

APOIO MULTICRITÉRIO À DECISÃO APLICADO NA REVITALIZAÇÃO DO PORTO DO RIO DE JANEIRO

Sergio Orlando Antoun Netto

Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)

Faculdade de Engenharia

Rua São Francisco Xavier, 524, 5º andar - Maracanã - RJ - CEP 20550-900

e-mail: sergio.netto@iplanrio.rio.rj.gov.br

Marcos Pereira Estellita Lins

COPPE/UFRJ

Caixa Postal 68507, CEP 21945-970 - Rio de Janeiro, RJ, Brasil

e-mail: estellita@pep.ufrj.br

RESUMO

O principal objetivo deste trabalho é apresentar o mapa conceitual referente a uma ação prevista no Projeto de Revitalização da Zona Portuária do Rio de Janeiro como suporte ao Apoio Multicritério à Decisão, bem como providenciar a implementação da referida ação utilizando-se o Método AHP.

PALAVRAS CHAVE: Apoio Multicritério à Decisão, AHP e Revitalização do Porto do Rio

ABSTRACT

The main objective of this paper is to present the conceptual map referring to an action under the Revitalization Project of the Port of Rio de Janeiro to support Multicriteria Decision Aided and provide the implementation of such action using AHP method.

KEYWORDS: Multicriteria Decision Aided, AHP and Revitalization of the Port of Rio de Janeiro

1. Introdução

De acordo com Gomes et al (2006), Apoio Multicritério à Decisão é uma área dinâmica do conhecimento e da pesquisa, orientada para apoiar os decisores e os negociadores, auxiliando na estruturação dos problemas, permitindo expandir a argumentação e ampliando a capacidade de aprendizagem e compreensão, objetivando a auxiliar o decisor (ou decisores) durante o processo de decisão.

Segundo Bana e Costa, (apud Detoni, 1996), o apoio à decisão é a atividade daquele que, servindo-se de modelos claramente explicitados e mais ou menos formalizados, procura obter elementos de resposta às questões a um interveniente num processo de decisão, elementos esses concorrentes a esclarecer a decisão e normalmente a recomendar, ou simplesmente a favorecer, um comportamento de natureza a aumentar a coerência entre a evolução do processo por um lado, os objetivos e os sistemas de valores desse interveniente por outro lado.

As metodologias multicritérios de apoio à decisão apresentam conceitos e bases para estruturar e modelar uma situação problemática, incluindo maneiras de identificar e gerar ações e técnicas de construção de critérios e procedimentos para agregação dos mesmos (Bana e Costa et al., 1996a).

Na perspectiva de apoio à decisão, a consideração da subjetividade, além da objetividade, dos elementos na construção de modelos de avaliação, constitui uma das principais vantagens dos

atuais modelos multicritérios sobre os modelos clássicos de pesquisa operacional (Bana e Costa et al., 1996b).

Segundo Roy e Bouyssou (1993), as problemáticas básicas de apoio à decisão são as seguintes:

- ✓ Seleção: o objetivo consiste em esclarecer a decisão pela escolha de um subconjunto, tão restrito quanto possível, tendo em vista a escolha final de uma única ação. Esse subconjunto conterá as melhores alternativas ou as alternativas satisfatórias. O resultado do processo será uma escolha ou um procedimento de seleção;
- ✓ Triagem: o objetivo é esclarecer a decisão por uma triagem resultante de uma alocação de cada alternativa a uma categoria ou classe. As categorias são definidas a priori a partir de normas aplicáveis ao conjunto de alternativas. O resultado do processo será uma triagem ou um procedimento de alocação;
- ✓ Ordenação: o objetivo é esclarecer a decisão por um arranjo obtido reagrupando-se todas ou parte (as mais satisfatórias) das alternativas em classes de equivalência, estas classes sendo ordenadas de modo completo ou parcial, conforme as preferências. O resultado do processo de decisão será um arranjo ou um procedimento de classificação; e
- ✓ Descrição: o objetivo consiste em esclarecer a decisão por uma descrição, em uma linguagem apropriada, das alternativas e de suas consequências. O resultado do processo será uma descrição ou um procedimento cognitivo

O Método de Análise Hierárquica foi um dos primeiros Métodos de Apoio Multicritério à Decisão sendo amplamente utilizado em todo o mundo atualmente. Desenvolvido por Thomas L. Saaty na década de 70, o método se caracteriza pela decomposição de um problema discreto em uma estrutura hierárquica descendente, iniciando pelo objetivo global, critérios, subcritérios e alternativas em níveis sucessivos (Ribeiro et al., 2007 apud Saaty 1990). Assim, o método propicia ao decisor uma melhor avaliação e compreensão do problema de decisão (Gomes et al, 2004). Posteriormente à construção da hierarquia, é realizada a modelagem, na qual, por meio de comparações pareadas e do julgamento do decisor, as alternativas serão priorizadas.

O método multicritério de análise de decisão denominado AHP – Analytic Hierarchy Process desenvolvido por Thomas L. Saaty em meados da década de 1970 no intuito de promover a superação das limitações cognitivas dos tomadores de decisão. É aplicado para sistematizar uma ampla gama de problemas de decisão nos contextos: econômico, político, social e ambiental, devido a sua simplicidade, robustez e capacidade de avaliar fatores qualitativos e quantitativos sejam eles tangíveis ou intangíveis (SHIAU et al., 2002). Existem no mercado alguns programas, como AUTOMAN, Criterium, Expert Choice, HIPRE3+ e NCIC que implementam o AHP. Dentre eles, o mais utilizado é o Expert Choice, entretanto o preço da licença comercial é elevado.

Outra opção para implementar o uso do AHP é o software Criterium. O Criterium DecisionPlus (CDP) é uma versátil ferramenta computacional que ajuda os usuários a fazer complexas decisões entre alternativas envolvendo múltiplos critérios. Além dos aspectos positivos citados, o programa possui uma versão gratuita, restrita ao uso acadêmico. Por esta razão, optou-se por utilizar o Criterium Decision Plus (CDP) para realizar um estudo de caso, no intuito de consolidar os aspectos conceituais abordados nesta dissertação, no que tange aos fatores (variáveis) que podem influenciar na escolha do sistema de projeção adequado.

Segundo Rosenhead e Mingers (2001), a estruturação de problemas é uma das etapas do processo de tomada de decisão que tem como objetivo estruturar assuntos, problemas e situações para os quais se buscam propostas de decisões e não apenas resolver uma parte simplificada do problema sob uma perspectiva em particular.

De acordo com Okada, Buckingham e Sherborne (2008), os mapas conceituais são ferramentas gráficas utilizadas para representação do conhecimento, de modo que dois conceitos podem ser ligados através de uma frase de ligação, gerando desta forma uma proposição. Novak (1998) apresenta os mapas conceituais como ferramenta útil ao aprendizado de alunos dos diversos níveis, bem como no auxílio na solução de problemas em organizações.

Considera-se que uma representação gráfica é mais efetiva que um texto para a comunicação de conteúdos complexos porque o processamento mental das imagens pode ser menos exigente cognitivamente que o processamento verbal de um texto (Vekiri, 2002).

Neste trabalho será empregada, também, uma abordagem estratégica para a formulação e estruturação do caso em estudo, por intermédio do uso de mapa conceitual. Vale lembrar que diretrizes sobre a elaboração de mapas conceituais podem ser encontradas na literatura, como em Moreira (2006) e Ruiz-Moreno et al (2007).

2. Estudo de Caso – Revitalização do Porto do Rio

A região do centenário Porto do Rio, marco da evolução urbana da cidade tem localização geográfica privilegiada. Abrange um território de 9,8 milhões de m², inclui os bairros do Caju, Santo Cristo, Gamboa e Saúde e parte de São Cristóvão, Centro e Cidade Nova, sua população é de 40 mil habitantes e seu IDH (0,775) é um dos mais baixos da Cidade do Rio de Janeiro. É uma região de relevância histórica, com sítios e imóveis que integram o patrimônio histórico-cultural brasileiro, além disto, na região situam-se as sedes de algumas das mais importantes empresas brasileiras.

Os problemas enfrentados pela população local e visitantes são as condições de saneamento básico precárias, insegurança do local, falta de opções de lazer, baixa oferta de emprego, precariedade da rede de saúde e “esvaziamento” da economia.

Atualmente, está em operação um Plano de Recuperação e Revitalização da Região Portuária gerenciado pela Prefeitura do Rio, Governo Federal e Governo Estadual, que em parceria com empresas privadas e investidores, visam a proporcionar aos moradores e visitantes do local a valorização do patrimônio cultural da área, a requalificação de seus espaços urbanos, a melhoria de sua acessibilidade e sua reativação econômica.

Dentre as diversas ações a serem implementadas pode-se destacar:

- ✓ Revitalização da Praça Mauá;
- ✓ Urbanização do Píer Mauá;
- ✓ Reurbanização do Morro da Conceição;
- ✓ Reurbanização completa do bairro da Saúde;
- ✓ Calçamento, iluminação pública, drenagem e arborização de eixos viários;
- ✓ Reforma da Avenida Rodrigues Alves;
- ✓ Demolição da alça de subida do viaduto da Perimetral; e
- ✓ Implantação da Pinacoteca do Rio e do Museu do Amanhã

3. Resultados Obtidos

A ação referente à Reforma da Avenida Rodrigues será aqui avaliada por intermédio da metodologia de apoio multicritério à decisão. Assim sendo, a ação supracitada será modelada, sendo definidos os tomadores de decisão (“stakeholders”), a definição da problemática, que neste caso foi escolha ou seleção (α), o conjunto de ações possíveis (alternativas), a família de critérios utilizados e o Quadro de Preferências. Após a perfeita estruturação do caso em estudo, será empregado o método AHP objetivando a apresentar a alternativa mais viável para a solução da ação em estudo.

O mapa conceitual constante da Figura 1 foi o resultado do emprego da abordagem estratégica para a formulação e estruturação do caso em estudo da Revitalização do Porto do Rio. Neste trabalho foi utilizada a ferramenta computacional CmapTools, versão 4.11, desenvolvida pelo *Institute for Human and Machine Cognition* (IHMC) da *UWF - University of West Florida*, que permite aos usuários construir, navegar, compartilhar e criticar modelos de conhecimento representados como mapas conceituais.

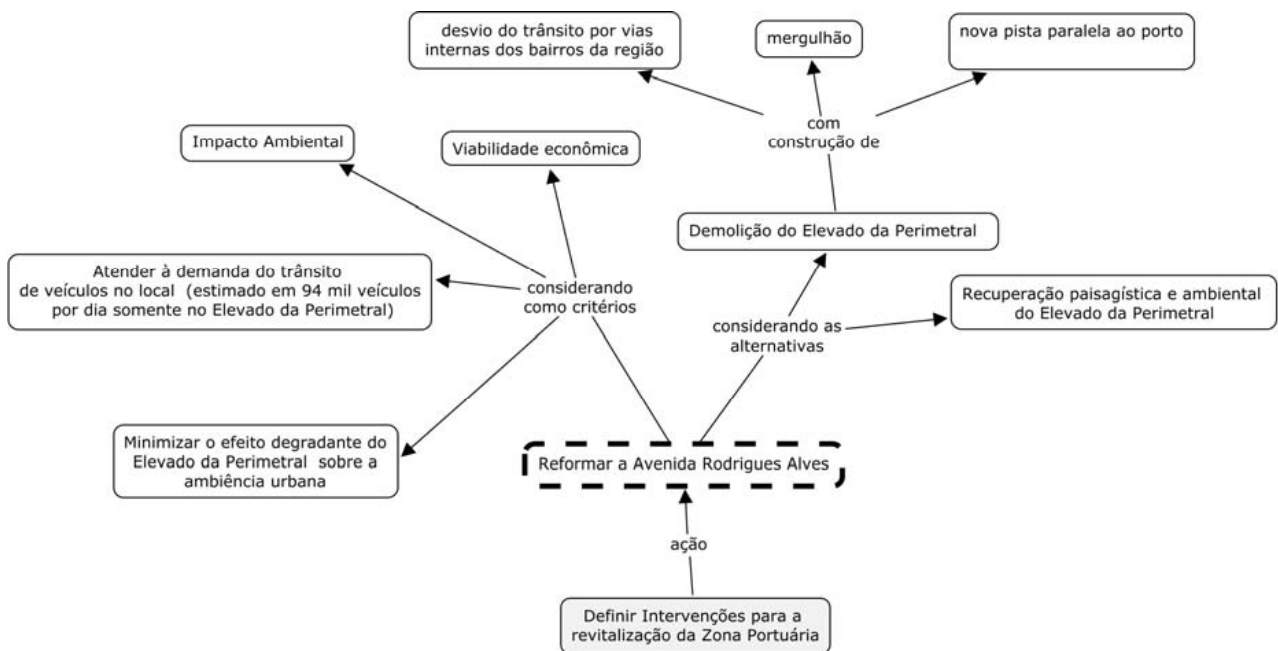


Figura 1 – Mapa Conceitual da Reforma da Avenida Rodrigues Alves

A partir do mapa conceitual, foi possível determinar o conjunto de ações possíveis (alternativas) do estudo em causa, conforme abaixo especificado:

- ✓ Recuperação paisagística e ambiental do Elevado da Perimetral;
- ✓ Demolição do Elevado da Perimetral com construção de mergulhão;
- ✓ Demolição do Elevado da Perimetral com desvio do trânsito por vias internas dos bairros da região; e
- ✓ Demolição do Elevado da Perimetral com construção de uma nova pista paralela ao porto.

Determinou-se, ainda, a família de critérios a serem utilizados com as suas respectivas escalas qualitativas, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Família de Critérios com suas respectivas escalas

Critério	Escala Qualitativa
Investimento (\$)	Muito alto, alto, médio e baixo
Impacto Ambiental	Muito alto, alto, médio e baixo
Solução Urbanística	Ótima, boa, média e ruim

A seguir, é apresentado na Tabela 2 o Quadro de Preferências da situação problema, que será uma ferramenta imprescindível para a perfeita implementação da referida situação nos diversos métodos de apoio multicritério à decisão. Cumpre salientar que o tomador de decisão da ação em estudo é o Prefeito da Cidade do Rio de Janeiro.

Tabela 2: Quadro de Preferências do caso em estudo

	Investimento (\$)	Impacto Ambiental	Solução Urbanística
Recuperação paisagística e ambiental do Elevado da Perimetral	BAIXO	BAIXO	RUIM
Demolição do Elevado da Perimetral com construção de mergulhão	MUITO ALTO	ALTO	ÓTIMA
Demolição do Elevado da Perimetral com desvio do trânsito por vias internas dos bairros da região	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIA
Demolição do Elevado da Perimetral com construção de uma nova pista paralela ao porto	ALTO	MUITO ALTO	BOA

O software Criterium Decision Plus (CDP) foi escolhido objetivando a apresentar a alternativa mais viável para a solução da situação problema. A seguir, será apresentado nas Figuras 2 e 3 a estrutura hierárquica do modelo, bem como os resultados obtidos nas diferentes abordagens.

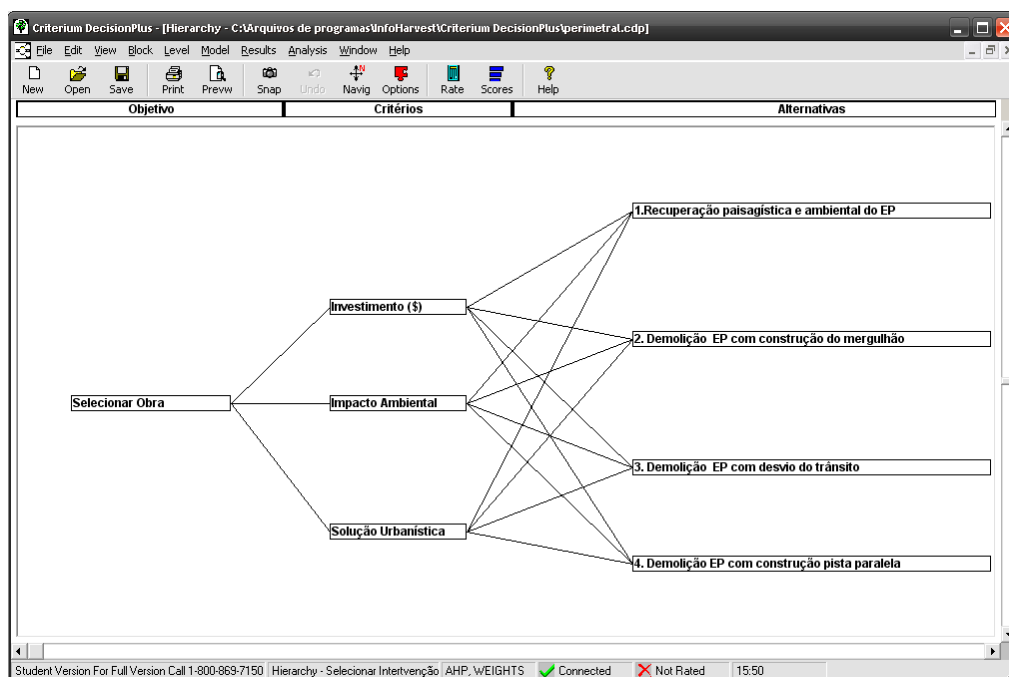


Figura 2 – Estrutura hierárquica do modelo da Reforma da Avenida Rodrigues Alves

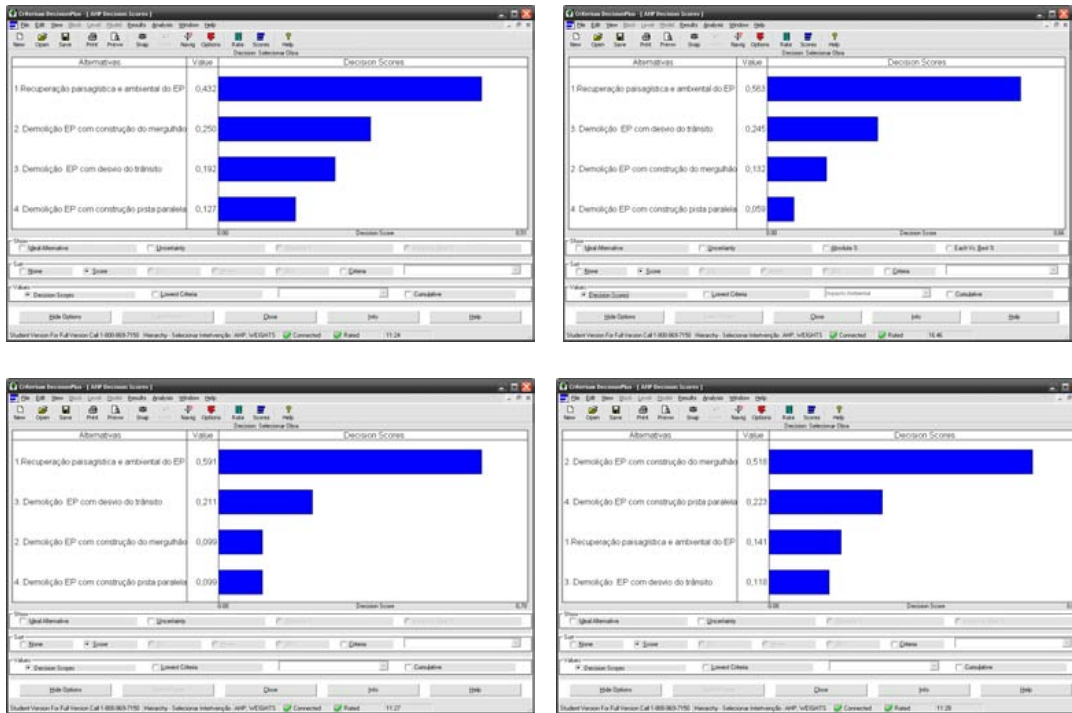


Figura 3- Ranking das alternativas no método AHP (software CDP) sem atribuição de pesos e com peso maior nos critérios ambiental, econômico e urbanístico, respectivamente.

4. Conclusões

Na Figura 4 será apresentado o resultado consolidado do ranking das alternativas no método AHP (software CDP) sem atribuição de pesos e com peso maior nos critérios confiabilidade, transporte, custo e risco de contaminação, respectivamente.

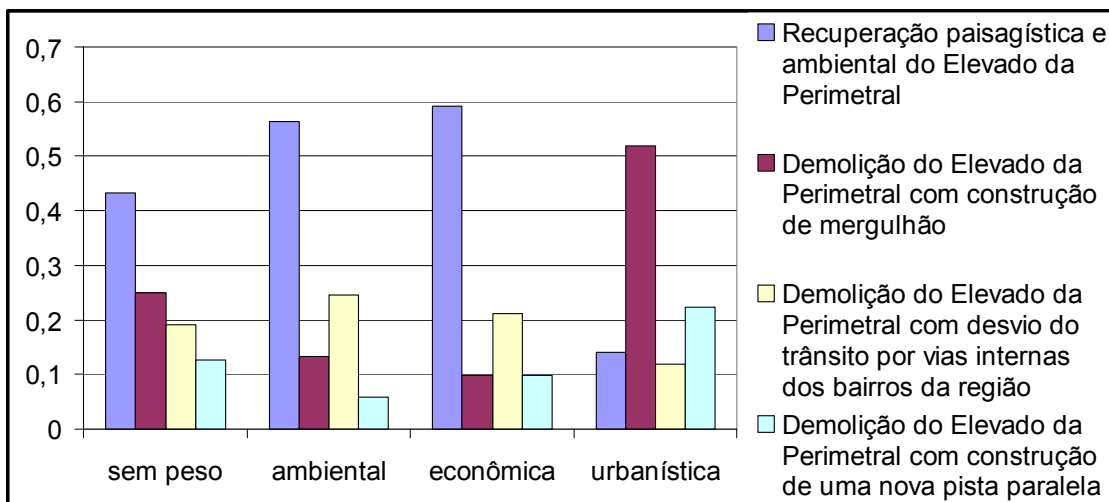


Figura 4 - Resultado consolidado do ranking das alternativas no método AHP

Verifica-se que a alternativa “Recuperação paisagística e ambiental do Elevado da Perimetral” foi a escolhida nos cenários sem atribuição de pesos, ambiental e econômica, enquanto que a alternativa “Demolição do Elevado da Perimetral com construção de mergulhão” foi a vencedora no cenário urbanístico. Cumpre salientar que as alternativas “Demolição do

Elevado da Perimetral com desvio do trânsito por vias internas dos bairros da região” e “Demolição do Elevado da Perimetral com construção de uma nova pista paralela ao porto” não foram escolhidas em nenhum cenário.

Uma das ferramentas do software Criterium Decision Plus CDP visando a auxiliar na validação dos resultados é a Análise de Sensibilidade, cujo objetivo principal é melhorar a estrutura do modelo, por intermédio da interpretação dos resultados e reavaliação dos critérios. O programa calcula um valor, em termos percentuais, denominado “crossover percentage”. Esta porcentagem representa a proximidade do ponto em que há alteração na ordem de prioridade das alternativas. Neste trabalho, a fim de verificar a viabilidade dos resultados obtidos, foi considerado que o modelo é estável quando o “crossover percentage” é superior a 5% (cinco por cento), conforme preconiza o programa utilizado. No Quadro 1, a seguir, são apresentados as porcentagens obtidas com a utilização do software supracitado.

Quadro 1 - Determinação do Crossover percentage (%) nos diversos cenários do Método AHP

Cenário	Crossover percentage (%)			Valor de referência
	Critérios			
	Solução Urbanística	Investimento (\$)	Impacto Ambiental	
Sem peso	15,8 %	28,5 %	35,6 %	5 %
Urbanística	32,7 %	34,7 %	38 %	
Investimento	41,5 %	76,9 %	100 %	
Ambiental	38,5 %	84,1 %	100 %	

Diante do exposto, conclui-se que, no que tange à Análise da Sensibilidade, os resultados apresentados no Quadro 1 mostraram-se satisfatórios em todos os cenários, ou seja todos os resultados são estáveis, ou seja, pequenas alterações nos pesos dos critérios não ocasionam grandes variações nos escores de decisão, fazendo com que outra alternativa não passe a ser preferida.

Pode-se depreender que os resultados obtidos com o mapa conceitual e método AHP deram embasamento a metodologia proposta que visa a apresentar a alternativa mais viável para a perfeita solução da Reforma da Avenida Rodrigues Alves, utilizando-se a conjugação das metodologias “soft” e “hard” da Pesquisa Operacional.

Referências Bibliográficas

Bana e Costa, C.A.; Ensslin, L.; Corrêa, E. C.; Montibeller Neto, G. e Zanella, I. J. 1996a. Construção de um Modelo Multicritérios de Apoio à Decisão Utilizando a Metodologia MACBETH - Estudo de Caso, in SOBRAPO, Rio de Janeiro, Anais, p.248-253.

Bana e Costa, C.A.; Ensslin, L.; Costa, A. P.; Martins, F. M.; Holz, E.; Silva Jr., F. F. 1996b. Seleção de Variedades de Arroz para Semeadura - Uma aplicação MCDA - MACBETH, in SOBRAPO, Rio de Janeiro, Anais, p.254-259.

Detoni, M. M. M. L. 1996. Aplicação de Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão na Definição de Características de Projetos de Construção. Florianópolis: Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

Eden, C., 2004. Analyzing cognitive maps to help structure issues or problems. *European Journal of Operational Research*, 159.

Gomes, L. F. A. M., Araya, M. C. G., Carignano, C., 2004, Tomada de Decisões em Cenários Complexos, Ed. Pioneira Thompson Learning, São Paulo.

Gomes, L. F. A. M, Gomes, C. F. S., Almeida, A. T., 2006, Tomada de Decisão Gerencial: Enfoque Multicritério, Ed. Atlas, São Paulo, pp.289.

Moreira, M.A. (2006). *A teoria da aprendizagem significativa e suas implementações em sala de aula*. Brasília: Editora Universidade de Brasília.

Munda, Giuseppe. Social Multi-Criteria Evaluation for a Sustainable Economy. Springer-Verlag Berlin Heidelberg -2008. ISBN-13: 978-3-540-73702-5

Novak, J.D. (1998) “*Learning, Creating, and using Knowledge: Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations*”, Lawrence Erlbaum Associates, NJ.

Okada, A., Buckingham Shum, S. and Sherborne, T. (2008) *Knowledge Cartography: Software Tools and Mapping Techniques*. (2008) (Eds.). Springer: Advanced Information and Knowledge Processing Series. pp. 25-46

Ribeiro, J. R. et al., 2007, Applications of classical AHP and DEA method select suppliers in capital goods. In: 9th International Symposium on the Analytic Hierarchy Process, Viña Del Mar, Chile. Proceedings of 9th ISAHP, 2007, pp. 10

Rosenhead, J.; Mingers, J., 2001. Rational analysis for a problematic world: problem structuring methods for complexity, uncertainty and conflict. 375p. 2. ed. West Sussex: John Wiley & Sons.

Roy, B., Bouyssou, D., Aide Multicritère à la Décision: Méthodes et Cas, Economica, Paris, 1993.

Ruiz-Moreno, L.; Sonzogno, M.C.; Batista, S.H.S. e Batista, N.A. (2007). *Mapa conceitual: ensaiando critérios de análise*. *Ciência Educação*, 13, 453-463.

Saaty, T. L. and Ozdemir, M. S., 2003, “Why the Magic Number Seven Plus or Minus Two,” *Mathematical and Computer Modelling*, 38, pp. 233-244.

Saaty, T. L., 1990, How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research*, V. 48, pp. 9-26

Vekiri, I. (2002). What Is the Value of Graphical Displays in Learning? Ed. *Psychol. Rev.*, 14, 261.