



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1/2023

TAÍSA FERREIRA LOPES DOS SANTOS, Cap Eng

Utilização do método *Analytic Hierarchy Process (AHP)* para priorização de projetos de prevenção e combate a incêndio nas edificações da FAB

Rio de Janeiro

2023

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1/2023

TAÍSA FERREIRA LOPES DOS SANTOS, Cap Eng

Utilização do método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) para priorização de projetos de prevenção e combate a incêndio nas edificações da FAB

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

TAÍSA FERREIRA LOPES DOS SANTOS, Cap Eng

Utilização do método *Analytic Hierarchy Process (AHP)* para priorização de projetos de prevenção e combate a incêndio nas edificações da FAB

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

Aprovado por:

Márcio Henrique **Teixeira** de Souza, Ten Cel Av
EAOAR

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

Rio de Janeiro

2023

RESUMO

Muitos incêndios que ocorreram no Brasil demonstraram a existência de falhas nos sistemas de prevenção e combate a incêndio das edificações e a necessidade de adequações, de forma a cumprir a legislação, preservando o patrimônio e a vida humana. Neste contexto, torna-se necessário que seja feito um levantamento do cenário atual das edificações da Força Aérea Brasileira (FAB) e seja realizada a priorização dos projetos de prevenção e combate a incêndio. Este ensaio defende que a utilização do método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) para priorização de projetos de prevenção e combate a incêndio nas edificações da FAB proporciona aos tomadores de decisão a otimização do processo. Argumenta-se que a metodologia proposta fornece ao tomador de decisão a possibilidade de ponderar corretamente os múltiplos critérios para o processo de priorização de projetos de prevenção e combate a incêndio. Adicionalmente, este método aumenta a eficácia da priorização de projetos à medida que sistematiza o processo de decisão. A ideia deste ensaio também pode contribuir para uma melhor priorização dos demais projetos de engenharia, como construção ou reforma de rancho, hangar, auditório, hospital, dentre outros, possibilitando uma tomada de decisão mais assertiva, considerando a inclusão de mais critérios, inclusive os que visam salvaguardar o patrimônio humano, e produzindo parâmetros que, atualmente, não são considerados no processo de tomada de decisão, conferindo uma nova perspectiva de priorização, reordenando e podendo contemplar projetos que a metodologia atual não considera.

Palavras-chave: Força Aérea Brasileira. Método AHP. Prevenção e combate a incêndio. Priorização de projetos. Tomada de decisão.

1 INTRODUÇÃO

Grandes incêndios em edificações marcaram a história do Brasil, na década de 70, como o caso do Edifício Joelma e do Edifício Andraus, e, recentemente, a Boate Kiss, em Santa Maria. As referidas ocorrências refletiram a existência de falhas no sistema de prevenção e combate a incêndio, que tem por finalidade a minimização de riscos de danos à vida e ao patrimônio e deve estar em conformidade com a legislação vigente.

A Força Aérea Brasileira (FAB) está inserida nesse contexto e necessita que suas Organizações Militares (OM) se adequem à legislação de prevenção e combate a incêndio. Para tal, é necessário que seja feito um levantamento do cenário atual por técnicos especializados, haja vista as peculiaridades legais exigidas, e seja realizada a priorização das demandas de projeto de prevenção e combate a incêndio.

É oportuno destacar que o macroprocesso de engenharia e infraestrutura contempla a realização das atividades de gerenciamento da elaboração de projetos complexos de engenharia e de gestão da prevenção e combate a incêndio que, de acordo com o Plano Estratégico Militar da Aeronáutica (PEMAER), é responsabilidade do Comando Geral de Apoio (COMGAP) (BRASIL, 2018).

A Diretoria de Infraestrutura de Aeronáutica (DIRINFRA), OM subordinada ao COMGAP, é responsável pela elaboração da proposta e pelo gerenciamento do Plano de Infraestrutura da Aeronáutica (PLANINFRA), que elenca todos os projetos de engenharia, como os de construção ou reforma de rancho, hotéis de trânsito, auditório, hospital, hangar, entre outros, que serão desenvolvidos pelo Sistema de Engenharia da Aeronáutica (SISENG), nos próximos dois anos. Esses projetos foram submetidos a um processo de priorização através da utilização da ferramenta que analisa a gravidade, urgência e tendência, conhecida como Matriz GUT (BRASIL, 2022), o que não ocorre com os Projetos Estratégicos da FAB, visto que são propostos pelo Estado Maior da Aeronáutica (EMAER).

Neste cenário de necessidade de adequação à legislação pertinente, este ensaio defende que a utilização do método AHP para priorização de projetos de prevenção e combate a incêndio nas edificações da FAB proporciona aos tomadores de decisão a otimização do processo.

Com o objetivo de amparar a tese, tem-se que a metodologia proposta fornece ao tomador de decisão a possibilidade de ponderar corretamente os múltiplos critérios

para o processo de priorização de projetos de prevenção e combate a incêndio. Adicionalmente, este método aumenta a eficácia da priorização de projetos à medida que sistematiza o processo de decisão.

2 DESENVOLVIMENTO

A Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA) 86-2, que trata sobre o Processo de Planejamento de Infraestrutura (BRASIL, 2022), apresenta a Matriz GUT como ferramenta utilizada no processo de priorização de projetos. A referida metodologia considera somente os critérios de gravidade, urgência e tendência e não permite a possibilidade de comparação par a par e a ponderação dos mesmos, o que impacta na perda de qualidade na precisão da ordenação das alternativas e contribui para a subjetividade da análise.

O método AHP foi desenvolvido pelo Professor Thomas L. Saaty, em meados da década de 1970, para resolver problemas de decisão multicritério, nos quais o tomador de decisão deve fazer uma escolha entre várias alternativas (PADOVANI, 2007). A sua abordagem representa uma metodologia que permite considerar múltiplos fatores, fornecendo ao usuário uma classificação e um *ranking* com as alternativas (SAATY, 1994).

A metodologia de tomada de decisão, através do método AHP, propõe a utilização dos critérios da Matriz GUT associados a outros, como: custo de reforma, custo operacional, valor da vida humana, impacto na cultura organizacional e impactos psicológicos na força de trabalho, que devem ser considerados na análise proposta, principalmente no cenário de ocorrência de incêndio em edificação da FAB.

No caso deste ensaio, as alternativas de projeto de prevenção e combate a incêndio passíveis de análise variam de acordo com o uso de cada edificação, como: hospital, prédio com uso administrativo, hangar, ginásio, alojamento, escola, rancho, Próprio Nacional Residencial (PNR), auditório, hotel de trânsito, entre outras.

A seguir, são discutidas as principais vantagens do método AHP.

2.1 Ponderação de múltiplos critérios decisórios

Segundo Sarkkinen, Kujala e Gehör (2019), o método AHP utiliza ferramentas capazes de gerenciar um grande número de diferentes fatores, como opções, metas

e critérios, e realiza a avaliação da melhor alternativa, através da utilização de modelos matemáticos, combinando parâmetros quantitativos e qualitativos, incertezas e fatores competitivos ou conflitantes, além de permitir uma visão ampla das alternativas sob diferentes perspectivas.

De acordo com Padovani (2007), a questão central da metodologia AHP é determinar com que peso os critérios do nível mais baixo da hierarquia podem influenciar na escolha da alternativa. Como esta influencia não é necessariamente uniforme em relação aos fatores, o método permite que as intensidades ou prioridades sejam explicitadas e comparadas de forma pareada (PADOVANI, 2007). Esta comparação par a par representa o diferencial do AHP, quando confrontado com a metodologia da Matriz GUT.

Daugavietis *et al.* (2022) salientam que o número de critérios selecionados é um componente importante da análise de decisão multicritério (MCDA, do inglês *Multiple-Criteria Decision Analysis*). Quanto mais fatores forem utilizados no modelo, conforme Daugavietis *et al.* (2022), menos significativo cada um se torna para a metodologia e, se somente alguns critérios forem selecionados para a utilização, estes podem não contemplar todas as características das diferentes alternativas.

A determinação da importância relativa (peso), atribuída na comparação par a par dos critérios, representa o ingrediente principal da metodologia AHP (PADOVANI; CARVALHO; MUSCAT, 2010). Tal atividade é realizada por técnicos que dominam o assunto e/ou pelos tomadores de decisão, assim como o levantamento e a seleção dos critérios que serão utilizados.

Segundo Saaty (1994), a vantagem do método AHP é que, como os valores dos julgamentos das comparações paritárias são baseados em experiência, intuição e também em dados físicos, a metodologia pode lidar com aspectos qualitativos e quantitativos de um problema de decisão.

Boeno e Chiwiacowsky (2020) esclarecem que o método AHP transforma as comparações empíricas em valores numéricos que são processados e comparados, tornando a avaliação objetiva. O referido método pode trazer diferenciações significativas entre os projetos, haja vista a consideração dos critérios com os seus devidos pesos no processo de análise (BOENO; CHIWIACOWSKY, 2020).

A metodologia estabelece uma relação de preferência entre diversos fatores, sob a influência da multiplicidade de critérios, através de uma decisão sólida baseada

em uma explicação matemática, o que auxilia o processo decisório (MAGALHÃES; RANGEL; SILVA, 2017).

Diante do exposto, o método em questão permite a consideração de diversos critérios, inclusive quantitativos e qualitativos, que são comparados par a par e submetidos à ponderação, proporcionando aos tomadores de decisão a otimização do processo.

2.2 Sistematização do processo de tomada de decisão

A tomada de decisão é um processo que visa analisar as alternativas disponíveis para que seja realizada a escolha da melhor possibilidade para a solução de uma situação problema, considerando critérios previamente estabelecidos.

Segundo Padovani (2007), o processo de tomada de decisão nas organizações é dinâmico devido à velocidade do avanço da tecnologia da informação, de comunicações e de automação, tornando os clientes mais exigentes no que tange, inclusive, à qualidade dos produtos e dos serviços, promovendo a intensificação da concorrência. Esse cenário pressiona as organizações a tomarem decisões cada vez mais rápidas e acuradas (PADOVANI, 2007).

Saaty (1980) afirma que o processo decisório depende da avaliação específica das alternativas propostas, resultando na seleção daquela que melhor atenda a um conjunto de critérios.

Os métodos multicritérios, por meio da sistematização do processo de seleção, melhoram a tomada de decisão, pois decompõem a avaliação em alternativas calculadas de forma sistemática, utilizando critérios que podem ser conflitantes e imensuráveis, inclusive (SARKKINEN; KUJALA; GEHÖR, 2019).

De acordo com Ragsdale (2017, *apud* BOENO; CHIWIACOWSKY, 2020), usar consistentemente um processo decisório estruturado, baseado em modelos, produzirá melhores resultados em comparação com a tomada de decisão realizada de forma desestruturada.

Benton e Stewart (2002, *apud* BOENO; CHIWIACOWSKY, 2020) reforçam que o foco das metodologias multicritérios é apoiar ou auxiliar o processo decisório e não descrever como as decisões devem ser tomadas. A utilização de um modelo de apoio para a sistematização do processo é útil para os gestores ou tomadores de decisão (BOENO; CHIWIACOWSKY, 2020)

Segundo Manzarno *et al.* (2014), o MCDA utiliza ferramentas que facilitam a tomada de decisão através da análise e comparação de diferentes alternativas, obtidas pela interação de múltiplos critérios. O método tem capacidade de lidar com estruturas de decisão difíceis e consegue contabilizar critérios complexos, que não são mensuráveis, para o apoio no processo decisório.

Os métodos multicritérios têm sido usados para organizar e sintetizar as informações de forma sistemática, através de um processo estruturado e definido, de modo a garantir que os agentes sintam-se confiantes na escolha da melhor alternativa para a tomada de decisão.

Boeno e Chiwiacowsky (2020) salientam que o uso do método AHP traz ganhos significativos para a organização, quando seguido de forma sistemática, considerando que os critérios e pesos estejam alinhados com os objetivos, bem como a análise seja feita de forma estruturada e transparente.

O método AHP é uma ferramenta que auxilia o processo de priorização e a tomada de decisão, principalmente quando há presença de fatores qualitativos e quantitativos (PADOVANI; CARVALHO; MUSCAT, 2010). Entre os métodos multicritérios existentes, o AHP é uma das abordagens mais sofisticadas e funcionais para vários problemas de seleção e de formação de *ranking* (LORENČIČ; TWRDY; LEP, 2022). Basílio *et al.* (2022) verificaram que o método em questão foi o mais utilizado em trabalhos publicados nas últimas quatro décadas, assim como foi o método multicritério mais empregado para a resolução de problemas.

Bainha, Vianna e Meza (2000) verificaram que o método se mostrou eficaz para auxiliar a tomada de decisão gerencial, uma vez que permite aos agentes decisores uma análise sistematizada, holística, ampla e democrática.

Diante disso, a sistematização do processo de tomada de decisão, assegurada pelo método AHP, é eficaz para a priorização de projetos de prevenção e combate a incêndio nas edificações da FAB, promovendo a otimização do processo.

3 CONCLUSÃO

Muitas edificações da FAB carecem de adequações e/ou melhorias no sistema de prevenção e combate a incêndio com o intuito de atender às exigências legais e com o objetivo de preservar o patrimônio e a vida humana. A metodologia de priorização de projetos existente na DIRINFRA considera somente os fatores de

gravidade, urgência e tendência, não incluindo critérios significativos relacionados às peculiaridades dos projetos de prevenção e combate a incêndio, como os relacionados ao aspecto humano.

Alinhado ao estabelecido pelo PEMAER, este ensaio defende que a utilização do método AHP para priorização de projetos de prevenção e combate a incêndio nas edificações da FAB proporciona aos tomadores de decisão a otimização do processo.

A utilização deste método leva em consideração critérios, analisados de forma pareada, para que seja atribuído um determinado peso. A ordem de hierarquização é obtida após a consolidação dos pesos e a soma dos resultados de cada alternativa, fornecendo ao tomador de decisão a possibilidade de ponderar corretamente os múltiplos critérios para o processo de priorização de projetos de prevenção e combate a incêndio. Ademais, este método aumenta a eficácia da priorização de projetos à medida que sistematiza o processo de decisão.

Diante disso, fica evidente que o método AHP pode ser utilizado para a priorização dos demais projetos de engenharia, por exemplo, construção ou reforma de rancho, hangar, auditório, alojamento, hospital, entre outros e promoverá uma tomada de decisão mais assertiva. Esta metodologia promove a inclusão de mais critérios, inclusive os que visam salvaguardar o patrimônio humano, como valor da vida e impactos psicológicos na força de trabalho, e produz parâmetros que, atualmente, não são considerados no processo de tomada de decisão, realizado pela DIRINFRA, o que proporciona uma nova perspectiva de priorização, reordenando e contemplando projetos, que a metodologia atual não considera devido ao limite de critérios utilizados.

REFERÊNCIAS

BAINHA, F. S. A.; VIANNA, D. S.; MEZA, E.B.M. Aplicação do método AHP à tomada de decisão gerencial: um estudo de caso em serviço de hotelaria offshore. **XI Congresso Nacional de Excelência em Gestão**, 2015.

BASÍLIO, M. P. *et al.* A systematic review of the applications of multi-criteria decision aid methods (1977–2022). **Electronics**, v. 11, n. 11, p. 1720, 2022.

BOENO, E. G. B.; CHIWIACOWSKY, L. D. Modelo de apoio a tomada de decisão na gestão de portfólio de projetos com base em uma abordagem de análise multicritério. **Scientia cum Industria**, v.8, n.2, p. 145-155, 17 out. 2020.
<http://dx.doi.org/10.18226/23185279.v8iss2p145>. Disponível em:

<http://www.ucs.br/etc/revistas/index.php/scientiacumindustria/article/view/9110>. Acesso em 04 mar. 2023.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Portaria nº 2.102/GC3, de 18 de dezembro de 2018. Aprova a reedição do Plano Estratégico Militar da Aeronáutica (PCA 11-47). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, nº 222, f. 14766-14767, 20 dez. 2018.

BRASIL. Ministério da Defesa. Diretoria de Infraestrutura da Aeronáutica. Comando da Aeronáutica. Portaria DIRINFRA nº 75/SDE, de 14 de setembro de 2022. Aprova a edição do Processo de Planejamento de Infraestrutura (ICA 86-2). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, São Paulo, nº 176, f. 13612-13613, 19 set. 2022.

DAUGAVIETIS, J. *et al.* Comparison of multi-criteria decision analysis methods for sustainability assessment of district heating systems. **Energies**, v. 15, n. 7, p. 2411, 25 mar. 2022. <https://doi.org/10.3390/en15072411>.

LORENČIĆ, V.; TWRDY, E.; LEP, M. Cruise port performance evaluation in the context of port authority: An MCDA approach. **Sustainability**, v. 14, n. 7, p. 4181, 31 mar. 2022. <https://doi.org/10.3390/su14074181>.

MAGALHÃES, R. F., RANGEL, L. A. D; SILVA, C. A. Utilização do apoio multicritério à decisão para avaliação de órgãos de fomento pesquisa. **Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia XIV SEGeT**, p. 16, 2017. <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos17/22625340.pdf> Acesso em 03 mar. 2023.

MANZARDO, A. *et al.* Integration of water footprint accounting and costs for optimal chemical pulp supply mix in paper industry. **Journal of Cleaner Production**, [S.L.], v. 72, p. 167-173, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.03.014>.

PADOVANI, M. **Apoio à decisão na seleção do portfólio de projetos: uma abordagem híbrida usando os métodos AHP e programação inteira**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2007. <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3136/tde-08082007-172433/publico/DissertacaoGestaoPortfolio23022007final.pdf>. Acesso em 04 mar. 2023.

PADOVANI, M.; CARVALHO, M. M.; MUSCAT, A. R. N. Seleção e alocação de recursos em portfólio de projetos: estudo de caso no setor químico. **Gestão & Produção**, v. 17, n. 1, p. 157-180, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2010000100013>.

SAATY, T. L. **The analytic hierarchy process**. 1ª Ed. New York: McGraw-Hill, 1980.

SAATY, T. L., 1994. How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process. **Interfaces**, 24, 19-43. <https://doi.org/10.1287/inte.24.6.19>

SARKKINEN, M.; KUJALA, K.; GEHÖR, S., 2019. Decision support framework for solid waste management based on sustainability criteria: A case study of tailings

pond. **Journal of Cleaner Production**, v. 236, p. 117583, nov. 2019.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.07.058>.