

A operacionalidade do modelo multicritério de avaliação de alternativas no plano da bacia hidrográfica do Rio dos Sinos, RS, Brasil

Helena Barreto Matzenauer
Wilian Correa Marques
Eduardo Kirinus

Submissão: 21/08/14
Revisão: 06/10/14
Aprovação: 09/12/14

RESUMO: Este artigo visa apresentar a operacionalidade do Modelo Multicritério em Apoio à Decisão, utilizando, como suporte empírico, o Plano da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, RS. A descrição detalhada das etapas que o Modelo contém e a sua aplicação no caso estudado busca evidenciar a pertinência de sua utilização como apoio ao planejamento de recursos hídricos, em se considerando a complexidade que o caracteriza. A avaliação atentou para aspectos objetivos e subjetivos do problema em questão e apresentou, de forma estruturada, todos os critérios e estratégias relevantes para a definição das ações adequadas à situação em foco.

PALAVRAS-CHAVE: planejamento de recursos hídricos, planos de bacias hidrográficas, metodologia de apoio à decisão.

ABSTRACT: This paper aims at showing the operability of the Multicriteria Decision Aid Model by using the Sinos River Basin Plan as its empirical support. The detailed description of the steps of the model and of its application to the case under study aims at showing its pertinent use as support for water resource planning, considering its complex characteristics. The evaluation took into account both objective and subjective aspects of the problem under investigation and showed, in a structured way, all criteria and strategies which have been found relevant to define actions appropriate to the situation studied.

KEY WORDS: water resource planning, river basin planning, decision aid methodology

INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta um estudo de caso, cujo alvo foi o Plano da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, visando evidenciar a pertinência da utilização do Modelo Multicritério em Apoio à Decisão na busca de suporte para a adequada avaliação de alternativas na tomada de decisões. É descrita com detalhe a forma como opera o Modelo, a fim de tornar clara a sua científicidade e a possibilidade de seu uso, independentemente do objeto de análise, do tempo e do espaço de sua aplicação. Os resultados positivos obtidos no estudo de caso aqui relatado podem ser atribuídos à versatilidade do Modelo e à sua adequada operacionalização, o que justifica a sua apresentação detalhada.

O Plano da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, localizada no estado do Rio Grande do Sul, é o foco do estudo na condição de realidade empírica de demonstração da aplicabilidade prática e das vantagens

advindas da utilização das Metodologias Multicritério em Apoio à Decisão baseadas em um paradigma construtivista, para o planejamento de recursos hídricos de bacias hidrográficas, no âmbito dos Comitês de Bacia Hidrográfica, como meio de propiciar a efetiva participação da sociedade no processo de tomada de decisões sobre a gestão dos recursos hídricos.

Apresenta-se, nas seções seguintes, apenas um exemplo de cada etapa da construção do Modelo.

A CONSTRUÇÃO DO MODELO MULTICRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS PARA O PLANO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOS SINOS – A EXPLÍCITAÇÃO DAS FASES DO MODELO

Este estudo utiliza um *Método* Multicritério que adota uma abordagem de critério único de síntese por meio de um procedimento de agregação aditiva, baseado em uma *Metodologia* de Apoio à Decisão,

que se caracteriza por adotar o paradigma científico do construtivismo (BANA e COSTA,; VANSNICK, 1995).

A Metodologia Multicritério em Apoio à Decisão utilizada para construir o Modelo de Avaliação de Alternativas para o Plano da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos divide-se em quatro grandes etapas (KEENEY, 1992), as quais estão formalizadas, com suas subetapas, na Figura 1:

A operacionalização de cada uma das etapas do Modelo é, a seguir, discutida, com base no Plano da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos.

Identificação do Contexto Decisório

Problemática de Referência

O Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos (COMITESINOS) realizou o processo de enquadramento dos corpos de água em classes de uso preponderante e, conforme atribuição proposta na Lei Estadual nº 10.350/94, sua meta seguinte era a elaboração e implantação do Plano da Bacia Hidrográfica. Como passos subsequentes, o COMITESINOS precisava identificar e avaliar as

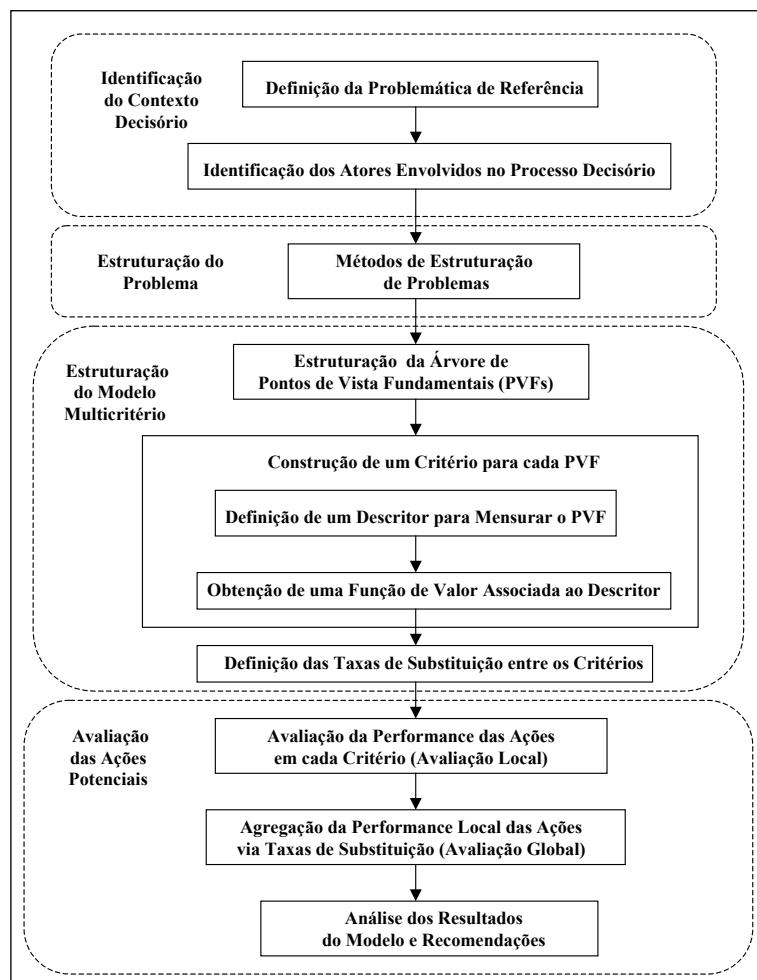


FIGURA 1. Fases da Metodologia Multicritério em Apoio à Decisão (adaptado de ENSSLIN et al., 2001).

alternativas que deveriam constar no Plano da Bacia Hidrográfica para que as metas de qualidade de água estabelecidas no processo de enquadramento das águas sejam atingidas.

Após um longo processo de maturação, o processo de enquadramento dos corpos d'água em classes de uso preponderantes foi finalizado e a sociedade da bacia hidrográfica do rio dos Sinos, por meio do COMITESINOS, decidiu sobre as classes de uso que deseja para os recursos hídricos da bacia. O Quadro 1 apresenta uma comparação entre a situação atual e a situação desejada para a qualidade das águas da bacia hidrográfica do rio dos Sinos (enquadramento).

Identificação dos Atores Envolvidos no Processo Decisório

Os atores envolvidos no processo decisório da bacia hidrográfica do rio dos Sinos foram identificados da seguinte forma: (a) *agidos*: toda população da bacia hidrográfica do rio dos Sinos; (b) *decisores*: membros do COMITESINOS e (c) *facilitador*: autora deste trabalho.

Estruturação do Problema

Neste trabalho, a primeira etapa para a estruturação de um problema foi a obtenção dos elementos primários de avaliação (ROY, 1996), que são aspectos considerados relevantes pelos decisores para a tomada de decisões.

Obtenção dos Elementos Primários de Avaliação

Os elementos primários de avaliação foram obtidos em duas etapas: primeiro, por meio de entrevistas individuais com os membros da Comissão Permanente de Assessoramento (CPA) do COMITESINOS e, posteriormente, por meio da aplicação de um questionário para todos os membros do Comitê.

Para realizar as entrevistas com os membros da CPA do COMITESINOS, visando à obtenção dos elementos primários de avaliação, a facilitadora definiu, inicialmente, um rótulo para o problema, perguntando aos decisores, de acordo com a sua visão, qual era o contexto decisório, qual era a problemática em questão, ou seja, qual era o foco das suas preocupações neste contexto.

Porém, fazia-se necessário captar as perspectivas, as visões-de-mundo, os valores e as motivações, sobre os aspectos que deveriam ser considerados em um processo de avaliação de alternativas para o Plano da Bacia Hidrográfica do rio dos Sinos de todos os decisores do trabalho, que corresponde ao grupo formado por todos os membros do COMITESINOS.

Assim, deu-se início à segunda etapa de obtenção dos elementos primários de avaliação, por meio da elaboração e aplicação de um questionário para todos os membros do COMITESINOS. A primeira versão do questionário foi feita a partir da análise de documentos do COMITESINOS, das

QUADRO 1

Comparação entre a Situação Vigente e a Situação Desejada para a Qualidade das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos – Processo de Enquadramento (extraído de COMITESINOS, 2002)

Trecho			Situação Atual da Qualidade das Águas		Situação Desejada da Qualidade das Águas	
Código	Nome	Descrição	Condição	Classe	Condição	Classe
S1 - S2	Sinos Inferior IV	Foz - Captação Esteio	RUIM	4	REGULAR	3
S2 - S3	Sinos Inferior III	Cap. Esteio - Arroio Portão	RUIM	4	REGULAR	3
S3 - S4	Sinos Inferior II	Arroio Portão - Arroio São José	RUIM	4	REGULAR	3
S4 - S5	Sinos Inferior I	Arroio São José - Campo Bom	RUIM	4	REGULAR	3
S5 - S6	Sinos Médio III	Campo Bom - Rio Paranhana	RUIM	4	REGULAR	3
S6 - S7	Sinos Médio II	Rio Paranhana - Foz Rio Rolante	BOA / REGULAR	2 / 3	BOA	2
S7 - S8	Sinos Médio I	Foz Rio Rolante - Arroio Caraá	BOA	2	BOA	2
S8 - S9	Sinos Superior	Arroio Caraá - Nascente	MUITO BOA / BOA	1 / 2	MUITO BOA	1

respostas obtidas nas entrevistas individuais. Diz-se primeira versão do questionário, porque o mesmo passou por modificações ao longo do processo, como parte da abordagem construtivista adotada neste trabalho. A CPA do COMITESINOS sugeriu mudanças em algumas questões, alterando a formulação de algumas delas, ficando, então, o questionário, em sua versão final, com 14 questões semifechadas.

Após tratamento estatístico das respostas dos questionários, obteve-se uma série de impressões, valores e preferências dos membros do COMITESINOS em relação aos recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio dos Sinos. Dessa forma, a partir das entrevistas realizadas e das respostas dos membros do COMITESINOS ao questionário proposto, foram obtidos os elementos primários de avaliação do problema.

O Agrupamento em Áreas de Interesse

O próximo passo para a estruturação do problema foi agrupar esses elementos primários de avaliação em áreas de interesse. O agrupamento dos elementos primários de avaliação (ou preocupações) em áreas de interesse foi feito através da junção das preocupações que expressam idéias semelhantes, sendo resultante desse processo uma lista de interesses articulados com princípios lógicos, mas não de maneira estruturada. Assim, os dados obtidos através das respostas dos questionários foram tabulados e foram construídos 5 agrupamentos de preocupações, sendo que no primeiro agrupamento das preocupações em áreas de interesse foram identificadas 125 preocupações, agrupadas em 20 áreas de interesse, de acordo com a semelhança de suas ideias.

A partir desse agrupamento, foram elaborados os outros agrupamentos, juntamente com o grupo de decisores do problema, até que se chegou no quinto e último agrupamento das preocupações em áreas de interesse, reunindo, assim, todos os aspectos considerados mais relevantes pelos decisores para serem consideradas no contexto decisório em questão e, consequentemente, na estruturação da Árvore de Pontos de Vista do problema. Esse último agrupamento reuniu 80 preocupações, agrupadas em 13 áreas de interesse. Dessa forma, foi finalizada a etapa de estruturação do problema, tendo sido o próximo passo a estruturação do modelo multicritério, a partir da construção de uma Árvore de Pontos de Vista Fundamentais (veja-se Fig. 1). O Quadro 2 apresenta um recorte do agrupamento final das preocupações em áreas de interesse.

Estruturação do Modelo Multicritério

A Árvore de Pontos de Vista Fundamentais do Problema

Para estruturar a Árvore de Pontos de Vista do problema, em um primeiro momento, foi apresentado ao grupo de decisores o quadro completo que continha o agrupamento final das preocupações em áreas de interesse. O objetivo era obter a validação dos decisores a respeito dos conceitos obtidos e a forma como foram agrupados em áreas de interesse. Assim, a CPA do COMITESINOS validou a elaboração do agrupamento final das preocupações em áreas de interesse, considerando-o bastante adequado e representativo do contexto decisório da bacia hidrográfica do rio dos Sinos. A seguir, buscou-se em cada área de interesse, a partir das preocupações listadas, estruturar os Pontos de Vista Fundamentais (PVF) do modelo (ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001).

Assim, a partir do rótulo do problema estabelecido pelos decisores, foram analisadas as preocupações listadas, caminhando-se em direção ao contexto decisório. O PVF é o primeiro objetivo estratégico que os decisores podem alcançar integralmente no contexto decisório, porque é operacionalizável. Dessa forma, analisando-se o Quadro 2, que é um recorte do quadro completo do agrupamento final das preocupações em áreas de interesse, a Preocupação 23 – “planejamento e controle do uso e ocupação do solo na região através de Planos Diretores Municipais”, por exemplo, é uma ação que operacionaliza a preocupação mais ampla “Uso e Ocupação do Solo”. Assim, o conceito “Uso e Ocupação do Solo” é um candidato a Ponto de Vista Fundamental. Observe-se que os PVFs integram Pontos de Vista Elementares (PVE).

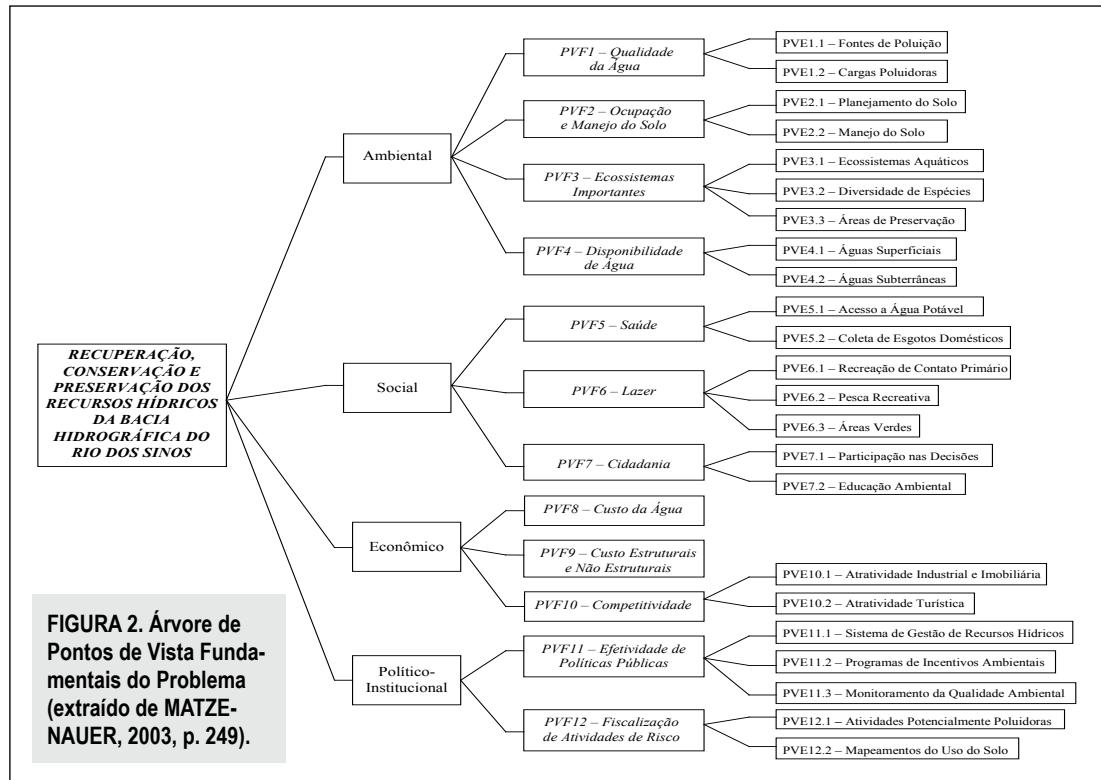
Seguindo este procedimento, foram identificados todos os candidatos a Pontos de Vista Fundamentais do problema, podendo-se agora apresentar este conjunto de pontos de vista na forma de uma estrutura arborescente, conforme pode ser visualizado na Figura 2.

A Árvore de Pontos de Vista Fundamentais do problema constituiu-se de 12 PVFs, que foram agrupados em quatro grandes áreas de interesse, segundo os aspectos a serem avaliados: área ambiental, área social, área econômica e área político-institucional. Assim, a área ambiental apresenta 4 PVFs, que foram avaliados segundo 9 PVEs; a área social é composta por 3 PVFs, que foram avaliados de acordo com 7

QUADRO 2

Recorte do Agrupamento Final dos Elementos Primários de Avaliação ou Preocupações em Áreas de Interesse
(adaptado de MATZENAUER, 2003, p.243)

Áreas de interesse	Elementos primários de avaliação ou preocupações
Qualidade da Água	1. falta de tratamento dos esgotos domésticos
	2. falta de tratamento dos esgotos industriais
Uso e Ocupação do Solo	19. intensa urbanização sem planejamento do uso do solo
	23. planejamento e controle do uso e ocupação do solo na região através de Planos Diretores Municipais
Ecossistemas	30. poluição de ecossistemas importantes como banhados e nascentes de rios
Importantes	32. inexistência de vida aquática e extinção da fauna regional
Disponibilidade de Água	34. preservação para as futuras gerações
	35. controle do desperdício de água por negligência operacional e problemas nos equipamentos
Saúde	39. uso fundamental da água para abastecimento público
	40. proliferação de doenças entre a população ribeirinha
Lazer	42. inviabilidade da pesca no rio pela mortandade dos peixes
	43. impossibilidade de recreação e lazer por não ser mais possível tomar banho no rio e praticar esportes
Participação	45. participar do COMITESINOS para ter mais informações sobre o problema das águas
nas Decisões	46. responsáveis pelas decisões são a sociedade da bacia através do COMITESINOS
Educação Ambiental	49. a população em geral não possui esclarecimentos sobre a importância da preservação da água
	50. programas de comunicação social de massa para esclarecer a população sobre a importância da preservação dos recursos hídricos da bacia
Custo da Água	59. encarecimento do abastecimento público porque a água precisa ser captada mais longe
Obras de Infra-estrutura	60. implantação e recuperação de banhados para tratamento dos efluentes rurais
	61. contenção do escoamento das águas da chuva com esgotos domésticos e detritos através da construção de canais e sistemas de infiltração
Competitividade	66. prejuízo ao desenvolvimento regional por indústrias não poderem se instalar na região
	67. inviabilidade do turismo ecológico na região
Fiscalização	72. fiscalização do tratamento dos efluentes industriais da empresas de pequeno e médio porte
	73. restrição à localização de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras
Políticas de Gestão	76. execução do enquadramento dos corpos de água em classe de uso
	77. falta de vontade política dos governantes para produzirem melhorias para os recursos hídricos



PVEs; a área econômica apresenta 3 PVEs, que foram avaliados segundo 2 PVEs e, finalmente, a área político-institucional é constituída por 2 PVFs, que foram avaliados de acordo com 5 PVEs.

Construção dos Descritores

Os descritores, que são uma escala de valores que se constrói para cada um dos pontos de vista e que tem como objetivo auxiliar na compreensão do que cada um desses pontos representa e como eles irão impactar, foram construídos, neste trabalho, a partir das informações coletadas anteriormente e em conjunto com a CPA do COMITESINOS.

Segundo o juízo de valor dos decisores, o problema da *Recuperação, Conservação e Preservação dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos* (rótulo do problema) deveria ser avaliado de acordo com 12 Pontos de Vista Fundamentais, que foram divididos em 4 grandes áreas de interesse: ambiental, social, econômica e político-institucional, conforme referido acima. Assim, o processo de cons-

trução dos descritores teve como ponto de partida as ideias geradas pelos decisores quando responderam aos questionários, sendo que, em muitos casos, os conceitos emitidos por eles como respostas àquelas perguntas se constituíram em formas de avaliar alternativas, sendo assim aproveitados para auxiliar na formulação dos descritores. A partir de sugestões apresentadas pela facilitadora deste trabalho, o grupo de decisores reunidos avaliava se o descritor era adequado para representar a performance de uma dada alternativa naquele ponto de vista, pensando em termos do seu impacto na *Recuperação, Conservação e Preservação dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos*. Em caso afirmativo, o descritor era validado, caso contrário, o grupo de decisores, orientado pela facilitadora, discutia qual seria o descritor mais adequado para aquele ponto de vista. Esse procedimento foi efetuado para a construção de cada um dos descritores dos pontos de vista do modelo.

Dessa forma, foram construídos 40 descritores para avaliar os 12 Pontos de Vista Fundamentais do

modelo, sendo cada descritor constituído por uma escala ordinal, que permite representar o desempenho de qualquer alternativa, segundo o ponto de vista que está sendo considerado. A seguir, é apresentado o descritor para o PVE5.1 – Acesso à Água Potável, que pertence ao PVF5 – Saúde.

Assim, o PVE5.1 – Acesso à Água Potável avalia uma das condições fundamentais para a saúde dos seres humanos, ou seja, a facilidade de acesso da população da bacia à água potável. Esta é uma dimensão bastante ampla e, neste PVE, fez-se a suposição de que a água distribuída atende aos padrões de potabilidade exigidos, avaliando-se, assim, a quantidade de domicílios da bacia que têm acesso à água potável. Dessa forma, o descritor para esse PVE foi operacionalizado através de um descritor indireto, sendo identificados cinco estados possíveis. É importante lembrar que os descritores já possuem uma estrutura de pré-ordem completa, ou seja, um nível superior é sempre preferível a um nível inferior. Além disso, a avaliação de uma ação que possua qualquer nível intermediário entre os níveis pode ser facilmente calculada através de uma interpolação linear. O Quadro 3 a seguir apresenta a descrição do descritor em níveis de impacto, além da identificação dos níveis de referência *Bom* e *Neutro*.

Construção das Funções de Valor

Para se obterem as funções de valor dos descritores dos pontos de vista do problema, foi utilizado, neste caso, o método MACBETH (*Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*), construído por Bana, Costa e Vansnick (1995), segundo o qual as funções de valor são obtidas por meio de comparações par-a-par da diferença de atratividade entre os níveis de impacto dos descritores. O procedimento para a construção das funções de valor inicia-se através da construção de matrizes de juízos de valor para cada um dos descritores dos pontos de vista e, a partir disso, obtém-se as escalas de valor cardinais que fornecem uma avaliação local das alternativas.

Como a Metodologia Multicritério em Apoio à Decisão adotada neste trabalho utiliza escalas de intervalo para classificar, ordenar e distinguir a diferença de magnitude entre as categorias, é necessário transformar as funções de valor em escalas de intervalo. A metodologia permite comparar os intervalos existentes entre as categorias que a compõem, sendo que dois de seus valores são arbitrados e, normalmente, o zero da escala é um deles. Dessa forma, é necessário ancorar a faixa de variação das funções de valor, fixando o valor

QUADRO 3
Descriptor do PVE5.1 – Acesso à Água Potável (adaptado de MATZENAUER, 2003, p. 518).

Níveis de Impacto	Descrição	Níveis de Referência
N5	100% dos domicílios estão ligados à rede geral de abastecimento público	Bom
N4	80% dos domicílios estão ligados à rede geral de abastecimento público	
N3	60% dos domicílios estão ligados à rede geral de abastecimento público	
N2	40% dos domicílios estão ligados à rede geral de abastecimento público	Neutro
N1	20% ou menos dos domicílios estão ligados à rede geral de abastecimento público	

QUADRO 4
Função de Valor do PVE5.1 – Acesso à Água Potável (extraído de MATZENAUER, 2003, p. 577).

	N5	N4	N3	N2	N1	Função de Valor MACBETH	Função de Valor Reescalonada
N5	0	3	4	5	6	100	100
N4		0	3	4	5	77	67
N3			0	3	4	54	33
N2				0	4	31	0
N1					0	0	- 44

da escala referente ao nível *Neutro*, em cada descritor, no valor 0 e a do nível *Bom* em 100. Assim, esses níveis terão uma atratividade equivalente em todos os descritores. O Quadro 4 apresenta a matriz de juízos de valor do *PVE5.1 – Acesso à Água Potável*, com os juízos semânticos expressos pelos decisores, a função de valor obtida por meio do software MACBETH e a função de valor reescalonada.

Pelos dados do Quadro 4, vê-se que os decisores julgaram que a perda de atratividade de passar do N5 para o N4 era moderada (categoria 3). Assim, coloca-se o valor 3 no cruzamento da linha N5 com a coluna N4 da matriz. É importante salientar que este número 3 não tem significado numérico absoluto e apenas representa a categoria de diferença de atratividade moderada (C3) do método MACBETH. Dessa forma, o mesmo procedimento é realizado com os outros níveis de impacto, até completar a matriz de juízos de valor (o procedimento é feito sempre em linha).

Obtenção dos Critérios de Avaliação do Problema

A partir da determinação da função de valor associada a um descritor, considera-se que foi construído um *Critério de Avaliação* para um dado Ponto de Vista. Como um exemplo, o Quadro 5 apresenta o Critério de Avaliação 5.1 – Acesso à Água Potável.

Determinação das Taxas de Substituição

O Modelo de Avaliação Multicritério adotado neste trabalho utiliza uma abordagem de critério único de síntese, que consiste em avaliar as ações potenciais segundo uma função de agregação aditiva, na forma de uma soma ponderada. Dessa forma, a avaliação global de uma ação potencial a é calculada pela seguinte equação:

$$V(a) = \sum_{i=1}^n w_i \cdot v_i(a) \quad (1)$$

onde:

$V(a)$: Valor Global da ação a ;

$v_i(a)$: Valor parcial da ação a no critério i ;

w_i : Taxas de Substituição do critério i ;

n : número de critérios do modelo.

Como, no presente caso, foi utilizado o método MACBETH para se obterem as taxas de substituição dos critérios do modelo, segue-se o procedimento de comparação, par-a-par, de cada dois critérios e subcritérios. A Figura 3 apresenta, na parte superior, a ordenação dos critérios e, na parte inferior, a determinação das taxas de substituição dos critérios do modelo – esta Figura mostra como os decisores valorizam cada critério do modelo.

Como as taxas de substituição representam a atratividade dos critérios levados em conta no estudo do problema da bacia hidrográfica do rio dos Sinos, para os níveis fixados como *Bom* e *Neutro*, analisando-se a Figura 3, pode-se observar que os critérios considerados mais importantes, segundo o juízo de valor dos decisores, foram: Critério 7 – Cidadania (14%), Critério 2 – Ocupação e Manejo do Solo (13%), Critério 3 – Ecossistemas Importantes (12%), Critério 4 – Disponibilidade de Água (11,5%), Critério 1 – Qualidade da Água (11%), Critério 5 – Saúde (10%) e Critério 11 – Efetividade de Políticas Públicas (9%). Os Critérios com menor atratividade para passar do nível *Neutro* para o nível *Bom*, segundo o juízo de valor dos decisores, foram: Critério 10 – Competitividade (6%), Critério 8 – Custo da Água (5,5%), Critério 9 – Custos Estruturais e Não

QUADRO 5
Critério de Avaliação 5.1 – Acesso à Água Potável (extraído de MATZENAUER, 2003, p. 578).

Níveis de Impacto	Níveis de Referência	Descrição	Função de Valor Reescalonada
N5	Bom	100% dos domicílios estão ligados à rede geral de abastecimento público	100
N4		80% dos domicílios estão ligados à rede geral de abastecimento público	67
N3		60% dos domicílios estão ligados à rede geral de abastecimento público	33
N2	Neutro	40% dos domicílios estão ligados à rede geral de abastecimento público	0
N1		20% ou menos dos domicílios estão ligados à rede geral de abastecimento público	- 44

Critérios	Critério 1	Critério 2	Critério 3	Critério 4	Critério 5	Critério 6	Critério 7	Critério 8	Critério 9	Critério 10	Critério 11	Critério 12	Total	Ordem
Critério 1 – Qualidade da Água	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	7	5º
Critério 2 – Ocupação e Manejo do Solo	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	10	2º
Critério 3 – Ecossistemas Importantes	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	9	3º
Critério 4 – Disponibilidade de Água	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	8	4º
Critério 5 – Saúde	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	6	6º
Critério 6 – Lazer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	11º
Critério 7 – Cidadania	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	1º
Critério 8 – Custo da Água	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	3	9º
Critério 9 – Custos Estruturais e Não Estruturais	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2	10º
Critério 10 – Competitividade	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	4	8º
Critério 11 – Efetividade de Políticas Públicas	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	5	7º
Critério 12 – Fiscalização de Atividades de Risco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12º

Critérios	Critério 7	Critério 2	Critério 3	Critério 4	Critério 1	Critério 5	Critério 11	Critério 10	Critério 8	Critério 9	Critério 6	Critério 12	A0	MACBETH	Taxas
Critério 7 – Cidadania	0	3	4	4	4	4	4	5	5	5	6	6	6	100	14%
Critério 2 – Ocupação e Manejo do Solo	0	3	4	4	4	4	4	5	5	5	6	6	6	95	13%
Critério 3 – Ecossistemas Importantes	0	3	4	4	4	4	4	5	5	5	6	6	6	90	12%
Critério 4 – Disponibilidade de Água	0	3	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	85	11,5%
Critério 1 – Qualidade da Água				0	3	4	5	5	5	5	6	6	6	80	11%
Critério 5 – Saúde					0	4	4	4	4	5	5	6	6	74	10%
Critério 11 – Efetividade de Políticas Públicas						0	4	4	4	4	5	5	6	66	9%
Critério 10 – Competitividade							0	3	4	4	4	5	5	45	6%
Critério 8 – Custo da Água								0	3	4	4	4	5	40	5,5%
Critério 9 – Custos Estruturais e Não Estruturais									0	4	4	4	5	35	5%
Critério 6 – Lazer										0	3	4	4	13	2%
Critério 12 – Fiscalização de Atividades de Risco											0	4	4	8	1%
Ação Neutra (A0)												0	0	0	0

FIGURA 3. Ordenação dos Critérios e Determinação das Taxas de Substituição entre os Critérios do Modelo (extraído de MATZENAUER, 2003, p. 617).

Estruturais (5%), Critério 6 – Lazer (2%) e Critério 12 – Fiscalização de Atividades de Risco (1%).

Essas taxas significam que os decisores valorizam o Critério Cidadania 14 (=14/1) vezes mais do que o Critério Fiscalização de Atividades de Risco; ou 7 (=14/2) vezes mais que o Critério Lazer; ou 2,80 (=14/5) vezes mais do que o Critério Custos Estruturais e Não Estruturais; ou 2,55 (=14/5,5) vezes mais do que o Custo da Água; ou 2,33 (=14/6) vezes mais do que o Critério Competitividade. Da mesma forma, pode-se dizer que o Critério 5 – Saúde, é 5 vezes (10/2) mais importante do que o Critério 6 - Lazer.

Dessa forma, depois de definido como avaliar localmente as alternativas, mediante a construção dos critérios, e como agregar essas informações locais numa única dimensão, mediante as taxas de substituição, o modelo multicritério está concluído.

A Avaliação das Ações Potenciais

Estando estruturado o modelo de avaliação multicritério, é possível agora utilizá-lo para avaliar a performance das ações potenciais e gerar novas e melhores alternativas. Isso significa dizer que, até este estágio, tem-se estruturado o problema da bacia hidrográfica do rio dos Sinos, através da construção de uma hierarquia de critérios, descritores, funções de valor e taxas de substituição entre os

mesmos. Assim, é chegado o momento de reunir esse conjunto de informações em um modelo global de avaliação e analisar a situação atual da bacia hidrográfica do rio dos Sinos, assim como sugerir ações e estratégias que visem à *Recuperação, Conservação e Preservação dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos*. Pela abrangência e dimensão do trabalho, será apresentado a seguir apenas o diagnóstico da situação atual da bacia hidrográfica do rio dos Sinos, que foi traçado por meio do Modelo Multicritério de Avaliação de Alternativas construído para a bacia.

Avaliação Local das Ações Potenciais

O próximo passo é construir, de forma concreta, as ações e estratégias a serem avaliadas na problemática da bacia hidrográfica do rio dos Sinos. Segue-se, fundamentalmente, o roteiro de análise dos critérios e subcritérios do modelo, assim como os seus descritores, funções de valor e taxas de substituição. Para realizar a avaliação local das ações potenciais, é preciso identificar qual o desempenho dessas ações potenciais em cada um dos critérios e subcritérios do modelo. Dessa forma, os decisores identificam, no Quadro que representa o descritor e sua função de valor, o nível que melhor representa o desempenho da ação potencial que está sendo avaliada.

Assim, a primeira ação a ser avaliada, de acordo com os critérios e subcritérios do modelo, é a “situação atual da bacia hidrográfica do rio dos Sinos” ou a situação “*status quo*”, que possibilita estabelecer um diagnóstico da bacia. Seguindo o procedimento acima, em uma reunião da CPA do COMITESINOS, o grupo de decisores identificou os níveis de impacto que melhor descreviam a “situação atual da bacia hidrográfica do rio dos Sinos”, para cada critério e subcritério do modelo, e, a partir da determinação desses níveis de impacto, foi obtida a pontuação local que a “situação atual da bacia hidrográfica do rio dos Sinos” obteve nos critérios e subcritérios que foram construídos para o modelo. O Quadro 6 a seguir apresenta o perfil de impacto da “situação atual da bacia hidrográfica do rio dos Sinos”, incluindo a avaliação local segundo cada um dos critérios e subcritérios do modelo, ou seja, são apresentados todos os descritores dos critérios e subcritérios do modelo, com os seus respectivos níveis de impacto e a pontuação que foi obtida para cada nível a partir das funções de valor. Os valores apresentados no Quadro 6 correspondem aos valores que foram determinados mediante o reescalonamento das funções de valor, ou seja, com os níveis de impacto de referência *Bom* e *Neutro* ancorados nos valores 100 e 0, respectivamente. O impacto obtido pela avaliação local, ou seja, em cada critério e subcritério do modelo, da “situação atual da bacia hidrográfica do rio dos Sinos” está salientado em negrito e na cor laranja.

Com uma análise do Quadro 6, pode-se traçar um diagnóstico da “situação atual da bacia hidrográfica do rio dos Sinos”, situando melhor os decisores quanto à pontuação local obtida por essa avaliação. Segundo os critérios e subcritérios do modelo, pode-se verificar em quais aspectos a avaliação da “situação atual da bacia hidrográfica do rio dos Sinos” obteve uma pontuação abaixo do nível *Neutro*, como o sub-critério 1.1.1 – Lançamento de Efluentes Domésticos, com –105 pontos, os aspectos em que a performance da situação atual impactou no nível *Neutro*, como o sub-critério 1.1.3 – Resíduos Sólidos Domésticos, com 0 pontos, os aspectos em que a performance da situação atual impactou entre os níveis de impacto de referência *Bom* e *Neutro*, como o sub-critério 1.1.2 – Lançamento de Efluentes Industriais, com 72 pontos, e os aspectos em que a performance da situação atual impactou no nível *Bom*, como o subcritério 4.1.1 – Quantidade de Águas Superficiais, com 100 pontos.

Essa análise permite constatar que, do total de 40 critérios e subcritérios construídos para o modelo,

em 11 aspectos a avaliação da situação atual da bacia hidrográfica do rio dos Sinos ficou com desempenho abaixo do nível *Neutro*, que equivale a 27,5% dos pontos analisados, apresentando um desempenho comprometedor, em 15 aspectos a avaliação da situação atual da bacia ficou com desempenho no nível *Neutro*, que equivale a 37,5% dos pontos analisados, apresentando um desempenho ainda bastante comprometedor, em 12 aspectos a avaliação da situação atual da bacia ficou com desempenho entre os níveis de referência *Bom* e *Neutro*, que equivale a 30% dos pontos analisados, apresentando um desempenho competitivo, e em apenas 2 aspectos a avaliação da situação atual da bacia ficou com desempenho no nível *Bom*, que equivale a 5% dos pontos analisados, apresentando um desempenho excelente, de acordo com o juízo de valor dos decisores.

Assim, a partir da análise do Quadro 6, pode-se avaliar quais são os critérios e subcritérios do modelo, cujos impactos merecem maior atenção no desenho de estratégias de planejamento futuro da bacia hidrográfica do rio dos Sinos. Dessa forma, observa-se que, do total de 40 critérios e sub-critérios construídos para o modelo, em 26 aspectos a performance da “situação atual da bacia hidrográfica do rio dos Sinos” obteve uma pontuação crítica, impactando abaixo ou no nível *Neutro* (pontuação 0), o que significa que em 65% dos pontos analisados a “situação atual da bacia hidrográfica do rio dos Sinos” apresenta um desempenho comprometedor e não satisfatório, ressaltando os aspectos do problema da bacia hidrográfica que merecem maior atenção, necessitando com maior urgência de ações de melhoria, segundo o juízo de valor dos decisores.

Assim, a partir dessa análise, os decisores podem hierarquizar as ações mais urgentes de serem implementadas no planejamento dos recursos hídricos da bacia e, no caso da falta de recursos financeiros para implementar todas as ações de melhorias necessárias, a análise proposta pelo modelo permite justificar as escolhas feitas pelos decisores pela adoção de determinadas estratégias ou ações, para os aspectos respectivos.

Desse modo, efetuou-se a avaliação local da “situação atual da bacia hidrográfica do rio dos Sinos”, que também é dita parcial, pois não foram considerados os pesos ou as taxas de substituição entre os critérios e subcritérios do modelo. Assim, para que seja possível obter-se uma avaliação global das ações, o próximo passo consiste em agregar essas avaliações locais de maneira a se obter uma avaliação global, uma vez que

QUADRO 6
Avaliação Local do Impacto da Ação Situação Atual da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos
 (extraído de MATZENAUER, 2003, p. 296).

Critérios E	Níveis de impacto									
	N10	N9	N8	N7	N6	N5	N4	N3	N2	N1
Subcritério1.1.1 – Lançamento de Efluentes Domésticos	110	100	84	68	53	37	0	- 40	- 78	- 105
Subcritério1.1.2 – Lançamento de Efluentes Industriais			100	83	72	61	27	0	- 27	- 61
Subcritério1.1.3 – Resíduos Sólidos Domésticos		111	100	88	66	22	0	- 78	- 111	- 255
Subcritério1.1.4.1 – Uso de Agrotóxicos							100	43	0	- 43
Subcritério1.1.4.2 – Efluentes da Pecuária							100	43	0	- 43
Subcritério1.2 – Cargas Poluidoras							100	55	0	- 55
Subcritério2.1.1 – Ocupação de Áreas Lindeiras Cursos D'Água							100	50	0	- 67
Subcritério2.1.2 – Parcelamento do Solo							100	33	0	- 116
Subcritério2.2.1.1 – Mata Ciliar ao Longo dos Cursos D'Água						150	100	50	0	- 50
Subcritério2.2.1.2 – Florestas e Vegetação Encostas Decl. > 45°						150	100	50	0	- 50
Subcritério2.2.1.3 – Cobertura Vegetal Mananciais Abas. Públco					150	100	50	0	- 50	
Subcritério2.2.2.1 – Tipos e Usos do Solo					100	76	59	41	0	- 30
Subcritério2.2.2.2 – Assoreamento dos Cursos D'Água							100	50	0	
Subcritério2.2.3 – Exploração Mineral				124	100	78	35	0	- 14	
Subcritério3.1.1 – Fauna Aquática		100	75	50	37	0	- 18	- 34	- 106	
Subcritério3.1.2 – Plantas Aquáticas				100	89	66	44	0	- 16	
Subcritério3.2.1 – Dimin. ou Desap. Espécies da Fauna Regional				100	75	50	16	0	- 41	
Subcritério3.2.2 – Alteração Diversidade Espécies Flora Regional				100	72	54	27	0	- 63	
Subcritério3.3.1 – Áreas de Banhados					150	100	50	0	- 67	
Subcritério3.3.2 – Áreas de Nascentes de Rios e Arroios					150	100	50	0	- 67	
Subcritério4.1.1 – Quantidade de Águas Superficiais							100	55	0	
Subcritério4.1.2 – Uso das Águas Subterrâneas	111	100	72	61	44	30	0	- 22	- 44	
Subcritério4.2.1 – Disponibilidade de Águas Subterrâneas					125	100	62	37	0	- 25
Subcritério4.2.2 – Risco de Contaminação Águas Subterrâneas							100	57	0	
Subcritério5.1 – Acesso à Água Potável					100	67	33	0	- 44	
Subcritério5.2 – Coleta de Esgotos Domésticos					100	67	33	0	- 44	
Subcritério6.1 – Recreação de Contato Primário					150	100	50	0	- 66	
Subcritério6.2 – Pesca Recreativa						133	100	44	0	- 44
Subcritério6.3 – Áreas Verdes						100	50	0	- 50	
Subcritério7.1 – Participação nas Decisões			100	81	62	44	25	0	- 44	
Subcritério7.2 – Educação Ambiental				100	63	36	0	- 36	- 109	
Critério 8 – Custo da Água						100	50	0	- 50	
Critério 9 – Custos Estruturais e Não Estruturais	126	113	100	87	74	61	30	0	- 35	- 56
Subcritério10.1 – Atratividade Industrial e Imobiliária							100	50	0	- 50
Subcritério10.2 – Atratividade Turística		106	100	93	81	56	43	0	- 18	- 100
Subcritério11.1 – Sistema de Gestão de Recursos Hídricos					100	82	54	27	0	- 36
Subcritério11.2 – Programas de Incentivos Governamentais							100	60	0	- 60
Subcritério11.3 – Monitoramento da Qualidade Ambiental							100	50	0	- 50
Subcritério12.1 – Atividades Potencialmente Poluidoras							100	57	0	- 57
Subcritério12.2 – Mapeamentos do Uso do Solo							100	50	0	- 62

já foram determinadas todas as taxas de substituição entre os critérios e subcritérios do modelo.

Avaliação Global das Ações Potenciais

A avaliação global das ações potenciais é calculada utilizando-se a fórmula geral de agregação aditiva do modelo multicritério em apoio à decisão. Dessa forma, multiplicam-se as taxas de substituição pela atratividade local de cada ação potencial em cada um dos critérios e subcritérios do modelo, fazendo-se um somatório dos valores encontrados, e obtendo-se, assim, a atratividade global de cada ação potencial avaliada pelo modelo.

Chegou-se a uma pontuação global do modelo para a avaliação da ação “situação atual da bacia hidrográfica do rio dos Sinos”, com o uso da Equação Geral do Modelo de Valor - V(a), obtendo-se a pontuação dos critérios e subcritérios do modelo, considerando-se as taxas de substituição intracritérios e entre os critérios, na avaliação da “situação atual da bacia hidrográfica do rio dos Sinos”. A Equação Geral do Modelo de Valor confere 12,91 pontos sobre 100 à “situação atual da bacia hidrográfica do rio dos Sinos”. Esse resultado fica apenas um pouco acima do valor do nível de referência *Neutro*, colocando, assim, a avaliação da “situação atual da bacia hidrográfica do rio dos Sinos” acima da linha dos níveis críticos, mas ainda apresentando aspectos bastante comprometedores, necessitando de ações de melhorias para aperfeiçoamentos desses aspectos.

Análise dos Resultados do Modelo e Recomendações

A fase de análise dos resultados do modelo e proposição de recomendações de aperfeiçoamento é a última fase do trabalho. A criação de um modelo de avaliação para uma bacia hidrográfica precisa ensejar recomendações práticas para os atores responsáveis pela tomada de decisões sobre os recursos hídricos da bacia. Dessa forma, espera-se que sejam trazidos esclarecimentos sobre a diversidade de caminhos que visam ao apoio à tomada de decisões de forma participativa, com o objetivo de auxiliar na orientação dos rumos futuros da gestão dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio dos Sinos. Seguindo esse enfoque, as recomendações propostas neste trabalho caracterizam-se pela sua legitimidade, uma vez que foram construídas em conjunto com os atores que efetivamente irão utilizá-las, ao invés de serem mera prescrições ou normas saídas de manuais técnicos e gerais.

Dessa forma, a avaliação de ações de aperfeiçoamento para a bacia hidrográfica do rio dos Sinos é feita a partir de duas análises: a primeira análise consiste em gerar ações sem considerar as taxas de substituição entre os critérios e subcritérios do modelo e a segunda análise é elaborada levando em conta esses parâmetros.

Exame das Ações sem a Consideração das Taxas de Substituição dos Critérios do Modelo

O objetivo desta análise é obter uma ação global que esteja o mais próximo possível ou acima do nível de referência *Bom* para ser competitiva. Assim, inicia-se o processo examinando cada critério do modelo em busca de aspectos que precisam ser aperfeiçoados. O primeiro passo consiste em observar a pontuação total atingida por cada critério do modelo na avaliação da “situação atual da bacia hidrográfica do rio dos Sinos”, mas sem considerar as taxas de substituição. Para facilitar o exame dos critérios, foi elaborado o Quadro 7, para destacar os valores e os níveis atingidos pelos mesmos.

A ordem dos Critérios no Quadro 7 sugere uma atenção prioritária para os Critério 9, Critério 1, Critério 2, Critério 10, Critério 8 e Critério 12, porque são os Critérios com desempenho mais críticos, segundo os juízos de valor dos decisores. A seguir, existem mais 5 Critérios que estão com a pontuação inferior a 50, quais sejam: Critério 3, Critério 6, Critério 11, Critério 7 e Critério 5. Finalmente, o Critério 4, apesar de não atingir o nível *Bom*, apresenta a melhor performance geral entre os 12 Critérios, o que sugere ainda alguma melhoria possível.

Exame das Ações Considerando as Taxas de Substituição dos Critérios do Modelo

Para proceder a esta análise, foi elaborado o Quadro 8, que apresenta uma comparação entre a ordenação estabelecida pelas pontuações local e global para priorização de ações de aperfeiçoamento. Na coluna referente à pontuação das ações, foi suposto que seriam implementadas ações em que todos os critérios do modelo conseguiram atingir o nível *Bom* (equivalente a 100 pontos), o que seria em uma situação ideal, pois, nesse caso, também supõe-se que existiriam recursos técnicos e financeiros suficientes para que todas as ações de melhorias necessárias para a bacia hidrográfica do rio dos Sinos pudessem ser implementadas.

QUADRO 7
Ordenação da Pontuação dos Critérios na Avaliação Global da Situação Atual da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos sem as Taxas de Substituição (extraído de MATZENAUER, 2003, p. 310)

Critérios nos Níveis Críticos Inferiores ou Próximos	Pontuação
Critério 9 – Custos Estruturais e Não Estruturais	- 56
Critério 1 – Qualidade da Água	- 33,81
Critério 2 – Ocupação e Manejo do Solo	- 2,96
Critério 10 – Competitividade	- 2,84
Critério 8 – Custo da Água	0
Critério 12 – Fiscalização de Atividades de Risco	0

Critérios nos Níveis Competitivos	Pontuação
Critério 3 – Ecossistemas Importantes	10,46
Critério 6 – Lazer	16,50
Critério 11 – Efetividade de Políticas Públicas	24
Critério 7 – Cidadania	28,63
Critério 5 – Saúde	45,92

Critérios nos Níveis Críticos Superiores ou Próximos	Pontuação
Critério 4 – Disponibilidade de Água	66,32

QUADRO 8
Comparação entre a Ordenação Estabelecida pelas Pontuações Local e Global para Priorização de Ações de Aperfeiçoamento (extraído de MATZENAUER, 2003, p. 347).

Ordem Estabelecida pela Necessidade de Elevar a Pontuação Local				Ordem Estabelecida pela Pontuação Global – Taxas de Substituição	
Critérios	Ordem	Pontuação Situação Atual	Pontuação das Ações	Taxa de Substituição	Ordem
Critério 9 – Custos Estruturais e Não Estruturais	1°	- 56	100	0,05	10°
Critério 1 – Qualidade da Água	2°	- 33,81	100	0,11	5°
Critério 2 – Ocupação e Manejo do Solo	3°	- 2,96	100	0,13	2°
Critério 10 – Competitividade	4°	- 2,84	100	0,06	8°
Critério 8 – Custo da Água	5°	0	100	0,055	9°
Critério 12 – Fiscalização de Atividades de Risco	6°	0	100	0,01	12°
Critério 3 – Ecossistemas Importantes	7°	10,46	100	0,12	3°
Critério 6 – Lazer	8°	16,50	100	0,02	11°
Critério 11 – Efetividade de Políticas Públicas	9°	24	100	0,09	7°
Critério 7 – Cidadania	10°	28,63	100	0,14	1°
Critério 5 – Saúde	11°	45,92	100	0,10	6°
Critério 4 – Disponibilidade de Água	12°	66,32	100	0,115	4°

A inconveniência do processo mostrado na análise anterior diz respeito ao fato de ser atribuído o mesmo nível de preferência a todas as ações que foram geradas.

Ao analisar-se o Quadro 8, pode-se observar que, quando se consideram as taxas de substituição dos Critérios, as ações que precisam ser priorizadas não seguem a mesma ordem estabelecida na primeira análise de oportunidade de melhorias (ver Quadro 7).

Pelos dados do Quadro 8, vê-se que a priorização das ações, estabelecida pela ordem das taxas de substituição dos critérios, poderia melhorar ainda mais o desempenho global de uma ação ou estratégia a ser implementada no planejamento dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio dos Sinos. Tem-se a comprovação desse fato no seguinte exemplo em destaque:

Se o conjunto das ações que elevariam o desempenho do Critério 7 de 28,63 pontos para 100 pontos fossem implementadas, elas seriam capazes de gerar um resultado global mais elevado do que o conjunto de ações que melhorariam, por exemplo, o desempenho do Critério 10, considerado de forma isolada. Assim, segue que:

Contribuição atual do Critério 7: $28,63 \times 0,14 = 4,01$ pontos

Contribuição após implantar o conjunto de ações: $100 \times 0,14 = 14$ pontos

Diferença após implementação das ações: $14 - 4,01 = 9,99$ pontos

Da mesma forma, faz-se para o Critério 10:

Contribuição atual do Critério 10: $- 2,84 \times 0,06 = 0,17$ pontos

Contribuição global após implantar conjunto de ações: $100 \times 0,06 = 6$ pontos

Diferença após implementação das ações: $6 - 0,17 = 5,83$ pontos

Assim, adotando-se o parâmetro de maior taxa de substituição dos critérios, na implementação das ações, pode-se obter um ganho maior de eficiência em relação à ordem estabelecida pela pontuação local.

Assim, essa análise sugere que, em situação de falta de recursos, deveriam ser priorizadas, sucessivamente, as ações que impactam positivamente nos seguintes critérios: Critério 7 - Cidadania, Critério 2 – Ocupação e Manejo do Solo, Critério 3 – Ecosistemas Importantes, Critério 4 – Disponibilidade de Água, Critério 1 – Qualidade de Água e Critério 5 - Saúde.

Embora esse raciocínio esteja bastante simplificado, pois algumas ações de melhorias impactam em diversos critérios, ele serve para mostrar que a consideração das taxas de substituição dos critérios deve predominar sobre a consideração isolada da capacidade de elevar-se a pontuação dentro de um critério isolado. Assim, pode-se concluir que, adotando-se o critério de maior taxa de substituição dos critérios, na implementação das ações de melhorias para a bacia hidrográfica do rio dos Sinos, pode-se obter um ganho maior de eficiência em relação à ordem estabelecida pela pontuação local. A partir desse fato, a avaliação global do modelo proposto permite sugerir que, em situação de falta de recursos, sejam eles técnicos, financeiros ou humanos, deveriam ser priorizadas, sucessivamente, as ações que impactam positivamente nos seguintes critérios: Critério 7 - Cidadania, Critério 2 – Ocupação e Manejo do Solo, Critério 3 – Ecosistemas Importantes, Critério 4 – Disponibilidade de Água, Critério 1 – Qualidade de Água e Critério 5 - Saúde.

CONCLUSÕES

Este estudo apresentou a aplicação prática do modelo proposto, em uma situação real de apoio à decisão, buscando demonstrar a sua aplicabilidade e as vantagens advindas da utilização das Metodologias Multicritério em Apoio à Decisão para o processo de planejamento de recursos hídricos de bacias hidrográficas. A abordagem permitiu o tratamento adequado de um problema complexo, que envolveu múltiplos atores e múltiplos objetivos.

Destaca-se que a aplicação prática do Modelo Multicritério em Apoio à Decisão conseguiu satisfazer os decisões do problema discutido no estudo: o grupo de decisões da CPA do COMITESINOS, ao final do processo de construção do modelo, mostrou-se bastante satisfeita com os resultados obtidos, pois esta metodologia de trabalho conseguiu solucionar o seu problema, além de ter apresentado, de forma estruturada, todos os critérios e estratégias capazes de auxiliá-los na definição das ações que se faziam necessárias no Plano da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos. Dessa forma, o grupo de decisões achou que o método proposto pode servir como uma ferramenta para apoiar suas decisões referentes ao Plano da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos.

Além disso, os decisões mostraram-se bastante satisfeitos com a metodologia porque, além de lhes proporcionar um maior conhecimento e compreensão a respeito do seu problema, permitindo uma escolha

mais justa, transparente e racional, facilitou o desenvolvimento do trabalho por ser aberta e flexível. A abordagem realmente provou ser capaz de gerar e, principalmente, de organizar conhecimentos.

A Metodologia Multicritério, no caso relatado, além de traçar um diagnóstico da situação da Bacia

Hidrográfica do Rio dos Sinos, foi também capaz de estabelecer indicadores de forma a permitir a avaliação contínua do Plano da Bacia, sendo considerada uma ferramenta adequada, pelos decisores do problema, para planejar os recursos hídricos da bacia.

Referências

- BANA e COSTA, C. A.; VANSNICK, J. C. Uma Nova Abordagem ao Problema de Construção de uma Função de Valor Cardinal: MACBETH. *Investigação Operacional*, v. 15, p.15-35, 1995.
- BRASIL. Lei nº 10.350/94, de 30 de dezembro de 1994. *Política Estadual de Recursos Hídricos*. Porto Alegre, RS, 1994.
- COMITESINOS. *Documentos do COMITESINOS e Relatórios Feitos a Partir da Participação em Reuniões no COMITESINOS*. Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, 2002.
- ENSSLIN, L.; MONTIBELLER, G. N.; NORONHA, S. M. *Apoio à Decisão – Metodologia para Estruturação de Problemas e Avaliação Multicritério de Alternativas*. Florianópolis: Insular: 2001.
- KEENEY, R. L. *Value Focused Thinking: a path to Creative Decision Making*. London: Harvard University Press, 1992.
- MATZENAUER, H. B. *Uma Metodologia Multicritério Construtivista de Avaliação de Alternativas para o Planejamento de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas*. Tese de Doutorado. Porto Alegre: IPH/UFRGS, 2003.
- ROY, B. *Multicriteria Methodology for Decision Aiding*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1996.

Helena Barreto Matzenauer Fundação Universidade do Rio Grande (FURG).
E-mail: hmatz@terra.com.br.

Wilian Correa Marques Fundação Universidade do Rio Grande (FURG).
E-mail: ilian_marques@yahoo.com.br.

Eduardo Kirinus Fundação Universidade do Rio Grande (FURG). E-mail: ekirinus@gmail.com.