nesse critério, igual ou abaixo serão vetadas no ranking. E com relação aos critérios C₆ e C₈, o decisor estipulou tanto um limiar inferior quanto superior.

A escolha de limiares para esses critérios ocorreu, pois em se tratando de obter uma cadeia de suprimentos mais eficaz, se configura essencial uma busca por minimizar os custos tanto na aquisição do produto como no transporte do mesmo e atrelado a isto a pontualidade e os devidos cuidados no serviço de entrega, contribuindo assim para que a empresa possa evitar transtornos diversos na operação e garantir melhores condições de atendimento as necessidades dos seus clientes.

4.6. Avaliação intercritério

Com as informações obtidas na Tabela 3 será efetuado, nessa etapa, a combinação dos diferentes critérios, de forma que essa agregação permita a comparação entre as alternativas através de um score global para cada uma delas.

Para tanto, deve-se primeiramente estabelecer as constantes de escala de cada critério. Neste caso, vale ressaltar que elas foram calculadas segundo o procedimento ROC (*Ranking Ordered Centroid*), de acordo com Stillwell et al. [1981], tendo em vista que esse processo teve que ser feito sem uma avaliação adicional com o decisor, em função do tempo limitado para a elicitação das constantes. Dessa forma, tem-se que para a aplicação do ROC utilizou-se a Equação 5, tendo em vista a preferência do decisor quanto a ordem de importância dos 8 (oito) critérios.

$$k_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n 1/j \quad (5)$$

Na Tabela 5 estão apresentados os valores das constantes de escala conforme a ordem de importância dos critérios.

Tabela 5 – Valores das constantes de escala

Constantes de escala	Critérios							
	C ₂	C ₆	C ₁	C ₈	C ₅	C ₇	C ₄	C ₃
k _i	0,33973	0,21473	0,15223	0,11056	0,07931	0,05431	0,03348	0,01562

Fonte: Esta pesquisa [2017].



Então, com base nas Equações 1, 2, 3 e 4, além dos dados das Tabelas 3, 4 e 5 efetuou-se os cálculos do escore global de cada alternativa, seguindo a metodologia do processo do método aditivo com veto.

4.7. Priorização das alternativas

A partir dos escores globais obtidos na etapa anterior, torna-se possível realizar uma comparação para 2 (dois) cenários distintos quanto a ordenação final das alternativas – sem a utilização do procedimento de veto e com o procedimento de veto – como pode ser observado na Tabela 6.

Tabela 6 – Comparativos da ordenação final das alternativas

Posição	Modelo aditivo tradicional (sem veto)		Modelo aditivo com veto	
	Alternativa	$v(a)$	Alternativa	$v'(a)$
1°	F ₅	0,94048	F ₅	0,44911
2°	F ₁	0,84726	F ₁	0,40459
3°	F ₂	0,83954	F ₂	0,40091
4°	F ₄	0,73758	F ₄	0,35222
5°	F ₁₀	0,71918	F ₁₀	0,34343
6°	F ₉	0,71766	F ₁₁	0,27733
7°	F ₈	0,66975	F ₇	0,23776
8°	F ₇	0,64790	F ₉	0,23345
9°	F ₁₁	0,58076	F ₆	0,20405
10°	F ₆	0,55604	F ₈	0,18825
11°	F ₃	0,50034	F ₃	0,18521
12°	F ₁₅	0,38299	F ₁₂	0,10748
13°	F ₁₂	0,33040	F ₁₄	0,06630
14°	F ₁₄	0,25228	F ₁₃	0,03460
15°	F ₁₃	0,22730	F ₁₅	0

Fonte: Esta pesquisa [2017].

As alternativas F₅, F₁, F₂, F₄ e F₁₀ obtiveram as primeiras posições no ranking, tanto utilizando o método aditivo tradicional, como fazendo uso do método com veto, o que reflete que estas alternativas alcançaram uma ótima pontuação nos critérios, independentemente dos vetos.

Todavia, ao comparar os resultados de modo geral, percebe-se que houve alterações em algumas posições. Com relação ao procedimento sem veto, as alternativas F₉, F₈ e F₁₅ tiveram uma melhor colocação quando comparado com as avaliações do método aditivo com veto, isso mostra o efeito compensatório do modelo aditivo tradicional, o que significa que estas alternativas tem um desempenho ruim em um ou mais critérios, mas continuam bem posicionadas na ordenação final em função da compensação de um bom desempenho em outros critérios.

Ressalta-se com isso, que o emprego do veto minimizou essa distorção penalizando as alternativas F₉ e F₈, as quais saíram da 6ª e 7ª posição, respectivamente, no procedimento sem o veto, para a 8ª e 10ª posição na ordenação com o veto. Vale destacar também que além dessas alternativas penalizadas, a alternativa F₁₅ foi rejeitada como uma recomendação, pois tem um nível de desempenho inaceitável para alguns dos critérios fornecidos.

4.8. Execução da análise de sensibilidade

Após a conclusão da aplicação do modelo aditivo com veto, conforme exposto anteriormente, foi ratificada a legitimidade dos resultados obtidos, ou seja, verificada quão robusta encontra-se a recomendação obtida através do método selecionado.



Desta forma realizou-se novamente a execução do procedimento variando no primeiro cenário $\pm 10\%$ o valor da constante de escala do critério Qualidade (C_2) e para o segundo cenário $\pm 10\%$ o valor da constante de escala do critério Pontualidade (C_6), para que assim fosse possível avaliar o impacto provocado nos resultados devido às modificações realizadas nos valores de entrada.

Portanto, percebeu-se que as variações das constantes de escala dos critérios Qualidade (C_2) e Pontualidade (C_6), para os 2 (dois) cenários, não provocou uma alteração substancial na ordem das prioridades, confirmando assim a robustez dos resultados. Houve apenas uma pequena alternância entre a 10ª e a 11ª posição, o que corresponde as alternativas F_8 e F_3 .

4.9. Apresentação das recomendações

Diante da robustez do procedimento desenvolvido nesse trabalho, os resultados mostraram-se confiáveis para serem apresentados ao decisor. Assim recomenda-se que a empresa, objeto desse estudo, adote como seus principais fornecedores, por exemplo, as 5 (cinco) primeiras alternativas da ordenação, pois elas obtiveram as melhores avaliações em todo o conjunto e não sofreram nenhuma penalização.

5. Considerações finais

Diante do atual cenário, que envolve decisões para a manutenção da competitividade das empresas no mercado, aumenta-se o reconhecimento em possuir fornecedores qualificados e empenhados com os objetivos da organização. Assim, o processo de análise e seleção de fornecedores, no contexto que envolve a cadeia de suprimentos, vêm cada vez mais se tornando um ponto fundamental para o sucesso das empresas.

Devido à importância envolvida nesse processo, este artigo buscou propor o aprimoramento do processo decisório para priorização de fornecedores de uma empresa do setor de confecções utilizando um método de apoio multicritério à decisão, que neste caso foi o método aditivo com veto, de modo que se possa atender as preferências do decisor.

Deste modo, este trabalho demonstrou que como a decisão de selecionar fornecedores, na maioria das vezes, não tem um suporte metodológico, tem-se que o método aditivo com veto pode ser considerado um excelente mecanismo para o processo de seleção dos melhores fornecedores, permitindo assim uma análise mais criteriosa.

Isso pode ser observado a partir dos resultados satisfatórios obtidos, os quais foram submetidos a uma análise de sensibilidade que ratificou a robustez dos mesmos, e trouxeram como contribuição a apresentação das 5 (cinco) primeiras alternativas do ranking como as melhores posições relativas em todo o conjunto, o que reflete no melhor desempenho destas em todos os critérios.

Além disso, ficou evidente a ocorrência de algumas alternativas com um desempenho insatisfatório, sendo por isso penalizadas, e destas uma foi vetada como recomendação. Logo, tais resultados contribuirão para o aperfeiçoamento das decisões por parte dos gestores da empresa objeto deste estudo.

Por fim, é importante ressaltar que apesar desta aplicação ter sido realizada em uma empresa específica e com o uso de critérios levantados na literatura, percebe-se a possibilidade de replicar tal análise em outros setores, e também aprimorar esse estudo a partir de uma estruturação mais sistemática das alternativas e dos critérios.

Agradecimento. Este trabalho contou com o apoio do Grupo de Pesquisa em Sistemas de Informação e Decisão (GPSID).

Referências



- Arahonovitz, M. C. S. e Vieira, J. G. V. (2014). Proposta de modelo multicritério para seleção de fornecedores de serviços logísticos. *Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, Ano 9, nº 1, p. 9-26.
- Bozarth, C. C. e Handfield, R. B. (2008). Introduction to operations and supply chain management. New Jersey: Pearson Education Inc.
- Castro, W. A. S., Gómez, O. D. C. e Franco, L. F. O. (2009). Selección de proveedores: una aproximación al estado del arte. *Cuaderno de Administración*, v.22, n.38, p.145-167.
- Chai, J., Liu, J. N. K. e Ngai, E. W. T. (2012). Application of decision-making techniques in supplier selection: A systematic review of literature. *Expert Systems with Applications*, v.40, n.10, p. 3872-3885.
- Chen, C., Lin, C. e Huang, S. (2006). A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management. *International Journal of Production Economics*, v. 102, n.2, p. 289-301.
- De Almeida, A. T. (2013a). Additive-veto models for choice and ranking multicriteria decision problems. *Asia-Pacific Journal of Operational Research*, v. 30, n. 6.
- De Almeida, A. T. (2013b). Processo de decisão nas organizações: construindo modelos de decisão multicritério. São Paulo: Atlas.
- Deng, Y. e Chan, F. T. S. (2011). A new fuzzy dempster MCDM method and its application in supplier selection. *Expert Systems with Applications*, v. 38, p. 9854-9861.
- Frej, E. A. e de Almeida, A. T. (2016). Seleção de fornecedores em uma indústria de alimentos com base no método multicritério Fitradeoff. In: *Anais do XLVIII SBPO*, Vitória-ES.
- Gomes, L. F. A. M., Gomes, C. F. S. e de Almeida, A. T. (2006). Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério. 2ed, Editora Atlas, Rio de Janeiro-RJ.
- Guarnieri, P. (2015). Síntese dos principais critérios, métodos e subproblemas da seleção de fornecedores multicritério. *Revista de Administração Contemporânea*, v.19, n.1, p.1-25.
- Ha, B., Park, Y. e Cho, S. (2011). Suppliers' affective trust and trust in competency in buyer: its effect on collaboration and logistics efficiency. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 31, n. 1, p. 56-77.
- Jabbour, A. B. L. S. e Jabbour, C. J. C. (2009). Are supplier selection criteria going green? Case studies of companies in Brazil. *Industrial Management & Data Systems*. v. 109, n. 4, p. 477-495.
- Kara, S. S. (2011). Supplier selection with an integrated methodology in unknown environment. *Expert Systems with Applications*, v. 38, n. 3, p. 2133-2139.
- Kerkfeld, D. e Hartmann, E. (2012). Maximizing impact of investments into purchasing and supply management. *International Journal of Physical. Distribution & Logistics Management*. v.42, n.5, p.464-489.
- Liao, C. e Kao, H. (2011). An integrated fuzzy TOPSIS and MCGP approach to supplier selection in supply chain management. *Expert Systems with Applications*, v. 38, n. 9, p. 10803-10811.



Lima Júnior, F. R., Osiro, L. e Carpinetti, L. C. R. (2013). Métodos de decisão multicritério para seleção de fornecedores: um panorama do estado da arte. *Gestão & Produção*, v. 20, n. 4, p. 781-801.

Lima, M. A. X., Clemente, T. R. N. e de Almeida, A. T. (2016) Prioritization for allocation of voltage regulators in electricity distribution systems by using a multicriteria approach based on additive-veto model. *Electrical Power and Energy Systems*, v. 77, p. 1-8.

Lopes, A. S., Palha, R. P. e de Almeida, A. T. (2016). Decisão multicritério numa cadeia de suprimentos com base no modelo aditivo com veto. In: *Anais do XXXVI ENEGEP*, João Pessoa-PB.

Mahdi, I. M., Riley, M. J., Fereig, S. M. e Alex, A. P. (2002). A multi-criteria approach to contractor selection. *Engineering, Construction and Architectural Management*. v.9, n.1, p.29-37.

Mukherjee, K. (2016) Supplier selection criteria and methods: past, present and future. *Int. J. Operational Research*, v. 27, n. 1/2, p.356–373.

Ndubisi, N. O., Jantan, M., Hing, L. C. e Ayub, M. S. (2005). Supplier selection and management strategies and manufacturing flexibility. *Journal of Enterprise Information Management*, v. 18, n. 3, pp.330-349.

Nokes, S. e Kelly, S. (2007). *The definitive guide to project management: the fast track to getting the job done on time and on budget*. 2 ed. New York: Pearson Education. Prentice Hall Financial Times.

Paula, T. S. e Campos, A. C. S. M. (2016). Modelo multicritério de apoio a decisão para priorização de alternativas estratégicas em micros e pequenas empresas. In: *Anais do XXXVI ENEGEP*, João Pessoa-PB.

Roy, B. (1996) *Multicriteria methodology for decision aiding*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Sanayei, A., Mousavi, S. F. e Yazdankhah, A. (2010). Group decision making process for supplier selection with VIKOR under fuzzy environment. *Expert Systems with Applications*, v. 37, n.1, p. 24-30.

Stillwell, W.G., Seaver, D. A. e Edwards, W. (1981). A comparison of weight approximation techniques in multiattribute utility decision making. *Organizational Behavior and Human Performance*, v.28, n.1, p.62-77.

Thrulogachantar, P. e Zailani, S. (2011). The influence of purchasing strategies on manufacturing performance. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 22, p. 641-663.

Turet, J. G. e Daher, S. F. D. (2015). Aplicação de modelo multicritério para elaboração de plano de ação em m-commerce. In: *Anais do XLVII SBPO*, Porto de Galinhas-PE. v. 40, n. 10, p. 3872-3885.

Viana, J. C. e Alencar, L. H. (2012). Metodologias para seleção de fornecedores: uma revisão da literatura. *Revista Produção*, v. 22, n. 4, p. 625-636.

Vincke, P. (1992) *Multicriteria decision-aid*. John Wiley & Sons, Bruxelles.