

CENTRO UNIVERSITÁRIO LA SALLE DO RIO DE JANEIRO Unilasalle - RJ

Sistemas de Informação

Nathan Martins Cunha

**COMPARAR METODOLOGIAS MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO
APLICADOS A DESEMPENHO ACADÊMICO**

Volume I

**Niterói
2018**

Nathan Martins Cunha

**COMPARAR METODOLOGIAS MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO
APLICADOS A DESEMPENHO ACADÊMICO**

Volume I

**Niterói
2018**

Lista de ilustrações

Figura 1 – Escala fundamental de Saaty	7
Figura 2 – Matriz de atributos	8
Figura 3 – Matriz de decisão	8
Figura 4 – Matriz de decisão	9
Figura 5 – Normalização	9
Figura 6 – Matriz Normalizada	9
Figura 7 – Equações PIS e NIS	10
Figura 8 – Legenda	11
Figura 9 – Clássico x Fuzzy	12
Figura 10 – Exemplos de variáveis	13
Figura 11 – Exemplos de defuzificação	14
Figura 12 – Ciclo Scrum	15

Lista de tabelas

Tabela 1 – PIS	10
Tabela 2 – NIS	10

Sumário

	Introdução	5
1	Métodos de decisão multicritério (MCDM)	6
1.1	Analytic Hierarchy Process (AHP)	6
1.2	Topsis	8
1.3	Lógica Fuzzy	11
1.3.1	Etapas Fuzzy	12
1.4	Desenvolvimento e metodologia	14
1.4.1	Scrum	14
	Referências	16
	. . . . .	18

Introdução

O processo de tomada de decisão pode ser uma tarefa difícil e complexa, com os Métodos de Análise de Decisão Multicritério ou Apoio Multicritério à Decisão (AMD), ajuda ao gestor na sua escolha de forma simples e concisa. O AMD poder ser aplicado a inúmeros problemas de decisão, desde desempenho acadêmico até a compra de um carro.

Este trabalho tem como objetivo deste trabalho é comparar alguns métodos de decisão multicritério aplicados a desempenho acadêmico de um grupo de alunos de uma universidade.

O método utilizado por grande parte das universidades do Brasil é o Coeficiente de Rendimento Acumulado (CRA) e não necessariamente expressa o real desempenho. Mensurar desempenho acadêmico de forma justa não é uma tarefa fácil, alguns dos métodos multicritério podem facilitar e medir o desempenho de um jeito mais eficiente e justo.

Os métodos a serem comparados são:

Fuzzy-Topsis

Fuzzy-AHP

O desenvolvimento do trabalho seguirá métodos ágeis de desenvolvimento , o método utilizado será o Scrum juntamente com o quadro kanban. Os algoritmos do projeto serão escritos na linguagem de programação Python e todos os códigos e scripts complementares estão disponibilizados na ferramenta de repositório colaborativa chamada Github.

1 Métodos de decisão multicritério (MCDM)

Os métodos de decisão que são definidos como métodos de decisão multicritério (ou métodos MCDM – Multicriteria Decision Making) Lima Junior(2013). Wang (2010) afirma que os métodos MCDM são um importante conjunto de ferramentas para abordar difíceis decisões em organizações porque auxiliam os gestores em situações de incerteza, complexidade e objetivos conflitantes.

Existem inúmeros métodos de decisão multicritério que podem ser usando para o apoio na tomada de decisão. Inúmeras delas tem bastante destaque na academia AHP (Analytic Hierarchy Process) (SAATY, 1980), ANP (Analytic Network Process) (SAATY, 1999), técnicas de inteligência artificial também são utilizadas como, Logica Fuzzy (ZADEH, 1965), Redes Neurais Artificiais (RNA), Algoritmo Genético (HOLLAND, 1992) e várias outras que são resultado da combinação de técnicas. De acordo com Vincke (1992) os métodos MCDM divide os metodos entre as escolas americanas e europeia. Segundo Roy e Vanderpooten (1995) a escola europeia tende que as preferência dos decisores de influenciar menos nas escolhas, ao contrário da americana que prioriza a explicitação das prioridades. Os métodos multicritério podem ser classificados como: Problemas de classificação ,seleção e ordenação.

Os métodos têm um lado científico, mas ao mesmo tempo, subjetivo, apresentando consigo a capacidade de agregar todas as características consideradas importantes, inclusive as não quantitativas, com o objetivo de permitir a transparência e a sistematização do processo referente aos problemas de tomada de decisões (GOMES, ARAYA e CARIGNANO, 2004).

Para aplicar métodos multicritério deve existir a necessidade de estabelecer os objetivos que o decisor gostaria de alcançar ,definindo os objetivos através dos múltiplos critérios.

1.1 Analytic Hierarchy Process (AHP)

O método AHP foi criado por Thomas Saaty na década de 70, com a proposta de resolver problemas de conflitos negociados e problemas de múltiplos critérios. Dos métodos multicritérios, o método de Análise Hierárquica de Processos (AHP) é o mais popular e foi aplicado para resolver vários problemas complexos de decisão (JAGANATHAN, ERINJERI e KER, 2007).

A principal característica do AHP é que ele se baseia na hierarquização do problema, ou seja , o primeiro nível da hierarquia é onde fica o objetivo principal e nos níveis mais abaixo ficam os critérios que serão avaliados. Esses critérios deverão ter mais subcritério e assim sucessivamente. O objetivo da hierarquização é que o

problema possa ser analisado em pequenos pedaços, isso implica num problema grande e complexo e subdividido facilitando a visualização do problema para o gestor e com isso chegar na resolução final do problema.

Após os critérios serem definidos, eles podem ser avaliados de várias formas uma delas é que os critérios sejam avaliados por um especialista da área, já que eles podem falar com mais propriedade do problema a ser analisado. Como, por exemplo uma avaliação de qual software deva ser adquirido por uma empresa, a ideia é que um Analista de Sistemas, as competências técnicas serão melhor avaliadas por esse especialista já que ele conhece de software.

Depois que foi realizada a hierarquização do problema, o decisor precisa fazer uma comparação par a par definindo os pesos dos critérios de cada elemento na hierarquia, criando uma matriz de decisão quadrada. Para preencher essa matriz é necessário utilizar a escala fundamental de Saaty, que está ilustrada abaixo.

Figura 1 – Escala fundamental de Saaty

ESCALA NUMÉRICA	ESCALA VERBAL
1	Mesma importância
3	Importância moderada de um sobre o outro
5	Importância essencial ou forte
7	Importância muito forte
9	Importância extrema
2,4,6,8	Valores intermediários

Saaty (1980)

Utilizando a escala fundamental de Saaty é gerada uma matriz com as alternativas a serem avaliadas.

Figura 2 – Matriz de atributos

ATRIBUTOS	Atributo 1	Atributo 2	.....	Atributo N
Atributo 1	1	$1/a_{21}$	.....	$1/a_{N1}$
Atributo 2	a_{21}	1		$1/a_{N2}$
.....
Atributo N	a_{N1}	a_{N2}	.....	1

Saaty(2005)

O mesmo procedimento é utilizado para a avaliação dos pares de alternativas sob a ótica de cada um dos critérios e/ou atributos. Assim, por exemplo, para o Atributo 1, as alternativas serão analisadas segundo a matriz abaixo.

Figura 3 – Matriz de decisão

ALTERNATIVAS	Alternativa 1	Alternativa 2	.....	Alternativa M
Alternativa 1	1	$1/a_{21}$	.....	$1/a_{M1}$
Alternativa 2	a_{21}	1		$1/a_{M2}$
.....
Alternativa M	a_{M1}	a_{M2}	.....	1

Saaty(2005)

As Atribuições dos pesos das alternativas devem ser definidas pelo decisores que estejam participando do processo de avaliação das alternativas

1.2 Topsis

O método TOPSIS foi criado por Hwang e Yoon (1981), é muito utilizado para ranquear alternativas por ordem de preferência. A ideia por trás do TOPSIS consiste em escolher a alternativa que esteja o mais próxima do ideal positiva e o mais distante da solução ideal negativa. A solução ideal é formada tomando-se os melhores valores alcançados pelas alternativas durante a avaliação em relação a cada critério de decisão, enquanto a solução ideal negativa é composta de forma similar, tomando-se os piores valores (KAHRAMAN, 2008).

O Topsis é dividido em 7 etapas são elas que consiste em definir a matriz de decisão, após a definição da matriz ela deve ser normalizada e o próximo passo é ponderar a matriz aplicando os pesos dos critérios escolhidos, assim que a matriz for ponderada é necessário.

O exemplo a ser utilizado é definir qual é o melhor carro.

Figura 4 – Matriz de decisão

	custo	consumo	conforto	motor
nome				
uno	26000	12	2	1.4
ka	30000	13	5	1.2
gol	28000	10	3	1.4

O autor

Após definida a matriz a próxima etapa é normalizar a matriz, ela é normalizada para cada critério C_j de acordo com:

Figura 5 – Normalização

$$p_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}}, \text{ com } i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n$$

Figura 6 – Matriz Normalizada

	custo	consumo	conforto	motor
nome				
uno	0.535202	0.590481	0.324443	0.604708
ka	0.617540	0.639688	0.811107	0.518321
gol	0.576371	0.492068	0.486664	0.604708

Com a matriz normalizada o passo seguinte é identificar as soluções ideais negativas e positivas calculando o PIS(Positive Ideal Solution) e NIS(Negative Ideal Solution) que são dados pelas equações:

Figura 7 – Equações PIS e NIS

$$A^+ = \left\{ \max_j n_{ij} \mid j=1,2,...,m \right\} = \{n_1^+, ..., n_j^+, ..., d_m^+\}$$

$$A^- = \left\{ \min_j n_{ij} \mid j=1,2,...,m \right\} = \{n_1^-, ..., n_j^-, ..., n_m^-\}$$

Tabela 1 – PIS

Custo	0.133800
consumo	0.319844
conforto	0.121666
motor	0.060471

Tabela 2 – NIS

Custo	-0.154385
Consumo	0.246034
Conforto	0.048666
Motor	0.051832

Com as soluções ideais positivas e negativas calculadas, deve ser calculada a distância de cada alternativa da matriz ponderada. O próximo passo é calcular o coeficiente de aproximação descritos na equação, o que significa o resultado final do método.

$$CC_i = D_i^- / (D_i^+ + D_i^-)$$

Depois de aplicar a equação para calcular o coeficiente é necessário rankear e ver a melhor solução, ou seja aquela que estiver mais próximo do 1 é a melhor. Podemos visualizar na figura abaixo que a melhor opção é o primeiro carro.

Figura 8 – Legenda

	coeficiente
nome	
gol	0.762022
uno	0.587742
ka	0.176983

1.3 Lógica Fuzzy

Os princípios da lógica fuzzy inicialmente foram desenvolvidos por Jan Lukasiwicz (1878-1956), em 1920 iniciou os conceitos de grau de pertinência combinados com a lógica clássica de Aristóteles, e com isso deu base para que o professor de Ciência da Computação da Universidade da Califórnia Lofti Asker Zadeh fosse o primeiro autor a publicar sobre lógica fuzzy.

Zadeh percebeu que uma série de problemas e regras do cotidiano não podiam ser muito bem esclarecidas pelas pessoas que as utilizavam. Um exemplo é “definir” a idade de uma pessoa, quando olhamos para uma pessoa de 50 anos podemos imaginar que ela tenha essa idade mas não se sabe muito ao certo como funciona e explicar o fato. Com isso Zadeh pode desenvolver o que conhecemos como lógica fuzzy (RUSS, 1996).

A princípio Zadeh foi duramente criticado pela comunidade da computação quando publicou sobre a fuzzy, mas logo depois foi bem aceito e gerando inúmeras publicações sobre o assunto.

A lógica fuzzy funciona diferente da lógica booleana, ou seja verdadeiro ou falso, a lógica fuzzy funciona como uma escala que varia entre 0 e 1, que nesse caso são graus de pertinência. Os graus de pertinência funcionam como um quase que como “pesos”, por exemplo, um grau de pertinência 0.5 pode ser meio verdade, 0.9 quase verdade e 0.1 quase falso (SILVA, 2005). A ideia por de trás da fuzzy é a capacidade de capturar informações vagas e confusas, geralmente descritas em linguagem natural e transforma-las em formatos numéricos para que seja mais fácil para o computador interpretar e manipular os dados.

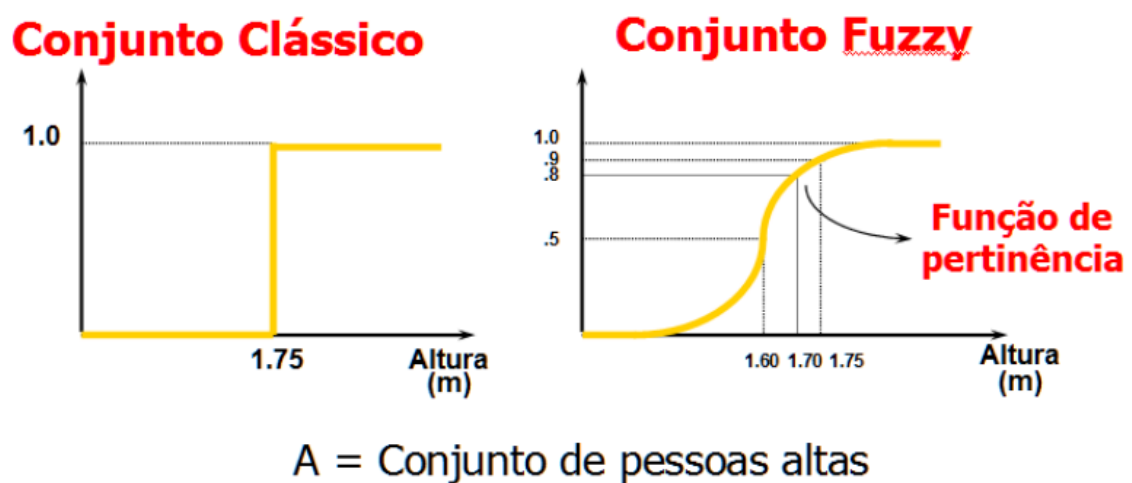
As palavras utilizadas que serão transformadas em números geralmente são expressões como por exemplo:

- Baixo, médio e alto.

- Quente, morno e frio.
- Estados para definir estados de uma variável.

Um exemplo de comparação de lógica fuzzy relacionado a lógica clássica é o de alturas de indivíduo. Na lógica clássica uma pessoa com 1,75 cm não pertence ao grupo de pessoas altas, já no conjunto fuzzy ela pertenceria às pessoas altas com grau de pertinência 0,8.

Figura 9 – Clássico x Fuzzy



Melo Neto

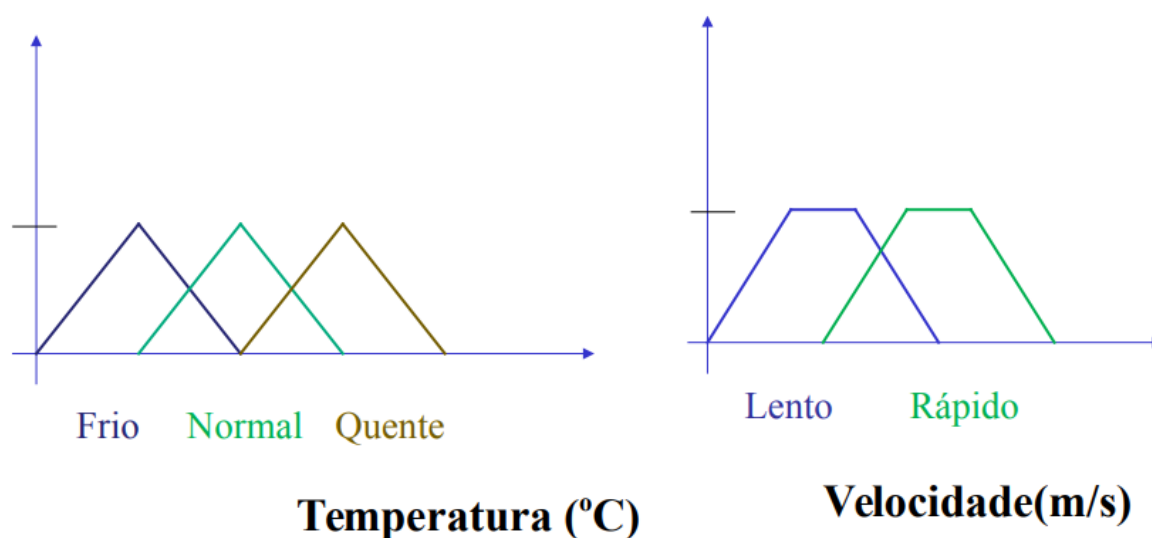
1.3.1 Etapas Fuzzy

- Para implementar lógica fuzzy são necessárias algumas etapas são elas:
- Definição das variáveis fuzzy de entrada e saída.
- Regras Fuzzy
- Desfuzzificação

Na etapa de definição de variáveis é onde são definidas as formas subjetivas, as funções de pertinência. Mais detalhadamente o que consiste essa etapa são, as análises do problema, definição de variáveis, definição das funções de pertinência e a criação das regiões.

Para definir as funções de pertinência para cada variável, vários tipos de espaço podem ser gerados, como, por exemplo, triangular, trapezoidal, Gaussiana, etc.

Figura 10 – Exemplos de variáveis



Schneider de Oliveira

Para se definir as regras que serão utilizadas no sistema fuzzy é importante mapear entradas e saídas do sistema fuzzy, para que seja definido deve ser seguido a lógica if-then. O sistema fuzzy interpreta um vetor de entradas no qual são interpretados pelas regras.

Forma de uma regra if-then:

IF x is A THEN y is B

Na etapa de defuzzificação é a etapa onde as regiões resultantes são transformadas em valores para uma variável de saída do sistema, é nessa etapa em que é correspondido a ligação funcional entre as regiões fuzzy.

Existem várias técnicas de defuzzificação as que estão mais em destaque são:

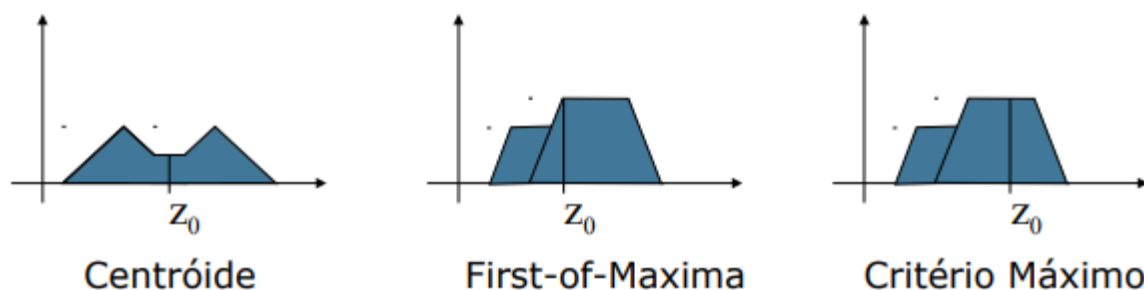
Centroide

First-of-Maxima

Middle-of-Maxima

Critério Máximo

Figura 11 – Exemplos de defuzzificação



1.4 Desenvolvimento e metodologia

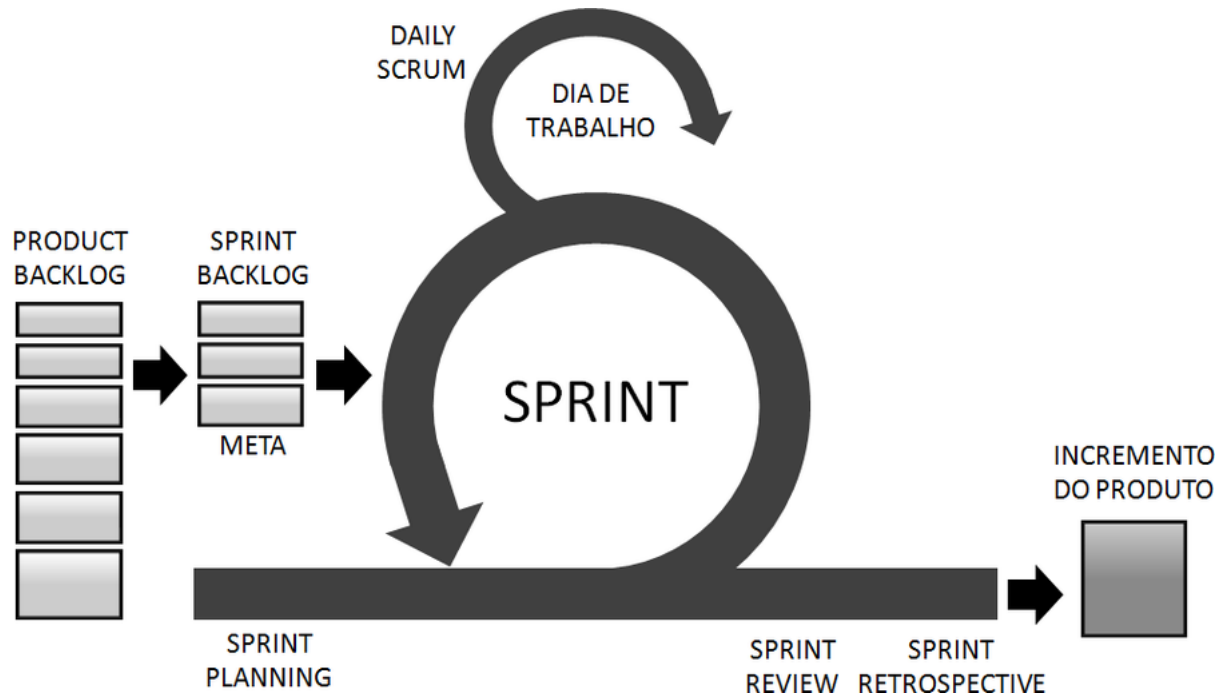
1.4.1 Scrum

Scrum é uma metodologia ágil para principalmente para desenvolvimento de software, mas pode ser usado em outras áreas como por exemplo a reforma de uma casa, essa metodologia foi criada em xxx por Jeff Sutherland em conjunto com o Ken Schwaber.

A ideia do Scrum parte um pouco do princípio de Pareto que também é conhecida como a regra do 20/80 , no qual 20 % do seu esforço equivale e 80% do seu projeto, mas o “core” do Scrum é gerar valor quanto antes, e fatiar em pequenas tarefas de um determinado projeto e quando essas pequenas tarefas juntas tornam uma grande entrega e com isso gerando valor e entregando os objetivos com constância e qualidade. As entregas são separadas em sprints ou seja o trabalho é feito em iterações

As tarefas são organizadas numa lista de backlog , a partir dessa lista é planejado a sprint no qual são escolhidos a tarefas prioritárias para aquela sprint.As sprints tem uma duração definida que geralmente é de 2 a 4 semanas, e todo dia a equipe faz uma reunião de como está o andamento das tarefas , o nome dessa reunião é DAILY MEETING. Ao final da sprint é feito uma apresentação do que foi entregue e logo em seguida uma reflexão das principais dificuldades daquela sprint a fim de melhorar a próxima sprint e assim seguir nesse ciclo até a entrega final do produto/projeto.

Figura 12 – Ciclo Scrum



Knowledge21

Referências

- Souza Marins, C. O USO DO MÉTODO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA (AHP) NA TOMADA DE DECISÕES GERENCIAIS – UM ESTUDO DE CASO Pesquisa Operacional na Gestão do Conhecimento, Rio de Janeiro, p. 1788, 2009.
- Gomede, E; Barros de Miranda, R. Utilizando o Método Analytic Hierarchy Process (AHP) para Priorização de Serviços de TI: Um Estudo de Caso. VIII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação, Paraná, p. 408-419, 2012.
- Octávio Gavião, L; Brito Alves Lima, G; Sant’Anna, A; Menna Barreto, M;. Desempenho Acadêmico Relativo por Sistema de Inferência Fuzzy com Método Combs em Linguagem “R”. 1º Encontro ELFA, Rio de Janeiro, p. 1-15, 2016.
- Leite Santos, I; Tavares de Freitas, F. ANÁLISE COMPARATIVA DOS MÉTODOS DE APOIO MULTICRITÉRIO A DECISÃO: AHP, ELECTRE E PROMETHEE. XXXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Rio Grande do Sul, p. 1-11, outubro de 2012.
- Octávio Gavião, L; Brito Alves Lima, G; Sant’Anna, A; Menna Barreto, M;. Desempenho Acadêmico Relativo por Sistema de Inferência Fuzzy com Método Combs em Linguagem “R”. 1º Encontro ELFA, Rio de Janeiro, p. 1-15, 2016.
- Lima Junior, F; Ribeiro Carpinetti, L. Uma comparação entre os métodos TOPSIS e Fuzzy-TOPSIS no apoio à tomada de decisão multicritério para seleção de fornecedores. Gest. Prod., São Carlos, v. 22, n. 1, p. 17-34, 2015.
- Sant’Anna, A .Composição probabilística de critérios na avaliação de cursos. UFF, Rio de Janeiro, R B P G, v. 2, n. 3, p. 40-54, mar. 2005.
- Rangel Duncan, L; Gomes Monteiro, L,. O Apoio Multicritério à Decisão na avaliação de candidatos. Produção, v. 20, n. 1, jan./mar. 2010, p. 92-101.
- SAATY, T. L. Decision Making with the Analytic Hierarchy Process. International Journal of Services Sciences, v.1, n.1, p. 83-98, 2008.
- SAATY, T. L. Fundamentals of the Analytic Network Process. ISAHP: Kobe, Japan. , v. 12, Agosto, 1999.
- SAATY, T. L. The Analytic Hierarchy Process. 1 ed. McGraw Hill: New York, 1980.

- ZADEH, L. A. Fuzzy Sets. *Information and Control*, v. 8, p. 338-353, 1965.
- ZADEH, L. A. Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision processes. *IEEE Trans. Systems, Man and Cybernetics*, v. 3, p. 28–44, 1973.
- HOLLAND, J. H. Genetic Algorithms. *Scientific American*, v. 267, p. 44-50, 1992.
- LIMA JUNIOR, F. R.; OSIRO, L.; CARPINETTI, L. C. R. Métodos de Decisão Multicritério para Seleção de Fornecedores: Um Panorama do Estado da Arte. *Revista Gestão & Produção*. Previsão de publicação: v.20, n.2, 2013.
- GOMES, L. F. A. M.; ARAYA, M. C. G.; CARIGNANO, C. Tomada de decisão em cenários complexos. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2009.
- JAGANATHAN, S., ERINGERI, J.J., KER, J. Fuzzy analytic hierarchy process based group decision support system to select and evaluate new manufacturing technologies. *International Journal Advanced Technology*, v.32, pp. 1253-1262, 2007.
- Gest. Prod.*, São Carlos, v. 22, n. 4, p. 805-819, 2015.

