APLICAÇÃO DO MÉTODO AHP-GAUSSIANO PARA ORDENAÇÃO DE ARAMES FARPADOS PARA REALIZAR O CERCAMENTO DE NUMA AREA DE 15000 METROS QUADRADOS

João Cavalcanti Neto (UFCG-CDSA) *joao.cavalcanti@estudante.ucfg.edu.br*
Daniel Augusto De Moura Pereira (UFCG-CDSA) *danielmoura@ufcg.edu.br*
Bruno Pereira Diniz (UFCG-CDSA) *brunopereiradiniz046@gmail.com*
Mateus José de Siqueira Silva (UFCG-CDSA) *mateussiqueirasilva3@gmail.com*
Guilherme Nascimento Araújo (UFCG-CDSA) *guilherme1803gui@gmail.com*
Jordan Matheus Barbosa Araújo (UFCG-CDSA) *jordan_barbosa517@hotmail.com*

Resumo

O presente artigo tem como proposito apresentar o ranqueamento e selecionar o melhor arame farpado com intuito de cercar uma área de 15000 metros quadrados. Eles desempenham um papel muito importante para o agricultor/pecuarista, pois são usados para conter áreas destinadas ao manejo de animais e conservação de pastagens rasteiras. Portanto, a partir do método de tomada de decisão AHP-Gaussiano foi realização a aplicação com utilização de critérios quantitativos e com as melhores alternativas do mercado de acordo com sites de E-commerce. O método apresentou de forma organizada o ranqueamento dos arames farpados mais comuns e acessíveis do mercado, onde obteve o arame do tipo Elefante como o primeiro colocado, o arame da marca Nelore em segundo lugar, em terceiro colocado o arame da marca Rodeio e em último colocado o arame da marca Dyno.

Palavras-Chaves: *Arame. AHP-Gaussiano. Método Multicritério.*

1. Introdução

Os arames farpados consistem em fios de aço, normalmente galvanizados para maior resistência, possuindo lâminas afiadas chamadas de farpas. São um tipo de cerca ou barreira de segurança utilizados em diferentes aplicações. Os arames farpados têm sido bastante utilizados ao longo da história como medida de proteção e delimitação de áreas. São frequentemente usados em cercas de fronteira para segurança e controle em áreas territoriais.

Seus espinhos (farpas) proveem um efeito dissuasor, dificultando a passagem de animais e pessoas e ajudando a proteger propriedades, terras, instalações militares, instalações industriais, instalações agrícolas e muito mais. O arame farpado é um elemento importante na proteção e segurança de diferentes locais, proporcionando uma barreira física eficaz para evitar a entrada não autorizada e assim realizando a preservação da integridade das áreas protegidas.

O Apoio Multicritério à Decisão (AMD) é uma metodologia aplicada para auxiliar na tomada de decisões complexas, envolvendo critérios e objetivos. Essa abordagem permite a avaliação e comparação de diferentes opções, levando em consideração critérios quantitativos e qualitativos, com o intuito de fornecer uma visão abrangente dos resultados e identificar a melhor escolha disponível.

Os métodos de Apoio Multicritério à Decisão (AMD) podem ser assimilado como técnicas que permitem que o decisor, seja ele um indivíduo, um grupo ou uma organização, analise e estruture problemas complexos de avaliação de forma transparente. Esses métodos possibilitam a introdução de critérios quantitativos e qualitativos, considerando casos específicos em que haja trade-off entre eles (Gomes; Gomes, 2019)

Segundo Greco et al (2016) esses métodos auxiliam os agentes decisores a estruturarem um processo decisório abrangente, considerando diversos aspectos de avaliação, como por exemplo técnicos, socioeconômicos e ambientais. Eles podem ser aplicados tanto em níveis operacionais quanto estratégicos.

Esse trabalho tem como objetivo selecionar o melhor arame farpado a partir do método AHP-Gaussiano e auxiliar os proprietários da área a ser cercada, levando em consideração cinco critérios de decisão que irá definir a melhor escolha.

2. Referencial Teórico

2.1. Piquetes Na Agropecuária

Segundo Bird (2004), ao escolher o local para criação de animais, é fundamental considerar a topografia do terreno. Deve-se preferir uma área sem declives acentuados e com uma boa qualidade de solo para garantir a produção de pastagens saudáveis. Além disso, é importante ter acesso a uma fonte de água potável abundante e garantir a presença de áreas sombreadas. Os piquetes devem ser posicionados em locais planos ou em áreas elevadas, como o topo de

vales, para proporcionar uma visão aberta do ambiente circundante ao cavalo. Por fim, é essencial fornecer abrigos para proteger os cavalos de ventos fortes, chuva intensa e exposição excessiva ao sol.

O arame farpado é muito utilizado na região nordeste para a pratica de manejo de animais em fazendas. Sua utilização se dá na formação de piquetes para conter os animais e garantir a recuperação natural da pastagem. O arame farpado é muito acessivo e de fácil manuseio, sendo eficaz para os pecuaristas facilitando sua labuta e consequentemente o controle total do rebanho.

2.2. Analise Multicritério

No mundo real, quando se trata de tomar decisões envolvendo problemas de debate, os métodos de Marcadores de Decisão Multicritério (MDCM) desempenham um papel importante na seleção de alternativas não dominantes entre várias opções viáveis, avaliações com base em critérios múltiplos (Sahin, 2016; Santos Júnior, 2022). Ao tomar uma decisão de qualidade é importante considerar o seguinte (DM) (De Souza, 2018; De Carvalho, 2015; Santos Junior, 2022):

1. A perspectiva do DM sobre a necessidade e a dependência da decisão, levando em consideração aspectos de marketing, operações, tecnologia, estratégia, controle financeiro, etc.;
2. Utilizar um método ou uma combinação de métodos para identificar e realizar análises informativas e racionais;
3. Avaliar a necessidade e viabilidade de um processo decisório compartilhado para garantir a participação necessária na implementação das alternativas selecionadas.

Conforme destacado por Pereira et al. (2022), "apesar da diversidade de abordagens, métodos e técnicas de MCDM, os elementos essenciais do MCDM são um conjunto finito ou infinito de ações (alternativas, soluções, cursos de ação, etc.), pelo menos dois critérios e pelo menos um DM".

Segundo Drumond e cols. (2020), "é essencial utilizar um método de Suporte à Decisão Multicritério (AMD) para auxiliar o processo de classificação".

O processo de tomada de decisão deve aguardar objetivos importantes, nos quais, independentemente da opção escolhida, a oportunidade deve ser completamente explorada sem comprometer a posição estratégica do tomador de decisão (Gomes, 2010; Santos Junior, 2022).

A inovação é vista como um fenômeno complexo, incerto e arriscado. A inovação envolve a implementação de bens significativamente aprimorados, novos processos ou serviços, bem como novos métodos organizacionais ou de marketing. É crucial compreender a dinâmica associada à inovação tecnológica (Barros, 2015; Santos, 2015; Santos Junior, 2022).

2.3. AHP-Gaussiano

De acordo com Santos et al. (2021), o Método AHP-Gaussiano apresenta uma nova perspectiva baseada na análise da sensibilidade gerada a partir do fator gaussiano. Isso permite gerar pesos dos critérios com base em entradas quantitativas das alternativas para cada escolhida. A estrutura algébrica proposta segue o mesmo princípio lógico do Método AHP Clássico, proposto por Saaty (1980). A diferença desse método reside na inclusão dos conceitos de média e desvio padrão. Além disso, não se aplica o conceito da escala fundamental de Saaty, diferenciando-o do método clássico.

Moreira (2021) observa que o AHP-Gaussiano possui características de métodos compensatórios, em que os atributos inseridos na matriz de decisão são independentes, e os atributos qualitativos são transformados em uma base numérica. É importante ressaltar que a viabilidade do modelo é alcançada apenas quando as alternativas possuem entradas cardinais em seus critérios.

Assim, as etapas para aplicação do método AHP-Gaussiano são:

1. Estabelecer a matriz de decisão, com as alternativas e critérios a serem analisados no processo decisório. Definir se os critérios são: monotônicos de benefícios (lucro) ou monotônicos de custo;
2. Calcular a média das alternativas em cada critério;
3. Calcular o desvio padrão dos critérios, de acordo com as alternativas propostas;
4. Calcular o fator gaussiano para cada critério, a seguir normalizar a matriz;
5. Ponderação da matriz de decisão, multiplicar o fator Gaussiano normatizado por cada critério;
6. Normalização dos resultados;
7. Obtenção do ranking das alternativas.

   De acordo com os itens 2, 3 e 4, nas etapas acima listadas, considera-se as seguintes equações:

   i. Média aritmética

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} xi}{n} \qquad (I)$$

ii. Desvio padrão

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(xi - \bar{x})^2}{n-1}} \qquad (II)$$

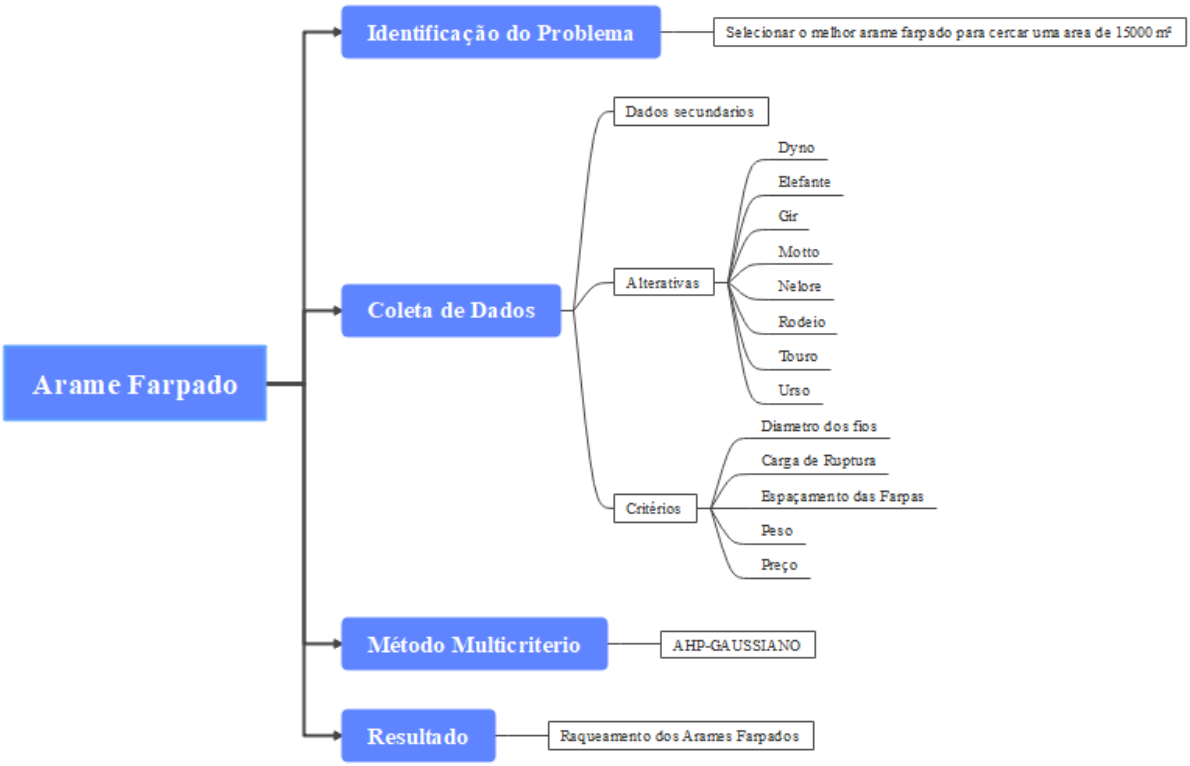
iii. Fator gaussiano

$$fgaussiano = \frac{\sigma}{\bar{x}} \qquad (III)$$

3. Metodologia

Esse trabalho consiste em uma análise de abordagem exploratória quantitativa no qual realizou-se uma aplicação através do método AHP-Gaussiano para definir qual melhor arame farpado para cercar uma determinada área . Para realização da pesquisa foi seguido as etapas conforme o fluxograma da Figura 1 abaixo.

Figura 1 - Fluxograma da Metodologia



Fonte: Autores (2023)

A primeira etapa consistiu na identificação do problema, onde foi identificado a necessidade de cercar uma área de 15000 metros quadrados e com isso houve um impasse de qual seria o melhor arame farpado para realizar o cercamento. A segunda etapa realizou-se a coleta de dados a partir de pesquisas com intuito de definir quais critérios e seriam escolhidos para avaliação das alternativas. Dessa forma foram obtidas nove alternativas de arame farpados de 250 metros listados no fluxograma da figura 1 acima e os critérios estabelecidos para aplicação foram: Preço (R$), Diâmetro dos fios (mm), Carga de ruptura (kgf), Espaçamento entre as farpas (mm) e o Peso (kg).

Posteriormente, foi empregado o VBA no Excel, desenvolvido por Baldini et al. (2021), para processar os dados obtidos e realizar a aplicação do AHP-Gaussiano. O resultado desse processamento foi a classificação dos melhores Arames Farpados.

4. Resultados e Discussão

4.1. Seleção Dos Arames Farpados

Para o desenvolvimento do trabalho e aplicação do método AHP-Gaussiano foram considerados nove alternativas de arames farpados descritas a seguir:

Como especificados anteriormente os arames selecionados foram (A1) Arame Elefante; (A2) Arame Vonder; (A3) Arame Urso; (A4) Arame Dyno; (A5) Arame Gir; (A6) Arame Nelore; (A7) Arame Touro; (A8) Arame Motto; (A9) Arame Rodeio. Os critérios selecionados foram (C1) Preço (R$); (C2) Diâmetro dos fios (mm); (C3) Carga de ruptura (kgf); (C4) Espaçamento entre as farpas (mm); (C5) Peso (kg).

Figura 2 – Imagens das Alternativas de Arames

Imagem A



Imagem B



Imagem C



Imagem D



Imagem E



Imagem F



Imagem G



Imagem H

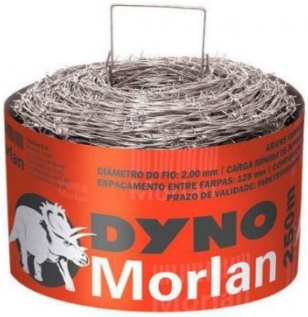


Imagem I



Fonte: Autores (2023)

4.2. Aplicação Do AHP-Gaussiano

O primeiro passo para aplicar o método de seleção dos arames é inserir as alternativas e os critérios na matriz de decisão, conforme Figura 2.

Figura 2 – Matriz de Decisão

Tipo	MIN	MAX	MAX	MIN	MAX
	Preço (R$)	Diametro dos fios (mm)	Carga de ruptura kgf	Espaçamento das farpas (mm)	Peso (kg)
Elefante	R$ 300,00	2,2	400	125	15
Vonder	R$ 220,00	1,6	250	125	11,5
Urso	R$ 205,00	1,6	350	125	10,2
Dyno	R$ 325,00	2	250	125	10,4
Gir	R$ 231,00	1,6	250	125	11,45
Nelore	R$ 249,00	1,6	250	125	19,7
Touro	R$ 260,93	1,6	350	125	11,2
Motto	R$ 299,00	1,6	350	125	10
Rodeio	R$ 187,99	1,6	350	125	10,5

Fonte: Autores (2023)

O segundo passo é normalizar a matriz de decisão, Figura 3.

Figura 3 – Matriz de Decisão Normalizada

	Preço (R$)	Diametro dos fios (mm)	Carga de ruptura (kgf)	Espaçamento das farpas (mm)	Peso (kg)
Elefante	0,09088797	0,142857143	0,142857143	0,111111111	0,136426
Vonder	0,123938141	0,103896104	0,089285714	0,111111111	0,104593
Urso	0,133006786	0,103896104	0,125	0,111111111	0,092769
Dyno	0,083896588	0,12987013	0,089285714	0,111111111	0,094588
Gir	0,118036325	0,103896104	0,089285714	0,111111111	0,104138
Nelore	0,109503579	0,103896104	0,089285714	0,111111111	0,179172
Touro	0,104496957	0,103896104	0,125	0,111111111	0,101864
Motto	0,091191943	0,103896104	0,125	0,111111111	0,09095
Rodeio	0,14504171	0,103896104	0,125	0,111111111	0,095498

Fonte: Autores (2023)

Após a normalização, o próximo passo é o cálculo da média, desvio padrão e fator gaussiano, bem como a normalização do fator gaussiano, conforme Figura 4.

Figura 4 – Média, Desvio Padrão, Fator Gaussiano e Fator Gaussiano Normalizado

Média	0,111111111	0,111111111	0,111111111	0,111111111	0,111111
Desvio Padrão	0,020724103	0,014680368	0,021461615	2,94392E-17	0,02896
Fator Gaussiano	0,186516926	0,132123311	0,193154533	2,64953E-16	0,260639
Fator G. Norma.	0,241466546	0,171048067	0,250059653	3,43011E-16	0,337426

Fonte: Autores (2023)

A multiplicação do fator gaussiano normalizado pela matriz normalizada produz uma classificação de alternativas, conforme mostrado na Figura 5.

Figura 5 – Ordenação AHP-Gaussiano

AHP-G	%	RANK
0,128138	12,81%	1
0,105317	10,53%	6
0,112448	11,24%	4
0,096716	9,67%	9
0,103739	10,37%	7
0,126997	12,70%	2
0,108633	10,86%	5
0,101738	10,17%	8
0,116275	11,63%	3

Fonte: Autores (2023)

Assim, a alternativa melhor ranqueada pelo AHP-Gaussiano foi o Arame Farpado Elefante com 12,81 % o segundo melhor o Arame Farpado Nelore com 12,70 % em terceiro o Arame Farpado Rodeio com 11,63% em último lugar ficou o Arame Farpado Dyno com 9,67%.

5. Considerações Finais

Esse trabalho teve como objetivo apresentar uma aplicação utilizando um método de Apoio Multicritério à Decisão, AHP-Gaussiano, gerando grande impacto na área da pecuária uma vez que os produtores possuem grandes dificuldades de escolher um arame que satisfaça suas necessidades.

Assim, o método AHP-Gaussiano demonstra sua eficiência e eficácia ao permitir a operação de dados de diferentes naturezas de maneira equivalente em termos de análises e resultados. A planilha do Excel, com o auxílio de macros em VBA, comprova sua robustez ao fornecer uma normalização bem estruturada e uma análise de resultados de ordenação de preferência. Para aplicação do AHP-Gaussiano foram selecionadas nove alternativas de arames farpados dos quais o arame selecionado pelo método foi o da marca Elefante. Vale ressaltar que o mesmo

também seleciona o pior dentre os pré-selecionados, pois tão importante quanto saber o que comprar, é saber o que não comprar.

O resultado desse trabalho ressalta a importância da utilização dos métodos de multicritério para tomada de decisão e espera que o presente auxilie os pecuaristas a terem o conhecimento sobre os quais arames favoráveis em uma utilização mais eficiente e eficaz em suas empreitadas e nas construções de seus piquetes e cercados.

REFERÊNCIAS

BALDINI, Fabio; SANTOS, Marcos.; COELHO, Leandro dos Santos; MARIANI, Viviana Cocco. **AHP-GAUSSIANO em VBA** (v.1) 2021.

BIRD, J. **Cuidado Natural del Caballo**. Acanto, 2004, 206p.

D. A. D. M. Pereira et al., "**Multicriteria and statistical approach to support the outranking analysis of the OECD countries**," in IEEE Access, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3187001.

DE CARVALHO PEREIRA F, VEROCAI HD, CORDEIRO VR., GOMES CFS, & COSTA HG. 2015. **Bibliometric analysis of information systems related to innovation**. Procedia Computer Science, 55:298-307.

DE SOUZA LP, GOMES CFS & DE BARROS AP. 2018. **Implementation of new hybrid AHP-Topsis-2N method in sorting and prioritizing of an it CAPEX project portfolio**. International Journal of Information Technology & Decision Making, 17(4):977-1005.

DOS SANTOS, Marcos & COSTA, Igor & GOMES, Carlos Francisco. (2021). **Multicriteria Decision Making in the Selection of Warships: a New Approach to the AHP Method. International Journal of the Analytic Hierarchy Process**. 13. 10.13033/ijahp.v13i1.833.

DRUMOND, P. ; COSTA, I. P. A. ; GOMES, C. F. S. ; SANTOS, M. ; PEREIRA, D. A. M. . **APLICAÇÃO DO MÉTODO ELECTRE-MOR NA MANUFATURA ADITIVA: CLASSIFICAÇÃO DE IMPRESSORA 3D DO TIPO FUSED DEPOSITION MODELING (FDM).** In: XXXIII ENDIO ? XXXI EPIO RED-M IX, 2020, Cordoba. Anales de XXXIII ENDIO ? XXXI EPIO RED-M IX, 2020.

GOMES, L. F. A. M., e GOMES, C. F. S. **Princípios e métodos para a tomada de decisão: Enfoque multicritério** (6a ed.). São Paulo: Atlas. (2019).

GRECO, S.; EHRGOTT, M.; FIGUEIRA, J. R. **Multiple Criteria Decision Analysis State of the Art Surveys**. Second edi ed. New York: Springer, 2016.

L.F.A.M. Gomes, C.F.S, Gomes, L.F.A.M., Maranhão, F. J. C. **Decision Analysis For The Exploration Of Gas Reserves:Merging TODIM and THOR**. Pesquisa Operacional, v.30, n.3, p.601-617 (2010).

M.D. Barros, C. A. L. Salles, C. F. S. Gomes, R.A Silva, H. G. Costa. Mapping of the Scientific Production on the ITIL Application Published in the National and International Literature. Procedia Computer Science 55, 102 – 111., 2015 doi: 10.1016/j.procs.2015.07.013.

MOREIRA, Miguel Ângelo Lellis. **Notas de aula – Método de Tomada de Decisão Multicritério**, (2021).

SAHIN R. 2016. **Fuzzy multicriteria decision-making method based on the improved accuracy function for interval-valued intuitionistic fuzzy sets**. Soft Comput, 20:2557-2563.

SANTOS JUNIOR, Francisco Mendes dos; TOMAZ, Pedro Paulo Mendes; DINIZ, Bruno Pereira; SILVA, Mateus José de Siqueira; PEREIRA, Daniel Augusto de Moura; MONTE, Danillo Marcus Marinho do; SANTOS, Marcos dos; GOMES, Carlos Francisco Simões; COSTA, David de Oliveira. **Big Bags Reverse Logistics using Business Intelligence and Multi-Criteria Analysis.** Procedia Computer Science. Volume 214. 2022. Pages 172-178. ISSN 1877-0509.

SANTOS, M., QUINTAL, R. S., PAIXÃO, A.C., GOMES, C.F.S **Simulation of Operation of An Integrated Information for Emergency Pre-Hospital Care In Rio de Janeiro Municipality**. Procedia Computer Science 55, 931 – 938. 2015. Doi: 10.1016/j.procs.2015.07.11.