



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**  
**ESCOLA POLITÉCNICA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA**  
**AMBIENTAL URBANA.**

**APOIO À DECISÃO AO PROCESSO DE DEFINIÇÃO DA VAZÃO**  
**AMBIENTAL: CASO DE ESTUDO TRECHO BAIXO DO RIO SÃO**  
**FRANCISCO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

TATIANA COSTA

**Salvador, setembro de 2010.**

**TATIANA COSTA**

**APOIO À DECISÃO AO PROCESSO DE DEFINIÇÃO DA VAZÃO  
AMBIENTAL: CASO DE ESTUDO TRECHO BAIXO DO RIO SÃO  
FRANCISCO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental Urbana, da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia.

Linha de pesquisa – Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos.

Orientadora: Yvonilde Dantas Pinto Medeiros, Dra.

**Salvador, setembro de 2010.**

---

C837 Costa, Tatiana

Apoio a decisão ao processo de definição da vazão ambiental: caso de estudo trecho baixo do rio São Francisco (2008-2010). / Tatiana Costa. – Salvador, 2010.

219 f. : il. color.

Orientador: Profa. Dra. Yvonilde Dantas Pinto Medeiros

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica, 2010.

1. Cursos de água – Fluxo. 2. Água – Uso. 3. Gestão ambiental – São Francisco, Rio. 4. Recursos hídricos - Desenvolvimento. 5. Mapas cognitivos (Psicologia). I. Medeiros, Yvonildes Dantas. II. Universidade Federal da Bahia. III. Título.

CDD: 333.91

---

TATIANA COSTA

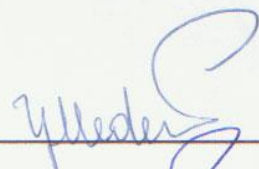
APOIO À DECISÃO AO PROCESSO DE DEFINIÇÃO DA VAZÃO  
AMBIENTAL: CASO DE ESTUDO TRECHO BAIXO DO RIO SÃO  
FRANCISCO”

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Ambiental Urbana.

Salvador, 27 de setembro de 2010

Banca Examinadora:

Profa. PhD. Yvonilde Dantas Pinto Medeiros  
Universidade Federal da Bahia –UFBA



Profa. Dra. Ilce Marília Dantas Pinto de Freitas  
Universidade Federal da Bahia –UFBA



Prof. PhD. Leonardo Ensslin  
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC



## **Agradecimentos**

A Deus, por iluminar meu caminho me possibilitando vencer mais um desafio com a realização deste trabalho.

A professora Yvonilde Medeiros, orientadora desta pesquisa pelos ensinamentos e oportunidades proporcionadas durante a realização desta dissertação.

Ao professor Leonardo Ensslin, pela oportunidade de participar das suas aulas e por disponibilizar o acesso ao LabMCDA da UFSC.

A colega de pesquisa e grande amiga Golde Stifelmann, pelo apoio, amizade, por acreditar neste trabalho e compartilhar suas experiências de pesquisa.

Aos meus amigos, em especial os de Salvador que me acolheram com tanto carinho todas as vezes que precisei.

Aos meus pais pela ajuda, confiança e grande apoio nas muitas vezes que tive que viajar.

Ao meu amado filho Derek, *a quem dedico este trabalho*, pela paciência e compreensão nas minhas ausências, mesmo quando o trabalho exigia dedicação integral.

## RESUMO

Atualmente, muitos são os problemas associados às condições do regime vazão que incidem nos múltiplos usos da água. Esse tipo de problema, cada vez mais, exige da gestão dos recursos hídricos a utilização de metodologias que levem em conta além de dados quantitativos, informações qualitativas que incorporem a subjetividade dos atores no processo decisório. O presente trabalho propõe a utilização de mapas cognitivos como técnica de apoio à decisão na estruturação de um problema em gestão de recursos hídricos, no qual se envolvem interesses em conflitos e a necessidade de negociação entre os múltiplos atores. Utilizou-se como estudo de caso a definição da vazão ambiental, no trecho baixo do rio São Francisco. O mapa cognitivo mostrou-se como uma ferramenta adequada na estruturação do problema, uma vez que no processo de construção, proporciona um melhor entendimento aos atores sobre o problema em questão, facilitando na identificação dos aspectos relevantes a serem considerados no processo de decisão.

**PALAVRAS CHAVES:** mapas cognitivos, gestão de recursos hídricos, vazão ambiental.

## ABSTRACT

Currently, there are many problems associated with conditions of the discharge system that focus on multiple uses of water. This kind of problem, more and more demands on water resources management the use of methodologies that take into account, in addition to quantitative data, qualitative information that incorporate the subjectivity of the decision making process. This paper proposes the use of cognitive maps as a technique for decision support in the structuring of a problem in water resources management, where interests are involved in conflicts and the need for negotiation among multiple actors. The low stretch of the river San Francisco was used as a case study. The cognitive map was shown to be a suitable tool for structuring the problem, since the construction process, provides a better understanding of the actors on the situation you want to change by facilitating the identification of relevant aspects to be considered in decision making.

**KEY WORDS:** water resources, environmental flow and cognitive maps.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Gráfico da Energia Hidrelétrica gerada no mundo.....	31
FIGURA 2	Representação do processo de articulação e pensamento	84
FIGURA 3	Subsistemas de Atores.....	108
FIGURA 4	Mapa da divisão municipal da Bacia do Rio São Francisco	116
FIGURA 5	Principais reservatórios e unidades fisiográficas da Bacia do Rio São Francisco.....	118
FIGURA 6	Cascata de Barragens ao longo do Rio São Francisco.....	119
FIGURA 7	Conjunto de conceitos formadores da área de interesse <i>Ecosistemas</i> .....	135
FIGURA 8	Grupos de áreas de interesses.....	135
FIGURA 9	Exemplo construção de conceitos em direção ao fim.....	137
FIGURA 10	Exemplo construção de conceitos em direção ao meio.....	138
FIGURA 11	Linhas de argumentação formadoras do ramo <i>Ciclo Biológico</i> .....	140



FIGURA 12	Mapa cognitivo da área de interesse <i>Ecosistemas</i> e identificação de ramos.....	142
FIGURA 13	Processo de Transição dos Mapas de Relações Meios-Fins para Árvore de PVFs.....	144
FIGURA 14	Estrutura Hierárquica de Valor.....	146

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1	Visão Holística do Aproveitamento da Água.....	30
QUADRO 2	Características dos Paradigmas Racionalista e Construtivista das Escolas de Metodologias Multicritério.....	62
QUADRO 3	Estratégia para Identificação dos Elementos Primários de Avaliação EPA.....	92
QUADRO 4	Conceitos Trabalhados no Modelo.....	133
QUADRO 5	PVF Identificados e seus Respectivos Significados	152

## SIGLAS E ABREVIações

BBM	Building Block Methodology
CBHSF	Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco
CHESF	Companhia Hidrelétrica do São Francisco
EPA	Elemento Primário de Avaliação
INGA	Instituto de Gestão de Águas e Clima
LabMCDA	Laboratório de Metodologia Multicritério de Apoio a Decisão
MC	Mapa Cognitivo
MCDA-C	Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão – Construtivista
ONG	Organizações Não Governamentais
PVF	Ponto de Vista Fundamental
PVE	Ponto de Vista Elementar
PBHSF	Plano da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco
PPGEP	Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFSC
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina

## SUMÁRIO

	<b>RESUMO.....</b>	
	<b>ABSTRACT.....</b>	
	<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	
	<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	
	<b>SIGLAS E ABREVIACÕES.....</b>	
	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>17</b>
<b>1</b>	<b>JUSTIFICATIVA DO ESTUDO.....</b>	<b>19</b>
1.1.	OBJETIVOS DA PESQUISA.....	20
1.1.1	OBJETIVO GERAL.....	20
1.1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
1.2	PERGUNTA DE PESQUISA.....	21
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	22
<b>2</b>	<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>26</b>
2.1	CONFLITOS SOCIOAMBIENTAIS DOS MÚLTIPLOS USOS DA GUA.....	27
2.1.1	Hydroenergia disponibilidade <i>versus</i> demanda.....	29
2.2	POLÍTICA DE GUAS NO BRASIL.....	33
2.2.1	Participação social no processo decisório na gestão dos recursos hídricos.....	36
2.2.1.1	Comitês de Bacia Hidrográfica.....	39
2.2.1.2	Hidrelétrica: Conflitos dos usos da gua no Brasil.....	41
2.3	VAZÃO AMBIENTAL.....	44

2.3.1	Métodos de definição da vazão ambiental.....	46
2.3.1.1	Métodos Hidrológicos.....	46
2.3.1.2	Métodos de Classificação Hidráulicos.....	47
2.3.1.3	Métodos de Classificação de Habitats.....	48
2.3.1.4	Métodos Holísticos.....	50
2.3.1.4.1	BBM- <i>Building Block Methodology</i> .....	51
2.4	O PROCESSO DECISÓRIO.....	54
2.4.1	Participação social no processo decisório.....	56
2.5	PARADIGMA CONSTRUTIVISTA.....	58
2.5.1	Visão do conhecimento objetivista.....	58
2.5.2	Visão do conhecimento construtivista.....	60
2.6	MÉTODOS MULTICRITÉRIOS.....	62
2.6.1	Abordagens Multicritério.....	65
2.6.1.1	Abordagem de critério único de síntese.....	65
2.6.1.2	Abordagem de subordinação de síntese.....	66
2.6.1.3	Abordagem do julgamento local interativo.....	67
2.7	MÉTODOS MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO CONSTRUTIVISTA/MCDA-C.....	69
2.7.1	A convicção da inseparabilidade e interpretação de elementos subjetivos e objetivos no apoio à decisão.....	71
2.7.2	A convicção da aprendizagem e do Construtivismo.....	72
2.8	O PROCESSO DE APOIO À DECISÃO.....	73
2.8.1	Estruturação do problema.....	75
2.8.1.1	Definição das ações disponíveis.....	78

2.8.1.2	Problemática de referência.....	79
2.8.2	Métodos para estruturação do problema.....	80
2.9	MAPAS COGNITIVOS.....	82
2.9.1	Tipos de classificação dos Mapas Cognitivos.....	85
2.9.2	Vantagens e desvantagens dos Mapas Cognitivos.....	88
2.9.3	Construção do Mapa Cognitivo.....	89
2.9.3.1	Definição do rótulo para o problema.....	90
2.9.3.2	Definição dos Elementos Primários de Avaliação EPA.....	90
2.9.3.3	Construção de conceitos.....	92
2.9.3.4	Hierarquia de conceitos.....	93
2.9.4	Mapa Cognitivo de decisão em grupo.....	94
2.9.5	Transição do mapa para Estrutura Hierárquica de Valor.....	96
2.9.5.1	Análise hierárquica da relação meios-fins.....	96
2.9.5.2	Análise dos conceitos <i>cabeças</i> e <i>rabos</i> .....	96
2.9.5.3	<i>Clusters</i> .....	97
2.9.5.4	Linhas de argumentação.....	98
2.9.5.5	Ramos dos Mapas Cognitivos.....	98
2.9.6	Estrutura Hierárquica de Valor.....	99
2.9.6.1	Pontos de Vistas Fundamentais.....	99
2.9.6.2	Arborescência de Candidatos a Pontos de Vistas.....	100
2.9.6.3	Descritores.....	101
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>104</b>
3.1	PROCESSO DE PESQUISA.....	104
3.1.1	Coleta de dados.....	104

3.1.2	Abordagem do problema de pesquisa.....	105
3.2	MÉTODO DE PESQUISA ESCOLHIDO.....	106
3.2.1	Estruturação do problema.....	106
3.2.1.1	Contextualização do problema.....	107
3.2.1.2	Construção do Mapa Cognitivo.....	108
3.2.1.3	Transição do mapa para Estrutura Hierárquica de Valor.....	110
3.2.1.4	Estrutura Hierárquica de Valor.....	111
<b>4</b>	<b>ÁREA DE ESTUDO DE CASO.....</b>	<b>112</b>
4.1	CONTEXTO SÓCIO ECONÔMICO E AMBIENTAL DA REGIÃO DE ESTUDO.....	112
4.1.1	Caracterização fisiográfica da Bacia do São Francisco.....	115
4.2	BAIXO TRECHO DO RIO SÃO FRANCISCO.....	117
<b>5</b>	<b>APLICAÇÃO DO MÉTODO DE MAPAS COGNITIVOS.....</b>	<b>122</b>
5.1	CONTEXTO DECISÓRIO.....	122
5.1.1	Problemática do baixo trecho do Rio São Francisco.....	123
5.1.2	Identificação dos atores.....	125
5.1.3	Definição da problemática.....	126
5.2	ESTRUTURAÇÃO DO PROBLEMA.....	127
5.2.1	Definição do rótulo do problema.....	127
5.2.2	Construção dos Mapas Cognitivos.....	129
5.2.2.1	Identificação dos Elementos Primários de Avaliação EPA.....	129
5.2.2.2	Construção dos Conceitos.....	131
5.2.2.3	Áreas de interesses.....	134
5.2.3	Mapas Cognitivos agregados.....	136

5.2.3.1	Construção das relações meios-fins.....	136
5.2.4	Análise dos mapas cognitivos.....	138
5.2.5	Pontos de Vistas Fundamentais e Estrutura Arborescente.....	143
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>147</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>155</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>159</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>175</b>
Anexo A	Elementos Primários de Avaliação (EPAs) identificados após a realização das entrevistas.....	175
Anexo B	Lista de conceitos gerados para cada EPA identificado.....	179
Anexo C	Conjunto de conceitos formadores das áreas de interesses....	184
Anexo D	Mapas cognitivos das áreas de interesses.....	187
Anexo E	Identificação dos <i>clusters</i> das áreas de interesses.....	190
Anexo F	Identificação dos <i>sub-clusters</i> das áreas de interesses.....	199



# CAPÍTULO I

---

## INTRODUÇÃO

Conflitos sociais desencadeados pelo uso da água são comuns na Bacia do Rio São Francisco. A forma de tratá-los é que tem sofrido uma profunda modificação nas duas últimas décadas. A representação de atores, muitas vezes ocultos nessas disputas, aparecem com maior nitidez, assim como suas demandas.

É diante desse cenário de disputa entre os usos da água para a geração de energia, agricultura, pesca, turismo, navegação e conservação do ecossistema aquático que o estabelecimento de um regime de vazão ambiental se impõe como um processo de negociação entre atores sociais em conflito (MEDEIROS et al., 2010).

A garantia dos usos múltiplos e a preservação da biodiversidade diante da recuperação hidroambiental do rio estão entre as medidas propostas no Plano Decenal da Bacia do Rio São Francisco (PBHSF), aprovado pelo CBHSF em 2004. Porém, o valor proposto para a vazão ecológica, durante as discussões ocorridas na fase de elaboração do plano, foi aprovado em caráter provisório (CBHSF, 2004).

Entretanto, coloca-se a necessidade de realizar estudos sobre vazão ecológica no baixo trecho do Rio São Francisco e seus afluentes. Para

responder à demanda do CBHSF é que se insere o estudo da rede de pesquisa Ecovazão<sup>1</sup>.

A vazão ecológica ou ambiental é conceitualmente melhor compreendida como sendo “a quantidade, a qualidade e a distribuição de água requerida para a manutenção dos componentes, funções e processos do ecossistema ribeirinho do qual a população depende.” (O’KEEFFE, 2008). De acordo com a terminologia utilizada pela rede de pesquisa Ecovazão, “vazão ambiental” é o termo que melhor explicita a inserção do ser humano na complexidade ecológica, diferenciando-se neste aspecto do termo “vazão ecológica.” (MEDEIROS et al., 2010).

Entre as complexidades de trabalhar com uma rede multidisciplinar de pesquisa está o envolvimento de um grande número de informações a serem consideradas na negociação. Dessa forma, surgiu a necessidade dos pesquisadores de obter apoio a decisão, uma vez que não tinham clareza de quais aspectos a serem considerados importantes no estabelecimento da vazão ambiental.

Tal problema, considerado complexo, requer o uso de metodologias que levem em conta não apenas informações e dados quantitativos como também os qualitativos, considerando a subjetividade inerente ao processo decisório.

Portanto, a abordagem construtivista dos métodos multicriteriais de apoio à decisão (MCDA-C) contempla esses requisitos, fornecendo suporte aos decisores para a melhor compreensão do problema. Esses métodos auxiliam os decisores a terem uma visão mais clara sobre o contexto problemático,

---

<sup>1</sup> A Rede Ecovazão é uma rede multidisciplinar de pesquisa formada por universidades localizadas na Bacia do São Francisco, financiada pelo MCT/CNPq/CT-HIDRO, que visa definir uma metodologia para o estabelecimento do regime de vazão ambiental para o Baixo São Francisco.

facilitando o processo de negociação entre os atores envolvidos. Nesse contexto, o Mapa Cognitivo é proposto nesse estudo como técnica de apoio aos decisores no estabelecimento do regime de vazão ambiental no baixo trecho do Rio São Francisco.

O objetivo do Mapa Cognitivo está em auxiliar o estabelecimento do diálogo com os atores, gerando informações sobre a situação analisada e o melhor entendimento sobre o problema.

## **1. JUSTIFICATIVAS DO ESTUDO**

A decisão sobre o regime de vazão ambiental em um ambiente de conflito por si só é considerada uma situação complexa, porém, existe outra complexidade envolvida nessa situação: trabalhar com uma rede multidisciplinar de pesquisadores de diversas áreas do conhecimento, levando em conta o conjunto de valores e interesses de cada um dos decisores a respeito da situação que se deseja mudar. O caso de estudo do presente trabalho foi realizado no âmbito da Rede de Pesquisa Ecovazão, cujos pesquisadores entrevistados representam os interesses das três subredes de pesquisas que a compõem. Dessa forma, os interesses sob o ponto de vista dos aspectos biológicos, hidrológicos e socioeconômicos são incluídos no processo, visando atender, da melhor forma possível, os diversos aspectos que envolvem estabelecer um regime de vazão ambiental

Diante desse contexto em que essa pesquisa se justifica e entendendo a complexidade de trabalhar com uma rede multidisciplinar de pesquisadores

na representação dos múltiplos interesses que envolvem o estabelecimento de um regime de vazão ambiental, considerou-se importante adotar uma metodologia que contemplasse fatores como: a interdisciplinaridade, o grande número de informações, as informações incompletas, o diálogo com os atores, a troca de informações e a percepção dos atores sobre o problema.

A abordagem construtivista das metodologias multicriteriais de apoio à decisão (*Multicriteria Decision Aid - MCDA-C*) é a que melhor atende a esses requisitos, e é nesse contexto que se inserem os mapas cognitivos, um dos instrumentos de pesquisa de que se vale a metodologia MCDA-C adotados como nessa pesquisa. O uso dessa ferramenta possibilitou a estruturação do problema, organizando as informações e gerando a reflexão dos atores sobre a situação que se deseja apoiar, o que forneceu uma visão mais clara dos aspectos a serem considerados na definição de um regime de vazão ambiental.

## **1.1 OBJETIVOS DA PESQUISA**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

A presente pesquisa tem como objetivo principal estruturar o problema e definir os aspectos considerados relevantes no estabelecimento do regime de vazão ambiental utilizando a técnica de mapas cognitivos.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- a) Identificar os problemas associados às condições atuais do regime de vazão que incidem nos múltiplos usos da água no baixo curso do Rio São Francisco;
- b) Propiciar os processos de reflexão e negociação dos atores sobre o problema abordado;
- c) Verificar a viabilidade da aplicação da técnica de mapas cognitivos no apoio a problemas que envolvem múltiplos decisores.

## 1.2 PERGUNTA DE PESQUISA

Partindo do ponto de vista da gestão participativa dos recursos hídricos, que cada vez mais incorpora a multidisciplinaridade nos estudos dos recursos hídricos e mecanismos de participação dos vários segmentos e atores nas negociações para a tomada de decisão, esse trabalho apresenta como proposta o uso do método construtivista de mapas cognitivos no apoio a decisão. Esta ferramenta de apoio aos pesquisadores no estudo da vazão ambiental auxilia o entendimento do contexto e a estruturação do problema na identificação dos aspectos a serem considerados na decisão da vazão ambiental

Sobre a problemática emerge a pergunta de pesquisa do presente trabalho: **Quais aspectos podem ser considerados relevantes no estabelecimento de um regime de vazão ambiental segundo a percepção dos especialistas?**

### 1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esse trabalho está dividido em sete capítulos:

Capítulo I: Introdução, justificativa do estudo, objetivos do trabalho e a estrutura do trabalho. Esse capítulo tem como objetivo apresentar a focalização da problemática da pesquisa, justificar o estudo, explicitar os objetivos principais da pesquisa e organizar o trabalho.

Capítulo II: Apresenta o marco teórico da pesquisa, dividido em nove itens:

O item 2.1- *Conflitos socioambientais pelos usos múltiplos da água* - apresenta os conflitos pelo usos da água nos vários setores envolvidos, dando-se enfoque ao setor hidrelétrico como grande usuário de água, sendo explicitado no subitem *Hidroenergia: Disponibilidade versus Demanda*.

O item 2.2 - *Política de Água no Brasil* - apresenta a política de águas e o modelo de gestão de recursos hídricos adotado no Brasil, a gestão integrada, introduzindo a *Participação Social no processo decisório na gestão dos recursos hídricos*, a forma de participação social que surge com os *Comitês de Bacia Hidrográfica* para, em seguida, fazer um breve histórico sobre a implantação das grandes obras hidráulicas para a geração de energia no Brasil. Os interesses divergentes do uso da água também são abordados no subitem *Hidrelétrica conflitos de usos no Brasil*.

O item 2.3 - *Vazão Ambiental* - apresenta definições de vazão ambiental segundo diversos autores consagrados na literatura, os métodos *de Definição de Vazões Ambientais* classificados em quatro grupos de métodos, dando destaque ao grupo dos *métodos holísticos* e, inserido nesse, o *Método BBM (Building Block Methodology)*.

No item 2.4 - *O Processo Decisório* - apresenta o problema como elemento central que motiva o processo de decisão, dando destaque aos problemas que envolvem múltiplos decisores. *A participação social no processo decisório* é apresentada como uma conquista da participação da sociedade na gestão no Brasil, com enfoque na gestão dos recursos hídricos.

O item 2.5 - *Paradigmas Científicos* - apresenta as principais abordagens adotadas pelas escolas de metodologias multicritéris, destacando as diferenças entre as *visões do conhecimento objetivista e construtivista*.

O item 2.6 - *Os Métodos Multicriteriais* - apresenta os fundamentos dos métodos, apresentando as três abordagens principais utilizadas em métodos multicritéris, de acordo com a classificação dada por Roy (1996): *(i) abordagem do critério único de síntese; (ii) abordagem da subordinação de síntese; e (iii) abordagem do julgamento local iterativo*.

Item 2.7 - *Métodos Multicriteriais de Apoio à Decisão* - apresenta as principais diferenças entre as duas escolas de métodos multicritéris e entre a ciência de tomada de decisão e do apoio à decisão. Esse item apresenta também as duas principais convicções (Bana e Costa, 1996) que servem de pilares para o processo de apoio à decisão, emergindo como tendência da Escola Europeia de apoio à decisão: *(i) onipresença da subjetividade e*

*interpenetrabilidade com a objetividade no processo decisório; e (ii) o paradigma da aprendizagem pela participação e o Construtivismo.*

Item 2.8 - *O Processo de Apoio à Decisão* - tem como objetivo conceituar e apresentar as fases do processo de apoio à decisão, necessárias para a construção do modelo multicritério de apoio à decisão. Porém, o foco será dado na fase de *Estruturação do problema* por ser a fase desenvolvida na presente pesquisa. Serão apresentados, ainda nesse item, alguns *Métodos para estruturação do problema* que, segundo Noronha (2003), são os mais recorrentes em metodologias multicritérios de apoio à decisão.

E por fim, o item 2.9 - *Mapas Cognitivos* - conceitua o método de estruturação do problema utilizado nessa pesquisa, apresentando algumas *Vantagens e Desvantagens* de sua aplicação e as *etapas de Construção do mapa cognitivo*.

Capítulo III: Metodologia de pesquisa - descreve a metodologia utilizada para testar a aplicabilidade do método proposto nessa pesquisa.

Capítulo IV: Estudo de Caso - descreve a área escolhida para o estudo de caso, realizando a *Caracterização Socioambiental da Região de Estudo* e apresentando as características gerais da *Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco*, assim como *Os principais usos da água na bacia*, destacando a região do *baixo trecho do Rio São Francisco*, estudo de caso dessa pesquisa.

Capítulo V: Apresenta a *Aplicação do Método de mapas cognitivos*, aqui proposto, para apoio à decisão, iniciando com a *Contextualização do Problema*



para a *Construção dos Mapas Cognitivos* e a *Estruturação da Árvore de Pontos de Vistas*, consideradas relevantes pelo decisores do processo.

Capítulo VI: *Discussão dos Resultados* apresenta os resultados obtidos na realização dessa pesquisa e da aplicação dos mapas cognitivos no apoio ao problema proposto no estudo de caso.

Capítulo VII: *Conclusões e Recomendações* expõem as conclusões obtidas e as limitações do trabalho, bem como as recomendações para trabalhos futuros.

Por fim, serão apresentadas as *Referências Bibliográficas* utilizadas para a realização da pesquisa.

## CAPÍTULO II

---

### 2. MARCO TEÓRICO

Nesse capítulo serão abordados temas relacionados aos conflitos socioambientais desencadeados pelos usos múltiplos da água, ao papel da hidroenergia nesse contexto numa abordagem mundial à política de água no Brasil. Serão abordados também as formas de participação social no processo de gestão das águas, introduzindo a criação dos Comitês de Bacias Hidrográficas como um instrumento de negociação democrático de gestão. Igualmente, serão tratados nesse capítulo, os conflitos ambientais e sociais gerados pelas ações das hidrelétricas no Brasil, as definições de vazão ambiental segundo as teorias de diversos autores consagrados na literatura e as metodologias de estudos de vazões ambientais, destacando o método holístico BBM (*Building Block Methodology*). O processo decisório e a inclusão da participação social na tomada de decisão, também serão temas abordados neste capítulo, realizando-se um breve levantamento das Metodologias Multicritéris, assim como os paradigmas científicos abordados, com destaque para as metodologias da Escola Francesa de apoio à decisão e, por fim, os Mapas Cognitivos como ferramenta para estruturação do problema utilizado no presente trabalho.

## **2.1. CONFLITOS SOCIOAMBIENTAIS RELACIONADOS AOS USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA**

Muitos são os problemas relacionados à questão dos recursos hídricos no mundo, sendo que essa crise hoje passou a ser vista como possibilidade de conflito local por razões de má gestão desses recursos, e não tanto pela ausência natural dos mesmos (WESTER e WARNER, 2002 *apud* JACOBI, 2009).

A gestão dos recursos hídricos, muitas vezes direcionados de acordo com interesses individuais, desconsiderando-se aspectos sociais, econômicos, políticos e ambientais, faz com que a água se torne um tema crítico para o desenvolvimento de um modelo de gestão mais democrático e participativo (PNUD, 2006).

As pressões causadas por conflitos gerados, na maioria dos casos, por gestões ineficientes da água são fatores que vêm impulsionando mudanças nos modelos de governança da água nos países, junto com os impactos negativos ao meio ambiente e crescimento populacional (PNUD, 2006).

De acordo com Little (2001), os conflitos pelo uso da água podem ser enquadrados nos chamados conflitos socioambientais, pois envolvem disputas entre grupos sociais em torno de seu meio natural. Essas disputas envolvem diferentes tipos de interesses entre grupos com poderes políticos e financeiros distintos que, na sua maioria, beneficiam o grupo de maior poder.

Segundo Lanna (2002), esse tipo de conflito ocorre quando determinado recurso hídrico não atende às múltiplas finalidades que poderia suprir em virtude da não maximização de sua utilização. A inadequada distribuição dos

recursos hídricos é um fator de agravamento dos conflitos gerados pelos usos múltiplos.

Getirana (2005) afirma que a competição pelos recursos hídricos nem sempre é, de fato, uma situação de conflito entre usuários de água. Sendo assim, os conflitos devem ser entendidos não apenas como manifestações concretas ou lutas pela sociedade, pois discordâncias em torno da utilização de recursos naturais existem, mas não necessariamente sobre a forma explícita de disputas sociais. A desigualdade nos usos da água, assim como as discordâncias dos seus usos, pode ser entendida como diferentes interesses e valores sobre a água.

Essas divergências podem apresentar-se sob as formas de “percepções, consciência e visão política, interesses, valores, mentalidades, atitudes e comportamentos, nível de conhecimento e de informação, bem como acesso ao poder político e econômico” dos atores e agentes sociais envolvidos nas disputas (VIEIRA e RIBEIRO, 2005). Portanto, a articulação entre os diferentes setores da sociedade é vista como parte do processo de gestão, de forma que traga a discussão para um âmbito democrático de negociação.

Os conflitos, então, ocorrem quando existe uma divergência na utilização das águas, nos quais estão envolvidos pelo menos dois grupos de usuários com preferências distintas ou poderes de decisão e interesses diversos (VIEIRA e RIBEIRO, 2005). Contudo, é importante que se busque uma melhor eficiência dos diversos usos da água.

Conflitos de destinação de usos são classificados por Lanna (2002) como conflitos pelo uso da água quando a mesma é utilizada para destinações

outras que não aquelas estabelecidas por decisões fundamentadas em anseios sociais.

De acordo com Domingues e Santos (2003), os usos da água, muitas vezes, podem resultar em potenciais conflitos quando se confrontam planos setoriais independentes, isto é, quando se procura maximizar uma determinada utilização, não se levando em conta, muitas vezes, os demais usuários. O setor hidrelétrico como importante usuário de água, por exemplo, em muitos casos provoca conflitos por priorizar a geração de energia na operação dos seus reservatórios de água.

### **2.1.1 Hidroenergia: Disponibilidade *versus* Demanda de Água**

No mundo inteiro, estima-se que milhões de pessoas foram deslocadas pelas grandes barragens durante os últimos 50 anos e outras milhares de pessoas, que vivem a jusante de barragens, tiveram seus meios de subsistência modificados (CMB, 2000). Essa alocação da água, realizada pela interferência antrópica, provoca perturbações no equilíbrio do meio ambiente e na vida socioeconômica das populações ribeirinhas.

Após a Segunda Guerra Mundial, em alguns países em desenvolvimento, houve um grande crescimento econômico e muitas obras hidráulicas foram construídas, principalmente visando a geração de energia. Nesse período, países como o Brasil estavam em fase de inventariar seus recursos, desenvolvendo obras hidráulicas (TUCCI, 2000). O quadro 1

apresenta um panorama do aproveitamento hidráulico no Brasil em relação aos países desenvolvidos, no período de 1945 a 2000.

**Quadro1:** Visão Histórica de Aproveitamento de Água

Período	Países desenvolvidos	Brasil
1945-60 Engenharia com pouca preocupação ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso dos recursos hídricos: abastecimento, navegação hidroeletricidade, etc;</li> <li>• Qualidade da água dos rios;</li> <li>• Medidas estruturais de controle das enchentes;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inventário dos recursos hídricos;</li> <li>• Início dos empreendimentos hidrelétricos e projetos de grandes sistemas;</li> </ul>
1960-70 Início da pressão ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controle de efluentes;</li> <li>• Medidas não estruturais para enchentes;</li> <li>• Legislação para qualidade da água dos rios;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Início da construção de grandes empreendimentos hidrelétricos;</li> <li>• Deterioração da qualidade da água de rios e lagos próximos a centros urbanos;</li> </ul>
1970-80 Controle ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usos múltiplos;</li> <li>• Contaminação de aquíferos;</li> <li>• Deterioração ambiental de grandes áreas metropolitanas;</li> <li>• Controle na fonte de drenagem urbana;</li> <li>• Controle da poluição doméstica e industrial;</li> <li>• Legislação ambiental;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ênfase em hidrelétricas e abastecimento de água;</li> <li>• Início da pressão ambiental;</li> <li>• Deterioração da qualidade da água dos rios devido ao aumento da produção industrial e concentração urbana;</li> </ul>
1980-90 Interações do Ambiente Global	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impactos climáticos globais;</li> <li>• Preocupação com conservação das florestas;</li> <li>• Prevenção de desastres;</li> <li>• Fontes pontuais e não pontuais;</li> <li>• Poluição rural;</li> <li>• Controle dos impactos da urbanização sobre o ambiente;</li> <li>• Contaminação de aquíferos;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução do investimento em hidrelétricas devido à crise fiscal e econômica;</li> <li>• Piora das condições urbanas: enchentes, qualidade da água;</li> <li>• Fortes impactos das secas do Nordeste;</li> <li>• Aumento de investimentos em irrigação;</li> <li>• Legislação ambiental;</li> </ul>
1990-2000 Desenvolvimento Sustentável	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolvimento Sustentável;</li> <li>• Aumento do conhecimento sobre o comportamento ambiental causado pelas atividades humanas;</li> <li>• Controle ambiental das grandes metrópoles;</li> <li>• Pressão para controle da emissão de gases, preservação da camada de ozônio;</li> <li>• Controle da contaminação dos aquíferos das fontes não-pontuais;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Legislação de recursos hídricos;</li> <li>• Investimento no controle sanitário das grandes cidades;</li> <li>• Aumento do impacto das enchentes urbanas;</li> <li>• Programas de conservação dos biomas nacionais: Amazônia, Pantanal, Cerrado e Costeiro;</li> <li>• Início da privatização dos serviços de energia e saneamento;</li> </ul>
2000- Ênfase na água	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolvimento da Visão Mundial da Água;</li> <li>• Uso integrado dos recursos hídricos;</li> <li>• Melhora da qualidade da água das fontes não-pontuais: rural e urbana;</li> <li>• Busca de solução para os conflitos transfronteiriços;</li> <li>• Desenvolvimento do gerenciamento dos recursos hídricos dentro de bases sustentáveis;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avanço do desenvolvimento dos aspectos institucionais da água;</li> <li>• Privatização do setor energético;</li> <li>• Aumento de usinas térmicas para produção de energia;</li> <li>• Privatização do setor de saneamento;</li> <li>• Aumento da disponibilidade de água no Nordeste;</li> <li>• Desenvolvimento de Planos de Drenagem Urbana para as cidades;</li> </ul>

Fonte: Tucci (2000).

A população mundial duplicou entre 1940 e 1990, passando de 2,3 para 5,3 bilhões de habitantes, com o respectivo aumento do consumo *per capita* de água por ano que foi quadruplicado neste período. O crescimento das grandes obras hidráulicas no Brasil deu-se nessa época, atrelando-se a esse fato os

agravos ao meio ambiente e à degradação da qualidade das águas superficiais e subterrâneas.



**Figura 1:** Gráfico da energia hidrelétrica gerada no mundo.  
Fonte: World Energy Council (1996).

A produção de energia hidrelétrica mundial aumentou em 502 bilhões de kWh entre 1987 e 1996, com uma média anual de 2,5%. Segundo o World Energy Council<sup>2</sup>, Canadá, Estados Unidos, Brasil, China e Rússia foram os cinco maiores produtores de hidroeletricidade em 1996. A soma da energia hidrelétrica gerada por esses países representa 51% do total mundial.

O Brasil possui 8% da água doce do mundo em seu território e, de acordo com o gráfico, é o terceiro maior produtor de energia hidrelétrica no mundo. A geração hidroelétrica garante a produção de 91% da eletricidade total consumida no país (Freitas, 1998 *apud* Tucci, 2000). O setor hidrelétrico, nesse cenário, ocupa o papel de maior usuário de água do país, possuindo,

---

<sup>2</sup> Água e Energia Elétrica. Disponível em: <<http://www.portalsaofrancisco.com.br>>. Acesso em: 11/11/2009.

portanto, uma grande responsabilidade ambiental, social e econômica no manejo e gerenciamento desse recurso natural.

Diante dos crescentes impactos ambientais, em especial nos recursos hídricos, os movimentos ambientalistas ganham força no país na década de 80, quando é aprovada a legislação ambiental e os critérios de controle dos sistemas hídricos e hidrelétricos (TUCCI, 2000). Para atender às demandas de água crescentes é necessário otimizar a operação dos aproveitamentos da água com vista a maior eficiência dos múltiplos usos, bem como intensificar o uso de fontes alternativas de energia economicamente viáveis.

No início dos anos 90, aconteceu a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD) que tinha entre seus objetivos avaliar como os países em desenvolvimento haviam promovido a proteção ambiental, desde a Conferência de Estocolmo. A “Cúpula da Terra” como ficou conhecida a conferência, marcou internacionalmente as preocupações para o uso eficiente da água, sendo estipulados princípios básicos para o uso e aproveitamento eficiente da água, um dos fatores ambientais de preocupação dos planejadores.

A preocupação mundial emergente do novo século refere-se ao déficit de água que afligirá a terra no início do próximo milênio. Diante do alerta, o aproveitamento dos recursos hídricos assume uma nova abordagem na qual não mais prevalecerão as construções de grandes obras hidráulicas, hoje sujeitas a restrições ambientais.

Segundo Freitas et al. (1998), os recursos hídricos como natureza finita de fonte renovável contém um aspecto crítico, devendo ser analisado sob a ótica do crescimento populacional. São poucos os recursos essenciais à vida



que estão restritos por limites de disponibilidade tão definidos quanto os recursos hídricos.

Segundo dados da UNESCO (2002), o consumo global de água tem dobrado a cada 20 anos, mais que o crescimento demográfico. Os impactos são mais agudos em países e regiões menos desenvolvidos. Dentre esses fatores, pode-se citar a falta de medidas para o controle da água desperdiçada pelas redes de abastecimento de água potável, incremento agravante nos países em desenvolvimento.

A disponibilidade de água potável por habitante tende a diminuir no decorrer dos anos, portanto, a garantia de acesso à água em quantidade suficiente e qualidade adequada vem adquirindo cada vez mais contornos estratégicos para a sobrevivência das nações.

## **2.2. POLÍTICAS DE ÁGUA NO BRASIL**

O Código das Águas de 1934 foi a primeira lei a tratar de recursos hídricos no Brasil. Essa lei tinha como objetivo harmonizar o uso das águas para fins de geração de energia elétrica, agricultura e demais usos (Brasil, 2006). Observa-se, já na década de 30, a preocupação com os conflitos gerados pelo uso da água que beneficia e atende a geração de energia elétrica, considerado uso prioritário, em detrimento dos outros múltiplos usos.

A partir da década de 70, os temas ambientais ganharam relevância nas discussões entre os países do mundo, dentro de uma perspectiva sustentável de gestão dos recursos naturais. Vários encontros internacionais são promovidos para a discussão do tema numa escala mundial. A Conferência das

Nações Unidas pelo Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), conhecida também como Rio 92 ou Eco 92, realizada na cidade do Rio de Janeiro, é um exemplo.

É nesse contexto que os estados brasileiros, a partir da década de 80, passam a discutir e fundamentar seu arcabouço legal/institucional sobre os recursos hídricos. Alguns princípios se firmaram como bases para a gestão das águas: gestão descentralizada, integrada e participativa dos recursos hídricos; a bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento e gestão; a água como um bem público e com valor econômico; os instrumentos de planejamento e regulação por bacia; e os instrumentos econômicos para o trato da água como a cobrança pelo uso (STIFELMAN, 2009).

A Política Nacional de Meio Ambiente, Lei nº. 6.938 de 31 de agosto de 1981, evidencia a regulação do uso dos recursos naturais ao considerar como um de seus objetivos a busca pela racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar, através da preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental. A regulação dos recursos naturais inclui os recursos hídricos que, até então, não possuía nenhuma lei própria para a gestão das águas.

A Constituição Nacional de 1988 ao considerar a água como bem de domínio público, instituindo o Sistema Nacional de Recursos Hídricos, introduziu um avanço importante na gestão de recursos hídricos no Brasil. A água deixou de ser de domínio particular, mudando toda a concepção da gestão da água desde então, para ser de domínio público de gestão participativa.

A elaboração da Política Nacional de Recursos Hídricos, definida na Lei n. 9.433 de 1997, foi reflexo da necessidade de uma política de recursos

hídricos que, à semelhança de outros países do mundo, fosse capaz de integrar os interesses dos múltiplos usuários da água de forma racional e sustentável.

Essas medidas foram consolidadas na forma da Lei n. 9.433/97 que estabeleceu a Política Nacional de Recursos Hídricos e que, segundo Brasil (2006), tem como fundamentos:

- o consumo humano e a dessedentação de animais como usos prioritários em situações de escassez;
- a água como recurso natural limitado e dotado de valor econômico;
- o uso múltiplo da água;
- a bacia hidrográfica como unidade territorial para a implementação do gerenciamento das águas e atuação do SINGREH; e
- a gestão descentralizada e participativa dos recursos hídricos.

Essa lei elege a bacia hidrográfica como a unidade territorial para o planejamento, a implementação da PNRH e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, SINGREH, propondo que a gestão deve ser feita de forma descentralizada e contando com a participação do poder público, dos usuários e da comunidade. Considera-se de fundamental importância a participação social nas tomadas de decisões para o equacionamento de problemas que envolvem os usos múltiplos da água e, conseqüentemente, os conflitos gerados pelos interesses dos atores envolvidos.

A gestão de conflitos pelo uso da água deve ser entendida como parte integrante do sistema de gerenciamento de recursos hídricos. Nesse sentido,

estudos técnicos e científicos sobre os usos da água, sua disponibilidade e distribuição, além da própria dinâmica dos conflitos pelo uso e controle da água tornam-se imprescindíveis para dar suporte ao processo decisório na gestão das águas (TUNDISI, 2007).

Portanto, deve-se ampliar e diversificar a participação dos vários segmentos da sociedade na gestão dos recursos hídricos, bem como incrementar a qualidade dessa participação, socializando conhecimentos e integrando a sociedade nas ações realizadas na gestão de águas.

### **2.2.1 Participação Social no Processo Decisório na Gestão de Recursos Hídricos.**

O ambiente de tomada de decisão requer uma ampla integração entre os aspectos ambiental, social e econômico, aumentando a complexidade do processo decisório e tornando cada vez menos possível para um único decisor considerar todos os aspectos relevantes de um contexto problemático. Assim, em muitos processos de tomada de decisão, esse decisor dá lugar a um grupo de decisores. Negociações tomadas em grupo certamente possuem frutos de maior sustentabilidade e possibilidades de acertos do que aquelas que são decididas isoladamente, isto é, individualmente.

Mitroff e Linstone (1993) defendem que os gestores estão inseridos em ambientes decisórios cada vez mais globais, complexos e interconectados e que, para tomar as decisões, devem ser incluídos aspectos culturais, organizacionais (institucionais), pessoais, éticos e estéticos, buscando realizar uma abordagem mais adequada do problema, de acordo com cada realidade.

As rápidas mudanças na vida social, política, econômica, tecnológica e ambiental nos países geraram transformações que têm estimulado uma forma de governo que analisa o funcionamento do Estado, sua interação e relação com os outros atores, incluindo as organizações não governamentais, privadas e os atores sociais na negociação, formulação e implementação das políticas públicas (LAUNAY, 2006).

Em distintos países estão surgindo alternativas para ampliar e aprofundar a participação social nas políticas públicas, contudo a de recursos hídricos, bem como incrementar a qualidade dessa participação, socializando conhecimentos e integrando a sociedade nas ações realizadas na gestão (PNUD, 2006). Essas reformas, que visam aumentar a inclusão social nas tomadas de decisões em políticas de águas, aplicam-se de diversas maneiras e graus.

Segundo o PNUD (2006), a gestão no âmbito do governo local é importante por ter uma proximidade maior acerca das necessidades da população e dos diversos segmentos que compõem a sociedade, de forma que a gestão participativa das águas se torna mais fácil de ser efetivada, procurando atender de forma mais democrática as necessidades e interesses dos diversos atores envolvidos nesse processo.

Costa (2003) identificou alguns elementos ligados ao universo dos processos decisórios dos recursos hídricos:

- natureza física do sistema de recursos hídricos;
- problema central: demanda *versus* oferta - disponibilidade no espaço e no tempo com quantidade e qualidade;
- instrumentos tecnológicos e de gestão;

- função econômica e social da água;
- ambiente da tomada de decisão participativo;
- confiabilidade;
- comportamento estocástico e difuso do sistema.

No processo de participação social em gestão de recursos hídricos existem três grupos de decisores, de acordo com Brasil (2006), como prevê a Lei das Águas nº 9.433/97. Eles dividem-se em:

- a) Poder Público: federal, estadual e municipal.
- b) Usuários de Água: usos consuntivos e não consuntivos.
- c) Sociedade Civil: Instituições de Ensino Superior, ONGs, Associações Comunitárias Urbanas e Rurais, Entidades de Usuários de Água (associações de usuários de água, comissões gestoras de açudes, entre outras entidades).

Esse processo culmina na tomada de decisão que se dá em um ambiente decisório “individual”, como no caso do Órgão Gestor (por exemplo, o INGA - Instituto de Gestão de Águas da Bahia), ou em ambiente coletivo (o Conselho Nacional e Estadual de Recursos Hídricos e o Comitê de Bacia) (BRASIL, 2006).

No caso dos Conselhos e Comitês, a decisão é tomada pela participação da sociedade civil, dos usuários e do poder público. O processo permanente de negociação dos decisores na participação e descentralização da gestão dos recursos hídricos constitui-se em um dos seus princípios balizadores para essa abordagem de gestão.

### 2.2.1.1 Comitês de Bacias Hidrográficas.

Os problemas ambientais passaram a ser tema de discussões entre as nações a partir da década de 70, quando ocorreu a Conferência das Nações Unidas de Estocolmo, em 1972, e, após a Rio 92, em que as preocupações de ordem ambiental passaram a ser tema de debate na América Latina. Na Eco-92, como ficou conhecida a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, foram estabelecidas medidas para o controle dos impactos ambientais no planeta com base no Desenvolvimento Sustentável.

No Brasil, alguns princípios foram firmados pelos Estados brasileiros, nesse período de preocupação com os recursos naturais do planeta. A gestão das águas tem como princípios: a gestão descentralizada, integrada e participativa dos recursos hídricos; a bacia hidrográfica, como unidade territorial de planejamento e gestão; a água como um bem público e com valor econômico; os instrumentos de planejamento e regulação por bacia; e instrumentos econômicos para o trato da água como a cobrança pelo uso. (BRASIL, 2006).

Os Comitês de Bacias surgem como forma de participação social na tomada de decisão na gestão das águas em âmbito estadual. Com base nesses princípios, foi criada, através da Lei 9.433/97, a Política Nacional de Recursos Hídricos e o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (STIFELMAN, 2009). A chamada Lei das Águas visa compartilhar o poder de decisão com a sociedade, propondo uma forma de democratização na gestão dos recursos hídricos. Portanto, o Comitê de Bacia é a instituição responsável pela implementação da política descentralizada e participativa,

sendo composto, de maneira geral, por representantes dos poderes públicos, em escala federal, estadual e municipal, pela sociedade civil e entidades usuárias de água.

Segundo Godoy (2007), a gestão dos recursos hídricos, proposta pela Lei das Águas (Lei Federal nº 9.433/97), é fruto de pressões nacionais e internacionais e tem como premissa que a mobilização dos recursos (financeiros, principalmente) e a participação dos diferentes representantes da sociedade permitam a superação dos conflitos e a implementação de normas de gestão que possibilitem a sua sustentabilidade em longo prazo. A existência do Comitê de Bacias como estrutura legal da Política Nacional de Recursos Hídricos, tendo como composição a sociedade civil, os usuários de água e o poder público, pressupõe que a participação desses atores na gestão das águas estejam asseguradas por Lei.

O comitê é formado por diversos atores com poder de decisão diferente, cujas interações não são dissociadas do papel que esses representantes possuem na sociedade e fora do comitê, sendo elas pautadas na defesa de interesses setoriais e relações de poder (GODOY, 2007).

Porém, cada vez mais os movimentos de aglutinação dos diversos setores da sociedade devem expandir-se para incluir novas categorias sociais, a exemplo dos irrigantes e trabalhadores na irrigação que vêm se mostrando cada vez mais organizados. Esse esforço de ampliação da participação pública resultará numa mobilização social de vulto, dando ao comitê uma representatividade e legitimidade social ainda maior (CBHSF, 2004).



O Comitê de Bacia do Rio São Francisco - CBHSF, criado em 2001, teve como fruto de um grande esforço conjunto dos membros do CBHSF e com apoio da Agência Nacional de Águas (ANA) a aprovação do Plano Decenal da Bacia do Rio São Francisco. O plano tem o acompanhamento e a supervisão do CBHSF e inclui medidas que visam a recuperação hidroambiental da bacia, garantindo os usos múltiplos e a preservação da biodiversidade.

A estrutura do CBHSF é composta pelos membros da plenária geral, possuindo também grupos de trabalho estruturados em câmaras técnicas. Periodicamente, os membros do comitê reúnem-se para debater temas de interesse dos recursos hídricos, em reunião aberta à participação pública (CBHSF, 2007).

A abertura legal de um espaço, no qual se permite a negociação na busca de alternativas para resolver problemas de escassez, de qualidade da água, ou seja, do uso sustentável do recurso, é um avanço da sociedade, porém ainda está longe de ser a solução de problemas que dependem dos diferentes níveis de poderes e interesses dos gestores do processo.

#### 2.2.1.2 Hidrelétricas: Conflitos dos Usos de Água no Brasil

O Código de Águas, de 1934, ao incluir a indústria de energia elétrica entre os serviços de utilidade pública e instituir o regime de concessão para sua exploração, criou condições para as grandes obras hidráulicas no país. Essas construções contemplaram, prioritariamente, a geração de energia hidroelétrica no país em detrimento dos usos múltiplos da água (LIMA et al., 1999).

Segundo Silveira et al. (2004), a década de 60 é marcada pela reformulação dos órgãos federais, pela criação do Ministério das Minas e Energia (MME) e das Centrais Elétricas Brasileiras SA (ELETROBRÁS). O Grupo ELETROBRÁS era formado por quatro empresas controladas, de âmbito regional (FURNAS, CHESF, ELETROSUL e ELETRONORTE) e por duas empresas de âmbito estadual (LIGHT e ESCELSA). A criação desses órgãos, aliados aos estudos hidroenergéticos desenvolvidos a partir de 1962, consolidou a estruturação do setor elétrico no país.

As grandes obras hidráulicas para geração de energia, no Brasil, são implantadas a partir da década de 70 e 80, visando atender a demanda populacional do país. O crescimento populacional nos grandes centros urbanos teve um aumento bastante expressivo nesse período, visto que o principal motivo para a ocorrência desse fenômeno de migrações foram os impactos ambientais, sociais e econômicos causados pela implantação das grandes usinas em bacias hidrográficas importantes, como a do Rio São Francisco, por exemplo. A Bacia do Rio São Francisco traz a discussão dos interesses divergentes do uso da água, dominado economicamente pela força do setor hidrelétrico na região, em detrimento dos outros usos e usuários da bacia.

Cabral (2001) sustenta a ideia da “inevitabilidade de conflitos”, especialmente pela magnitude que empreendimentos desse porte e de seus impactos socioambientais, como as perdas sociais das populações atingidas e as inestimáveis perdas de cunho ambiental, ocasionadas pelo empreendimento, que foram consequências do modelo energético brasileiro.

Nesse cenário de disputa entre os usos da água para a geração de energia, agricultura, pesca, turismo, navegação, conservação do ecossistema

aquático, entre outros, é que o estabelecimento de um regime de vazão ambiental<sup>3</sup> se impõe como um processo de negociação entre atores sociais em conflito (MEDEIROS et al., 2010).

A garantia dos usos múltiplos e a preservação da biodiversidade diante da recuperação hidroambiental do rio estão entre as medidas propostas no Plano Decenal da Bacia do Rio São Francisco elaborado pelo CBHSF, mencionado no subitem anterior. Desde então, o tema vazão ecológica vem sendo discutido no CBHSF. Na época da constituição do plano, o CBHSF reivindicava uma metodologia adequada para a efetiva determinação da vazão ecológica da bacia que levasse em consideração não só as demandas de água dos múltiplos usos sociais e econômicos, como também o atendimento à necessidade dos ecossistemas aquáticos.

Os valores de vazão, aprovados durante as discussões ocorridas na fase de elaboração do plano, foram aprovados em caráter provisório (CBHSF, 2004). Entretanto, coloca-se a necessidade de realizar estudos sobre vazão ecológica no Baixo São Francisco e seus afluentes pela insuficiência de estudos relacionados ao tema. Para responder a essa demanda do CBHSF é que se insere o estudo da rede Ecovazão.

A Rede Ecovazão é uma rede multidisciplinar de pesquisa que visa definir um regime de vazão ambiental para o baixo trecho do Rio São Francisco. É nesse contexto que a presente pesquisa se insere, utilizando a

---

<sup>3</sup> A adoção da terminologia de vazão ecológica por vazão ambiental foi uma decisão da rede Ecovazão por considerar que o termo ambiental explicita com mais clareza a inserção do ser humano na complexidade ecológica (Medeiros et al., 2010).

técnica de mapas cognitivos para dar apoio à decisão aos especialistas da rede em relação à identificação dos aspectos considerados relevantes para o estabelecimento do regime de vazão ambiental para o Baixo São Francisco.

### **2.3. VAZÃO AMBIENTAL**

De acordo com O’Keeffe (2000), os rios refletem uma situação na bacia hidrográfica que são o foco de todas as condições climáticas, geológicas, de vegetação, bem como dos usos da terra e outras perturbações antrópicas. A mudança do regime de fluxo do rio causada pelos efeitos de utilização intensiva dos recursos hídricos provoca alterações na geomorfologia e biodiversidade da bacia, gerando a adaptação dos ecossistemas e também na vida das pessoas. O regime de fluxo é o principal condutor dos processos e funções ecológicas e da interação das comunidades ribeirinhas que dependem dos recursos do rio (O’KEEFFE, 2000).

De acordo com Bernardo (1996), a vazão ambiental é a demanda de água necessária à manutenção e conservação dos ecossistemas aquáticos naturais, dos aspectos da paisagem e de outros interesses científico ou cultural, beneficiando também as populações ribeirinhas que, na sua maioria, dependem dos recursos retirados do rio para viver.

A vazão ambiental deve variar ao longo do ano e dos trechos, respeitando as necessidades da fauna e flora, de modo que correspondam às condições do regime natural do rio (PELLISSARI e SARMENTO, 2001), assegurando um regime de vazões que se aproxime da dinâmica sazonal natural e mantendo os ciclos biológicos das espécies.

A vazão ambiental, segundo CBHSF (2004), tem como foco fornecer condições adequadas para a recuperação e manutenção dos ecossistemas aquáticos que, conseqüentemente, irão beneficiar as populações que retiram seu sustento do rio e dos recursos que ele oferece.

O processo de avaliação dos fluxos ambientais do rio exigirá uma decisão da sociedade sobre o estado que um ecossistema deve ser mantido.

De acordo com CBHSF (2004), o processo de definição de quantidades de água ou vazões a serem alocadas espacialmente e pelos diferentes tipos de uso deve ser feito com a participação direta ou indireta dos atores que intervêm no processo decisório da bacia hidrográfica, de modo a minimizar potenciais conflitos.

Medeiros et al. (2006) discutem uma nova abordagem para o processo de alocação de águas em bacias hidrográficas, tomando como base o conceito de vazão ambiental, subsidiando a prática da alocação ambiental que, além de contemplar o atendimento dos múltiplos usos da água, busca atender as necessidades dos ecossistemas aquáticos e terrestres que se beneficiam das variações hidrológicas sazonais. A vazão ambiental contempla não só a manutenção dos ecossistemas aquáticos, mas também o ambiente terrestre, incluindo o ser humano.

Conforme afirma O’Keeffe<sup>4</sup>

A vazão ambiental não trata apenas de quantidade de água, tem a ver com quantidade, qualidade e distribuição. É importante manter o recurso no estado que beneficie as pessoas, porém, as pessoas precisam decidir se querem um regime de fluxo mais próximo ao natural ou não, uma vez que já se adaptaram as condições atuais.

---

<sup>4</sup> Nota realizada no workshop sobre o método BBM aplicado ao Rio São Francisco direcionado à rede Ecovazão de pesquisa, em Salvador- BA, 23/11/2008.

Precisa saber o que mudou no sistema do rio, e não desejar que o rio volte às condições de fluxo natural, porque não é possível.

### **2.3.1 Métodos de Definição da Vazão Ambiental**

De acordo com Sarmento (2007), existem cerca de 207 metodologias distribuídas em 44 países para avaliação da vazão ambiental. Todos os métodos são baseados em alguma avaliação na mudança de habitats disponíveis, como a variação de fluxo de água. De acordo com O’Keeffe (2000), esses métodos partem da definição não apenas de um fluxo mínimo, mas da variabilidade das taxas de fluxo diferentes (frequência, duração e taxas de variação), pois é essa variedade de condições ao longo do tempo que cria as oportunidades para as diferentes espécies, o aumento da biodiversidade e dos processos de dominação.

As muitas metodologias existentes para a avaliação das necessidades de vazões ambientais podem ser classificadas em quatro grupos identificados por Tharme e King (1998). Uma breve explicação sobre cada um desses grupos de métodos será dada a seguir.

#### **2.3.1.1 Métodos Hidrológicos**

Utilizam dados históricos hidrológicos para estabelecer vazões mínimas. Exemplos dessa categoria são: o método Tennant e o método da Vazão Média Mínima (MCMAHON, 1992 *apud* LANNA et al., 2003).

De acordo com Sarmiento (2007), as metodologias hidrológicas utilizam dados hidrológicos e séries temporais de vazões diárias ou mensais para fazer recomendações sobre a vazão ecológica.

Lanna et al. (2003) destaca que esses métodos apresentam grande especificidade relativa ao local e às espécies aos quais foram desenvolvidos, sendo uma das principais limitações à sua aplicação o fato de que devem ser aplicados a cursos d'água morfologicamente semelhantes àqueles a partir dos quais foram desenvolvidos, e que a relação entre a vazão e o habitat seja semelhante.

São métodos bastante limitados, afirma Gordon et al. (1992), com um nível de precisão baixo, dado que não levam em consideração a variação diária, mensal ou sazonal da vazão e não exigem o conhecimento do ecossistema para o qual a vazão mínima é recomendada. Esses métodos não permitem uma análise específica das alterações no habitat ou da resposta biológica a alterações no regime hidrológico.

Existem críticas a essas metodologias sendo, do ponto de vista ecológico, consideradas simplistas e não adequadas à natureza dinâmica e variável do regime hidrológico. Têm como limitação inicial a ausência de informações históricas de vazão (THARME e KING, 1998).

Porém, as vantagens desses métodos reside no fato de serem baratos, rápidos (exigem dados simples) e adequados para que se tenha uma noção inicial. (O'KEEFFE, 2008).

#### 2.3.1.2. Métodos de Classificação Hidráulicos

Esses métodos permitem avaliar as mudanças que ocorrem no habitat e relacioná-las com mudanças na vazão na seção (LOAR et al., 1986 *apud* KING et al., 2000). As abordagens integram os últimos dados hidrológicos coletados em várias seções cruzadas com dados biológicos de exigências de habitat físicos da biota do rio.

Os métodos baseados na relação entre os parâmetros hidráulicos e o caudal consistem no estabelecimento de uma relação entre o caudal e as características físicas do curso de água. A velocidade e a profundidade do escoamento, com base em uma ou mais seções transversais do curso de água, dependendo da representatividade da seção, é nomeado de Método do Perímetro Molhado (STALNAKER et al., 1995 *apud* LANNA et al., 2003).

Esse método, também chamado de profundidade máxima, de acordo com Sarmiento (2007), obtém as vazões ecológicas através de um gráfico no qual é representada a variável em estudo e a vazão.

São métodos que têm como vantagens o custo baixo e a simples de aplicação, considerados também flexíveis porque possibilitam a incorporação de informações ecológicas do habitat. Entretanto, esses métodos fazem suposições simplistas ao se fazer uma extrapolação de uma única seção transversal, dificultando sua defesa devido a sua razoável confiança (O'KEEFFE, 2008).

#### 2.3.1.3 Métodos de Classificação de Habitats

De acordo com Sarmiento (2007), essas metodologias são um processo de desenvolvimento de uma política de vazão ecológica que incorpora regras



variáveis ou múltiplas para uso em negociação, com base na vazão, para atender as necessidades de um ecossistema aquático, consideradas as demandas de abastecimento e de outros usos da água. Garante, porém, a manutenção de um habitat específico, sem deixar de considerar as outras demandas de usos da água.

Esses métodos relacionam diretamente as características hidráulicas com os requerimentos de habitat para uma dada espécie, considerando as diferentes fases do seu ciclo de vida. Um exemplo desse método é o IFIM (*Instream Flow Incremental Methodology*), muito utilizado nos Estados Unidos (STALNAKER et al., 1995 *apud* LANNA et al., 2003).

Porém, o método IFIM é usado no gerenciamento do rio para uma única espécie, definida conforme o indicador para uma espécie específica. Segundo O'Keeffe<sup>5</sup>, esse método é eficaz para se manter uma espécie de peixe, e não para a manutenção da biodiversidade aquática.

O método IFIM tem como ideia base conhecer como varia o habitat disponível para cada espécie, especificamente para cada fase do seu desenvolvimento, em função da variação da vazão. Para descrever as mudanças espaciais e temporais nos habitats, em função dessa variação de vazão, utiliza-se um conjunto de procedimentos computacionais e analíticos (SARMENTO, 2007).

Esse conjunto de métodos tem como vantagens a realização de uma boa caracterização do habitat e é flexível na avaliação de diferentes cenários de vazão, entre outras. Contudo, requer alta disponibilidade de tempo e

---

<sup>5</sup> Nota realizada no workshop sobre aplicação do método BBM para o Rio São Francisco, realizada em Salvador, em 23/11/2008.

recurso, programação computacional complexa, limitando-se a determinadas espécies-alvo (O'KEEFFE, 2008).

#### 2.3.1.4 Métodos Holísticos

A metodologia holística foi desenvolvida na Austrália para o estudo a vazão ecológica, levando-se em conta todo o ecossistema do rio, podendo incluir áreas associadas, tais como pântanos, água subterrânea e estuários (ARTHINGTON et al., 1992). O pressuposto básico dessas metodologias é a manutenção de um regime hidrológico no rio, aproximado ao natural, que seja estabelecido a partir da avaliação dos aspectos sociais, econômicos e ambientais, considerando todos os interesses envolvidos para a manutenção do regime. Para tal, requer-se uma equipe multidisciplinar de especialistas e exige-se também consenso em relação à vazão requerida para os objetivos pré-definidos (O'KEEFFE e QUESNE, 2008).

Tais métodos tornaram-se muito utilizados nos últimos anos, pois se consegue realizar a aplicação com diferentes níveis de disponibilidade de dados, unindo uma série de especialistas de diferentes domínios, tais como hidrologia, hidráulica, geomorfologia, biologia, sociologia, economia, etc. Contudo, as metodologias holísticas necessitam de elevada disponibilidade de recursos e a admissão da subjetividade pode resultar em resultados difusos provenientes dos diferentes especialistas (O'KEEFFE, 2008).

Segundo Tharme e King (1998), as metodologias holísticas apresentam varias vantagens sobre outros tipos de metodologias de fluxo de meio ambiente, pois enfocam as necessidades de habitat para todos os

componentes dos ecossistemas aquáticos. Nessa categoria, encontra-se o Método de Construção de Blocos (BBM - *Building Block Methodology*).

Os métodos holísticos BBM e o DRIFT (*Downstream Response to Imposed Flow Transformation*) fornecem estruturas para coleta, análise e integração dos dados visando fornecer uma previsão pericial dos efeitos para as modificações do fluxo. O método DRIFT possui como desvantagem em relação ao método BBM a dificuldade de implementação da metodologia para usuários iniciantes. Porém, o método BMM é vantajoso no sentido de permitir sua aplicação em rios que possuem limitações de dados, desde que a equipe de especialistas seja experiente e organizada de modo a interagir na troca de conhecimento ao longo de suas etapas (KING e LOUW, 1998).

No entanto, Sarmento (2007) faz uma crítica ao método BBM apontando como desvantagens a necessidade de um longo tempo para o julgamento da sua efetividade e o custo elevado na aquisição de dados.

A escolha do método, portanto, de uma maneira geral, depende dos recursos disponíveis e do grau de confiança necessária nas respostas (O'KEEFFE e QUESNE, 2008). Dentre as diversas metodologias holísticas existentes, a BBM e a DRIFT destacam-se como as que melhor atendem aos vários aspectos envolvidos para o estabelecimento de um regime de vazão ambiental.

#### 2.3.1.4.1 BBM - *Building Block Methodology*

A formulação e aplicação de metodologias holísticas é algo relativamente recente. O BBM originou-se de dois grandes *workshops* feitos na

África do Sul, em 1987, sobre requerimentos mínimos de vazões onde se iniciou os esforços para determinar vazões ambientais para os Rios Cape Town (King e O'keeffe, 1989) e Skukuza (Bruwer, 1991). Esses *workshops* tinham como objetivo produzir uma primeira estimativa a respeito dos requerimentos mínimos de vazões para proteção do ecossistema aquático dos rios prioritários para o desenvolvimento do país. Foi nesse período que surgiu o nome BBM – *Building Block Methodology*.

De acordo com Palmer (1999), a reforma da lei das águas na África do Sul começou como parte das reformas políticas generalizadas que acompanharam as mudanças para o governo democrático em 1994. Neste ano, a Sociedade Sul-Africana de Cientistas Aquáticos (SASAQS) organizou uma série de *workshops* e sugeriu recomendações com relação à nova legislação ao Departamento de Recursos Hídricos e Florestais (DAAF).

O núcleo do método BBM, de acordo com Lanna et al. (2003), é um *workshop* que reúne especialistas das áreas de peixes, invertebrados aquáticos, mata ciliar, integridade de habitats, geomorfologia e ciências sociais, guiando-os a uma decisão de consenso. Como resultado do *workshop*, faz-se a descrição do regime de vazões em diferentes períodos e situações para a manutenção dos ecossistemas aquáticos em um estado desejado pré-estabelecido.

O princípio-chave resultante desse processo teve a quantidade, a qualidade e a capacidade dos recursos hídricos de manterem as funções ecológicas dependentes da determinação dos humanos de assumirem um compromisso de longo prazo, não individual, mas coletivo, de promover a sustentabilidade aquática e dos ecossistemas associados (PALMER, 1999).

Essa é a proposta do hidrograma ambiental do fluxo de vazões, definido com o uso da metodologia BBM.

De forma resumida, segundo a visão de Tharme e King (1998), a metodologia BBM é baseada no conceito de que alguns fluxos dentro do regime hidrológico de um rio são mais importantes do que outros para a manutenção dos ecossistemas fluviais. Essas vazões podem ser identificadas e descritas através de seu tempo de ocorrência, duração e magnitude. Por limitações de tempo, o método baseia-se extensivamente no melhor conhecimento disponível e na opinião de especialistas.

Contudo, O’Keeffe (2009) observa a importância de se fazer um estudo transversal do rio. A avaliação ambiental deve ser feita em diferentes partes dos rios, onde o especialista tem de ter uma visão geral do habitat e, a partir daí, escolher sítios específicos para fazer essa avaliação. Algumas espécies de peixes e vegetação ripária podem servir como indicadores para o estudo.

De acordo com O’Keeffe (2000), atualmente o método BBM tem sido amplamente utilizado, sendo robusto na medida em que se pode utilizar níveis diferentes de disponibilidade de dados, para diferentes tipos de ecossistemas fluviais. É um método que permite colocar em prática a abordagem multidisciplinar de trabalho dos profissionais e especialistas de diferentes áreas (Biologia, Ecologia, Hidráulica, Hidrologia, Economia, Geomorfologia, Ciências Sociais) em que o objetivo é manter os ecossistemas, ao invés de gerir uma única espécie, como o salmão ou a truta.

A metodologia BBM pode ser aplicada em rios que possuem limitações de dados, mas é importante que a equipe de especialistas seja experiente e

organizada de modo a interagir na troca de conhecimentos ao longo das suas etapas (KING e LOUW, 1998).

A BBM é um processo simples de avaliação e não depende de modelagem complexa e, portanto, é compreensível e acessível às pessoas que não tiveram experiência anterior do processo de fluxos ambientais (O'KEEFFE, 2000). A abordagem holística da metodologia permite o desenvolvimento de um trabalho multidisciplinar que leva em consideração para avaliação da vazão tanto informações hidrológicas como informações sobre o uso do rio, a partir da percepção da comunidade das áreas ribeirinhas.

A aplicação do regime de fluxos, definido como resultado do trabalho dos especialistas, depende do interesse e compromisso das partes envolvidas em manter as funções ecológicas do rio. Submeter os resultados dos estudos sobre vazão ambiental às partes envolvidas é fundamental para que haja a negociação de ações que represente um acordo com a vazão ambiental.

## **2.4 O PROCESSO DECISÓRIO**

Segundo Ensslin et al. (1998), problema é uma situação onde uma ou mais pessoas sentem-se insatisfeitos com as condições que cada um faz da realidade. Os problemas pertencem a cada indivíduo e dependem das construções que cada um faz da realidade. Aqueles problemas que envolvem vários atores com visões, percepções, valores, cultura, poder, objetivos e interesses diferentes e exigem grande esforço de estruturação são considerados problemas complexos (ENSSLIN et al., 2001).

De acordo com Éden et al. (1983), a multiplicidade de atores envolvidos num processo decisório cria uma situação em que podem surgir conflitos. Contudo, os conflitos de interesses envolvem diferenças de poder dos múltiplos decisores.

Os conflitos podem ter muitas razões, segundo Éden et al. (1983), destacando-se: (i) os conflitos de impacto: diferentes grupos são afetados diferentemente por uma decisão; e (ii) os conflitos de valores: diferentes grupos avaliam um resultado de forma diferente. Em se tratando de problemas ambientais, considera-se importante para a resolução de conflitos que a decisão seja tomada num contexto democrático entre os atores envolvidos, levando-se em conta os impactos das consequências em todos os setores.

Atualmente, surge a preocupação em tomar medidas que sejam de precaução e prevenção dos problemas, de ordem técnica, social, econômica, política, ambiental ou cultural, mesmo que a situação seja considerada satisfatória (DUTRA, 1998). As medidas de precaução possuem como um dos fatores de ocorrência evitar a existência de problemas permanentes ou de difícil resolução. No entanto, no âmbito ambiental, os fatores problemáticos, na sua maioria, não são tratados na forma de precaução, e sim quando já existe um problema estabelecido.

De acordo com Medeiros et al. (2006), o contexto decisório na questão de alocação da água para um regime de vazão ambiental que envolve múltiplos decisores pode ser caracterizada como complexo, devido à multiplicidade de atores e conflitos de uso, às diferenças de poder, visões e culturas dos atores envolvidos, além da irregular disponibilidade da água. Entretanto, o estabelecimento de um regime de vazão ambiental envolve duas

complexidades, do conflito em si e do trabalho multidisciplinar de pesquisa, envolvendo vários especialistas com bases teóricas diferentes.

Medeiros (2007) afirma que complexidade dos conflitos ressalta a importância da implementação de um modelo de gestão de recursos hídricos alicerçado na negociação, que atenda às múltiplas demandas de natureza ambiental, assim como as econômicas e sociais. Contudo, a participação social no processo decisório de gestão das águas aproxima a decisão das reais necessidades sociais.

#### **2.4.1 Participação Social no Processo Decisório**

A participação social em processos de gestão no Brasil é uma conquista que envolve mudanças de natureza social, econômica e política. O processo democrático de participação dos atores sociais, envolve cada vez mais a implementação de modelos de gestão participativos. Por esta razão, têm sido desenvolvidas metodologias de gestão participativas em bacias hidrográficas (MEDEIROS et al., 2006).

Complementarmente, a complexidade dos problemas na gestão dos recursos hídricos pode ser melhor entendida através dos tópicos que seguem, por interpretação e adaptação de Ensslin et al. (1998) e Montibeller Neto (1996):

- intratabilidade da análise devido a informações incompletas, perda de definição de parâmetros quantitativos, objetos múltiplos e conflitantes e participantes em conflito de interesses;
- excessiva quantidade de informações qualitativas e quantitativas;



- ocorrência de equipes constituídas por membros com visões, objetivos e valores concorrentes, no que diz respeito à situação;
- necessidade de negociação, fruto das interações resultantes de pressões sobre a equipe decisiva, de parte dos atingidos no ambiente externo ao contexto decisório, pelas externalidades, positivas ou negativas;
- ocorrência de diferenças de poder entre os membros da equipe decisória, que influencia, sobremaneira, o desencadeamento do processo decisório;
- necessidade de pensamento criativo para a busca de opções (ações) efetivas que contribuam para melhoramento da situação problemática.

A valorização da subjetividade, que está cada vez mais presente no processo de tomada de decisão em gestão dos recursos naturais, aliada à convicção do aprendizado e, enfim, ao Construtivismo, segundo Ensslin et al. (1998), tem trazido uma maior riqueza de elementos para a análise.

Contudo, é necessário que se definam as regras a serem seguidas, ou seja, a escolha do paradigma científico a ser adotado na busca da resolução de problemas nos quais se adotam modelos formais, seja para se apoiar a decisão, seja para tomada de decisão (ENSSLIN et al., 2001). Tais regras definem o que é válido e o que não é válido realizar, quais métodos podem ser utilizados, quais os problemas a serem resolvidos, qual o objetivo desejado, como encarar as informações e os decisores.

## **2.5. PARADIGMAS CIENTÍFICOS**

A escolha do paradigma científico a ser adotado é importante para que se defina tanto os problemas considerados pertinentes à resolução pelos praticantes, quanto as teorias e modelos julgados como válidos para atacar aqueles problemas (KUHN, 1996). Lembrando que a escolha de um determinado paradigma se deve, exclusivamente, aos valores dos pesquisadores e consultores que o adotam sendo, portanto, impossível determinar qual deles é o melhor (MONTIBELLER, 2000).

De acordo com Landry (1995) *apud* Lacerda (2009), existem três formas capazes de descrever a relação entre o sujeito e o objeto. Essas formas são expostas na forma de visões epistemológicas: visão do conhecimento objetivista ou racionalista, visão do conhecimento subjetivista e a visão do conhecimento construtivista. Será realizada uma breve apresentação das correntes de conhecimento objetivista e construtivista, cujos preceitos dos métodos multicritérios são desenvolvidos.

### **2.5.1 Visão de Conhecimento Objetivista**

A visão objetivista ou reducionista acredita que o conhecimento se dá a partir da observação do objeto, isenta de subjetividade do sujeito, ou seja, o objeto existe e será percebido igualmente por todos, independente dos juízos de valores do sujeito. A maioria dos praticantes da Pesquisa Operacional é objetivista, ou seja, guiada pelo paradigma racionalista (ENSSLIN et al., 2001).

Os decisores racionais possuíam o mesmo nível e tipo de conhecimento, os técnicos eram aqueles que aplicavam os modelos, detinham o saber e

decidiam sobre as melhores escolhas, mesmo não conhecendo bem o assunto em detrimento da evolução da consciência dos principais envolvidos e interessados na solução do problema (ENSSLIN et al., 1998). O pressuposto que se segue nessa abordagem exige que os decisores pensem da mesma forma, ou seja, que todos raciocinem da mesma forma, o que é bastante improvável.

No paradigma racionalista, a descrição é cada vez mais próxima da “realidade” possível, visando resolver “o problema real”. Sendo assim, um modelo utilizado para resolver um determinado problema poderá ser usado para resolver esse mesmo problema em outras situações. Portanto, os modelos nesse paradigma descrevem um problema que independe das pessoas que estão decidindo, no qual os critérios utilizados para encontrar a solução ótima independem de qualquer opinião, convicção ou valor humano (ROY, 1993).

No entanto, a pesquisa operacional defronta-se com um desafio quando o objeto de pesquisa são entidades conceituais, construídas ou que dependem fundamentalmente da relação entre os indivíduos e a realidade (CORRÊA, 1996). Dificuldades maiores têm sido encontradas no processo decisório, incluindo, de uma forma geral, os relacionados à gestão dos recursos hídricos, podendo ser potencialmente avaliadas pelas tentativas de solução de situações complexas através da aplicação de modelos computacionais matematicamente precisos, em problemas mal ou não estruturados (ENSSLIN et al., 1998).

Em reação à visão positivista do paradigma racionalista, à medida que a tomada de decisão passa a ser vista como um processo social, envolvendo pessoas e relações de poder entre si, surge na década de 70, na Grã Bretanha, o que se denominou de Pesquisa Operacional *Soft* (ROSENHEAD, 1989). A

pesquisa *Soft* é caracterizada por amparar-se nas Ciências Sociais, ao invés de ter um referencial nas Ciências Exatas, em especial na Psicologia e Sociologia.

### **2.5.2 Visão de Conhecimento Construtivista**

A visão de conhecimento construtivista tem o pensamento focado na compreensão e alcance dos valores. Considera relevante tanto o objeto quanto o sujeito no processo de geração de conhecimento (ROY, 1993), ou seja, o conhecimento é gerado a partir de uma interação entre o objeto e o sujeito.

Para tanto, Ensslin (2008) *apud* Lacerda (2009) ressalta dois aspectos levantados por Roy como importantes para a via do Construtivismo:

- (i) extrair, a partir das informações obtidas, as coisas que realmente fazem sentido; e
- (ii) ajudar a lançar luzes sobre o comportamento do decisor, justificando suas convicções.

Embora seja importante a presença da objetividade, Corrêa (1996) *apud* Lacerda (2009) lembra que a tomada de decisão é um ato executado por pessoas e, conseqüentemente, a subjetividade estará presente mesmo que ela não seja incluída de forma explícita no modelo.

Dessa forma, uma vez estabelecido que a tomada de decisão é uma ação que incorpora a elaboração de juízos de valor, o apoio à decisão deve ser, antes de tudo, uma atividade de auxílio à construção de modelos de avaliação, abrangendo tanto elementos de natureza objetiva, ligado às ações, como elementos de natureza subjetiva, advindos dos sistemas de valores e

preferências dos atores do contexto decisório (BANA e COSTA, 1992). No entanto, esses dois elementos são indivisíveis e qualquer metodologia de apoio à decisão deve considerar a observação desses dois aspectos num processo de tomada de decisão.

Segundo a teoria de Piaget existe uma realidade objetiva e a produção de conhecimento é o meio pelo qual o sujeito interage com essa realidade. As ações do sujeito são ligadas recursivamente ao seu conhecimento. A necessidade de readequação dos esquemas mentais do sujeito surge diante dos resultados de suas ações sobre o mundo exterior, ocorrendo, assim, a geração de novo conhecimento. Através da reflexão, o indivíduo reacomoda os esquemas mentais para adaptarem-se às novidades do objeto.

Gerar conhecimento para Piaget é o resultado de uma interação dinâmica entre sujeito e objeto. Assim, o problema pertence a uma pessoa, pois é uma construção que o indivíduo faz dos eventos (ENSSLIN et al., 2001). Não existe, dessa forma, um “problema real”, mas sim um “problema construído”.

Na abordagem construtivista, cada modelo é construído para cada situação em um determinado momento no tempo e é evolutivo. Nessa abordagem, o papel do pesquisador não é mais o do especialista concernente à decisão, mas sim de um especialista ou facilitador, sem autoridade de decisão e com uma visão neutra em relação ao ator, que auxilia o ator a entender quais de seus valores estão presentes no contexto e quais propriedades do contexto operacionalizam seus valores e qual o impacto que o status quo e as alternativas produzem.

O quadro 2 apresenta, de forma resumida, um comparativo entre os principais paradigmas adotados pelas escolas de métodos multicritérios em processos decisórios.

**Quadro 2** :Características dos paradigmas Racionalista e Construtivista das Escolas de Métodos Multicritérios

	<b>Escola Americana – Paradigma Racionalista</b>	<b>Escola Européia – Paradigma Construtivista</b>
<b>A Tomada de Decisão</b>	momento em que ocorre a escolha da solução ótima	processo ao longo do tempo envolvendo interação entre os atores
<b>O Decisor</b>	totalmente racional	dotado de sistema de valores próprio
<b>O Problema a Ser Resolvido</b>	problema real	problema construído (cada decisor constrói seu próprio problema)
<b>Os Modelos</b>	representam a realidade objetiva	são ferramentas aceitas pelos decisores como úteis no Apoio à Decisão
<b>Os Resultados dos Modelos</b>	soluções ótimas	recomendações que visam atender aos valores dos decisores
<b>O Objetivo da Modelagem</b>	encontrar a solução ótima	gerar conhecimento aos decisores sobre o seu problema
<b>A Validade do Modelo</b>	o modelo é válido quando representa a realidade objetivamente	o modelo é válido quando serve como ferramenta de Apoio à Decisão
<b>A Preferência dos Decisores</b>	são extraídas pelo analista	são construídas com o facilitador
<b>A Forma de Atuação</b>	tomada de decisão	apoio à decisão

. Fonte: Adaptado de Ensslin et al. (2001).

## 2.6 MÉTODOS MULTICRITÉRIAIS

A partir dos anos 70, a comunidade científica internacional começa a pesquisar e propor uma série de métodos multicritérios, segundo Bana e Costa et al. (1997), diante da necessidade de levar em conta os diversos aspectos considerados relevantes pelos atores na avaliação das alternativas. Por um lado, esses métodos visavam auxiliar na escolha, ordenação e classificação das alternativas e, por outro, buscavam incorporar múltiplos aspectos nesse processo.

A Pesquisa Operacional (PO) clássica e as abordagens multicritério, afirma Matzenauer (2003), têm como objetivo auxiliar os decisores a tomar melhores decisões gerenciais, buscando dar fundamentação científica a elas.

Os Métodos Multicritérios desenvolvem-se, basicamente, sob o preceito de duas escolas: a Escola Americana, que desenvolve métodos Multicritério de Tomada de Decisão, denominado MCDM (*Multicriteria Decision Making*), caracterizado por adotar o paradigma científico do racionalismo, e a Escola Europeia, que desenvolve métodos Multicritério de Apoio à Decisão MCDA (*Multicriteria Decision Aid*) e caracteriza-se por adotar o paradigma científico construtivista.

Na abordagem racionalista das Metodologias Multicritérios de tomada de decisão MCDM, o processo de decisão passa a ser visto como a escolha da melhor opção diante de um conjunto pré-definido de alternativas, cujo objetivo é encontrar a solução ótima (ROY e VANDERPOOTEN, 1996). A preocupação está nos resultados que o modelo escolhido pode chegar e não na construção do modelo, pois tanto melhor será o modelo quanto mais próximo do objeto real ele conseguir chegar.

O processo de apoio à decisão pela via do Construtivismo, adotado pelas metodologias de apoio à decisão, MCDA-C, não tem como preocupação assegurar soluções ótimas aos problemas e sim à construção de um entendimento dos atores e à interpretação plausível sobre situações que se deseja mudar, utilizando para isso instrumentos que foram desenvolvidos por eles mesmos (DUFFY e JONASSEN, 1991).

Nos métodos multicritérios clássicos, as avaliações das ações potenciais são realizadas segundo um conjunto de critérios pré-existentes ou buscando nas diferenças entre as alternativas. Cada critério é uma função matemática que mede a performance das ações potenciais com relação a um determinado

aspecto, desejando-se otimizar o modelo matemático representado por essas funções de forma simultânea, considerando na análise os múltiplos aspectos envolvidos.

Porém, quando se trabalha com avaliação das ações é comum surgirem relações de Incomparabilidade (R), conceito introduzido por Roy (1996), isto é, quando não é possível comparar duas opiniões. Tais situações podem ocorrer, de acordo com Vincke (1992), quando:

- (i) o decisor não deseja ou não tem condições (devido à falta de informação) de comparar ações; e
- (ii) existem opiniões contrárias sobre qual a melhor ação, que precisam ser levadas em conta.

Ensslin et al. (2001) afirma que só é possível avaliar globalmente situações que envolvam múltiplos critérios, quando não existir incompatibilidade entre pares de alternativas. No apoio à decisão através de métodos multicritérios, essas relações de dominância mostram-se muito pobres em informações adicionais para serem utilizadas. Dessa forma, utilizar múltiplos critérios quando não se têm informações adicionais sobre as preferências dos decisores, chega-se a resultados pouco confiáveis no que diz respeito aos valores dos decisores.

Portanto, Roy (1996) sugere três abordagens para lidar com essa situação, cada uma delas requerendo tipos diferentes de informações adicionais: (i) abordagem do critério único de síntese; (ii) abordagem da subordinação de síntese; e (iii) abordagem do julgamento local interativo.



## 2.6.1 Abordagens Multicritéris

A utilização de metodologia multicritério para a avaliação das alternativas não é objetivo dessa pesquisa. Tem como objetivo principal a aplicação de um método de estruturação do problema em gestão de recursos hídricos que contemple aspectos considerados relevantes pelos múltiplos decisores e que será levado em conta na aplicação do método multicritério para avaliação das alternativas. Porém, as ideias básicas de cada uma das abordagens serão apresentadas a seguir, com o intuito de fornecer uma visão geral sobre cada uma delas, contribuindo para a escolha de um método multicritério que possa, futuramente, dar continuidade à essa pesquisa.

### 2.6.1.1 Abordagem de Critério Único de Síntese

Essa abordagem está ligada basicamente aos países de língua inglesa e pode ser ilustrada através do MAUT (*Multi- attribute Utility Theory*). Nessa abordagem, determinam-se taxas de substituição (pesos) para cada critério, em que um determinado critério é transformado em função de valor, representando o quanto uma dada função oferece de valor para os decisores (ROY, 1990 *apud* ENSSLIN et al., 2001). Esses métodos exigem maior informação dos decisores, pois utilizam estratégias compensatórias que fazem trocas quantitativas entre os critérios.

No entanto, Ensslin et al. (2001) observa que na determinação de funções de valor para cada critério, em especial, as taxas de substituição (pesos) quando sofrem pequenas modificações em seus valores, podem

acabar fornecendo respostas totalmente diversas, pois esses modelos estão fortemente aparados por estes parâmetros.

Entre os métodos que fazem compensação entre critérios, destacam-se os métodos da Matriz de Prioridade ou AHP (*Analytic Hierarchy Process*), desenvolvido por Saaty (1990), que se caracteriza pela capacidade de analisar o problema de tomada de decisão através da construção de níveis hierárquicos, fazendo comparação par a par dos níveis de hierarquia. Na pesquisa realizada por Zuffo et al. (2002), na qual foram aplicados cinco métodos multicriteriais na gestão de recursos hídricos, foi observado que o método AHP foi o que apresentou maior sensibilidade quanto às mudanças dos cenários dos pesos analisados. O outro método muito utilizado é o MACBETH (*Measuring Attractiveness By a Categorical Based Evaluation Technique*), desenvolvido por Bana e Costa e Vanisnick (1995). Esse método auxilia a construção de uma função de critério cardinal para cada ponto de vista, quantificando os julgamentos conforme o grau de atratividade. Uma apresentação detalhada da aplicação desse método pode ser encontrada em Ensslin et al. (2001).

Apesar de ter sofrido bastante crítica, essa abordagem é a mais tradicional, sendo largamente utilizada no apoio à decisão e em problemas econômicos e financeiros (VINCKE, 1992).

#### 2.6.1.2 Abordagem da Subordinação de Síntese

A Abordagem da Subordinação (*outranking*) surge nos países de língua francesa, particularmente no grupo ligado a Bernard Roy (1996). Essa

abordagem de subordinação de síntese surgiu como uma contraposição à abordagem única de síntese. Ela evita tanto propor hipóteses matemáticas excessivamente rígidas, quanto se perguntam questões excessivamente complexas aos decisores, porém seus resultados não são tão ricos em informação quanto aquele gerado pela abordagem única de síntese.

Essa abordagem baseia-se na ideia de uma relação de subordinação (denominada por **S**), em que a preferência das alternativas será identificada através da análise das relações de subordinação entre elas. A ordem de preferência é baseada na ideia de que os decisores têm argumentos suficientes para decidir que uma ação *a* é pelo menos tão boa quanto uma ação *b*, e não havendo argumentos suficientes para refutar esse julgamento, considera-se que *a* subordina *b* ( $a \mathbf{S} b$ ). Para que se possa determinar se existe uma relação de subordinação entre as alternativas é preciso que sejam definidos os limiares.

De acordo com Roy (1996), nessa abordagem é muito difícil para os decisores, devido a incertezas e imprecisões, fornecer valores números precisos sobre suas preferências. A dificuldade de estabelecer limiares e a lógica dos procedimentos de agregação torna essa abordagem de difícil aplicação prática.

#### 2.6.1.3 Abordagem do Julgamento Local Interativo

Essa abordagem tem sua origem nos procedimentos de programação matemática, em especial, no MOLP (Programação Linear Multi-objetivos). Ao contrário das outras duas abordagens, esta não realiza uma agregação das

performances da ação em cada um dos critérios, visando determinar sua performance global. Essa abordagem tem como objetivo otimizar, simultaneamente, mais de uma função objetivo, procurando a solução mais conveniente no espaço de soluções viáveis (ENSSLIN et al., 2001).

Os métodos que adotam essa abordagem baseiam-se em uma sequência de julgamentos realizados pelos decisores sobre a performance requerida localmente em um determinado critério (ROY, 1996). Ocorre para isso, uma sequência de fases de cálculo e fases de interação com os decisores.

Apesar de existirem muitos pesquisadores dedicados aos métodos ligados por essa abordagem, há poucas aplicações efetivamente práticas (GARDINER e VANDERPOOTEN, 1997). Particularmente, é difícil para esses métodos permitir uma visualização gráfica compreensível do processo de otimização de um número muito grande de critérios (CLIMACO e ANTUNES, 1987).

Matzenauer (2003) observa que futuramente seria interessante acrescentar mais uma categoria de métodos, cujo desenvolvimento atual merece distinção, que são os métodos baseados na Lógica Nebulosa ou Lógica Difusa (*Fuzzi Logic*). A aplicação da Lógica Difusa (*Fuzzi Logic*) utiliza os conjuntos *Fuzzi*, propostos por Zadeh (1965), sendo um modelo matemático não linear que busca realizar a otimização dos processos em análise multicriteriais, através de esquemas lógico-casuais. Silva (2010) realizou um estudo de análises multicriteriais aplicada ao processo de estabelecimento de um regime de vazão ambiental na região do baixo São Francisco. Ele utilizou experimentos considerando duas abordagens multicriteriais: a clássica e a

difusa. A vantagem da abordagem difusa está em fornecer possibilidades de análise do conjunto de variáveis de forma não linear, visto que muitas variáveis ambientais não têm seu comportamento representado por um gráfico linear.

Todas as abordagens aqui mencionadas podem ser utilizadas no apoio à decisão. A distinção da abordagem que visa o apoio à decisão daquela para a tomada de decisão é o paradigma científico em que ela se baseia. Os pesquisadores das metodologias multicritério de língua inglesa, na sua maioria, adotam o paradigma racionalista e utilizam, principalmente, as abordagens de critério único de síntese e julgamento local interativo (ENSSLIN et al., 2001). Já os pesquisadores voltados a metodologias de apoio à decisão, na sua grande maioria, são de língua francesa e utilizam geralmente a abordagem de subordinação de síntese.

## **2.7 MÉTODOS MULTICRITÉRIAS DE APOIO À DECISÃO CONSTRUTIVISTA / MCDA –C**

A abordagem construtivista das Metodologias Multicritéris de Apoio à Decisão, MCDA-C, distinguem-se das Metodologias Multicritéris de Tomada de Decisão, a MCDM, por adotarem a ideia de ciência de apoio em vez da ciência decisória, assumindo uma relação de ajuda entre um facilitador e um decisor (NORONHA, 2003). A principal diferença entre as Metodologias Multicritéris de Apoio à Decisão (*Multicriteria Decision Aid*) e as abordagens da Pesquisa Operacional clássica é que a última procura encontrar soluções “ótimas” que não representam a percepção dos decisores em problemas que

envolvem múltiplos atores no processo decisório, através de modelos matemáticos sofisticados.

As Metodologias Multicritéris de Apoio à Decisão consideram a importância de levar em conta, num processo decisório, a subjetividade dos atores envolvidos aliada à convicção do aprendiz e, enfim, do Construtivismo que tem trazido uma maior riqueza de elementos para a análise (ENSSLIN et al., 1998). A etapa principal das Metodologias Multicritéris de Apoio à Decisão é a estruturação do problema, na qual acontece o processo de construção do entendimento dos atores sobre o problema abordado. As metodologias tradicionais não enfatizam a fase de estruturação do problema<sup>6</sup>. Essas ferramentas e técnicas auxiliam os atores a chegarem num consenso, incorporando critérios quantitativos e qualitativos na decisão (SCHIMIDT et al., 1995).

Dessa forma, observa-se que a adoção de modelos de apoio à decisão em problemas relacionados ao gerenciamento dos recursos hídricos tem se mostrado uma importante ferramenta para o conhecimento e entendimento dos múltiplos interesses, perspectivas e diferentes interpretações dos atores envolvidos sobre eventos reais. No planejamento de recursos hídricos, torna-se pouco provável definir se uma decisão é boa ou ruim apenas com base em modelos matemáticos e genéricos. Esses modelos excluem a percepção dos atores envolvidos no contexto sobre a situação que se deseja mudar e que, dessa forma, não representam de fato os múltiplos interesses dos usos da água.

---

<sup>6</sup> Nota das aulas da disciplina "Teoria da Decisão", do curso de Engenharia de Produção da UFSC, 18/08/2009.

Portanto, existem duas convicções que servem de pilares para o processo de apoio à decisão, certezas adquiridas por aqueles que praticam MCDA-C, e que emerge como tendência da Escola Europeia de Apoio à Decisão. Essas convicções enunciadas por Bana e Costa (1996) *apud* Holz (1999) são: (i) onipresença da subjetividade e interpenetrabilidade com a objetividade no processo decisório e (ii) o paradigma da aprendizagem pela participação e o Construtivismo.

### **2.7.1 A Convicção da Inseparabilidade e Interpenetração de Elementos Subjetividade e Objetividade no Apoio à Decisão**

O processo de apoio à decisão envolve tanto elementos de natureza objetiva quanto subjetiva. Tais elementos formam os dois subsistemas no sistema de apoio à decisão: subsistema dos Atores, elementos relacionados aos sistemas de valores dos atores, e o subsistema das Ações, que são os elementos objetivos do processo, as características das ações. Ambos os subsistemas são indivisíveis. Os atores têm suas ações traduzidas em objetivos, visando alcançar uma melhoria na situação problemática, que é analisada segundo o julgamento dos atores apoiado no sistema de valores de cada um.

A questão da noção de valor é fator preponderante, dado que a tomada de decisão é, antes de qualquer coisa, uma atividade humana e, portanto, avaliada segundo seus valores individuais. Em face disto, vê-se claramente a onipresença da subjetividade nos processos de tomada de decisão, sendo ela, sem dúvida, um ponto crucial da decisão.

No processo de tomada de decisão não apenas o lógico e o racional são considerados, mas também os valores, desejos e sentimentos dos atores, isto é, o aspecto subjetivo dos atores sempre estará presente no processo decisório de forma explícita ou não. Assim sendo, para Roy (1985) *apud* Matzenauer (2003), o ator designa um sujeito social no sentido do “homosociológico intencional” e que não implica ser a imagem do “homosociológico racional”, como prega o paradigma racionalista.

### **2.7.2 A Convicção da Aprendizagem e do Construtivismo**

O início do Construtivismo acontece com o estudo da epistemologia genética criada por Piaget, no qual ele mostra que tanto o sujeito como o objeto não tem uma existência prévia, a priori, eles se constituem mutuamente na interação tanto com o meio físico como com o social. O mundo das relações sociais, entendido como “objeto” no sentido do conflito sociocognitivo, deve ter sua compreensão ampliada, de acordo com a teoria piagetiana, e não pode continuar a ser entendida simplesmente como “coordenação de operações individuais” (BECKER, 2009).

A via do Construtivismo surge do entendimento de que o processo de apoio à decisão é enriquecido pela participação dos atores, na construção de um modelo que possibilite sua interação e reflexão sobre o problema abordado, permitindo, assim, a construção do conhecimento sobre a situação que se deseja mudar.

O processo de apoio à decisão tem como um dos seus principais componentes a etapa de estruturação do problema que visa elucidar o contexto



e trazer compreensão sobre o problema decisional a ser abordado. Existe uma tendência de fuga das abordagens que se deve desenvolver antes das alternativas decisórias, ou seja, da estruturação do problema. Visto que essa “resistência” pode estar associada ao fato desse processo não ser claro, por não estar regido por modelos matemáticos. No entanto, para problemas que extrapolam os exames dos aspectos quantitativos palpáveis, a atividade de apoio à decisão deve ser adequada a uma abordagem que fuja de bases normativistas e prescritivistas. Dessa forma, uma metodologia de apoio à decisão deve construir uma parceria com os atores, bem como uma estrutura aceita por todos, de modo que suporte a uniformização e geração de conhecimento em relação ao problema, em que os atores e seus valores, objetivos e normas em conjunto com ações são os componentes estruturantes do problema (CORRÊA, 1996).

## **2.8 O PROCESSO DE APOIO À DECISÃO**

Fazer escolhas é algo que fazemos durante grande parte de nossas vidas. Algumas decisões são bastante simples e, na maior parte, agimos espontaneamente. Contudo, as soluções importantes que enfrentamos na vida são complexas e não apontam soluções fáceis ou óbvias. Keeney (1992) aponta que a ligação entre decisões que se tomam não está no que é decidido, mas em como é decidido.

Ressalta-se, portanto, que o uso da experiência e da subjetividade é necessário para se chegar, no mínimo, a uma solução satisfatória e, quanto mais estruturado for o problema, mais o decisor poderá contar com o auxílio de

técnicas, processos e modelos desenvolvidos nas diversas áreas do conhecimento. No entanto, segundo Keeney (1992), o decisor deve transformar o problema percebido em um problema simplificado, mas que ainda seja aceito como sua representação mental da situação, permitindo sua manipulação e diagnóstico.

O processo decisório, dessa forma, envolve aspectos da subjetividade humana, oriundos da experiência vivida no dia-a-dia e da personalidade de cada um. Por outro lado, os objetivos e as realizações desejadas não podem negligenciar as influências do ambiente em que se inserem os problemas.

A atividade de apoio à decisão incorpora-se no processo decisório pelo uso explícito de modelos formalizados, mas não necessariamente completos que ajudam, por sua vez, na obtenção de elementos capazes de responder à questões colocadas por *stakeholders* no processo de decisão (ROY, 1996).

O processo de apoio à decisão divide-se em três fases: Estruturação, Avaliação e Recomendação. Cabe ressaltar que o processo de apoio à decisão possui recursividade total durante a sua construção, ou seja, a possibilidade de retornar às fases anteriores, caso necessário. Dessa forma, a condução desse processo não pode ser levada de forma linear tampouco sequencial, devendo ser conduzido de maneira recursiva e dinâmica (ENSSLIN et al., 2001).

A etapa de estruturação do problema se insere no processo de apoio à decisão com o objetivo de construir uma estrutura aceita pelos atores, não de um modelo de uma realidade pré-existente, mas de um modelo que possibilite a geração e construção do conhecimento. A fase que se segue, de avaliação no processo de apoio à decisão, tem como objetivo a construção de um modelo de avaliação das ações, segundo o conjunto de valores dos decisores, e, de

acordo com seu desenvolvimento, segue uma conduta de interação, construção e aprendizagem.

Por último, na fase de recomendação, a atividade tem como objetivo fornecer subsídios aos decisores, através de ferramentas (modelos, conceitos e procedimentos), para que eles tenham condições de analisar e escolher qual a estratégia mais adequada a ser adotada em cada cenário.

O presente trabalho, no entanto, tem como objetivo desenvolver o processo de apoio à decisão até a fase de estruturação, utilizando, como método para construção da estrutura do problema os mapas cognitivos. Portanto, a etapa de estruturação, será apresentada com mais detalhes a seguir.

### **2.8.1. Estruturação do Problema**

A tomada de decisão tem seu processo iniciado quando se reconhece uma situação problemática ou da identificação de uma oportunidade de ação (KEENEY, 1992). Porém, um problema estratégico, segundo Rosenhead (1989), não se apresenta já claramente definido e estruturado. Dessa forma, alguns autores enfatizam a fase de estruturação do problema, apontada como etapa principal do processo por Bana e Costa (1992), Winterfeld e Edwards (1986) e Ackermann e Belton (1994).

Essa fase do processo é iniciada com a *contextualização do problema*, ou seja, com a identificação dos atores envolvidos no processo e do problema que se deseja apoiar. Os atores, neste processo, são aquelas pessoas, grupos e instituições que têm uma posição no processo decisório, ou seja, que têm interesse nos resultados da decisão (ENSSLIN et al., 2001). Cada ator tem seu

sistema de valores que defende e que o representa. Os atores podem ser classificados em: (i) *intervenientes*, os atores (*stakeholders*) que interferem diretamente no processo; (ii) *agidos*, que são os afetados pelas decisões, mas não têm poder para modificá-las; (iii) *decisor*, que é a pessoa ou grupo, em nome de quem o apoio à decisão é feito; e (iv) *facilitador*, que ajuda o decisor a identificar, organizar, mensurar e estabelecer os níveis de referência para as dimensões julgadas necessárias e suficientes para entender o contexto e, assim, compreender as consequências das diferentes decisões.

É importante buscar identificar os principais agidos, aqueles que apesar de não terem poder de decisão, sofrem as consequências da decisão que será tomada. Um ponto importante é que essa classificação deve ser específica à situação, devendo-se evitar categorias genéricas (do tipo “clientes”, “empregados”, “gerência”, etc.) (ENSSLIN et al., 2001).

No entanto, existem diversas correntes de pensamentos que podem ser adotadas pelo facilitador para executar a tarefa de estruturação de um problema, sendo que, o comprometimento com uma delas vai influenciar diretamente no resultado do problema.

Esse fato decorre da natureza das interações entre aspectos objetivos e subjetivos, de acordo com Bana e Costa (1992), e também devido à natureza do problema. As principais correntes de pensamento de acordo com Ensslin (2009)<sup>7</sup>, são: (i) Pensamento Focado nos Valores; (ii) Pensamento Focado nas Alternativas; e (iii) Pensamento Focado na Compreensão e Alcance dos Valores.

---

<sup>7</sup> Nota das aulas da disciplina Teoria da decisão, do curso de Engenharia de Produção da UFSC, 18/08/2009.

Kenney (1992) é um dos maiores defensores da abordagem do pensamento focado nos valores. Acredita-se nessa abordagem que a determinação dos objetivos torna explícito os valores dos decisores, partindo do pressuposto de que o decisor sabe o que quer. A estruturação inicia-se com a identificação dos objetivos mais estratégicos dos decisores, seguindo para a decomposição de objetivos mais específicos, mediante um encaminhamento mais ou menos interativo entre os decisores e o facilitador.

O pensamento focado nas alternativas concentra-se na análise das alternativas para encontrar a solução ótima. De acordo com Keeney (1992), as alternativas são relevantes somente enquanto meios para alcançarem os objetivos dos atores, afirmando com isso que o pensamento focado nos valores ou objetivo é mais rico que uma abordagem centrada nas alternativas.

E por último, a abordagem que foca a compreensão e alcance dos valores. Tal abordagem tem a preocupação de identificar características consideradas importantes, isto é, os objetivos levados em consideração, segundo os valores dos decisores para a identificação de meios, não pensados anteriormente, visando a compreensão do problema. Essa é uma abordagem que concentra atenção no problema e não nas alternativas<sup>8</sup>.

Neste trabalho, será seguida a abordagem que tem o foco na compreensão e alcance dos valores, aquela que considera o problema como foco principal a ser tratado. Dessa forma, se partirá do pressuposto de que o decisor não tem conhecimento do problema, sendo sua principal tarefa

---

<sup>8</sup> Nota das aulas da disciplina Teoria da decisão, do curso de Engenharia de Produção da UFSC, 18/08/2009.

identificar meios, ou seja, objetivos e características, de acordo com o conjunto de valores dos decisores, para a compreensão do problema.

#### 2.8.1.1 Definição das Ações Disponíveis

De acordo com Vincke (1992), os elementos que serão explorados e analisados no processo de apoio à decisão, ou seja, os objetos, alternativas, valores, meios, candidatos, decisões etc., referem-se à ideia de ações no contexto das metodologias multicritério de apoio à decisão.

Um conceito entendido como adequado ao contexto desse trabalho se refere às ações como sendo os meios disponíveis pelos quais os autores alcançam seus objetivos mais estratégicos, objetivos estes que são representados pelos critérios do modelo (HOLZ, 1999). Tais ações podem ser classificadas de diversas formas (ROY, 1996 *apud* ENSSLIN et al., 2001): (i) *Ações reais* são aquelas originadas de um projeto completamente desenvolvido, que pode ser executado; (ii) *Ações fictícias* correspondem a um projeto idealizado ou não completamente desenvolvido, ou ainda um projeto hipotético, (iii) *Ação global* é aquela que, quando avaliada, é exclusiva de todas as outras ações introduzidas no modelo multicritério. O conceito de alternativa, usualmente utilizada na Pesquisa Operacional clássica, tem o mesmo sentido de uma ação global, (iv) *Ação fragmentada*, não é exclusiva de todas as outras ações. Tal ação é apenas uma parte de uma ação global (alternativa) que não foi especificada completamente, (v) *Ação potencial* é uma ação real ou fictícia, julgada por pelo menos um decisor como um projeto cuja implementação pode

ser razoavelmente prevista. É sobre o conjunto de ações potenciais que o processo de apoio à decisão ocorrerá neste trabalho.

### 2.8.1.2 Problemática de Referência

A avaliação das ações potenciais pode gerar uma série de dúvidas do facilitador e dos atores envolvidos no processo de apoio à decisão. Dessa forma, ao considerar o conjunto de ações potenciais, tanto reais como fictícias, o decisor pode pretender (Roy, 1981):

- ✓ Descrever as ações e suas características de maneira formalizada (Problemática da Descrição - P.δ).
- ✓ Classificar as ações em categorias (Problemática da Alocação em Categorias - P.β).
- ✓ Ordenar as ações em termos de preferência (Problemática da Ordenação - P.γ).
- ✓ Escolher uma ação ou um conjunto de ações (Problemática da Escolha - P.α).

Existe ainda mais uma categoria de problemática: a Problemática da Rejeição Absoluta - P.β°. Ela é um caso particular da Problemática de Alocação em Categorias, no qual o decisor define regras que, se não cumpridas pelas ações, são eliminadas do conjunto das ações viáveis  $A$ , antes mesmo que a avaliação pelo modelo ocorra (ROY, 1996).

O estudo da problemática de referência traz resposta a essas questões. A definição de qual problemática de referência utilizar irá depender do tipo de problema dos decisores. A escolha da problemática irá influenciar o processo

de estruturação do modelo multicritério inclusive, eventualmente, na definição de quais critérios serão utilizados. Os diferentes tipos de problemáticas podem ser encontrados com mais detalhes nos trabalhos de Roy (1981), Roy (1996), Bana e Costa (1995) e Zanella (1996), os quais estudam com mais profundidade a questão das problemáticas (ENSSLIN et al., 2001).

### **2.8.2 Métodos para Estruturação do Problema**

Os métodos de estruturação de problemas complexos, de acordo com Rosenhead (1994), são abordagens de auxílio à tomada de decisão, sendo particularmente úteis porque podem acomodar múltiplas perspectivas do problema que está sendo analisado, o que se torna indicativo no apoio à decisão em grupo. Esses métodos têm como características comuns a forma cíclica, alternando entre as etapas do processo, possibilitando o retrocesso ou o avanço dentro da metodologia, a qualquer momento. Essas são características que se inserem dentro de uma convicção de aprendizado e Construtivismo.

Noronha (2003) apresenta os cinco métodos considerados mais difundidos para a estruturação do problema no auxílio a tomada de decisão em grupo: *Brainstorming*, *Ideawriting*, *Delphi*, *Nominal Group Technique (NGT)* e Mapas Cognitivos. Será realizada uma breve apresentação dos métodos citados e dentre estes, de forma detalhada, o método de mapas cognitivos por ser o instrumento utilizado neste trabalho, com o mesmo intuito.

O método *Brainstorming* (tempestade de ideias) teve sua concepção atribuída a Osborn (1993) nos anos 50, segundo Warfield (1994). A técnica



parte da premissa de que as pessoas têm mais ideias quando trabalham em um grupo do que quando o fazem individualmente. São realizadas reuniões, nas quais a criatividade de impulso é estimulada para ampliar o leque de opções ou soluções. O *Brainstorming* é um método que também pode ser utilizado na construção de mapas cognitivos para a obtenção de elementos primários de avaliação.

O *Ideawriting* ou *Brainwriting* surgiu em meados da década de 60 e foi idealizado por pesquisadores alemães (Geschka, Warfield e VanGundy). O *Ideawriting* é uma variante do *Brainstorming*, porém o processo não é mais verbalizado. O método *Ideawriting* passa por uma interação prévia dos participantes com o texto escrito visando superar a influência das opiniões dos líderes e restrições a respeito da livre expressão das ideias. Esse método viabiliza a participação de um maior número de pessoas.

O método *Delphi* é uma modificação do *Brainwriting*, desenvolvido na década de 50 pela força aérea americana, no qual vários especialistas a respeito de um assunto comunicam-se remotamente através de uma série de questionários respondidos por escrito. Esse método, basicamente consiste em agrupar julgamentos individuais sobre um assunto através de questionários sequenciais, elaborados a partir das respostas a estes questionários, com o objetivo de atingir um consenso entre os especialistas (HWANG e LIN, 1987). Segundo os autores citados, essa técnica é muito aplicada em projetos tecnológicos, análise de políticas públicas, inovações educacionais, planejamento de atividades, entre outros.

O método *Nominal Group Technique - NGT* (Técnica Nominal de Grupo), desenvolvida por Delbecq e Van de Ven, no final dos anos 60, para, entre

outras aplicações, os estudos de problemas de engenharia industrial da NASA (Agência Espacial dos EUA). Essa técnica é aplicada tipicamente na geração de ideias, identificação de problemas, exploração de soluções e definição de prioridades, combinando elementos do *Brainstorming*, *Ideawriting* e procedimentos de votação (HWANG e LIN, 1987). O processo NGT não permite a comunicação verbal entre os membros do grupo durante sua aplicação, e é indicado para estruturação de problemas em pequenos grupos com até cinco decisores.

Informações adicionais sobre os métodos que foram apresentados podem ser encontradas em ACKOFF e VERGARA (1981), HWANG LIN (1987) e MOORE (1994), que utilizam tais métodos tanto em MCDA como em MCDM, segundo Noronha (2003).

## **2.9 MAPAS COGNITIVOS**

Os Mapas Cognitivos originaram-se da Psicologia a partir de experimentos desenvolvidos pelo psicólogo e neurocientista Edward Tolman, em 1948, que estudou em ratos a aprendizagem e orientação em labirintos. Os estudos etológicos de seus animais em *habitats* revelam, afirma Csányi (1995), que quase a totalidade de animais utiliza mapas cognitivos para se orientarem. O mapa cognitivo refere-se “ao processo pelo qual um organismo representa o ambiente em seu próprio cérebro, uma atividade que os cientistas do cérebro mais contemporâneos parecem concordar como sendo uma das principais funções do cérebro” (CSÁNYI, 1995).

Nós vivemos em um ambiente onde outras pessoas agem, existem artefatos, e informações de tipo lingüístico (signos, ordens, instruções, descrições etc.). Por conseguinte, nossos mapas cognitivos representam objetos, seres vivos e seu comportamento, e também abstrações lingüísticas. Suas interações criam um modelo muito mais complexo e dinâmico do ambiente do que os simples mapas cognitivos dos animais. (CSÁNYI, 1995).

Portanto, a competência lingüística ou a linguagem modifica o meio pelo qual o ambiente é mapeado, deixando de ser perceptual, pois depende da experiência direta do indivíduo, e passando a ser um mapeamento lingüístico, um mapeamento de conceitos; neste, podemos aceitar e transferir descrições e prescrições de outros indivíduos, prescindindo de uma experiência direta. A comunicação lingüística permite que as pessoas em grupo troquem segmentos dos seus modelos e, neste sentido, que os conceitos individuais se tornem parte de uma estrutura coletiva de ordem superior, que pode ser identificada como cultura (CSÁNYI, 1995).

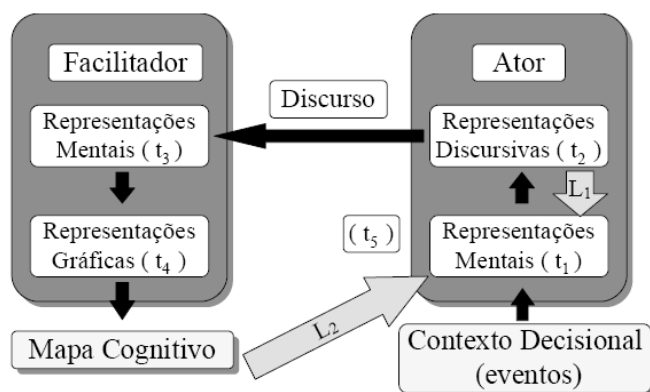
O mapa cognitivo como uma ferramenta utilizada para dar suporte à fase de estruturação do problema foi criado por Eden (1983), que demonstrou a eficácia da técnica, especialmente quando defrontadas com situações complexas e mal definidas, envolvendo vários atores e questões. O mapeamento cognitivo considera os interesses e valores dos atores no processo da construção da aprendizagem, em torno de uma situação que se deseja mudar.

Eden *apud* Rosenhead (1989) define o mapa cognitivo como sendo um modelo do "*sistema de conceitos*" usados por uma pessoa para comunicar a natureza de um problema, isto é, um modelo utilizado para representar a

maneira como uma pessoa interpreta uma determinada situação. O problema é construído individualmente de acordo com a sua visão da situação.

Segundo Cossete e Audet *apud* Montibeller (1996), um mapa cognitivo é "uma representação gráfica de um conjunto de representações discursivas feita por um sujeito (o ator) com vistas a um objeto (o problema) em um contexto de uma interação particular." Contudo, essas representações gráficas, construídas a partir do discurso do ator, passam pela subjetividade do facilitador, ou seja, pela interpretação daquele que constrói o modelo.

A representação do processo de articulação e pensamento que acontece na construção dos mapas cognitivos de relações hierárquicas de meios-fins está representada pela figura 2, de acordo com Montibeller et al. (1996).



**Figura 2:** Representação do processo de Articulação e pensamento.  
Fonte: Montibeller et al. (1996).

As representações mentais do decisor sobre um problema (eventos) no momento (t<sub>1</sub>) irão gerar suas representações discursivas no momento (t<sub>2</sub>), que irão influenciar seu pensamento, conforme representado pela seta L<sub>1</sub> da figura 4. Tais representações discursivas, através do discurso do decisor, gerarão representações mentais no facilitador em (t<sub>3</sub>), propiciando ao facilitador as

representações gráficas no momento ( $t_4$ ) que possibilitaram a construção do mapa. Tal construção irá influenciar o pensamento do decisor e, portanto, suas representações mentais sobre o problema no momento ( $t_5$ ) representada pela seta  $L_2$  (MONTIBELLER, 1996). Esse processo também pode ser definido como um processo construtivista de aprendizagem e negociação.

Portanto, o que aparece no mapa são as representações mentais do decisor no momento ( $t_1$ ) e não suas representações mentais no momento ( $t_5$ ), (pois em  $t_5$ , elas foram influenciadas por  $L_1$  e  $L_2$ ). Três conclusões são relevantes, de acordo com Ensslin et al. (2001), a respeito desse esquema:

- Este processo é um dos benefícios do uso dos mapas cognitivos, sua característica reflexiva, permitindo ao(s) decisor(es) aprender(em) sobre o problema com que se defronta(m).
- O mapa é também uma ferramenta negociativa, na medida em que ajuda os decisores a negociar sua percepção e interpretação sobre o problema, permitindo ainda que eles negociem um compromisso à ação.
- Por outro lado, tal operação cognitiva quádrupla salienta a diferença existente entre o que está no mapa cognitivo e o que está na “cabeça do decisor”. Ou seja, ao contrário de diversos autores, *não se encara aqui o mapa como um modelo de cognição que permita a descrição e a predição do pensamento do decisor*. Logo, não se deve fazer uma correspondência direta entre o mapa e os pensamentos do decisor.

### **2.9.1 Tipos de Classificação dos Mapas Cognitivos**

De acordo com Fiol e Huff (1992), existem diversos tipos de mapas cognitivos que podem ser conceituados e classificados:

- Quanto ao uso - os mapas cognitivos podem ser utilizados como *produtos* (mantendo-se estáveis no tempo) ou como *ferramentas*, com caráter dinâmico e passível de modificação (ou abandono) por parte dos decisores, no enfrentamento de questões complexas.
- Quanto ao tipo - há *mapas de pontos* e *mapas de contexto* entendidos como esquemas antecipatórios amplos de percepção. Os primeiros são análogos aos mapas cartográficos das cidades, nos quais cada local desejado é alcançado através de um percurso definido, com base na sequência de pontos bem caracterizados. Os *mapas de contexto* possuem, também, informações sobre o ambiente decisório (contexto) que envolve os pontos de referência. Diante de incertezas, os *mapas de contexto* permitem exercer o julgamento para a busca de opções.
- Quanto ao tipo de componentes - os mapas cognitivos podem ser de *identidade*, *categorização* e *causais* ou de *argumentação*. Os mapas de *identidade* designam as marcas físicas-chave do problema (atores, eventos e processos). Os mapas de *categorização* desenvolvem escalas e convenções de contorno que oferecem informações sobre o relacionamento entre as entidades do problema. Os mapas *causais* ou *de argumentação* contêm vias alternativas para passar de uma posição a outra no mapa (entendidas como as ligações potenciais entre as entidades de importância para a organização, ao longo de tempo).

- Quanto ao tipo de intervenção - os mapas cognitivos podem ser *organizacionais* ou *individuais*. Nos primeiros, o facilitador procura um mapa coletivo que represente um instrumento para a ação da organização, seja como ferramenta de apoio à decisão, seja para uma análise da organização. Os mapas *individuais* podem ter caracterização isolada, mas, principalmente, podem ser usados para a obtenção dos mapas coletivos (organizacionais).
- Quanto ao tipo de análise, os mapas cognitivos podem ter análise *hierárquica* ou *cibernética*. A análise *hierárquica* considera a hierarquia dos componentes (dados, ações, meios, fins), obedecendo a uma racionalidade estratégica, desconsiderando os laços entre os nós (conceitos). Na análise *cibernética*, são consideradas as características hierárquicas e os laços existentes entre os *nós* do mapa, que levam às mudanças e ao crescimento estratégico.

O presente trabalho utiliza os mapas cognitivos como ferramenta para a estruturação de um problema em gerenciamento de recursos hídricos, cuja classificação, de acordo com Fiol e Huff (1992), é do tipo *causal* ou de *argumentação* de análise *hierárquica* e intervenção do tipo *individual*. O mapa cognitivo será definido aqui, como uma hierarquia de conceitos, relacionados por ligações de influência entre meios e fins.

### 2.9.2 Vantagens e Desvantagens dos Mapas Cognitivos

Noronha (2003) aponta algumas vantagens e desvantagens da construção dos mapas cognitivos para a tomada de decisão em grupo. As vantagens são:

- (i) a agregação dos mapas individuais para formar o mapa cognitivo do grupo, permitindo que os participantes conheçam os aspectos que os outros decisores levam em consideração no contexto que está sendo analisado;
- (ii) o número de reuniões simultâneas com os participantes do grupo é reduzido, sendo necessário apenas no processo de agregação dos mapas individuais;
- (iii) os mapas possuem uma representação gráfica que facilita a visualização clara das ideias de todos os participantes do grupo.

As desvantagens apontadas pelo autor são:

- (i) o tempo necessário para a sua elaboração, principalmente quando se trabalha com um grupo de decisores;
- (ii) a apresentação de um grande número de conceitos, que pode prejudicar a sua compreensão;
- (iii) o tempo gasto pelo facilitador para a elaboração dos mapas; existe a falta de tempo dos decisores tanto para as entrevistas individuais, quanto mais para a agregação desses mapas na construção do mapa do grupo;



- (iv) a existência de formas de pensamento que não envolvem relação de causa-efeito ou de meios-fins, dificultando a construção dos mapas cognitivos.

Algumas razões são apontadas para a escolha do uso do método de mapas cognitivos no apoio à decisão na presente pesquisa, considerando que o problema abordado envolve um grupo de pesquisadores de diferentes áreas de conhecimento, diferentes interesses, valores e preferências que devem ser levados em conta no processo decisório em gerenciamento de recursos hídricos. Dessa forma, buscou-se utilizar uma metodologia que:

- (i) possibilitasse reunir um grande número de informações dos diferentes decisores do processo;
- (ii) permitisse recorrer às etapas anteriores, visto que os decisores estavam em pleno processo de desenvolvimento das pesquisas;
- (iii) tivesse o número de reuniões reduzido, diante da dificuldade de reunir todos os decisores do processo;
- (iv) representassem, de forma clara, as ideias identificadas pelo grupo, facilitando a interação entre os atores e o entendimento do problema abordado.

### **2.9.3 Construção do Mapa Cognitivo**

Para a construção do mapa cognitivo é necessário que se sigam algumas etapas, segundo Ensslin et al. (2001); Montibeller (1996; 2000) e Ensslin e Montibeller (1998):

### 2.9.3.1 Definição do Rótulo para o Problema

O primeiro passo para a construção do mapa cognitivo é dado quando o facilitador pede ao decisor que defina um rótulo para o problema em questão. O rótulo tem a função de delimitar o contexto decisório, de tal forma que mantenha o foco nos aspectos mais relevantes, envolvidos para a resolução do problema. O facilitador busca escutar um relato dos decisores sobre o problema, sem interferir no que eles dizem, pois isso poderia direcionar o rótulo (EDEN e SIMS, 1979 *apud* ENSSLIN et al., 2001).

### 2.9.3.2 Definição dos Elementos Primários de Avaliação – EPAs

Os EPAs, segundo Bana e Costa (1992), são constituídos de objetivos, metas, valores, ações, opções e alternativas, oriundos da percepção dos decisores do processo, servindo como base para a construção dos mapas cognitivos.

Segundo Eden et al. (1983), a maneira ideal para que o facilitador comece a trabalhar com um problema é ter uma postura empática com o objetivo de entender o problema como os decisores o veem. No entanto, muitas vezes podem ocorrer dificuldades neste processo de aprendizagem. Em determinadas situações, os decisores podem achar difícil articular seus pensamentos de modo ordenado, de forma que outra pessoa possa aprender sobre o assunto somente ouvindo-os.

No entanto, Eden et al. (1983) apresentam algumas técnicas para auxiliar os atores a se expressarem sobre um determinado assunto de

interesse, tais como: o processo de "*divagação*", uma técnica que pode parecer bastante óbvia, mas que é bastante útil na obtenção das informações relevantes, é deixar que os decisores falem livremente sobre o problema. Dando tempo e liberdade para uma pessoa divagar sobre determinado assunto é possível obter uma quantidade muito grande de informações sobre a questão, e aspectos que podem parecer completamente não relacionados com o foco inicial poderão se tornar essenciais mais adiante no processo.

As *entrevistas* também são técnicas clássicas de se obterem informações. Não se recomendam, no entanto, entrevistas rígidas com uma sequência pré-definida de perguntas às quais o decisor deve responder. Outra maneira de obter informações a respeito de uma situação problemática é levantar os objetivos e valores dos decisores. Já que o problema está gerando um sentimento de desconforto do decisor, conhecer seus valores é útil, uma vez que é possível relacionar a situação atual com aquilo que o decisor considera importante para si ou para a organização. O *Brainstorming* é um método de ação participativa que incentiva o fluxo de ideias espontâneas e naturais, já mencionado anteriormente neste capítulo. Este é o método do pensamento criativo mais investigado e aplicado (OSBORN, 1993).

O quadro 3 apresenta uma série de estratégias que servem para estimular a criatividade e, portanto, identificar um maior número de EPAs (KEENEY, 1992 *apud* ENSSLIN et al., 2001).

**Quadro 3:** Estratégia para identificar EPAs.

<b>Estratégia</b>	<b>Perguntas que devem ser feitas</b>
Aspectos Desejáveis	Quais são os aspectos que gostaria de levar em conta em seu problema?
Ações	Quais características distinguem uma ação (potencial ou fictícia) boa de uma ruim?
Dificuldades	Quais são as maiores dificuldades em relação ao estado atual?
Conseqüências	Quais conseqüências das ações são boas/ruins/inaceitáveis?
Metas/Restrições/ Linhas gerais	Quais são as metas/restrições/e linhas gerais adotadas por você?
Objetivos Estratégicos	Quais são os objetivos estratégicos neste contexto?
Perspectivas Diferentes	Quais são para você, segundo a perspectiva de um decisor, os aspectos desejáveis/ações/dificuldades/etc?

Fonte: Adaptado de Ensslin et al. (2001).

### 2.9.3.3 Construção de Conceitos

O conceito deve ser construído a partir de cada EPA. Para tanto, o elemento primário é orientado à ação, fornecendo o primeiro pólo do conceito, ou seja, o objetivo ou direção de preferência associada ao EPA para o contexto. Tal dinamismo pode ser obtido colocando o verbo no infinitivo. Em seguida, pergunta-se sobre o pólo oposto, ou seja, a razão de ser ou motivação para desejar o objetivo associado ao EPA. O pólo oposto e as idéias que estão relacionadas a ele é o que vai explicitar o significado do conceito no mapa cognitivo, afirma Eden *apud* Rosenhead (1989), e não o simples significado etimológico das palavras. Busca-se manter nos conceitos as palavras e frases utilizadas pelos decisores e recomenda-se também que o texto de cada conceito não seja muito longo. Eden et al. (1983) afirmam que através dos polos presentes, o mapa pode fornecer uma indicação da personalidade, atitudes e proposições gerais do decisor, bem como de aspectos culturais da organização.

#### 2.9.3.4 Hierarquia de Conceitos

Segundo Ensslin et al. (2001), a estrutura do mapa é formada por conceitos-meios e conceitos-fins ligados por uma relação de influência. Um mapa pode ser construído com conceitos direcionados aos fins, ou seja, partindo dos meios para os fins, ou partindo dos fins para os meios.

Na construção dos conceitos em direção aos fins, o facilitador questiona o decisor a partir de um dado conceito, porque tal conceito é importante (porque é importante para você?). O decisor então irá responder que aquele conceito é importante, pois possibilita atingir/obter um determinado fim. O facilitador segue o questionamento perguntando sobre o pólo oposto do conceito fim.

Na construção dos conceitos em direção aos meios, o facilitador questiona o decisor sobre “Como poderia obter tal conceito?”. O decisor então irá responder que aquele conceito poderia ser atingido através de um determinado meio. Ele, então, seria questionado sobre o pólo oposto do conceito-meio.

Geralmente o mapa é construído seguindo-se a ordem de conceitos-meios na parte inferior da folha e conceitos-fins na parte superior (como mostra a figura 5 e 6 acima). Sugere-se construir o mapa inicialmente a mão, em uma folha de cartolina para depois passar a limpo em uma nova folha de cartolina ou no programa Power Point (Windows-Microsoft). De acordo com Ensslin et al. (2001), sempre se deve apresentar o mapa aos decisores passado a limpo e separado em partes (*clusters*, abordado no próximo item).

Cabe salientar que é importante o facilitador perceber a hora de parar com a construção do mapa. Isto ocorre quando o decisor começa a repetir

conceitos, expressando a mesma ideia com outras palavras. Para a construção do mapa não se deve despende mais de duas horas, pois após este período os decisores, em geral, mostram-se cansados, devido ao esforço cognitivo demasiado (ENSSLIN et al., 2001).

#### **2.9.4 Mapa Cognitivo de Decisão em Grupo**

Os mapas cognitivos de decisão, trabalhados em grupo, são característicos de situações que envolvem problemas complexos, pois geralmente essas situações não são administradas por apenas um indivíduo (ENSSLIN et al., 2001). Destaca-se, no entanto, a complexidade das situações que envolvem problemas ambientais, contudo, os relacionados ao gerenciamento de recursos hídricos, por envolverem diferentes decisores com múltiplos interesses.

De acordo com Eden et al. (1983), dois procedimentos são usuais para se iniciar um trabalho com um grupo de pessoas: ou se inicia com entrevistas individuais com cada membro do grupo ou diretamente com uma reunião geral, em que o facilitador é colocado a par do problema ao mesmo tempo em que cada pessoa apresenta suas ideias aos demais participantes. Nas entrevistas individuais, as pessoas são menos seletivas, “ficam mais à vontade” para falar sobre o problema abordado do que nas reuniões em grupo. Na entrevista em grupos dificilmente vai aparecer pontos de vistas que não estão de acordo com os membros mais poderosos do grupo.

Segundo Eden (1988), a construção do mapa cognitivo individual é a melhor forma de se construir um mapa cognitivo do grupo (chamado de mapa

congregado, conforme Bougon (1992)), pois existe um menor risco de ocorrer o pensamento de grupo quando a individualidade é explorada antecipadamente. Sendo a representação das opiniões anônimas, os mapas agregados aumentam a possibilidade de análise das ideias pelo seu próprio mérito, e não pela influência de quem a propôs.

A agregação é construída da seguinte forma (ver Eden et al. (1983) e Bougon (1992)): Unindo conceitos – dois conceitos que têm rótulos similares (e, portanto, denotam conceitos similares) são unificados por aquele de sentido mais amplo (ou mais rico); Relacionando conceitos – conceitos que claramente se relacionam devem ser ligados através de ligações de influência ou ligações conotativas.

A complexidade do processo de agregação dos mapas é discutida com bastante profundidade por Eden et al. (1983). Concluído o processo de agregação, os mapas agregados devem ser apresentados ao grupo de decisores em um encontro em que todos os membros estejam presentes. É importante que os decisores reconheçam seus conceitos gerados no mapa apresentado, pois segundo Eden (1989), isso faz com que o grupo tenha a sensação de posse do modelo construído. Deve-se também evitar a revelação da autoria de cada conceito no mapa (EDEN e ACKERMANN, 1998).

Neste processo inclusões de novas ligações de influência entre conceitos são realizadas, caso os decisores julguem existir, assim como a união dos conceitos similares e “enxertos” Bougon, (1992), ou seja, novos conceitos propostos pelo grupo. A partir daí, inicia-se uma negociação entre os membros, entre os conceitos dos mapas e os relacionamentos existentes entre

tais conceitos. Essa reunião terá como resultado o que se denomina mapa cognitivo congregado.

### **2.9.5 Transição do Mapa para Estrutura Hierárquica de Valor**

Os aspectos considerados essenciais e desejáveis de se levarem em conta, segundo os valores dos decisores, no processo de avaliação das ações constituem o eixo de avaliação do problema (BANA e COSTA et al., 1999). A identificação do eixo de avaliação do problema é chamada de transição do mapa cognitivo para um modelo multicritério. No entanto, Eden et al. (1992), propõe algumas ferramentas para analisar os mapas cognitivos e possibilitar a transição destes para o modelo multicritério ou estrutura hierárquica de valor:

#### **2.9.5.1 Análise Hierárquica de Meios-Fins**

A análise da *hierarquia de meios-fins*, como a definida neste trabalho, tem uma estrutura hierárquica formada por conceitos-meios e conceitos-fins. Nesta relação, é possível interpretar o mapa para compreender as relações existentes entre os meios disponíveis aos decisores e os fins que eles almejam alcançar. Os mapas podem ser lidos ainda, a partir dos fins, sendo os meios uma forma de obtê-los (ENSSLIN et al., 2001).

#### **2.9.5.2 Análise de Conceitos Cabeças e Rabos**



A análise dos *conceitos cabeças e rabos* é realizada a partir da estrutura hierárquica do mapa, na qual é importante que o facilitador identifique os conceitos que são cabeça e os conceitos que são rabos. Analisar a razão entre o número de conceitos hierarquicamente mais superiores, *cabeças* (aqueles onde só chegam setas), e o número de conceitos no extremo inferior do mapa, *rabos* (aqueles onde só saem setas), também pode ser útil no processo. Dessa forma, um mapa com um grande número de "cabeças" indica o reconhecimento da necessidade de levar em consideração vários objetivos estratégicos que, talvez, sejam conflitantes entre si.

Em princípio, mapas que contém longas cadeias de conceitos (o mapa é maior no sentido vertical) podem indicar uma grande profundidade cognitiva, porém sem muitas considerações de definições alternativas sobre a situação. Já mapas com muitos caminhos curtos entre os "rabos" e "cabeças" (aqueles com formato mais achatado) podem indicar pouca profundidade de pensamento, mas sugerem a consideração de um grande número de opções e visões alternativas (EDEN et al., 1992). Esses tipos de mapas, com grande número de "rabos", geram um maior número de conceitos mensuráveis, ações potenciais, necessárias para a construção dos descritores (CORRÊA, 1996).

Na prática, segundo Ensslin et al. (2001), é importante subir a hierarquia de conceitos em direção aos fins até que se chegue a um único conceito cabeça, que expressará o objetivo mais estratégico.

#### 2.9.5.3 Clusters

Uma das análises mais importantes em relação à complexidade dos mapas cognitivos é a determinação de *clusters*. Os *clusters* são conjuntos de conceitos que estão fortemente interligados entre si (relações intra-componentes), com um mínimo de ligações externas. Segundo Eden et al. (1983), o conjunto de conceitos formador de um *cluster* define uma área de interesse relacionada ao problema. Eden et al. (1992) afirmam também que é provável que os *clusters* formados neste tipo de análise, assim como as inter-relações entre eles, formem um resumo do mapa como um todo, indicando áreas de interesse relacionadas ao problema.

Claramente esse tipo de análise também indica o grau de complexidade do mapa, uma vez que mapas que podem ser facilmente quebrados em submapas possuem uma complexidade cognitiva inferior aos que são fortemente interligados. No entanto, essa separação em submapas permite que cada cluster seja analisado como se fosse um mapa independente, reduzindo a complexidade original do mapa cognitivo.

#### 2.9.5.4 Linhas de Argumentação

Uma linha de argumentação é constituída por uma cadeia de conceitos, começando com um conceito *rabo* e terminando com um conceito *cabeça*. A análise que visa identificar uma linha de argumentação é basicamente ligada à forma do mapa cognitivo, podendo ser identificada pelo facilitador diretamente sobre o mapa.

#### 2.9.5.5 Ramos do Mapa Cognitivo

Os ramos são constituídos por uma ou mais linhas de argumentação que demonstram preocupações similares, considerando as ideias expressas nos conceitos. Trata-se de uma análise essencialmente de conteúdo. Quando os ramos são identificados, considera-se a fase de avaliação concluída (ENSSLIN et al., 2001).

### **2.9.6 Estrutura Hierárquica de Valor**

Nessa etapa do processo é realizado o enquadramento dos pontos de vista considerados como fundamentais pelos decisores, levados em conta no modelo multicritério. Para isso, é necessário que os pontos de vistas atendam a uma série de propriedades que serão apresentadas a seguir.

#### **2.9.6.1 Pontos de Vistas Fundamentais**

Os Pontos de Vistas Fundamentais (PVFs) são aspectos considerados como fundamentais pelos decisores para avaliação das ações potenciais. Eles explicitam os valores dos decisores e definem as características das ações (BANA e COSTA, 1992 *apud* ENSSLIN et al., 2001).

De acordo com Ensslin e Montibeller (1998), o enquadramento é a determinação do que se chama de “candidatos” a Pontos de Vistas Fundamentais. Os autores citados usam o termo “candidato” para destacar o fato de que eles terão que ser avaliados, visando verificar se suas características atendem às propriedades que devem ter os PVFs. De acordo com Ensslin et al. (2001), o enquadramento consiste em determinar cada área de interesse do mapa cognitivo:

- onde estão localizados os conceitos que expressam ideias relacionadas aos objetivos estratégicos dos decisores;
- onde estão localizados os conceitos que expressam ideias relacionadas às ações potenciais disponíveis no contexto decisório;
- buscando nos sentidos fins-meios e meios-fins do ramo, localizar aqueles conceitos que expressam um ponto de vista ao mesmo tempo essencial e controlável, naquele contexto decisório.

O atendimento das propriedades de *essencialidade* refere-se à necessidade do PVF representar um aspecto que seja fundamentalmente importante segundo os objetivos estratégicos dos decisores, e *controlabilidade*, verifica se o PVF representa um aspecto que seja influenciado apenas pelas ações potenciais em questão. O aumento da controlabilidade do ponto de vista é considerado na busca do sentido dos fins para os meios. Já na direção meios-fins é considerado o grau de essencialidade do ponto de vista expresso pelo decisor.

#### 2.9.6.2 Arborescência de Candidatos a Ponto de Vista

Para a melhor compreensão dos aspectos a serem avaliados, os candidatos a pontos de vistas fundamentais podem ser representados na forma de uma estrutura arborescente. Em seguida é necessário testar se os candidatos PVFs atendem às propriedades para que se tornem uma família de PVFs. Tais propriedades são apresentadas a seguir, de acordo com Ensslin et al. (2001): (i) Essencial: o PVF deve levar em conta os aspectos de

fundamental importância considerados pelos decisores, de acordo com seus valores; (ii) Controlável: o PVF deve representar um aspecto que seja influenciado apenas pelas ações potenciais em questão; (iii) Completo: o conjunto de PVFs deve incluir todos os aspectos considerados como fundamentais pelos decisores; (iv) Mensuráveis: o PVF permite especificar, de modo não ambíguo, a performance das ações potenciais, segundo os aspectos considerados fundamentais pelos decisores; (v) Operacional: o PVF possibilita coletar as informações requeridas sobre a performance das ações potenciais, dentro do tempo disponível e com um esforço viável; (vi) Isolável: o PVF permite a análise de um aspecto fundamental de forma independente, com relação aos demais aspectos do conjunto, porém esse aspecto só poderá ser testado na etapa de construção dos descritores; (vii) Não-redundante: o conjunto de PVFs não deve levar em conta o mesmo aspecto mais de uma vez; (viii) Conciso: o número de aspectos considerados pelo conjunto de PVFs deve ser o mínimo necessário para modelar o problema de forma adequada, segundo a visão dos decisores; (ix) Compreensível: o PVF deve ter seu significado claro para os decisores, permitindo a geração e comunicação de ideias.

Realizado o teste das propriedades, os candidatos a pontos de vista fundamentais são constituídos em uma *Família de Pontos de Vista Fundamentais* (BANA e COSTA, 1992). A próxima etapa de avaliação das ações potenciais de cada PVFs da estrutura hierárquica de valor será definida pela construção de um instrumento de medida, chamado descritores.

### 2.9.6.3 Descritores

A definição de descritores para os pontos de vistas fundamentais, é considerada por Ensslin et al. (2001), a etapa que mais influenciará na qualidade do modelo multicritério e no processo de identificação da oportunidade de aperfeiçoamento.

Um descritor é definido como sendo o conjunto de níveis de impacto que, de forma exaustiva e não ambígua, representa todos os possíveis níveis de desempenho para todas as possíveis alternativas que se deseja mensurar. Esses descritores também são conhecidos na literatura como *atributos* (KEENEY, 1992). O desempenho de uma ação potencial pode ser representado por cada nível de impacto formador de um descritor. Sendo que, o conjunto de níveis de impacto deverá ter um significado claro para os autores, evitar múltiplas interpretações e estar ordenados em termos de preferência, segundo os sistemas de valores dos decisores.

De modo que se possa realizar a verificação da independência preferencial ordinal e cardinal ou análise da isolabilidade e, posteriormente, a determinação das taxas de substituição, deve-se definir para cada um dos descritores dois níveis de referência: o nível bom e o nível neutro (ENSSLIN et al., 2001). O nível bom representa o desempenho acima do qual o decisor entende como excelente. Já o nível neutro, delimita a fronteira abaixo da qual se define o desempenho comprometedor.

De acordo com Keeney (1992) *apud* Ensslin et al. (2001), os descritores são classificados em três tipos: *diretos*, *construídos* e *indiretos (proxy)*, podendo ainda ser classificados em *quantitativo* ou *qualitativo* e *contínuo* ou *discreto*. A presente pesquisa não tem o objetivo de avançar até a fase de

construção dos descritores. Mais informações sobre este assunto podem ser encontradas, de forma detalhada, em Keeney (1992).

## CAPÍTULO III

---

### 3. METODOLOGIA

Esse capítulo tem como objetivo apresentar os procedimentos metodológicos para a realização desta pesquisa. A obtenção das informações, o tipo de abordagem utilizada, o método escolhido e as etapas adotadas no processo de apoio à decisão que deram início ao trabalho de estruturação de um problema complexo em gerenciamento de recursos hídricos. Primeiramente será apresentado o *processo de pesquisa* que inclui a *Coleta de dados* e o tipo de *abordagem do problema de pesquisa*. Posteriormente, é apresentado o *método de pesquisa escolhido* e os *instrumentos para estruturação do problema*, utilizados de acordo com a metodologia adotada.

#### 3.1 Processo de Pesquisa

De acordo com Ensslin et al. (2008) *apud* Lacerda (2009), o processo de pesquisa é descrito sob dois pontos de vistas: (i) coleta de dados e (ii) abordagem do problema.

##### 3.1.1 Coleta de Dados

A coleta de dados compõe o processo de obtenção de informações sobre as variáveis a serem estudadas na pesquisa. Os dados coletados podem



ser de fonte primária ou secundária. Os dados de fonte primária são aqueles coletados diretamente da fonte, como por exemplo, os dados provindos de pesquisa de campo, entrevistas e questionários; os de fonte secundária são aqueles oriundos de fontes que já interpretaram os fatos, como livros, relatórios, revistas, documentos, entre outros (COLLIS et al., 2005).

Esse trabalho utilizou tanto a coleta de dados primários, por meio de entrevistas, como também dados secundários oriundos de relatórios, textos e documentos gerados e utilizados pela rede de pesquisa Ecovazão.

### 3.1.2 Abordagem do Problema de Pesquisa

O presente trabalho adota a abordagem de pesquisa qualitativa que se baseia em uma premissa da realidade como resultado da interação de vários indivíduos em um meio, sendo socialmente concebida e dependente da ação pessoal de cada integrante (MORGAN e SMIRCICH, 1980). Em se tratando de pesquisas relacionadas a temas ambientais, incluindo questões que envolvem gerenciamento de recursos hídricos, existem inúmeros fatores qualitativos que afetam os resultados, o que torna insatisfatória a reprodução de experimentos baseados primordialmente em abordagens quantitativas.

Dessa forma, o paradigma que melhor se enquadra nos objetivos dessa pesquisa é o do Construtivismo, pois reconhece a existência da subjetividade em um processo científico. Para contextos envolvendo a participação de pessoas e sua percepção do objeto o método de pesquisa mais adequados é o construtivista. Esses métodos são projetados para analisar e avaliar processos sociais complexos, como os processos de tomada de decisão, cuja

subjetividade e construção da realidade de cada ator devem ser levadas em consideração no experimento.

### 3.2 Método de Pesquisa Escolhido

O presente trabalho constrói um modelo de estruturação parcial do problema dentro dos princípios do processo de apoio à decisão, restringindo a metodologia multicritério de apoio à decisão construtivista (MCDA-C), a utilização do método de *Mapas Cognitivos*. Tal modelo visa apoiar a decisão de um grupo de decisores em um problema complexo em gerenciamento de recursos hídricos. O método foi adotado na perspectiva de gerar interação entre os atores, estimulando o diálogo entre eles e, dessa forma, produzindo um grande volume de informações sobre a situação analisada. “O mapa cognitivo é o instrumento utilizado pelo facilitador para ajudar o decisor a entender o contexto decisório segundo a sua percepção, valores e suas preferências” Ensslin, (2009) <sup>9</sup>.

#### 3.2.1 Estruturação do Problema

A seguir, serão apresentadas as etapas do processo de apoio à decisão desenvolvidas nesta pesquisa, de acordo com o método adotado:

- (i) Contextualização do Problema
  - a) identificação dos atores;

---

<sup>9</sup> Nota das aulas da disciplina Teoria da decisão, do curso de Engenharia de Produção da UFSC, 2009.

- b) definição do rótulo para pesquisa;
- (ii) Mapas Cognitivos
  - a) identificação dos Elementos Primários de Avaliação (EPAs);
  - b) construção de conceitos;
  - c) agrupamento de conceitos;
  - d) construção dos Mapas Cognitivos para cada agrupamento;
- (iii) Transição dos Mapas para Estrutura Hierárquica de Valor
  - a) identificação dos *clusters* e sub-*clusters*;
  - b) identificação dos ramos e linhas de argumentação em cada *cluster*;
  - c) depuração dos Mapas;
- (iv) Estrutura Hierárquica de Valor
  - a) representação gráfica.

#### 3.2.1.1 Contextualização do Problema

O processo inicia-se com a identificação dos atores envolvidos no contexto, para que seja explicitado de quem será a percepção trabalhada na construção do modelo. Os atores dividem-se em: (i) interveniente (*stakeholders*), que interferem diretamente no processo (facilitador, decisor, e representantes) e (ii) *agidos*, que sofrem as consequências das decisões, mas não tem poder para modificá-las. A figura 3 ilustra a classificação do subsistemas dos atores.



**Figura 3:** Subsistemas de Atores.  
Fonte: LabMCDA- UFSC, 2010.

Identificados os atores, parte-se para a definição da problemática de referencia utilizada para avaliação das ações potenciais. O processo segue com o facilitador junto com o decisor, na definição de um *rótulo* para o problema que descreve o foco das principais preocupações do decisor sobre a situação que se deseja apoiar. O *rótulo* tem a função de delimitar o contexto decisório e manter o foco nos aspectos mais relevantes da resolução do problema em questão.

### 3.2.1.2 Construção dos Mapas Cognitivos

Na construção de um mapa cognitivo, são utilizadas técnicas para estimular as ideias do decisor, para a identificação dos Elementos Primários de Avaliação (EPAs), que permitirão o início da construção do mapa. A identificação dos EPAs, neste trabalho, partiu da interpretação das entrevistas realizadas com os decisores.

As entrevistas foram realizadas individualmente com os três decisores do processo e, através de um questionário aberto, foi estimulada uma

conversação na qual o facilitador do processo também estimula os entrevistados a falar a respeito do problema que está sendo abordado. A partir dessa fala, são extraídos os principais elementos a serem levados em consideração no processo.

Após a identificação dos EPAs, foi realizada a construção dos conceitos que associa um objetivo a cada elemento primário, expandido seu entendimento. O EPA é orientado à ação e, para isso, o verbo é colocado no infinitivo (por exemplo, “garantir”, “proteger”, “fornecer”, etc.), ou seja, o mapa deve ter uma perspectiva orientada à ação. Segundo Ensslin et al. (2001), o sentido do sujeito está baseado, em parte, na ação que ele sugere.

Um conceito é composto por dois polos: o *polo principal* ou *polo presente* (a primeira sentença) e o *polo oposto* ou *oposto psicológico*. Após a construção do primeiro pólo do conceito, o próximo passo é perguntar pelo polo oposto de uma determinada afirmação. O oposto psicológico é a situação que o decisor encara como sendo o contrário, dentro das circunstâncias que estão sendo analisadas, e não a situação logicamente antagônica, como por exemplo, maior-menor, alto-baixo.

A seguir, de posse dos conceitos construídos, o facilitador agrupa-os em *clusters*, ou seja, em áreas de interesses. Segundo Eden et al. (1983), o conjunto de conceitos formador de um *clusters* define uma área de interesse relacionada ao problema. Com os conjuntos de conceitos formadores dos *clusters*, são construídos os mapas cognitivos para cada um dos *clusters* identificados. Nessa etapa do processo, é possível que novos conceitos surjam para completar possíveis “lacunas” encontradas nas relações entre meios e fins.

Os mapas construídos neste trabalho tiveram os conceitos orientados aos fins, ou seja, a construção de meios para se atingir os fins ou os objetivos estratégicos. Na construção da hierarquia de conceitos em direção aos fins, o facilitador questiona o decisor sobre quais são os meios necessários para atingi-lo, ou sobre quais são os fins aos quais ele se destina.

Esse processo de construção das relações entre meios e fins continua até que se tenha alcançado um grau de entendimento que permita estabelecer um conjunto de pontos de vistas que representem os objetivos estratégicos do contexto e suas propriedades operacionais.

### 3.2.1.3 Transição dos Mapas para Estrutura Hierárquica de Valor

Cada *clusters* representa uma dimensão de avaliação composta por Candidatos a Pontos de Vistas Fundamentais, que são testados segundo algumas propriedades específicas, para então, se tornarem Pontos de Vistas Fundamentais (PVF). Tais propriedades específicas foram apresentadas no capítulo anterior deste trabalho. O Ponto de Vista Fundamental explicita os valores mais relevantes dos decisores dentro do processo decisional, com base nas quais as características serão definidas e as ações avaliadas. Dada sua importância no processo, é importante que se faça a distinção entre Ponto de Vista Fundamental e Ponto de Vista Elementar (PVE). O PVE é aquele ponto de vista que, por alguma razão, não foi considerado fundamental. Na árvore de pontos de vistas, eles estão hierarquicamente abaixo dos Pontos de Vistas Fundamentais, sendo que, muitas vezes, um conjunto de Pontos de Vistas

Elementares forma um Ponto de Vista Fundamental (PVF) (ENSSLIN et al., 2001).

#### 3.2.1.4 Estrutura Hierárquica de Valor

Por meio do enquadramento dos PVF identificados e testados segundo as propriedades já mencionadas anteriormente, emerge um novo modelo denominado *Estrutura Hierárquica de Valor*.

Este capítulo buscou elucidar a forma utilizada para testar o método proposto, através de um caso real de apoio a decisão em gestão de recursos hídricos. A escolha do método de mapas cognitivos teve em vista a complexidade do problema abordado, partindo do princípio que os pesquisadores (*stakeholders*) não tinham bem claro quais os aspectos a serem considerados no estabelecimento do regime de vazão ambiental. Tendo em vista o grande número de informações geradas por uma rede multidisciplinar de pesquisa, considerou-se importante trabalhar com uma metodologia que pudesse organizar essas informações facilitando a identificação dos pontos de vistas que devem ser levados em consideração no contexto decisório.

## CAPÍTULO IV

---

### 4. ÁREA DE ESTUDO DE CASO

Este capítulo tem como objetivo caracterizar a região onde foi realizado o estudo de caso para o estabelecimento do regime de vazão ambiental, cujo apoio aos pesquisadores da rede de pesquisa Ecovazão, foi proposto nesta pesquisa, com a construção do modelo parcial de estruturação com o uso da ferramenta de mapas cognitivos

A escolha de trabalhar na Bacia do São Francisco se deu devido ao envolvimento da autora com as pesquisas desenvolvidas pela rede de pesquisa Ecovazão, tendo em vista a necessidade dos pesquisadores de chegarem a um acordo sobre os aspectos a serem considerados na recuperação hidroambiental do rio. Outro fator considerado foi à grande disponibilidade de dados existentes sobre a bacia.

O capítulo apresenta os seguintes itens: *Contexto Sócio Econômico e Ambiental da Região de Estudo, Caracterização Fisiográfica da Bacia do Rio São Francisco e a Região do Baixo trecho do Rio São Francisco.*

#### **4.1. Contexto Socioeconômico e Ambiental da Região de Estudo**

O Rio São Francisco é um rio de domínio da União por abranger vários Estados da Federação. O “Velho Chico”, como é popularmente conhecido, tem



uma contribuição histórica e econômica na fixação e desenvolvimento das cidades ao longo da bacia, ressaltando sua importante função no transporte de água para as regiões semi-áridas do Nordeste Brasileiro.

Ao longo de sua história, o Rio São Francisco sofreu várias intervenções antrópicas, culminando na alteração do seu regime hidrológico. Barragens foram construídas ao longo do rio com a função de gerar energia e conter as enchentes (Vargas, 1999). A exploração econômica da Bacia do São Francisco foi intensificada a partir dos anos 70, gerando valor econômico expressivo para o país pela geração de energia e, principalmente, pela agricultura irrigada, responsável por 68% da utilização da vazão na bacia, cuja produção abastece parte do mercado interno e, especialmente, o externo. A região da bacia possui cerca de 40% das suas terras de boa qualidade para a agricultura (PEREIRA, 2004).

A atividade de hidroeletricidade da Bacia do São Francisco destaca-se pelo seu potencial hidroelétrico, disponibilizando um total de 26.320 MW, conforme dados do Sistema de Informação do Potencial Hidroelétrico Brasileiro (SIPOT), dos quais 10.395 MW estão distribuídos em usinas hidroelétricas em operação no Rio São Francisco (CBHSF, 2004).

A ocupação econômica na região, de uma forma geral, engloba a atividade mineradora, siderúrgica, agrícola e industrial, os perímetros de irrigação e a pecuária. Contudo, apenas 12 dos municípios integrantes da bacia contribuem com 75,9% do total de riqueza que é produzida, com destaque para Brasília e Belo Horizonte (que totalizam 60,93%), os de Contagem (4,63%) e Betim (4,11%) (IBGE, 2009).

Vários usos são destinados às suas águas que banham diferentes regiões do país como áreas de reserva, áreas urbanas, áreas rurais, semi-áridas e costeiras. Porém, sua importância não se resume apenas à esfera econômica, mas principalmente à esfera ambiental e social, na preservação, recuperação e manutenção dos diversos ecossistemas existentes na bacia que, conseqüentemente, beneficiaram as populações que dependem do rio.

Na extensão da Bacia do São Francisco estão concentradas 25% da área represada por hidrelétricas no país. Essas águas represadas provocam uma série de problemas na bacia, entre eles: inconsistências nas séries de vazões calculadas a partir de vazões observadas e; perdas de água por evaporação nos reservatórios, responsáveis pela regularização das vazões do rio (PEREIRA, 2004).

As mudanças no regime sazonal do rio devido às alterações dos níveis hidrológicos, causados pelos barramentos, desencadeiam uma série de impactos ambientais tais como: assoreamento do rio, desaparecimento de espécies de peixes das lagoas marginais, entre outros. Tais alterações geram mudanças e adaptações na biodiversidade da bacia e na vida das populações que vivem à margem do rio.

Existem diversos setores sociais na região da bacia, cujos usos da água não são atendidos, ou seja, são considerados usos inferiores, principalmente os relacionados à classe pobre da população que dependem da água para sobreviver. Os recursos da bacia estão concentrados nos usos para agricultura irrigada, geração de energia e abastecimento humano, usos considerados privilegiados (MEDEIROS et al., 2010).

#### 4.1.1 Caracterização Fisiográfica da Bacia do São Francisco

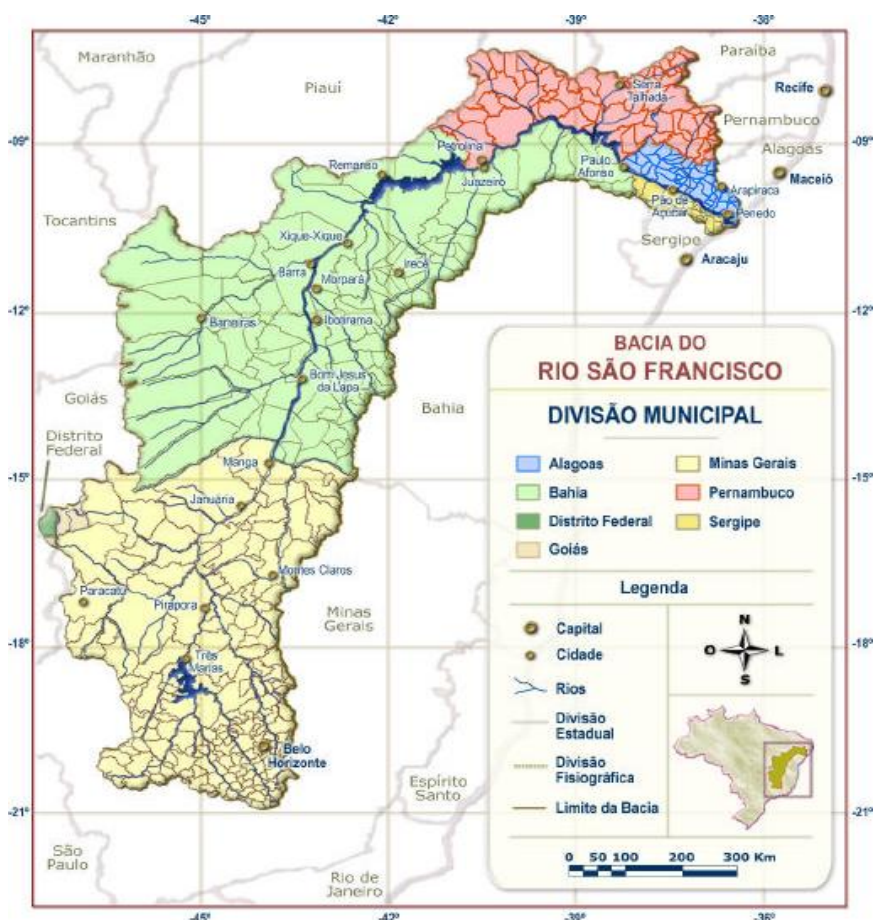
A Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco possui, no seu trecho principal, uma extensão de 2696 km, com uma área de drenagem de 634.781 km<sup>2</sup> (8% do território nacional), correspondendo a uma disponibilidade hídrica de 69% do total do Nordeste. Situada entre as latitudes de 7° 00' e 22° 00' S e longitude de 35°00' e 45°40' W, a bacia abrange 503 municípios, parte do Distrito Federal, e sete Unidades da Federação: Bahia, Minas Gerais, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Goiás e Distrito Federal. Devido a esta característica, já foi conhecida como o Rio da Integração Nacional.

A população da Bacia do São Francisco correspondia, em 2000, a cerca de 8% da população brasileira, estando às maiores concentrações populacionais situadas na região de cabeceira da bacia. Na cabeceira esta situada a região Metropolitana de Belo Horizonte, formada por 33 municípios, contando com uma população de 4.121.091 habitantes, o que representa 26,5% da população da bacia, sendo a sua área equivalente a apenas 1,4% da área da bacia. Incluídos no Polígono das Secas, estão 363.396 km<sup>2</sup> (56,8%), nos quais residem 5.892.081 habitantes (37,9%), distribuídos em 270 municípios (54%), enquanto a área do semi-árido é de 335.946 km<sup>2</sup> (52,6%), onde vivem 5.244.241 habitantes (33,7%) e situam-se 241 municípios (48%) (ANA, 2002).

A nascente da Bacia do Rio São Francisco encontra-se na Serra da Canastra no Estado de Minas Gerais e escoar no sentido Sul/Norte pelos Estados da Bahia e Pernambuco, quando altera seu percurso para Leste,

chegando ao Oceano Atlântico na divisa entre Alagoas e Sergipe. Entre a nascente e a foz da Bacia do São Francisco, há uma diferença de nível de aproximadamente 1.000 m, sendo as maiores declividades encontradas nas cabeceiras e proximidades da foz da bacia (RAMOS e SILVA, 2001).

A Bacia do São Francisco é uma entre as doze regiões hidrográficas instituídas na Resolução nº 32, de 15 de outubro de 2003, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) que define a Divisão Hidrográfica Nacional com a finalidade de orientar, fundamentar e implementar o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). Dessa forma, a bacia está dividida em quatro regiões fisiográficas: Alto, Médio, Sub-médio e Baixo São Francisco, conforme ilustrado na figura 4.



**Figura 4:** Mapa da Divisão municipal da Bacia do Rio São Francisco.  
Fonte: Plano Decenal de Recursos Hídricos, CBHSF 2004.

Ocorrem na bacia, variados tipos de climas: úmido, subúmido-úmido, subúmido-seco, semi-árido e árido. O clima caracteriza-se pela ocorrência de temperaturas de mediana a elevada durante quase todo o ano, com temperatura média anual variando de 18°C a 27 °C, possuindo baixo índice de nebulosidade com grande incidência de radiação solar, e pela existência de duas estações bem distintas uma seca e outra chuvosa (BRASIL, 2003).

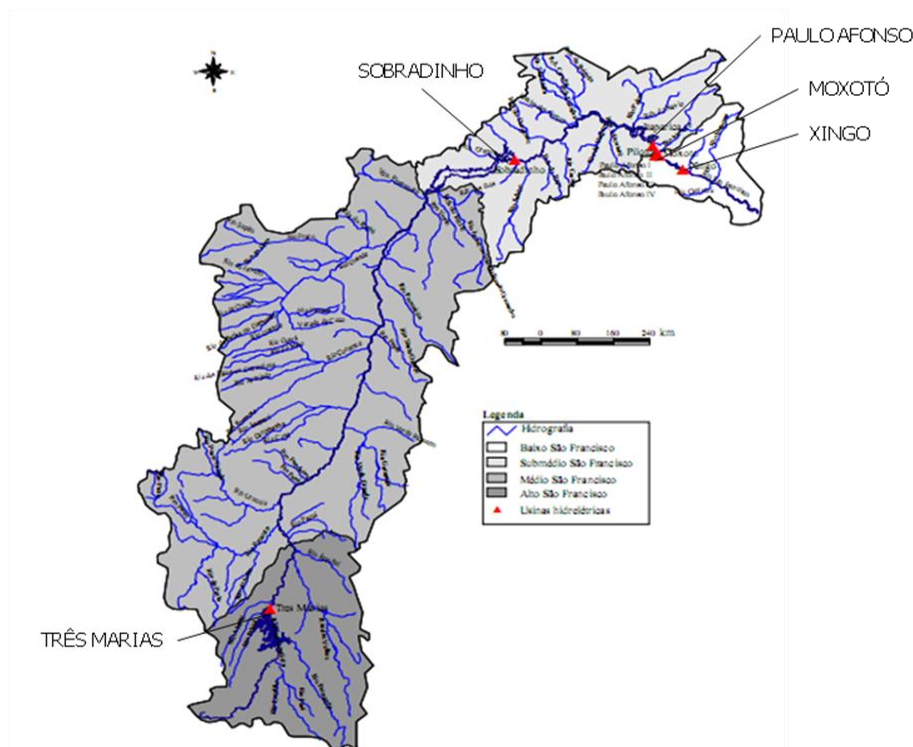
#### **4.2 O Baixo Trecho do Rio São Francisco**

O Baixo São Francisco, região de estudo de caso do presente trabalho, possui uma população que corresponde a 10,7% da população total da bacia, equivalente a 1.372.735 habitantes. O trecho do Baixo São Francisco vai de Paulo Afonso, na Bahia, até o encontro do rio com as águas do Oceano Atlântico entre os Estados de Sergipe e Alagoas, correspondendo a 7% da área da bacia.

A região do Baixo São Francisco caracteriza-se pelo clima sub-úmido, tendo uma precipitação anual de 957 mm, com temperatura média anual de 25° e evapotranspiração média de 1.500 mm anual. Em relação à cobertura vegetal, observa-se o predomínio de vegetação litorânea e mangue. O baixo curso possui, na sua foz, uma vazão média anual mínima de 1461 m<sup>3</sup>/s no mês de setembro, considerando ainda o período de chuvas. A vazão média anual máxima na região do Baixo São Francisco é de 4.999 m<sup>3</sup>/s, no mês de fevereiro.

Quanto à sua infra-estrutura, todas as sedes municipais são servidas por telefonia e energia elétrica. O Baixo São Francisco tem suas cidades ligadas às estradas-troncos através das rodovias estaduais que ligam o Brasil de Norte a sul.

No que diz respeito às obras hidráulicas ao longo do Baixo São Francisco, as usinas de Paulo Afonso (formado por um complexo de quatro usinas), Xingó e Itaparica foram construídas para a geração de energia e atendem vários estados do Brasil. Essas usinas transformaram a Bacia do São Francisco na segunda em produção de energia elétrica do país, abaixo apenas da Bacia do Paraná. A seguir, a figura 5 ilustra os principais reservatórios construídos na bacia.

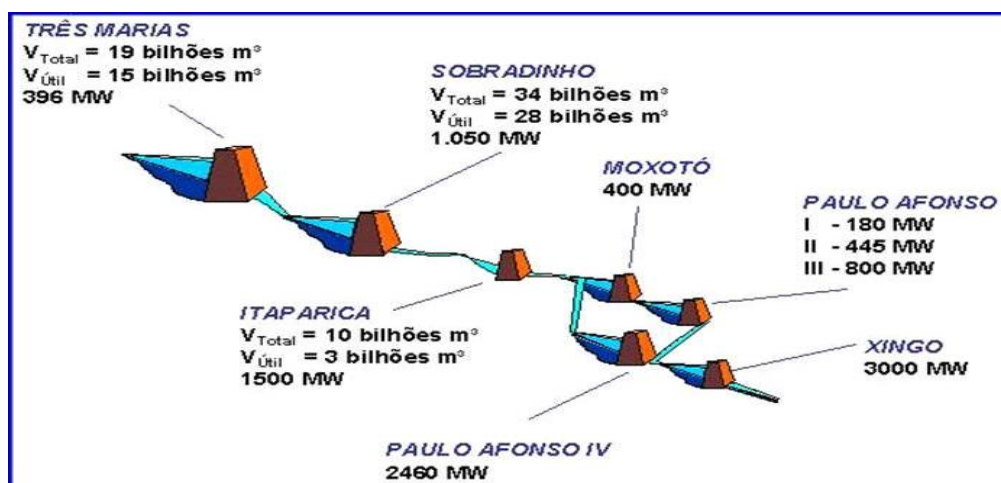


**Figura 5:** Principais reservatórios e unidades fisiográficas da Bacia do Rio São Francisco .  
Fonte: PEREIRA, (2004).

O alto e o baixo curso do rio são trechos de maior declividade. Nos primeiros 120 km próximo à cabeceira, há um desnível de 250 m e no baixo trecho, que vai de Paulo Afonso até a foz, percorrendo 284 km, o desnível chega a 300m. Portanto, esses trechos são considerados os mais favoráveis à geração de energia.

Na década de 70, o empreendimento da Usina de Sobradinho, no trecho sub-médio do São Francisco, surpreendeu pela inviabilidade técnica. As condições naturais em que foi construída essa usina, no último trecho plano do rio, causou um forte impacto ao meio ambiente e grandes problemas sociais, fortemente percebidos a jusante da usina (MENDONÇA et al., 2004).

As barragens construídas ao longo do rio para a produção de energia, conforme ilustra a figura 6, reduziram acentuadamente as cheias a jusante do rio, impedindo a inundação das lagoas marginais, que são os maiores berçários da vida aquática do rio, podendo-se apontar como um importante fator para a decadência da pesca na região (PBHSF, 2004).



**Figura 6:** Cascata de barragens ao longo do Rio São Francisco.  
Fonte: Plano Decenal de Recursos Hídricos, CBHSF 2004.

A construção da Barragem de Sobradinho, que controla o maior fluxo de vazão do rio, provocou grandes mudanças na atividade econômica das populações que vivem na região do Baixo São Francisco, a qual era função das oscilações naturais do nível do rio. Antes da implantação das barragens as populações ribeirinhas, desenvolviam estratégias de sobrevivência que combinava diferentes atividades produtivas adaptadas aos movimentos de vazão do rio, ou seja, épocas de cheias e épocas de “vazante” (MEDEIROS et al, 2010). Fato que consagra a importância da sazonalidade da vazão tanto para a manutenção da biota aquática quanto para economia da população ribeirinha que dependem dos recursos extraídos do rio para a sobrevivência (CBHSF, 2004).

Posteriormente, com a construção da Barragem de Xingó, localizada no baixo São Francisco, percebe-se a falta de carreamento de sedimento para a jusante, agravando a situação da ictiofauna e praticamente extinguindo a pesca como atividade econômica sustentável (CBHSF, 2004). No cenário atual, o que se observa na região do baixo São Francisco é o número bastante reduzido de peixes, principalmente as espécies migratórias que não conseguem mais chegar à jusante do rio, extinguindo algumas espécies consideráveis para a economia da região.

O trabalho desenvolvido por Medeiros *et al* (2010), constata que, em um passado recente, na região do baixo trecho do rio São Francisco a pesca era a atividade econômica de maior importância para a região, hoje a irrigação e o setor de serviços alcança posição de destaque na economia local.

A pesca ficou prejudicada com a implantação das barragens que provocaram, além da variação na vazão, o desaparecimento de nutrientes



provenientes das águas turvas ou “amareladas” vindas da montante do rio. De acordo com as pesquisas realizadas na região, a água muito clara ou sem sedimentos em suspensão contribui para a redução na quantidade dos peixes (MEDEIROS et al., 2010).

O desaparecimento das lagoas marginais, assim como o assoreamento do rio, também são fatores relevantes e preocupantes na região do Baixo São Francisco. O acúmulo de sedimentos trazidos da montante e ao longo de todo o rio, removidos pelas erosões das margens, é depositado na calha do rio, alterando significativamente sua capacidade de retenção de nutrientes, com efeitos inevitáveis às planícies de inundação (CBHSF, 2004). Esse fato causa prejuízos à manutenção da vida aquática e também à atividade de navegação.

## CAPÍTULO V

---

### 5. APLICAÇÃO DO MÉTODO DE MAPAS COGNITIVOS

Esse capítulo tem como objetivo apresentar a aplicação prática do método proposto neste trabalho, que visa dar apoio à decisão para uma situação real, buscando mostrar a aplicabilidade e as vantagens advindas da utilização do método de mapas cognitivos para estruturação de um problema complexo em gerenciamento de recursos hídricos. O capítulo está dividido em três seções. Na primeira seção, é realizada a *Identificação do contexto decisório*, na segunda é apresentada a *Estruturação do problema* e na terceira apresenta-se a *Estruturação do modelo multicritério* propriamente dito.

#### 5.1 O Contexto Decisório

A identificação do contexto decisório é a etapa que dá início a construção de um modelo que busca dar apoio à decisão. Essa etapa tem como objetivo identificar a problemática de referência e os atores envolvidos no processo decisório. A dimensão que envolve o problema abordado será descrita a fim de proporcionar um melhor entendimento da situação que se deseja apoiar.

### 5.1.1 A Problemática do Baixo trecho do Rio São Francisco

As construções das barragens no rio São Francisco, que tem como finalidade principal a geração de energia elétrica acabou segmentando o rio. O sistema de usinas hidrelétricas da Companhia Hidro Elétrica do São Francisco, CHESF, tem grande parte das suas obras hidráulicas implantadas no rio São Francisco, ao todo são oito usinas em funcionamento<sup>10</sup>, sendo que 90% da energia hidroelétrica gerada pela CHESF vêm do rio São Francisco que atende cerca de 42 milhões de pessoas em oito estados do país<sup>11</sup>. Na época dessas construções, a gestão dos recursos hídricos se dava de forma centralizada por alguns setores sociais (MEDEIROS et al., 2010).

O planejamento na região do Baixo São Francisco, região de estudo desse trabalho, privilegiou o uso da água para abastecimento humano, para agricultura irrigada e para a geração de energia. Sob essa perspectiva de planejamento, os demais usos como a pesca, o turismo, a navegação, a conservação do ecossistema aquático, entre outros, foram considerados inferiores, ou seja, o desenvolvimento econômico não favoreceu igualmente todos os setores sociais.

Porém, com a promulgação da Lei Federal das Águas, Lei n.º 9433/97, que criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, foi promovida a inclusão de novos arranjos institucionais, dentre eles o Comitê de Bacia Hidrográfica. O Comitê de Bacia possibilita a participação dos segmentos

---

<sup>10</sup> Disponível em [www.chesf.gov.br](http://www.chesf.gov.br), acesso em 05/2010.

<sup>11</sup> Nota da reunião da rede de pesquisa Ecovazão realizada na CHESF sede em Recife, 25/08/2008.

sociais na gestão das águas, através de suas representações. Dessa forma, a disputa pelos usos da água transforma-se em um processo de negociação mais democrático entre as representações.

Foi nesse ambiente de negociação que o CBHSF propõe como uma das medidas presentes no PBHSF, criado em 2004, o estabelecimento de um regime de vazão ambiental para o Baixo São Francisco que garanta os usos múltiplos e a preservação da biodiversidade da bacia, através da recuperação hidroambiental do rio.

No entanto, coloca-se a necessidade de realizar estudos sobre a vazão ambiental no Baixo São Francisco e seus afluentes, tendo em vista que os valores foram aprovados pelo CBHSF na época de elaboração do PBHSF, em caráter provisório.

Para responder à demanda do CBHSF, é que se insere o estudo da rede Ecovazão de pesquisa, que tem como objetivo a articulação de iniciativas, no campo da produção de conhecimento, que avance no sentido da construção de um saber mais próximo das múltiplas e complexas determinações naturais e sociais (MEDEIROS et al., 2009). Essa é uma rede de pesquisa formada por universidades localizadas na Bacia (UFBA, UFMG, UFS, UFPE, UFLA), financiada pelo CT-Hidro (edital MCT/CNPq – CT-HIDRO 45/2006). A rede Ecovazão subdivide-se em três sub-redes: sub-rede (1) aborda aspectos hidrológicos; sub-rede (2) aborda os aspectos biológicos e limnológicos; e sub-rede (3) que trata dos aspectos socioeconômicos implicados nos estudos de vazão ambiental.

É nesse contexto que o mapa cognitivo se insere como modelo multicritério proposto no presente trabalho visando dar apoio às

pesquisadores da rede Ecovazão de pesquisa, no estabelecimento de um regime de vazão ambiental no baixo trecho do Rio São Francisco. Uma vez que os intervenientes do processo não tinham clareza de quais aspectos seriam considerados. Conforme explicitado no referencial teórico, considerou-se importante trabalhar com uma metodologia multicritério de apoio a decisão numa abordagem construtivista para melhor atender as necessidades dos atores do processo.

#### 5.1.2 Identificação dos atores envolvidos no processo de apoio à decisão

Foram definidos como *decisores* na construção do modelo de apoio à decisão, a rede Ecovazão de pesquisa. Essa rede é composta por uma equipe de mais ou menos 20 pesquisadores, divididos em três sub-redes de pesquisas: sub-rede I - aspectos biológicos; sub-rede II - aspectos hidrológicos; e sub-rede III - aspectos socioeconômicos. Considerou-se importante levar em conta as diferentes áreas de conhecimento de cada sub-rede de pesquisa que compõe a rede Ecovazão. Dessa forma, foram definidos três pesquisadores para representar as três sub-redes de pesquisa. A definição dos representantes, *demandeur*<sup>12</sup>, foi realizada de acordo com a disponibilidade de tempo dos pesquisadores para a participação no processo de apoio a decisão. Dessa forma, puderam ser contemplados os interesses das diferentes áreas de

---

<sup>12</sup> Definição dada por Roy, (1985), para aquele incumbido pelo decisor para representá-lo no processo de apoio a decisão.

conhecimento, dentro de um contexto multidisciplinar de pesquisa, visando auxiliar no processo decisório da vazão ambiental.

De acordo com as etapas metodológicas do modelo aplicado, os atores do processo são classificados em: facilitador, decisor, representantes intervenientes e agidos (ENSSLIN et al., 2001):

- ✓ Facilitador: autora do presente trabalho.
- ✓ Decisor: rede de pesquisa Ecovazão/ CT Hidro
- ✓ Representantes: um biólogo/pesquisador da sub-rede I: aspectos biológicos, um hidrólogo/pesquisador da sub-rede II: aspectos hidrológicos e um sociólogo/pesquisador da sub-rede III: aspectos socioeconômicos, totalizando três pesquisadores entrevistados.
- ✓ Intervenientes: CBHSF e os demais atores da decisão da vazão ambiental.
- ✓ Agidos: as populações ribeirinhas, irrigantes, pescadores, pequenos agricultores, ou seja, os diversos usuários de água da Bacia do Rio São Francisco.

### 5.1.3 Definição da Problemática

No processo de estruturação do problema, é definida pelos decisores a transformação desejada, ou seja, qual a situação atual e qual a que se deseja alcançar. No contexto deste estudo, a mudança desejada seria passar de uma situação, onde não há um modelo estruturado que vise auxiliar na definição de quais aspectos devem ser levados em conta para o estabelecimento de um regime de vazão ambiental, para a situação de existir um modelo estruturado

do problema. Tal modelo identificando os aspectos considerados importantes que devem ser levados em conta no estabelecimento do regime de vazão ambiental para o baixo São Francisco.

A presente pesquisa considerou a problemática da descrição para a etapa da estruturação, tendo em vista que os decisores necessitavam determinar quais aspectos essenciais, segundo seus sistemas de valores, devem ser levados em conta na descrição das ações.

## **5.2 Estruturação do Problema**

O presente trabalho trata de um problema complexo envolvendo uma rede multidisciplinar de pesquisadores e que, portanto, conta com especialistas de diversas áreas de conhecimento os quais possuem diferentes visões sobre o problema abordado. A problemática da estruturação foi utilizada para desenvolver o entendimento do que se considera importante entre os atores, gerando uma riqueza de informações e conhecimento entre o grupo. A escolha do método de Mapa Cognitivo se deu, principalmente, por suas características reflexivas e de negociação do compromisso para a ação. Além de possibilitar o melhor entendimento sobre o problema, o modelo considera toda a riqueza de informações geradas pelo grupo, não descartando as diferentes e, muitas vezes, conflitantes preocupações identificadas durante o processo de construção do modelo.

### **5.2.1 Definição do Rótulo do Problema**

O processo de estruturação inicia-se com a definição do nome dado ao problema (rótulo). Os *decisores* definiram nas entrevistas, com ajuda do facilitador, o foco do problema a ser trabalhado. Assim sendo, se a equipe de especialistas deseja estabelecer um regime de vazão ambiental para o rio que busque atender à manutenção da biota aquática, porém não estão certos dos aspectos importantes a serem considerados, o problema pode ser definido como:

Rótulo: *identificar os aspectos considerados relevantes para o estabelecimento de um regime de vazão ambiental para o baixo trecho do Rio São Francisco.* O mesmo rótulo foi definido pelos três decisores, como resultado de questões consideradas importantes e levantadas por eles em reunião da rede Ecovazão.

Apresentação do problema: os especialistas em estudo de vazão ambiental consideram importante levar em conta os diferentes pontos de vistas dos atores intervenientes envolvidos na pesquisa para o estabelecimento do regime de vazão ambiental, porém, necessitam de um instrumento que contemple os múltiplos interesses de acordo com o conjunto de valores desses atores.

Importância do problema: buscar atender os múltiplos interesses dos pesquisadores das diferentes áreas de conhecimento na construção do modelo de apoio a decisão, para que seja considerado na negociação, os diversos aspectos que envolve a recuperação hidroambiental do rio e ,dessa forma, garantir os usos múltiplos e a biodiversidade da bacia.



Proposta de solução: Utilizar a técnica de mapas cognitivos como ferramenta de apoio aos decisores no processo de definição da vazão ambiental.

Produto final: Possibilitar aos decisores, por meio de um instrumento de apoio a decisão, mapas cognitivos, o melhor entendimento do problema abordado auxiliando o processo de comunicação, negociação, discussão e expansão do conhecimento sobre o estabelecimento do regime de vazão ambiental.

### 5.2.2 Construção dos Mapas Cognitivos

Os mapas cognitivos construídos no presente trabalho são do tipo causal ou de argumentação, conforme a classificação dada por Fiol e Huff (1992), apresentada no capítulo II deste trabalho.

Algumas etapas são necessárias para a construção dos mapas cognitivos, podendo ser subdivididas em:

#### 5.2.2.1 Identificação dos Elementos Primários de Avaliação (EPAs)

Após a definição do rótulo do problema, ainda na mesma entrevista, a facilitadora estimulou os decisores a pensarem nos fatores, ou seja, nos elementos a serem considerados no contexto do problema, através de uma conversa livre. Algumas perguntas abertas foram elaboradas para estimular

a entrevista. Tais perguntas foram baseadas nas reuniões da rede Ecovazão.

São elas:

- 1) Qual a sua percepção do que seja um regime de vazão ambiental?
- 2) O que busca atender esse regime segundo sua percepção?
- 3) O que se deve considerar na implantação do regime de vazão ambiental?
- 4) Que tipo de benefícios as populações ribeirinhas teriam com a implantação do regime de vazão ambiental?
- 5) Quais as conseqüências que mais poderá afetar os atores envolvidos nesse processo?
- 6) Na sua percepção, quem deve estar envolvido no estabelecimento do regime de vazão ambiental?
- 7) O que se deseja alcançar com o estabelecimento do regime de vazão ambiental?

Os 15 primeiros EPAs identificados foram:

- ciclos biológicos;
- valoração da relação homem e ecossistemas;
- acordos entre os atores;
- adequação dos usos da água;
- manutenção do ecossistema;
- custos;
- diagnóstico biofísico e social;
- informação da população da bacia;

- controle dos usos da água;
- participação;
- oficinas;
- serviços ambientais;
- picos de vazão;
- sazonalidade; e
- reaparecimento de espécies de peixes.

Após as entrevistas, a facilitadora identificou um total de 62 EPAs, listados no anexo A.

As entrevistas foram realizadas no ambiente de trabalho dos pesquisadores e o tempo de duração de cada entrevista variou conforme a disponibilidade de tempo de cada decisor (em média foram de uma hora à uma hora e meia para cada entrevista). Foi observado que as interrupções no meio das entrevistas, em alguns momentos, comprometeram o fluxo de ideias dos decisores, provocando a perda do foco do problema.

#### 5.2.2.2 Construção dos Conceitos

Após a identificação dos EPAs, os decisores foram orientados a ordenar os elementos primários a ação determinando, dessa forma, os conceitos inerentes as idéias contidas nos elementos primarios, para dar início à construção dos mapas de relação meio-fim.

Os conceitos foram elaborados de acordo com a direção de preferência de cada decisor e seu respectivo pólo psicológico oposto, que corresponde ao desempenho mínimo daquele elemento, mas ainda aceitável. Como exemplo da construção do conceito, será utilizado o EPA: *O reaparecimento de espécies de peixes.*

Para dar continuidade ao processo, o decisor foi instigado a definir o que é importante na sua avaliação para *o reaparecimento de espécies de peixes*, chegando às definições de:

- Polo Positivo: *proteger legalmente as espécies de peixes e os períodos de defeso.*
- Polo Oposto: *alterar significamente o habitat.*

No mapa, o conceito é escrito sucintamente da seguinte forma: *“Proteger legalmente as espécies de peixes e os períodos de defeso...alterar significamente o habitat”*, onde “...” é lido como “ao invés de”.

Esse conceito representa o desejo do decisor de proteger, por meio de leis específicas, as espécies de peixes e seus períodos de defeso. Também foi entendido, na análise desse conceito, que a preocupação dos decisores está em fazer cumprir as exigências das leis de proteção já existentes e, se necessário, criar novas leis ao invés de provocar a alteração significativa do habitat natural das espécies nativas, promovendo o desaparecimento de alguns peixes. No quadro 4, a seguir, estão listados os 15 primeiros conceitos trabalhados.

**Quadro 4:** Conceitos trabalhados no modelo.

EPAs	CONCEITOS
1. Ciclos biológicos	Ter regime de vazão que permita a manutenção de níveis diferenciados de produtividade primária...ter a extinção de espécies
2. Ecossistema natural	Implementar ações que priorizem a conservação dos ecossistemas naturais...ter ações pautadas nos interesses pessoais
3. Processos evolutivos	Fornecer condições de manter os processo evolutivos...ter extermínio de populações
4. Espécies novas	Manter o adentramento da cunha salina até os níveis próximos ao natural de vazão que permita o aparecimento de novas espécies...ter débito de organismos associados
5. Eliminação de espécies	Ter picos de cheias nos períodos correspondentes a sazonalidade do ecossistema natural do rio...ter eliminação de espécies
6. Manter um regime de vazão	Manter um regime de vazão...ter oscilações bruscas de vazões em curto período
7. Readaptação de espécies	Permitir a readaptação evolutiva de espécies...ter extinção de espécies
8. Fiscalização	Ter mecanismos de fiscalização...não conter a degradação da biodiversidade da bacia
9. Manutenção das espécies	Fazer a manutenção da biodiversidade...ter habitat impróprio para a vida das espécies
10. Serviços ecológicos	Propor a promoção de serviços ecológicos...esgotar os recursos naturais
11. Sazonalidade	Garantir a sustentabilidade do sistema sazonal...não respeitar os requisitos necessários para o cumprimento dos ciclos biológicos
12. Qualificação de pessoal	Priorizar ocupação de cargos públicos com técnicos qualificados...ter trabalho mal realizado
13. Legislação ambiental	Ter cumprimento da legislação ambiental...ter exaustão dos recursos do rio
14. Socioambiental	Realizar estudos com especialistas que entendam da relação homem e ecossistemas do rio...não conhecer o tipo de relação que o homem tem com o rio
15. Formação de pessoal	Contar com pessoal qualificado com formação dirigida para o interesse ecológico de preservação dos ecossistemas...não ter pessoal qualificado para trabalhar

Fonte: autora

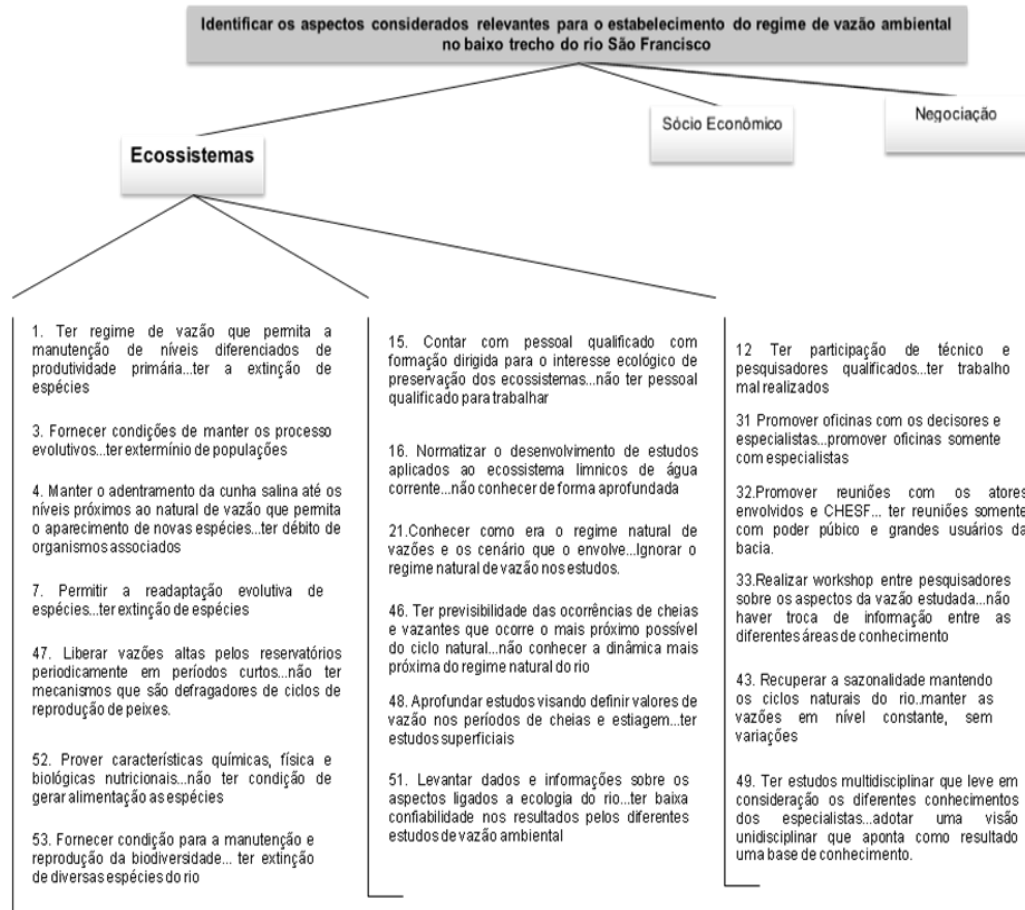
A lista completa dos conceitos gerados a partir dos EPAs identificados está no anexo B.

### 5.2.2.3 Áreas de Interesse

Considerando os conceitos gerados pelos pesquisadores entrevistados, deu-se início à separação deles por áreas de interesses. Na análise dos conceitos, considerou-se inicialmente o agrupamento daqueles com aspectos comuns presentes nos conceitos para que, em um segundo momento, fosse identificado um nome que melhor retratasse os interesses dos decisores manifestados naquele conjunto de conceitos. A possibilidade de trabalhar mapas de relações meio-fim com um número reduzido de conceitos, de acordo com Ensslin et al. (2001), facilita o entendimento do problema.

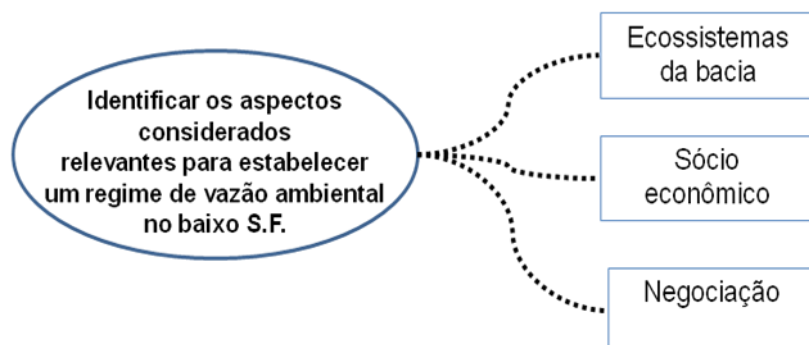
O primeiro grupo que emergiu da análise tinha como preocupações questões relacionadas aos *Ecossistemas da Bacia*. Nessa etapa de organização, foi possível identificar algumas redundâncias de conceitos. Esses conjuntos de conceitos formadores das áreas de interesses darão início a construção dos mapas agregados por áreas de interesses.

A figura 7 apresenta os conceitos geradores da área de interesse *Ecossistemas da Bacia*. Nessa etapa, foi possível verificar a existência de conceitos relacionados a três subáreas de preocupação referentes ao ecossistema da bacia. Os conceitos foram separados conforme as preocupações identificadas:



**Figura 7:** Conjunto de conceitos formadores da área de interesse *Ecosystemas*.  
Fonte: autora.

A mesma atividade de agrupamento foi realizada com os demais conceitos, resultando em três áreas de interesses, conforme ilustrado na figura 8.



**Figura 8:** Grupos de áreas de interesses.  
Fonte: autora

Os conjuntos de conceitos geradores das demais áreas de preocupação estão apresentados no anexo C.

### 5.2.3 Mapas Cognitivos Agregados

Na construção dos mapas agregados por área de interesses, o facilitador realiza a análise dos conceitos e aqueles identificados como conceitos similares, ou seja, os que contem idéias similares são unificados por aquele conceito de sentido mais amplo, ou mais rico (Eden, 1989), para que não haja perda das informações. Os conceitos que claramente se relacionam são ligados através de ligações de influencia. Os conceitos identificados como redundantes são eliminados nessa etapa.

#### 5.2.3.1 Construção das Relações Meios-Fins

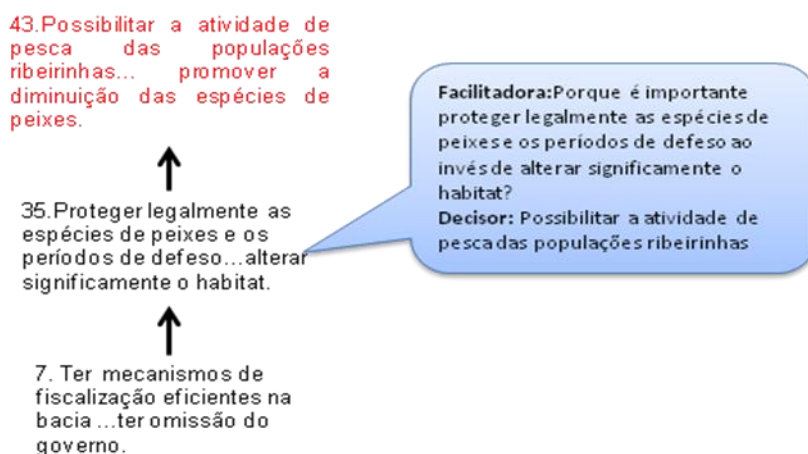
Esta etapa leva os *decisores* a desenvolverem relações causais entre os conceitos gerados. Para isso, o processo é conduzido através da pergunta aos decisores “Porque é importante?”, dando início à construção das relações, meios-fins.

Dando continuidade ao exemplo utilizado acima, na construção do conceito, quando questionado pela facilitadora “*Porque é importante proteger legalmente as espécies de peixes e os períodos de defeso ao invés de alterar significamente o habitat?*”, o decisor responde que é importante por que “*Possibilita a atividade da pesca como parte da economia das populações ribeirinhas*”. Esta relação, portanto, está ligada a uma relação de influência



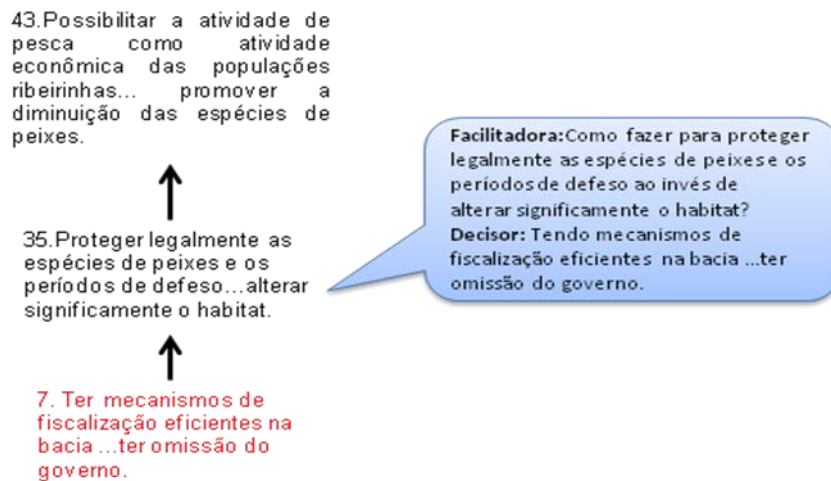
positiva, isto é, na existência de mecanismos legais de proteção das diferentes espécies de peixes na bacia, maiores são as chances de garantir a quantidade suficiente de peixes para a pesca das populações ribeirinhas. Existe, nesse caso, uma relação causal direta entre os conceitos, ou seja, a possibilidade da pesca pelos ribeirinhos é uma consequência da proteção legal dos peixes.

A partir deste conjunto de ideias foi gerado um mapa cognitivo inicial sobre o problema. A figura 9 mostra como essas ideias foram mapeadas.



**Figura 9:** Exemplo de construção de conceitos em direção ao fim  
Fonte: autora

Dessa forma, a facilitadora continuou o processo questionando o decisor sobre “*Como fazer para proteger legalmente as espécies de peixes e os períodos de defeso?*”. Surgiu dessa interação a colocação do conceito 7 “*Ter mecanismos de fiscalização eficiente na bacia...ter omissão do governo*”.



**Figura 10:** Exemplo de construção de conceitos em direção ao meio  
 Fonte: autora.

Foi realizado esse processo para que todos os conceitos fossem analisados quanto à sua importância e meios, criando relações de influência com os demais conceitos além de criar novos conceitos que não tinham sido observados na etapa anterior.

Durante a construção das relações meios-fins, algumas vezes são identificados conceitos que estão “soltos”, sem ligação direta a outro(s) conceito(s), ou seja, não responde a pergunta *o por que é importante?* ou *como fazer?*. Portanto, nesta etapa, foram identificados alguns conceitos julgados necessários pelo facilitador para atingir os objetivos, sendo acrescentados após a análise dos mapas que, posteriormente foram legitimados pelos decisores (ENSSLIN et al., 2001).

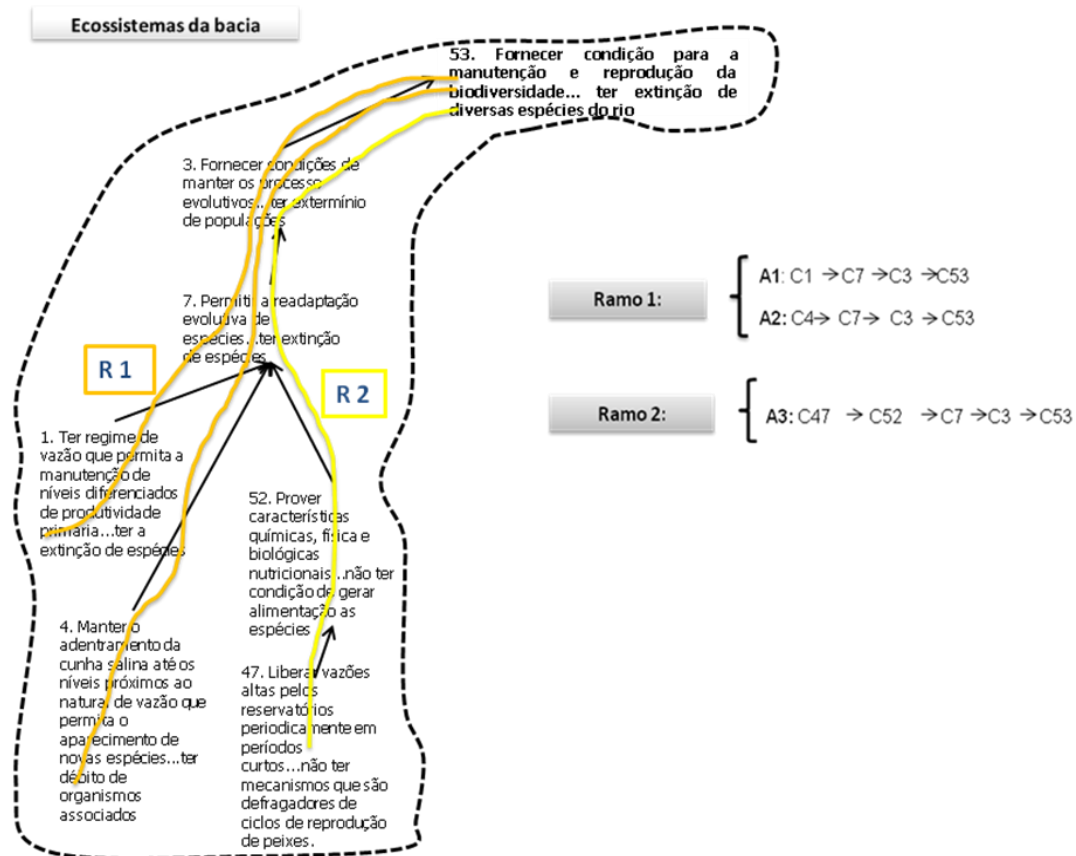
#### 5.2.4 Análise dos Mapas Cognitivos

Na construção dos mapas agregados por áreas de interesses, foi realizada a análise da hierarquia dos conceitos meios e fins, onde a facilitadora

identificou para cada mapa das três áreas de interesses, um conceito *cabeça* ou objetivo mais estratégico e muitos conceitos *rabos*, ou seja, um amplo conjunto de ações potenciais a serem testadas. Após a construção da hierarquia dos conceitos, foram identificados alguns ramos, sub-clusters, a partir das linhas de argumentação. A linha de argumentação é formada por uma cadeia de conceitos que começa com um conceito *rabo* e termina com um conceito *cabeça*. Os ramos são constituídos por uma ou mais linhas de argumentação que demonstram preocupações similares sobre o contexto decisório.

O mapa construído para a área de interesse *Ecossistemas da Bacia* destaca três clusters identificados na análise: *Ciclos biológicos*, *Controle de cheias* e *Sazonalidade*. O mapa ilustrado na figura 12 representa, em destaque pontilhado, o cluster *Ciclos Biológicos*. Neste cluster foram identificados dois ramos.

A figura 11 apresenta os ramos identificados na análise do cluster Ciclos biológicos. As linhas de argumentação *A1* e *A2* expressam a preocupação dos decisores com os níveis de adentramento da cunha salina, (Ramo1), enquanto a linha de argumentação *A3* está relacionada com a operação dos reservatórios na liberação de água (Ramo 2).



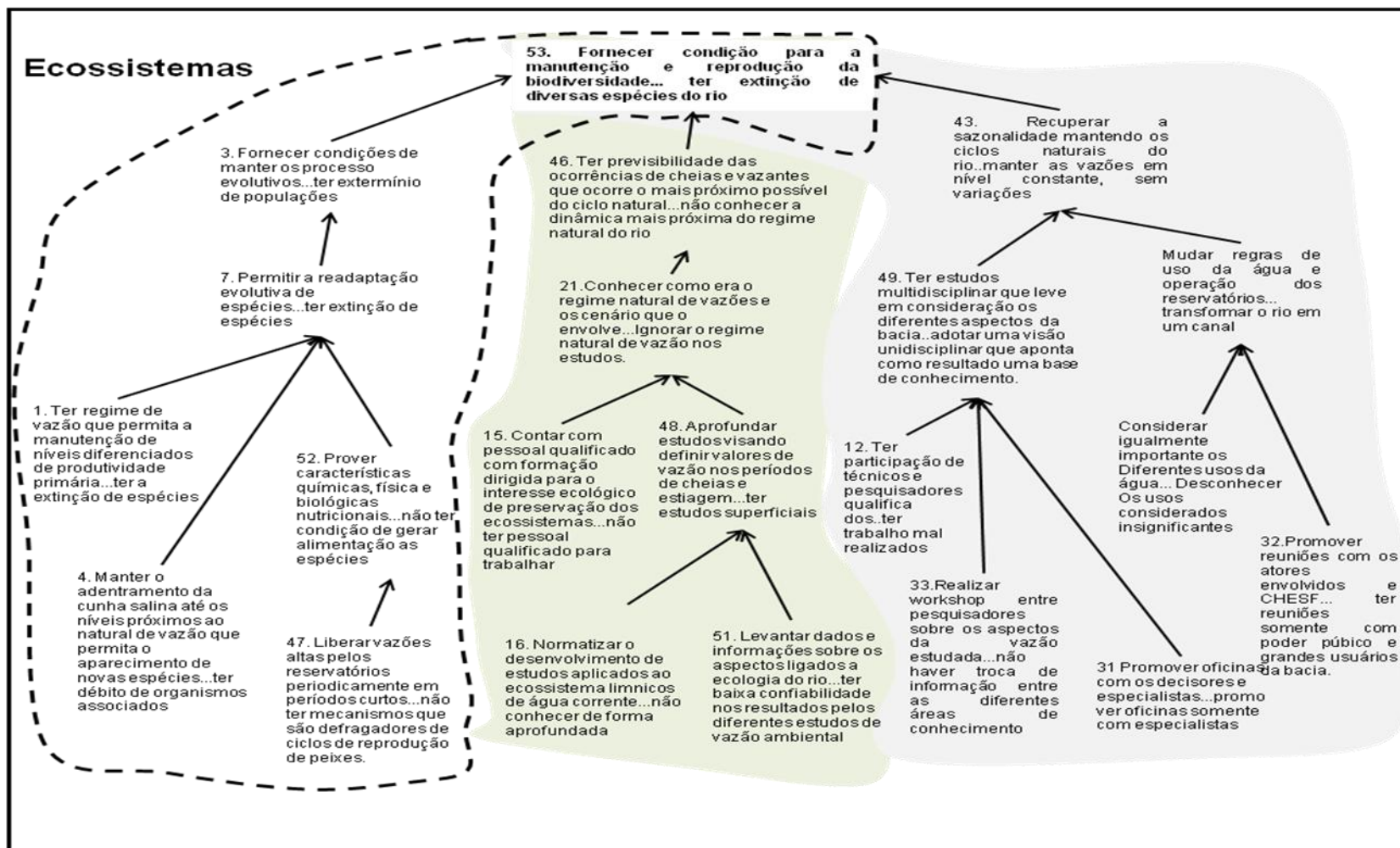
**Figura 11:** Linhas de argumentação formadoras dos ramos do cluster *Ciclos Biológicos*.  
 Fonte: autora.

Esse processo também foi elaborado para os mapas das áreas de interesse *Sócio Econômico* e *Negociação*, conforme pode ser observado no anexo D, onde estão todos os mapas elaborados nesta fase do processo. O modelo dos mapas cognitivos elaborado neste trabalho, seguiu a forma utilizada e sugerida pelos monitores do LabMCDA<sup>13</sup>.

Os mapas elaborados nesta etapa foram enviados por e-mail para os três decisores visando à legitimação dos mesmos. Este procedimento foi acordado entre os decisores e a facilitadora durante as entrevistas, visto que a

<sup>13</sup> LabMCDA - Laboratório de Metodologia Multicriterio de Apoio Decisão do Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas EPS/ UFSC.

facilitadora não reside na mesma cidade que os entrevistados. Dos três entrevistados, dois decisores legitimaram os mapas cognitivos.



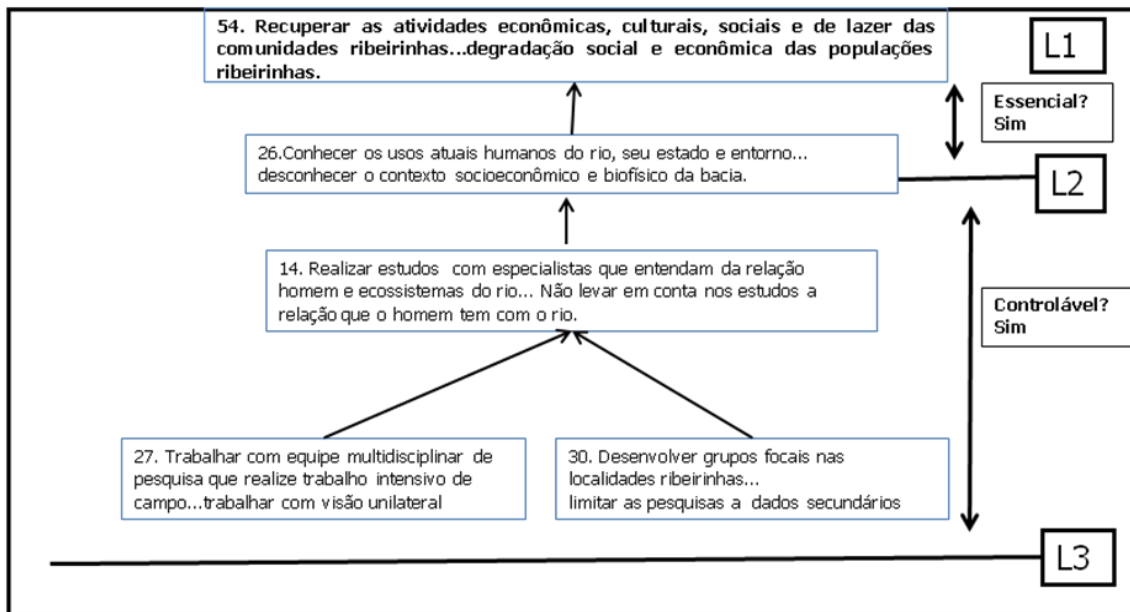
**Figura 12:** Mapa cognitivo da área de interesse Ecosistemas e Identificação de ramos.  
Fonte: autora.

### 5.2.5 Pontos de Vistas Fundamentais e Estrutura Arborescente

Identificados os ramos dos mapas das áreas de preocupação, partiu-se para a identificação dos PVFs considerados importantes pelos decisores para a avaliação. Essa etapa faz a transição dos mapas cognitivos para o modelo multicritério, ou seja, determina quais pontos de vistas serão considerados no modelo multicritério.

Para um conceito ser considerado ponto de vista fundamental (PVF), deve obedecer primeiramente a duas propriedades: *essenciabilidade* e *controlabilidade*. Para ser essencial um PVF deve representar um aspecto que tenha consequência de fundamental importância segundo valores dos decisores. Para ser controlável um PVF, deve ser influenciado apenas pelas ações potenciais em questão. A análise foi realizada em cada ramo dos mapas, onde a facilitadora buscou identificar os conceitos que atendiam as propriedades de essenciabilidade e controlabilidade.

O processo de definição dos candidatos a PVFs seguiu o modelo de “quadro de processo decisório” descrito por Keeney (1992). A figura 13 apresenta o processo de transição do mapa de relações meio - fins para a árvore de PVFs de um PVF do mapa da área de interesse sócio econômico. Nesta figura, L1 representa o conceito estratégico do decisor para o contexto, L3 representa onde estão situados os conceitos relacionados às possíveis ações, e L2 representa o PV que é o essencial e controlável.



**Figura 13:** Processo de transição dos mapas de relações meios-fins para a árvore de PVFs.

Fonte: adaptado de Ensslin et al., (2001).

Analisando dessa forma todos os ramos, identificaram-se nove PVFs para o contexto decisório: (i) Ciclos biológicos, (ii) Controle de cheias, (iii) Sazonalidade, (iv) Recuperação da pesca, (v) Valorização econômica dos serviços ambientais, (vi) Conhecer usos da água, rio e entorno, (vii) Orçamento, (viii) Cenário desejável e (ix) Planificação de ações.

Além da análise dos PVFs, segundo a *essenciabilidade* e *controlabilidade*, foram analisados também segundo algumas propriedades indicadas por Ensslin et al. (2001): *Mensurável*, *Completo*, *Operacional*, *Isolável*, *Não-redundante*, *Conciso* e *Compreensível*, que também devem ser obedecidas.

Na análise mais aprofundada dos ramos dos mapas, foi possível identificar *sub-clusters*. Foram identificados nove *clusters*, apresentado anteriormente, e vinte e um *sub-clusters*. Os Pontos de Vistas Fundamentais (PVF) e os Pontos de Vistas Elementares (PVE), identificados a partir dessa



análise, foram enquadrados e estão representados na estrutura arborescente dos pontos de vistas, ilustrada na figura 14. Todos os mapas cognitivos elaborados nessa etapa da análise estão no anexo D.

A Estrutura Hierárquica de Valor construída para o processo decisório, foi legitimada apenas por um dos três decisores do processo, como já mencionado anteriormente neste trabalho.



**Figura 14:** Estrutura Hierárquica de Valor  
 Fonte: autora.

## CAPÍTULO V I

---

Neste capítulo serão apresentados, os resultados alcançados com a aplicação do método de mapas cognitivos utilizados como ferramenta de auxílio aos atores envolvidos no estabelecimento de um regime de vazão ambiental no Baixo São Francisco, bem como as discussões dos resultados.

### 6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O presente estudo realizou uma revisão bibliográfica sobre metodologias multicritérios aplicadas a problemas complexos, sobretudo aquelas relacionadas aos recursos hídricos. Ficou evidenciado que os métodos alicerçados pelo Positivismo procuram uma solução ótima de problemas envolvendo valores e interesses de diversos atores do contexto em questão e que, portanto, não satisfazem as necessidades dos vários aspectos relacionados a uma bacia hidrográfica. O desejo de identificar aspectos importantes e ações potenciais que busquem atender de maneira holística os diversos aspectos que envolvem o estabelecimento de um regime de vazão ambiental pode ser melhor entendido quando se considera a subjetividade dos *stakeholders* na construção de um modelo multicritério de avaliação das alternativas.

No presente trabalho, a autora teve como foco principal a estruturação de um problema complexo. Foi alcançado como resultado a estruturação do problema através da organização dos elementos de avaliação, a fim de apoiar

a comunicação, negociação, discussão e expansão do conhecimento sobre o contexto e, conseqüentemente, buscar formas diferenciadas de se atingir os objetivos propostos pelos diferentes pesquisadores visando estabelecer um regime de vazão ambiental.

O baixo trecho do Rio São Francisco foi escolhido como estudo de caso do presente trabalho pela importância que suas águas representam para a região, onde se localiza grande parte do crescimento econômico da população local. Porém, a região vem sofrendo grandes mudanças econômicas, ambientais, sociais e culturais nos últimos anos e tem o regime atual de vazão como um dos responsáveis por essas transformações. Além disso, consideraram-se como aspectos fundamentais para a escolha dessa região para o estudo de caso o fato de:

- (i) Existir a rede de pesquisa Ecovazão, que buscando atender as necessidades de planejamento na Bacia do São Francisco, desenvolve pesquisas multidisciplinares, visando estabelecer um regime de vazão ambiental no baixo trecho do Rio São Francisco;
- (ii) Existir grande quantidades de dados e informações gerados pelas pesquisas da rede Ecovazão, que envolve trabalhar com diferentes áreas de conhecimentos e com interesses também diversos dos pesquisadores envolvidos.

Considerando que o problema abordado envolve um grupo de especialistas de diferentes áreas de conhecimento em busca de um acordo entre diferentes interesses, algumas razões são apontadas para justificar a

escolha do método de mapas cognitivos para o apoio à decisão na presente pesquisa. Sendo assim, buscou-se utilizar uma metodologia que:

- (i) Possibilitasse reunir um grande número de informações dos diferentes decisores do processo.
- (ii) Permitisse recorrer às etapas anteriores, visto que os decisores estavam em pleno processo de desenvolvimento das pesquisas.
- (iii) Representassem de forma clara as idéias identificadas pelo grupo, facilitando a interação entre os atores e o entendimento do problema abordado.

Na aplicação do método, foram identificados nas entrevistas realizadas com os três decisores do processo, elementos primários de avaliação para que, a partir daí, fossem desenvolvidos conceitos e relações entre eles que possibilitassem a organização dos mesmos através de mapas de relações meio-fins. Essa atividade desencadeou um processo de reflexão nos atores sobre as diferentes formas de se atingir os objetivos estratégicos, a relação entre os meios e sua relevância a respeito do problema que se deseja auxiliar. Foi observado também que, as entrevistas realizadas de forma individual proporcionaram aos decisores maior liberdade de expor suas idéias sobre o assunto o que gerou um maior número informações desencadeando o processo de reflexão contribuindo para um melhor entendimento dos decisores sobre o problema abordado.

O modelo construído foi baseado na percepção dos atores, que diferem de pessoa para pessoa, ou seja, mudando os decisores do problema mudarão também os valores e os resultados obtidos no modelo. Dessa forma, cada

modelo é único e é construído próprio para cada situação. Seguindo o paradigma construtivista não existirá um único modelo correto, sendo que cada modelo estará correto à medida que conseguir representar as percepções e valores daqueles que o construíram e que irão utilizá-lo.

Na primeira análise dos conceitos, constatou-se que as preocupações dos pesquisadores no estabelecimento de um regime de vazão ambiental no Baixo São Francisco apontaram para aspectos comuns, ou seja, aspectos que transmitem preocupações similares, que foram identificados e separados em três grupos de interesses: (i) Ecossistemas, (ii) Sócio econômico e (iii) Negociação. Dessa forma, foi possível observar que um consenso entre os decisores foi estabelecido, significando o reconhecimento dos interesses divergentes que devem ser considerados e incorporados no processo de negociação. O resultado da construção do modelo de apoio neste trabalho chegou a uma única representação gráfica de valor que contemplou as percepções dos três decisores do processo. É importante salientar que isso só foi possível porque os decisores que participaram da construção do modelo, pesquisadores da rede Ecovazão, apresentaram preocupações relacionadas a áreas de interesses comuns entre eles, para o estabelecimento do regime de vazão ambiental, de acordo com as entrevistas realizadas.

No topo da estrutura hierárquica de valor encontram-se as três grandes áreas de interesses, identificadas segundo a percepção dos decisores para avaliação das ações potenciais. Na análise dos conceitos pertencente à área de interesse (i) Ecossistemas da bacia identificaram-se por meio de linhas de argumentação mais três subáreas consideradas importantes: ciclos biológicos,

controle de cheias e sazonalidade. Segundo a percepção dos decisores esses são aspectos considerados relevantes no estudo de vazão ambiental para assegurar a manutenção dos ecossistemas aquáticos através de um fluxo sazonal de vazão que atenda tais necessidades. A área (ii) *Sócio Econômico* apresentou como aspectos importantes a serem considerados no estudo de vazão ambiental: valoração econômica dos serviços ambientais, o conhecimento dos usos atuais da água, estado do rio e entorno e a recuperação da pesca como atividade econômica tradicional das populações ribeirinhas. Evidencia-se a preocupação em conhecer o contexto da bacia quanto ao uso e conservação dos recursos hídricos e a preocupação em estimar valor econômico para os benefícios que a recuperação e preservação da bacia hidrográfica podem trazer para os usuários, principalmente para as populações ribeirinhas que sobrevivem na sua maioria, dos recursos extraídos do rio e dessa forma estimular as práticas sustentáveis.

Na área que diz respeito à (iii) *Negociação* entre os atores, considerou-se importante no processo a discussão sobre fatores como: a garantia de um orçamento necessário para o estabelecimento do regime de vazão ambiental, a negociação de cenários desejáveis com base nos resultados atingidos pelas pesquisas, ou seja, dos hidrogramas ambientais proposto para a implantação da vazão ambiental. A planificação de ações para o estabelecimento da vazão ambiental, amplamente discutidas no âmbito do comitê com os atores da decisão da vazão ambiental é tida como tema fundamental no processo de negociação. Considera-se relevante também a criação de normas legais, discutidas no âmbito do comitê do São Francisco, para o estabelecimento do regime de vazão ambiental. Segundo a percepção dos pesquisadores, essas

são questões consideradas importantes para estabelecer um regime de vazão ambiental no baixo trecho do rio São Francisco e que serão discutidas e negociadas no âmbito do CBHSF. O quadro 5 a seguir, apresenta os pontos de vistas fundamentais, segundo os valores dos decisores do processo, e seus respectivos significados:

**Quadro 5** : PVF identificados na construção do modelo de apoio e seus significados

<b>Área de Interesse</b>	<b>PVF</b>	<b>Significados dos PVF</b>
Ecosistema	Ciclos biológicos	Fornecer condição para manter os ciclos biológicos das espécies da bacia.
Ecosistema	Controle dos períodos de cheias e vazantes	Ter previsibilidade das ocorrências dos períodos de cheias e vazantes que seja o mais próximo do regime natural
Ecosistema	Sazonalidade	Assegurar a manutenção dos ecossistemas aquáticos através de um fluxo sazonal de vazão que atenda tais necessidades.
Sócio econômico	Valoração econômica dos serviços ambientais	Ter valoração econômica dos serviços ambientais que o rio presta a sociedade
Sócio econômico	Conhecer usos atuais e o estado do rio	Conhecer todos os usos atuais da água, o estado do rio e seu entorno
Sócio econômico	Recuperação da pesca	Recuperar a pesca como atividade econômica tradicional das populações ribeirinhas
Negociação	Orçamento para vazão ambiental	Garantir orçamento necessário para estabelecer o regime de vazão ambiental
Negociação	Cenários desejáveis	Negociar cenários desejáveis que represente um acordo entre os atores com base nos resultados obtidos pelas pesquisas da rede Ecovazão



Negociação	Planificação de ações	Elaborar um plano de ações para o estabelecimento do regime de vazão ambiental amplamente discutido no âmbito do CBHSF.
------------	-----------------------	---

Autora.

Esses Pontos de Vistas Fundamentais, identificados na análise dos mapas, são aspectos considerados relevantes pelos decisores para a definição de um regime de vazão ambiental para a região do Baixo São Francisco. Dessa forma, objetivo principal do presente trabalho foi alcançado.

Consideraram-se ações potenciais importantes relacionadas às áreas de interesse identificadas: (i) *Ecosistemas*: a operação adequada dos reservatórios na liberação das vazões, ou seja, que busque atender os aspectos que foram levantados pelos atores; o controle do avanço da intrusão da cunha salina; desenvolver estudos sobre vazão ambiental; necessidade de profissionais qualificados e ter regras para uso da água. Na área de interesse (ii) *Sócio Econômico*, as ações apontadas foram: ter monitoramento na bacia; conhecer usos atuais da água; fazer zoneamento econômico ecológico na bacia; agregar valor ambiental nas atividades econômicas e promover serviços ecológicos. E por fim, na área de interesse (iii) *Negociação*, as ações propostas são: planejar ações para a implementação do hidrograma ambiental proposto pela rede Ecovazão com o estudo de vazão ambiental; elaboração de normas legais para o estabelecimento da vazão ambiental e levantar custos da vazão ambiental do rio. Essas foram as principais ações apontadas pelos pesquisadores entrevistados.

A proposta da presente pesquisa foi de estruturar o problema para melhor entender o contexto da situação analisada levantando aspectos

considerados importantes, segundo a percepção dos pesquisadores, para serem discutidos com os membros do Comitê da Bacia Hidrográfica do São Francisco, CBHSF, e com os demais decisores da vazão ambiental.

Contudo, o processo construtivista de aprendizagem, abordado pela técnica de mapas cognitivos, permite que se alcance o grau de exaustão das possíveis ações potenciais a serem avaliadas e mensuradas, podendo, assim, ser incluídas numa etapa posterior ou, ainda, em estudos posteriores.

## CAPÍTULO VII

---

Este capítulo tem como objetivo fazer as considerações finais, realizando as conclusões do trabalho, assim como algumas observações realizadas ao longo desta pesquisa que podem servir de recomendações para futuros trabalhos ou, até mesmo, para uma continuação deste.

### **7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

Diante de um cenário de disputas entre os usos da água para múltiplos usos antrópicos e a conservação do ecossistema aquático, o estabelecimento de um regime de vazão ambiental se impõe como um processo de negociação entre atores sociais em conflito na bacia do rio São Francisco.

O estabelecimento da vazão ecológica está entre as medidas propostas no Plano Decenal da Bacia do rio São Francisco, PBHSF, aprovado pelo CBHSF, em 2004. Porém, o valor proposto para a vazão ecológica, durante as discussões ocorridas na fase de elaboração do plano, foi aprovado em caráter provisório (CBHSF, 2004). Dessa forma, se justifica a necessidade de realizar estudos sobre vazão ecológica no baixo trecho do rio São Francisco e para responder a essa demanda é formada a rede de pesquisa Ecovazão, composta por pesquisadores de universidades localizadas nos estados que abrangem a bacia.

Visando dar apoio no estabelecimento do regime de vazão ambiental, no trecho baixo do rio São Francisco, foi proposto como objetivo principal desta

pesquisa a identificação dos aspectos considerados relevantes e estruturação do problema, com base no uso do método de mapas cognitivos.

Considerou-se que o resultado obtido com a aplicação do método atendeu o objetivo geral da pesquisa, uma vez que o método proposto realizou a estruturação parcial do problema, organizando as informações e gerando a reflexão dos atores sobre a situação que se deseja mudar. Contudo, possibilitou a determinação de aspectos relevantes a serem considerados no estabelecimento de um regime de vazão ambiental.

Quanto aos objetivos específicos da pesquisa:

(i) *identificar os problemas associados às condições atuais do regime de vazão que incidem nos múltiplos usos da água no baixo curso do Rio São Francisco.* Os problemas atuais foram evidenciados pelos pesquisadores da rede, tanto nas entrevistas realizadas para a construção do modelo quanto nas informações obtidas nas discussões em reuniões da rede e consultas de documentos utilizados para a identificação dos elementos primários de avaliação e construção dos conceitos.

(ii) *Propiciar os processos de reflexão e negociação dos atores sobre o problema abordado.* Considera-se que a aplicação do método de mapas cognitivos, alcançou este objetivo à medida que novas idéias surgiam como fruto do processo de reflexão dos decisores observado durante as entrevistas no processo de construção do modelo.

(iii) *Verificar a viabilidade da aplicação da técnica de mapas cognitivos no apoio a problemas que envolvem múltiplos decisores.* Considerou-se o método de mapa cognitivo adequado no auxílio a problemas complexos, visto que é uma ferramenta que possibilita a organização de um número elevado de

informações qualitativas em problemas que envolvem múltiplos decisores, ajudando-os a entender o contexto segundo seus valores, facilitando também, o processo de negociação entre as partes envolvidas.

Constatou-se que na aplicação do método proposto, a presença dos decisores do processo é necessária em todas as etapas de construção do modelo, pois o foco do processo está em desenvolver o entendimento de cada decisor sobre o problema de forma interativa, construtiva e de aprendizagem. No presente trabalho, os mapas cognitivos construídos para cada área de interesse foram apresentados e enviados para cada decisor do processo via e-mail. O número de reuniões realizadas com os decisores necessárias para aplicação do método representa um desafio para aprimorar a aplicação do método de mapas cognitivos. Uma forma possível seria a utilização de redes multimídia de imagem e som como teleconferências, por exemplo, podendo ser uma ferramenta de comunicação e colaboração, fazendo a interação remota entre o facilitador e o decisor.

Outra recomendação seria a de desenvolver estudos de caso nos quais o tema do estabelecimento do regime de vazão ambiental utilizasse a técnica aplicada aos atores envolvidos diretamente no conflito de usos da água, numa etapa posterior à construção do hidrograma ambiental de negociação e planificação. Visto que a presente pesquisa ficou restrita à esfera dos pesquisadores da rede Ecovazão, devido às dificuldades de aplicação do método com os membros do Comitê, CBHSF, ou com os atores envolvidos no conflito de usos da água, por razões de tempo e locomoção, mencionadas como limitações do método.

Contudo, recomenda-se que, na aplicação da estruturação em redes de pesquisas multidisciplinares, as entrevistas e reuniões sejam realizadas ao longo do processo de evolução do conhecimento para a obtenção de resultados melhores, uma vez que o conhecimento e as opiniões se alteram ou se aperfeiçoam num processo de aprendizagem contínua.

Pode-se afirmar, no entanto, que o uso de mapas cognitivos na gestão de recursos hídricos é uma ferramenta que permite contemplar a visão de especialistas de diferentes áreas de conhecimento. Pode-se, também, incluir no processo decisório a percepção de não especialistas no modelo de apoio, permitindo que ambos os grupos se liguem ao processo de tomada de decisão, o que torna a gestão mais democrática e participativa.

Destaca-se que, embora os resultados se constituam em recomendações, apenas refletem a prioridade dos decisores desta pesquisa tendo, portanto, validade empírica, refletindo problemas na bacia que realmente precisam ser sanados. De qualquer forma, a decisão de qual estratégia tomar precisa ser refletida no âmbito do Comitê de Bacia do Rio São Francisco (CBHSF).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **A Evolução da Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil**. Edição comemorativa do Dia Mundial da Água. Brasília, DF: 2002. 64 p.

ACKOFF, R. L.; VERGARA, E. Creativity in Problem solving and planning: a review. **European Journal of Operational Research**. 1981. v. 7, p. 1-13.

ACKERMANN, F.; BELTON, V. **Mixing Methods**: balancing equivocality whif precision. Working/paper 99/4. Management Science Department, University Strathclyde, 1999.

ANA/GEF/PNUMA/OEA. Programa de Ações Estratégicas para o Gerenciamento Integrado da Bacia do Rio São Francisco e de sua Zona Costeira – Síntese Executiva. **Projeto de Gerenciamento Integrado das Atividades Desenvolvidas em Terra na Bacia do Rio São Francisco**. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Brasília, 2004.

ARTHINGTON, A.H.; KING, J.M.; O`KEEFE, J.H.; BUUN, S.E.; DAY, J.A.; PUSEY, B.J.; BLUHDORN, D.R. & THARME, R. Development of an holistic approach for assessing environmental flow requirements of riverine ecosystems. In: J.J. Pigram & B.P.Hooper eds. **Proceedings of an International Seminar and Workshop on water allocation for the**

**environment.** Armidale, USA, Centre for Water Policy Research. University of New England. 1992, p. 69-76.

BANA e COSTA, C.A. **Structuration, construction et Exploitation d'un Modèle Multicritère d'Aide à la Decision.** Tese de Doutorado em Lisboa: Instituto Técnico Superior/Universidade Técnica de Lisboa, 1992.

\_\_\_\_\_. **Processo de Apoio à Decisão: problemática, actores e acções.** Apostila do Curso Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão. ENE/UFSC. Florianópolis, 1995.

\_\_\_\_\_;ENSSLIN, L.; CORRÊA, E.C.; KOPITTKÉ, B. H.; MONTIBELLER NETO, G.; NORONHA, S.M.D.; SOUZA, T. P. S. **Um Modelo Multicritério para a Avaliação da Capacidade Empreendedora.** VIII Latin- Iberian-American Congress on Operations Research and System Engineering (CLAIO) e XXVIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional (SBPO). Rio de Janeiro, Agosto, 1996.

\_\_\_\_\_;ENSSLIN, L.; CORREA, E. C.; VANSNICK, J.C. Decision Support Systems in action: integrated application in a multicriteria decision aid process. **European Journal of Operational Research.** 1999. n. 2, v. 113, p. 315-335.

\_\_\_\_\_;VANSNICK, J.C. Applications of the MACBETH approach in the framework of an additive aggregation model. **Journal Multi-criteria Decision Analysis.** 1997, p. 107-114.



BECKER, F. **O que é Construtivismo**. Desenvolvimento e Aprendizagem sob o Enfoque da Psicologia II. PEAD/UFRGS, 2009.

BERNARDO, J. M. Definição de caudais ecológicos em cursos de água de regime mediterrâneo? Algumas reflexões de um biólogo”. In: III 3º Congresso da Água, 1996, Lisboa (Portugal). **Anais...** Portugal, 1986. v.3, p. 545-550.

BRASIL. Lei n.º 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial da União, Brasília, 470 p.

\_\_\_\_\_.Plano Nacional de Recursos Hídricos. **Documento base de referência**. Brasília, DF: MMA/SRH/ANA, 2003. 373 p.

BOUGON, M. G. Congregate Cognitive Maps: A Unified Dynamic Theory of Organizations and Strategy. **Journal of Management Studies**. 1999. n. 3, v. 29, p. 369-389.

CABRAL, C. A. A usina hidrelétrica de Ita e o movimento dos atingidos pelas barragens. In: BURSZTYN, M (org.). **A difícil sustentabilidade: política energética e conflitos ambientais**. Org. por Bursztyn, M. Ed. Garamond Ltda: Rio de Janeiro – RJ, 2001.

CBHSF - Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. Plano de Recursos Hídricos da bacia hidrográfica do rio São Francisco. Módulo 1. **Resumo Executivo. Proposta para apreciação do Plenário do CBHSF.** Salvador, 2004.

CMB - COMISSÃO MUNDIAL DE BARRAGENS. **Estudo de Caso da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Brasil): relatório final – anexos.** Comissão Mundial de Barragens. Rio de Janeiro: LIMA/COPPE/UFRJ, 2000. 244p.

CLIMACO, J.C.N.; ANTUNES, C.H. Trimap: an interactive tricriteria linear programming package. **Foundations of Control Engineering**, v.12, n. 3, 1987.

COLLIS, J.; HUSSEY, R.; SIMONINI, L. **Pesquisa em administração:** um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação. Porto Alegre: Bookmanm, 2005.

CORRÊA, E. C. **Construção de um Modelo Multicritério de Apoio ao Processo decisório.** Florianópolis, Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção - Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, 1996.

COSTA, F. J. L. 2003 **Estratégias de gerenciamento de Recursos Hídricos no Brasil:** áreas de cooperação com o Banco Mundial. Banco Mundial. 1 ed. Brasília. 204 p.

CSÁNYI, V. The Biological Bases of Cognitive Maps. In: E. LASZLO et al. (eds). **The evolution of cognitive maps – new paradigms for the twenty-first century**. Amsterdam: Gordon and Breach, 1995.

DOMINGUES, A. F.; SANTOS, J. L. dos. **O planejamento de recursos hídricos e uso do solo: o desafio brasileiro**. In: FREITAS, Marcos A. N. de. (org). Estado das Águas no Brasil – 2001/2002. ANA: Brasília, p. 325-333, 2003.

DUFFI T. M.; JONASSEN T. H. Constructivism: new implications for instructional technology? **Educational technology**. New York. 1991. n. 5, v. 31, p. 7-12.

DUTRA, A. **Elaboração de um sistema de avaliação de desempenho dos recursos humanos da SEA à luz da metodologia multicritério de apoio à decisão**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

EDEN, C; JONES S.; SIMS D. **Messing about in Problem – In informal Structured Approach to their Identification and Management**. Pergamon Press, 1983.

\_\_\_\_\_. Cognitive mapping. **European Journal of Operational Research**, 1988.

\_\_\_\_\_. Using Cognitive mapping for strategic options development and Analysis (SODA). In: ROSENHEAD, J. (ed). **Rational Analysis for a problematic word**. Chichester, Wiley, 1989.

\_\_\_\_\_; ACKERMANN, F; CROPPER, S. The Analysis of Cause Maps. **Journal of Management Studies**. 1992, n. 3, v.29, p. 369-389.

\_\_\_\_\_. ACKERMANN F. Making Strategy. **The journey of strategic management**. Londres: Sage Publications, 1998.

ENSSLIN, L.; MONTIBELLER NETO, G.; ZANELLA, I.J.; NORONHA, S.M.D. **Metodologias Multicritérios em Apoio à Decisão**. Florianópolis: LabMCDA/EPS/UFSC. 1998.

\_\_\_\_\_. **Apoio à Decisão: metodologias para estruturação de problemas e avaliação multicritério de alternativas**. Editora Insular. Florianópolis: Insular, 2001. 296p.

FIOL, C., M., HUFF, A., S. Maps for managers: where are we? where do we go from here? **Journal of Management Studies**. 1992, n. 3, v.29, p. 267-286.

FREITAS, M. A. V.; COIMBRA R. M. Perspectivas da Hidrometeorologia no Brasil. In: **Tópicos em Hidrometeorologia no Brasil**, 1998.

GARDNER, L. R.; VANDERPOOTEN, D. Interactive Multiple Critéria Procedures: Some Reflections. In: Climaco, J. (ed). **Multicriteria Analysis**. Berlim: Springer Verlag, 1997. p. 290-301.

GETIRANA, A. C. V. **Análise de soluções de conflitos pelo uso da água no setor agrícola através de técnicas de programação linear**. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil). COPPE/UFRJ: Rio de Janeiro, 2005. 146p.

GODOY, M. Conhecimento para Agricultura do Futuro. **Sociedade brasileira de economia, administração e sociologia rural**. Londrina/PR, 2007.

GORDON, N.D., MCMAHON, T.A.; FINLAYSON, B.L. **Stream Hydrology: an introduction for ecologists**. Chichester, John Wiley e Sons, 1992.

HWANG, C. L.; LIN, M. J. **Group Decision Making under Multiple Criteria**. Berlim: Springer-Verlag, 1987.

HOLZ, H. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA **Estratégia de equilíbrio entre a busca de benefícios privados e os custos sociais gerados pelas sociedades agrícolas familiares**: um Método Multicritérios de Avaliação e Planejamento de Micro Bacias Hidrográficas. Florianópolis, 1999. 2v. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estudo sócio econômico da BSF. Disponível em:< [http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticia\\_impressao](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticia_impressao)>. Acesso em: 15/11/2009.

JACOBI, P. “**Governance - with support of text by Sophie Richard and Thierry Rieu**”. Text prepared for Salvador Seminar Govagua/UFBA, Abril, 2009.

KEENEY, R.L. **Value-Focused Thinking: a Path to Creative decisionmaking**. Cambridge: Harvard University Press, 1992.

KING, J. M.; LOUW D. **Instream Flow Assessments for Regulated River in South Africa Using Building Block Methodology**. Aquatic Ecosystem Health and Restoration, 1: 109-124, South Africa, 1998.

\_\_\_\_\_; THARME, R.E. & VILLIERS, M.S. **Environmental Flow Assessments for Rivers: Manual for The Building Block Methodology**. WRC Report n. 131/00. Fresh Research Unit. University of Cape Town, South Africa, July, 2000.

KING, J. H.; O' KEEFFE, J. H. Looking to the future-South African Requirements. In: **Ecological Flows Requirements for South African Rivers**. Editado por Ferrar. South African National Programmes. Report n. 162, Pretoria: Council for Scientific and Industrial Research, 1989, p. 110-116.

KUHN, T.S. **The Structure of Scientific Revolution**. Chicago: The University of Chicago. Press, 3 ed, 1996.

LACERDA, R. T. de O. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. **O sucesso em gerenciamento de projetos**: a estruturação de um modelo de avaliação a partir de uma visão construtivista. Florianópolis, SC, 2009. 217 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

LANNA, A. E. Introdução. In: PORTO, R. L. **Técnicas quantitativas para o gerenciamento de recursos hídricos**. 2002, Porto Alegre: Editora da UFRGS e ABRH. p. 15-41.

\_\_\_\_\_; BENETTI, A. D.; COBALCHINI, M.S. **Metodologias para a Determinação de Vazões Ecológicas em Rios**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. 2003, n. 2, v.8, p. 149-160.

LAUNAY C. **Usos y desafíos del concepto de gobernanza en Colombia**. Columbia 7 de julho de 2006.

LIMA, J. E. F. W.; FERREIRA, R. S. A.; CRISTOFIDIS, D. **O uso da Irrigação no Brasil**. In: Freitas, M. A V. O Estado das Águas no Brasil. MME, MMA/SRH, OMM. 1999, p. 73-101.

LITTLE, P. **Os conflitos socioambientais: um campo de estudo e ação política.** In: BURSZTIN, Marcel (org.). **A difícil sustentabilidade:** política energética e conflitos ambientais. Rio de Janeiro: Editora Garamond, 2001.

MATZENAUER, B. H. **Uma Metodologia Construtivista de Avaliação de Alternativas para o Planejamento de Recursos Hídricos em Bacias Hidrográficas.** Tese de Doutorado, UFRGS, 2003.

MAZZILLI, C. **Sistemas interativos de apoio à decisão:** um processo coletivo. Revista de Administração, São Paulo, n.3, v. 29, jul/set 1994.

MEDEIROS, Y. D. P. et al. **“Alocação de Águas em Bacias Hidrográficas: Uma Abordagem Ambiental”.** In: VIII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, Gravatá (PE), 2006

\_\_\_\_\_. **Participação Social no Processo de Alocação de Água no Baixo Curso do rio São Francisco.** Projeto da rede Ecovazão de Pesquisa. Relatório Final. CNPQ/CT/HIDRO. Salvador (BA), 2010.

MENDONÇA, C.; LUCCI, E.; BRANCO, A. **Geografia Geral e do Brasil.** São Paulo: Editora Saraiva, 2 ed, 2004.



MITROFF, I.I. e LINSTONE, H.A. **The Unbounded Mind: Breaking the Chains of Traditional Business Thinking**. Oxford University Press, New York, 1993.

MONTIBELLER NETO, G. **Mapas cognitivos difusos para o apoio à decisão**: uma metodologia integrada para construção de problemas e exploração do impacto de alternativas nos valores do tomador de decisão. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2000.

\_\_\_\_\_. **Mapas cognitivos**: uma ferramenta de apoio à estruturação de problemas. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1996.

\_\_\_\_\_; Ensslin L. **Mapas Cognitivos no Apoio à Decisão**. Universidade Federal de Santa Catarina - Departamento de Engenharia de Produção – Lab. MCDA, 2001.

MORGAN, G.; SMIRCICH, L. The case for qualitative research. **Academy of Management. The Academy of Management Review (pre-1986)**, 1980, v. 5, n. 000004, p. 491.

MOORE, C. M. **Group Techniques for Idea Building**. 2ed. Thousand Oaks: Sage, 1994.

NORONHA, S. M. **Heurística para Decisões em Grupo Utilizando Modelos Multicritérios de Apoio à Decisão**: uma abordagem construtivista. 2003. 217 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Florianópolis, EPS/UFSC, 2003.

O'KEEFFE, J. An Introduction to Environmental Water Allocation. **Rivers Are The Focus Of The Catchment And Flows Are The Main Driver**, 2000.

O'KEEFFE, J. & QUESNE, T.L. An Overview of Environmental Flows and Their Assessment for All Levels of Users. Keeping Rivers Alive: **Managing Water Resources for Sustainable Use. Draft**, July, 2008.

O'KEEFFE J., **Sustainable flows for the Ganga river - setting objectives**, UNESCO-IHE (2009). Disponível em: <<http://grh.ufba.br/moodle/mod/resource/view.php?id=67>>. Acesso em: 21 de julho de 2009.

OSBORN, A. F. **Applied Imagination**. Buffalo: Creative Education Foundation, 3 ed, 1993.

PALMER, C. G., Application of ecological research to the development of a new South Africa water law. **Journal of the North American Benthological Society**. v.18, n.1, 132-142, 1999.

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **El agua una responsabilidad Compartida. Los retos de la gobernabilidad del agua**, capítulo II. 2006

PELISSARI, V. B.; SARMENTO, R.; Vazão Ecológica a Ser Considerada no Licenciamento Ambiental dos Sistemas de Abastecimento de Água. In: **21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, João Pessoa, (2001).

PEREIRA, S. B. **Evaporação no lago de Sobradinho e disponibilidade hídrica no rio São Francisco**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004. 105 f.

PIAGET, Jean. (1959) **Aprendizagem e Conhecimento**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1975.

PBHSF. **Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco**. CBHSF, ANA, GEF, PNUMA e OEA, 2004.

ROY, B., VANDERPOOTEN, D. The European School of MCDA: Emergence, basic features and current works. **Journal of Multicriteria Decision Analysis**, 1996, v. 5, pp. 22-38.

ROSENHEAD, J. **Rational Analysis for a Problematic World - Problem Structuring Methods for Complexity, Uncertainty and Conflict**. John Wiley & Sons, 1989.

ROSENHEAD, J. Problem Structuring Methods. **Tutorial do VII Congresso Latino- Ibero Americano de Investigacion de Operaciones e Ingenieria de Sistemas**, 1994.

ROY, B.; VINCKE, P. Multicriteria Analysis: survey and new directions. **European Journal of Operational Research**. Amsterdam, 1981, v.8, n.3, p. 207- 218.

ROY, B. Decision Science or Decision - aid Science? **European Journal of Operational Research**. 1993, v. 66, p. 184-203.

SAATY, T.L How to Make a Decision? The Analytic Hierarchy Process. **European Journal of Operational Research**. 1990, v. 48, p 9-26.

SARMENTO R. **Estudo da Arte da Vazão Ecológica no Brasil e no Mundo**. PROJETO da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura – UNESCO, 2007.

SCHMIDT, A. M. A. **Processo de Apoio à Tomada de Decisão, Abordagens: AHP e MACBETH**. Dissertação de Mestrado, PPEP/UFSC, 1995.

STALNAKER, C., LAMB, B. L., HENRIKSEN, J., BOVEE, K. E BARTHLOW, J. **The Instream Flow Incremental Methodology**. A Primer for IFIM. U.S.Department of Interior. National Biological Service, Washington, D.C., 1995

STIFELMAN, M. G.; **Comitê de Bacias: O que é e como se Organiza?**  
Caderno nº. 1. Agência Nacional de Águas/ANA, 2009. Trabalho não publicado.

SILVA, E. R.; **Abordagem Multicriterial Difusa como Apoio ao Processo Decisório para a Identificação de um Regime de Vazões Ecológicas no Baixo Curso do Rio São Francisco.** Dissertação de Mestrado. MEAU/UFBA, Salvador, 2010. 170 p.

SILVA, D.D.; RAMOS, M. M. Planejamento e gestão integrados de recursos hídricos. **Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior.** (Curso de Especialização por tutoria à distância: Uso Racional dos Recursos Naturais e seus Reflexos no Meio Ambiente, Módulo 10). Brasília, DF: ABEAS; Viçosa: UFV/DEA, 2001. 89 p.

THARME, R.E. e KING, J M. 1998. Development of the Building Block Methodology for instream flow assessments, and supporting research on the effects of different magnitude flows on riverine ecosystems. **Water Research Commission Report.** n. 576. 452 pp.

TUNDISI, José Galizia. **Exploração do potencial hidrelétrico da Amazônia.** Estud. av., Jan./Apr. 2007, vol. 21, n. 59, p.109-117.

TUCCI C. Hespanol I, NETO O. Cenários Da Gestão Da Água No Brasil: Uma contribuição para a visão mundial da água. **Revista brasileira de recursos hídricos RBRH**, vol. 3, 2000.

VIEIRA, Z. M. C. L.; RIBEIRO, M. M. R. Análise de conflitos: apoio à decisão no gerenciamento da demanda urbana de água. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Porto Alegre, 2005, v. 10, n. 03, p. 26-35.

VINCKE, P. **Multicriteria Decision Aid**. New York: John Wiley, 1992.

Von WINTERFELDT, D.; EDWARDS, W. **Decision Analysis and Behavioral Research**. Cambridge: University Cambridge Press, 1986.

WARFIELD, J.N. **A science of Generic Design: Managing complexity through systems design**. Iowa State University Press, 2 ed., 1994.

ZADEH A. L., Fuzzy sets. **Information and Control**. v.8, p. 338-353, 1965.

ZANELLI, J. C. Pesquisa qualitativa em estudos da gestão de pessoas. **Estudos de Psicologia**. 2002, v. 7, p. 79-88.

ZUFFO, A. C.; **Seleção e Aplicação de Métodos Multicriteriais ao Planejamento Ambiental de Recursos Hídricos**. Tese de Doutorado, USP/São Carlos, 1998.

## ANEXOS

### **ANEXO A:** EPAs identificados após as entrevistas

1. Ciclos biológicos
2. Ecossistema natural
3. Processos evolutivos
4. Espécies novas
5. Eliminação de espécies
6. Manter um regime de vazão
7. Readaptação de espécies
8. Fiscalização
9. Manutenção das espécies
10. Serviços ecológicos
11. Sazonalidade
12. Qualificação de pessoal
13. Legislação ambiental
14. Socioambiental
15. Formação de pessoal
16. Normatização de estudos
17. Educação ambiental

18. Valor econômico
19. Remansos
20. Saúde
21. Disciplinar os usos
22. Acordo entre atores
23. Interesses
24. Adequação dos usos da água
25. Zoneamento ecológico
26. Necessidade humana
27. Diagnóstico biofísico e social
28. Informação da população da bacia
29. Controle dos usos da água
30. Participação
31. Reuniões
32. Oficinas
33. Workshop
34. Multidisciplinaridade
35. Normas para V.A
36. Proteção dos peixes
37. Manutenção do ecossistema



38. Sazonalidade
39. Panificação de ações
40. Minimização de impactos
41. Orçamento
42. Hidrograma ambiental
43. Valoração das atividades econômicas
44. Pesca
45. Sazonalidade
46. Dinâmica fluvial
47. Picos de vazão
48. Hidrograma ambiental
49. Estudos multidisciplinares
50. Monitoramento
51. Levantamento de dados para pesquisa
52. Aspectos nutricionais do rio
53. Reprodução e manutenção de espécies
54. Recuperação das atividades das populações ribeirinhas
55. Cenário para vazão ambiental
56. Negociação
57. Tomada de decisão

58. Valor ambiental do rio

59. Serviços ambientais

60. Custos

61. Indicadores

62. Metas

## ANEXO B: Listas de conceitos gerados para cada EPA identificado

EPAs	CONCEITOS
1. Ciclos biológicos	Ter regime de vazão que permita a manutenção de níveis diferenciados de produtividade primária...ter a extinção de espécies
2. Ecossistema natural	Implementar ações que priorizem a conservação dos ecossistemas naturais...ter ações pautadas nos interesses pessoais
3. Processos evolutivos	Fornecer condições de manter os processo evolutivos...ter extermínio de populações
4. Espécies novas	Manter o adentramento da cunha salina até os níveis próximos ao natural de vazão que permita o aparecimento de novas espécies...ter débito de organismos associados
5. Eliminação de espécies	Ter picos de cheias nos períodos correspondentes a sazonalidade do ecossistema natural do rio...ter eliminação de espécies
6. Manter um regime de vazão	Manter um regime de vazão...ter oscilações bruscas de vazões em curto período
7. Readaptação de espécies	Permitir a readaptação evolutiva de espécies...ter extinção de espécies
8. Fiscalização	Ter mecanismos de fiscalização...não conter a degradação da biodiversidade da bacia
9. Manutenção das espécies	Fazer a manutenção da biodiversidade...ter habitat impróprio p vida das espécies
10. Serviços ecológicos	Propor a promoção de serviços ecológicos...esgotar os recursos naturais
11. Sazonalidade	Garantir a sustentabilidade do sistema sazonal...não respeitar os requisitos necessários para o cumprimento dos ciclos biológicos
12. Qualificação de pessoal	Priorizar ocupação de cargos públicos com técnicos qualificados...ter trabalho mal realizados
13. Legislação ambiental	Ter cumprimento da legislação ambiental ...ter exaustão dos recursos do rio
14. Socioambiental	Realizar estudos com especialistas que entendam da relação homem e ecossistemas do rio...não conhecer o tipo de relação que o homem tem com o rio.
15. Formação de pessoal	Contar com pessoal qualificado com formação dirigida para o interesse ecológico de preservação dos

	ecossistemas...não ter pessoal qualificado para trabalhar
16. Normatização de estudos	Normatizar o desenvolvimento de estudos aplicados ao ecossistema limnicos de água corrente...não conhecer de forma aprofundada
17. Educação ambiental	Ter programas de educação ambiental que conscientizem as populações ribeirinhas...permanecer como esta
18. Valor econômico	Estimar valor econômico da relação homem ecossistemas do rio... Não valorar as atividades
19. Remansos	Evitar a formação de remansos que provocam aparecimento de doenças...ter vazão abaixo do limite estabelecido
20. Saúde	Evitar a proliferação de doenças...ter vazão abaixo do limite estabelecido
21. Disciplinar os usos	Conhecer como era o regime natural de vazões e os cenário que o envolve...Ignorar o regime natural de vazão nos estudos.
22. Acordo entre atores	Promover articulação dos atores envolvidos através do comitê de bacia do São Francisco...ter hegemonia autoritária de uso sobre os demais.
23. Interesses	Conhecer os interesses de cada ator sobre o uso do rio... desconhecer os interesses de usos considerados insignificantes.
24. Adequação dos usos da água	Conhecer as possibilidades de adequação dos usos da água existentes, ao regime de vazão ambiental proposto...ter inflexibilidade dos usos
25. Zoneamento ecológico	Fazer zoneamento econômico ecológico combinado a um regime de vazão ambiental...ter a manutenção do ecossistema restrita ao regime de vazões
26. Necessidade humana	Conhecer os usos atuais humanos, do estado do rio e seu entorno... desconhecer o contexto sócio econômico e biofísico.
27. Diagnóstico biofísico e social	Realizar estudos que envolvam trabalho intensivo de campo...desconhecer o contexto sócio econômico e biofísico
28. Informação da população da bacia	Valorizar as informações oriundas das populações ribeirinhas através da sistematização da linguagem científica...menosprezar a informação de práticas cotidianas dessas populações
29. Controle dos usos da água	Ter reuniões periódicas para controlar o uso humano

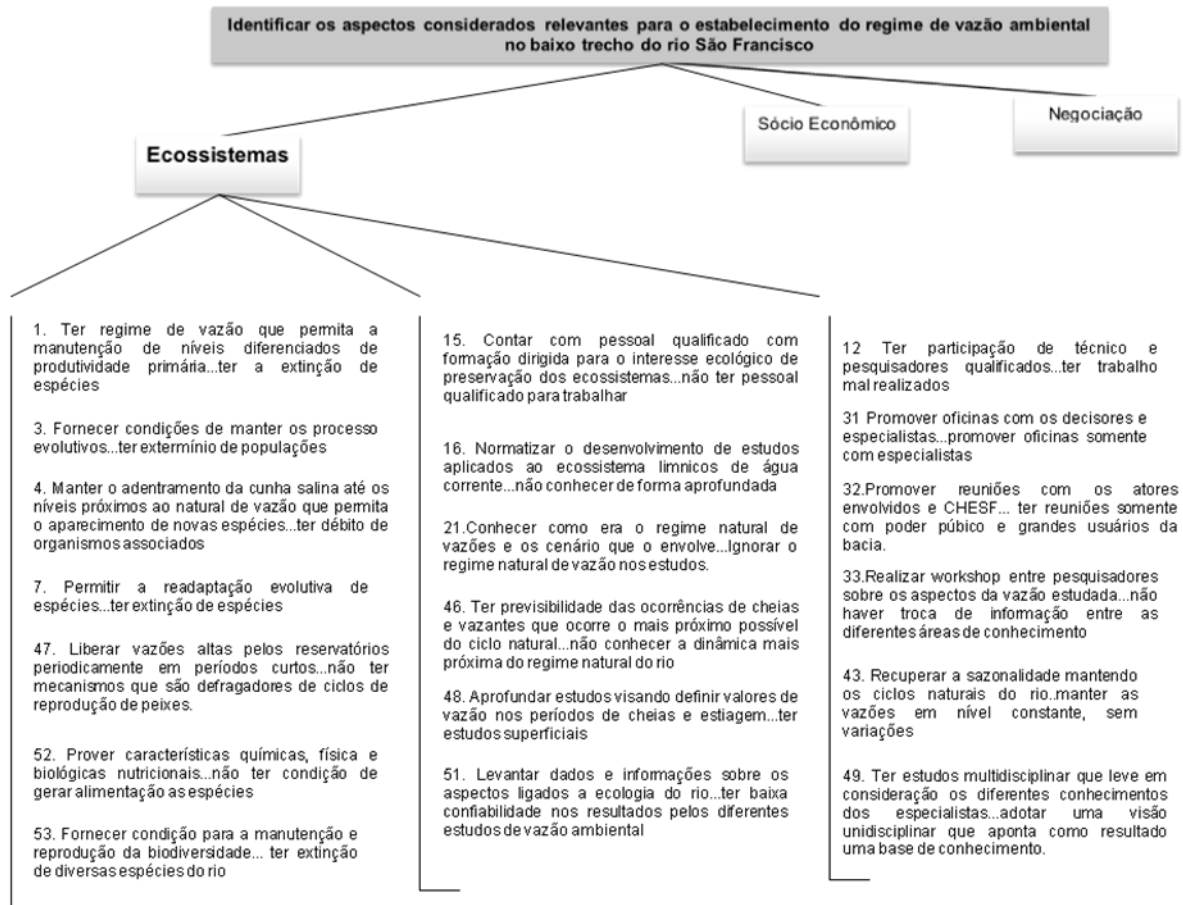
	do rio e suas conseqüências...estabelecer autoritariamente usos prioritários
30. Participação	Desenvolver grupos focais em diversas localidades ribeirinhas...limitar as pesquisas a dados secundários.
31. Reuniões	Promover oficinas com os decisores e especialistas...promover oficinas somente com especialistas
32. Oficinas	Promover reuniões com os atores envolvidos... ter reuniões somente com poder público e grandes usuários da bacia
33. Workshop	Realizar workshop entre pesquisadores sobre os aspectos da vazão estudada...não haver troca de informação entre as diferentes áreas de conhecimento
34. Multidisciplinaridade	Promover oficinas entre especialistas de diversas áreas...estudar os diversos aspectos de forma segmentada
35. Normas para V.A	Criar normas legais resultantes da decisão do CBHSF para a vazão ambiental...tomar decisão apenas por parte do uso hegemônicos.
36. Proteção dos peixes	Proteger legalmente as espécies de peixes e os períodos de defeso...alterar significamente o habitat
37. Manutenção do ecossistema	Fazer um levantamento das espécies de peixes nativas e vegetação ripária necessárias para a manutenção do ecossistema ...ter a extinção de espécies de peixes e vegetação nativa
38. Sazonalidade	Garantir a sazonalidade das vazões necessárias para reverter o processo de extinção de espécies de peixes nativas...alterar a sazonalidade de modo que gere um processo de extinção das espécies.
39. Panificação de ações	Elaborar um plano de ações para o estabelecimento do regime de vazão ambiental decidido pelo CBHSF...não haver um planejamento conjunto entre os atores envolvidos
40. Minimização de impactos	Minimizar os possíveis impactos no estabelecimento do regime de vazão ambiental...não ter orçamento necessário
41. Orçamento	Garantir um orçamento necessário para estabelecer o regime de vazão ambiental...não conseguir realizar ações necessárias
42. Hidrograma ambiental	Propor hidrograma ambiental pelos especialistas, apoiado nos estudos da bacia...propor hidrograma

	como resultados de estudos de apenas uma só área de conhecimento
43. Valoração das atividades econômicas	Conhecer o valor econômico oriundo da extração animal e agricultura temporária para as populações ribeirinhas...não valorar as atividades exercidas por estas populações
44. Pesca	Proteger a pesca como atividade econômica tradicionais das populações ribeirinhas...promover a diminuição das espécies de peixes de importante valor econômico para as populações ribeirinhas
45. Sazonalidade	Recuperar a sazonalidade mantendo os ciclos naturais do rio nos períodos de cheias e estiagem...manter as vazões em nível constante, sem variações
46. Dinâmica fluvial	Ter previsibilidade das ocorrências de cheias e vazantes que ocorre o mais próximo possível do ciclo natural...não conhecer a dinâmica mais próxima do regime natural do rio
47. Picos de vazão	Liberar vazões altas pelos reservatórios periodicamente em períodos curtos...não ter mecanismos que são defragadores de ciclos de reprodução de peixes.
48. Hidrograma ambiental	Aprofundar estudos visando definir valores de vazão nos períodos de cheias e estiagem...ter estudos superficiais
49. Estudos multidisciplinares	Ter estudos multidisciplinar que leve em consideração os diferentes conhecimentos dos especialistas...adotar uma visão unidisciplinar que aponta como resultado uma base de conhecimento.
50. Monitoramento	Realizar mais investimentos em monitoramento...não ter verba para conhecer melhor aspectos do rio
51. Levantamento de dados para pesquisa	Levantar dados e informações sobre os aspectos ligados a ecologia do rio...ter baixa confiabilidade nos resultados pelos diferentes estudos de vazão ambiental.
52. Aspectos nutricionais do rio	Prover características químicas, física e biológicas nutricionais...não ter condição de gerar alimentação as espécies
53. Reprodução e manutenção de espécies	Fornecer condição para a manutenção e reprodução da biodiversidade...ter extinção de diversas espécies do rio
54. Recuperação das atividades das	Recuperar as atividades econômicas, culturais, sociais

populações ribeirinhas	e de lazer das comunidades ribeirinhas...degradação social e econômica das populações ribeirinhas.
55. Cenário para vazão ambiental	Negociar um cenário desejável que representa um acordo com a vazão ambiental...tomar decisão que não leve em consideração os prós e os contra da vazão ambiental
56. Negociação	Submeter os resultados dos estudos aos atores sociais ...tomar decisão de forma isolada
57. Tomada de decisão	Decidir com relação os hidrogramas ambientais estabelecidos de acordo com os diferentes interesses...desconsiderar os diferentes interesses
58. Valor ambiental do rio	Ponderar o valor ambiental do rio nas decisões sobre vazão ambiental...subestimar a importância do rio nas decisões
59. Serviços ambientais	Ter valoração econômica dos serviços ambientais que o rio presta a sociedade...não pesar o valor ambiental do rio nas decisões
60. Custos	Levantar custos da vazão ambiental...tomar decisão que não leve em consideração os prós e os contra da vazão ambiental
61. Indicadores	Definir indicadores para atingir os objetivos ambientais...não ter valores de referência para estudos
62. Metas	Definir metas para estabelecer os hidrogramas do regime de vazão ambiental proposto...não ter metas para mensurar o estado ecológico desejado

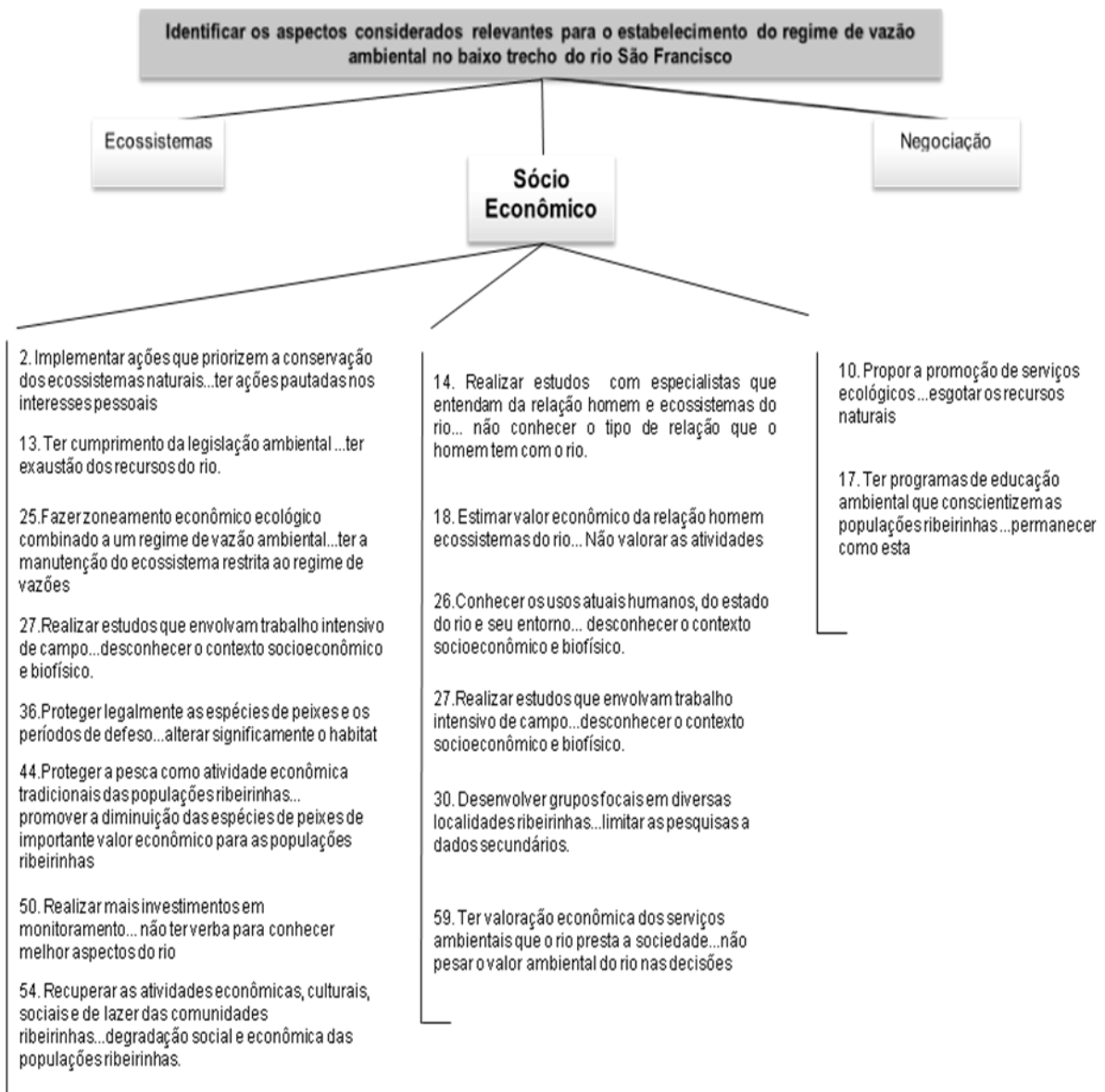
## ANEXO C: Conjunto de conceitos formadores das áreas de interesses:

### a) *Ecosystemas*

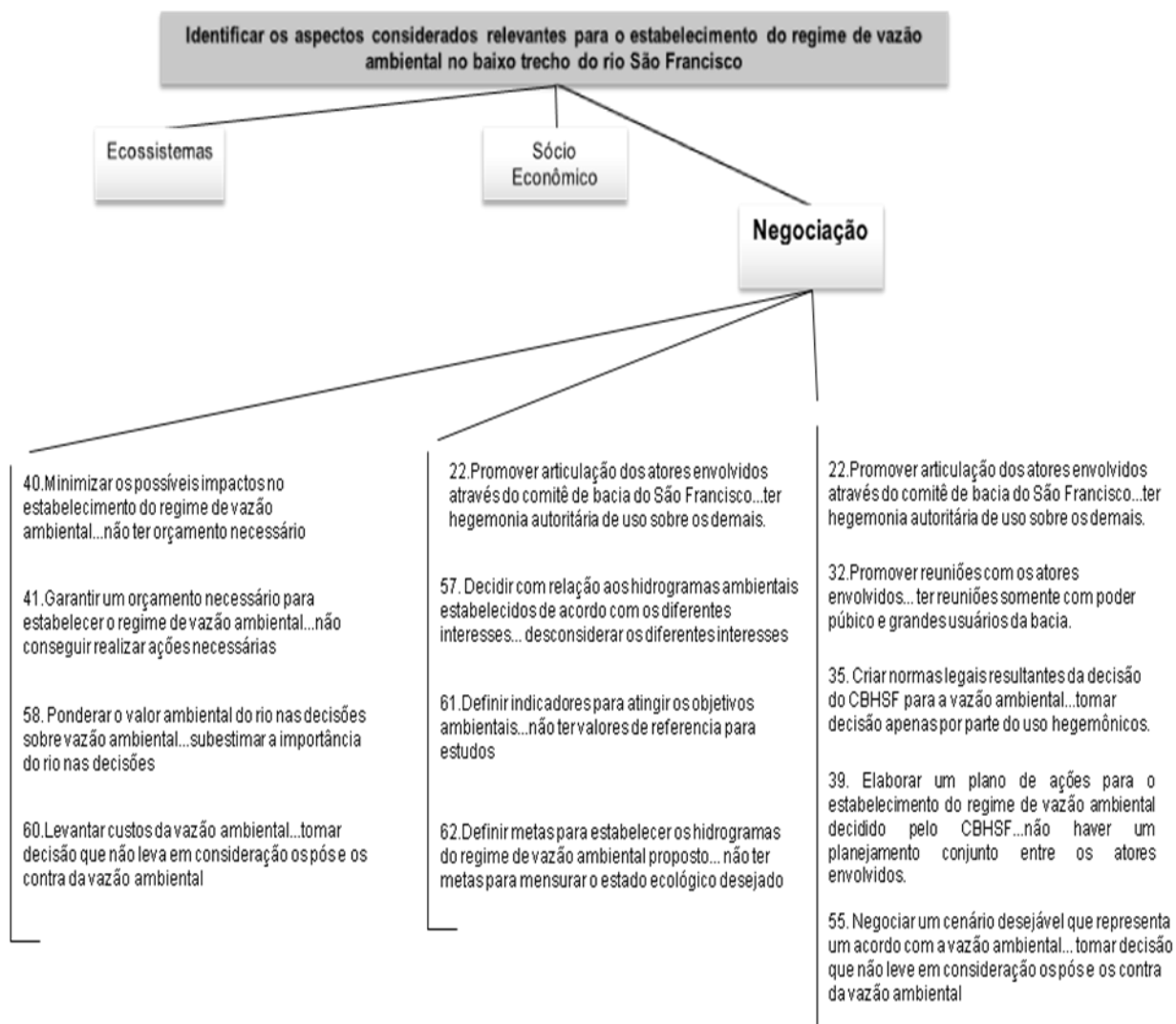




b) *Econômico*

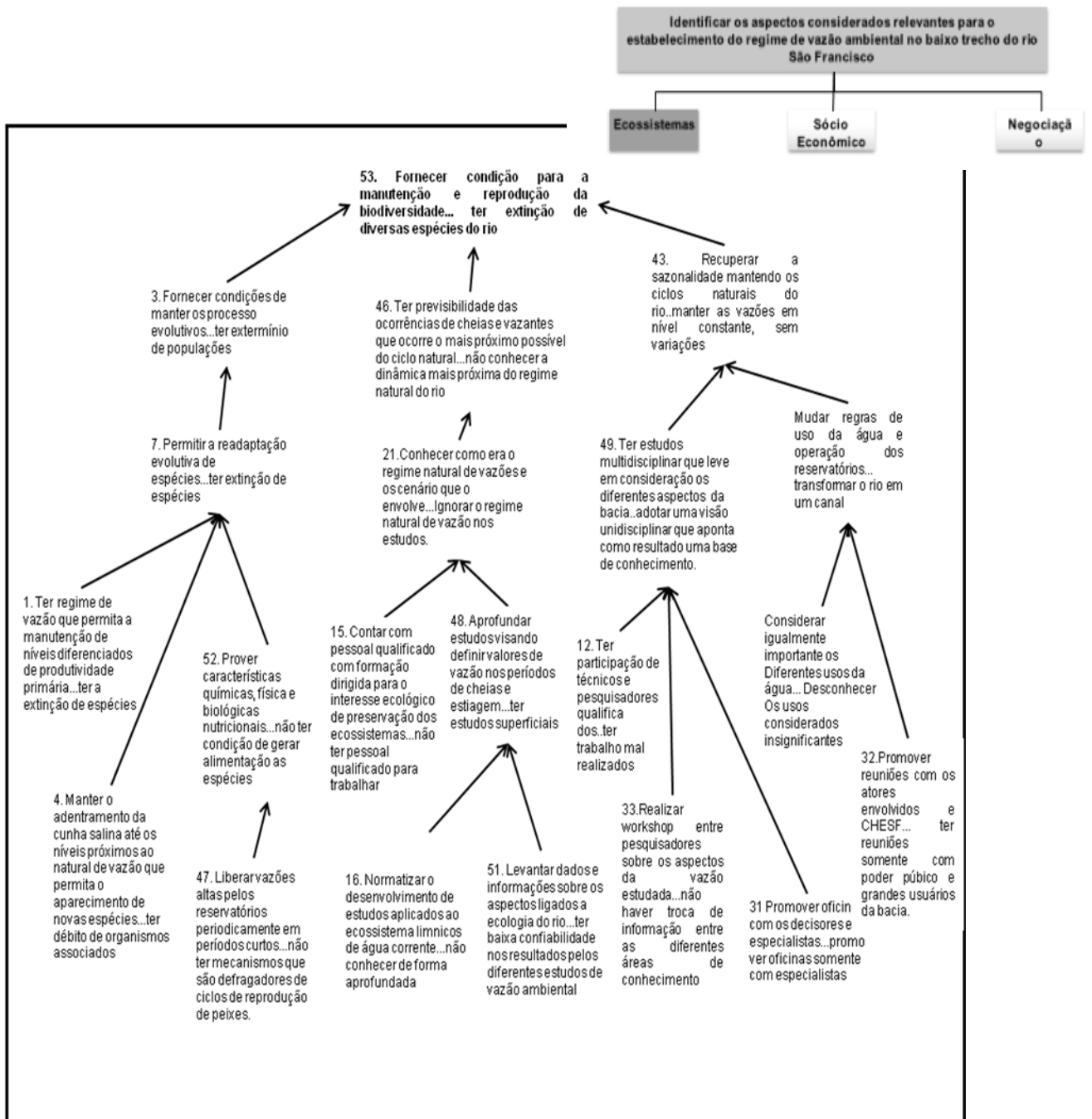


### c) *Negociação*

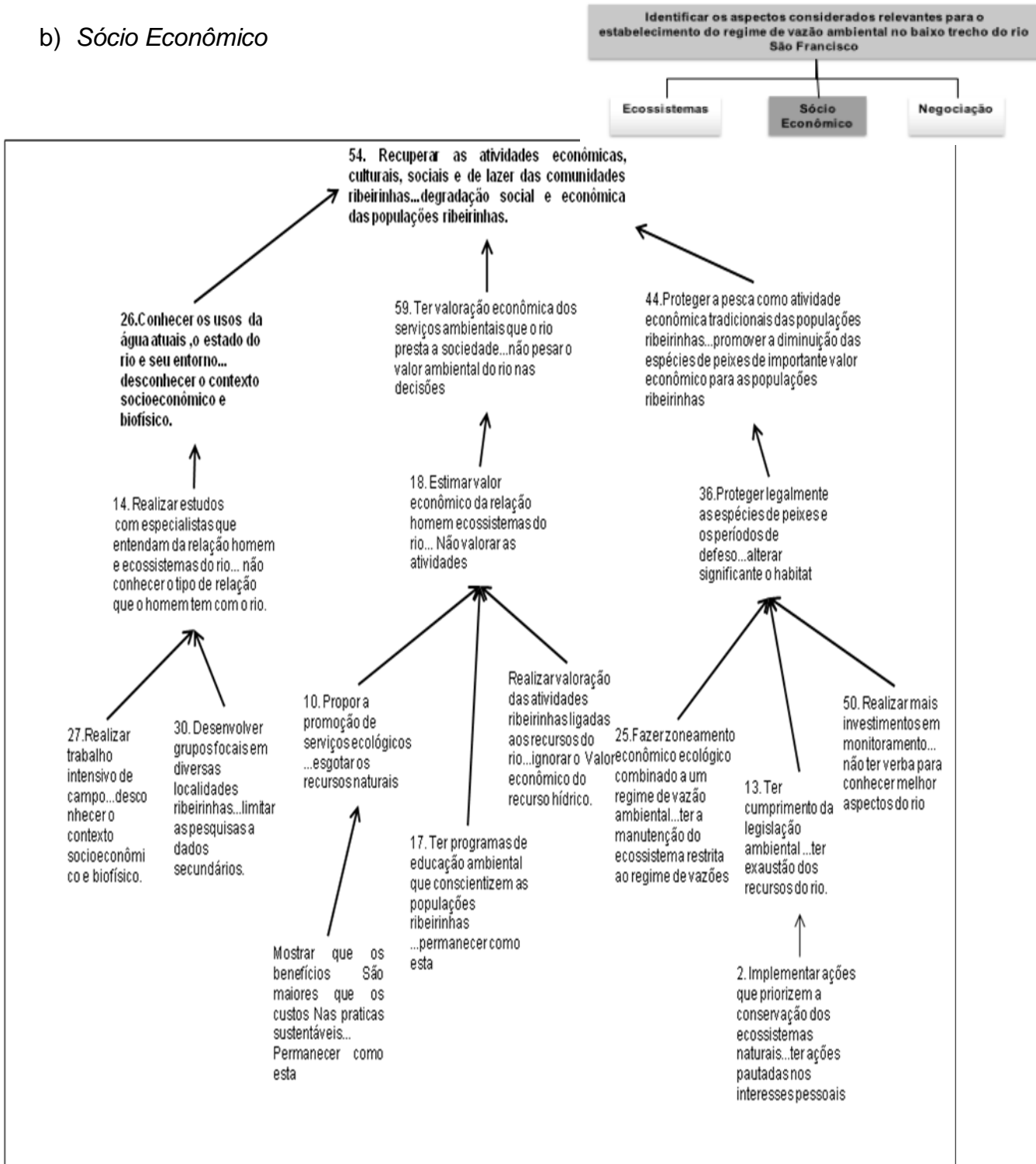


## ANEXO D: Mapa cognitivo das áreas de interesses

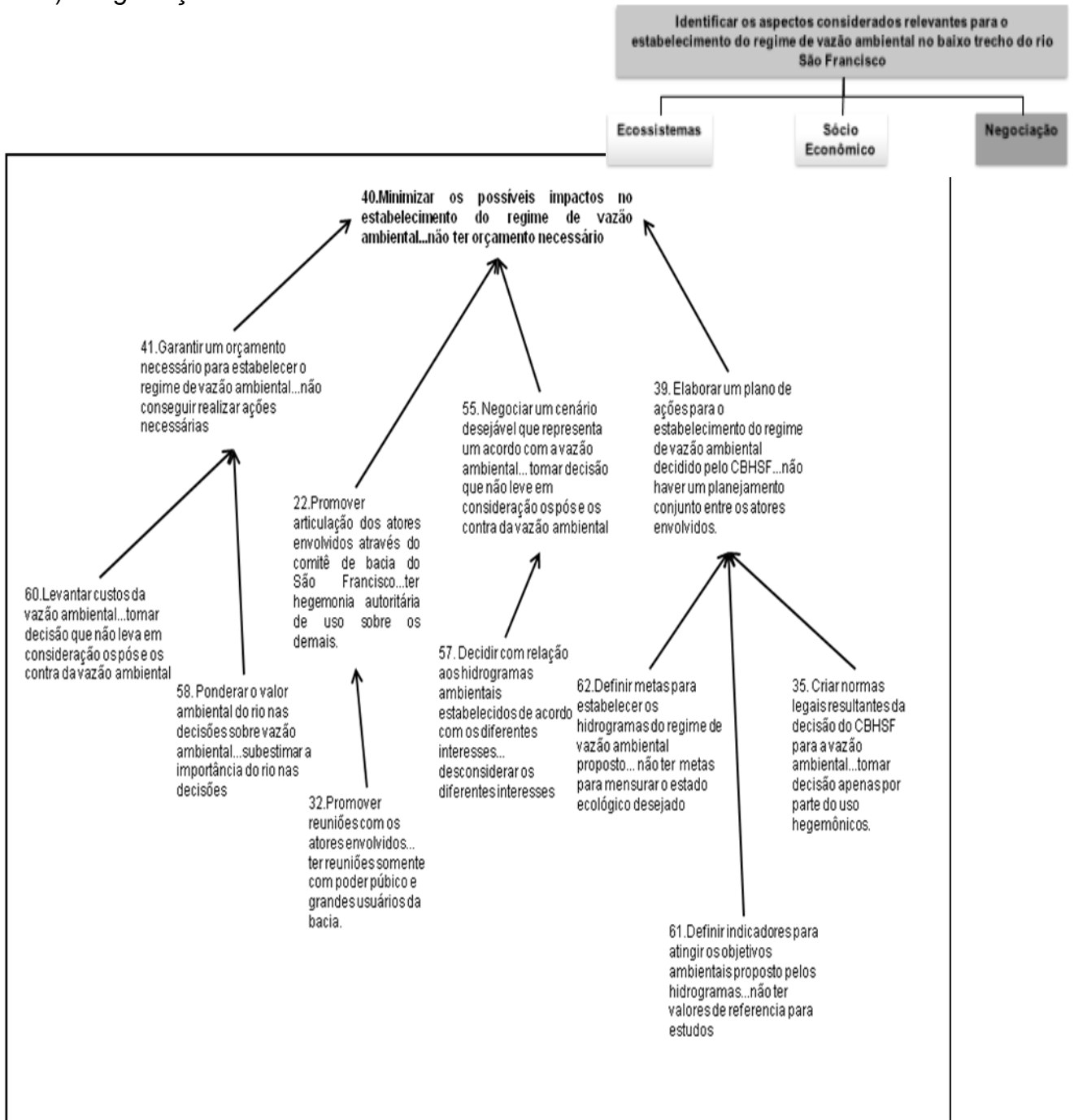
### a) *Ecosistemas*



b) *Sócio Econômico*



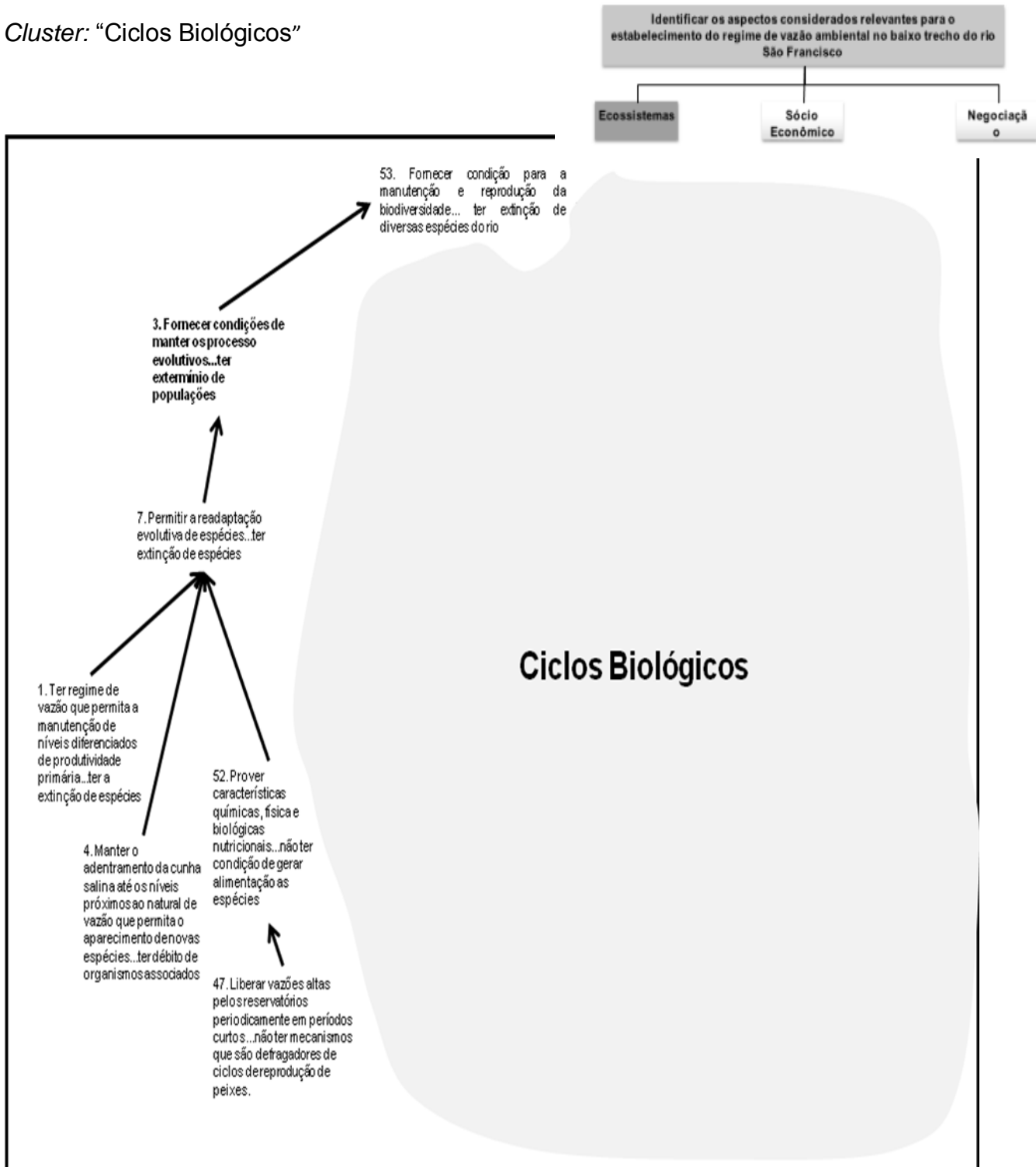
c) *Negociação*



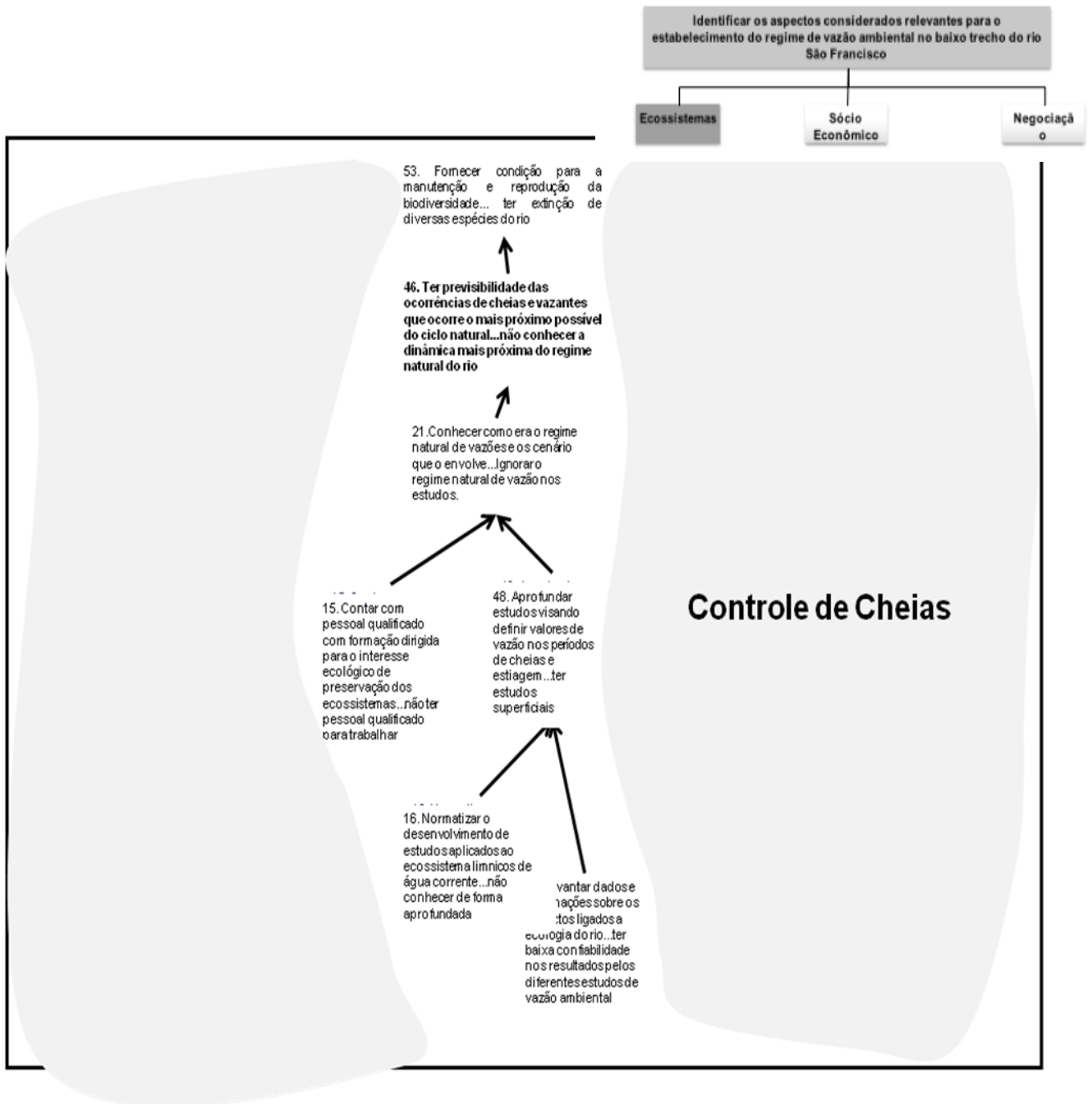
## ANEXO E: Identificação dos clusters das áreas de interesses

### Ecosistemas

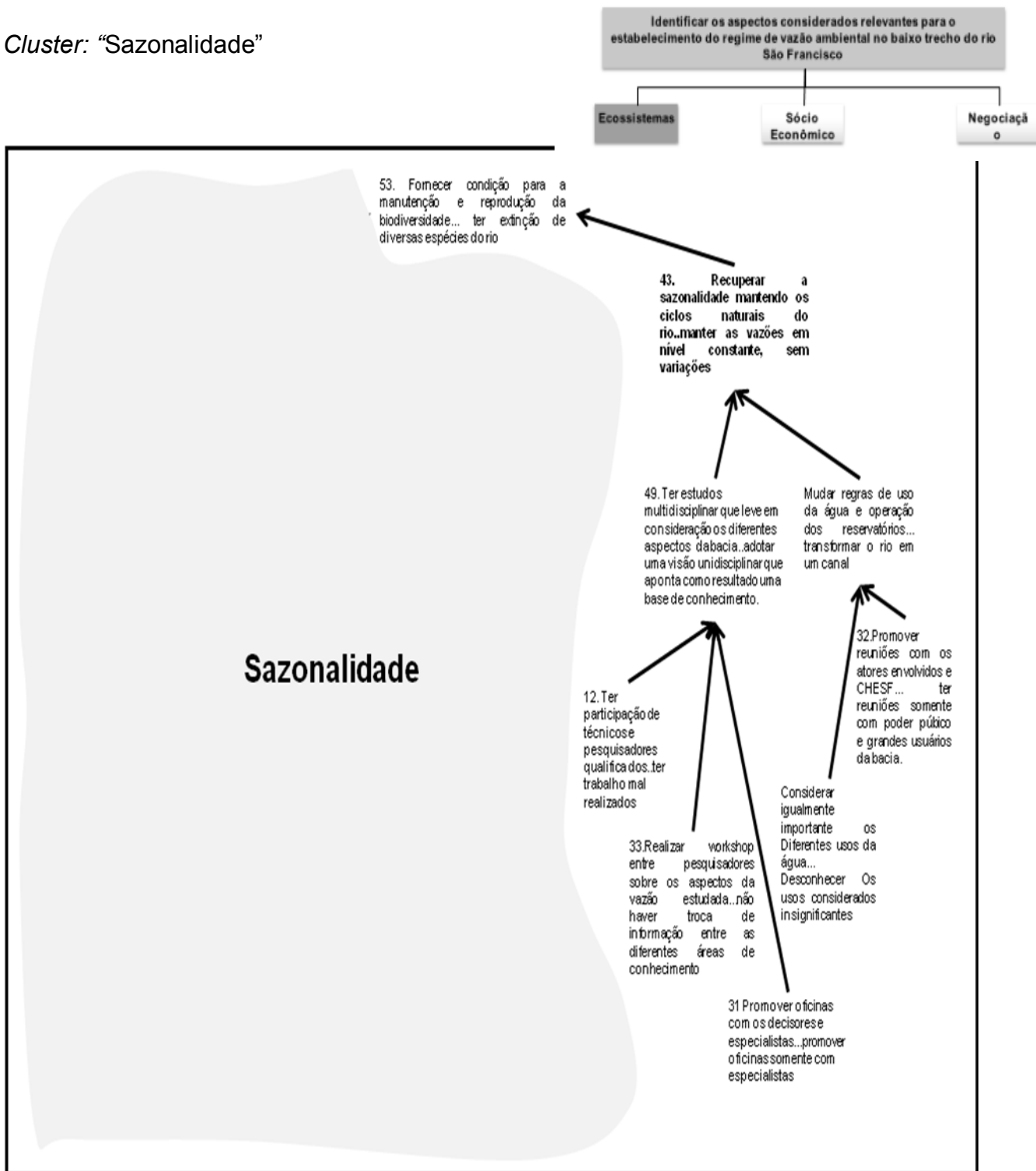
#### Cluster: "Ciclos Biológicos"



Cluster: "Controle de Cheias"



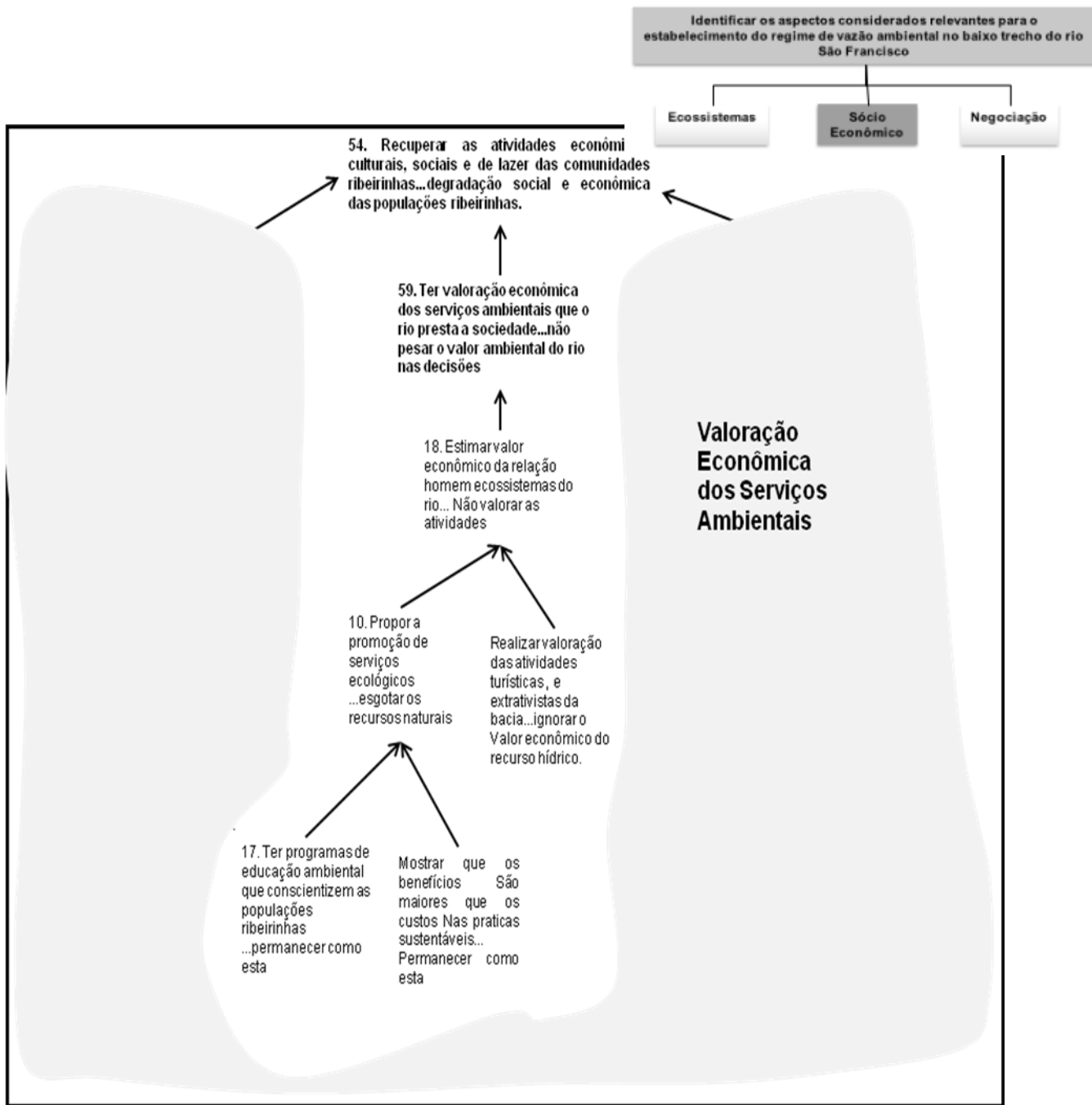
Cluster: "Sazonalidade"



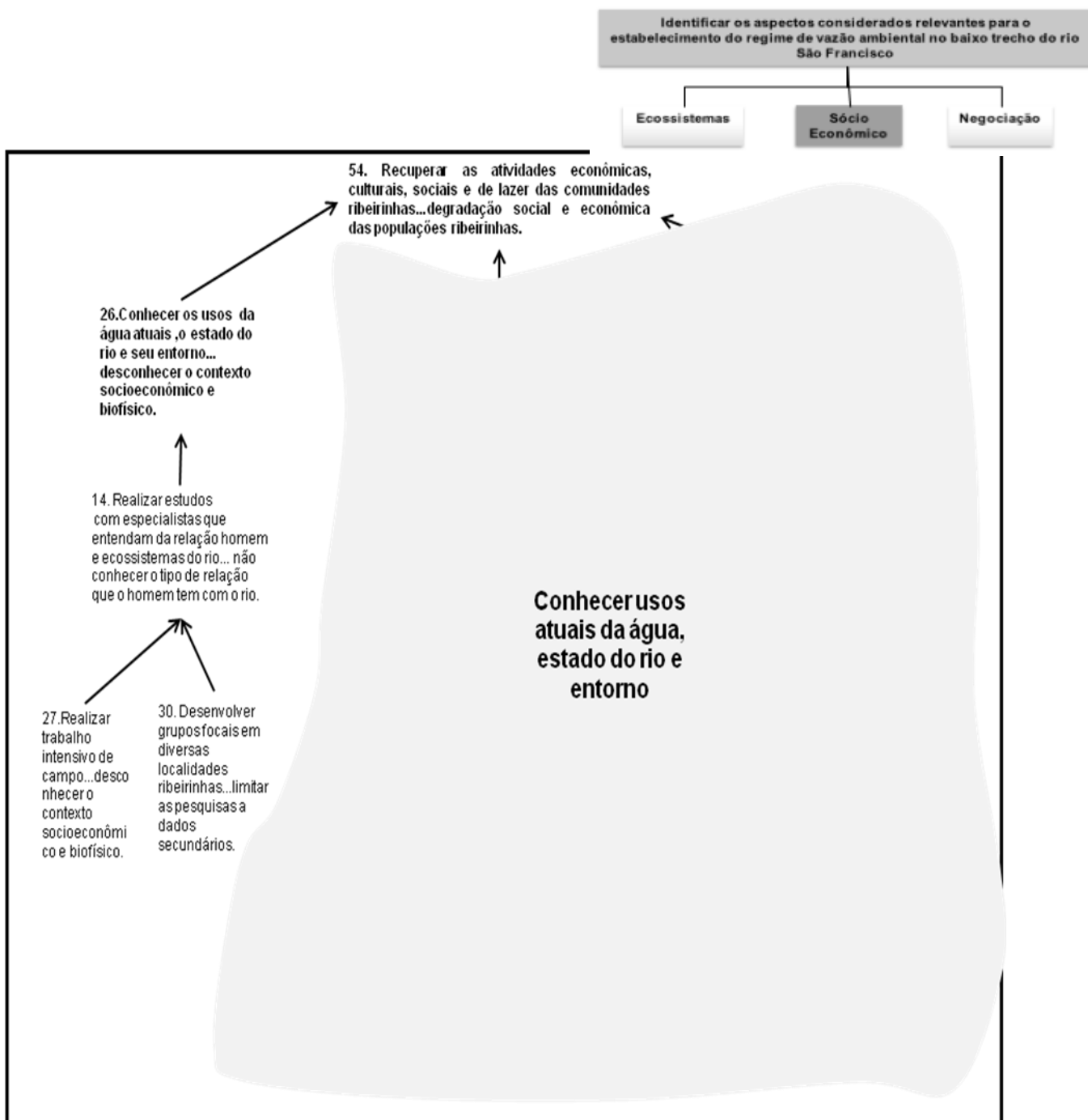


Área de interesse: *Sócio Econômico*

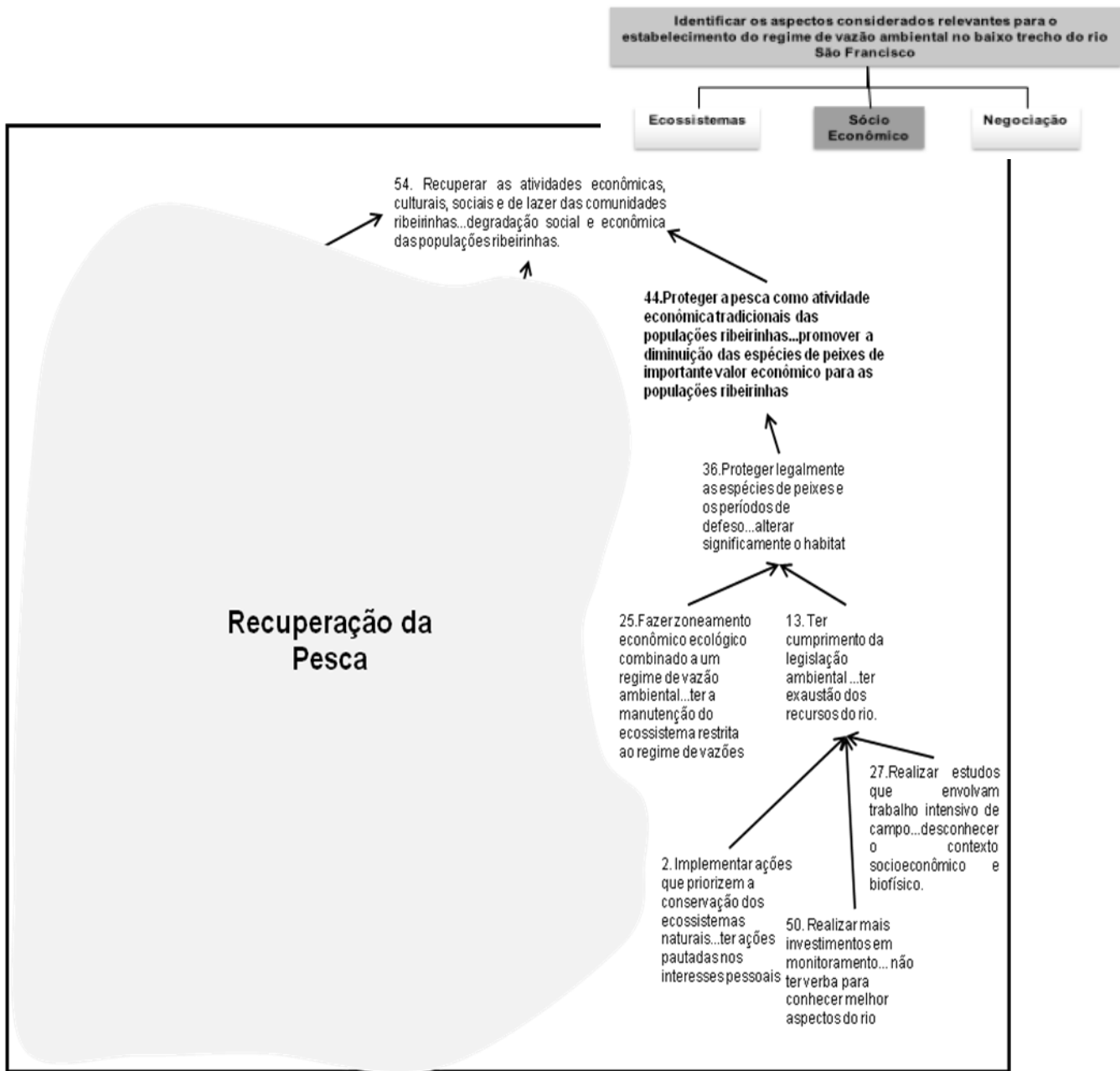
Cluster: "Valoração Econômica dos Serviços Ambientais"



Cluster: “Conhecer usos atuais da água, estado do rio e entorno”

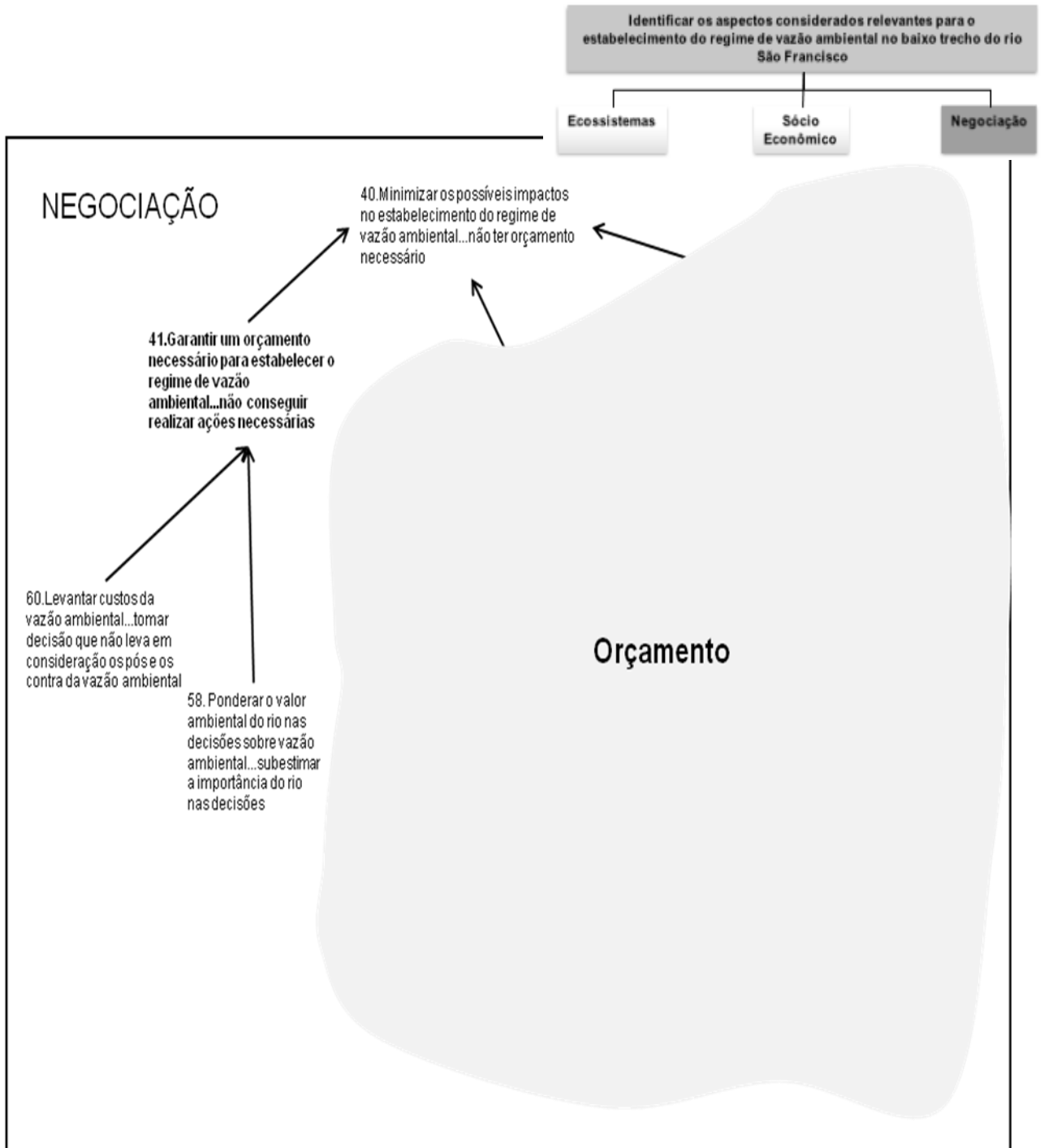


Cluster: "Recuperação da Pesca"

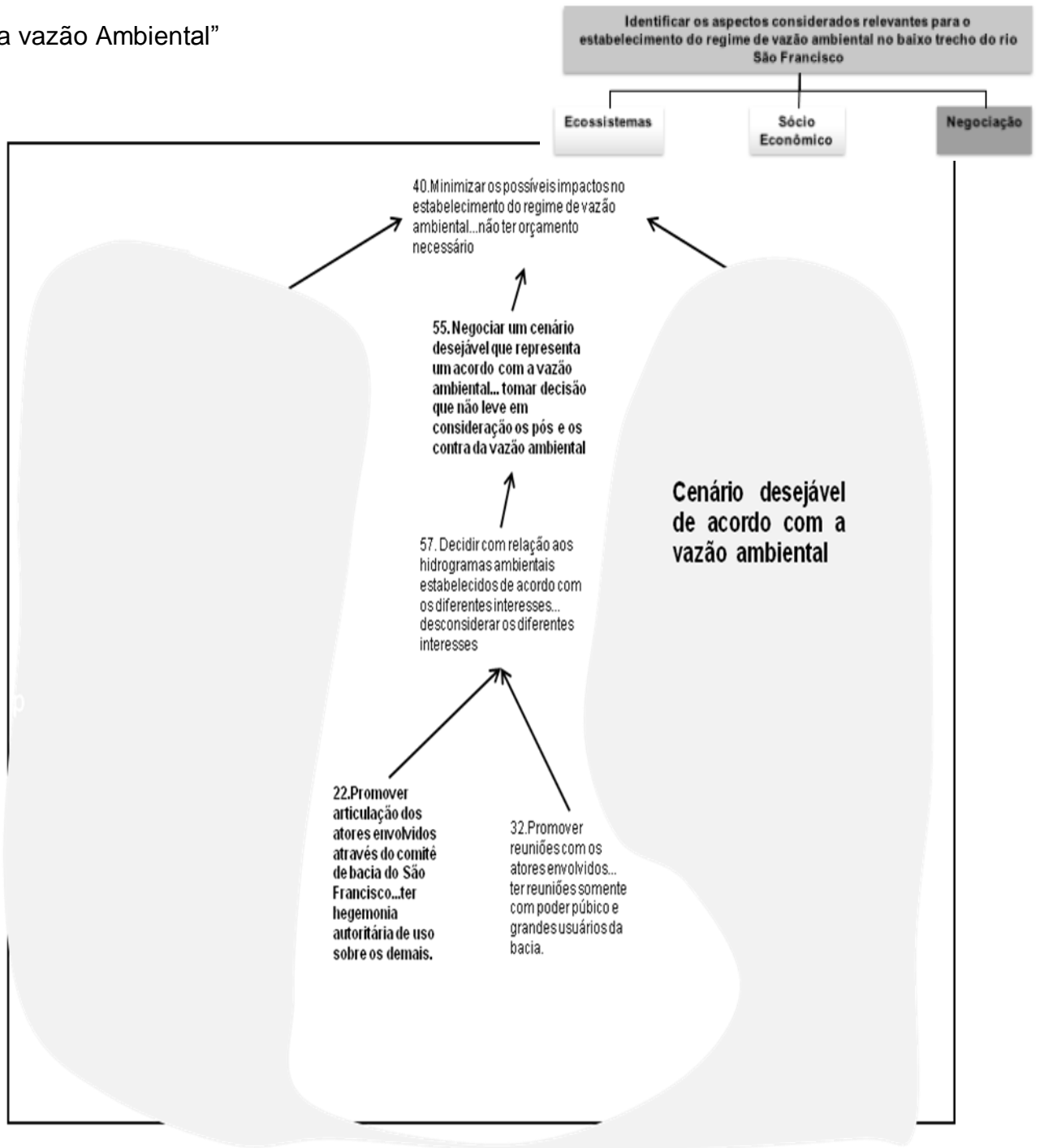


Área de interesse: *Negociação*

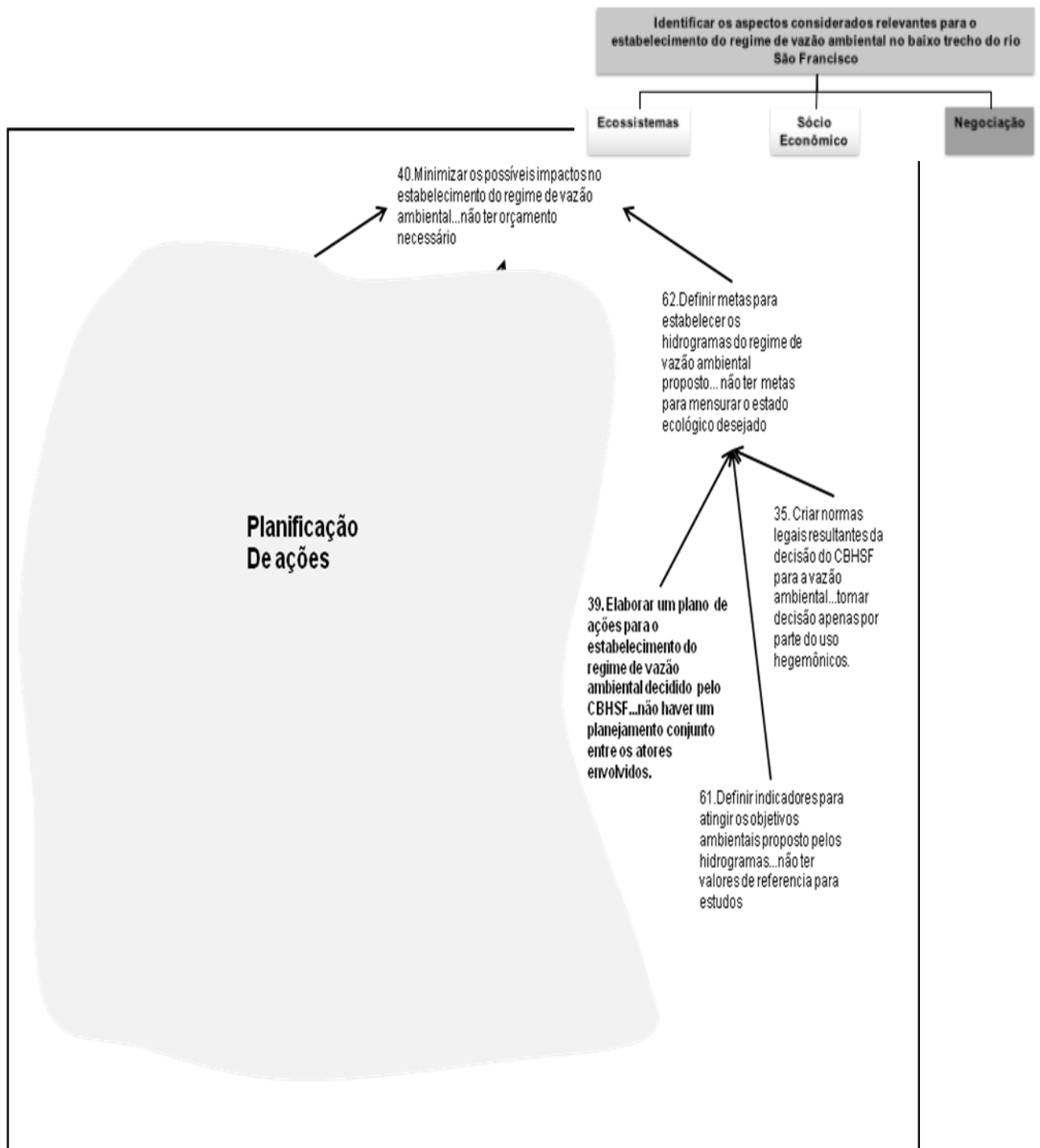
Cluster: "Orçamento"



Cluster: “Cenário desejável de acordo com a vazão Ambiental”



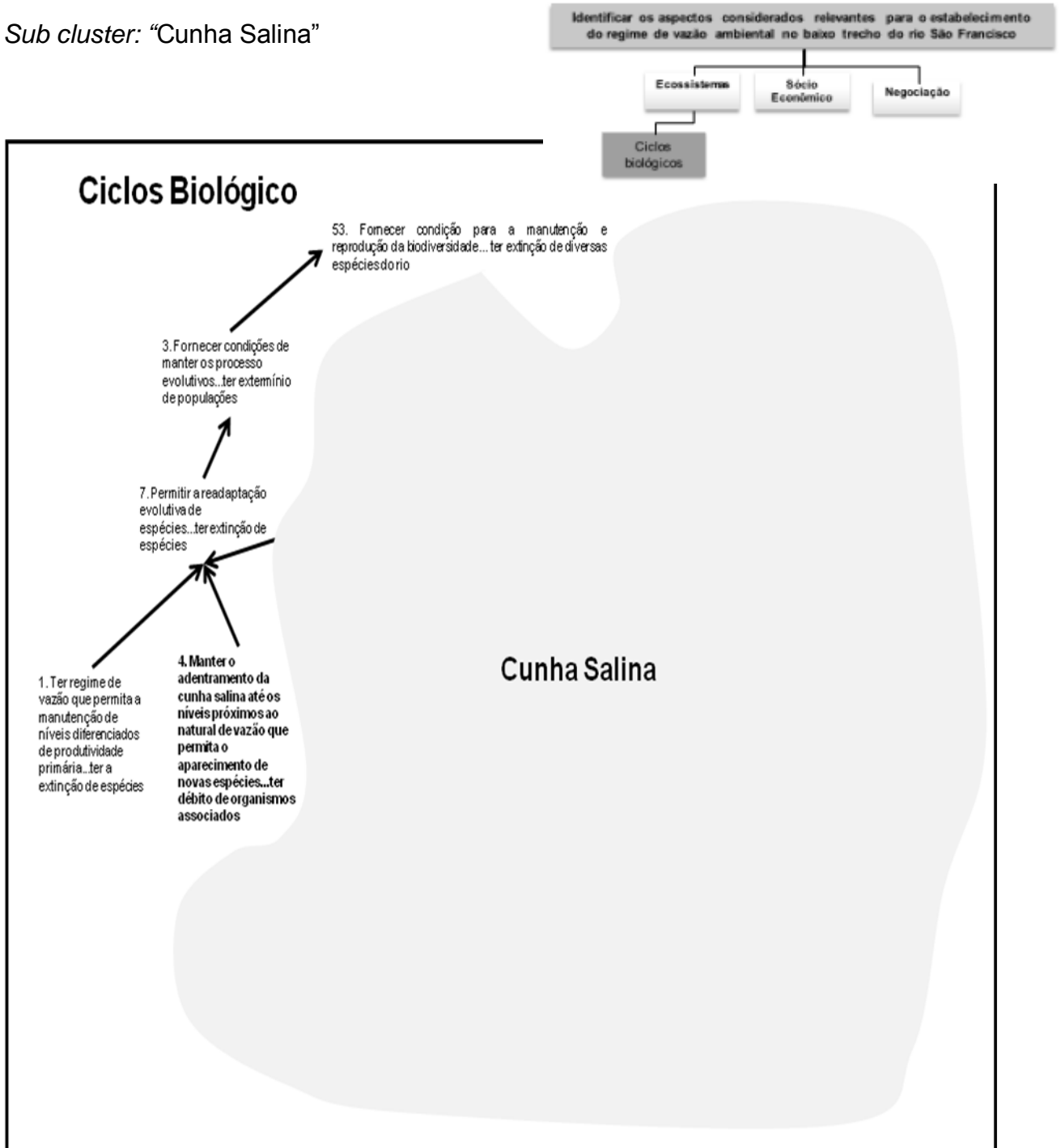
Cluster: "Planificação de Ações"



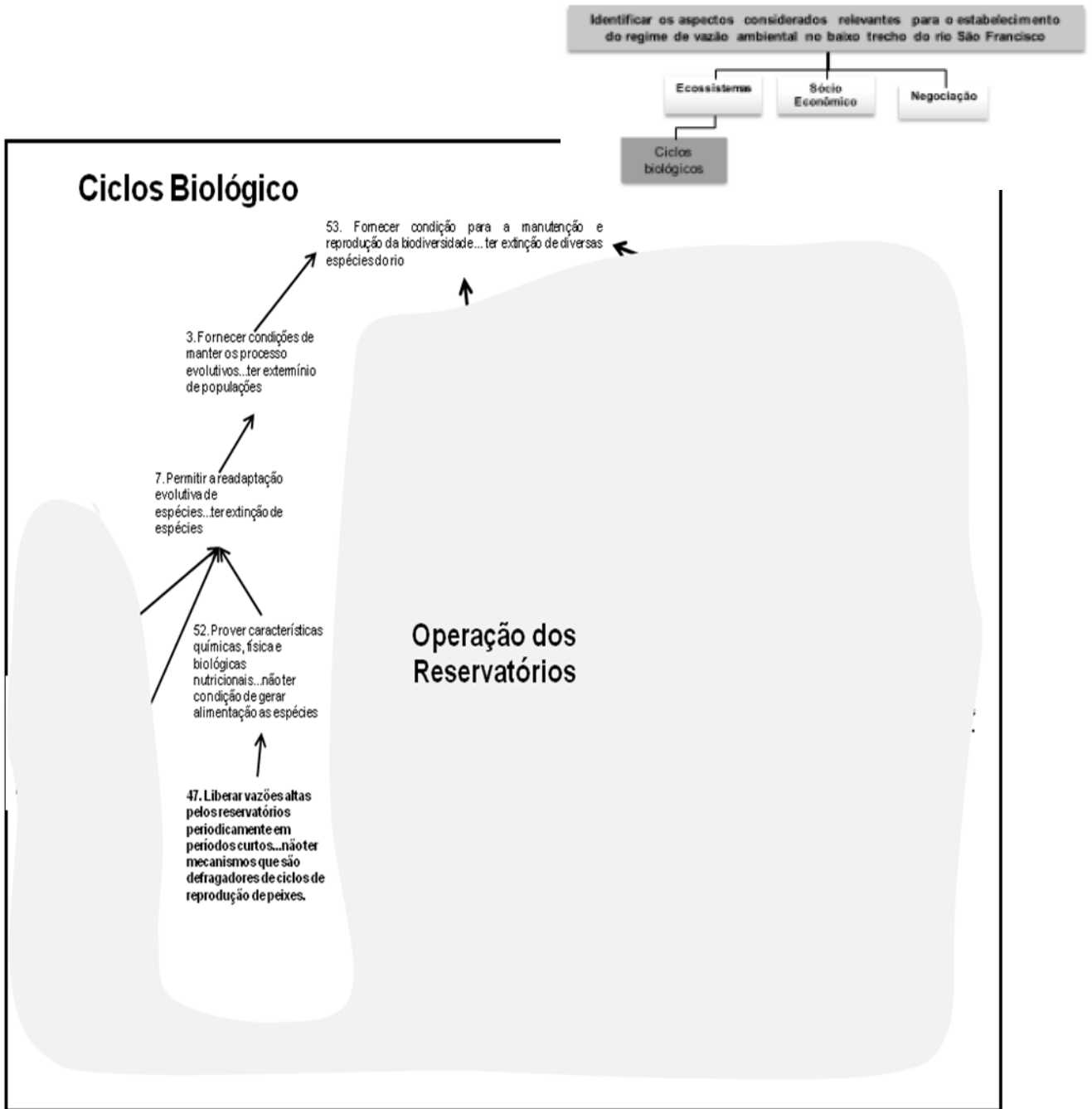
**ANEXO F:** Identificação dos sub-clusters das áreas de interesses:  
Ecossistemas.

Cluster: “Ciclos Biológicos”

Sub cluster: “Cunha Salina”



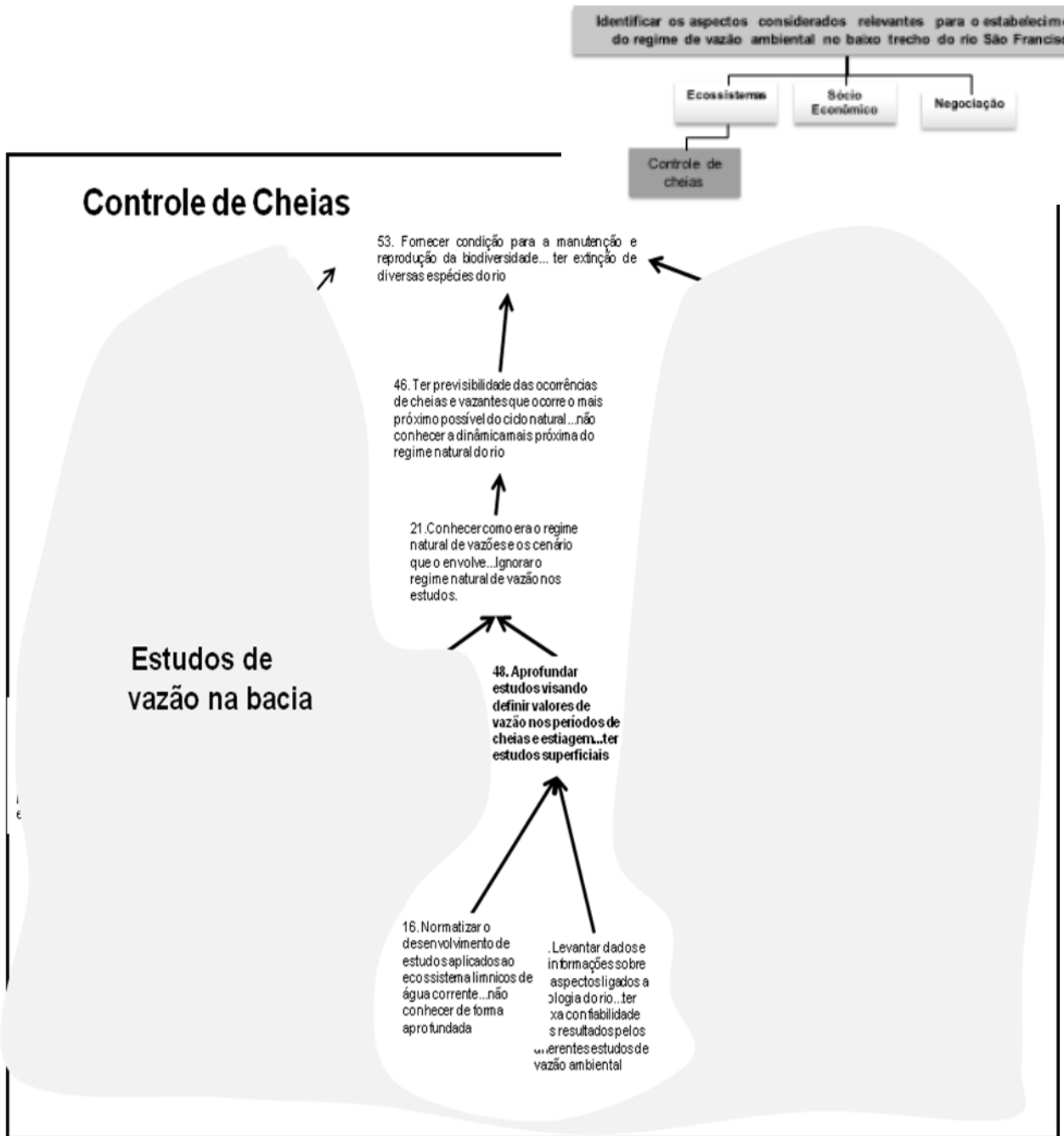
Sub Cluster: "Operação dos Reservatórios"



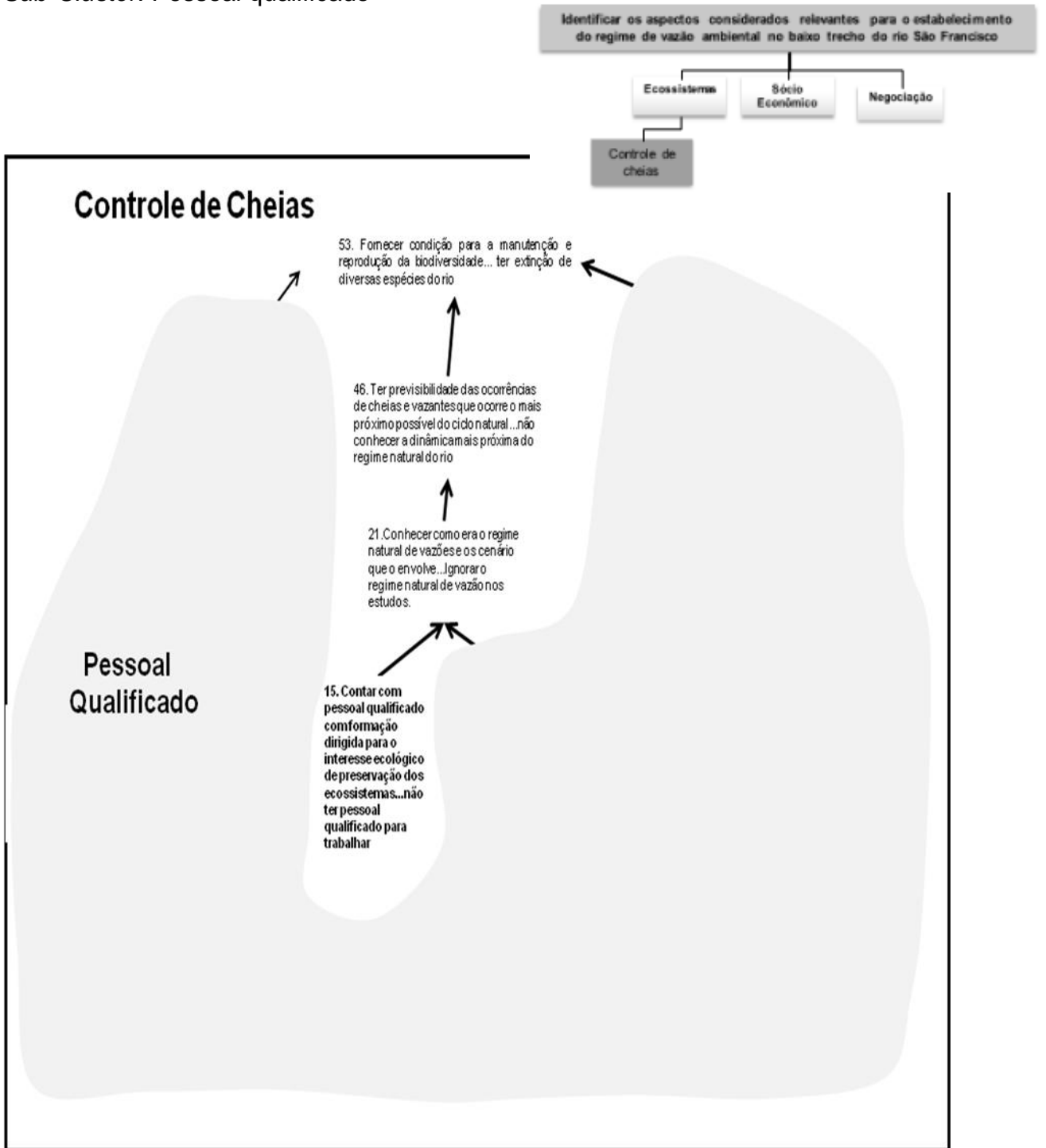


Clusters: "Controle de Cheias"

Sub-cluster: "Estudos de vazão na bacia".

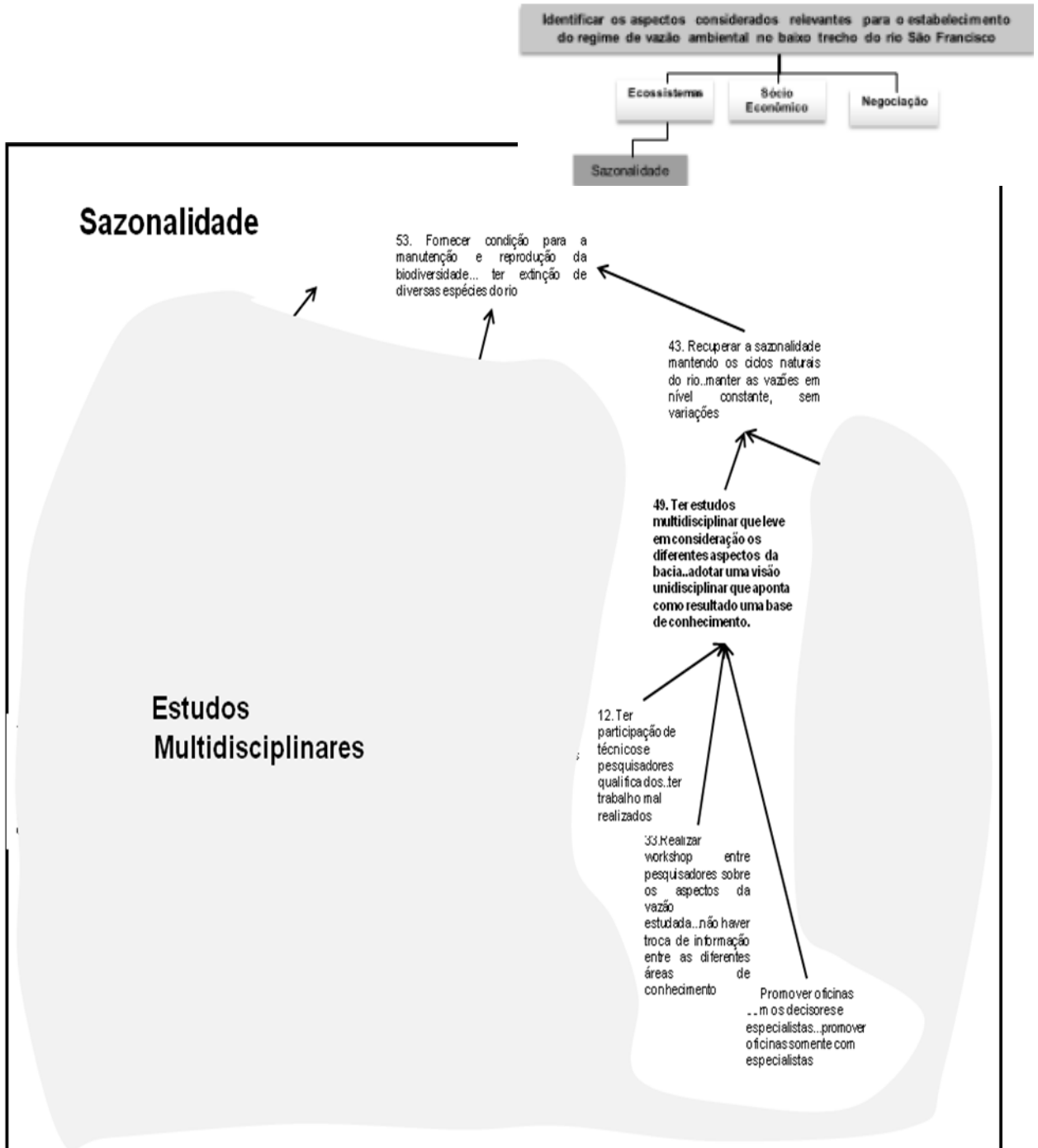


Sub-Cluster: Pessoal qualificado

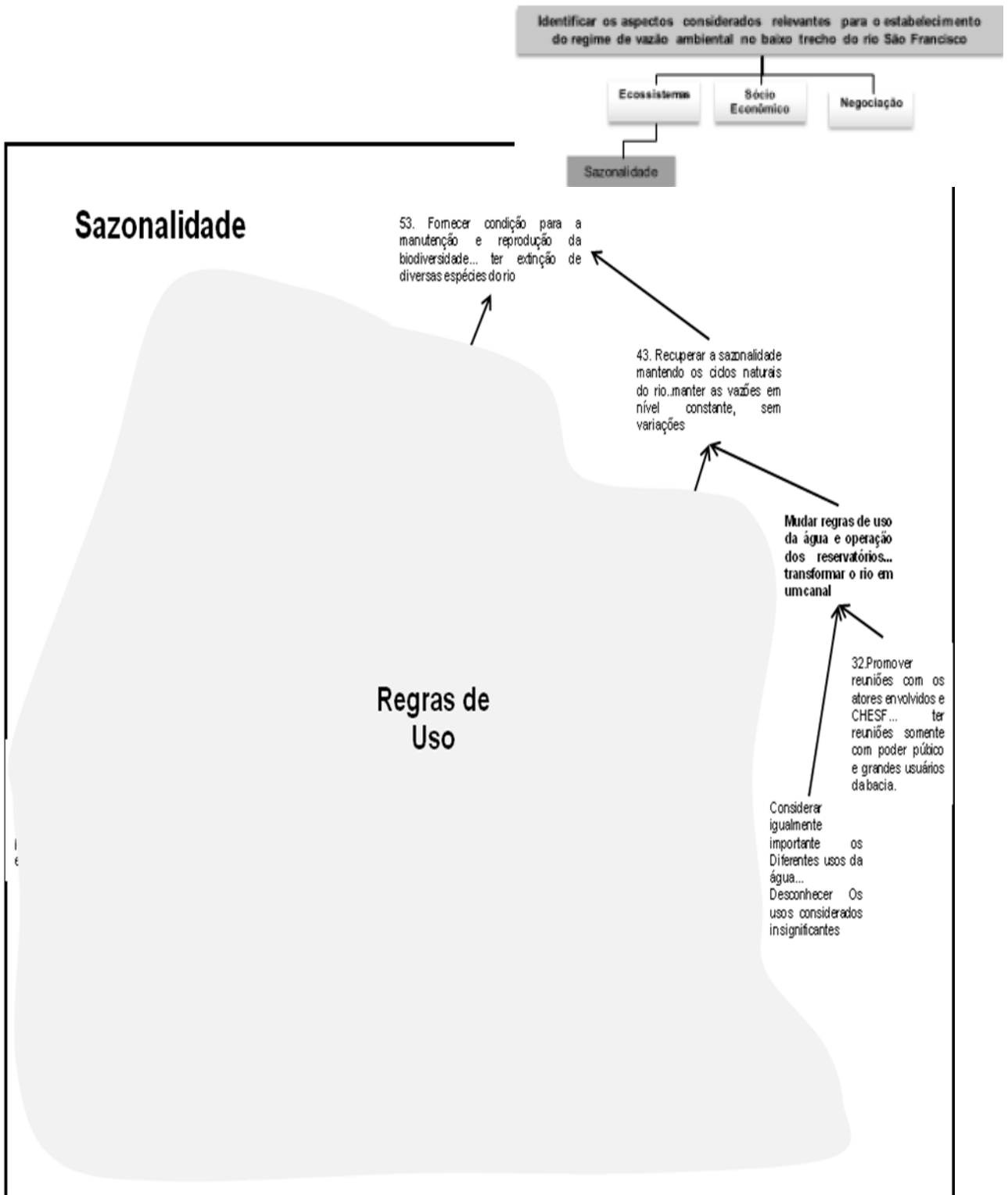


Clusters: "Sazonalidade"

Sub-Cluster: "Estudos multidisciplinares"



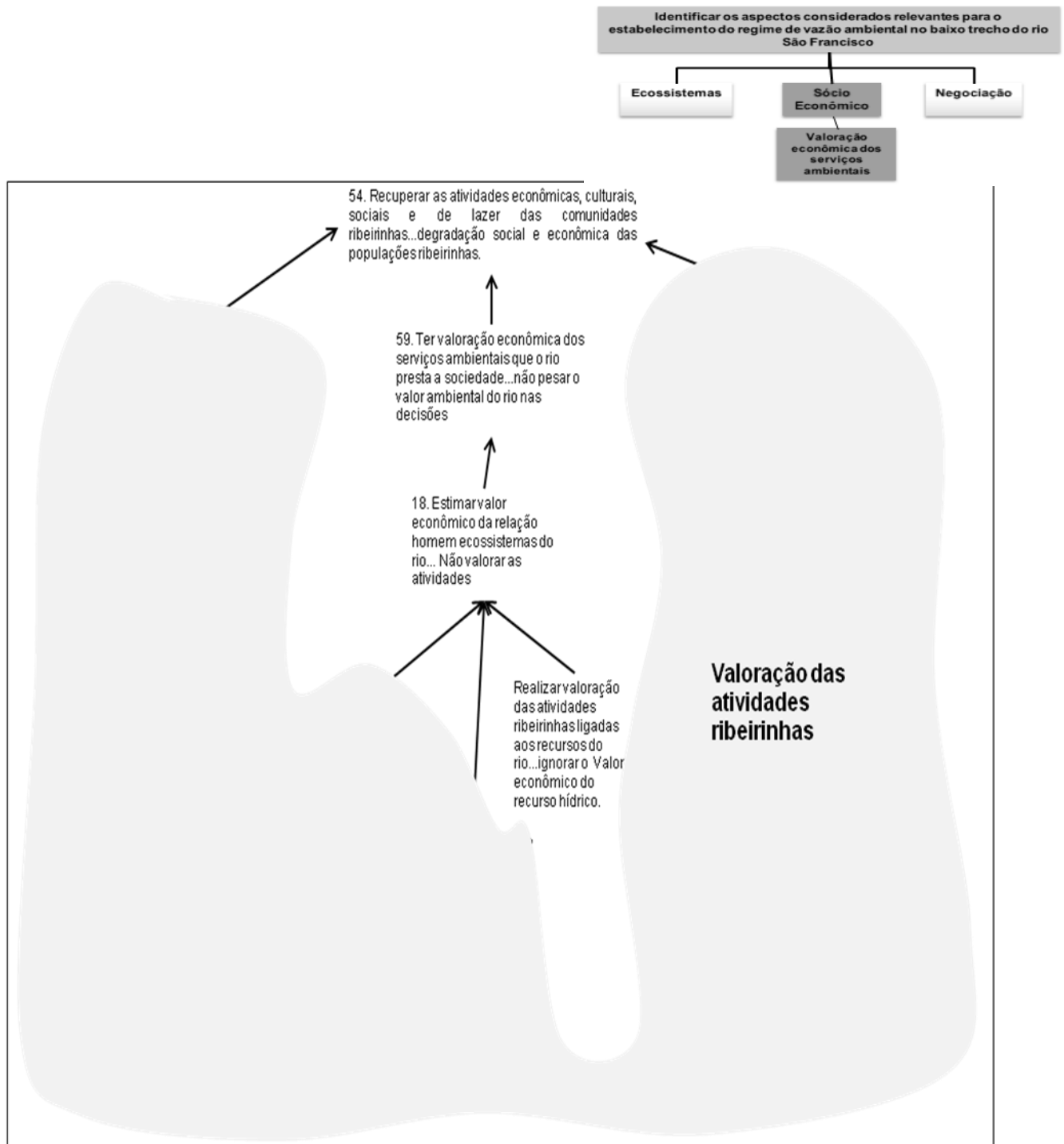
Sub-Cluster: "Regras de uso"



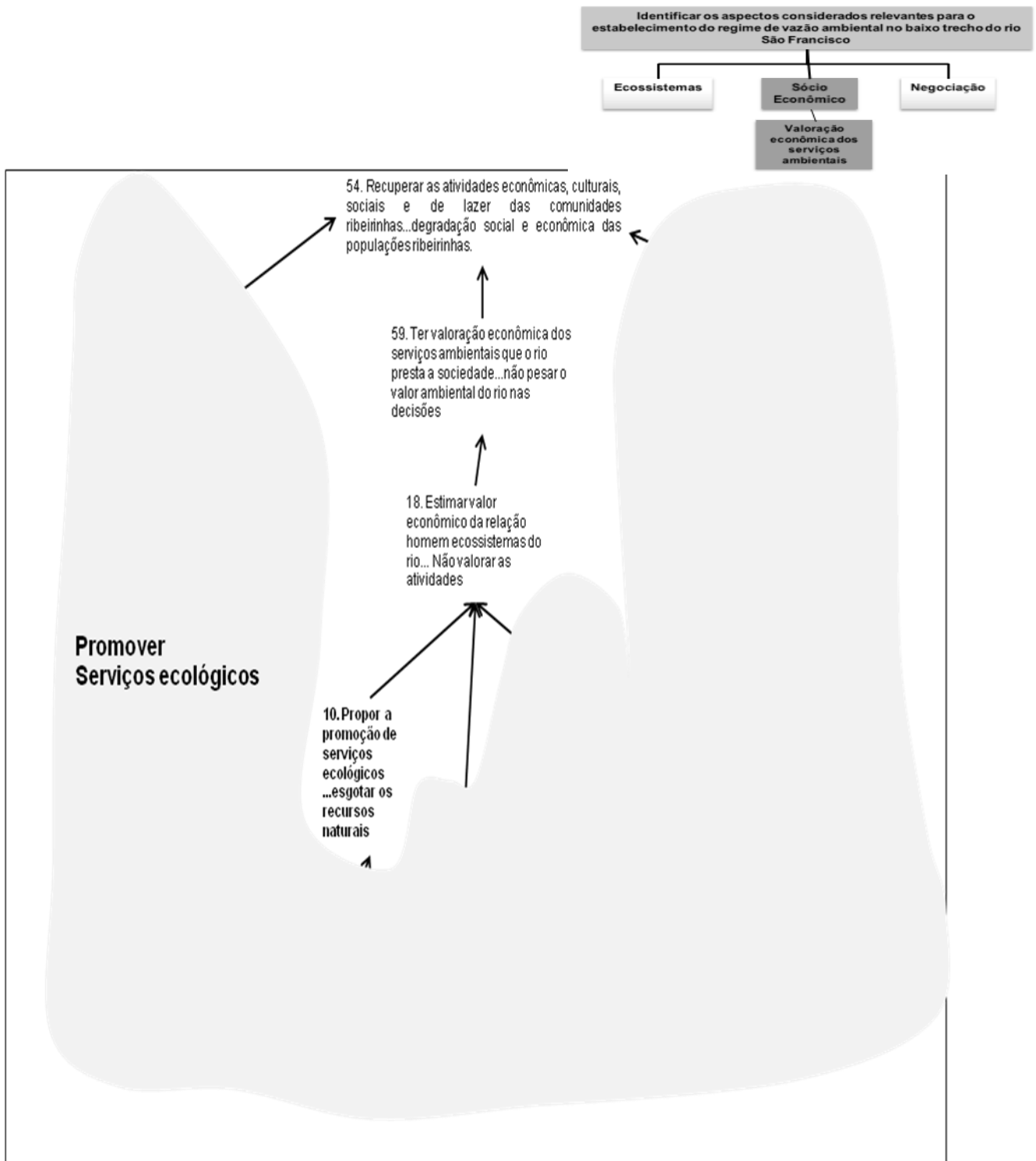
Área de interesse: Sócio Econômico

Clusters: “Valorização econômica dos serviços ambientais”

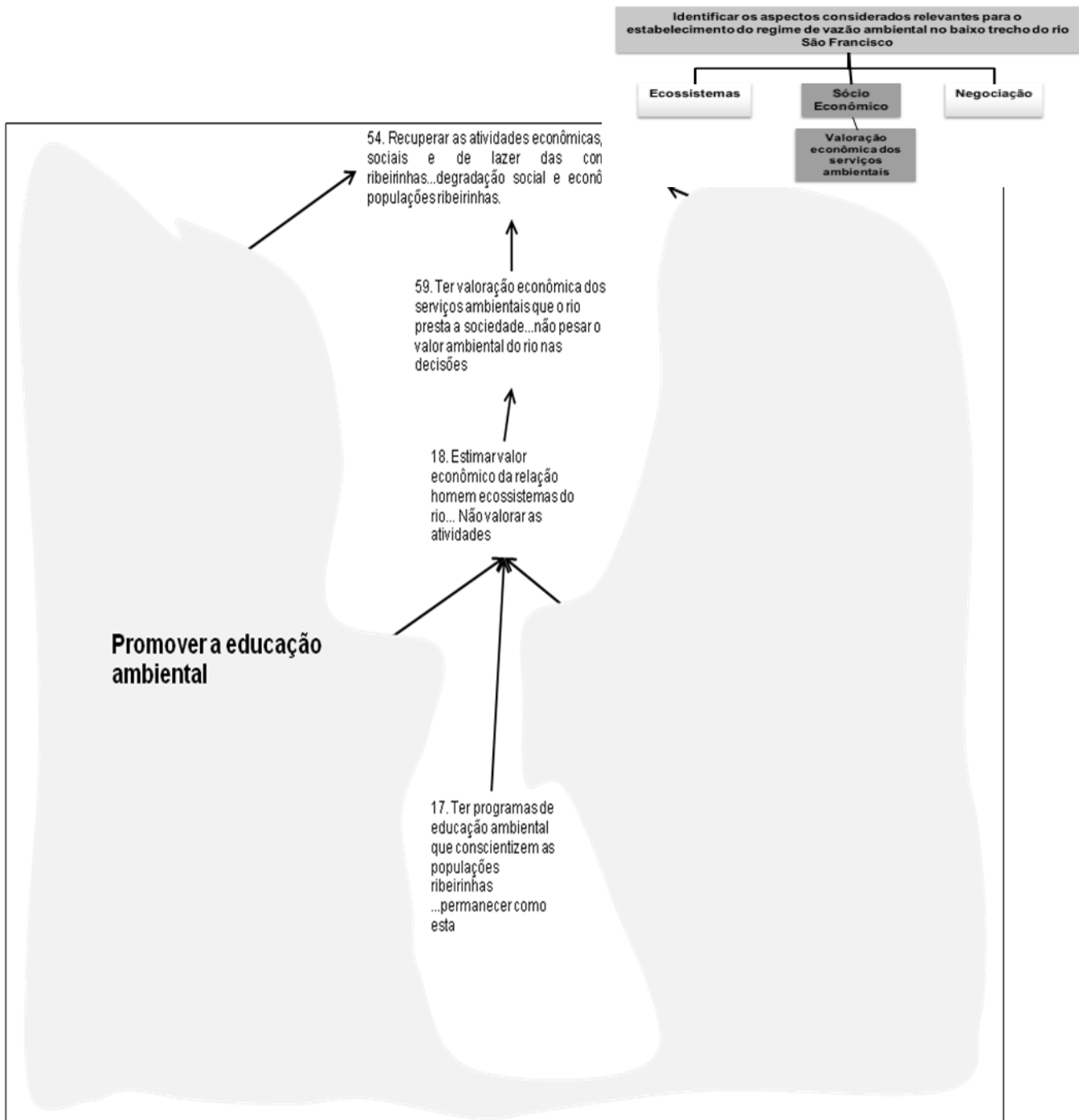
Sub-Cluster: “Valorização das atividades ribeirinhas”



Sub Cluster: “Promover serviços ecológicos”

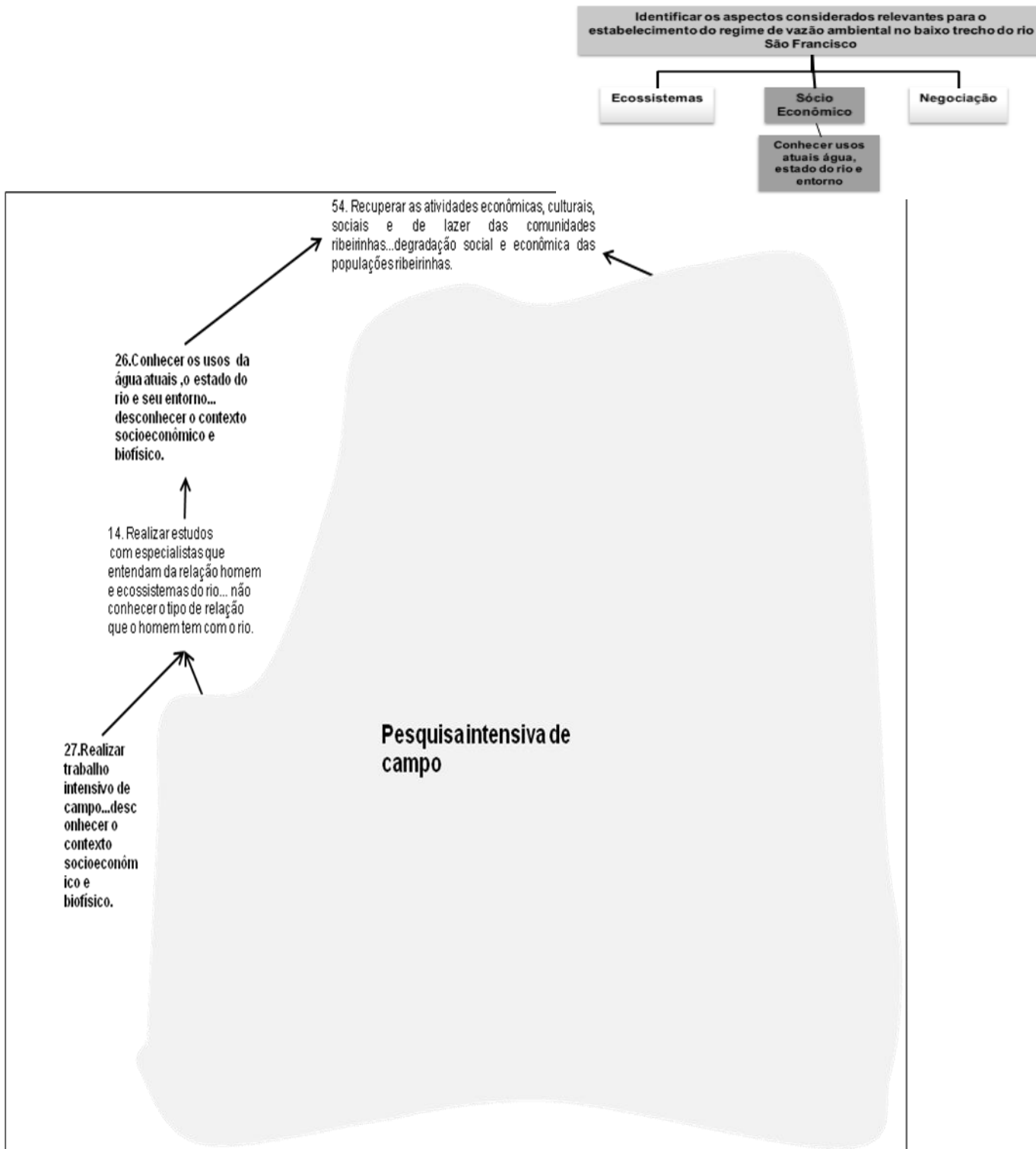


Sub Cluster: "Promover educação ambiental"



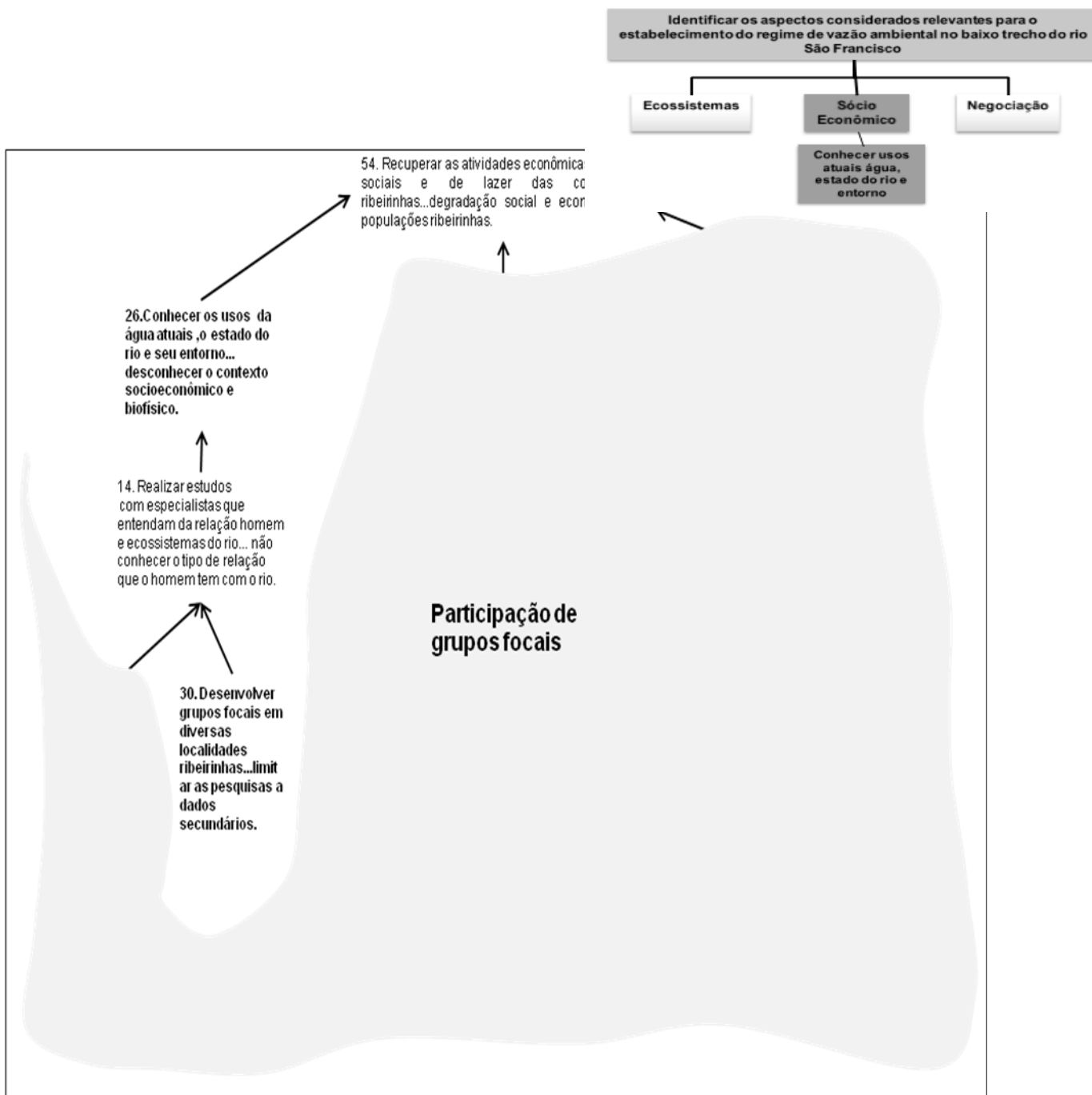
Clusters: “Conhecer Usos atuais da água, estado do rio e entorno”

Sub-Cluster: Pesquisa intensiva de campo



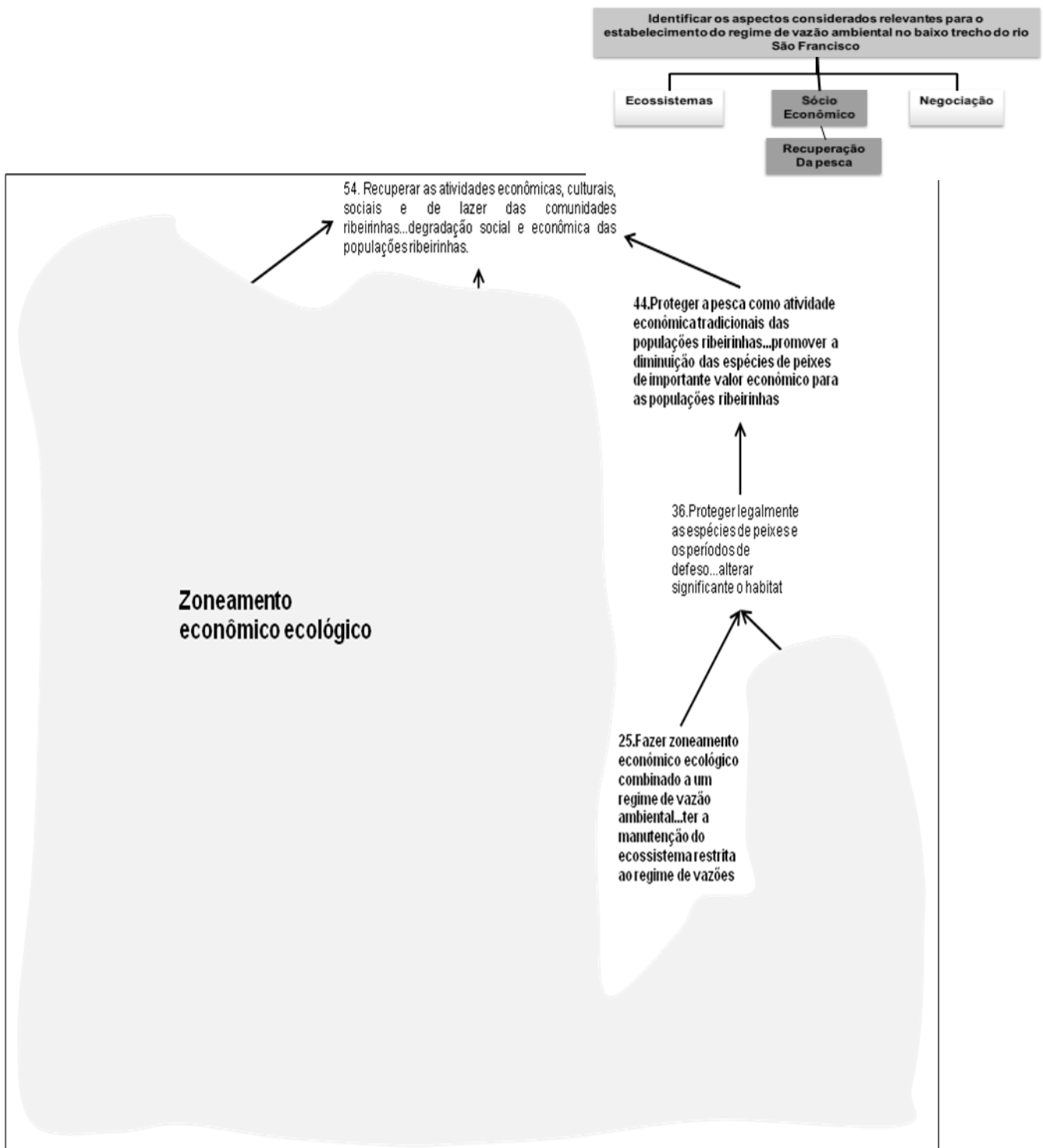


## Sub-Cluster: "Participação de grupos focais"

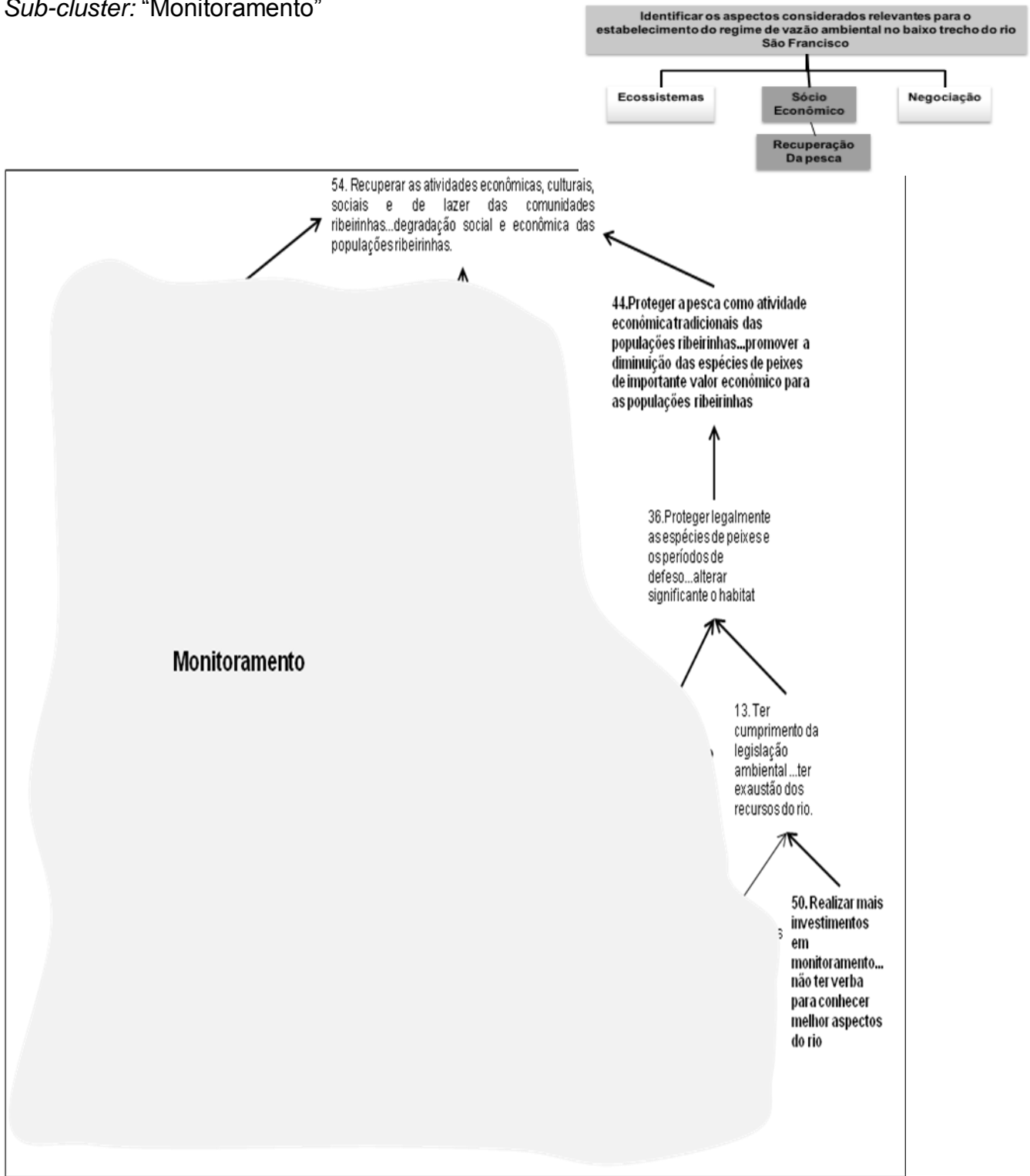


Cluster: "Recuperação da pesca"

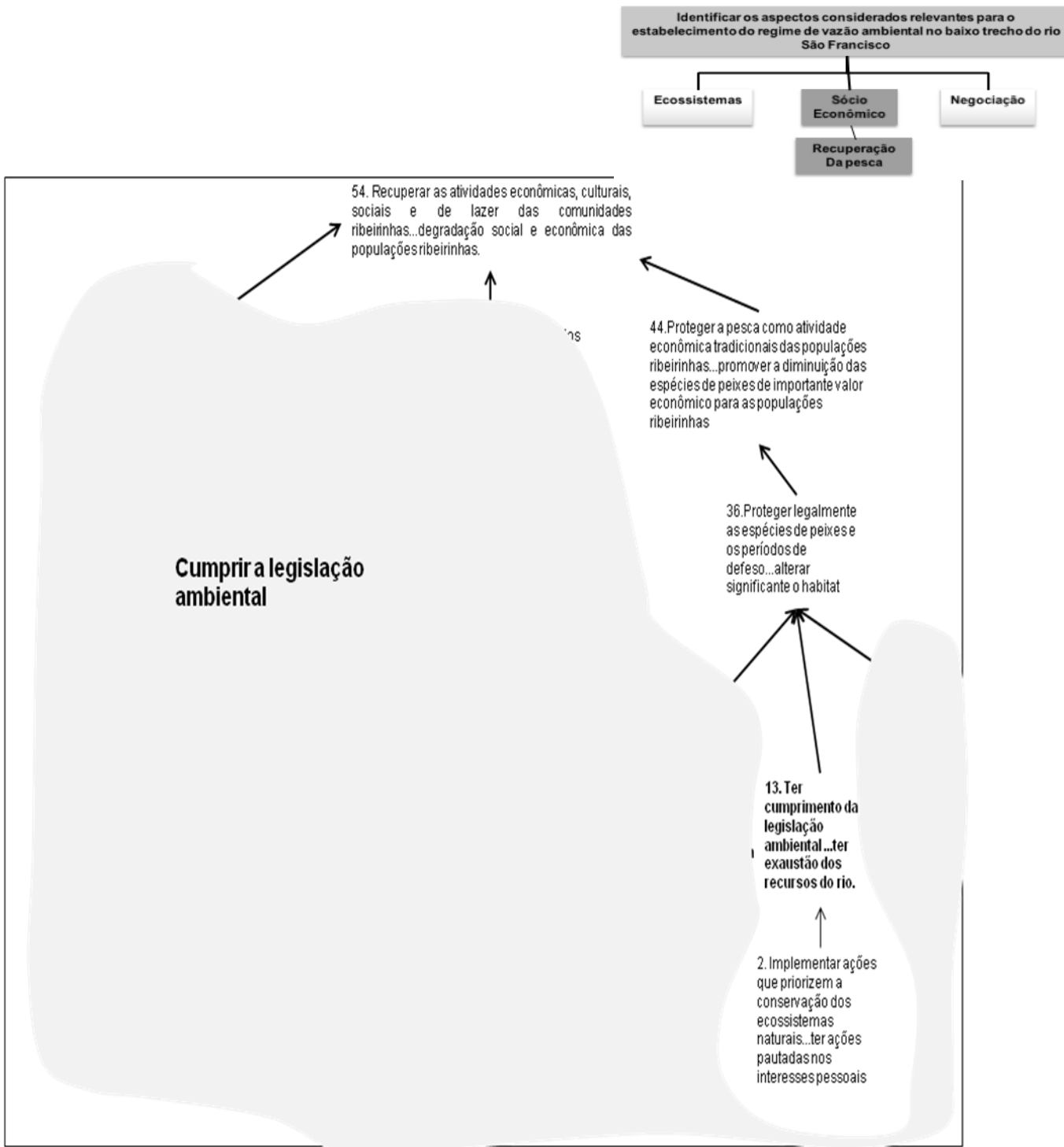
Sub-cluster: "Zoneamento Economico Ecológico"



Sub-cluster: "Monitoramento"



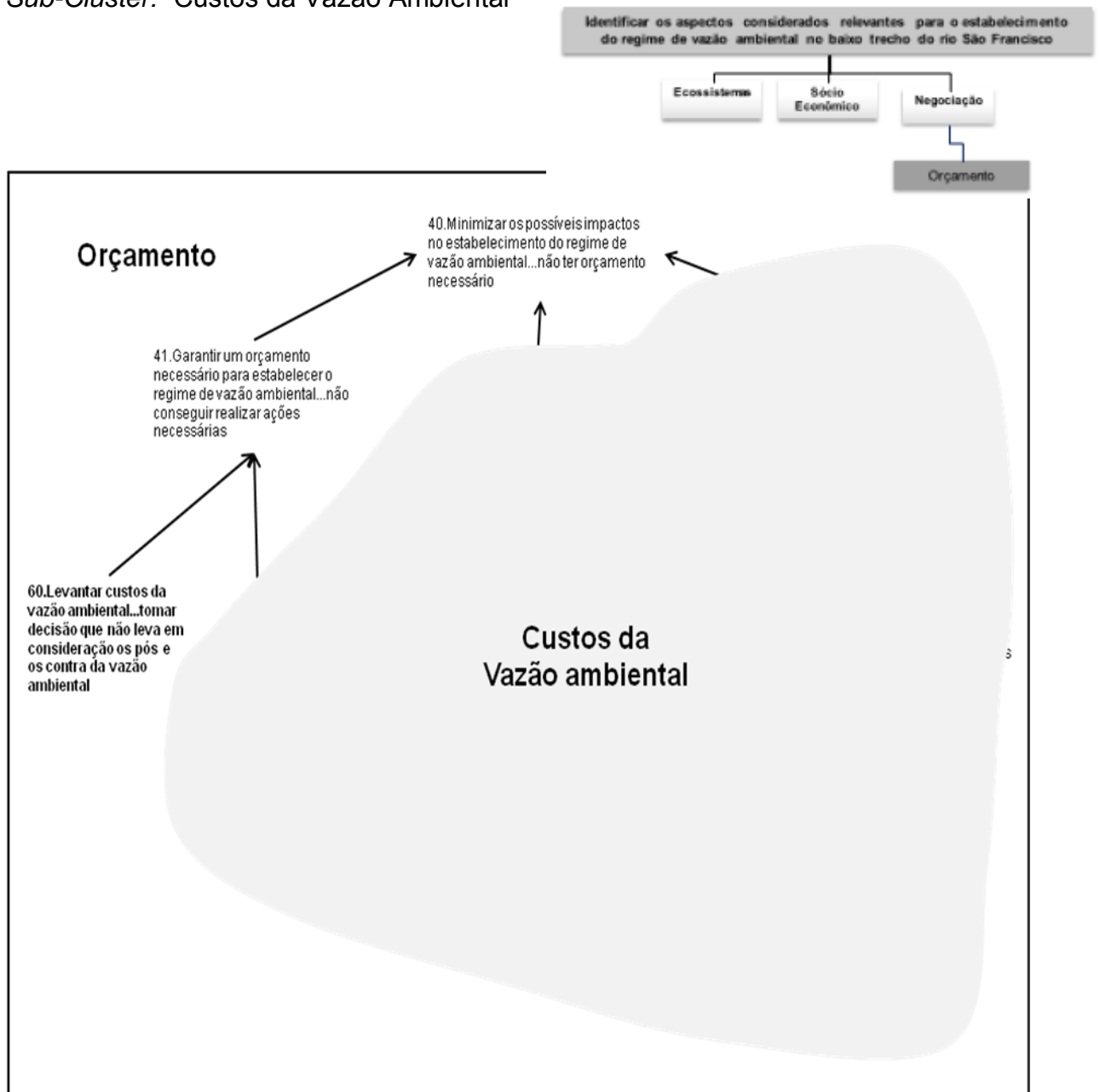
Sub-cluster. "Cumprir a legislação ambiental"



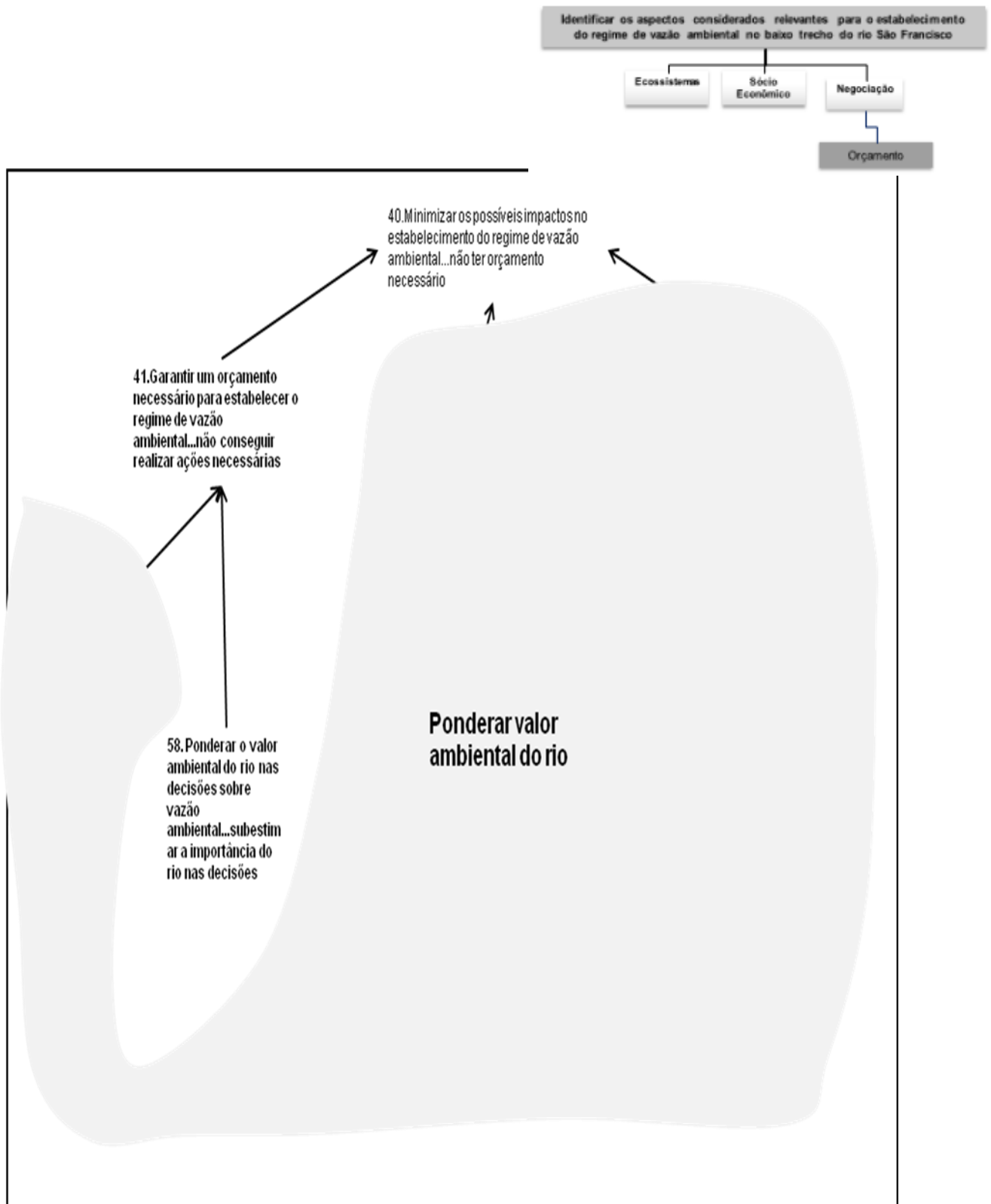
Área de interesse: *Negociação*

Clusters: "Orçamento"

Sub-Cluster: "Custos da Vazão Ambiental"

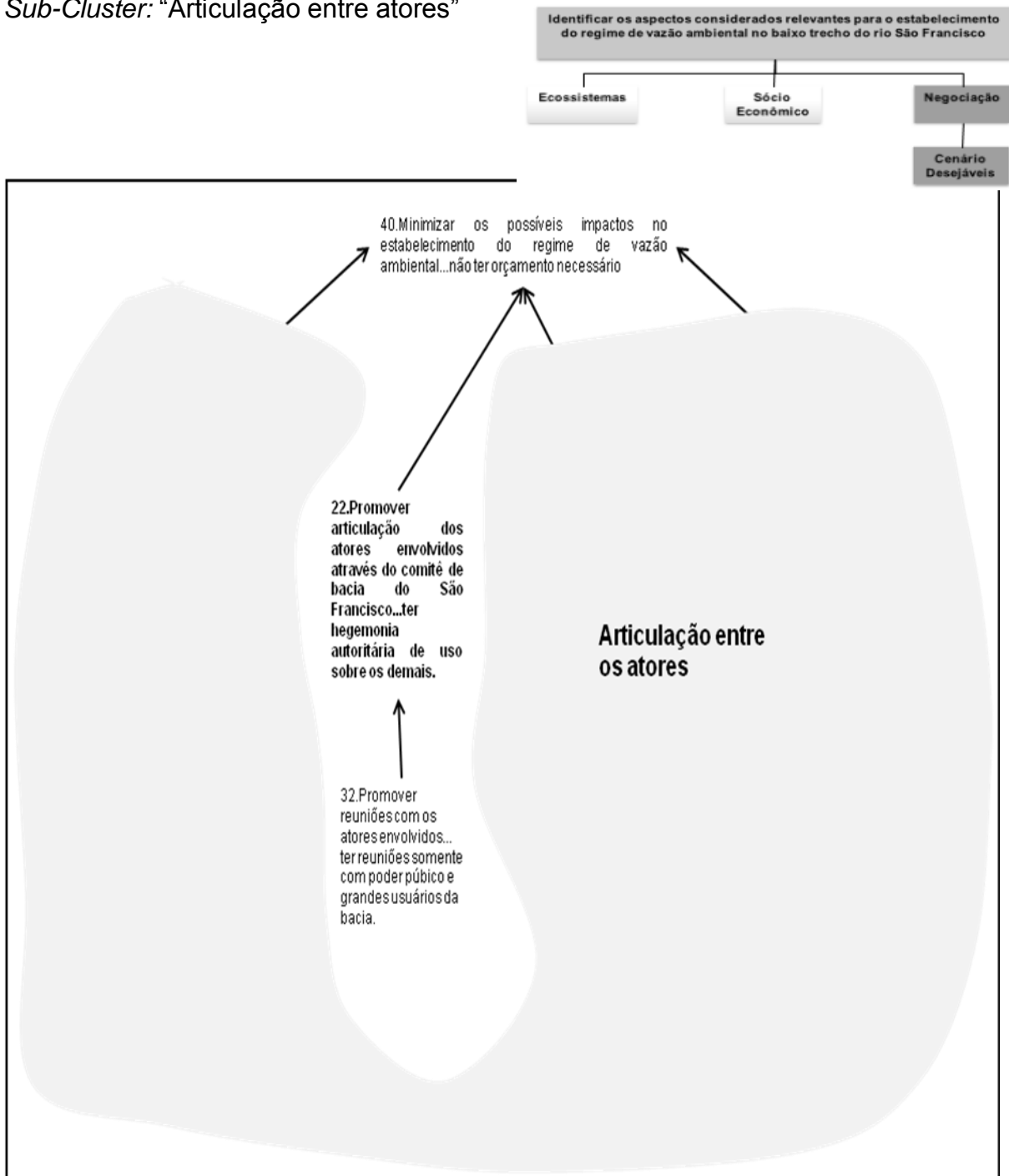


Sub-Cluster: "Ponderar valor ambiental do rio"



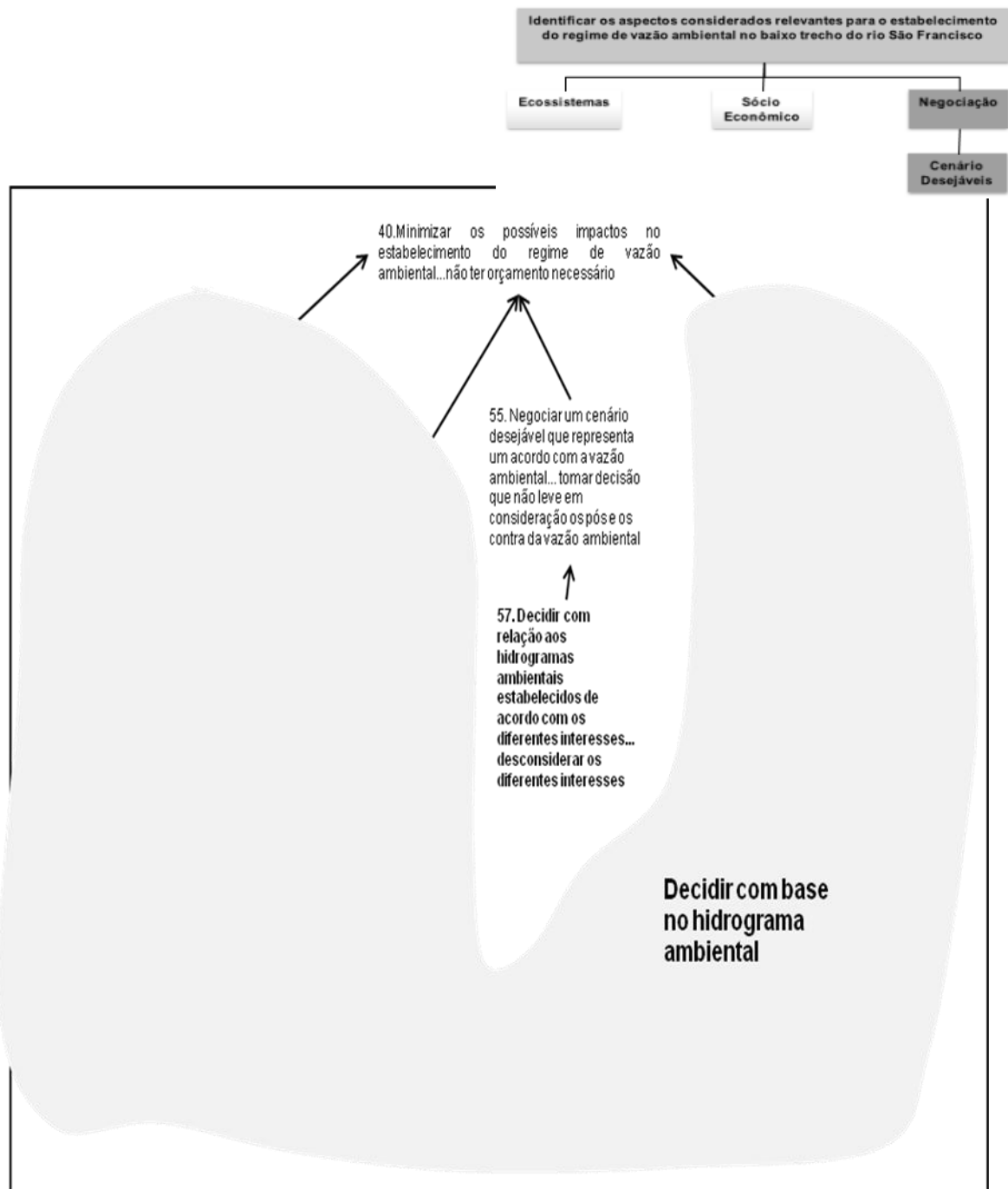
Cluster: "Cenário desejável"

Sub-Cluster: "Articulação entre atores"



Cluster: "Cenário desejável"

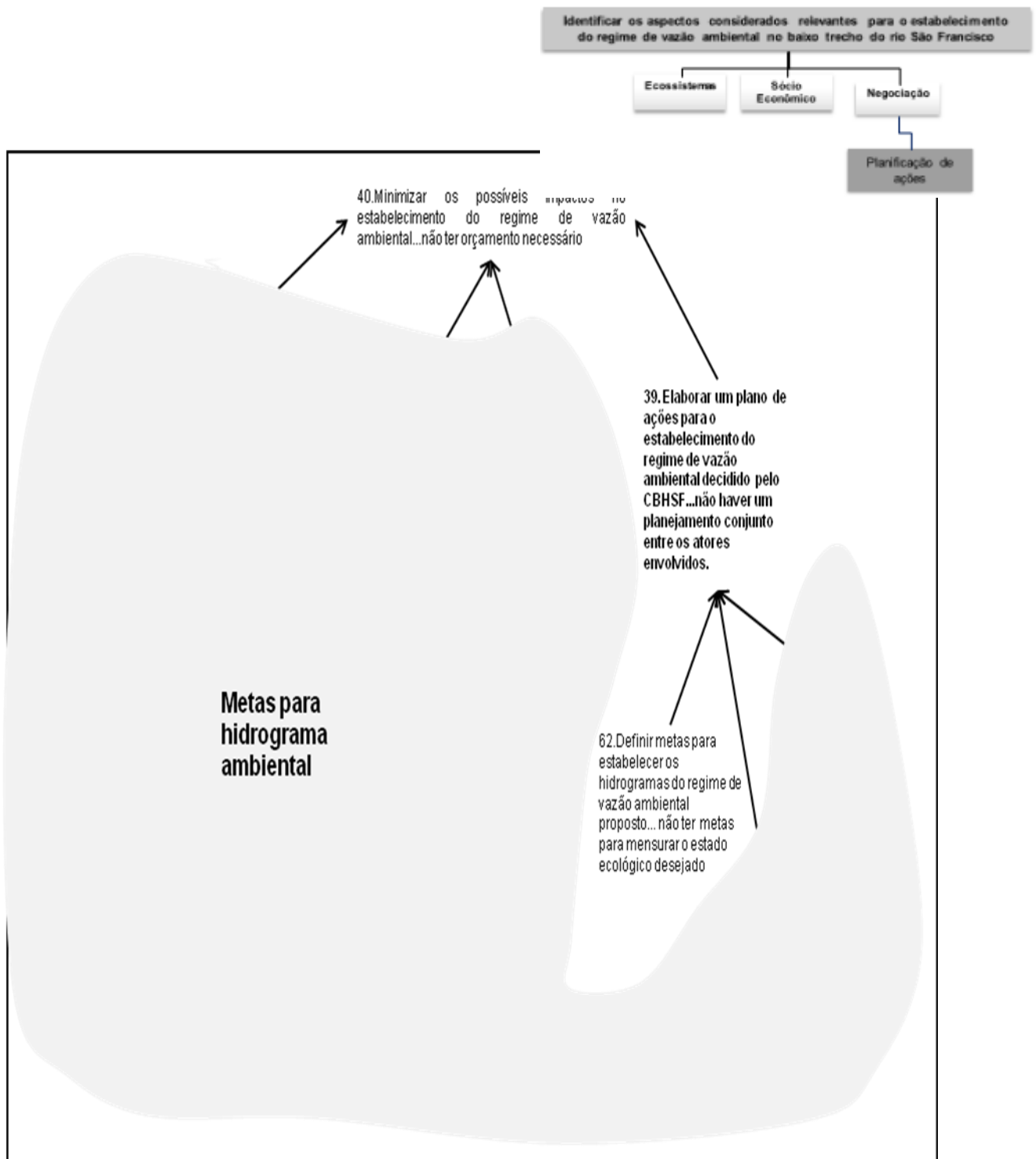
Sub-Cluster: "Decidir com base no hidrograma ambiental"



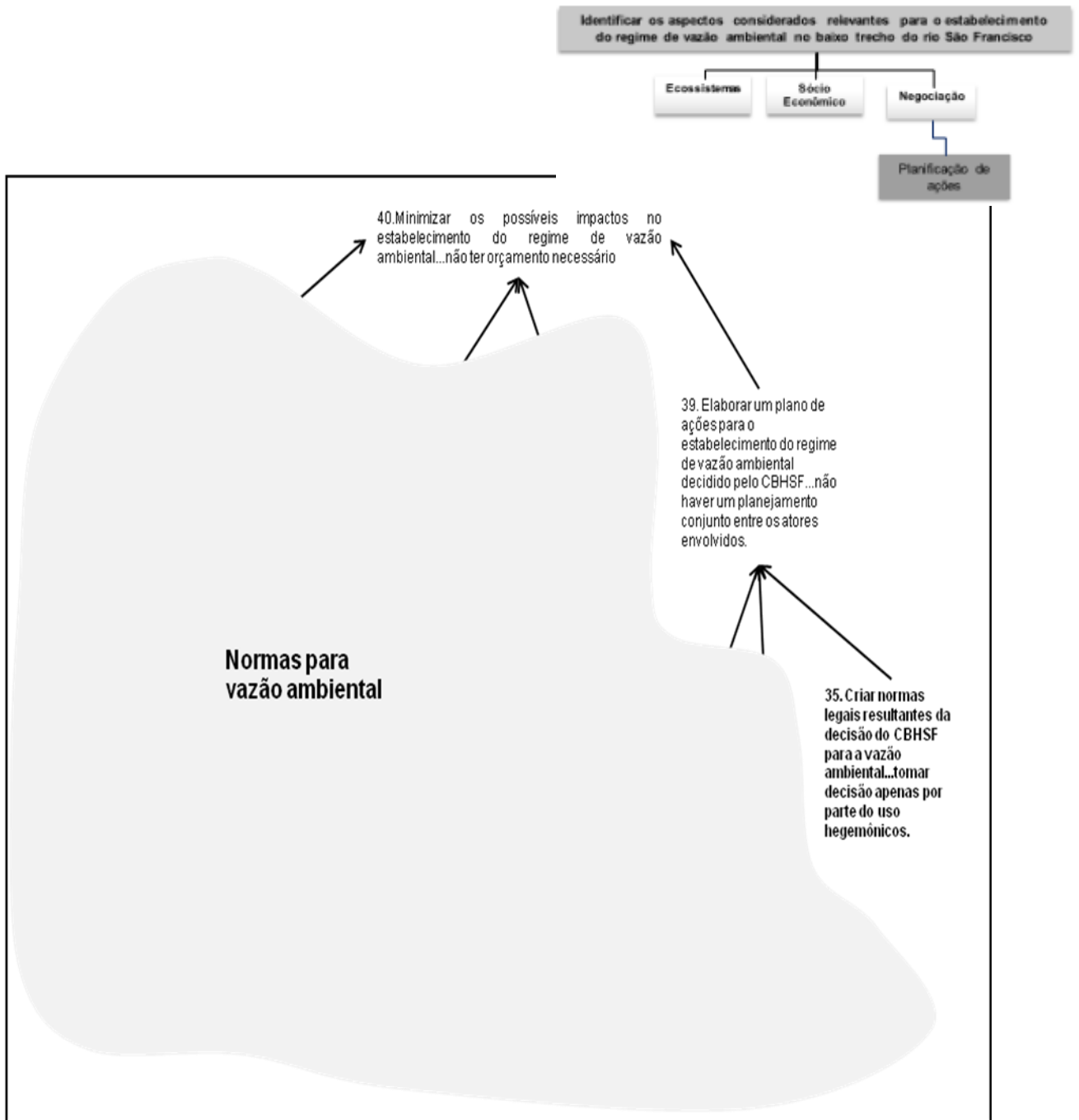


Clusters: "Planificação de Ações"

Sub-Cluster: "Metas para Hidrograma ambiental"



Sub-Cluster: "Normas para vazão ambiental"



Sub-Cluster: “Definir indicadores para os objetivos ambientais”

