

ESCOLHA DE UM TRATOR DE PEQUENO PORTE PARA TRABALHOS DIÁRIOS EM UMA FAZENDA PECUÁRIA POR MEIO DO MÉTODO MULTICRITÉRIO DE APOIO A TOMADA DE DECISÃO AHP-GAUSSIANO

Mateus José de Siqueira Silva (UFCG-CDSA) mateussiqueirasilva3@gmail.com
Bruno Pereira Diniz (UFCG-CDSA) brunopereiradiniz046@gmail.com
Pedro Paulo Mendes Tomaz (UFCG-CDSA) pedrtomz@gmail.com
Daniel Augusto de Moura Pereira (UFCG-CDSA) danielmoura@ufcg.edu.br

Resumo

A seleção de Tratores para aplicações diárias na agropecuária pode ser difícil tendo em vista a amplitude de modelos presentes no mercado e as tarefas que serão exercidas no dia a dia de trabalho. Neste sentido o referido trabalho tem por objetivo a seleção de um trator de pequeno porte, por meio do método multicritério de apoio a tomada de decisão (AMD) AHP-GAUSSIANO, das montadoras *Valtra*, *New Holland* e *John Deere*. Para atingir tal objetivo, definiu-se os critérios de HP do modelo, cilindradas do motor, capacidade de combustível, fluxo de óleo do hidráulico, tempo para troca de óleo do motor e do hidráulico, capacidade de levante traseiro e o preço de mercado de cada uma das opções. Após a aplicação do método a melhor opção foi o trator de pequeno porte *New Holland TL. 5 100*.

Palavras-Chaves: Tratores Agrícolas. AHP-GAUSSIANO. Multicritério. Pecuária.

1. Introdução

O agronegócio é o conjunto de atividades econômicas agropecuárias e todos os seus serviços, equipamentos e técnicas, relacionados a produção e distribuição de produtos agrícolas. Nos últimos anos o agronegócio vem assumindo um lugar de protagonismo nos debates econômicos no Brasil.

Segundo (CEPEA 2022) o agronegócio representa cerca de 25% do PIB Brasileiro totalizando quase 2 Trilhões de reais, com 32% desse valor sendo contabilizado pelas práticas da agropecuária.

A agropecuária brasileira evoluiu muito desde seus primórdios no país, novas práticas de criação de animais, novas raças sendo inseridas no rebanho, melhoramento genético, agricultura de precisão visando a maximização do crescimento dos animais e maquinário de ponta para auxílio nos trabalhos diários são alguns dos exemplos da evolução que vem sofrendo esse setor.

O mercado é amplo e pode ser dividido em duas formas de criação, a intensiva, feita para venda massiva no mercado e em sua maioria para exportação bovina, e a extensiva, que apresenta baixa produtividade, baixas extensões de terra e com pouco estudo genético atrelado ao negócio, atendendo em sua maioria a pequenos mercados internos no interior do país.

Silva *et.al* (2022) mostrou a eficiência dos modelos de apoio a tomada de decisão no âmbito da agroindústria aplicada a pecuária, com a utilização de métodos multicritérios para a seleção de um caminhão para transporte de carga viva até abatedouros.

Visando a necessidade de seleções de maquinário para auxílio na produção diária das pecuárias, o presente trabalho tem por objetivo a seleção de um trator de pequeno porte por meio do método multicritério de apoio a tomada de decisão (AMD) AHP-GAUSSIANO.

2. Referencial Teórico

2.1 Tomada de Decisão

A tomada de decisão é utilizada sempre que se faz necessária a solução de um novo problema. Mesmo que se tenha uma única solução, a alternativa pode ser executar ou não executar determinada ação. Direcionar o foco a um determinado problema viabiliza a ação de direcionar os esforços corretamente ao processo. (GOMES; GOMES, 2019, p.1)

Segundo Gomes (2019), o processo de análise da decisão possui várias alternativas que devem ser analisadas com cuidado, para assim escolher a “melhor” decisão possível. Para a tomada de decisão ser efetiva e resolver o problema além de eficiente resolvendo o problema da melhor maneira, é necessário possuir informações corretas e precisas. Por tanto, no momento que as decisões são colocadas em prática, o decisor deve estar convicto de que o processo decisório foi completo e corretamente implementado.

2.2 AHP Clássico

O método AHP (Analytic Hierarchy Process) foi desenvolvido por Tomas L. Saaty no início da década de 70 e é o método de multicritério mais amplamente utilizado e conhecido no apoio à tomada de decisão na resolução de conflitos negociados, em problemas com múltiplos critérios.

Segundo Costa (2002) esse método se baseia em 3 etapas de pensamento, listadas a seguir:

- Construção de hierarquias: no método AHP o problema é estruturado em diferentes níveis hierárquicos, facilitando a melhor compreensão e avaliação do mesmo. Para a aplicação desta metodologia é necessário que tanto os critérios quanto as alternativas possam ser estruturadas de forma hierárquica, sendo que no primeiro nível da hierarquia corresponde ao propósito geral do problema, o segundo aos critérios e o terceiro as alternativas.
- Definição de prioridades: fundamenta-se na habilidade do ser humano de perceber o relacionamento entre objetos e situações observadas, comparando pares em uma matriz de decisão, através de critério ou julgamentos paritários.
- Consistência lógica: o ser humano tem a habilidade de estabelecer relações entre objetos ou ideias de forma coerente, tal que elas se relacionem bem entre si e suas relações apresentem consistência (Saaty, 2000).

2.3 AHP Gaussiano

Não é novidade a criação de novas abordagens filhas do método AHP. SANTOS, COSTA & GOMES (2021) propuseram uma nova visão da abordagem do método, que agora aplica o fator gaussiano, de forma a dispensar a escala proposta antes por Saaty e garantindo uma tomada de decisão com valores reais das especificações do objeto ao qual será submetido a toma de decisão. (FÁBIO BALDINI, 2021) trata o AHP-GAUSSIANO como um método que “visa propor uma nova abordagem para o método AHP, sem a dependência da matriz de avaliação do decisor entre os critérios, sendo que para os cálculos deve-se utilizar valores quantitativos reais para calcular a média e o desvio padrão obtendo assim o ranking das alternativas.”.

As etapas do método AHP-GAUSSIANO são descritas a seguir: (SANTOS; COSTA; GOMES, 2021).

1) A primeira etapa do método é firmar a matriz de decisão, com as alternativas e critérios a serem avaliados no processo decisório;

Após firmada a matriz de decisão, é realizada a normalização dos atributos, para valores que se queira maximizar ou seja monotônico de lucro, utiliza-se a fórmula (1).

$$N = \frac{a_{ij}}{\sum a_{ij}} N = \frac{a_{ij}}{\sum a_{ij}} \quad (1)$$

Para valores que o objetivo seja a minimização ou seja monoatômicos de custo, utiliza-se a fórmula (2).

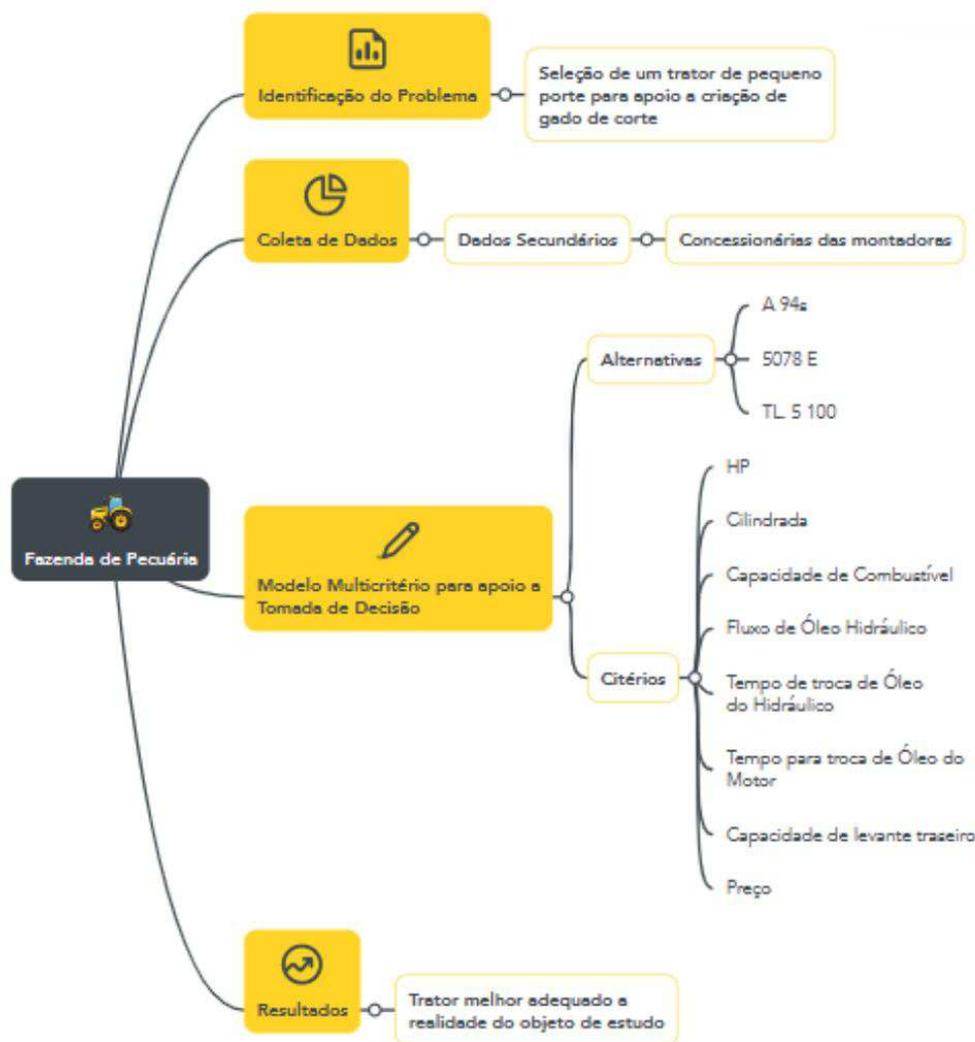
$$N = \frac{\left(\frac{1}{a_{ij}}\right)}{\left(\sum a_{ij}\right)}$$

- 2) Na segunda etapa se calcula a média das alternativas do problema;
- 3) Para a terceira etapa se calcula o desvio padrão de cada alternativa para cada um dos critérios;
- 4) Na quarta etapa é calculado o fator Gaussiano para cada critério;
- 5) Na quinta etapa multiplica-se o fator Gaussiano pela matriz de decisão;
- 6) A sexta etapa é caracterizada pela normalização dos resultados; e com último ato
- 7) Na sétima etapa se ordena as alternativas.

3. Metodologia

Baseado em um modelo de apoio a tomada de decisão AMD, o presente trabalho foi construído com uma pesquisa quantitativa de caráter exploratório, dividido em quatro etapas destrinchadas no fluxo metodológico presente na Figura 1.

Figura 1: Fluxo Metodológico



Fonte: Autores (2023)

Na primeira etapa foi identificada a grande quantidade de tratores e marcas presentes no mercado brasileiro e a necessidade de no segmento de pequenos tratores selecionar o que melhor se adequa aos critérios pré-estabelecidos para a tomada de decisão.

A segunda etapa foi referente a coleta de dados durante o mês de dezembro, feita com dados secundários, adquiridos através dos folhetos das marcas e modelos dos tratores e suas fichas técnicas além de contato direto vendedores das referidas marcas.

Na terceira etapa foram definidos os modelos para aplicação: *Valtra A94s*, *John Deere 5078 E* e *New Holland TL. 5 100* apresentados na Figura 2, 3 e 4, além dos critérios para avaliação HP dos tratores, cilindradas, capacidade de combustível, fluxo do óleo do hidráulico, primeira troca de óleo do motor em horas de trabalho, primeira troca de óleo do hidráulico em horas de trabalho, capacidade de levantar traseiro e preço de aquisição do maquinário.

Figura 2: Trator *Valtra A 94s*



Fonte: Valtra (2023)

Figura 3: Trator *John Deere 5078 E*



Fonte: John Deere (2023)

Figura 4: Trator *New Holland TL. 5 100*



Fonte: New Holland (2023)

A seguir, na quarta etapa, foi utilizado o VBA em Excel desenvolvido por Baldini *et al* (2021) para modelagem e processamento dos dados coletados gerando um *output* do melhor resultado dentre os três modelos supracitados.

4. Resultados e Discussões

4.1 Aplicação da análise multicritério (AMD)

Para modelagem do método AHP-Gaussiano foram considerados 3(três) alternativas de tratores com 101Cv ou menos, ou seja, de porte pequeno para os parâmetros de maquinas pesadas, das marcas *New Holland*, *Valtra* e *John Deere*.

Considerando também 8 (oito) critérios citados anteriormente propostos para tomada de decisão, com o critério de preço considerado como monogâmico de custo visando sua minimização. A Figura 3 mostra a base de dados para aplicação do método AHP-Gaussiano.

Figura 5: Matriz de decisão AHP-Gaussiano

AHP - GAUSSIANO				GERAR BASE AHP-Gaussiano		GERAR BASE AHP-Gaussiano + AHP		
Número de Alternativas	3	Limpar Tudo		PROCESSAR AHP-Gaussiano		PROCESSAR AHP-Gaussiano + AHP		
Número de Critérios	8							
Tipo	MAX C1	MAX C2	MAX C3	MAX C4	MAX C5	MAX C6	MAX C7	MIN C8
A 94s	99	3,3	153	65	400	1200	3300	380000
5078 E	80	2,9	125	69	375	750	2350	365000
TL 5. 100	101	3,9	171	44,5	250	2000	3600	380000

Fonte: Autores (2023)

O critério preço classifica-se como monotônico de custo, ou seja, quanto menor o valor melhor a classificação, por isso sua minimização na matriz de decisão. As demais alternativas foram classificadas como monotônicos de lucro, sendo maximizados na matriz de decisão. A Figura 4 apresenta o resultado da aplicação do método. Nela é possível analisar os critérios de maior impacto para a decisão, as médias de variabilidade, o fator gaussiano, o fator gaussiano já normalizado, o desvio padrão e o ranqueamento das alternativas propostas.

Figura 6: Matriz de decisão normalizada e resultados obtidos pelo AHP-Gaussiano

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	AHP-G	RANK
A 94s	0,353571	0,326733	0,340757	0,364146	0,390244	0,303797	0,356757	0,328829	0,341779	2
5078 E	0,285714	0,287129	0,278396	0,386555	0,365854	0,189873	0,254054	0,342342	0,278681	3
TL 5. 100	0,360714	0,386139	0,380846	0,2493	0,243902	0,506329	0,389189	0,328829	0,379539	1
Média	0,333333	0,333333	0,333333	0,333333	0,333333	0,333333	0,333333	0,333333		
Desvio Padrão	0,041394	0,049834	0,051627	0,073633	0,078404	0,160282	0,070547	0,007802		
Fator Gaussiano	0,124181	0,149502	0,154881	0,220898	0,235211	0,480846	0,211641	0,023406		
Fator G. Norma.	0,077586	0,093406	0,096766	0,138013	0,146955	0,300423	0,132229	0,014624		

Fonte: Autores (2023)

A melhor alternativa proposta por o método foi o trator *New Holland TL. 5 100* dentre os tratores de pequeno porte analisados. Apresentando superioridade nos critérios de HP, cilindrada, capacidade de combustível, tempo para troca de óleo do hidráulico e capacidade de levantar traseiro. Em contra partida o método também indica a pior alternativa dentre as analisadas, o trator 5078 E foi ranqueado como ela, apresentando inferioridade nos critérios de HP, cilindrada, capacidade de combustível, tempo para troca de óleo do hidráulico e capacidade do levantar traseiro.

Observa-se também que em um cenário de possível veto da melhor opção de trator de pequeno porte, o veículo a ser adquirido é o *Valtra A 94s* posicionado em segundo lugar.

O trator selecionado é apresentado na Figura 5.

Figura 7: Trator *New Holland* TL. 5 100



Fonte: *New Holland* (2023)

5. Considerações Finais

Este trabalho se baseia em modelo multicritério de apoio a tomada de decisão, utilizando do método AHP-Gaussiano para auxílio na tomada de decisão de um trator de pequeno porte para trabalhos diários.

Para realização do estudo utilizou-se três modelos de tratores de pequeno porte de três montadoras distintas e oito critérios para modelagem do método. Como resultado obteve-se o ranking das alternativas mostrando consistência na aplicação e indicando a melhor alternativa proposta por o método.

Desse modo o modelo TL. 5 100 da *New Holland* apresentou-se como melhor opção dentre os modelos avaliados com os critérios considerados para a tomada de decisão.

REFERÊNCIAS

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

COSTA, Helder Gomes. Introdução ao método de análise hierárquica: análise multicritério no auxílio à decisão. Niterói: H.G.C., 2002.

DE SIQUEIRA SILVA, Mateus José et al. A Comparative Analysis of Multicriteria Methods AHP-TOPSIS-2N, PROMETHEE-SAPEVO-M1 and SAPEVO-M: Selection of a Truck for Transport of Live Cargo. *Procedia Computer Science*, v. 214, p. 86-92, 2022.

GOMES, L. F. A. M.; GOMES, Carlos Francisco Simões. Princípios e métodos para a tomada de decisão: Enfoque multicritério. São Paulo: Atlas, 2019.

PIB do Agronegócio Brasileiro. CEPEA-Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>. Acesso em: 15/01/2023.

SAATY, T.L. Decision making for leaders. Pitts burg, USA: WS. Publications, 2000.

SANTOS, Marcos dos; COSTA, Igor Pinheiro de Araújo; GOMES, Carlos Francisco Simões. Multicriteria decision-making in the selection of warships: a new approach to the AHP method. International Journal of the Analytic Hierarchy Process, 13(1). 2021.

SÉRIE A4S. Valtra. Disponível em: <https://www.valtra.com.br/produtos/tratores/serie-a4s.html>
Tratores 5078E. John Deere. Disponível em: <https://www.deere.com.br/pt/tratores/s%C3%A9rie-5e-pequenos/5078e-cabinado-70cv/>.

TL5. New Holland Agricultura. Disponível em: <https://agriculture.newholland.com/lar/pt-br/equipamento/produtos/tl/tl5>.