

MODELO MULTICRITÉRIO DE SELEÇÃO DE DRONES POR UMA EMPRESA DE TREINAMENTO USANDO ANÁLISE DA FONTE DE DADOS E PROMETHEE II

Layra Nayara Damacena de Lima de Almeida

Universidade Federal de Pernambuco

Av. da Arquitetura - Cidade Universitária, Recife - PE, 50740-550

layra.nayara@gmail.com

Eduarda Asfora Frej

Universidade Federal de Pernambuco

Av. da Arquitetura - Cidade Universitária, Recife - PE, 50740-550

eafrej@cidsid.org.br

RESUMO

O uso de drones está se disseminando comercialmente em empresas de serviços para produção audiovisual, monitoramento de segurança, treinamentos, agricultura e outros. A seleção de um novo modelo de drone agrega valor a uma empresa de treinamentos, pois é essencial para que a empresa se destaque entre seus concorrentes e atraia mais clientes. Sendo assim, o objetivo deste estudo é a seleção de um modelo de drone para uma empresa de treinamentos. A obtenção dos dados que compõem o modelo matemático foi analisada através da Análise da Fonte de Dados, a qual também forneceu suporte para a escolha da abordagem de tratamento de incertezas. O modelo usou o PROMETHEE II e realizou uma análise de sensibilidade baseada em Monte Carlo. A recomendação forneceu um ranking. A análise de sensibilidade mostrou que o modelo de drone no topo do ranking manteve essa posição em 68,50% dos casos simulados.

PALAVRAS CHAVE. Seleção de drones, PROMETHEE, Análise da Fonte de Dados.

Tópicos (Métodos Multicritério para Ajuda de Tomada de Decisão)

ABSTRACT

Drones are becoming more widespread through commercial applications such as audiovisual production services, security monitoring, training, agriculture, and others. Selecting a new drone model adds value to a training company, because it is essential for the company to stand out from its competitors and attract more customers. Therefore, the objective of this study is to select a drone model for a training company. The data that compose the mathematical model were obtained through Data Source Analysis, which also provided support for the choice of the uncertainty treatment approach. The model used PROMETHEE II and performed a sensitivity analysis based on Monte Carlo. The recommendation provided a ranking. The sensitivity analysis showed that the top-ranked drone model maintained the first position in the ranking in 68,50% of simulated cases.

KEYWORDS. Drones selection. PROMETHEE. Data Source Analysis.

Paper topics (Multicriteria methods for supporting decision making)

1. Introdução

Os drones também podem ser chamados de forma mais técnica como Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPAS - sigla proveniente do inglês Remotely Piloted Aircraft System). Eles estão sendo usados como ferramentas para auxiliar diversas atividades econômicas e de serviço público. Exemplos de seu uso podem ser verificados em empresas de agricultura [Oğuz 2024] e situações de desastre [Johny et al. 2025].

A empresa do estudo oferece o serviço de treinamento de pilotagem de drones. Esta empresa deseja realizar a compra de mais um modelo para seu portfólio. Sendo assim, o objetivo desse estudo é o desenvolvimento de um modelo multicritério para a seleção de uma modelo de drone utilizando um framework para análise da fonte de dados.

O estudo está organizado da seguinte forma. Na seção 2 é apresentado a framework para Análise da Fonte de Dados. Na seção 3 é apresentado o modelo multicritério para seleção de drone. Por fim, na seção 4 são apresentadas as conclusões do estudo.

2. Framework para Análise da Fonte de Dados

O framework para Análise da Fonte de Dados – AFD [De Almeida e Frej 2025] é uma ferramenta que auxilia a definição de fontes de dados para construir o modelo matemático e influencia a análise de sensibilidade da recomendação. Este framework pode ser usado em conjunto com frameworks de modelagem de problemas multicritério, como por exemplo o framework proposto por De Almeida [2013].

O AFD consiste em 6 questionamento. O primeiro grupo de questões é direcionado para o decisor e o analista. Já o segundo grupo de questões é direcionado para o potencial expert que pode participar do processo de decisão. As questões são:

- 1) Quais fonte de dados usar?
- 2) Quem são os possíveis especialistas?
- 3) Quantos especialistas há para cada critério de interesse?
- 4) Quais procedimentos serão utilizados pelo especialista?
- 5) O especialista se sente seguro em fornecer informação?
- 6) O especialista tem disponibilidade para fornecer os dados?

A próxima seção apresenta a aplicação do AFD em um problema de seleção de drones.

3. Modelo multicritério para seleção de drones

Para construir este modelo de decisão foi usado o framework de modelagem [De Almeida 2013] e o framework para AFD. O desenvolvimento do modelo inicia com o decisor e o analista compondo o núcleo principal de atores do processo decisório. O decisor é o proprietário e gestor da empresa. Em seguida, o decisor define os objetivos e os critérios relacionados. Os objetivos definidos foram custo, recursos de câmera, duração de bateria, recursos de segurança. Os critérios foram pré-definidos diretamente relacionados com os objetivos. A definição completa dos critérios envolve a forma de mensuração e a direção de desejabilidade do decisor com relação as performances, mas isso depende da fonte de dados definida. Na etapa inicial da AFD o decisor e o analista respondem as três primeiras questões pra indicar os potenciais experts e outros tipos de fontes “não humana”. No segundo momento os potenciais experts respondem outras três questões. A análise de toda esta informação leva a definição da fonte de dados, da mensuração e direção de desejabilidade, como apresentado na tabela 1:

Tabela 1: Resultado da AFD.

	Custo	Recursos de câmera	Duração bateria (min)	Recursos de segurança
Fonte definida	-Site do fornecedor;	-Manual do produto (internet); -2 especialistas: decisor e instrutor;	-Manual do produto (internet);	-Manual do produto (internet); -2 especialistas: decisor e instrutor;

Mensuração	Em reais (R\$)	Em escala Likert	Em minutos (min)	Em escala Likert
Direção de desejabilidade	Minimizar	Maximizar	Maximizar	Maximizar

O critério “duração de bateria” foi calculado de acordo com a quantidade de baterias incluídas no kit do modelo multiplicada pela duração de cada bateria, baseado nas especificações do manual. Os critérios “recursos de segurança” e “recursos de câmera” são compostos por diversas funções fornecidas pelos drones. Estas funções podem ser comparáveis ou incomparáveis. De modo que a participação dos especialistas é essencial para mensurar o desempenho dos drones nestes critérios. Os especialistas acreditam que a melhor forma de mensurar estes critérios é através de uma escala Likert que reflete o impacto positivo das funções fornecidas por cada modelo. Sendo assim, a escala criada foi:

- 1) Bom - O modelo fornece funções adicionais que representam um impacto leve.
- 2) Ótimo - O modelo fornece funções adicionais que representam um impacto razoável.
- 3) Excelente - O modelo fornece funções adicionais que representam um impacto alto.

Para concluir, a AFD leva o decisor e o analista a refletir se preferem usar alguma abordagem de tratamento de incerteza com os experts ou preferem realizar o tratamento na AS após obter a recomendação. Devido a presença de apenas 2 especialistas, o decisor e o analista consideraram que era um grupo muito abaixo do que é sugerido na literatura e preferiram tratar a incerteza através da AS. Já que estudos como o de Koc et al. [2023] mencionam que grupos pequenos são compostos por 5 a 10 pessoas. Neste ponto, a AFD é finalizada e o processo de decisão segue o fluxo do framework de modelagem.

Em seguida, o espaço de alternativas é composto por 3 modelos de drones de uma marca de preferência do decisor e que estão numa faixa de valores entre R\$ 7.500,00 e R\$ 11.000,00. A problemática utilizada foi de ranking, já que há a possibilidade de algum modelo ficar indisponível momentaneamente para venda. Então, as demais opções posicionadas no ranking seriam uma opção alternativa de compra. Além disso, se futuramente houver a intenção de compra de todos os modelos avaliados, mantendo-se a estrutura do modelo, esse ranking ainda pode ser usado. A partir destas definições a matriz de consequência é construída e apresentada na Tabela 2.

Tabela 2: Resultado da AFD.

Modelo	Custo (R\$)	Recursos de Câmera (Likert)	Duração de bateria (min)	Recursos de segurança (Likert)
A061	7.990,00	3	93	1
A048	10.590,00	2	23	3
A025	7.990,00	1	140	2

O próximo passo é efetuar a modelagem de preferências do decisor. Foi avaliado que o decisor possui racionalidade não compensatória e uma estrutura de preferências que engloba incomparabilidade. Além disso, o tempo e o esforço requerido ao decisor, além da precisão desejada dos resultados e da rapidez para obter a recomendação conduziram à escolha do método PROMETHEE II [Brans et al. 1986]. O PROMETHEE II possui um Sistema de Suporte à Decisão (SSD), disponível em <http://cdsid.org.br/prometheeroc>, o qual foi utilizado nesta aplicação. Este SSD também fornece funcionalidades de AS. Em seguida, os seis tipos de funções do PROMETHEE II foram apresentados ao DM. Na avaliação intracritério, o DM definiu o Tipo Usual para todos os critérios. Então, a avaliação intercritério foi conduzida usando o PROMETHEE DSS, que fornece três maneiras de elicitação dos pesos: avaliação direta, elicitação com pesos ROC e elicitação com razão. O decisor optou pela avaliação direta, pois estava confiante de que poderia fornecer os pesos para cada critério. Os pesos fornecidos foram: 0,14; 0,28; 0,24 e 0,34. Com base em todas essas informações, o PROMETHEE II foi aplicado e forneceu a classificação: A025>A061>A048. Por fim, a AS foi realizada.

A AS foi executada alterando os pesos de todos os critérios e os desempenhos das alternativas nos critérios “custo” e “duração de bateria” para avaliar o comportamento da recomendação. A AS consistiu na variação simultânea de todos esses elementos para simular a situação mais próxima da realidade. A variação de 15% nos pesos foi definida pelo decisor. Já a variação de 20% nos critérios custo e bateria foi definida a partir da experiência de compras anteriores dos 2 especialistas envolvidos, já que a documentação usada nestes critérios não fornecia essa informação de variação ao longo do tempo. O resultado da AS mostrou que o modelo de drone A025 que ocupou a primeira posição permaneceu nesta posição em 68,50% dos casos simulados.

4. Conclusões

O modelo desenvolvido apoiou uma empresa de treinamento em pilotagem de drones a escolher um novo modelo de drone para compra. Esta decisão tem um impacto no aumento da competitividade no mercado, já que a empresa expande as possibilidades de experiência de pilotagem ofertando mais um novo modelo para seus clientes.

A empresa do estudo não possuía nenhuma familiaridade com a metodologia multicritério para realizar a seleção dos drones ou tomar outras decisões estratégicas. O decisor declarou ter ficado satisfeito pela preocupação com elementos que transmitam mais confiança no processo de decisão. Ele também declarou estar disposto a implementar a recomendação e ao uso da metodologia em outras decisões estratégicas.

A interação do decisor com o AFD foi bastante enriquecedora para o desenvolvimento do modelo. Várias possibilidades de fonte foram analisadas se baseando na informação e conhecimento destas fontes. O que ajudou na percepção do impacto destas fontes em outros momentos de análise, como na AS.

Referências

Brans, J. P., Vincke, P., e Mareschal, B. (1986). How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method. *European Journal of Operational Research*, 24, 228-238.

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

De Almeida, L. N. D. L., & Frej, E. A. (2025) Prioritizing suppliers in a Brazilian construction company based on the PROMETHEE method: a novel framework for multicriteria Data Source Analysis. *Construction Innovation: Information, Process, Management*. In press.

Johny, D., Padhi, S.S. e Cheng, T.C.E. (2025), "Drone selection for disaster responses: an application of the stratified-best-worst method", *Management Decision*.

Koc, K., Ekmekcioğlu, O, e Işık, Z. (2023). Developing a probabilistic decision-making model for reinforced sustainable supplier selection, *International Journal of Production Economics*, Volume 259, 108820.

Oğuz, A. (2024). Drone Selection For Agricultural Enterprises With Interval Type-2 Fuzzy Copras Method. *Journal Of Research In Business*, 9(2), 395-421.