

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE CANDIDATOS À OUTORGA DE USO DA ÁGUA
PARA ABASTECIMENTO HUMANO: ESTUDO DE CASO DA BACIA DO RIO
CUBATÃO DO SUL**

**PERFORMANCE EVALUATION OF CANDIDATES FOR HUMAN SUPPLYING
WATER USE GRANT: THE CASE OF THE BAY BASIN CUBATÃO DO SUL RIVER**

Paulo Roberto Ramos

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina. Professor da Faculdade de Tecnologia do SENAC – Florianópolis. Rua Silva Jardim, 360 – Prainha – Florianópolis – SC

(48) 32293200 pramos@fpolis.sc.senac.br

Mara Cristina Benez

Engenheira Agrônoma, Mestre, doutoranda em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina, pesquisadora do CIRAM - Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (EPAGRI – CIRAM). Rodovia Admar Gonzaga, 1347 Itacorubi – Florianópolis – SC

(48) 32398001 mara@epagri.rct-sc.br

Carlos Loch

Pós-Doutor, Professor do Departamento de Engenharia Civil da UFSC. Universidade Federal de Santa Catarina, Laboratório de Fotogrametria, Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento, Departamento de Engenharia Civil, Trindade – Florianópolis – SC . 88040900 – Caixa-Postal:

476

RESUMO

Para a implantação da outorga de uso da água se faz necessário definir critérios e estabelecer um mecanismo ou adotar uma ferramenta que permita tanto a agilidade do processo como também a sua transparência de maneira a não suscitar conflitos entre os distintos usuários. Os Comitês de Bacia Hidrográfica têm a responsabilidade de definir políticas para a gestão dos recursos hídricos no âmbito da bacia. Portanto, podem ser considerados como um fórum legal para a discussão da problemática da outorga, que, por sua complexidade, não possui estudos locais que incorporem os valores e aspectos importantes de cada região na análise para a emissão da outorga. Este artigo apresenta um modelo multicritério para avaliação de candidatos potenciais à outorga de uso da água da bacia do rio Cubatão do Sul, especificamente para abastecimento humano. Foi realizada uma avaliação do desempenho de duas alternativas potenciais, o “status quo” e “com melhoramentos em alguns aspectos considerados essenciais”. O modelo global demonstrou que o desempenho do “status quo” está abaixo das expectativas do decisor, pois em vários critérios de avaliação o seu desempenho foi abaixo do nível competitivo. mercado.

Palavras-chave: Apoio à decisão, gestão de recursos hídricos, outorga de água.

ABSTRACT

For the establishment of the water right of use concession's process, it makes necessary to define criteria and to establish a mechanism or to adopt a tool that in such a way allows the agility of the process as also its transparency, avoiding conflicts between the distinct users. The Watershed's Committees have the responsibility to define politics to the water resources management in the scope of the basin, consisting, therefore a legal site to discuss the water grant problematic, that, for its complexity, does not possess local studies that incorporates the values and aspects of each

region. This article presents an evaluation multicriteria model to evaluate potential candidates to the water grant of the river Cubatão do Sul for human supplying. It presents the evaluation of two potential alternatives, the “status quo” and “with improvements in some considered aspects essential”. The global model demonstrated that the performance of the "status quo" is below of the decision maker expectations. Its performance was bellow of the competitive level in several evaluation criteria.

Key-words: Decision aiding, water resources management, water grant.

1. INTRODUÇÃO

O processo de outorga, ou seja, a emissão de direito de uso da água, é um instrumento de gestão não estrutural que visa a racionalização do uso da água, de maneira a atender às metas fixadas pelo Plano de Bacia Hidrográfica. Para esta racionalização, considera-se as disponibilidades hídricas locais e as prioridades a serem supridas. Na sistemática da outorga as demandas consideradas prioritárias no Brasil são o “consumo humano e a dessedentação animal”, de acordo com os fundamentos da lei 9433/97 da Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997).

Para a implantação da outorga se faz necessário definir critérios e estabelecer um mecanismo ou adotar uma ferramenta que permita tanto a agilidade do processo como também a sua transparência de maneira a não suscitar conflitos entre os distintos usuários.

No Brasil, existem experiências recentes na definição do processo de outorga nos Estados de São Paulo, Paraná, Minas Gerais, Ceará, entre outros, porém a problemática por sua complexidade carece de estudos locais de maneira a incorporar os valores e especificidades de cada região. Desta forma, na Política Nacional dos Recursos Hídricos, os Comitês de Bacia Hidrográfica têm a responsabilidade de propor políticas de gerenciamento dos recursos hídricos no âmbito da bacia.

O propósito deste trabalho foi de contribuir metodologicamente para a definição do processo de outorga de uso da água no Estado de Santa Catarina, escolhendo-se para estudo de caso a Bacia do Rio Cubatão do Sul, que contempla aos municípios de Santo Amaro da Imperatriz, Águas Mornas, São Pedro de Alcântara e Palhoça. Para tanto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um modelo de avaliação de desempenho de potenciais candidatos à outorga de uso da água do rio Cubatão do Sul especificamente para a finalidade de abastecimento humano.

2. DIREITO DE USO DA ÁGUA

O uso da água é controlado desde as antigas civilizações e esse controle sempre foi considerado como sinônimo de poder. Com o passar dos anos, os regimes de direito da água, bem como o seu gerenciamento foram se modificando, existindo atualmente diferentes regimes de direito de uso da água em vigência nos diversos países.

Nos países da Europa, a água superficial é um bem público, sendo o seu direito de uso outorgado por agências públicas/autoridades de bacia (BALLESTERO, 2004).

Nos Estados Unidos, nos estados do Oeste predomina o regime de propriedade das águas que é regido pelo direito de apropriação prévia. Ou seja, quem tem o direito mais antigo à água tem preferência no suprimento em casos de escassez. Na maioria dos estados Americanos, somente após as décadas de 60 e 70 do século XX foi intensificado o reconhecimento da necessidade de manutenção de fluxos livres de água, em função dos valores sociais, ambientais e econômicos das vazões (LANDRY, 1998). Nos estados do Leste dos Estados Unidos, prevalece o regime de direito ripário dos recursos hídricos, ou seja, os proprietários de terras ribeirinhas têm o direito de uso sobre a água que passa por sua propriedade.

No Brasil, segundo os artigos 20 e 26 da Constituição Federal (BRASIL, 1988), as águas são consideradas bens públicos sob o domínio da União, dos Estados ou Distrito Federal e devem ser outorgadas conforme a sua dominialidade e seus usos.

A outorga de uso da água é uma prática formal estabelecida desde o Código das Águas de 1934 (FERRAZ e BRAGA Jr., 1998). A Constituição Federal de 1988 já trata da questão dos

recursos hídricos, e a lei Federal 9433/97 (BRASIL, 1997) inclui a outorga de direito de uso de recursos hídricos como um dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos.

A outorga de recursos hídricos é um direito de uso concedido pelo Estado (União ou unidade da Federação) ao usuário (público, individual ou coletivo), que estabelece a possibilidade de utilização de certa quantidade de água, com características de qualidade definidas, para captação ou diluição de efluentes, por período de tempo determinado e com regime de variação previamente estabelecido.

Na sistemática da outorga, as demandas consideradas prioritárias no Brasil são o “consumo humano e a dessedentação animal”, de acordo com os fundamentos da lei 9433/97, da Política Nacional de Recursos Hídricos.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DA METODOLOGIA MCDA

A metodologia MCDA (Multicritério de Apoio à Decisão) é uma metodologia construtivista e compreende três etapas: Estruturação do modelo multicritério, avaliação das ações potenciais e recomendações, que por sua vez incluem passos subseqüentes, como apresentado a seguir:

3.1 Estruturação do modelo multicritério

Nesta etapa o facilitador e demais atores envolvidos no processo decisório buscam estruturar uma árvore de pontos de vista constituída por áreas de interesse, pontos de vista fundamentais e pontos de vista elementares.

3.1.1 Caracterização do contexto decisório

A caracterização do contexto decisório envolve a identificação dos atores envolvidos no processo, a definição do decisor ou decisores, a identificação do tipo de ação que será avaliada pelo modelo multicritério e finalmente definir a problemática de referência.

A identificação dos atores do processo nem sempre é uma tarefa simples. Muitas vezes as atividades e responsabilidades em uma organização são sobrepostas e não há uma definição clara das funções. Não raro, as pessoas acreditam que têm um problema, mas não sabem defini-lo corretamente e quando se investiga com alguma profundidade chega-se à conclusão que o problema real não é aquele que as pessoas acreditavam ser.

Durante o início do trabalho, o facilitador deve procurar definir claramente quem são os atores envolvidos no processo, e quem é realmente o dono do problema, pois essa(s) pessoa(s) será(ão) o(s) decisor(es). Essa etapa é fundamental para o andamento de todo o trabalho e para que seja apoiada a decisão sobre um problema real e haja representatividade de quem for definido como decisor.

Os atores de um processo decisório são definidos de acordo com a sua relação com o problema identificado. Desta forma, agidos são os atores que são atingidos pelas conseqüências da tomada de decisão, mas não têm influência sobre ela. Os *stakeholders* são o decisor, que é o dono do problema; o representante do decisor, que pode existir ou não no contexto; os intervenientes, que são pessoas que não decidem diretamente mas podem influenciar o processo. O facilitador é o ator que identifica para o decisor, de acordo com os valores desse último, o que é importante ser considerado no processo decisório e quais as conseqüências de cada possível alternativa.

3.1.2 Rótulo

O rótulo é a expressão ou frase que resume a idéia do problema a ser resolvido representando o posicionamento e os anseios do decisor.

3.1.3 EPAs

EPAs são os elementos primários de avaliação que servirão de base para a construção do mapa de relações meios/fins (Montibeller Neto, 2001). Os EPAs são constituídos de objetivos, metas, valores dos decisores, como também de opções e alternativas (Bana e Costa, 1992).

3.1.4 Mapas de relações meios/fins

Após a definição dos EPA's, esses são transformados em conceitos e, posteriormente são definidos os opostos psicológicos desses conceitos, sempre segundo a visão do decisor. Após esse passo os conceitos definidos são trabalhados no sentido da busca de conceitos derivados dos iniciais, tanto no sentido de conceitos que sejam cada vez mais próximos do conceito estratégico do decisor (fins), como de conceitos considerados como modos para a realização dos fins (meios). A construção dos mapas de relações meios/fins realizada, portanto, através da hierarquização de conceitos.

Construído o mapa, é realizada a sua análise, definindo-se as linhas de argumentação lógica as quais orientarão a definição dos ramos do mapa. Esses, por sua vez, são constituídos por uma ou mais linhas de argumentação que demonstrem preocupações similares sobre o contexto decisório (Ensslin *et al.*, 2001).

3.1.5 Processo de transição

Baseado nos ramos do mapa de relações meios/fins, é feita a busca por candidatos a pontos de vista fundamentais (PVFs), os quais, após a definição do modelo multicritério, irão avaliar as alternativas. Os PVFs explicitam os valores considerados importantes pelo decisor no contexto e definem as características das ações que são de seu interesse (BANA E COSTA, 1992).

Para um conceito ser considerado um ponto de vista fundamental (PVF), deve obedecer primeiramente duas propriedades essenciais, quais sejam: essencialidade e controlabilidade. Para ser essencial, um PVF deve representar um aspecto que tenha conseqüências de fundamental importância segundo os valores do decisor. Para ser controlável, um PVF deve representar um aspecto que seja influenciado apenas pelas ações potenciais em questão.

Para a definição dos PVFs, uma ferramenta bastante útil é o “quadro de processo decisório” (Keeney, 1992), onde os objetivos estratégicos do decisor são projetados sobre os PVFs, os quais, por sua vez, delimitam o conjunto de ações potenciais (ENSSLIN et al. 2001).

3.1.6 Estrutura hierárquica de valor

Definido o conjunto de candidatos a PVFs, pode-se representá-lo através de uma estrutura arborescente, denominada por Bana e Costa (1992), de *Árvore de Pontos de Vista*. A organização dos PVF desta forma, ajuda na compreensão dos aspectos a serem avaliados em relação às ações potenciais (Ensslin *et al.* 2001), sendo possível também organização do conjunto de PVFs em áreas de interesse dentro da árvore, seguindo a tendência observada já no mapa de relações meios/fins.

Segundo Bana e Costa (1992), há a necessidade de testar o conjunto de PVFs em relação a algumas propriedades no sentido de certificar-se que esses formam uma família de PVFs. Além de serem essenciais e controláveis, segundo Ensslin et al 2001, os PVFs devem também ser: completos (o conjunto de PVFs deve incluir todos os aspectos considerados fundamentais pelo decisor); mensuráveis (possibilidade de especificar a performance das ações potenciais); operacionais (possibilidade de coletar as informações necessárias sobre a performance das ações potenciais, dentro do tempo disponível e com um esforço viável); isoláveis (permitir análise de um aspecto fundamental de forma independente com relação aos outros aspectos do conjunto); não-redundantes (não deve ser levado em conta o mesmo aspecto mais de uma vez); concisos (o conjunto de PVFs deve considerar um conjunto mínimo de aspectos, segundo o decisor, para modelar o problema de forma adequada); e compreensíveis (ter significado claro para o decisor).

3.1.7 Construção dos descritores

Os descritores são construídos a partir dos PVF ou dos pontos de vista elementares (PVEs) (PV que ajudam a avaliar os fundamentais), e constituem-se de níveis de impacto onde pode ser descrito o desempenho das ações potenciais.

Para a adequada análise das ações potenciais, os descritores não devem ser ambíguos. Para tanto, segundo Keeney (1992), devem ser: Mensuráveis (permitem quantificar performance de uma ação de forma clara); operacionais (definem claramente como e quais dados coletar); compreensíveis (permitem a descrição e interpretação da performance da ação potencial de forma não ambígua).

3.2 Avaliação das ações potenciais

A partir da estruturação do problema passa-se a avaliação das ações em cada um dos critérios dos modelo como também procede-se a avaliação global das performances locais das ações.

3.2.1 Funções de valores

A função de valor de um descritor é usada para ordenar a intensidade de preferência do decisor entre pares de níveis de impacto ou ações potenciais (Dyer e Sarin, 1979; Beinart, 1995, apud ENSSLIN *et al.*, 2001). A diferença de atratividade entre os pares de níveis de impacto é transformada em números que descreverão assim a performance da ação.

3.2.2 Taxas de harmonização

Para realizar a avaliação global das ações em todos os pontos de vista é necessário realizar uma ponderação entre os PVFs. As taxas de harmonização ou substituição são, portanto, parâmetros que os decisores julgam adequados para agregar, de forma compensatória, os desempenhos nos critérios em uma performance global (ENSSLIN *et al.*, 2001).

3.2.3 Modelo global

O modelo global multicritério contempla todos os PVFs com sua função de valor e sua taxa de harmonização. Dessa maneira é possível ter uma avaliação geral das ações potenciais em

todos os PVFs, gerando informações necessárias para a tomada de decisão. O modelo global é definido por uma equação geral que o explica. Essa equação é única para cada modelo, não sendo adequado utilizá-la para explicar outros modelos.

3.2.4 Perfil do desempenho

Com base na performance das ações em cada PVF definida pela equação geral do modelo é possível representar de forma gráfica o perfil do desempenho das ações. A compreensão do modelo é facilitada pela sua representação gráfica, o que pode auxiliar também nas recomendações sobre as melhorias de desempenho necessárias às ações para que elas sejam mais atrativas segundo os valores do decisor.

3.2.5 Análise de sensibilidade

Em situações em que o decisor tenha alguma dúvida sobre a taxa de harmonização de determinados PVFs, ou em caso de questionamentos sobre a adequação das taxas de harmonização adotadas, pode ser feita uma análise de sensibilidade do modelo. Essa análise demonstra o grau de variação nas taxas de harmonização suportável modelo, para que se mantenha o resultado encontrado para o desempenho de cada ação. Ou, em outras palavras, a partir de qual nível de variação das taxas de harmonização haveria alteração na ordenação entre os desempenhos das ações.

3.3 Recomendações

Com base no modelo geral, no perfil das ações e na análise de sensibilidade, é possível então se realizar recomendações sobre formas de melhorar o desempenho das ações.

4. ESTUDO DE CASO

O estudo de caso se desenvolveu na Bacia do Rio Cubatão do Sul, que contempla 4 municípios da área conurbada de Florianópolis, Santa Catarina. O processo de outorga de água para abastecimento foi previsto no Plano Integrado dos Recursos Hídricos da Bacia. Porém ainda não foram definidos os critérios de avaliação dos futuros candidatos. Trata-se de um processo complexo onde se faz necessário levar em considerações muitos aspectos, portanto, oportuno para a construção de um modelo multicritério de apoio à decisão.

O trabalho foi desenvolvido de julho a agosto de 2003 durante o curso da disciplina de Introdução à Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão - MCDA, oferecida pelo Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Portanto, devido ao prazo limitado para sua realização, restringiu-se a elaborar um modelo piloto de avaliação de desempenho de potenciais candidatos à outorga, construído considerando-se apenas a visão e os valores do presidente do Comitê da Bacia do rio Cubatão do Sul. Para a elaboração de um modelo mais completo, é necessário um período de tempo maior para que o trabalho seja feito com maior profundidade e abrangendo os valores de demais atores relacionados à gestão dos recursos hídricos locais.

A pesquisa foi desenvolvida através de entrevistas com o decisor durante todas as fases do trabalho, seja para coletar informações e registrar os seus valores, seja para checar com ele a correta interpretação das informações após a sua inclusão no modelo. A pesquisa contemplou também busca de informações na bibliografia e consultas com um dos intervenientes (Secretaria Estadual de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente).

Para a organização do restante do trabalho, foram utilizados os softwares Macbeth, e Hiview, para o processamento dos dados levantados a campo e gerados durante a elaboração do trabalho.

4. ESTRUTURAÇÃO DO MODELO MULTICRITÉRIO

4.1 Caracterização do contexto

Para o estudo de caso foram definidos os seguintes atores:

Agidos: População dos municípios abastecidos pela água captada na Bacia, usuários da água da bacia, ecossistemas locais.

Stakeholders, de acordo com a relação com o problema identificado: Decisor: Comitê da Bacia Hidrográfica, tendo como representante o Presidente do Comitê
Intervenientes: Conselho Estadual de Recursos Hídricos; Secretaria Estadual de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente – SDS; Órgãos setoriais de apoio e execução.
Facilitadores: Paulo Ramos e Mara Benez.

A transformação desejada pelo decisor então, é mudar a situação de candidatos sem avaliação do seu desempenho para emissão de outorga para uso da água da Bacia do rio Cubatão do Sul para abastecimento público, para candidatos avaliados. Para tanto será considerada com problemática de apoio à decisão na estruturação do modelo a problemática técnica de descrição. Com problemática de avaliação, será considerada a problemática de escolhas sucessivas, pois a escolha de uma ação influencia na avaliação para a escolha da ação seguinte.

4.2 Rótulo

Avaliação do desempenho de candidatos potenciais à outorga de uso da água da bacia do rio Cubatão do Sul para abastecimento público

4.3 EPAs

Foram identificados os seguintes EPA's: Qualidade da água de abastecimento; disponibilidade hídrica local; grau de regularidade do abastecimento; vazão captada; Consumo

efetivo; aspecto cultural; aspecto social; compensação econômica; poluição; cobrança do serviço; tecnologia.**4.4 Mapa de relações meios fins**

A partir dos EPA's foram construídos os conceitos e, posteriormente definidos seus opostos psicológicos. O desdobramento dos conceitos iniciais em conceitos fins e conceitos meios e sua hierarquização possibilitou a construção de um mapa que apresentou três *clusters* bem definidos, que foram o social o econômico e o ambiental. A seguir, na figura 1, é apresentado o mapa do *cluster* econômico, já com seus ramos, sendo os outros clusters e o mapa total apresentado como apêndices deste trabalho.

4.5 Processo de transição

A definição dos candidatos a PVF foi feita baseada no modelo de “quadro decisório” (KEENEY, 1992). Na figura 2 é apresentada a metodologia usada para a seleção dos candidatos a PVF do cluster econômico (o processo para os demais PVFs é apresentado nos apêndices). Na figura 2, L1 representa o conceito estratégico do decisor para o contexto; L3 representa onde estão situados os conceitos relacionados às possíveis ações, L2 representa o PV que é o essencial e controlável.

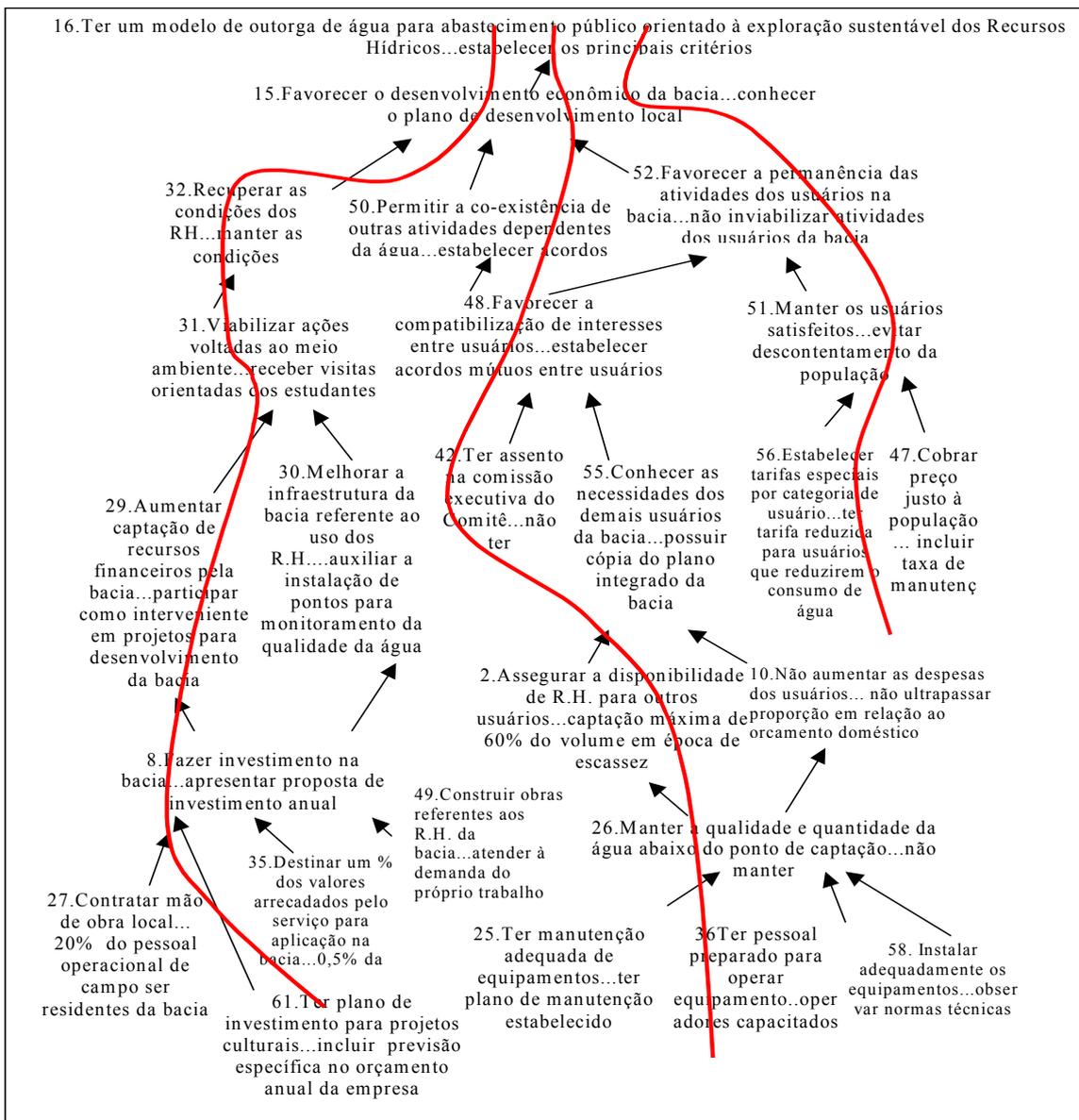


Figura 1 - Mapa de relações meios/fins (*Cluster econômico*)

Fonte: Autores

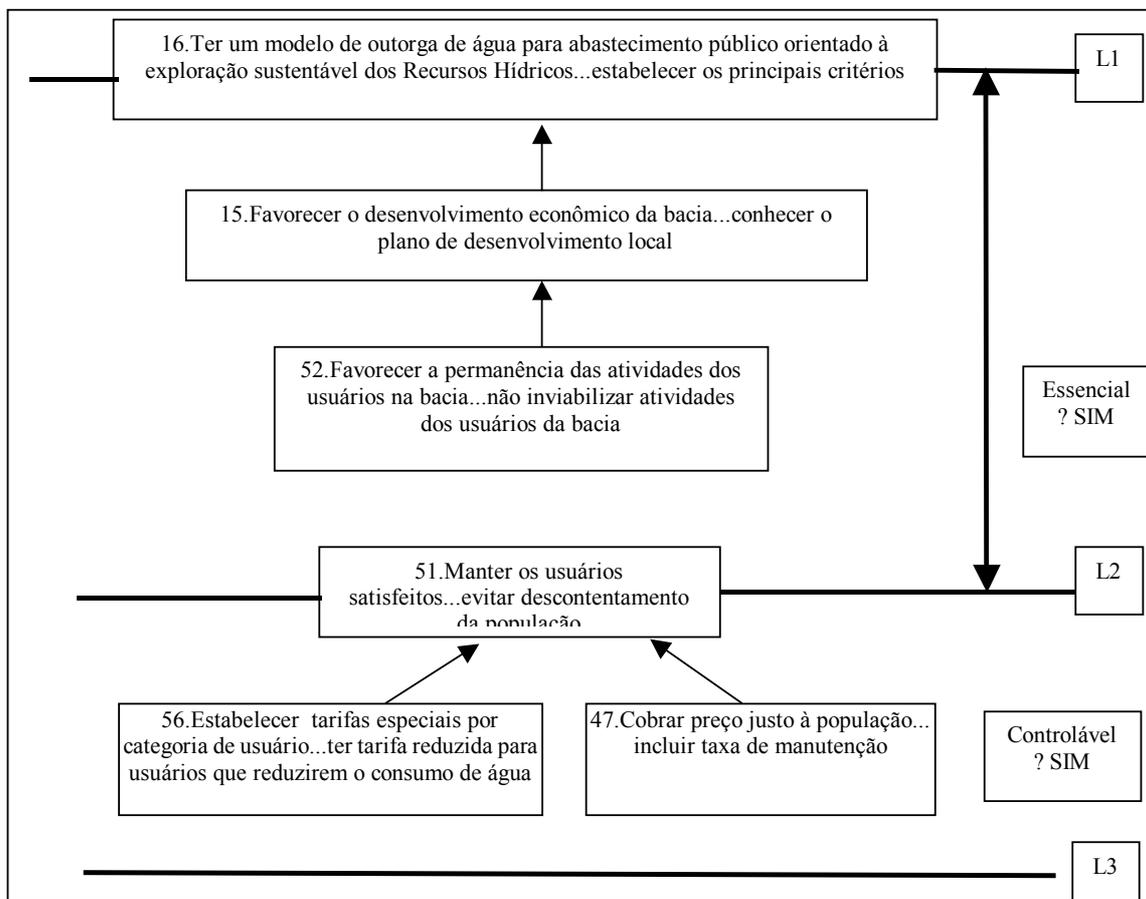


Figura 2 - Processo de transição mapa de relações meios fins/árvore de PVFs

Fonte: autores

4.6 Estrutura hierárquica de valor

A partir da definição do conjunto de candidatos a PVFs, esses foram representados através da estruturação de uma árvore de PVFs. Em seguida, no sentido de certificar-se que eles formam uma família de PVFs, esses foram checados quanto à obediência às propriedades citadas por Ensslin *et al* (2001). Assim, verificou-se que, além de serem essenciais e controláveis, os PVFs do estudo de caso são completos; mensuráveis; operacionais; isoláveis; não-redundantes e

compreensíveis. Os *clusters* do mapa de relações meios/fins foram denominados áreas na árvore de PVFs.

Na figura 3, é apresentada a estrutura da árvore de PVFs da área econômica (a árvore completa, bem como a descrição do significado de cada PVF é apresentada nos apêndices).

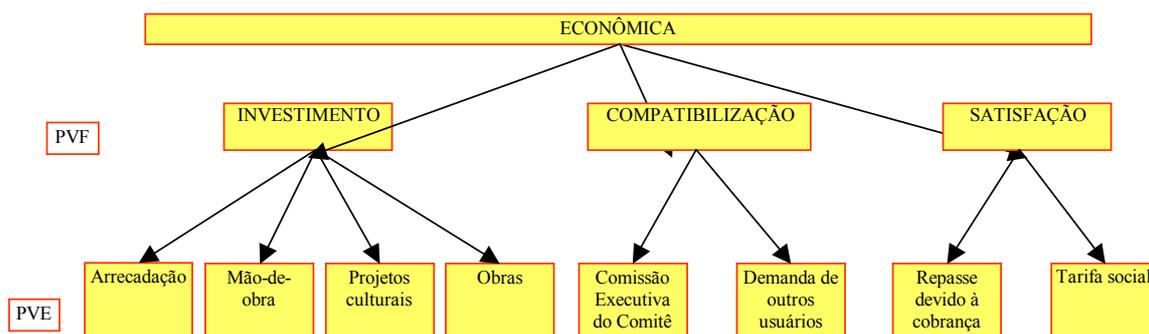


Figura 3. Árvore de PVFs (área econômica)

Fonte: autores

4.7 Construção dos descritores

Para a avaliação de alguns PVFs foram definidos descritores construídos (compostos das combinações dos níveis de impacto de diferentes PVEs), enquanto que para outros PVFs foi possível encontrar descritores diretos a partir de cada PVE. Para uma melhor avaliação do desempenho das ações potenciais nos PVFs, para dois deles (compatibilização de interesses entre usuários, na área econômica e recuperação ambiental, na área ambiental), foi necessário definir os descritores a partir de PV sub-elementares.

Na figura 4, são apresentados os descritores da área econômica da árvore de PVFs.

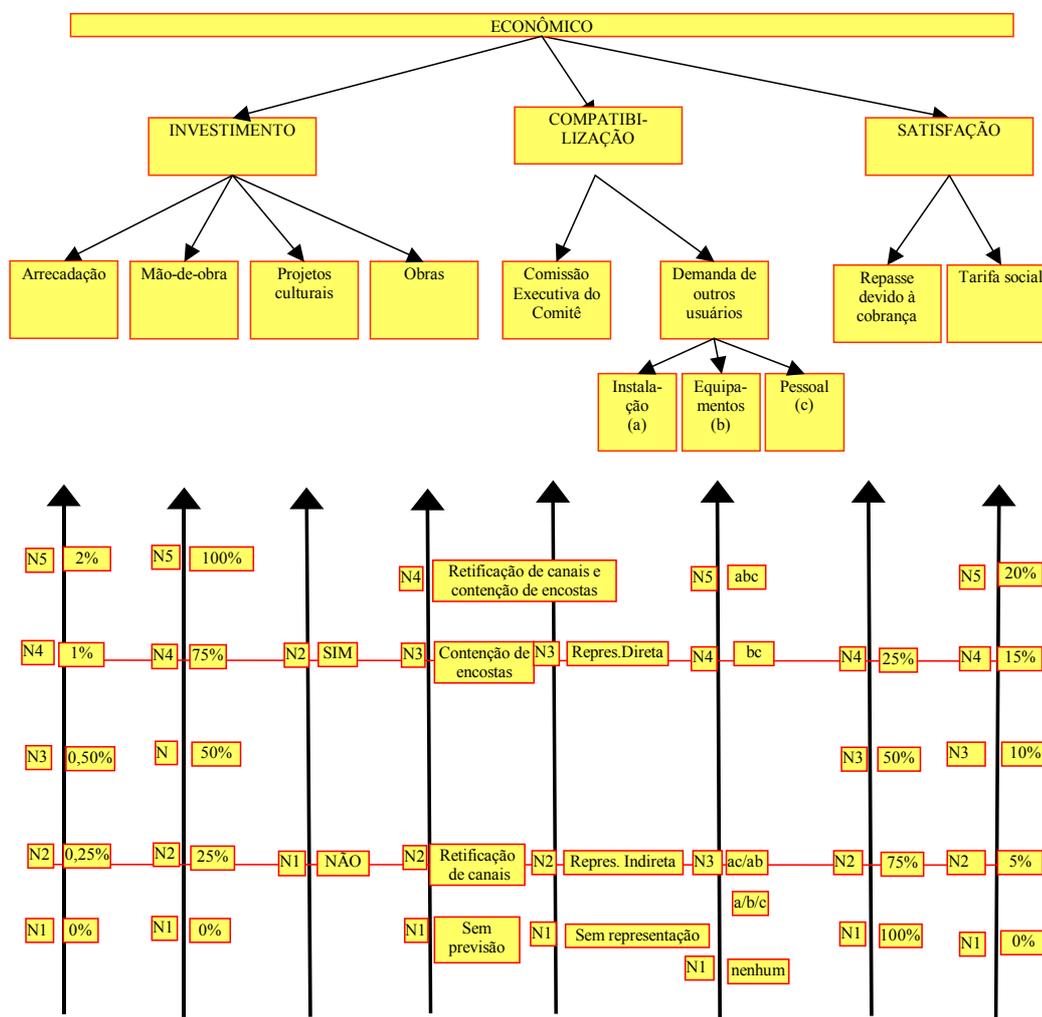


Figura 4. Descritores (área econômica)

Fonte: autores

O Quadro 1 apresenta a descrição de cada nível de impacto do descritor “Repasso devido à cobrança”, que é um dos descritores que contribui para a avaliação das ações potenciais no PVF “Satisfação dos usuários”, da área econômica da árvore de PVFs. A descrição dos níveis de impacto dos demais descritores de toda a árvore está relacionada nos apêndices deste trabalho. A tabela 1 demonstra que, segundo os valores do decisor, as ações que impactarem acima do nível “bom” do descritor são consideradas como tendo um desempenho em um nível de excelência. As

ações que impactarem entre os níveis “bom” e “neutro” estarão apresentarão um desempenho em um nível competitivo e aquelas que impactarem abaixo do nível “neutro” são consideradas como tendo um desempenho comprometedor, ou em um nível de sobrevivência.

Quadro 1. Descrição do PVE – Repasse devido à cobrança

Descriptor do PVE – Repasse devido à cobrança		
Níveis de Impacto	Níveis de Referência	Descrição
N5		Repasse ao usuário de 0% do valor cobrado da concessionária
N4	Bom	Repasse ao usuário de 25% do valor cobrado da concessionária
N3		Repasse ao usuário de 50% do valor cobrado da concessionária
N2	Neutro	Repasse ao usuário de 75% do valor cobrado da concessionária
N1		Repasse ao usuário de 100% do valor cobrado da concessionária

Fonte: autores

4.8 Avaliação

4.8.1 Funções de valores

Após a definição dos níveis de impacto de cada descriptor, foi construída com o decisor a matriz de juízo de valor, para definir qual o valor atribuído a cada nível de impacto do descriptor. Para isso foi utilizado o método de julgamento semântico MACBETH, desenvolvido por Bana e

Costa e Vansnik (1995). Considera-se o nível neutro como tendo valor zero e o nível bom como tendo valor 100. Quando são somente dois níveis de impacto não há a necessidade da construção da matriz de juízo de valor, pois a pontuação já é direta.

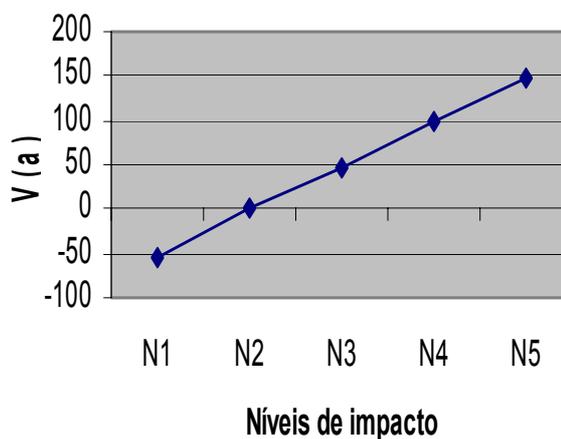
As matrizes de juízo de valor foram construídas fazendo-se a comparação par a par dos níveis de impacto atribuindo-se valores às diferenças de atratividade entre cada nível de zero a seis, segundo o sentimento do decisor, classificando-as nas seguintes categorias semânticas: zero (indiferente, ou nenhuma diferença); 1 (muito fraca); 2 (fraca); 3 (moderada); 4 (forte); 5 (muito forte) e 6 (extrema).

Após a construção das matrizes os dados coletados foram processados através do “software” MACBETH, gerando a função de juízo de valor de cada descritor. Na matriz 1 e no gráfico 1 é a apresentado o resultado desta fase do trabalho para o descritor do PVE – Repasse devido à cobrança. O resultado para os demais descritores está relacionado nos apêndices deste trabalho.

O cálculo para a definição da função de valor do PVE – Repasse devido à cobrança é apresentado a seguir:

$$\mu (N5) = 100; \mu (N4) = 76,9; \mu (N3) = 53,8; \mu (N2) = 30,8; \mu (N1) = 0$$

	N5	N4	N3	N2	N1	Scores	
N5	0	3	4	5	5	100.0	100.0
N4		0	3	4	5	76.9	76.3
N3			0	3	5	53.8	50.1
N2				0	4	30.8	26.8
N1					0	0.0	0.0
						Macbeth	Current
N5	0.0	47.7	100.8	147.7	201.9	147.7	
N4		0.0	53.1	100.0	154.2	100.0	
N3			0.0	46.9	101.1	46.9	
N2				0.0	54.2	0.0	
N1					0.0	-54.2	
						Fixed scale	



Matriz 1- Matriz de juízo de valor do descritor do PVE – Repasse devido à cobrança

Fonte: autores

Gráfico 1 - Representação gráfica da função de valor do PVE – Repasse devido à cobrança

$$\text{Nível Bom: } \alpha \cdot \mu (N4) + \beta = v (N4) \Rightarrow \alpha \cdot 76,9 + \beta = 100 \quad (1)$$

$$\text{Nível Neutro: } \mu (N2) + \beta = v (N2) \Rightarrow \alpha \cdot 30,8 + \beta = 0 \quad (2)$$

$$\text{Isolando } \beta \text{ tem-se: } \beta = -\alpha \cdot 30,8 \quad (3)$$

Substituindo-se (3) em (1), tem-se: $\alpha \cdot 76,9 - \alpha \cdot 30,8 = 100$

$$46,1\alpha = 100 \quad \alpha = 100/46,1 \quad \alpha = 2,2$$

Para encontrar β , substitui-se α em (3):

$$\beta = -\alpha \cdot 30,8 \quad \beta = -2,2 \cdot 30,8 \quad \beta = -67,8$$

Para calcular a nova escala:

$$V(N5) = \alpha \cdot \mu (N5) + \beta = 2,2 \cdot 100 + (-67,8) = 152,2$$

$$V(N4) = \alpha \cdot \mu (N4) + \beta = 2,2 \cdot 76,9 + (-67,8) = 101,4$$

$$V(N3) = \alpha \cdot \mu (N3) + \beta = 2,2 \cdot 53,8 + (-67,8) = 50,6$$

$$V(N2) = \alpha \cdot \mu (N2) + \beta = 2,2 \cdot 30,8 + (-67,8) = 0$$

$$V(N1) = \alpha \cdot \mu (N1) + \beta = 2,2 \cdot 0 + (-67,8) = -67,8$$

4.8.2 Taxas de harmonização

Para realizar a ponderação entre os PVFs e determinar as taxas de harmonização ou substituição para converter o desempenho local das ações em desempenho global, segundo as compensações atribuídas pelo decisor (Watson e Buede, 1987; Roy, 1986, apud Ensslin et al, 2001), foi realizado o seguinte procedimento, segundo o método *Swing weights* (Ensslin et al, 2001): Após a hierarquização dos PVFs segundo a comparação entre a melhoria do desempenho do neutro para o bom em cada PVF, foi construída uma matriz de juízo de valor e os dados foram processados pelo *software* MACBETH. A taxa de harmonização de cada PVF foi obtida através do percentual relativo da pontuação obtida por cada PVF em relação à pontuação total (matriz 2). As taxas de harmonização dos PVEs são apresentadas nos apêndices deste trabalho.

T:\Paulo : matrizes										Scores	
Matrix of judgements: (consistent)											
	GAb	Com	Pln	Sat	Rec	Man	ECo	ACu	AD		
GAb	0	3	3	4	4	5	5	6	6	100.00	100.00
Com		0	1	2	3	4	4	5	6	81.82	81.82
Pln			0	2	3	4	4	5	6	78.79	78.79
Sat				0	3	4	4	5	6	72.73	72.73
Rec					0	3	4	4	5	57.58	57.58
Man						0	2	3	4	36.36	36.36
ECo							0	2	4	30.30	30.30
ACu								0	3	18.18	18.18
AD									0	0.00	0.00
										Macbeth	Current
GAb		3.82	4.46	5.73	8.92	13.38	14.65	17.20	21.02	21.02	
Com			0.64	1.91	5.10	9.55	10.83	13.38	17.20	17.20	
Pln				1.27	4.46	8.92	10.19	12.74	16.56	16.56	
Sat					3.18	7.64	8.92	11.46	15.29	15.29	
Rec						4.46	5.73	8.28	12.10	12.10	
Man							1.27	3.82	7.64	7.64	
ECo								2.55	6.37	6.37	
ACu									3.82	3.82	

Matriz 2 - Taxa de harmonização dos PVFs

Fonte: autores

$$V(x) = w1.v1(x) + w2.v2(x) + w3.v3(x) + w4.v4(x) \left\{ w4.1 \cdot v4.1(x) + w4.2 \cdot v4.2(x) + w4.3 \cdot v4.3(x) + w4.4 \cdot v4.4(x) \right\} + w5.v5(x) \left\{ w5.1 \cdot v5.1(x) + w5.2 \cdot v5.2(x) \right\} + w6.v6(x) \left\{ w6.1 \cdot v6.1(x) + w6.2 \cdot v6.2(x) \right\} + w7.v7(x) \left\{ w7.1 \cdot v7.1(x) + w7.2 \cdot v7.2(x) \right\} + w8.v8(x).$$

Onde, $V(x)$ = valor global da ação x ;

$W1$ = taxa de harmonização do critério (PVF) 1;

$V1(x)$ = função de valor do critério (PVF) 1;

$W4.1$ = taxa de harmonização do sub-critério (PVE) 1 do PVF 4;

$V4.1$ = função de valor do sub-critério (PVE) 1 do PVF 4.

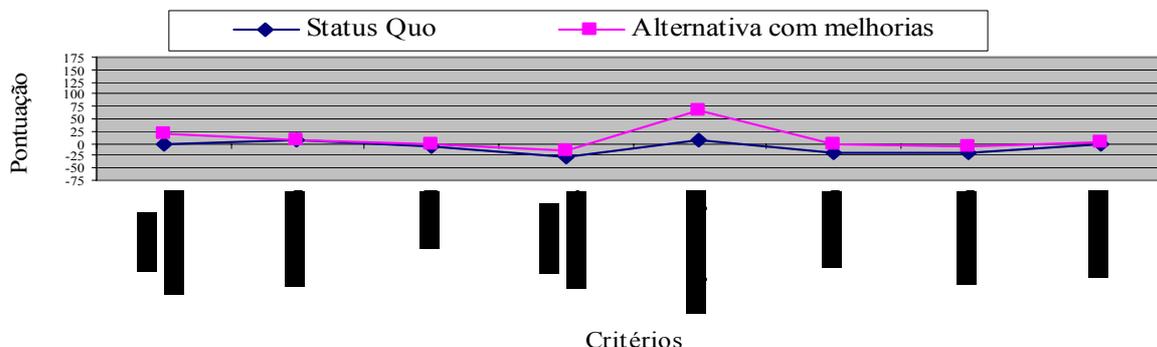
Aplicando-se a equação geral do modelo pra as duas ações avaliadas tem-se o seguinte resultado: *status quo* = -56 alternativa com melhorias = 73

4.8.3 Perfil do desempenho

Substituindo-se, na equação geral do modelo MCDA, os valores encontrados nos níveis de impacto das ações em cada descritor foi possível traçar um perfil de desempenho das ações consideradas. Para efeito do presente trabalho, considerou-se como ação potencial o “*status quo*”, ou seja, a concessionária que atualmente explora os recursos hídricos da bacia do rio Cubatão do Sul para abastecimento público. Assim, o desempenho do “*status quo*” foi avaliado através da opinião do decisor sobre os níveis de desempenho da empresa em cada descritor (gráfico 2).

Como uma segunda ação potencial, considerou-se algumas melhorias de desempenho do “*status quo*” definidas pelo decisor como mais importantes a curto prazo.

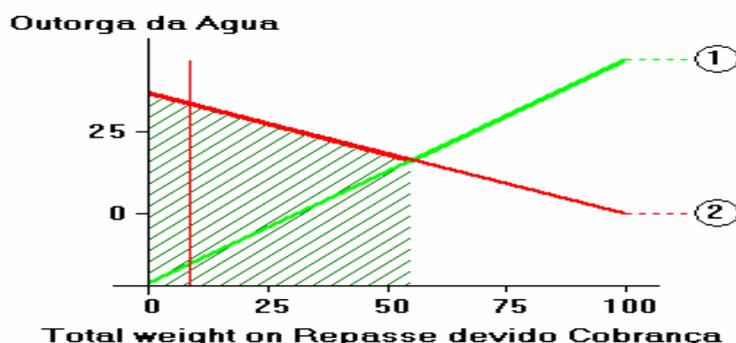
Gráfico 2. Perfil do desempenho das ações potenciais



4.8.4 Análise de sensibilidade

No gráfico 3 é apresentada a análise de sensibilidade para o PVE – Repasse devido à cobrança. Analisando o gráfico pode-se perceber que um aumento no valor da taxa de harmonização deste PVE até 55% não muda a avaliação das ações. Isto é, a alternativa com melhorias, continua tendo um desempenho superior ao “*status quo*” no modelo geral, mesmo com um aumento da taxa de harmonização do PVE até 55%, somente a partir deste percentual é que as posições das ações se invertem, confirmando a robustez do modelo.

Gráfico 3. Análise de sensibilidade do PVE – Repasse devido à cobrança



5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 Conclusões

No que se refere à fase de estruturação do trabalho, foi possível realizar a caracterização do problema apenas com um decisor. Apesar da complexidade do assunto, devido à visão global do decisor foi possível abordar a situação de forma bastante real.

A árvore de PVFs resumiu objetivos e preocupações do decisor bastante relacionadas com os EPAs inicialmente levantados.

O trabalho com apenas um decisor e a falta de tempo hábil para buscar informações de especialistas sobre o tema do trabalho, em função do período da disciplina de Introdução à MCDA, limitou a definição de descritores mais específicos e com maior profundidade.

O modelo global demonstrou que o desempenho do “status quo” está abaixo das expectativas do decisor, pois em vários critérios o seu desempenho impactou em níveis dos descritores considerados pelo decisor abaixo do nível competitivo. Além disso o resultado encontrado para o seu desempenho global, utilizando-se a equação geral do modelo, foi negativo, o que demonstra que está abaixo do nível de mercado na visão do decisor.

As taxas de harmonização definidas pelo decisor demonstram sua clara preocupação com os critérios ligados à economia da bacia. A análise de sensibilidade demonstrou que o modelo é robusto, pois uma variação de até 10% nas taxas de harmonização de qualquer dos critérios não altera a posição das ações potenciais na avaliação geral (vide apêndices)

O objetivo proposto foi alcançado, ou seja, foi desenvolvido e aplicado um modelo de avaliação de desempenho de potenciais candidatos à outorga de uso da água do rio Cubatão do Sul para abastecimento humano.

É possível afirmar também que, tanto o decisor como os facilitadores, aumentaram o seu grau de conhecimento sobre a outorga de uso da água, sendo este um dos principais resultados da aplicação da metodologia MCDA, que visa aumentar o conhecimento dos atores do processo sobre o problema estudado.

5.2 Recomendações

A realização deste trabalho com mais decisores ligados ao Comitê da Bacia do Rio Cubatão do Sul poderá enriquecê-lo, sendo este realizado com maior abrangência e profundidade.

O maior envolvimento de intervenientes na construção do modelo pode tornar a sua possível futura aplicação prática mais viável.

REFERENCIAS

BALLESTERO, E. **Inter-basin water transfer public agreements: a decision approach to quantity and price.** Water resources management, v. 18: 75-88. 2004.

BANA E COSTA, C. A.; VANSNICK, J.C. **Uma nova abordagem ao problema da construção de uma função de valor cardinal: MACBETH.** Investigação Operacional, v.15, pp.15-35, Jun., 1995.

_____. **Structuration, construction et exploitation d'un modèle multicritère d'aide à la décision.** Thèse de doctorat pour l'obtention du titre de Docteur em Ingénierie de Systèmes. Lisboa, 1992. 378 f. Universidade Técnica de Lisboa.

BRASIL. Lei nº 9.433. **Política Nacional dos Recursos Hídricos.** Brasília: Secretaria dos Recursos Hídricos, Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, 1997.

_____. Leis, Decretos, etc. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** São Paulo, Atlas. 1988.

ENSSLIN, L.; Montibeller Neto, G.; Noronha, S.M. **Apoio à decisão.** Insular – Florianópolis – SC – Brasil, 2001.

FERRAZ, A.R.G.; BRAGA Jr., B.P.F. **Modelo decisório para a outorga de direito ao uso da água no Estado de São Paulo.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 3, nº 1, jan/mar 1998, 5-19.

KEENEY, R.L. **Value-Focused Thinking: A Path to Creative Decisionmaking.** Harvard University Press, 1992.

LANDRY, C. **Marked transfers of water for environmental protection in the Western United States.** Water Police. Elsevier Sciences Publishers, 1, p. 457-469. 1998.

MONTIBELLER NETO, Gilberto. **Mapas Cognitivos: uma ferramenta de apoio à Estruturação de Problemas**. Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do grau de mestre em Engenharia. Florianópolis. 1996.

Artigo recebido em 03/2006 e aceito para publicação em 04/2007