

## **ESTRUTURAÇÃO DE DECISÃO EM GRUPO PARA O GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS**

**Marcella Maia Urtiga**

**Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Pernambuco**

Tv. Prof. Moraes Rêgo, 1235 - Cidade Universitária, Recife - PE, 50670-901

maia.urtiga@gmail.com

**Danielle Costa Morais**

**Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Pernambuco**

Tv. Prof. Moraes Rêgo, 1235 - Cidade Universitária, Recife - PE, 50670-901

daniellemorais@yahoo.com.br

### **RESUMO**

Esse trabalho apresenta um framework para decisão em grupo elaborado para tratar problemas enfrentados por comitês de bacia hidrográfica no gerenciamento e planejamento de recursos hídricos. Baseado nos objetivos do grupo, que são identificados usando Value-Focused Thinking (VFT), as alternativas são criadas e os critérios são identificados. O processo estimula a interação, a comunicação e permite que o problema seja modelado baseado na perspectiva de todo grupo. Uma função valor multiatributo agrega as preferências individuais do grupo. Um estudo de caso é apresentado para ilustrar a aplicabilidade do framework.

**PALAVRAS CHAVE.** Gerenciamento de recursos hídricos, value-focused thinking, decisão em grupo, decisão participativa, modelo aditivo

### **ABSTRACT**

This work presents a framework for group decision-making designed to tackle the problems faced by watershed committees when making decisions on the management and planning of water resources. Based on the group's values, which are, identified by using a group version of Value-Focused Thinking (VFT), alternatives are created and attributes identified to evaluate these alternatives. The process stimulates interaction and communication and enables the problem to be modelled based on the perspectives of the group. A multiple-attribute value function aggregates the group's preferences. An application illustrates the applicability of the framework.

**KEYWORDS.** Water resources management; value-focused thinking; group decision; participatory decision-making; additive model

.

## 1. Introdução

O processo de tomada de decisão em relação ao gerenciamento e planejamento de recursos hídricos no Brasil tem características específicas que o diferencia de outras decisões. Por exemplo, existe uma lei Federal 9433/97 que estabelece o Plano Nacional de Recursos Hídricos. Esse plano prevê a participação, descentralização e integração no gerenciamento de água. Isso quer dizer que as decisões sobre recursos hídricos devem ser um processo participativo com a presença da comunidade e diversos setores da economia. Dessa forma, as decisões, em geral, são em grupo, normalmente feitas através de um processo de votação; ou uma negociação, quando acordos precisam ser feitos entre as partes.

Apesar de alguns setores não serem bem representados nas decisões, como muitas vezes acontece com as populações marginalizadas, o gerenciamento de recursos hídricos no Brasil é considerado progressivo em relação a outros países [Figueiredo e Perkins 2013]. A participação de diferentes setores nessas decisões é muito importante, pois as consequências das escolhas feitas afetam toda a sociedade e futuras gerações. Por isso é muito importante que se pesquise como processos de decisão em grupo e negociação podem ser modelados e implementados [Perkins 2011].

Os comitês de Bacias hidrográficas são formados por representantes dos diversos setores da sociedade: usuários de água, poder público, sociedade civil (universidades, associações). Eles são responsáveis por arbitrar os conflitos pelo uso da água, aprovar o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica, que envolve racionalização de uso, melhoria da qualidade, prioridades para outorga de direito de uso de recursos hídricos, etc.; estabelecer mecanismos de cobrança pelo uso da água, entre outras atividades.

Membros de comitês de bacias devem encontrar uma solução para um problema que represente os diferentes setores da sociedade. Muitas dificuldades são enfrentadas na estruturação e resolução de conflitos internos. Além disso, a subjetividade dos aspectos que estão envolvidos no processo de negociação, como emoção, julgamento, valores diferentes, e diferentes interesses tornam o processo de decisão ainda mais complexo.

Para alcançar recomendação mais efetivas em um processo de decisão, os decisores (DMs, do inglês Decision-Makers) devem ter em mente diversos pontos, tais como: o que está acontecendo no ambiente, quem são as pessoas afetadas, quais são suas preocupações, como incluir várias perspectivas ao problema, entre outros. As informações que os DMs obtêm são mais confiáveis quando métodos são utilizados, em vez das decisões serem tomadas de forma apenas intuitiva sem processo estruturado envolvido [Saaty 2005].

Para o processo inicial da decisão em grupo, existem os métodos de estruturação de problema (MEP). Segundo Eden (1988), estruturação de problema é um processo de aprendizagem interativa que procura construir uma representação formal de um problema, que une seus componentes objetivos e os aspectos subjetivos dos DMs. Os Métodos de Estruturação de Problema podem ajudar na identificação dos fatores relevantes enquanto se modela o problema de decisão, antes da tomada de decisão em si. Alguns métodos, além de modelarem o problema, também dão uma recomendação final ao grupo.

Devido às características apresentadas acima em relação às decisões em Comitês de Bacia Hidrográfica e às vantagens que os métodos de estruturação de problema trazem para o sucesso das decisões, essa pesquisa desenvolve um framework para estruturar decisões em grupo. Faz-se uso de técnicas do método Value-focused Thinking (VFT) [Keeney 1992] alinhadas a outras técnicas para estruturação de problema que auxilia na tomada de decisão em grupo, desde o início do processo decisório, identificando os fatores relevantes, estruturando os objetivos, gerando as alternativas e identificando os critérios, até a recomendação de uma solução de compromisso ou escolha de alternativa.

Além da introdução, este trabalho está dividido em mais quatro seções. A Seção 2 apresenta uma breve revisão da literatura sobre Métodos de Estruturação de Problema; a Seção 3 descreve o passo a passo do framework proposto neste artigo; a Seção 4 mostra um estudo de caso para ilustrar a aplicação do framework; e, por fim, a Seção 5 conclui o trabalho.

## 2. Métodos de Estruturação de Problema

Muitos pesquisadores discutem a importância, dificuldade e metodologias de decisões participativas em recursos hídricos. Yavuz e Bayacan (2015), por exemplo, exploram a percepção de comunidades locais em relação às estratégias de gerenciamento da Bacia do Lago Beysehir. A colaboração das comunidades locais e do governo foi considerada ponto chave para o gerenciamento bem-sucedido da bacia hidrográfica. Já Butler e Adamowski (2015) utilizam o Group Model Building, que é um método desenhado para criar modelos que descrevam sistemas ambientais e socioeconômicos, com a participação de stakeholders, focando também nas comunidades locais. O método é baseado em alguns estágios como: identificar os stakeholders, preparar workshops e mediar os workshops (com a presença de um facilitador/mediador). Outros estudos que abordam gerenciamento e planejamento de recursos hídricos em grupo são [Carmona et al. 2013]; [Nasrabadi et al. 2013]; [Robles-Morua et al. 2014]; [Silva et al. 2010].

Ao contrário dos mais tradicionais métodos de decisão que usam apenas modelos matemáticos sofisticados, inputs quantitativos e que fornecem respostas mais precisas, a modelagem de MEP é mais focada no julgamento de valores e participação enquanto o modelo está sendo desenvolvido [Keisler et al. 2014]. Identificar quem são os tomadores de decisão (DMs), seus objetivos, os critérios para avaliação das alternativas e as restrições do problema devem ser feitos antes da decisão, e a modelagem do problema vai influenciar na qualidade da solução escolhida. A estruturação do problema é ainda mais crucial quando diferentes atores estão envolvidos, como decisão em grupo. Isso porque a complexidade do problema aumenta devido às diferentes perspectivas, objetivos e alternativas que terão que ser levados em consideração em um mesmo problema de decisão. Dessa forma, fica mais difícil para o grupo identificar intuitivamente, sem apoio de um método que guie o processo, todos os aspectos relevantes do problema, bem como incorporar as perspectivas do grupo para que se escolha uma alternativa mais representativa.

MEP também podem ajudar a resolver conflitos do grupo, pois promovem comunicação, criatividade, permitem que as partes percebam as perspectivas um do outro e encontrem soluções que melhor representem o grupo.

Existem na literatura vários MEP que têm sido amplamente desenvolvidos. Alguns dos mais conhecidos são: Soft Systems Methodology (SSM) [Checkland e Holwell 1997]; [Checkland 1981], Strategic Options Development, Analysis (SODA) [Eden e Ackermann 2001], Value-Focused Thinking (VFT) [Keeney 1992] e Strategic Choice Approach (SCA) [Friend e Hickling 2005].

SSM é um MEP construído para analisar problemas complexos. Sua metodologia é baseada no aprendizado constante. O método articula um procedimento de perguntas e respostas entre as partes envolvidas para identificar alternativas. As questões levam a novas ideias criando um sistema de aprendizagem. Esse processo é dado através da busca de soluções e através da comparação de alternativas [Checkland e Holwell 1997; Checkland 1981].

O SODA é um MEP que auxilia os DMs a definirem o problema de interesse e guia os DMs durante o processo de decisão. O método usa mapas cognitivos e workshops para modelar o problema, e compreender e incorporar as percepções dos DMs ao modelo [Eden e Ackermann 2001].

O VFT possui uma forma mais proativa de encarar a decisão. A maioria dos métodos de decisão aborda um problema a partir de um conjunto de alternativa, posteriormente os objetivos são analisados e os critérios selecionados para avaliar as alternativas. Isso pode ser considerado uma forma reativa de abordar o problema de decisão. Segundo Keeney (1992), o que deveria guiar a decisão são os valores. A partir desses valores oportunidades de decisão podem ser identificados. Dessa forma, o DM começa o processo focando seu pensamento em valores, a partir disso os objetivos relacionados a esses valores são identificados para, então, identificar as alternativas como forma de atingir esses objetivos.

Pesquisadores têm aplicado técnicas de MEP nos mais diversos contextos de tomada de decisão. VFT, por exemplo, tem sido frequentemente usado em contextos ambientais como

apresentado em [Gregory et al. 2001]; [Hassan 2004]; [McDaniels et al. 2006]; [Merrick e Garcia 2004] mostram um processo de como tomar decisões para melhorar a qualidade das bacias hidrográficas. Para isso, VFT é usado para desenhar um modelo para medir a condição atual de uma bacia urbana, a Upham Brook em Richmond, Virginia. Os resultados são comparados àqueles de uma bacia hipoteticamente perfeita para evidenciar a diferença entre as duas e identificar o que poderia ser melhorado.

Silva Filho et al. (2014) analisam um problema de manutenção no sistema de distribuição de água. Para a manutenção ser feita é necessário fechar parte da rede de distribuição de água (segmentação da rede) através de válvulas de isolamento. Para isso um grupo de gestores deve definir o número de válvulas e onde será feito o isolamento. Antes do processo de tomada de decisão, o problema é estruturado, isto é, os aspectos relevantes do problema e os diversos critérios que os gestores devem concordar para avaliação das alternativas são identificados com o uso do SODA.

Suriya e Mudgal (2013) usam Soft Systems Methodology em um estudo de caso na bacia hidrográfica Adayar na Índia. O trabalho mostra como o SSM pode ser usado para auxiliar os DMs em situações complexas como definir soluções estratégicas para a questão de inundação de forma participativa incluindo diversos stakeholders e DMs.

Kayaga (2008) aplicou o SSM para melhorar a desempenho dos sistemas de medição do setor de água e saneamento em Uganda. Com grande participação de *stakeholders*, uma equipe de pesquisadores criou e testou em campo um novo Sistema de medição que foi amplamente aprovado por diversos gestores locais e internacionais.

Cunha et al. (2015) utilizam o SSM para regulação do serviço monopolista do sistema de abastecimento de água e torná-lo mais eficiente. O SSM é utilizado numa etapa de estruturação do problema identificando os critérios relevantes para avaliar as diferentes alternativas para melhorar a eficiência na prestação do serviço. Para a avaliação em si, métodos de apoio à decisão multicritério são sugeridos.

Levino and Morais (2013) propõem um modelo para decisão em comitês de bacia hidrográfica no Brasil que ajuda a reduzir os conflitos internos do grupo e aumenta os níveis de cooperação. O modelo é composto pela fase de pré-estruturação e estruturação do problema em que o método SCA é usado.

Os métodos de estruturação de problema são essenciais nos processos de decisão em grupo visto que esses métodos auxiliam na determinação do problema, na construção de alternativas e na escolha de critérios relevantes para a avaliação alternativas que representem o grupo. Em outras palavras, são importantes para buscar todas as informações relevantes para o problema de forma estruturada. Além de disso, os MEP promovem a comunicação, resolução de conflitos e colaboração entre os DMs o que é especialmente importante no contexto de gerenciamento e planejamento de recursos hídricos.

### 3. Framework Proposto

O modelo em desenvolvimento tem o objetivo de auxiliar os DMs a desenvolverem um ambiente mais cooperativo, promovendo comunicação, coleta de informações e soluções que representem os objetivos dos DM envolvidos. O método Value-Focused Thinking foi escolhido para ajudar os DMs a pensarem de forma criativa em seus objetivos/valores.

Para a negociação, o principal objetivo é identificar os diferentes valores que são de interesse de todos os negociadores. Isso vai permitir que eles pensem em cooperação para que consigam um ganho conjunto combinando esses valores em alternativas enquanto negociam.

Para a decisão em grupo, a estruturação do problema e dos objetivos, através do framework proposto, possibilitam que o grupo identifique critérios que representem não apenas os objetivos individuais de cada membro, mas os objetivos do grupo. A estruturação dos objetivos também auxilia os DMs a identificarem alternativas baseadas nesses objetivos, se tornando uma ferramenta para auxiliar os DMs em um processo criativo. Isso permite que os DMs abordem o problema de decisão de uma forma mais proativa. A Figura 1 ilustra esses processos.

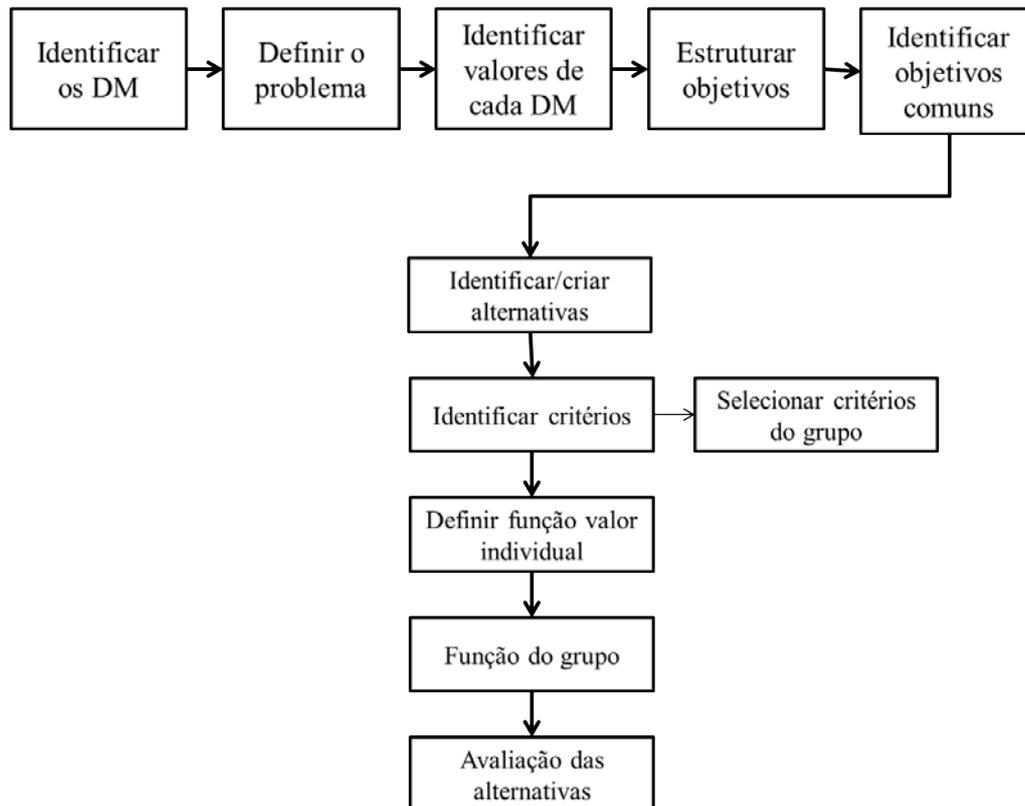


Figura 1. Estrutura do framework proposto

As etapas do framework são apresentadas a seguir:

- i) **Identificar os atores:** Todos os atores envolvidos no processo devem ser identificados. Para a gestão de recursos hídricos, as decisões devem ser tomadas com participação de diferentes setores da sociedade. Neste trabalho iremos considerar três DMs: representante da indústria, representante do governo e representante da comunidade local. Estes fazem parte de um comitê de bacia hidrográfica. Além dos DMs, existe a participação de um analista para auxiliá-los durante todo processo de decisão.
- ii) **Definir o problema:** A definição do problema é uma parte importante do processo de tomada de decisão. É uma etapa de discussão entre os atores envolvidos para que o problema a ser tratado, e os conceitos envolvidos estejam claros para os DMs. Neste trabalho será tratado um problema de escolha, para se escolher uma alternativa para tratar o problema de poluição de uma bacia hidrográfica.
- iii) **Identificar valores individuais:** Nessa fase, técnicas do VFT são usadas para identificar o que os DM desejam, quais são seus valores e objetivos. Basicamente o analista faz questionamentos de forma a levar os DMs a pensarem nos seus objetivos de forma criativa para tentar identificar aqueles objetivos que não são tão evidentes para eles.
- iv) **Estruturar objetivos:** Na etapa de questionamento várias ideias são apresentadas além dos objetivos, entre elas alternativas, critérios, restrições etc. O analista auxilia os DMs na separação desses fatores e, mais importante, ajuda os DMs a separarem seus objetivos entre meios e fins. Objetivos meios são os que levam aos fins. Dessa forma é possível gerar uma hierarquia de objetivos representada por uma árvore.
- v) **Identificar objetivos em comum:** Esta fase serve para identificar os objetivos que representam o grupo. Os objetivos em comum são identificados e representados uma

- única vez na árvore do grupo. Para isso, são necessárias discussões entre os membros para ter certeza de que os objetivos significam a mesma coisa para todos e para apresentar o problema e as aspirações de cada um numa perspectiva de grupo. É uma fase de interação e diálogo para estimular os DMs a cooperarem uns com os outros e a trocarem informações para tornar seus pontos de vista mais claros
- vi) **Identificar alternativas:** Nesta fase os DM vão pensar em alternativas que possam satisfazer seus objetivos. Com a hierarquia dos objetivos pronta, fica mais fácil para os DMs identificá-las. Como o VFT é um método que foca nos objetivos para depois identificar as alternativas, pode ser considerado um método proativo. Os DMs não precisam pensar apenas em alternativas para solucionar o problema enfrentado, mas encontrar oportunidades de decisão. Porém, para decisão em grupo esse processo seria mais complexo e demorado. Dessa forma, para evitar que os DMs percam o foco da decisão iremos considerar apenas alternativas ligadas ao problema em discussão.
  - vii) **Identificar critérios:** Assim como a hierarquia de objetivos facilita na identificação de alternativas, ela também facilita a identificação dos critérios que irão representar os objetivos e que vão medir como as alternativas alcançam esses objetivos. Nem todos os critérios devem ser usados na avaliação das alternativas, Critérios que representem os objetivos do grupo serão selecionados e não critérios que apenas representam objetivos individuais. Isso permitirá que os DMs vejam o problema através da perspectiva de grupo, mas ainda assim considerando as avaliações individuais e cada membro.
  - viii) **Definir função valor individual:** Cada DM avalia individualmente as alternativas com os critérios definidos pelo grupo. A avaliação se dá através de uma função aditiva e o peso dos critérios é determinado por cada DM. Assim, mesmo que o DM analise o problema por uma perspectiva do grupo, ou seja com critérios e alternativas geradas pelo grupo, ele também insere na avaliação suas preferencias individuais, ponderando os pesos e e fazendo uma avaliação individual das alternativas. Dessa forma, uma alternativa pode ser muito boa para um DM e muito ruim para outro. Essas funções individuais serão posteriormente agregadas em uma função do grupo.
  - ix) **Definir função do grupo:** As funções individuais serão agregadas em uma função do grupo. A agregação das funções leva em consideração dois fatores diferentes: a importância relativa de cada DM e a comparação interpessoal das funções valores. Nesse trabalho todos os DM terão a mesma importância relativa, dessa forma os pesos dirão respeito apenas à avaliação de cada DM.
  - x) **Avaliação das alternativas:** A função do grupo fornece um score para cada alternativa baseada na avaliação da sua performance por cada DM em cada critério. Dessa forma, é possível ranquear todas as alternativas da melhor para a pior. A alternativa escolhida será aquela com maior score, ou melhor posição no ranking.

#### 4. Aplicação

Nesta seção serão apresentados os resultados de um estudo de caso envolvendo uma situação realística enfrentada por um comitê de bacia hidrográfica. Como explicado na Seção 3, o representante da indústria, o representante da comunidade local e o representante do governo irão escolher uma alternativa para reduzir a poluição e degradação da bacia que representam seguindo o framework apresentado na Seção 3.

A Figura 2 apresenta a hierarquização dos objetivos para o representante da comunidade local. A comunidade deseja maximizar a qualidade da água pois isso poderá ajudar a garantir o abastecimento de água à população e animais, assim as necessidades básicas da população poderão ser atendidas e isso trará saúde e bem-estar que contribuirá para maximizar a qualidade de vida. Da

mesma forma, quer garantir o múltiplo uso da água para manter a produção e serviços nos diferentes setores da economia e isso terá um impacto positivo sobre a taxa de emprego que aumenta a renda e gera qualidade de vida e assim por diante.

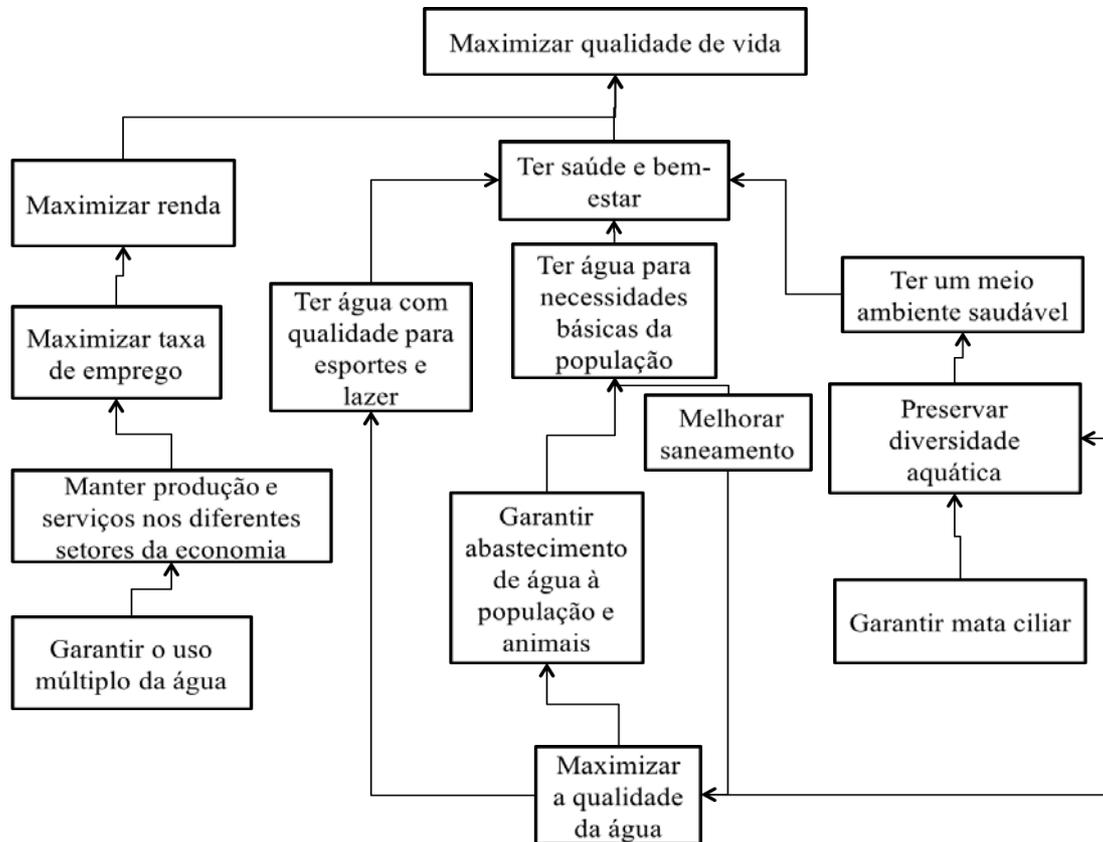


Figura 2. Árvore de objetivos do representante da comunidade

Cada DM terá uma árvore como a da Figura 2. A Figura 3 apresenta a árvore de objetivos para cada DM, mas com os objetivos que eles têm em comum representados apenas uma vez. Com todos os objetivos detalhados, os DMs podem pensar em alternativas para o problema de forma mais clara, ou seja, identificar que alternativas poderiam contribuir para que os DMs alcancem seus objetivos.

Algumas alternativas estão apresentadas na parte de baixo da Figura 3. Essas alternativas também estão ligadas aos objetivos. Para evitar prejudicar a visibilidade da figura, nem todas as relações estão apresentadas. Para fins de simplificação, apenas seis alternativas foram consideradas neste exemplo: i) A<sub>1</sub>: implantação de um sistema de esgoto; ii) A<sub>2</sub>: criar uma estação de tratamento; iii) A<sub>3</sub>: construir um aterro sanitário; iv) A<sub>4</sub>: fazer uma campanha educacional; v) A<sub>5</sub>: fazer uma barreira de contenção; vi) A<sub>6</sub>: melhorar a coleta de lixo.



Após esta fase, os DMs definem junto com um analista os critérios para avaliar o desempenho das alternativas em relação ao objetivo. Os critérios selecionados aqui são: i) qualidade da água: este critério é medido pela redução da taxa de coliformes/100mililitros de água, quanto maior a concentração mais poluída é a água; ii) número de empregos criados: este critério é medido pelo número de empregos gerados devido à implementação da alternativa; iii) tempo de resposta: a medida desse critério é dada em dias, o critério corresponde ao tempo mínimo para se alcançar os benefícios da alternativa implementada. A medida das alternativas nesses critérios será o mesmo para todos os DMs, porém a avaliação desse desempenho é feita de forma individual de acordo com as preferencias de cada DM. Nesse caso, todos os critérios possuem o mesmo sentido de preferência para todos os DMs. Isto é, todos os DMs desejam minimizar a poluição de água, maximizar o emprego, pois aumentará a renda da população, e minimizar o tempo para notar os efeitos benéficos da alternativa escolhida.

Depois das fases apresentadas os DMs definem suas funções individuais. A função valor individual é determinada pela Equação 1:

$$v_i(a) = \sum_{j=1}^n k_j g_j(a) \quad (1)$$

onde  $k_j$  são as constantes de escala que refletem os *tradeoffs* entre os atributos,  $\sum_{j=1}^n k_j = 1$ , e  $g_j(a)$  é o valor dado à performance de cada alternativa em cada critério  $j$ .

A função de cada integrante do grupo é representada pelas Equações 2, 3 e 4:

- Representante do governo:  $v_1(a) = 0,3 g_1(a) + 0,3 g_2(a) + 0,4 g_3(a)$  (2)

- Representante da indústria:  $v_2(a) = 0,5 g_1(a) + 0,2 g_2(a) + 0,3 g_3(a)$  (3)

- Representante da comunidade:  $v_3(a) = 0,5 g_1(a) + 0,4 g_2(a) + 0,1 g_3(a)$  (4)

A função do grupo é determinada pela Equação (5):

$$V(a) = \sum_{i=1}^m w_i v_i(a) \quad (5)$$

onde  $w_i$  é o peso da avaliação de cada DM na avaliação do grupo e  $\sum_{i=1}^m w_i = 1$ .

Após discussão entre os membros do grupo, foram definidos os seguintes pesos para a avaliação dos DMs na função do grupo:

$$V(a) = 0.4 \times v_1(a) + 0.3 \times v_2(a) + 0.3 \times v_3(a) \quad (6)$$

A função da Equação 6 resultou no seguinte ranking das alternativas, apresentando pela Tabela 1:

Tabela 1. Ranking das alternativas avaliadas

Alternativa	Governo	Indústria	Comunidade	Score do grupo	Ranking do grupo
A <sub>1</sub>	0.493	0.637	0.589	0.565	2
A <sub>2</sub>	0.059	0.071	0.082	0.069	6
A <sub>3</sub>	0.679	0.523	0.531	0.588	1
A <sub>4</sub>	0.251	0.311	0.251	0.269	5
A <sub>5</sub>	0.475	0.346	0.18	0.348	4
A <sub>6</sub>	0.616	0.466	0.37	0.497	3

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 1, a alternativa com melhor desempenho na avaliação do grupo é a construção de aterro sanitário (A<sub>3</sub>). Esta alternativa é a melhor para o representante do governo e a segunda melhor para os representantes da indústria e da comunidade local. As alternativas A<sub>1</sub>, A<sub>6</sub> e A<sub>3</sub> dominam as alternativas A<sub>2</sub>, A<sub>5</sub> e A<sub>4</sub>, pois são preferidas à elas por todos os membros do grupo.

Uma análise de sensibilidade pode ser feita para se verificar para quais variações no peso a alternativa  $A_3$  se manteria alternativa escolhida, ou se haveria outra alternativa escolhida por pequenas variações no peso.

## 5. Conclusões

O framework apresentado nesse trabalho mostra como um problema de decisão em grupo pode ser avaliado através de um framework comum a todos os DMs. Isso é possível usando a estrutura do VFT adaptado para grupo para identificar objetivos, alternativas e critérios (atributos) em comum baseados nos objetivos do grupo. Isso mostra que os DMs são capazes de definir e escolher alternativas que são do interesse de todos os DMs.

O framework auxilia o grupo durante todo o processo de decisão, desde a fase de estruturação do problema até a escolha da alternativa. Ele permite que o grupo visualize seu problema em comum através do mesmo quadro, mas ainda assim considerando o sistema de valor individual de cada DM. Com esse trabalho é esperado auxiliar os Comitês de Bacia Hidrográfica a fazerem escolhas que sejam mais representativas ao grupo, levando em consideração as preferências individuais de cada membro.

**Agradecimentos:** Os autores gostariam de agradecer o apoio da FACEPE, APAC, CAPES E CNPQ no desenvolvimento deste trabalho através da disponibilização de bolsas de pesquisa.

## Referências

- Butler, C., Adamowski, J. (2015). Empowering marginalized communities in water resources management: Addressing inequitable practices in Participatory Model Building. *Journal of Environmental Management*. 153: 153–162. doi:10.1016/j.jenvman.2015.02.010
- Carmona, G., Varela-Ortega, C., Bromley, J. (2013). Participatory modelling to support decision making in water management under uncertainty: Two comparative case studies in the Guadiana river basin, Spain. *Journal of Environmental Management*. 128: 400–412.
- Checkland, P. (1981). *Systems thinking, systems practice*. Wiley, Chichester.
- Checkland, P., Holwell, S. (1997). *Information, systems and information systems: making sense of the field*. Wiley, Chichester.
- Cunha, A.A.R., Silva Filho, J.L., Morais, D.C. (2015). Usando SSM para promover a melhoria da eficiência em sistemas de abastecimento de água. *XLVII SBPO*, Porto de Galinhas.
- Eden, C. (1988). Cognitive mapping. *European Journal of Operational Research*. 36: 1–13. doi:10.1016/0377-2217(88)90002-1
- Eden, C., Ackermann, F. (2001). SODA – The Principles, in: J. Rosenhead & J. Mingers (Ed.), *Rational Analysis for a Problematic World Revisited*. John Wiley & Sons, Chichester.
- Figueiredo, P., Perkins, P.E. (2013). Women and water management in times of climate change: participatory and inclusive processes. *Journal of Cleaner Production*. 60: 188–194. doi:10.1016/j.jclepro.2012.02.025
- Friend, J.K., Hickling, A. (2005). *Planning under pressure: the strategic choice approach*. Routledge.
- Gregory, R., Arvai, J., McDaniels, T. (2001). Value-focused thinking for environmental risk consultations, in: *Environmental Risks: Perception, Evaluation and Management*, Research in Social Problems and Public Policy. Emerald Group Publishing Limited, pp. 249–273. doi:10.1016/S0196-1152(01)80031-4
- Hassan, O.A.B. (2004). Application of value—focused thinking on the environmental selection of wall structures. *Journal of Environmental Management*. 70: 181–187. doi:10.1016/j.jenvman.2003.11.007
- Kayaga, S. (2008). Soft systems methodology for performance measurement in the Uganda water sector. *Water Policy*. 10: 273. doi:10.2166/wp.2008.153
- Keeney, R.L. (1992). *Value-focused thinking. A path to creative decision making*. Harvard

- University Press, Cambridge.
- Keisler, J., Turcotte, D.A., Drew, R., Johnson, M.P. (2014). Value-focused thinking for community-based organizations: objectives and acceptance in local development. *EURO Journal on Decision Processes*. 2: 221–256. doi:10.1007/s40070-014-0032-y
- Levino, N. de A., Morais, D.C. (2013). Applying Strategic Choice Approach for Decision Making of Watersheds Committees, in: *2013 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics*. IEEE, p. 38–43. doi:10.1109/SMC.2013.14
- McDaniels, T., Longstaff, H., Dowlatabadi, H. (2006). A value-based framework for risk management decisions involving multiple scales: a salmon aquaculture example. *Environmental Science and Policy*. 9: 423–438. doi:10.1016/j.envsci.2006.03.005
- Merrick, J.R.W., Garcia, M.W. (2004). Using Value-Focused Thinking to Improve Watersheds. *Journal of the American Planning Association*. 70: 313–327. doi:10.1080/01944360408976381
- Nasrabadi, A., Karami, E., Ahmadvand, M. (2013). Determinants of Participation in Watershed Development Projects in Khorasan , *Iran 15*, 1085–1094.
- Perkins, P.E. (2011). Public participation in watershed management: International practices for inclusiveness. *Phys. Chem. Earth* 36: 204–212. doi:10.1016/j.pce.2010.02.004
- Robles-Morua, A., Halvorsen, K.E., Mayer, A.S., Vivoni, E.R. (2014). Exploring the application of participatory modeling approaches in the Sonora River Basin, Mexico. *Environmental Modelling and Software*. 52: 273–282. doi:10.1016/j.envsoft.2013.10.006
- Saaty, T.L. (2005). *Theory and Applications of the Analytic Network Process*. RWS Publications., Pittsburgh, PA.
- Silva Filho, J.L. e, Fontana, M.E., Costa Morais, D. (2014). Strategic Options Development and Analysis to identify criteria to evaluate segmentation problems of a water distribution network, In *2014 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)*. IEEE, p. 283–288. doi:10.1109/SMC.2014.6973921
- Silva, V.B.S., Morais, D.C., Almeida, A.T. (2010). A Multicriteria Group Decision Model to Support Watershed Committees in Brazil. *Water Resources. Management*. 24: 4075–4091. doi:10.1007/s11269-010-9648-2
- Suriya, S., Mudgal, B. V. (2013). Soft systems methodology and integrated flood management: A study of the Adayar watershed, Chennai, India. *Water and Environment Journal*. 27: 462–473. doi:10.1111/j.1747-6593.2012.00365.x
- Yavuz, F., Bayacan, T., 2015. op y On On lin e C y. J. *Environmental Biology*. 36: 65–72.