

APLICAÇÃO DO MÉTODO PROCESSO ANALÍTICO HIERÁRQUICO PARA SELEÇÃO DE PROJETOS

Amanda Dalla Rosa Monegat (Universidade de Caxias do Sul - UCS) adrhonegat@ucs.br

Mateus Muller Franco (Universidade de Caxias do Sul - UCS) mmfranco1@ucs.br

Mônica Pasolini (Universidade de Caxias do Sul - UCS) mpasolini@ucs.br

Michele Otobelli Berteli (Universidade de Caxias do Sul - UCS) mobertel@ucs.br

Leandro Luís Corso (Universidade de Caxias do Sul - UCS) llcorso@ucs.br

Resumo

Atualmente as empresas precisam tomar decisões com velocidade e ao mesmo tempo, precisam estar cientes do que a tomada de decisão pode lhe trazer. Partindo desta premissa, a utilização de métodos de tomada de decisão pode ser essencial para auxiliar a encontrar a melhor alternativa, principalmente quando existem critérios subjetivos envolvidos. Neste trabalho, foi utilizado o método Processo Analítico Hierárquico (*Analytic Hierarchy Process* (AHP)) para selecionar projetos prioritários em uma empresa. O foco se deu em identificar qual projeto irá lhe trazer maior retorno. Foram utilizados critérios qualitativos visando atender as expectativas da empresa. Ao mesmo tempo, se utilizaram os conceitos de cálculos matriciais do método multicritério. Os resultados apontaram ampla vantagem na seleção de um projeto em específico. Desta forma, foi possível mostrar que a utilização do método pode facilitar na decisão, objetivando melhores resultados e ao mesmo, descartando alternativas com baixo retorno.

Palavras-Chaves: Decisão Multicritério, Pesquisa Operacional, Processo Analítico Hierárquico, Seleção de Projeto.

1. Introdução

Os maiores desafios intelectuais da ciência e tecnologia estão relacionados a tomada de decisão em situações específicas (VARGAS, 2010). Fazer as escolhas certas, de forma consistente e que estejam alinhadas ao planejamento estratégico, é fundamental para que as organizações saibam direcionar os seus investimentos (PERINI et al., 2016).

A capacidade de selecionar e priorizar projetos são imprescindíveis para garantir o máximo retorno para as organizações mediante recursos cada vez mais escassos e o tempo limitado (SIMPLÍCIO, 2016). Segundo Vargas (2010), a priorização de projetos consiste em uma ordenação baseada na relação entre custos e benefícios ou ganhos e esforços requeridos para realizar cada projeto, onde o de maior prioridade será aquele que os benefícios crescem em relação aos esforços. O autor define o conceito de benefícios no sentido mais amplo da

palavra, não o relacionando somente ao ganho financeiro. O desafio disto está em determinar o que é custo e o que é benefício para uma determinada organização (GOMES, 2017).

Simplício (2016) expõe que a escolha errada por projetos ou má formulação dos mesmos mediante incertezas sejam elas internas ou externas, é um problema que compromete a competitividade das organizações. Assim, a escolha entre tantas alternativas de forma a garantir um correto portfólio, é uma questão complexa que necessita de critérios claros e definidos (PADOVANI et al., 2008). Vargas (2010) corrobora que as diferentes dimensões que envolvem uma decisão mostram como é complexo a priorização de um projeto. Desta forma, sabe-se que um correto levantamento das prioridades é fundamental (CECHIN; CORSO, 2019).

Partindo disso, a eficácia e eficiência no gerenciamento do portfólio de projetos de uma organização podem depender diretamente da utilização correta do método de classificação. Um dos métodos utilizados é o Processo Analítico Hierárquico (*Analytic Hierarchy Process* (AHP)) onde é preciso compreender sua conceituação e seus objetivos no processo de classificação e seleção de projetos (FONTANIVE, 2017).

Castro (2014) propôs um método de avaliação de projetos logísticos e apresentou um portfólio de projetos classificados por ordem de relevância a indústria aeronáutica brasileira, utilizando-se da metodologia de modelagem baseada no uso do AHP. Simplício (2016) analisou um modelo piloto na priorização e seleção de projetos das Forças Armadas, com ênfase na Marinha Portuguesa, onde a escolha dos projetos é realizada para uma melhor sustentação e edificação dos meios necessários para o cumprimento das missões. Santos et al. (2016) propuseram, com a utilização do método AHP, uma metodologia para formação do portfólio de projetos de TI de uma empresa.

Neste trabalho o foco se dá em aplicar o método tomada de decisão, para a escolha de um projeto prioritário. Assim, no desenvolvimento deste trabalho, visou-se a atender os critérios envolvidos neste processo, as especificações qualitativas e quantitativas e a caracterização do objeto de estudo.

2. Análise de Decisão Multicriterial

A tomada de decisões multicritério é um campo de pesquisa operacional que tem por objetivo desenvolver e implementar ferramentas e metodologias de apoio à decisão para lidar com

problemas complexos envolvendo múltiplos critérios com objetivos de natureza conflitante (AKGÜN; ERDAL, 2019).

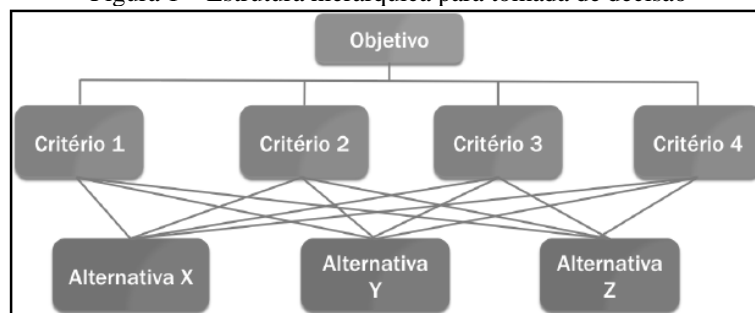
Souza, Rangel e Hernández (2018) afirmam que o apoio multicritério à decisão é uma ferramenta que se consolidou com enfoque adequado para tratamento de problemas envolvendo escolha, classificação ou priorização de alternativa na presença de critérios múltiplos e conflitantes. Essa ferramenta, consiste em escolher a melhor alternativa dentro de um conjunto de duas ou mais alternativas, baseando a decisão em dois ou mais critérios, considerando nas aplicações o fator humano e subjetividade, inerente ao problema de decisão. Ao mesmo tempo, modelo de decisão devem oportunizar decisões confiáveis (PERINI et al., 2016). Costa (2002) afirma que a análise multicritério destaca-se por suas características inovadoras no apoio a tomada de decisão.

2.1 ANALYTIC HIERARCHY PROCESS – AHP

O AHP foi desenvolvido por Thomas Saaty, e atualmente é um dos principais modelos matemáticos para o apoio à decisão (LAI, 2019). Trata-se de um modelo considerado multicritério, pois é uma técnica de seleção e priorização estruturada que estuda simultaneamente vários critérios para uma correta análise por parte do decisor (SIMPLÍCIO, 2016).

Conforme Canetta e Guanziroli (2017), o AHP é uma ferramenta poderosa de apoio às decisões complexas, pois estabelece prioridades e toma a melhor decisão. O método leva em conta tanto a perspectiva objetiva quanto a subjetiva de uma decisão de modo a reduzir decisões complexas a uma série de comparações entre pares e depois sintetizar os resultados. O AHP permite decompor o problema em uma hierarquia de subproblemas, que pode ser mais facilmente analisada e avaliada subjetivamente, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Estrutura hierárquica para tomada de decisão



Fonte: Carvalho e Pessoa (2012).

Dessa forma, de acordo com Padovani (2007) e Carvalho e Pessôa (2012), o modelo contribui para a seleção dos projetos dentro do alinhamento estratégico organizacional, à medida que permite a troca de conhecimento entre os representantes da empresa, possibilita a simulação de cenários estratégicos em tempo real e a verificação do impacto no portfólio de projetos em execução. Além disso, prioriza os projetos de forma justificável e estruturada através de um modelo matemático bem como, permite a alocação de recursos baseada em prioridades e possibilita a introdução de um ciclo de melhoria contínua no processo decisório da empresa, dado que todos os passos da implantação do modelo, definições e critérios de decisão são documentados. Padovani (2007) apresenta, passo a passo, o modelo AHP, sendo eles:

- a) definir do problema, objetivo, alternativas de solução e critérios (e/ou subcritérios), pelos quais as alternativas de solução serão avaliadas;
- b) organizar das definições anteriores em uma hierarquia, conforme Figura 1, sendo o último nível o das alternativas de solução;
- c) comparar cada elemento do mesmo nível entre si, tendo em vista o nível superior;
- d) determinar os vetores de priorização de cada nível;
- e) obter o vetor de priorização das alternativas de solução. Este vetor indica qual é a melhor alternativa;
- f) concluir com a decisão a tomar dada pela classificação das alternativas de forma hierárquica.

É importante observar que, na identificação dos critérios de avaliação, os administradores da organização devem apresentar claramente seus objetivos, para enumeração dos aspectos e os indicadores pretendidos. Na etapa de comparação, para cada requisito é atribuído um peso absoluto, que se refere ao grau de importância estabelecido pela comparação entre os mesmos. Carvalho e Pessôa (2012) destacam que deve ser feita a comparação, par a par, de cada elemento em um mesmo nível hierárquico – terceiro, quarto e quinto passo detalhado por Padovani (2007), descritos anteriormente. É preciso criar uma matriz de decisão quadrada de ordem n , na qual n representa a quantidade de elementos em cada nível analisado. A preferência do decisor entre os elementos comparados é representada claramente a partir de uma escala pré-definida. A escala fundamental de Saaty demonstrada na Tabela 1.

Tabela 1 - Escala fundamental de julgamento em grau de importância

Índice	Descrição
1	Igualmente preferível
2	Igualmente a moderadamente preferível
3	Moderadamente preferível
4	Moderadamente a fortemente preferível
5	Fortemente preferível
6	Fortemente a muito fortemente preferível
7	Muito fortemente preferível
8	Muito fortemente preferível a extremamente preferível
9	Extremamente preferível

Fonte: Adaptado de Saaty (1991)

Desta forma, deve ser feita $\frac{n*(n-1)}{2}$ comparações pareadas em todos os níveis hierárquicos. De acordo com Padovani (2007) e Carvalho e Pessoa (2012) dada a matriz quadrada A (Equação (1)), a_{ij} representa o valor da comparação entre os critérios de decisão da linha i com a coluna j . Por definição $a_{ij} = 1$ se $i = j$ e $a_{ji} = a_{ij}^{-1}$. O vetor de prioridades relativas P é definido pela equação (1), onde A é a matriz quadrada, λ_{\max} é o maior autovalor de A e P é o autovetor associado.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1/a_{1n} & \dots & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad A.P = \lambda_{\max}.P \quad (1)$$

3. Metodologia

Nesta etapa, serão apresentados os passos necessários para a resolução do objetivo desta pesquisa.

3.1. Local de aplicação do método

Primeiramente, com o objetivo de escolher e avaliar os projetos estratégicos existentes, buscou-se entender as necessidades e dificuldades para seleção de projetos. Com base nos interesses da organização se fez necessário selecionar os critérios que fariam parte da análise. Neste quesito, por meio de reuniões com as partes interessadas na organização, chegou-se nas seguintes considerações: complexidades dos projetos em andamento; envolvimento de várias áreas e colaboradores; resistência interna e falta de priorização; inexistência de um método para escolher os projetos; falta de entendimento do resultado que poderá ser gerado; diferenças de opiniões dentro da gestão e problemas de comunicação e integração. Com o objetivo de melhorar a situação-problema descrita, elegeram-se com todos os envolvidos, os

cinco projetos que fariam parte deste estudo. Entendeu-se, dentro da organização, que estes seriam os projetos em andamento que deveriam ser avaliados, para que o prosseguimento das ações e do processo fosse realizado. Por questões de confidencialidade de dados, não foi permitido que os nomes fossem divulgados. A Tabela 2 apresenta estes resultados.

Tabela 2 - Projetos estudados	
Projetos analisados	
	Projeto 1
	Projeto 2
	Projeto 3
	Projeto 4
	Projeto 5
Fonte: Os autores (2019)	

A partir disso, a tomada de decisão foi realizada seguindo os passos:

- a) seleção dos critérios para tomada de decisão;
- b) construção da hierarquia;
- c) normalização das matrizes;
- d) cálculo dos autovetores;
- e) análise da consistência dos dados e
- f) avaliação dos resultados obtidos.

A seguir, os resultados de cada uma das etapas estão detalhados. Ressalta-se que o desenvolvimento foi baseado na sequência lógica de Saaty (1991), descrita em bibliografia, para a aplicação efetiva do método AHP. Com o propósito de auxiliar nos desdobramentos matemáticos, utilizou-se o software Microsoft Excel.

4. Resultados da aplicação

A seguir os resultados estão apresentados de acordo com os passos utilizados na metodologia.

4.1. Seleção dos critérios para tomada de decisão

Para seleção dos critérios se verificou com a organização os principais pontos a serem considerados. Estes mesmos critérios são parte dos julgamentos paritários no método adotado. Determinaram-se que seria necessária a consideração de quatro critérios fundamentais, demonstrados na Tabela 3.

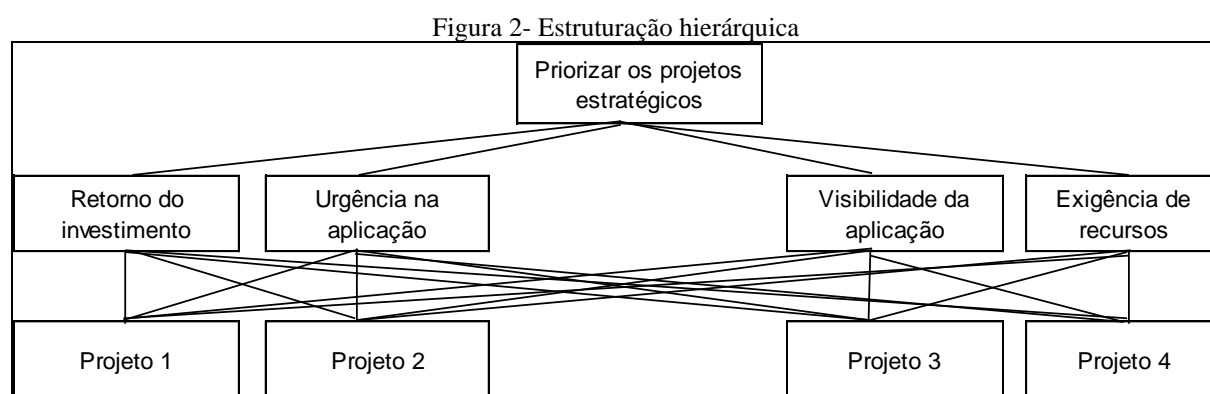
Tabela 3 - Critérios adotados
Critérios analisados
Retorno do investimento
Urgência na aplicação
Visibilidade da aplicação
Exigência de recursos
Fonte: Os autores (2019)

4.2. Aplicação do cálculo matricial do AHP

Aqui utilizou-se a modelagem matemática do método AHP para realizar as etapas definidas anteriormente, os resultados de cada uma delas está apresentada a seguir.

4.2.1 Construção da hierarquia

Para a construção da estrutura hierárquica deste trabalho foi necessário definir a ação principal, onde a mesma engloba os critérios para priorização dos projetos estratégicos. A Figura 2 apresenta a concepção desta etapa, onde se pode verificar a relação entre as alternativas (projetos), critérios e a seleção do projeto prioritário.



Fonte: Os autores (2019)

4.2.2 Criação e normalização das matrizes

Nesta etapa, se fez a utilização da escala de julgamento definida por Saaty (1991), onde o julgamento é feito par a par. Primeiramente, a matriz é construída para depois o cálculo da normalização ser aplicado. O Quadro 1 exibe a matriz dos julgamentos dos critérios, o Quadro 2, apresenta a normalização realizada, com a divisão dos valores encontrados pela média da coluna.

Quadro 1 - Julgamento de critérios

Critério	Retorno do Investimento	Urgência na implementação	Visibilidade da aplicação	Exigência de Recursos
Retorno do Investimento	1	0,142	0,333	1

Urgência na implementação	7	1	2	3
Visibilidade da aplicação	3	0,500	1	2
Exigência de Recursos	1	0,333	0,500	1

Fonte: Os autores (2019)

Quadro 2 - Matriz normalizada

Critério	Retorno do Investimento	Urgência na implementação	Visibilidade da aplicação	Exigência de Recursos	MÉDIA
Retorno do Investimento	0,083	0,072	0,087	0,143	0,096
Urgência na implementação	0,583	0,506	0,522	0,429	0,510
Visibilidade da aplicação	0,250	0,253	0,261	0,286	0,262
Exigência de Recursos	0,083	0,168	0,131	0,143	0,131

Fonte: Os autores (2019)

4.2.3 Cálculo dos autovetores

Como continuidade das etapas do método, o autovetor é calculado pela média das linhas da matriz, levando em conta a matriz normalizada. Já o novo vetor coluna é encontrado por meio da multiplicação de cada critério pela matriz de comparação par a par. Para obter o autovalor máximo, é necessário dividir o novo vetor coluna pelo autovetor. Estes resultados são apresentados no Quadro 3.

Quadro 3 - Vetores relativos as etapas do AHP

Critério	Autovetor	Novo vetor coluna	Autovalor máximo
Retorno do Investimento	0,096	0,388	4,027
Urgência na implementação	0,510	2,103	4,125
Visibilidade da aplicação	0,262	1,069	4,074
Exigência de Recursos	0,131	0,529	4,027

Fonte: Os autores (2019)

4.2.4 Análise da consistência dos dados

Nesta seção, conforme descrito no referencial teórico, é necessário verificar o valor encontrado razão de consistência, considerando que o resultado, obrigatoriamente, necessita ser menor ou igual a 0,1. Caso isso não aconteça, os julgamentos precisam ser refeitos. Para esta aplicação, utilizou n igual a 4, pelo motivo da aplicação possuir quatros critérios. O Quadro 4 representa esta aplicação.

Quadro 4 - Resultados consistentes

Fatores	Resultados
n	4,000
Lambda	4,063
IC	0,021
QC	0,024

Fonte: Os autores (2019)

4.2.5 Avaliação dos resultados obtidos

Por fim, como últimas etapas de aplicação do método, apresentam-se os resultados encontrados para as priorizações dos projetos da empresa, subsidiando o processo de tomada de decisão. A agregação das prioridades é a base para a entrega dos resultados. Primeiramente, elencaram-se os autovetores gerados por cada critério comparado com cada projeto, conforme apresentado no Quadro 5.

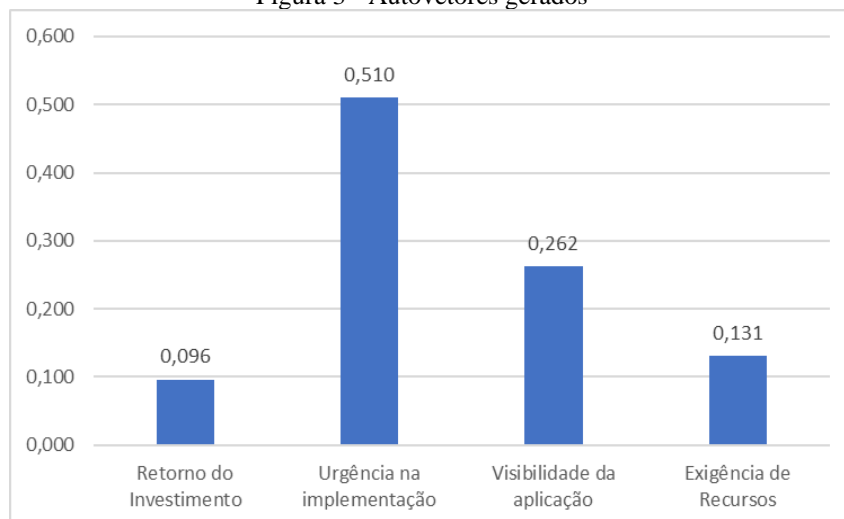
Quadro 5 - Autovetores gerados

Prioridades	Retorno do Investimento	Urgência na implementação	Visibilidade da aplicação	Exigência de Recursos
PROJETO 1	0,489	0,056	0,506	0,056
PROJETO 2	0,262	0,627	0,253	0,186
PROJETO 3	0,173	0,144	0,168	0,092
PROJETO 4	0,076	0,173	0,072	0,666

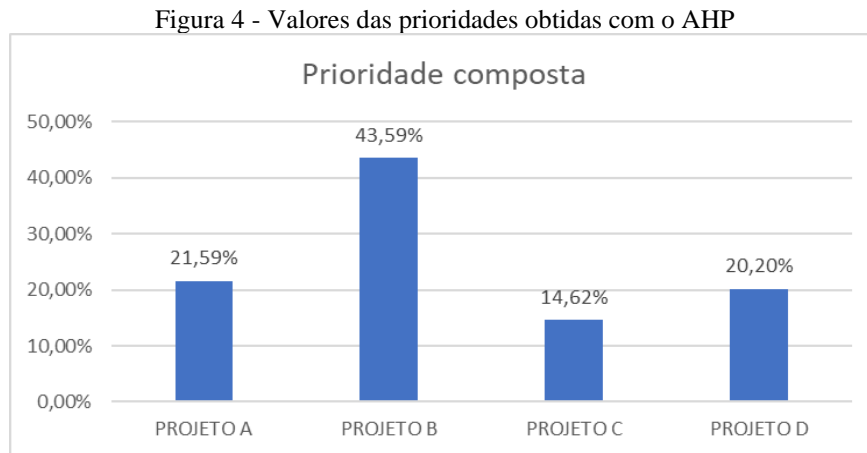
Fonte: Os autores (2019)

Com o objetivo de agrupar os autovetores gerados no desenvolvimento completo, exibem-se na Figura 3, os resultados. Por fim, apresenta-se o resultado encontrado com a análise das alternativas disponíveis com os resultados apresentados anteriormente. A Figura 4 mostra as classificações geradas. É possível verificar que o resultado sugere o Projeto B como prioritário, seguido por A,

Figura 3 - Autovetores gerados



Fonte: Os autores (2019)



Fonte: Os autores (2019)

5. Conclusões

Nesta pesquisa, escolhe-se aplicar o AHP para auxiliar o processo de tomada de decisão de uma empresa do ramo de atuação metalmeccânico, por meio da definição, priorização, análise e execução de projetos estratégicos existentes na organização. Com a aplicação das modelagens matemáticas presente no método e com os julgamentos realizados pelas partes envolvidas, foi possível escolher de forma clara, concisa e acordada por todos, as classificações relativas de cada critério e projeto.

Como diferenciais, elenca-se a característica quantitativa e qualitativa presente no método, permitindo caracterizar-se com uma aplicação multicritério, contendo critérios subjetivos envolvidos nas análises, não comum nas aplicações de Pesquisa Operacional. Desta forma, permite estruturar com facilidade o processo de tomada de decisão, através da elaboração de uma hierarquia de critérios de decisão que podem ser tangíveis ou intangíveis aos quais se pode atribuir pesos relativos.

Como resultados deste trabalho, conclui-se que o projeto B necessita ser priorizado, de acordo com os critérios escolhidos e com os outros projetos comparados. Ressalta-se ainda, que o critério de urgência de implementação foi imprescindível para o resultado final, alterando boa parte das classificações, por sua categorização maior comparada aos outros. Também permite-se avaliar que, a diferença de benefício e percentual do projeto melhor classificado foi grande, gerando o dobro de priorização. Como continuidade deste trabalho sugere-se

análise de sensibilidade, uma vez que os resultados do benefício dos Projetos A e D são relativamente próximos.

Pode-se concluir que a aplicação se mostrou satisfatória para a seleção de projetos, pois estabeleceram-se critérios e objetividade na priorização, o que contribui para o melhor gerenciamento do portfólio de projetos e desta forma visa garantir a eficácia e a eficiência na classificação dos projetos.

REFERÊNCIAS

AKGÜNA, İ.; ERDALB, H.. **Solving an ammunition distribution network design problem using multi-objective mathematical modeling, combined AHP-TOPSIS, and GIS**. Computers & Industrial Engineering, S.l, v. 129, n. 1, p.512-528, mar. 2019.

CARVALHO, K. M. de.; PESSÔA, L. C. **Classificação de projetos: um estudo da aplicação do método AHP**. Revista Gestão e Projetos - GeP, v.3, n.1, p. 280-298, jan./abr. 2012.

CECHIN, Rafaela Boeira; CORSO, Leandro Luís. **High-Order Multivariate Markov Chain Applied In Dow Jones And IBOVESPA Indexes**. Pesquisa Operacional, v. 39, n. 1, p. 205-223, 2019.

CASTRO, J. I. de. **Avaliação de projetos logísticos de RFID aplicados na indústria aeronáutica brasileira**. 2014. 106 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Engenharia Mecânica na área de Gestão e Otimização., Unesp, Guaratinguetá, 2014.

CANETTA, L.; GUANZIROLI, A. **Multi criteria analysis applied on value chain definition in unmanned aerial vehicle (UAV) sector**. International Conference On Engineering, Technology And Innovation (ice/itmc), jun., 2017.

COSTA, H. G. **Introdução ao método de análise hierárquica: análise multicritério no auxílio à decisão**. Rio de Janeiro: Niterói, 2002.

FONTANIVE, F., CORSO, L. L., ZEILMANN, R. P. B., & BIASIN, R. N. (2017). **Aplicação do Método de Análise Multicriterial AHP como Ferramenta de Apoio a Tomada de Decisão**. Revista Espacios, 2017.

GOMES, Herbert M.; CORSO, Leandro L. C., **A Hybrid Method for Truss Mass Minimization considering Uncertainties**. Mathematical Problems in Engineering, 2017.

GOMES, L. F. A. M.; ARAYA, M. C. G.; CARIGNANO, C. **Tomada de decisões em cenários complexos: introdução aos métodos discretos do apoio multicritério à decisão**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. Tradução de: Marcela Cecília González Araya.

LAI, Chyh-ming. **Integrating simplified swarm optimization with AHP for solving capacitated military logistic depot location problem**. Applied Soft Computing, [s.l], v. 78, n. 1, p.1-12, maio 2019.

LIMA, M. T. A. de.; OLIVEIRA, E. C. B. de.; ALENCAR, L. H. **Modelo de apoio à decisão para priorização de projetos em uma empresa de saneamento**. Production, v. 24, n. 2, p. 351-363, abr./jun. 2014.

PADOVANI, M. **Apoio à decisão na seleção do portfólio de projetos: uma abordagem híbrida usando métodos AHP e programação inteira.** 2007. 267 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

PADOVANI, Marisa et al. **Looking for the right criteria to define projects portfolio: Multiple case study analysis.** Product Management and Development, S.l, v. 6, n. 2, p.127-134, dez. 2008.

SAATY, T. L. **How to make a decision: the Analytic Hierarchy Process.** Interfaces, v. 24, n. 6, p. 19-43, nov. 1994.

SANTOS, M.; SOUZA, H. H.; DIAS, F. C.; REIS, M. F.; SANTOS, F. M. C. dos. **Aplicação do método AHP na formação de um portfólio de projetos: um estudo de caso na área de ti de uma empresa sem fins lucrativos no estado do Rio de Janeiro.** Revista Produção Industrial & Serviços, Paraná, v. 3, n. 1, p.15-27, 2016.

SIMPLÍCIO, R. Q. R. **Modelo piloto de priorização e seleção de projetos para o portfólio nas forças armadas no âmbito da lei de programação militar – ramo marinha portuguesa.** 2016. 64 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Gestão de Projetos, Lisbon School Of Economics & Management, Lisboa, 2016.

SOUZA, B. C. S.; RANGEL, L. A. D.; HERNÁNDEZ, C. T. **Priorização de projetos de melhoria de produtividade através do método multicritério Prométhée II.** Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento, v. 10, n. 1, p. 27-40, 2018.

VARGAS, R. V. **Utilizando a programação multicritério (Analytic Hierarchy Process – AHP) para selecionar e priorizar projetos na gestão de portfólio.** PMI Global Congress, Washington, 2010.