



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 3/2023

DAYANNA **SELLERI** PEREIRA, Cap Int

**Aplicação do método ELECTRE IS para classificação orçamentária da
Ação 219D na Diretoria de Infraestrutura da Aeronáutica**

Rio de Janeiro

2023

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 3/2023

DAYANNA **SELLERI** PEREIRA, Cap Int

**Aplicação do método ELECTRE IS para classificação orçamentária da
Ação 219D na Diretoria de Infraestrutura da Aeronáutica**

Trabalho de conclusão de curso apresentado no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica como requisito parcial para aprovação no Curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Liderança com Ênfase em Gestão no COMAER.

Linha de Pesquisa: Gestão Institucional
Orientador: Carlos Eduardo José da Silva,
Ten Cel Esp Av

Rio de Janeiro

2023

DAYANNA **SELLERI** PEREIRA, Cap Int

**Aplicação do método ELECTRE IS para classificação orçamentária da
Ação 219D na Diretoria de Infraestrutura da Aeronáutica**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da
Aeronáutica.

Aprovado por:

Carlos **Eduardo** José da Silva, Ten Cel Esp Av
EAOAR

Isabel Corrêa da **Costa** Mileski, Maj Dent
EAOAR

Rio de Janeiro
2023

RESUMO

Com a finalidade de tornar mais assertiva a alocação dos recursos da Ação 219D para atendimento do Plano de Infraestrutura da Aeronáutica, a Diretoria de Infraestrutura da Aeronáutica utiliza dados oriundos de sistemas distintos para priorizar as obras/projetos que são atendidos na referida ação orçamentária, um processo complexo e empírico, que atualmente necessita de sistematização científica, efetividade, transparência e rapidez. Neste contexto e, em alinhamento ao macroprocesso de gestão e suporte do Plano Estratégico Militar da Aeronáutica (PEMAER), este ensaio defende que o método decisório ELECTRE IS otimiza o processo de planejamento, gestão e acompanhamento orçamentário da ação 219D na DIRINFRA. Inicialmente, argumenta-se que a utilização do método ELECTRE IS classifica critérios permitindo agrupá-los em categorias pré-definidas, o que possibilita mais clareza para o tomador de decisão. Adicionalmente, o método permite a avaliação racional das alternativas na alocação de recursos dentro da problemática apresentada, garantindo a possibilidade de auditoria do processo. Ademais, a implantação do método pode servir como exemplo a ser seguido em outras OM da FAB, podendo ser adaptado para atender às necessidades específicas, criando uma abordagem uniforme e mais efetiva na alocação de recursos de toda a Força. A otimização proposta neste estudo, além de fortalecer a missão da DIRINFRA, também desempenha papel crucial e contribui sobremaneira para a consecução dos macroprocessos finalísticos do PEMAER, garantindo que a FAB esteja preparada para enfrentar os desafios atuais e futuros, com eficiência e eficácia, alinhando suas ações aos objetivos estratégicos e à missão de defesa do espaço aéreo brasileiro.

Palavras-chave: Acompanhamento orçamentário. Análise de Decisão Multicritério. Método ELECTRE IS. Priorização de recursos. Tomada de decisão.

1 INTRODUÇÃO

A Diretoria de Infraestrutura da Aeronáutica (DIRINFRA) é a Organização Militar (OM) que tem como uma de suas atribuições definir procedimentos relativos ao planejamento, elaboração, gestão de informações, monitoramento e publicidade do Plano de Infraestrutura da Aeronáutica (PLANINFRA). O Planejamento de Infraestrutura no âmbito do Comando da Aeronáutica (COMAER) reveste-se de especial complexidade, em virtude das obras e serviços de engenharia a serem suportados por diferentes ações orçamentárias (Brasil, 2022).

Após a reestruturação da Força Aérea Brasileira (FAB), ocorreram mudanças significativas, incluindo a transferência da responsabilidade do processo de planejamento, gestão e acompanhamento orçamentário da ação 219D do Estado-Maior da Aeronáutica (EMAER) para a DIRINFRA. Esse processo é complexo, pois envolve análise de dados de sistemas distintos, considerando urgência, viabilidade e alinhamento estratégico para tomar decisões precisas, ágeis e transparentes.

Com o advento das restrições orçamentárias, que são de conhecimento geral da sociedade, a Subdivisão de Orçamento da DIRINFRA (AOR) tem envidado esforços para pautar seu assessoramento na alocação efetiva dos recursos orçamentários disponíveis, permitindo o atendimento das demandas dentro da priorização de projetos estratégicos da FAB. Tal esforço encontra-se alinhado ao Macroprocesso de Gestão e Suporte do Plano Estratégico Militar da Aeronáutica (PEMAER), que adota diretrizes específicas para atuar de forma organizada e coordenada com conceito estratégico "Força Aérea 100", no sentido de otimizar a supervisão do uso dos recursos orçamentários do Governo Federal e de realizar a gestão da infraestrutura necessária para que a Força Aérea opere de forma efetiva (Brasil, 2018).

Nesse contexto, a AOR precisa atuar de forma assertiva, célere e transparente para consolidar as informações e submetê-las à análise do Diretor da DIRINFRA para a efetiva alocação dos recursos da ação 219D. Com vistas à melhoria dessa atuação, este ensaio defende que o método decisório *Elimination et Choix Traduisant la Réalité IS* (ELECTRE IS) otimiza o processo de planejamento, gestão e acompanhamento orçamentário da ação 219D na DIRINFRA.

Inicialmente, argumenta-se que a utilização do método ELECTRE IS classifica critérios permitindo agrupá-los em categorias pré-definidas, o que

possibilita mais clareza para o tomador de decisão. Adicionalmente, o método permite a avaliação racional das alternativas na alocação de recursos dentro da problemática apresentada, garantindo a possibilidade de auditoria do processo.

2 DESENVOLVIMENTO

O PLANINFRA é uma ferramenta de controle e acompanhamento do desenvolvimento de projetos e supervisão de obras definidos para um horizonte de 02 (dois) anos (Brasil, 2022). A ferramenta utilizada no processo de priorização é a Matriz GUT, que abarca somente os critérios de gravidade, urgência e tendência, juntamente com três categorias de infraestrutura predefinidas, motivo pelo qual não pondera os critérios.

Como parte alinhada ao processo de gestão, a AOR consolida dados de sistemas distintos, manualmente, em uma planilha Excel, levando em consideração uma gama de critérios e categorias, o que torna o processo complexo, pois não há um método de priorização cientificamente desenvolvido e que demonstre de forma clara, concisa e objetiva qual destas obras/projetos devem ser atendidos prioritariamente.

Com o intuito de lidar com questões complexas, segundo Da Silva *et al.* (2021), os métodos de Análise de Decisão Multicritério (MCDA, do inglês *Multiple-Criteria Decision Analysis*) são utilizados nas organizações para apoiar a tomada de decisão. No entanto, selecionar um método MCDA adequado pode ser complicado devido à diversidade de métodos e os seus pontos fortes e fracos. Segundo Helmann *et al.* (2007), os modelos MCDA combinam elementos objetivos e subjetivos, sendo capazes de incorporar todas as características relevantes. Além disso, eles permitem celeridade, clareza e uma abordagem sistemática na resolução de problemas de decisão.

Dentre os diversos métodos MCDA disponíveis, os da família ELECTRE são abordagens que se baseiam em verificar como as alternativas se encaixam em relação umas às outras, identificando relações de importância entre as mesmas (Costa *et al.* 2014). Este estudo se concentra na implantação do método ELECTRE IS para otimização do processo de gestão da ação 219D na DIRINFRA, em virtude da sua classificação em categorias, permitindo o agrupamento dos critérios para análise das alternativas dentro da problemática apresentada, possibilitando o uso

da lógica *fuzzy*, que diferentemente da lógica booleana, onde o zero representa valores falsos e o um representa valores verdadeiros (Weng; Tseng; Lee, 2010), é permitida a utilização de valores intermediários entre zero e um (Sánchez-Garrido *et al.* 2022). A flexibilidade da lógica *fuzzy* é útil quando as respostas não são simplesmente sim ou não, ou seja, ela ajuda a lidar com incertezas de forma que traduz melhor o pensamento humano, tornando o processo mais consistente.

Ademais, pode ser verificada na literatura que a sistematização do processo decisório, por meio de exemplos bem-sucedidos de implantação de modelos de decisão multicritério, tem apresentado como benefício a redução no tempo de duração dos processos (Alrawi; Chen; Othman, 2022). Da Silva *et al.* (2019) abordam que o método ELECTRE permite apresentar resultados de forma fácil e compreensível, utilizando um software já homologado. Dessa forma, além de mitigar erros de lançamento, pois os dados deixam de ser compilados manualmente, ao utilizar as vantagens atreladas à economia de tempo e aos possíveis desvios de finalidade, através do software, é possível auditar o processo.

2.1 O método ELECTRE IS e a clareza para o tomador de decisão

Inicialmente, Sánchez-Garrido *et al.* (2022) aborda que o método ELECTRE IS permite fazer a escolha de um conjunto de alternativas. Em seguida, Gomes *et al.* (2004) diz que o método pode ser dividido em duas etapas, primeiro se constrói uma classificação que mostra como os critérios se comparam entre si e, depois, essa classificação é analisada para que ocorra a escolha das alternativas que se destacam como as melhores, tornando o processo mais claro para o decisor.

De forma empírica, a AOR consolida a planilha em três categorias iniciais: obra, serviço e material. Essas três categorias se dividem em cinco subcategorias com o status atual da demanda: obra em andamento, licitação homologada, licitação autorizada, projeto em andamento e demandas extras. Com relação à descentralização de recursos, essas subcategorias são divididas em quatro classificações: descentralização total, descentralização parcial, descentralização prevista e descentralização negada.

Segundo Sánchez-Garrido *et al.* (2022), deve-se obter o valor ótimo de cada critério entre as alternativas, que será o máximo se o critério for maximizado e o mínimo se for minimizado. Então, cada pontuação da matriz de decisão inicial é

normalizada. Esses autores abordam que este método é uma adaptação do ELECTRE I à lógica *fuzzy*. A principal novidade são os pseudocritérios, permitindo ao tomador de decisão escolher os parâmetros de decisão como intervalos em vez de valores fixos (Ibidem, 2022). Essa novidade reitera a flexibilidade da tradução do pensamento humano, podendo expressar os critérios de forma mais clara, transparente, precisa e realista.

Segundo Mota (2007), na visão multi-projetos, destaca-se que na priorização de atividades, o processo de gestão está alinhado aos aspectos críticos da organização. Esse processo resulta na ordenação de atividades, onde é avaliado que as de maior relevância ocupam posições de destaque. Fazendo uma analogia com o processo de classificação da ação 219D, quando ocorre a sistematização e nesse caso, implantação por meio do método ELECTRE IS, além de otimizar a transparência das categorias, é possível clarificar a assertividade do processo.

Nesse sentido, a implantação do método ELECTRE IS minimiza uma das principais vulnerabilidades do processo atual, que é a consolidação de forma manual das informações, bem como classifica os critérios, permitindo agrupá-los em categorias pré-definidas que deixam de ser selecionadas de forma empírica e passam a ser agrupadas de forma científica, possibilitando melhor visualização e clareza ao tomador de decisão, representando um avanço significativo para a otimização da classificação orçamentária da ação 219D na DIRINFRA.

2.2 O método ELECTRE IS e a auditabilidade do processo de classificação

De acordo com Mota (2007), as questões de tomada de decisão na gestão de projetos têm suas particularidades, uma vez que, ao longo do planejamento e controle, é viável realizar adaptações e gerenciar atividades que podem exigir mudanças, incluindo aspectos como prazos e alterações de custos. Fazendo uma analogia com possibilidade de alterações contratuais previstas nas legislações, a idéia desse autor é extremamente importante para analisar alternativas.

Segundo Sánchez-Garrido *et al.* (2022), no método ELECTRE IS é possível determinar quando uma alternativa é preferível à outra, fazendo uso da razão de dominância e dos índices de concordância e discordância, que são ajustados em relação às classificações e aos pesos. Em relação aos pares de alternativas, a concordância é calculada somando os pesos dos critérios, enquanto a discordância

é determinada pela diferença nas classificações, destacando em quais aspectos uma alternativa é considerada inferior a outra, sendo possível sua auditoria.

Da mesma forma, Chen (2016) aborda que utilizando conjuntos *fuzzy* na comparação, na concordância e na discordância, podem ser identificados pares de alternativas, que são determinados pela pontuação de importância dos pesos juntamente com as classificações das alternativas ponderadas. Por exemplo, quando é preciso escolher um projeto dentre outros elencados no PLANINFRA, primeiro criam-se pares de alternativas, comparando um projeto com o outro em termos de preferência. Em seguida, determina-se o quão semelhantes ou diferentes esses projetos são, levando em consideração a importância que o tomador de decisão atribuiu a cada classificação. Assim, a solução é analisada de forma auditável e científica, promovendo a confiança da informação.

Nessa linha de pensamento, a AOR elege de forma empírica grupos de alternativas para alocação dos recursos da ação 219D com os seguintes critérios: urgência da demanda, termos aditivos, cronograma físico-financeiro, medição do cronograma, viabilidade, alinhamento estratégico e complexidade, dessa forma a auditoria não é privilegiada.

Nesse ínterim, o principal objetivo do método proposto neste trabalho é selecionar uma alternativa que atenda aos requisitos de preferência, sendo em grande parte consistente com vários parâmetros de avaliação, enquanto evita fortes discordâncias com quaisquer critérios de referência opcionais (Rouyendegh; Erol, 2012). De fato, as alternativas disponíveis para o tomador de decisão estão alinhadas com a determinação dos pesos, podendo ser avaliadas racionalmente, sendo validas por meio de processo auditável, mesmo com critérios conflitantes.

Nesse contexto, a AOR lida com diversos fatores que demandam tempo para serem analisados. Como o setor não utiliza uma metodologia científica para a tomada de decisão, é difícil resolver questões de empates entre as alternativas, por exemplo, um recurso precisa ser alocado para determinada obra e existem três localidades como alternativas. Para a escolha da melhor, o tomador de decisão requer um tempo adicional de análise para solucionar os impasses, sem necessariamente eliminar a subjetividade do processo decisório e busca encontrar um ponto de equilíbrio para abordar essa subjetividade de forma mais lógica e estruturada. Dessa forma, a implantação do método ELECTRE IS viabiliza a análise lógica das opções disponíveis para a distribuição de recursos no contexto

apresentado, garantindo informações rastreáveis, de modo a ensejar a auditabilidade do processo orçamentário da ação 219D.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o objetivo de assessorar o Diretor da DIRINFRA na alocação dos recursos da ação 219D, a AOR consolida manualmente dados de sistemas distintos, levando em consideração diversos critérios e categorias, cujo processo é complexo, pois não há um método cientificamente desenvolvido e que demonstre de forma rápida, clara, concisa e objetiva o que deve ser atendido prioritariamente.

Com o intuito de lidar com essa problemática, a adoção do método ELECTRE IS, classificando critérios em categorias agrupadas, possibilita maior clareza e transparência no processo para o tomador de decisão, deixando de ser realizada de forma empírica e aumentando a efetividade no cumprimento da missão da DIRINFRA.

Além disso, o método permite a avaliação mais precisa e racional das alternativas, dessa forma é possível classificar e avaliar de forma lógica e auditável o processo, inclusive pesando o efeito de priorizar a alocação de um recurso em detrimento de outro, bem como permite uma ação pautada em critérios de boa governança, agindo com neutralidade e transparência à gestão.

Através das vantagens abordadas e garantindo o alinhamento entre o processo de tomada de decisão e o macroprocesso de gestão e suporte do PEMAER, este ensaio defende que o método decisório *Elimination et Choix Traduisant la Réalité IS* (ELECTRE IS) otimiza o processo de planejamento, gestão e acompanhamento orçamentário da ação 219D na DIRINFRA.

Ademais, a implantação do método pode servir como exemplo a ser seguido em outras OM da FAB, podendo ser adaptado para atender às necessidades específicas, criando uma abordagem uniforme e mais efetiva na alocação de recursos de toda a Força. A otimização proposta neste estudo, além de fortalecer a missão da DIRINFRA, também desempenha um papel crucial e contribui sobremaneira para a consecução dos macroprocessos finalísticos do PEMAER, garantindo que a FAB esteja preparada para enfrentar os desafios atuais e futuros com eficiência e eficácia, alinhando suas ações aos objetivos estratégicos e à missão de defesa do espaço aéreo brasileiro.

REFERÊNCIAS

- ALRAWI, I.; CHEN, J.; OTHMAN, A. Groundwater Potential Zone Mapping: Integration of Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) and GIS Techniques for the Al-Qalamoun Region in Syria. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, v. 12, pág. 603, 2022.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Portaria nº 2.102/GC3, de 18 de dezembro de 2019. “Aprova a reedição do Plano Estratégico Militar da Aeronáutica” (PCA 11-47). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Brasília, DF, 20 dez. 2018.
- _____. Portaria nº 51/CEMAER, de 30 de novembro de 2018. “Aprova o Plano de Infraestrutura da Aeronáutica” (PCA 11-201). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Brasília, DF, 06 dez. 2018.
- _____. Portaria nº 75/SDE, de 14 de setembro de 2022. “Aprova a edição da ICA 86-2 Processo de Planejamento de Infraestrutura” (ICA 86-2). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Brasília, DF, 18 set. 2022.
- CHEN, T. An IVIF-ELECTRE outranking method for multiple criteria decision-making with interval-valued intuitionistic fuzzy sets. **Technological and Economic Development of Economy**, v. 22, n. 3, p. 416-452, 2016.
- COSTA, H. G.; BOAS, G. A. R. V.; FREITAS, A. L. P.; GOMES, C. F. S. Modelo multicritério para avaliação e classificação da gestão organizacional: proposta e caso de uso. **Production**, v. 24, p. 521-535, 2014.
- DA SILVA, R. F.; BELLINELLO, M. M.; DE SOUZA, G. F. M.; AN TOMARIONI, S.; BEVILACQUA, M.; CIARAPICA, F.E. Deciding a Multicriteria Decision-Making (MCDM) Method to Prioritize Maintenance Work Orders of Hydroelectric Power Plants. **Energies**, v. 14, n. 24, p. 8281, 2021.
- ARAYA, M. C. G.; CARIGNANO, C.; GOMES, L. F. A. M. Tomada de decisões em cenários complexos: introdução aos métodos discretos do apoio multicritério de decisão. **São Paulo: Thomson**, 2004.
- GONZALEZ, C.; MELIN, P.; CASTRO, J. R.; MENDOZA, O.; CASTILLO, O. An improved sobel edge detection method based on generalized type-2 fuzzy logic. **Soft Computing**, v. 20, p. 773-784, 2016.
- HELMANN, K. S.; MARÇAL, R. F. M. Método multicritério de apoio à decisão na gestão da manutenção: aplicação do método electre I na seleção de equipamentos críticos para processo. **Revista Gestão Industrial**, v. 3, n. 1, 2007.
- KARVETSKI, C. W.; LAMBERT, J. H.; LINKOV, I. Emergent conditions and multiple criteria analysis in infrastructure prioritization for developing countries. **Journal of Multi-Criteria Decision Analysis**, v. 16, n. 5-6, p. 125-137, 2009.

MOTA, C. M. M.; ALMEIDA, A. T. Método multicritério ELECTRE IV-H para priorização de atividades em projetos. **Pesquisa Operacional**, v. 27, p. 247-269, 2007.

PEREIRA, V. S.; DOS SANTOS, M. Sistema de Apoio à Decisão “JS-ELECTRE” desenvolvido em JavaScript: uma plataforma online com grafos dinâmicos. **XIX Simpósio de Pesquisa Operacional & Logística da Marinha**, 2019.

ROUYENDEGH, B. D.; EROL, S. Selecting the best project using the fuzzy ELECTRE method. **Mathematical Problems in Engineering**, v. 2012, 2012.

SÁNCHEZ-GARRIDO, A. J.; NAVARRO, I. J.; GARCÍA, J.; YEPES, V. An Adaptive ANP & ELECTRE IS-Based MCDM Model Using Quantitative Variables. **Mathematics**, v. 10, n. 12, p. 2009, 2022.

SÁNCHEZ-GARRIDO, A. J.; NAVARRO, I. J.; YEPES, V. Evaluating the sustainability of soil improvement techniques in foundation substructures. **Journal of Cleaner Production**, v. 351, p. 131463, 2022.

WENG, J.; TSENG, S.; LEE, T. Teaching Boolean logic through game rule tuning. **IEEE transactions on learning technologies**, v. 3, n. 4, p. 319-328, 2010.