



APLICAÇÃO DE MODELO DE APOIO À DECISÃO MULTICRITÉRIO COM FITRADEOFF NO PROCESSO DE SELEÇÃO DE FORNECEDORES NA CADEIA DE SUPRIMENTOS DE UMA EMPRESA DO SETOR AVÍCOLA

Jéssyca Vanessa da Paz Silva

Mauricéa Alimentos do Nordeste LTDA
Rodovia BR 408 – KM 55 – Engenho Diamante. Nazaré da Mata, PE, CEP: 55.800-000
jessycapaz.silva@gmail.com

Jônatas Araújo de Almeida

CDSID- Center for Decision Systems and Information Development - Universidade Federal de
Pernambuco.
Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n –Cidade Universitária, Recife, PE, CEP 50.740-530
jonatasaa@yahoo.com.br

RESUMO

As organizações estão inseridas em um mercado crescente e constantemente dinâmico, o que implica na busca por eficiência no gerenciamento como fator de vantagem competitiva. A busca por essa eficiência é então interligada ao seu canal de abastecimento, ou seja, consolidação com os fornecedores. Para a obtenção de um desempenho eficiente, muitas organizações realizam o processo de seleção dos fornecedores, mas algumas organizações realizam este processo através de modelos estruturados de apoio a decisão. O processo de seleção dos fornecedores, se torna complexo por envolver múltiplos critérios. Analisando a complexidade do processo de seleção dos fornecedores, o estudo fez uso da aplicação do modelo multicritério de apoio a decisão FITradeoff em uma organização do setor avícola e após a aplicação, a organização pôde perceber o suporte que o modelo compensatório FITradeoff sobre o processo decisório.

PALAVRAS CHAVE. Apoio a Decisão Multicritério, FITradeoff, Seleção dos Fornecedores.

Tópicos (Apoio à Decisão Multicritério, Outras aplicações em PO)

ABSTRACT

The organizations are inserted into a growing and continuously dynamic market, and this implies the search for efficiency in management as a competitive advantage factor. The search for this efficiency is therefore connected to its supply channel, that is, consolidation with suppliers. To achieve efficient performance, many organizations perform a process to select suppliers, but some organizations make this process through structured models to decision support. The process of supplier selection becomes complex because it involves multiple criteria. Analyzing the complexity of the process for supplier selection, the study made use of the application of multi-criteria model for support decision FITradeoff in an organization of the poultry sector and after the application, the organization could perceive the support that the FITradeoff compensatory model over the decision-making process.

KEYWORDS. Support for Multi Criteria Decision, FITradeoff, Supplier Selection.

Paper topics (Multicriteria Decision Support, Other applications in OR)



1. Introdução

A função compra assume um papel imprescindível nos negócios organizacionais, possuindo hoje uma grande magnitude. É a partir da aquisição de insumos/matérias primas, que as organizações conseguem atender as necessidades dos clientes, sendo essa aquisição, conseguida através do relacionamento com seus fornecedores.

O relacionamento com os fornecedores pode proporcionar redução de custos, redução de *Lead Time* e inovação dos produtos [Zeydan et al. 2010]. Segundo Lin [2008] para que uma consolidação seja eficiente, é necessário que o fornecedor e a organização compartilhem dos mesmos objetivos.

A escolha errada do fornecedor pode comprometer a organização em termos de sua posição financeira e operacional [Onüt et al. 2008]. E conseqüentemente, cooperar para o crescimento do nível de insatisfação dos consumidores.

O processo de seleção dos fornecedores consiste em uma análise mais aprofundada e detalhada sobre os fornecedores e muitas vezes, se torna um processo abstruso por envolver uma gama de critérios a serem analisados. O critério custo, não é o único critério relevante a ser tratado pelos decisores. Para Basnet e Weintraub [2009], as pequenas organizações se limitam apenas no critério custo, diferentemente das grandes organizações, que enquadram uma gama de critérios no seu processo seletivo. De acordo com Ho et al. [2010], outros critérios além do custo, devem fazer parte da seleção dos fornecedores.

Para Ng [2008] os critérios qualidade, distância, confiabilidade e preço podem ser considerados na seleção dos fornecedores. Ho et al. [2010] sugerem os critérios qualidade, condições de entrega, custo, capacidade de manufatura, serviço, gestão, tecnologia, P&D, finanças, flexibilidade, reputação, relacionamento, risco e segurança e meio ambiente.

Para Talluri e Narasimhan [2004], a tomada de decisão quanto aos pesos dos critérios é uma tarefa muito complexa, vista pelos decisores. Um ponto relevante na tomada de decisão, é a verificação do grau de importância dos critérios analisados na seleção. O grau de importância não é apenas a única atribuição aos critérios, outras questões devem ser atribuídas [Almeida 2010].

Por envolver múltiplos critérios no processo de seleção dos fornecedores, se torna indispensável a utilização de modelos multicritério de apoio à decisão. Uma das características dos modelos multicritério é facilitar a compreensão do decisor através da utilização de métodos e procedimentos multicritério e tornar a decisão mais precisa por meio do uso de ferramentas [Vincke 2002]. Sendo os modelos multicritério, uma das ferramentas mais utilizadas no processo de seleção [Ho et al. 2010].

Diante desse contexto, o estudo fez a aplicação de um modelo multicritério de apoio à decisão em uma organização do ramo avícola, de tal forma, que a alternativa como solução para o problema de seleção seja a mais adequada. Este estudo possibilita a redução dos erros proporcionados pela seleção tradicional (seleção realizada sem auxílio de alguma ferramenta ou modelo estruturado como suporte) realizada pelas organizações, de modo que a organização esteja segura quanto a escolha feita.

Na seção 2 será descrito o modelo multicritério FITradeoff [de Almeida et al. 2015], na seção 3 será apresentado o estudo de caso e as discussões dos resultados e por fim na seção 4 serão apresentadas as considerações finais.

2. FITradeoff (*flexível e interativo tradeoff*)

Para de Almeida et al. [2015] a elicitação flexível permite ao decisor, uma visão mais detalhada do problema, bem como o ajuda no processo da tomada de decisão. A participação do decisor neste processo decisório pode diminuir o número de erros, mas não há estudos experimentais que comprovem esta afirmação. Quanto a metodologia do processo de elicitação, esta pode ser alterada constantemente, isto é, o processo de elicitação é adaptado as condições do problema, não seguindo dessa forma, rigorosamente a metodologia padrão. Este processo faz uso de *software* e ferramentas para precisão dos valores [Salo e Hämmäläinen 2010 *apud* Porto 2014].



A informação parcial é caracterizada pelo o julgamento intermediário do decisor por meio da relação de preferências (P), ou seja, as informações são coletadas parcialmente conforme há o andamento do processo de elicitação. Simultaneamente, o processo de elicitação flexível é interrompido quando a solução com a informação parcial é obtida e conseqüentemente é possível encontrar a solução para o problema a partir da informação parcial anteriormente declarada pelo decisor. Para isto, alguns problemas de programação linear são resolvidos. Como forma de apoiar a tomada de decisão, o sistema de apoio a decisão (SAD) dá suporte ao processo de elicitação [de Almeida et al. 2015].

Assim, o processo de elicitação requer menos esforço do decisor e objetiva a construção de um processo de decisão com um menor número de informação, diferentemente do que é exigido pelo procedimento do Tradeoff Clássico. Igualmente ao processo de elicitação, o FITradeoff [de Almeida et al. 2015] utiliza a informação parcial e o Tradeoff clássico, faz uso da informação completa. Ambos assumem que as conseqüências usadas no procedimento de elicitação variam entre b_i (melhor desempenho, $v_i(b_i) = 1$) e w_i (pior desempenho, $v_i(w_i) = 0$), motivo pelo qual o modelo de agregação aditivo é utilizado em conjunto com o procedimento de elicitação de pesos do FITradeoff [de Almeida et al. 2015]. O decisor tanto no modelo do Tradeoff clássico quanto no FITradeoff [de Almeida et al. 2015], compara as conseqüências em função dos critérios [Keeney, 1992; Keeney e Raiffa 1976].

O FITradeoff [de Almeida et al., 2015] não exige que o decisor informe o valor da relação de indiferença x_i^l . Além disso, considera os parâmetros x_i^u (limite superior) e x_i^l (limite inferior) como o intervalo da relação de indiferença $x_i^l, x_i^u \geq x_i^l \geq x_i^l$ (limite entre 0 e 1, $0 \geq x_i^l \geq 1$). O que distingue o FITradeoff [de Almeida et al. 2015] do Tradeoff clássico é a forma de elicitar os valores dos pesos durante o procedimento de estabelecimento das preferências, isto é, a etapa de elicitação flexível [de Almeida et al. 2015].

O modelo do FITradeoff [de Almeida et al. 2015] faz uso de subespaço de pesos para a busca da solução para o problema. Mas, o subespaço de pesos assumido no modelo do FITradeoff [de Almeida et al. 2015] pode não ser capaz de fornecer uma solução única para o problema, sendo capaz apenas de fornecer possíveis soluções para o problema. Logo, um problema de programação linear é considerado de modo a considerar um subespaço reduzido. Se a solução para o problema for encontrada, o processo é finalizado. Caso contrário, se inicia uma nova verificação (este procedimento continua até que a solução única seja encontrada). A solução única para o problema tende a ser aquela que respeita todas as restrições sujeitas no problema de programação linear para o espaço de peso considerado [de Almeida et al., 2015].

3. Estudo de Caso

3.1 Critérios avaliados no processo de seleção dos fornecedores

Por meio de uma entrevista informal, uma organização do ramo avícola foi questionada quanto aos critérios avaliados no processo de seleção dos fornecedores. Quando indagada a respeito dos critérios avaliados no processo de seleção dos fornecedores, a organização revelou o impacto que o critério custo tem sobre o critério qualidade em seu sistema produtivo.

O critério custo para a organização é de alto grau de importância, uma vez que pagar mais caro pelo produto significa ajustar o preço do produto final. Segundo a organização, nem sempre custo alto é sinônimo de alta qualidade.

Dessa forma, a organização tenta equilibrar o critério custo em relação ao critério qualidade, por meio de um balanceamento estratégico. A visão da organização para o critério custo - qualidade, é ilustrada na figura 1.

Vale ressaltar que os critérios custo e qualidade são conflitantes e analisando o desempenho das alternativas dificilmente se conseguirá alcançar um baixo custo com alta qualidade.

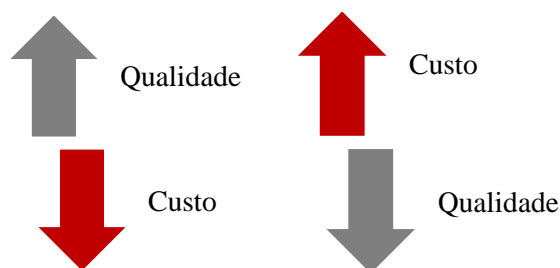


Figura 1: Relação comum entre os desempenhos sobre custo e qualidade
Fonte: Organização do ramo avícola

Quanto menor o custo melhor para a organização. Além do critério custo e qualidade, flexibilidade e credibilidade são os outros dois critérios avaliados no processo de seleção dos fornecedores. Onde:

Custo/Cotação (critério 1) – custo unitário dos produtos.

Qualidade (critério 2) – qualidade dos produtos, diferenciação no serviço e no processo operacional.

Flexibilidade (critério 3) – prazo de entrega e capacidade de modificação na quantidade de pedidos, antes estipulado com a organização.

Credibilidade (critério 4) - cumprimento do prazo de entrega das mercadorias, antes firmada à organização.

3.2 Aplicação do modelo multicritério de apoio a decisão - FITradeoff

O procedimento de elicitação de pesos do FITradeoff [de Almeida et al. 2015], foi aplicado na organização do ramo avícola, juntamente com seu procedimento de interação junto ao decisor.

Em consenso com o responsável da organização do ramo avícola, a matriz consequência foi estabelecida, determinando o valor de desempenho para cada critério em relação a cada consequência. Simultaneamente, o valor da função valor $v_j(a_j)$ foi especificado pelo o decisor e foi considerado uma função valor linear.

Para tanto, foram consideradas 6 alternativas (fornecedores). A tabela abaixo (Tabela 1) exibe a matriz consequência estabelecida pelo decisor da organização e os respectivos critérios (qualidade, preço, flexibilidade e credibilidade) que segundo a organização devem ser avaliados no processo de seleção dos fornecedores e que obviamente, são utilizados em seus processos seletivos.

Alternativas	Critérios			
	Qualidade	Preço	Flexibilidade	Credibilidade
Fornecedor 1	7	9	8	8
Fornecedor 2	10	6	8	7,4
Fornecedor 3	7	10	9	8,7
Fornecedor 4	8	5	7	10
Fornecedor 5	8	9	7	8,5
Fornecedor 6	9	8	9	8,2

Tabela 1: Matriz consequência de acordo com o decisor da organização do ramo avícola

Fonte: Organização do ramo avícola

Para preenchimento da matriz consequência e necessariamente para o andamento do processo de elicitação de pesos, o software do FITradeoff [de Almeida et al. 2015] exige a determinação do tipo de critério a ser utilizado pelo o decisor (inputs de valores no software). Contínuo mínimo (0), contínuo máximo (1), discreto mínimo (2) e discreto máximo (3) são os tipos



de classificação dos critérios tratados no software FITradeoff [de Almeida et al. 2015]. No estudo o tipo de critério foi de caráter contínuo máximo (1) (critério credibilidade), discreto mínimo (2) (critério custo) e discreto máximo (3) (critérios qualidade e flexibilidade) (Figura 2).

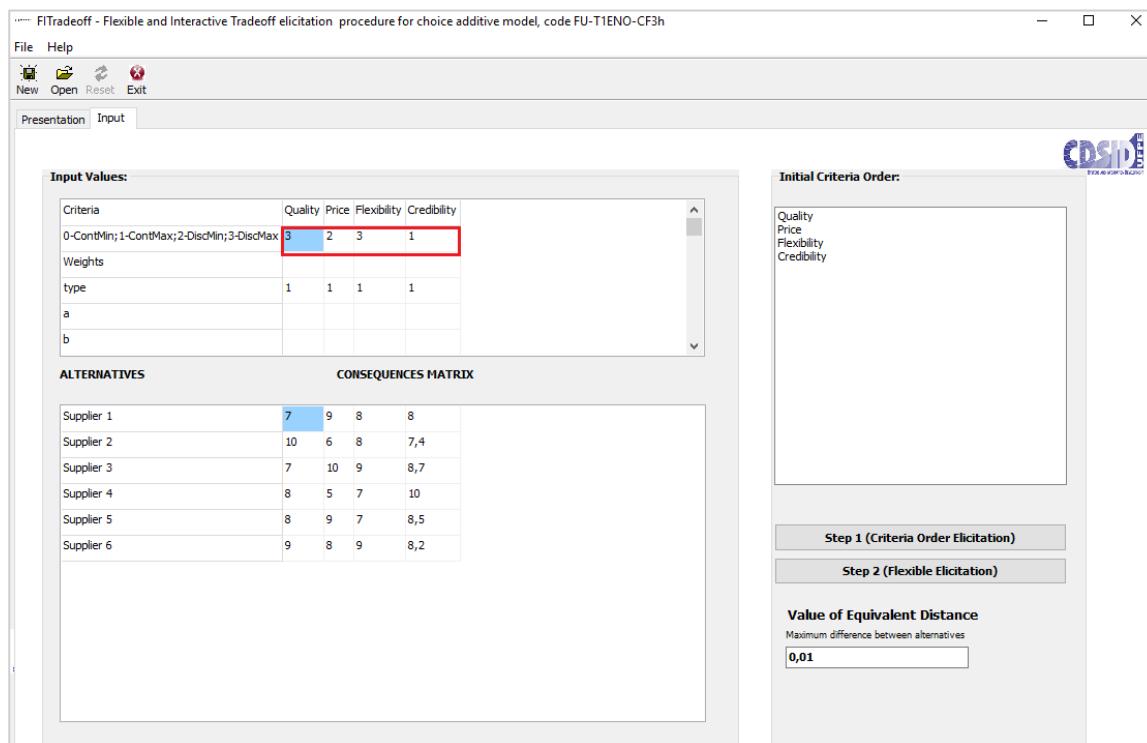


Figura 2: Classificação do tipo de critério da organização do ramo avícola
Fonte: Visualização do software FITradeoff

Além da exigência da determinação do tipo de critério, o software do FITradeoff [de Almeida et al. 2015], exige a determinação do nível de escala quando a presença de critérios discretos (seja ele classificado discreto máximo (3) ou discreto mínimo (2)). Para tal, deve ser considerado níveis de escala entre 2 e 7 (Tabela 2).

Número de Níveis	Nível da Escala (Discretização)
2	Min, Max
3	Min, 50%, Max
4	Min, 33.33%, 66.66%, Max
5	Min, 25%, 50%, 75%, Max
6	Min, 20%, 40%, 60%, 80, Max
7	Min, 16.67%, 33.33%, 50%, 66.67%, 83.33%, Max

Tabela 2: Número de nível e nível de escala para critérios distintos
Fonte: Adaptado de de Almeida et al. [2015]

Dessa forma, para cada critério foi assumido um distinto nível de escala. O nível de escala para o critério qualidade assumido foi 5, 2 para o critério flexibilidade e 7, para o critério custo. Já para o critério credibilidade não foi assumido nenhum tipo de nível de escala, pois o mesmo é contínuo.

Antes da elicitação o software do FITradeoff [de Almeida et al. 2015] interage com o decisor para ordenar os critérios de acordo com os pesos (Figura 3).

É importante mencionar que o termo “peso” significa importância relativa entre os critérios, informação que não é suficiente para a agregação aditiva, cujo método é compensatório, realizada através do FITradeoff [de Almeida et al. 2015]. O termo mais adequado é “constante de



escala”, que além de considerar a importância relativa entre os critérios, também considera informação sobre a escala de cada critério. Por simplificação linguística, será utilizado neste trabalho o termo “pesos”, mas será considerado o significado da constante de escala.

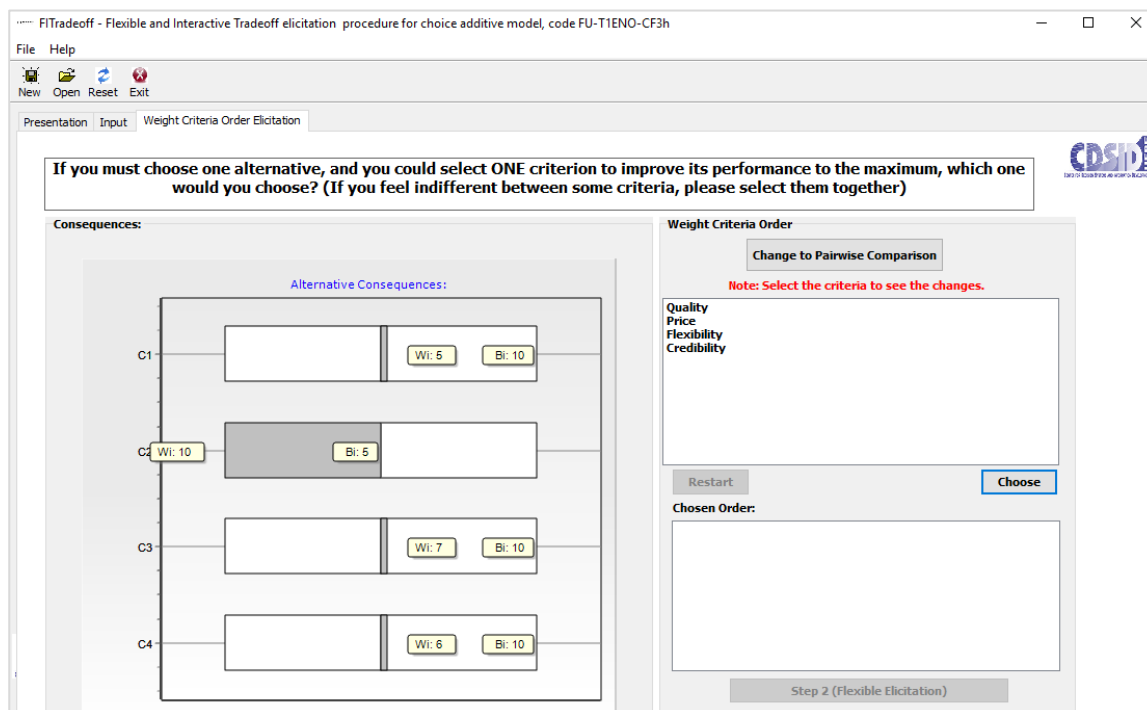


Figura 3: Pesos dos critérios na ordem de elicitação
Fonte: Visualização do software FITradeoff

De acordo com de Almeida et al. [2015] este procedimento (elicitação da ordem dos critérios) reduz o espaço de pesos e em consequência facilita a averiguação pela busca da solução única para o problema.

Consequente a este procedimento, a etapa de estabelecimento das preferências (a ordenação das constantes de escalas k_j é decorrente desta etapa) e a elicitação flexível foi iniciada. Várias perguntas foram feitas ao decisor quanto a relação de preferência (P) entre o par de consequências analisadas. As perguntas desta etapa de ordenação dos critérios param quando o software do FITradeoff [de Almeida et al. 2015] consegue estabelecer uma ordenação entre os critérios, mesmo que hajam empates.

As constantes de escalas k_j , foram ordenadas em ordem decrescente em relação ao valor dos pesos apresentado por cada uma.

$$k_4 > k_3 > k_2 = k_1$$

O peso do critério 4 (k_4) é maior que o critério 3 (k_3), critério 2 (k_2) e critério 1 (k_1). Os critérios 1 e critério 2 são considerados indiferentes e possuem o mesmo intervalo de peso máximo de mínimo, logo são equivalentes.

Uma vez determinada a ordenação das constantes de escalas k_j , a etapa de elicitação flexível é posta em prática com objetivo do estabelecimento da solução que satisfaça a todas as restrições do problema, obtendo a solução única. Desse modo, o número de alternativas potencialmente ótimas são reduzidas, conforme mais alternativas dominadas são identificadas a cada rodada do processo de elicitação. Ficando mais limitado o quadro de alternativas e consequentemente mais próximo da solução única para o problema.

Na etapa de elicitação flexível (Figura 4) três perguntas foram feitas pelo o SAD ao decisor. No procedimento tradicional onde são declaradas as indiferenças, seriam necessárias no



mínimo $n-1$ perguntas, ou seja, 3 perguntas, considerando que o decisor seria capaz de declarar todas as indiferenças sem nenhuma pergunta adicional para a sua orientação.

Vale ressaltar, que apesar de o modelo usando FITradeoff fazer três perguntas ao decisor, tais perguntas são muito mais fáceis do que estabelecer diretamente as indiferenças, tornando o procedimento menos suscetível a erros nas declarações feitas pelo decisor. Os critérios comparados em cada pergunta, as respostas e as alternativas não dominadas restantes após cada resposta podem ser conferidos na tabela 3.

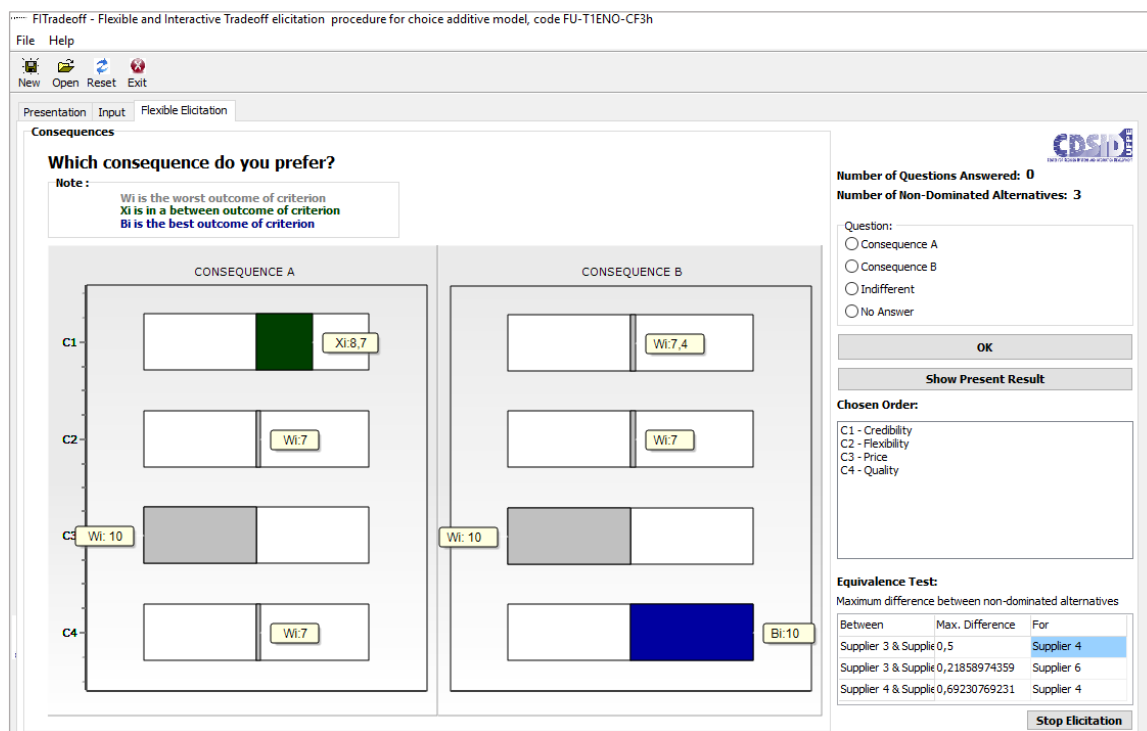


Figura 4: Etapa de elicitação flexível
Fonte: Visualização do software FITradeoff

Consequência A	Consequência B	Escolha do Decisor	Alternativas não dominadas
Critério credibilidade (8,7)	Critério qualidade (10)	Critério credibilidade (8,7)	4 e 6
Critério credibilidade (8,7)	Critério flexibilidade (9)	Critério credibilidade (8,7)	3 e 4
Critério flexibilidade (10)	Critério preço (5)	Critério preço (5)	4

Tabela 3: Preferência de consequência pelo decisor

Fonte: Software FITradeoff

Ainda na etapa de elicitação flexível (Figura 4) o software do FITradeoff [de Almeida et al. 2015] mostra a diferença máxima entre as alternativas não dominadas. Isto é, alternativas potencialmente ótimas.

Ao término da etapa de elicitação flexível, foi possível obter a solução única para o problema. Este fato aconteceu em decorrência das restrições impostas na etapa de estabelecimento das preferências, isto é, as restrições impostas na etapa de estabelecimento das preferências foram suficientes para eleger a alternativa 4 (Figura 5) como a melhor. Portanto, para o subespaço de pesos pelas restrições geradas pelas declarações do decisor na elicitação flexível, a alternativa 4 (fornecedor 4) é a única alternativa que consegue ser a melhor.

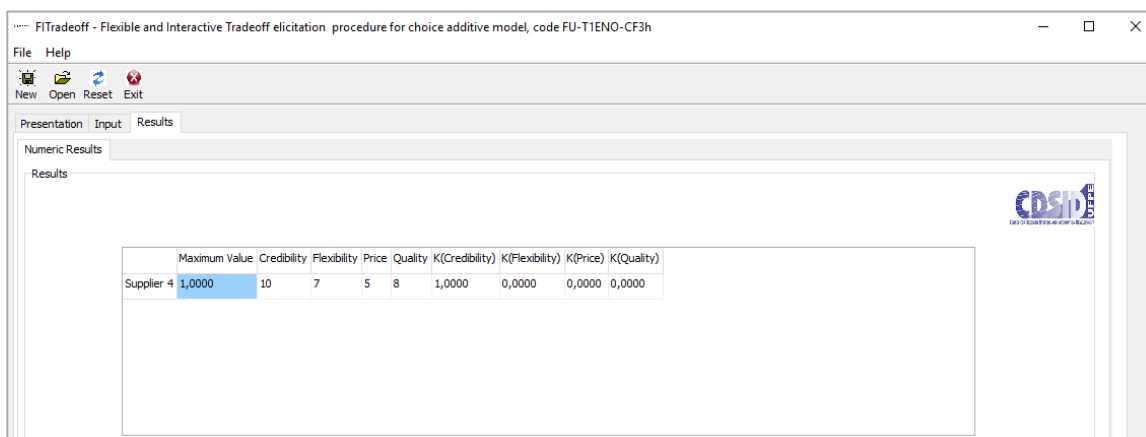


Figura 5: Determinação da solução única da organização do ramo avícola
Fonte: Visualização do software FITradeoff

A figura 6 consegue expressar esse resultado por meio da variação dos pesos máximos e mínimos para cada critério de acordo com os limites estabelecidos pelas declarações do decisor das constantes de k_j realizada na etapa de estabelecimento das preferências.

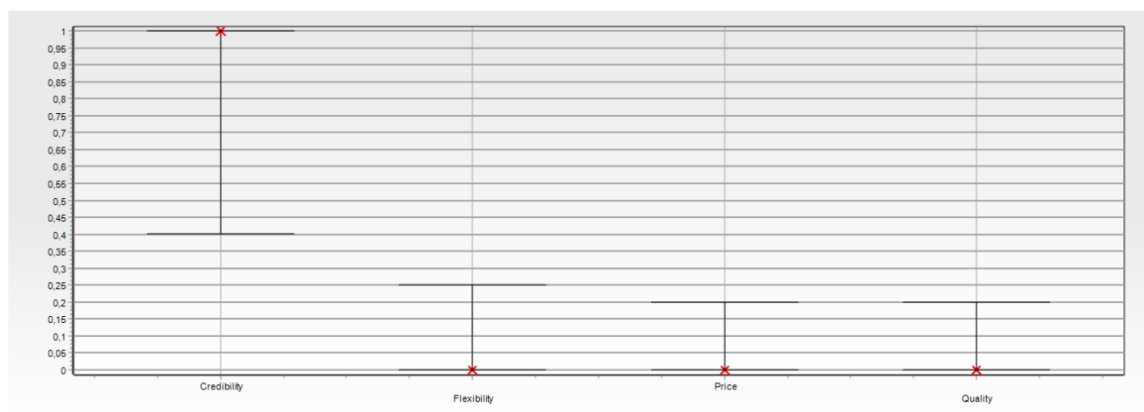


Figura 6: Variação dos pesos para cada critério
Fonte: Visualização do software FITradeoff

Os valores estabelecidos para k (Figura 6) representam as combinações de pesos máximo e mínimo para cada critério. A partir desses valores é possível perceber e compreender visualmente que, apesar de qualquer combinação de pesos dentro do subespaço de pesos elege a alternativa 4, o valor dela é maximizado quando o peso do critério credibilidade é máximo e os demais são mínimos. Isso ocorre devido ao fato de que o critério credibilidade é o primeiro na ordenação e, coincidentemente, a alternativa 4 possui o melhor desempenho neste critério dentre todas as alternativas.

Com base na figura 6 é possível observar a possível variação de peso para cada critério. O peso do critério credibilidade varia entre 0,4 e 1, o peso do critério flexibilidade varia entre 0 e 0,25, o peso do critério preço e qualidade variam entre 0 e 0,2.

A estruturação do modelo do FITradeoff [de Almeida et al. 2015] é firmada na execução eficiente do procedimento de elicitación de pesos e o mesmo preza pela reestruturação dos parâmetros a cada iteração com base nos critérios.

Decorrente destas características presentes no modelo do FITradeoff [de Almeida et al. 2015] não foi necessário fazer uso da análise de sensibilidade em virtude da robustez dos resultados proporcionado pela aplicação do modelo do FITradeoff [de Almeida et al. 2015] no caso em estudo. A robustez dos resultados é em decorrência da certeza do decisor nas declarações fornecidas em perguntas que exigem baixo esforço cognitivo, refletindo na alta variação dos pesos.



4. Considerações Finais

O FITradeoff [de Almeida et al. 2015] permite que o SAD realize menos perguntas ao decisor, diferentemente do Tradeoff clássico que estimula a realização de mais perguntas ao decisor. Para Dias e Clímaco [2011] a medida que o processo de elicitação flui, as relações de preferências podem variar e consequentemente podem ser mudadas. Logo, o decisor pode achar o processo complexo, longo e demorado [Salo e Hämäläinen 1992].

O Tradeoff clássico tem por característica o detalhamento na mensuração dos valores da relação da indiferença para o par de consequências analisadas pelo o decisor. Ao contrário do Tradeoff clássico, o FITradeoff [de Almeida et al. 2015] busca pela leveza e simplificação dos valores da relação da indiferença e é frequente a busca pela clareza dos resultados.

O software FITradeoff [de Almeida et al. 2015] confirmou sua exatidão nos resultados, flexibilidade em seu processo de elicitação, certificou a interatividade junto ao decisor, como sua notória velocidade de constatação pela a solução única para o problema. Sendo o mesmo, eficiente no processo de escolha dentro do conjunto de alternativas (fornecedores) analisadas.

Referências

Almeida, A. T. (2010). O conhecimento e o uso de métodos multicritério de apoio a decisão. 2 ed., rev. e ampl. Recife: Universitária da UFPE.

Almeida, A. T.; Morais, D. C.; Costa, A. P. C. S.; Alencar, L. H.; Daher, S. de. F. D. (2012). Decisão em grupo e negociação: métodos e aplicações. São Paulo: Atlas.

Basnet, C.; Weintraub, A. (2009). A genetic algorithm for a bicriteria supplier selection problem. *International Transactions in Operational Research*, v. 16, p. 173-187.

De Almeida, A. T.; Almeida, J. A.; Costa, A. P. C. S.; De Almeida Filho, A. T. (2016). Software FITradeoff. Disponível em: <www.fitradeoff.org>. Acessado: 2016-09-30.

De Almeida, A. T.; Almeida, J. A.; Costa, A. P. C. S.; De Almeida Filho, A. T. (2015). A new method for elicitation of criteria weights in additive models: Flexible and interactive tradeoff. *European journal of Operational Research*, 250, p. 179-191.

Dias, L. C.; Clímaco, J. N. (2011). Additive Aggregation with Variable Interdependent Parameters: The VIP Analysis Software. *Journal of the Operational Research Society*, v. 51, 9 ed, p. 1070-1082.

Ho, W.; Xu, X.; Dey, P. K. (2010). 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.

Keeney, R. L. (1992). Value-Focused thinking: A path to creative decision making. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Keeney, R. L.; Raiffa, H. (1976). Decision making with multiple objectives, preferences, and value tradeoffs. New York: Wiley.

Lin, R. Na Integrated FANP-MOLP for Supplier Evaluation and Order Allocation.(2008). *Applied Mathematical Modelling*, s.1., 33 (2009): 2730-2736.

Ng, W. L (2008).An efficient and simple model for multiple criteria supplier selection problem. *European Journal of Operational Research*, v. 186, p. 1059-1067.



Önüt, S.; Kara, S. S.; Isik, E. (2008). Long Term Supplier Selection Using a Combined Fuzzy MCDM Approach: A Case Study for a Telecommunication Company. *Expert Systems with Applications*, s.1., 36 (2009): 3887-3895.

Salo, A. A; Hämmäläinen, R. P. (1992). Preference assessment by imprecise ratio statements. *Operations Research*, v. 40, 6 ed., p. 1053-1061.

Talluri, S.; Narasimhan, R. A. (2004). Methodology for Strategic Sourcing. *European Journal of Operational Research*, v. 154, p. 236-250.

Vincke, P. (1992). *Multicriteria decision aid*. John Wiley and Sons.

Zeydan, M.; Çolpan, C.; Çobanoğlu, C. (2010). A Combined Methodology for Supplier Selection and Performance Evaluation. *Expert Systems with Applications*, s.1, v. 38 (2011): 2741-2751.