MODELO MULTICRITÉRIO PARA SELEÇÃO DE FORNECEDOR DE TRANSFORMADORES PARA EMPRESAS DE ENERGIA FOTOVOLTAICA

Vinícius Gonçalves Weis
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Cidade Universitária, S/N, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil
vinicius.weis@ufms.br

Gustavo Anilton Bezerra de Oliveira
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Cidade Universitária, S/N, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil
gustavo.b.oliveira@ufms.br

Vinícius Souza Costa Fernandes
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Cidade Universitária, S/N, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil
vinicius_fernandes@ufms.br

Felipe Marchi de Queiróz
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Cidade Universitária, S/N, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil
f.marchi@ufms.br

João Batista Sarmento dos Santos Neto
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Cidade Universitária, S/N, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil
joao.sarmento@ufms.br

Carolina Lino Martins
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Cidade Universitária, S/N, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil
carol_tcch@hotmail.com

RESUMO

Este estudo apresenta um modelo de decisão multicritério aplicado à seleção de fornecedores de transformadores em uma empresa de energia fotovoltaica situada em Campo Grande - MS. O problema de decisão é abordado considerando quatro critérios essenciais: preço, tempo de fabricação, garantia e confiabilidade. O modelo proposto baseia-se no método Fitradeoff e busca estabelecer pesos adequados para cada critério, por meio da realização de trade-offs entre eles. Em seguida, as alternativas de fornecedores são avaliadas e pontuadas de acordo com os critérios estabelecidos. A partir das pontuações finais, é possível identificar o fornecedor com a maior pontuação, o qual é recomendado como a melhor escolha. Analisando os resultados nota-

se que o critério com a maior constante de escala para o decisor deste caso é o tempo de fabricação e o de menor é a confiabilidade.

PALAVRAS CHAVE. Energia Solar, MCDM/A, FITradeoff

ADM – Apoio à Decisão Multicritério; EN&PG – PO na Área de Energia, Petróleo e Gás

ABSTRACT

This study presents a multicriteria decision model applied to the selection of transformer suppliers in a photovoltaic energy company located in Campo Grande, MS, Brazil. The decision problem is addressed considering four essential criteria: price, manufacturing time, warranty, and reliability. The proposed model is based on the FITRADEOFF method and seeks to establish appropriate weights for each criterion through trade-offs between them. Subsequently, supplier alternatives are evaluated and scored according to the established criteria. Based on the final scores, it is possible to identify the supplier with the highest score, which is recommended as the best choice. Analyzing the results, it is evident that the most important criterion for the decisionmaker in this case is manufacturing time, while reliability is of lesser importance.

KEYWORDS. Solar energy, MCDM/A, FITradeoff

ADM – Multicriteria Decision Aid; EN&PG – OR in Energy, Petroleum and Gas Area

1. Introdução

O processo de seleção de fornecedores utiliza uma enorme quantidade de recursos financeiros de uma empresa e desempenha um papel crucial para o sucesso de qualquer organização [Taherdoost & Brard, 2019]. No contexto do setor de energia, especialmente em empresas de energia fotovoltaica, a escolha de fornecedores para componentes críticos, como transformadores, é de extrema importância. O processo de seleção requer uma cuidadosa consideração de múltiplos critérios para garantir que os fornecedores escolhidos atendam aos requisitos da empresa em termos de preço, qualidade, prazo de entrega, garantia e confiabilidade [de Almeida, 2013].

A cidade de Campo Grande-MS, tem experimentado um crescimento significativo no setor de energia fotovoltaica. Conforme a demanda por fontes de energia renovável continua a aumentar, as empresas dessa região enfrentam o desafio de identificar e selecionar fornecedores confiáveis de transformadores, um componente-chave em sistemas de energia fotovoltaica. O processo de tomada de decisão para a seleção de fornecedores deve ser bem estruturado, transparente e baseado em critérios objetivos para garantir os melhores resultados possíveis [da Costa & Hahn, 2001].

Diante disso, o objetivo deste artigo é apresentar um modelo de decisão multicritério utilizando o método de FITradeoff [de Almeida et al, 2016] para abordar o problema de seleção de fornecedores enfrentado por uma empresa específica de energia fotovoltaica em Campo Grande.

2. Revisão de Literatura

2.1 Seleção de fornecedores

O propósito fundamental da seleção eficaz de fornecedores é identificar o fornecedor apropriado que possa disponibilizar ao comprador produtos ou serviços de qualidade adequada, a preço justo, nas quantidades e momentos adequados [Cengiz et all, 2017]. Diante disso é

necessário adotar uma estratégia quando se lida com distintas situações financeiras e reputações entre os fornecedores, mesmo que produzam produtos de especificações e qualidade idênticas.

2.3 Problemática de Escolha

Verificação da potencial otimalidade das alternativas por meio de problemas de programação linear (PPL) [de Almeida et al., 2016].

2.4 FITradeoff

O método Flexible and Interactive Tradeoff (FITradeoff), é um método multicritério proposto para obter constantes de escala ou pesos de critérios, utilizando-se do conceito de elicitação flexível para melhorar a aplicabilidade do procedimento tradicional de elicitação de tradeoff. [de Almeida et al., 2016].

3. Metodologia

Após realizadas reuniões com um dos funcionários da empresa entendeu-se que o método mais adequado para a realização da atividade seria o FITradeoff, em função da racionalidade compensatória do decisor, e por ser um método de tomada de decisão multicritério que auxilia na comparação de alternativas com base em vários critérios, levando em consideração as preferências do decisor [de Almeida et. al. 2016].

A utilização do Fitradeoff no processo de seleção de fornecedores permite uma análise mais precisa e flexível, levando em consideração as preferências individuais dos decisores [Fossile et al., 2020; Machado et al., 2017].

O método é aplicado inicialmente realizando-se uma avaliação intracritério para definição a função valor e identificar a consequência para cada alternativa para cada critério, em seguida é feita a ordenação dos pesos, onde é explorado o espaço de consequência e obtido as relações entre constantes de escala e por fim elicitação flexível integrando elicitação por decomposição e avaliação holística

O gerente comercial é o decisor do problema, ele quem vai avaliar qual a relevância de cada critério. A empresa já havia estabelecido anteriormente quais critérios são mais relevantes no momento de optar por um fornecedor, manteve-se a utilização destes critérios, sendo eles:

Tabela 1: Critérios

Identificação	Nome	Unidade	Descrição	Objetivo
C1	Preço	R$	Preço de compra do transformador	Minimizar
C2	Tempo de Fabricação	Dias	Tempo em dias que o fornecedor necessita para fabricar o produto	Minimizar
C3	Garantia	Meses	Tempo em meses que o fornecedor fornece garantia para o produto	Maximizar
C4	Confiabilidade	-	Grau de confiança no produto em atender as características esperadas	Maximizar

As alternativas são as opções de fornecedores de transformadores, identificaremos como A1, A2, A3 e A4. Considerou-se estas quatro por serem as que possuem maior proximidade de contato com a organização.

Com estas informações o próximo passo é no site/software próprio para aplicação do Fitradeoff, onde comparações entre alternativas serão realizadas e o decisor deve optar por qual é mais interessante para ele, de acordo com as respostas o sistema conclui qual é a alternativa ideal para o problema.

Para inicializar a aplicação no software deve-se inserir uma planilha que resume informações como critérios, alternativas, tipo de cada critério e a matriz de consequência.

Tabela 2: Planilha para inserção no software

Criteria:	C1	C2	C3	C4
Criterion Type (FITradeOFF)	0	0	1	3
FITradeOFF: Number of levels of discrete criteria				5
Alternatives:	Consequence Matrix:			
A1	32271,8779	90	12	4
A2	23635,2600	90	18	2
A3	25990,0000	35	24	3
A4	21990,000	70	24	2

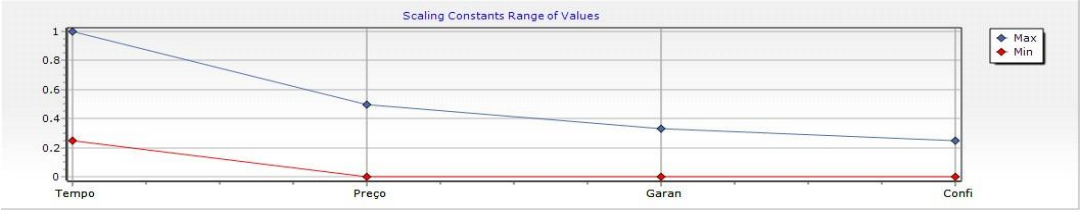
Para preço e tempo de fabricação o tipo de critério (linha 2) é 0, isto significa que é um valor contínuo com objetivo de minimização, garantia é tipo 1, valor contínuo com objetivo de maximização, enquanto confiabilidade é do tipo 3, valor discreto com objetivo de maximização. O único critério discreto é confiabilidade, para este foram considerados 5 níveis (0, 1, 2, 3 e 4).

Após realizado *upload* da tabela declarou-se que todos os critérios seguiriam função linear. Próxima etapa foi realizada para determinar a ordem de importância dos critérios, o decisor passou por 5 comparações em que em cada uma teve que optar por uma das alternativas hipotéticas, em cada uma das 5 visualizava-se lado a lado uma alternativa com o melhor valor no critério i enquanto que a outra opção possuía o melhor valor no critério j, enquanto que os outros 3 critérios eram zerados, ao final desta etapa obteve-se a ordem de importância para os critérios.

4. Resultados e Discussões

A ordem de importância encontrada para os critérios foi a seguinte: tempo de fabricação, preço, garantia e confiabilidade

Figura 1 – *Scaling Constants Range of Values*

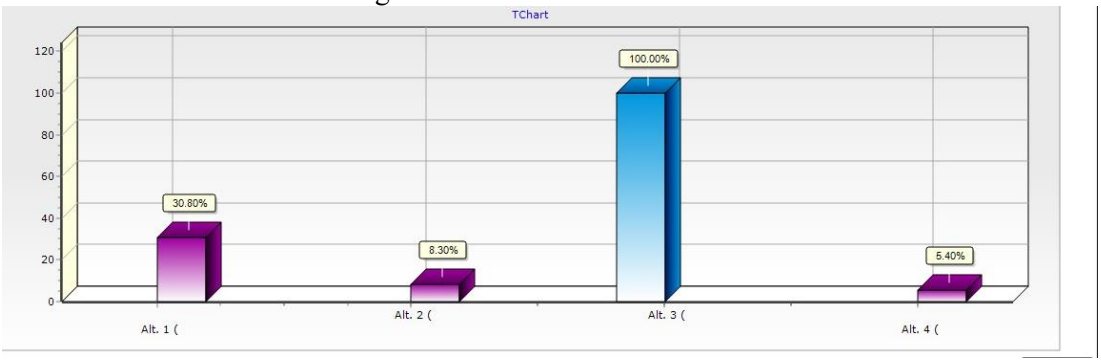


Com esta etapa realizada o software automaticamente pôde chegar a uma alternativa ideal como solução para o caso, neste caso o fornecedor 3, segue-se na próxima figura:

Figura 2 - Resultado

Alternatives	Tempo de Fabricação (DIAS)	Preço (R$)	Garantia (MESES)	Confiabilidade	Max Overall Value	Min Overall Value
Alt. 3 (	35	25990	24	3	1.00	0.53

Figura 3 – *Análise de Sensibilidade*



Na análise de Sensibilidade apresentada pela Figura 3, é possível identificar que o resultado obtido atende a todos os requisitos de maneira exemplar sendo o com maior influência nas escolhas realizadas pelo decisor e permanecendo no conjunto original todas as vezes.

5. Conclusão

Este trabalho cumpriu com seu objetivo e apresentou com embasamento de métodos e de software qual é o fornecedor mais adequado para a empresa comprar seus transformadores. FITradeoff se mostrou capaz para realizar o que era necessário dele ao distribuir os critérios de acordo com sua relevância, agora a empresa pode deixar registrado a qual critério dar preferência em situações futuras, e o método encontrou a solução ótima a partir disso, destacando a alternativa 3 como a melhor opção dentre as estudadas, esta que possui o melhor valor para o critério com maior peso. Para trabalhos futuros recomenda-se que mais alternativas de fornecedores também sejam analisadas.

Referências

de Almeida, A. T. (2013). Processo de decisão nas organizações: construindo modelos de decisão multicritério. São Paulo: Atlas.

Cengiz, A.E. et al. (2017). A Multi-criteria Decision Model for Construction Material Supplier Selection. *Procedia Engineering*, v. 196, p. 294-301. ISSN 1877-7058. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.07.202. Acesso em: 30 de maio de 2023.

da Costa, E. M., & Hahn, P. M. (2001). On the elicitation of preferences in multiple criteria decision analysis based on the concepts of the UTA methods. *European Journal of Operational Research*, v. 130(2), p. 319-329.

de Almeida, A. T. (2016). A new method for elicitation of criteria weights in additive models: Flexible and interactive tradeoff. *European Journal of Operational Research*, 250(1), p 179-191.

Fossile, D. K., et al. (2020).Selecting the Most Viable Renewable Energy Source for Brazilian Ports Using the FITradeoff method. *Journal of Cleaner Production*, 121107.

Machado, V. C., Almeida, A. T., & Borges, A. P. (2017).Combining SMARTER and UTA methods for multi-criteria decision analysis. *Annals of Operations Research*, 248(1-2), p 435-456.

Taherdoost, H; Brard, A. (2019). Analyzing the Process of Supplier Selection Criteria and Methods. *Procedia Manufacturing*, Volume 32, páginas 1024-1034.