



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
CENTRO TECNOLÓGICO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA  
CIVIL**

**LUIZ GONZAGA BAGANHA JUNIOR**

**Modelo Cognitivo Informacional de Suporte a  
Decisão Aplicado à Gestão de Bacias Urbanas**

Belém

2005



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
CENTRO TECNOLÓGICO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA  
CIVIL**

**LUIZ GONZAGA BAGANHA JUNIOR**

**Modelo Cognitivo Informacional de Suporte a  
Decisão Aplicado à Gestão de Bacias Urbanas**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

**Orientador: Ana Rosa Baganha Barp**

Belém

2005

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DO CT – UFPA

Baganha Junior, Luiz Gonzaga  
B 144 f                      Modelo cognitivo informacional de suporte à decisão  
aplicado à gestão de bacias urbanas / Luiz Gonzaga Baganha Junior.  
– Belém, PARÁ: [s.n], Ano 2005.

Orientador: Ana Rosa Baganha Barp.  
Dissertação (mestrado) –Universidade Federal do Pará.

1. Modelo cognitivo. 2. Conflitos pelo uso da água. 3.  
Metodologia informacional. I. Barp, Ana Rosa Baganha. II.  
Universidade Federal do Pará. Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia Civil. III. Modelo cognitivo informacional de suporte  
à decisão aplicado à gestão de bacias urbanas.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
CENTRO TECNOLÓGICO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA  
CIVIL**

**LUIZ GONZAGA BAGANHA JUNIOR**

**Modelo Cognitivo Informacional de Suporte a  
Decisão Aplicado à Gestão de Bacias Urbanas**

Aprovado em .....de .....de .....

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. José Júlio Ferreira de Lime  
Presidente /Universidade Federal do Pará

---

Prof. Dr. José Vicente Tavares dos Santos  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

---

Prof. Dr. Jorge de Araújo Ichihara  
Universidade Federal do Pará

Belém

2005

Aos meus filhos Maria Luiza, Maria Vitória e Luiz Eduardo  
...por tudo que representam em minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, o construtor maior do universo, pela Sua presença em todos os momentos;

À orientadora, professora e irmã Ana Rosa Baganha Barp (não necessariamente nesta ordem de importância) pelo fundamental apoio no desenvolvimento do trabalho;

Aos professores José Júlio Ferreira Lima, Jorge Araújo Ichihara, e José Vicente Tavares dos Santos, membros da banca examinadora de dissertação de mestrado, pela manifestação de apreço e consideração na condução da pesquisa e por me honrarem na aceitação do convite;

À amiga e engenheira Luciana Sales Corrêa pela colaboração na pesquisa de campo, pelas palavras de incentivo e pela orientação oferecidas nos momentos certos;

Ao engenheiro Leonardo Ribeiro Cassimiro pela compreensão dispensada nos momentos em que mais precisei, além do apoio e incentivo recebidos em todos os momentos;

Ao engenheiro Luiz Otávio Mota Pereira pela atenção dispensada e apoio oferecido durante a coleta de dados da pesquisa;

A todos os professores de meu desenvolvimento acadêmico (do Núcleo Pedagógico Integrado – NPI, na educação básica e da Universidade Federal do Pará – UFPA, na graduação e pós-graduação em engenharia civil) pela preparação recebida para a vida acadêmica e profissional;

Aos meus pais Luiz e Anita pelo apoio, carinho e compreensão dispensada por eles nos momentos mais difíceis de minha vida, mas, sobretudo pela formação moral pela recebida;

Aos meus filhos Maria Luiza, Maria Vitória e Luiz Eduardo, e enteada Nathália, pela paciência que tiveram ao suportar minha ausência durante as horas dedicadas à pesquisa;

À Sílvia Maria (*in memorian*) pelo companheirismo e apoio dispensado, quando presente;

À Noemi pelo carinho e compreensão dispensados nas horas mais difíceis, e pelo novo sentido que deu a minha vida;

A minha sogra de todas as horas Altair pelo apoio “técnico” e de “infra-estrutura” recebidos;

A todos os meus parentes (e não são poucos), amigos e irmãos, pela manifestação de apoio manifestada durante a realização do trabalho;

Aos amigos das “reuniões das sextas-feiras” (ex-alunos do NPI) pela manifestação constante de apoio e incentivo à conclusão do trabalho;

A todos os colegas do curso de mestrado, em especial à Andressa, Mary Lucy, Lucy Anne, Fernando, Kleber, José e Antônio, pela demonstração de apreço e consideração dispensados nos momentos difíceis pelos quais passei no decorrer do curso;

Aos colegas do Grupo de Pesquisa “Recursos Hídricos da Amazônia”, do Departamento de Engenharia Sanitária Ambiental da UFPA, coordenado pela Prof<sup>a</sup> Ana Barp, pela manifestação de apoio e incentivo recebidos durante a realização da pesquisa;

Ao Fundo Estadual de Ciência e Tecnologia – FUNTEC vinculado à Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente Estado do Pará – SECTAM, pelo apoio financeiro ao projeto de pesquisa que deu suporte à dissertação;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ, vinculado ao Ministério da Ciência e Tecnologia, pelo aporte financeiro ao Grupo de Pesquisa “Recursos Hídricos da Amazônia”, tendo sido importante na condução da pesquisa;

Aos dirigentes e amigos de trabalho da Leme Engenharia pelo apoio e amizade dispensados;

Agradeço também a todos aqueles que me ajudaram de uma forma ou outra, a conduzir a bom termo esta tarefa. Apesar de não terem seus nomes citados, são pessoas especiais e, por isso mesmo sabem de quem estou me referindo.

“Se o povo for conduzido apenas por meio de leis e decretos impessoais, e se forem trazidos à ordem apenas por meio de punições, ele apenas procurará evitar a dor das punições, evitando a transgressão por medo da dor. Mas se ele for conduzido pela virtude e trazido à ordem pelo exemplo e pelos ritos em comum, ele terá o sentimento de pertencer a uma coletividade e o sentimento de vergonha quando agir contrário a ela e, assim, bem se comportará de livre e espontânea vontade”.

*Confúcio (551- 479 a.C.), filósofo chinês*

## RESUMO

BAGANHA JUNIOR, Luiz Gonzaga. Modelo cognitivo informacional de suporte à decisão aplicado à gestão de bacias urbanas. Belém, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil., 2005. 144p. Monografia (dissertação).

A pesquisa foi realizada a partir da escolha da área correspondente à bacia do igarapé Tucunduba, na zona urbana de Belém, capital do Estado do Pará, e é voltada para o desenvolvimento de uma estrutura cognitiva causal computacional capaz de identificar e qualificar os potenciais processos indicadores de conflitos gerados pelos usos múltiplos da água nesta bacia hidrográfica urbana, e com isto viabilizar decisões no âmbito das medidas estruturais e não estruturais. A utilização de um modelo qualitativo, utilizando metodologias informacionais, como o software Decision Explorer, na área de recursos hídricos, visa entender não somente os aspectos hidrológicos, mas também os aspectos sociais, indispensáveis na tomada de decisão diante de um cenário de conflitualidade quanto ao uso desses recursos. Este software é uma ferramenta para o desenvolvimento do mapeamento cognitivo, através do qual serão agrupados os conceitos unindo causas e efeitos representativos por meio de visualização codificada dos mesmos. A identificação e qualificação dos conflitos decorrentes dos usos múltiplos da água foram realizadas a partir de entrevistas com especialistas na área de gestão e saneamento, sendo posteriormente gerados os mapas cognitivos possibilitando assim a descrição do sistema escolhido e a identificação das possíveis soluções mediadoras para os conflitos ali identificados. O resultado obtido a partir das entrevistas foi agregado em um único mapa com o intuito de comprovar a hipótese formulada na pesquisa, por meio das ferramentas de análise, ou seja, auxiliar na identificação dos conflitos pelo uso múltiplo da água, a partir das medidas estruturais e não estruturais existentes (ou propostas), a fim de proporcionar ao gestor a tomador de decisão de forma mais eficaz na solução desses conflitos. Neste caso, poderíamos dizer que este grupo de construtos ilustra as principais medidas a serem observadas pelo tomador de decisão, a fim de solucionar os conflitos pelo uso múltiplo na bacia do Tucunduba, evidenciados pelos facilitadores através das entrevistas e mapas cognitivos individuais. As conclusões e recomendações estão contidas no capítulo final são obtidas não somente através dos resultados extraídos do software empregado, mas principalmente por meio da intervenção e interpretação dos dados pelo pesquisador, que obtém a partir dessas análises o entendimento do funcionamento do sistema, a identificação dos conflitos potenciais, suas causas e efeitos, assim como as medidas mitigadoras a serem sugeridas ao tomador de decisão. Estão incluídas neste capítulo sugestões visando o aprimoramento do modelo criado.

**Palavras-Chave:** Modelo cognitivo – Conflitos pelo uso da água – Metodologia informacional

## **ABSTRACT**

Baganha Junior, Luiz Gonzaga. Informational cognitive model of support to the decision applied to the management of urban basins. Belém, Technological Center, Program of Post-Graduation in Civil Engineering, 2005. 144p. Monograph (master's dissertation).

The research was carried through from the choice of the corresponding area to the basin of the Tucunduba narrow river, in the urban zone of Belém, capital of the State of Pará, and is come back toward the development of a computational causal structure cognitive capable to identify and to characterize the potential indicating processes conflicts generated for the multiple uses of the water in this urban basin, and with this to make possible decisions in the scope of the structural and not structural measures. The use of a qualitative model, using informacionais methodologies, as software Decision Explorer, in the area of water resources, aims at to not only understand the aspects hydrologics, but also the social, indispensable aspects in the taking of decision ahead of a scene of conflitualidade how much to the use of these resources. This software is a tool for the development of the cognitive mapping, through which representative causes and effect by means of visualization codified of the same ones will be grouped the concepts joining. The identification and qualification of the decurrent conflicts of the multiple uses of the water had been carried through from interviews with specialists in the area of management and sanitation, being later generated the cognitives maps thus making possible the description of the chosen system and the identification of the possible mediating solutions for the conflicts identified there. The result gotten from the interviews was added in an only map with intention to prove the hypothesis formulated in the research, by means of the analysis tools, or either, to assist in the identification of the conflicts for the multiple use of the water, from existing the structural and not structural measures (or proposals), in order to provide to the manager the borrower of decision of more efficient form in the solution of these conflicts. In this in case that, we could say that this group of constructs illustrates the main ones measured to be observed for the decision borrower, in order to solve the conflicts for the multiple use in the basin of the Tucunduba, evidenced for the facilitator through the interviews and individual cognitives maps. The conclusions and recommendations are contained in the final chapter are gotten not only through the extracted results of used software, but mainly by means of the intervention and interpretation of the data for the researcher, that it gets to break of these analyses the agreement of the functioning of the system, the identification of the potential conflicts, its causes and effect, as well as the mitigates measures to be suggested the decision borrower. They are enclosed in this chapter suggestions aiming at the improvement of the model bred.

**Key-Issue** - Cognitive model - Conflicts for the use of the water - Informational methodology.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
2. GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS .....	19
2.1 A Água e sua Importância .....	19
2.2 Água: Escassez e Abundância .....	21
2.3 Elementos Essenciais à Gestão de Bacias Hidrográficas .....	22
2.4 Conflitos: Definições, Classificação e Forma de Tratamento .....	25
2.4.1 Conflitos pelo Uso da Água no Brasil.....	28
2.4.2 A Necessidade do Gerenciamento dos Recursos Hídricos.....	30
2.4.3 Gerenciamento de Recursos Hídricos e Processos de Negociação dos Conflitos....	33
3. ÁREA DE ESTUDO: BACIA DO TUCUNDUBA.....	36
3.1 A Ocupação da Área do Tucunduba.....	36
3.2 Características da Bacia do Tucunduba.....	41
3.3 O Projeto de Macrodrenagem da Bacia do Tucunduba.....	43
4. MÉTODO .....	46
4.1 Pesquisa Operacional.....	47
4.2 Sistema e Modelo .....	49
4.3 Metodologia Informacional .....	57
4.3.1 Métodos de Mapeamento para Estruturação de Dados Qualitativos - QDS.....	60
4.3.1.1 Mapeamento Cognitivo .....	69
4.3.2 Decision Explorer v 3.2 .....	75
4.3.2.1 <i>Estrutura do Mapa</i> .....	77

4.3.2.2 Ferramentas de Análises Simples do Modelo.....	80
5. A CONSTRUÇÃO E APLICAÇÃO DO MODELO COGNITIVO INFORMACIONAL DE SUPORTE À DECISÃO (CISDE).....	82
5.1 O Processo do Mapeamento Cognitivo .....	86
5.2 Uso das Ferramentas de Análise.....	94
5.3 Interpretação dos Resultados .....	101
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	106
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	109
ANEXOS .....	120

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Desenho esquemático de uma bacia hidrográfica.....	23
FIGURA 2 - Localização do município de Belém (desenho adaptado).....	37
FIGURA 3 – Localização da Bacia Hidrográfica do Tucunduba em Belém .....	41
FIGURA 4– Ilustração das “ilhas de contemplação” previstas no Projeto. ....	44
FIGURA 5– Ilustração em perspectiva do .....	45
FIGURA 6 - Metodologia Sugerida para Selecionar um Modelo.....	48
FIGURA 7 – Etapas da Pesquisa Operacional .....	49
FIGURA 8 - Representação esquemática de um sistema (AZEVEDO; PORTO; ZAHED FILHO, 1997). ....	51
FIGURA 9 - Representação esquemática de uma modelagem.....	55
FIGURA 10 - Modelo baseado nos balanços de massa e energia.....	56
FIGURA 11 - Mapa cognitivo.....	61
FIGURA 12 – Mapa mental .....	62
FIGURA 13 - Mapeamento coloquial .....	63
FIGURA 14 – Mapa Conceitual.....	64
FIGURA 15 - Elaboração de conceitos .....	79
FIGURA 16 - Esquema de identificação dos relacionamentos existentes. ....	83
FIGURA 17 - Identificação dos elementos constituintes do sistema em estudo (Adaptado de AZEVEDO; PORTO; ZAHED FILHO, 1997). ....	83
FIGURA 18 - Esquema do tipo de modelo selecionado .....	84
FIGURA 19 - Tela do software Decision Explorer com os primeiros construtos e ligações gerados na entrevista com o Facilitador 1 .....	87
FIGURA 20 - Mapa cognitivo do Facilitador 1 .....	88
FIGURA 21 – Tela do Decision Explorer com os primeiros construtos da entrevista com o Facilitador 2.....	89
FIGURA 22– Mapa cognitivo do Facilitador 2.....	90

FIGURA 23 – Tela do Decision Explorer evidenciando a inserção dos construtos iniciais gerados na entrevista com o Facilitador 3 .....	91
FIGURA 24 – Mapa cognitivo do Facilitador 3.....	92
FIGURA 25– Mapa cognitivo agregado do Modelo CISDE, a partir da união dos construtos e ligações gerados através das três entrevistas (versão ampliada no Anexo 1).....	94
FIGURA 26– Mapa contendo o conjunto “Conflitos” .....	97
FIGURA 27– Tela do Decision Explorer contendo o Loop1 .....	98
FIGURA 28- Mapa CLUSTER 1 .....	99
FIGURA 29- Mapa CLUSTER 2 .....	100
FIGURA 30- Mapa CLUSTER 3 .....	100
FIGURA 31 - Mapa da ANÁLISE <i>CONSEQUENCES</i> - Conceito 15.....	103
FIGURA 32 - Mapa da ANÁLISE <i>CONSEQUENCES</i> - Conceito 61.....	104
FIGURA 33 - Mapa da ANÁLISE <i>CONSEQUENCES</i> - Conceito 63.....	104

## **LISTA DE TABELA**

TABELA 1 – Número de Habitantes nos Bairros da Bacia do Tucunduba .....	42
---	----

## **LISTA DE QUADROS**

QUADRO 1 –Formas de conflito em sistemas de recursos hídricos .....	27
QUADRO 2 - Classificação dos Modelos.....	53
QUADRO 3 - Resumo das características dos métodos de mapeamento das idéias.....	64
QUADRO 4 - Métodos de Mapeamento de Idéias e “Tradicional” ADQ (Análise de Dados Qualitativos) .....	67
QUADRO 5 – Construtos pertencentes a 5 (cinco) conjuntos hierárquicos .....	102
QUADRO 6 - Construtos pertencentes a 4 (quatro) conjuntos hierárquicos .....	102

## 1. INTRODUÇÃO

Esta dissertação tem como objetivo principal propor uma estrutura cognitiva causal computacional capaz de identificar indicadores de conflito gerados pelos usos múltiplos da água na bacia do igarapé Tucunduba, e com isto viabilizar decisões no âmbito das medidas estruturais<sup>1</sup> e não estruturais<sup>2</sup>. Algumas estruturas de modelos têm sido propostas com base na teoria sistêmica, objetivando modelar a interação entre atividades urbanas e o meio ambiente que a envolve.

As razões que motivaram a realização da pesquisa tiveram como origem a formação de um grupo de pesquisa, ligado ao Departamento de Engenharia Sanitária Ambiental do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Pará – UFPA, composto por professores e alunos bolsistas de graduação e pós-graduação, com sustentação na linha de pesquisa de Modelagem Computacional em Recursos Hídricos. O projeto de pesquisa que deu sustentação a este grupo obteve um aporte financeiro junto ao Fundo Estadual de Ciência e Tecnologia – FUNTEC, tendo sido a partir daí desencadeado a realização das pesquisas envolvendo softwares de modelagem qualitativa, inicialmente o NVivo. A implantação do projeto de macrodrenagem na bacia do igarapé Tucunduba, por sua vez, também foi importante na seleção da área de estudo, uma vez que o campus da UFPA está nela inserido.

As preocupações relacionadas com a preservação e o gerenciamento dos recursos hídricos têm tido uma presença marcante na sociedade desde os tempos mais remotos. Entretanto, nas últimas décadas é que conceitos como gestão de demanda, gestão da qualidade das águas e gestão de bacias hidrográficas foi realmente incorporada aos modelos de gerenciamento dos recursos hídricos, tornando-se parte importante no novo paradigma do desenvolvimento sustentável.

---

<sup>1</sup> Obras que alteram o rio ou a bacia, portanto o homem modifica o sistema natural: medidas extensivas quando as medidas são sobre a bacia, reflorestamento, alteração no tipo de plantio; medidas intensivas quando são sobre o rio: barragem, diques, mudança de leito, etc

<sup>2</sup> Medidas de convivência com o rio: alerta de inundação, zoneamento das áreas de risco, seguro e proteção individual, educação ambiental, etc.

A existência de uma política voltada para a gestão dos recursos hídricos no Estado do Pará, mais especificamente na Região Metropolitana de Belém, ainda incipiente, evidencia a necessidade de estudos que possam identificar e dar alternativas aos seus administradores, obedecendo aos níveis de responsabilidade de cada um.

Houve, contudo um crescimento de estudos visando garantir o equilíbrio entre a oferta e demanda de água, como resultado do crescimento populacional e o conseqüente desenvolvimento industrial. Estes fatores resultaram numa maior necessidade de utilização dos recursos hídricos, tornando o fator qualidade também importante. Mas nem sempre houve esta preocupação. Os projetos de engenharia mais remotos que visavam o aproveitamento de tais recursos preocupavam-se, em sua maioria, com os aspectos quantitativos, de modo a garantir as vazões necessárias aos múltiplos usos previstos para os mesmos.

A compreensão qualitativa de modo mais amplo e a formulação quantitativa dos processos de fluxo da água, intrínseco ao ciclo hidrológico, só se desenvolveram mais intensamente recentemente, com a evolução da informática. O grande número de variáveis e parâmetros inerentes a esta complexa seqüência de fenômenos, como se apresenta o ciclo hidrológico, gerou a necessidade de serem implementados um grande número de pesquisas, visando a sua representação integrada através de programas computacionais - modelos ou simuladores.

Os modelos são utilizados como ferramenta no auxílio do gerenciamento de recursos hídricos, e são necessários como instrumentos para a qualificação dos conflitos investigados que constituem o sistema, permitindo assim avaliar as diversas alternativas propostas no planejamento dos recursos hídricos, promovendo a melhor qualidade no processo de decisão.

Para a definição do modelo, inicialmente, entende-se que o esquema do metabolismo urbano (considera-se a bacia como um ecossistema) descreve os fluxos das entradas e das saídas, mas é capaz de destacar as ligações causais entre os fenômenos. E posteriormente que se disponha de dados necessários com qualidade; que se obtenha o conhecimento detalhado da região de estudo e da estrutura do modelo escolhido; e que se desenvolva um melhor desempenho do processo de calibração do modelo e aplicar o mesmo à sua finalidade, de maneira que possa descrever, com certa fidelidade, o sistema físico escolhido.

Esta pesquisa partiu da hipótese de que no processo de evolução das metodologias informacionais, que vem ocorrendo desde a segunda guerra mundial, os modelos qualitativos, particularmente aqueles que utilizam a Teoria dos Construtos, são ferramentas que auxiliam na tomada de decisão relacionadas à gestão de bacias hidrográficas urbana, de forma eficiente levando em consideração as medidas estruturais e não-estruturais.

Neste trabalho o capítulo três apresenta uma descrição sucinta de informações referentes à área, ocupação e projeto de intervenção, O Plano de Desenvolvimento Local - PDL, que objetiva a revitalização das áreas alagáveis da bacia hidrográfica do igarapé Tucunduba, mais precisamente nas áreas do Riacho Doce e Pantanal. De uso caracteristicamente urbano, a bacia do igarapé Tucunduba corresponde a uma das 14 (quatorze) bacias hidrográficas definidas no Município de Belém, e está localizada a sudeste da cidade, compreendendo os bairros de Canudos e Montese (conhecido como Terra Firme) e parte dos bairros do Guamá, Marco, e São Braz. As intervenções propostas pelo PDL - Riacho Doce-Pantanal (PMB, 2001) objetivam a revitalização das áreas alagáveis na bacia do Tucunduba com intervenções físicas (medidas estruturais) e sócio-ambientais (medidas não estruturais).

O capítulo quatro descreve o acervo bibliográfico pesquisado durante a realização da pesquisa, pelo qual o conhecimento teórico adquirido foi fundamental para fomentar a construção do modelo, iniciando com o embasamento teórico sobre a pesquisa operacional, tipos de sistemas e modelos, e culminando com o estudo do funcionamento do software empregado na estruturação do mapa e extração das análises.

A aplicação do modelo está demonstrada no capítulo cinco, a partir da identificação e qualificação dos conflitos decorrentes dos usos múltiplos da água, por meio de entrevistas, até da modelagem qualitativa desses conflitos e suas relações, possibilitando assim a descrição do sistema escolhido e, posteriormente, a identificação das possíveis soluções mediadoras para os conflitos ali identificados. O conjunto obtido a partir da união dos construtos gerados nos mapas individuais dos entrevistados foi agregado em um único mapa cognitivo com o intuito de testar a hipótese formulada na pesquisa, por meio das ferramentas de análise, ou seja, auxiliar na identificação dos conflitos pelo uso múltiplo da água, a partir das medidas estruturais e não estruturais existentes (ou propostas), a fim de proporcionar ao gestor a tomador de decisão de forma mais eficaz na solução desses conflitos. Neste caso, poderíamos

dizer que este grupo de construtos ilustra as principais medidas a serem observadas pelo tomador de decisão, a fim de solucionar os conflitos pelo uso múltiplo na bacia do Tucunduba, evidenciados pelos facilitadores através das entrevistas e mapas cognitivos individuais.

As conclusões e recomendações estão contidas no capítulo final são obtidas não somente através dos resultados extraídos do software empregado, mas principalmente por meio da intervenção e interpretação dos dados pelo pesquisador, que obtém a partir dessas análises o entendimento do funcionamento do sistema, a identificação dos conflitos potenciais, suas causas e efeitos, assim como as medidas mitigadoras a serem sugeridas ao tomador de decisão. Estão incluídas neste capítulo sugestões visando o aprimoramento do modelo criado.

## **2. GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS**

### **2.1 A Água e sua Importância**

Dentre os recursos naturais disponíveis na natureza pode-se considerar a água como um dos mais importantes, e um dos elementos fundamentais para o desenvolvimento da vida. No entanto, para que ela possa ser utilizada pelos seres vivos não basta a sua simples ocorrência em determinado local, são fundamentais as suas qualidade e disponibilidade.

A utilização dos recursos hídricos pelo homem e pelos demais seres vivos tem ocasionado problemas relacionados não só com a sua carência como também decorrentes da degradação de sua qualidade.

Entretanto, a preocupação com a qualidade da água é relativamente recente, segundo Mota (1995), embora tenha havido um crescimento de estudos voltados à preservação dos recursos hídricos, visando garantir o equilíbrio entre sua oferta e demanda, como resultado do crescimento populacional e o conseqüente desenvolvimento industrial.

O grande número de variáveis e parâmetros inerentes a esta complexa seqüência de fenômenos, como se apresenta o ciclo hidrológico, gerou a necessidade de ser implementado um grande número de pesquisas, visando a sua representação integrada através de programas computacionais, os simuladores (modelos).

As diferentes formas de utilização dos recursos hídricos motivam a conflitualidade entre seus usuários, pois algumas atividades causam alterações quanto a sua qualidade em prejuízo às demais, como o uso de um rio para diluição de esgotos sanitários de uma cidade localizada à montante de outra cidade que utiliza o mesmo rio para o seu abastecimento público.

Dessa forma, os programas que visam o aproveitamento dos recursos hídricos devem considerar a preservação da qualidade de água de modo a possibilitar as diferentes formas de usos determinados para a mesma.

O principal resultado da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada em 1992 no Brasil, na cidade do Rio de Janeiro, conhecida como Rio-92, os países membros da Organização das Nações Unidas (ONU) aprovaram a Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, resultando em, um documento contendo 40 capítulos, denominado Agenda 21. Esta declaração é um plano de ação a ser adotado, globalmente, nacionalmente e localmente pelas Nações Unidas e Governos, em todas as áreas onde há impacto do ser humano sobre o meio ambiente e tem como principal fundamento o pressuposto de que a humanidade é capaz de tornar o desenvolvimento sustentável, ou seja, que pode e deve promover a melhoria da qualidade de vida da geração atual, sem comprometer a capacidade de as gerações futuras.

O conceito de desenvolvimento sustentável possui limitações impostas pelo atual estágio da tecnologia e da organização social, no que se refere aos recursos ambientais e ainda pela capacidade de absorção dos efeitos da atividade humana pelo próprio ecossistema. Isto significa que uma política ou sistema federal e estadual de recursos hídricos, como gestor dos recursos financeiros, técnicos, humanos, políticos, jurídico-institucionais, defronta-se com o fato de que essa articulação não pode significar homogeneidade, mas sim pluralidade integrada que deverá ser gerenciada de forma descentralizada e participativa, tendo por base a bacia hidrográfica.

Para alcançar o desenvolvimento sustentável é necessário conseguir eficiência na produção e mudar os padrões de consumo, minimizando assim os desperdícios e os rejeitos (CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO – RIO 92, 2003). Os governos, por sua vez, devem construir infra-estruturas básicas de saúde, dedicando atenção particular ao fornecimento de água potável, alimentos e serviços sanitários. Neste documento são estabelecidos ainda os princípios de que os recursos de água doce devem ser levantados e protegidos e devem ser estabelecidos objetivos nacionais para seu uso e proteção da qualidade. Isso seria a consolidação do sistema integrado de gestão de recursos hídricos, preconizado na nossa Constituição de 1988 (BRASIL, 1988) e instituído pela Lei Federal nº. 9.433 de 8 de janeiro de 1997, que institui a

Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Conselho Nacional de Recursos Hídricos e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. (BRASIL, 2002). Recentemente, o governo do Estado constituiu a Lei nº. 6.381, de 25 de Julho de 2001, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, instituindo o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos (PARÁ, 2002).

## **2.2 Água: Escassez e Abundância**

A água tem sido gradativamente reconhecida como um recurso escasso, quer seja devido às suas limitações relacionadas à qualidade, quer seja devido às limitações relacionadas à quantidade ofertada (KEMPER, 1996, apud CAMPOS, 2001). É sem dúvida um dos mais importantes recursos naturais existentes e essenciais ao ser humano, o que a torna ainda mais preciosa. Sua preservação torna-se o primeiro passo visando a sustentabilidade de qualquer região em que ela se encontra. Isto coloca a questão da água em destaque no cenário mundial, haja vista o aumento da demanda pelo seu uso e seu caráter mensurável. Segundo Freitas (2000), o aumento demográfico verificado nos últimos 150 anos apresenta-se como um dos principais fatores do redirecionamento das práticas sócio-econômicas frente à utilização e demanda dos recursos naturais, notadamente dos recursos hídricos.

Desde as últimas décadas do século passado, com mais ênfase a partir da década de 90, o aproveitamento dos recursos hídricos vem tomando outros aspectos, tendo como fatores preponderantes o desenvolvimento sustentável e a questão ambiental. Neste mesmo período, a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, a Rio-92, estabeleceu diretrizes para a preservação do Meio Ambiente incluído os recursos hídricos do planeta.

O crescimento populacional observado em todo o mundo tem acelerado o aumento na demanda de água, evidenciando a necessidade de serem tomadas medidas visando à garantia de sua oferta. Há também uma preocupação quanto a sua qualidade, pois o seu uso pelo homem torna-a, na maioria das vezes, imprópria para utilizações posteriores. Este

acréscimo de demanda de água associado ao seu uso por múltiplas formas tem provocado em todo o mundo crises relacionadas à escassez, aos conflitos de interesse e obstáculos ao crescimento econômico e à preservação ambiental, de acordo com Campos (2001), evidenciando a necessidade de uma mudança quanto aos procedimentos de gerenciamento dos recursos hídricos.

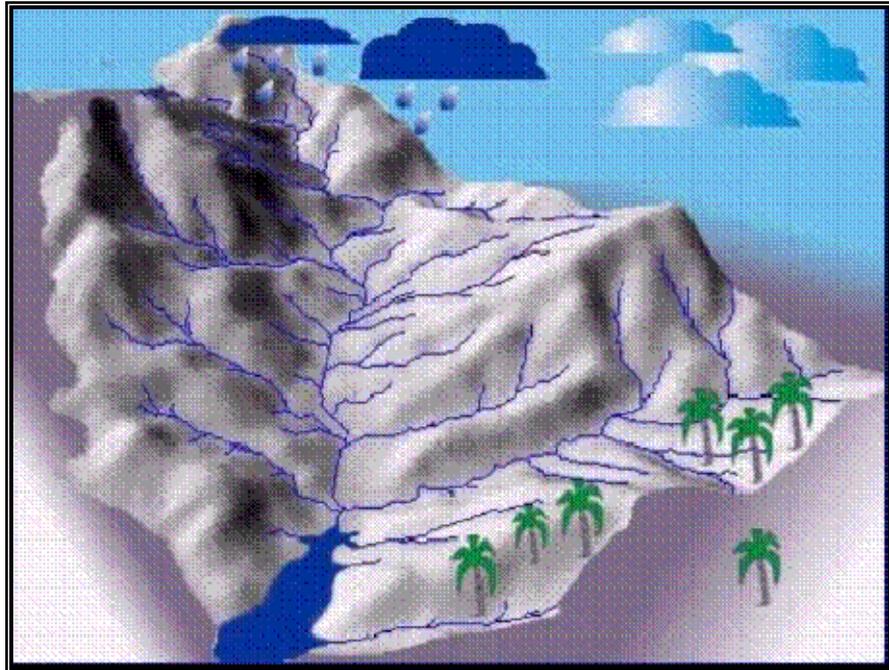
Nas áreas urbanas, áreas de elevada densidade populacional, os abusos e descasos com o uso dos meios hídricos têm provocado grandes degradações ao meio ambiente, pois em geral, “o acréscimo da demanda por água reflete no declínio de sua qualidade” (CAMPOS, 2001).

A partir desta premissa pode-se perceber que o fator predominante na prática da gestão está associado ao planejamento territorial, cujos aspectos de uso e ocupação do solo representam pontos obrigatórios e estratégicos na estrutura da gestão dos recursos hídricos que mostrando que esta ação encontra-se dentre outras destinadas ao gerenciamento de uma cidade na perspectiva da melhoria e conservação de sua qualidade ambiental e, conseqüentemente, urbana. O termo gestão ambiental urbana é usualmente empregado para conceituar as atividades dedicadas ao gerenciamento de uma cidade na perspectiva da melhoria e da conservação de sua qualidade ambiental.

### **2.3 Elementos Essenciais à Gestão de Bacias Hidrográficas**

Bacia hidrográfica (Figura 1) é uma determinada área que por suas características topográficas, geológicas, de solo, vegetação e de águas, recebem e conduzem todas aquelas que escoam em sua superfície para certo corpo de água. É, portanto a bacia hidrográfica a área com um único exutório comum para escoamento de suas águas superficiais (CHRISTOFIDIS, 2002).

Pode ser definida ainda como o conjunto de terras drenadas por um rio principal, seus afluentes e subafluentes. Esta idéia está associada à noção da existência de nascentes, divisores de águas e características dos cursos de água, principais e secundários, denominados afluentes e subafluentes (REDE DAS ÁGUAS, 2002).



**FIGURA 1** – Desenho esquemático de uma bacia hidrográfica

Fonte: BRAGA, 2002

Portanto, a bacia hidrográfica é a unidade natural mais apropriada para a gestão dos recursos hídricos. A Lei nº 9.433/97 estabelece a bacia hidrográfica como unidade territorial para a implementação desta política e a atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Entretanto, pelo fato das bacias hidrográficas não constituírem em unidades político-administrativas, existe uma grande dificuldade em compatibilizar sua administração, dado a superposição de jurisdição neste território entre municípios, Estados ou até mesmo nações, possibilitando assim o surgimento de conflitos (BRASIL, 1997).

A Lei nº 9.433/97 estabelece ainda meios legais para um novo modelo de gestão de águas. Seguindo rigores técnicos para o estabelecimento de uma Política, esta Lei foi construída sobre os seis fundamentos seguir:

- O domínio das águas;
- o valor econômico;
- os usos prioritários;
- os usos múltiplos;
- a unidade de gestão, e
- a gestão descentralizada.

Sobre o domínio das águas, a Política de Água Brasileira tem como seu primeiro fundamento a assertiva de que a água é um bem de domínio público. O segundo fundamento estabelece que a água seja um recurso limitado, dotado de valor econômico e estabelece cobrança da água bruta como os seguintes objetivos (KTTELHUT et al, 1999 apud CAMPOS, 2001):

- Reconhecer a água como bem econômico;
- dar ao usuário uma indicação do seu real valor;
- incentivar a racionalização dos usos da água, e
- obter recursos financeiros para o financiamento de programas formulados nos planos de recursos hídricos.

O terceiro fundamento na Lei de Águas Brasileiras estabelece que, em situação de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e dessedentação de animais.

Campos (2001) cita que a hierarquia para os outros usos pode ser definida nos próprios estados ou, ainda nas próprias bacias hidrográficas, através dos Comitês de Bacias<sup>3</sup>. No caso do Estado do Ceará foi adotada a seguinte ordem de propriedade, através do Decreto Estadual nº 23.067, em seu artigo 15 (CEARÁ, 1994):

- Abastecimento doméstico;
- abastecimentos coletivos especiais, como em hospitais ou colégios;
- abastecimentos coletivos de cidades, inclusive em indústrias;
- indústrias e comércios por captação direta;
- irrigação, e
- outros tipos de usos não citados anteriormente.

Essas prioridades de uso podem variar de região para região ou de tempos em tempos. Por exemplo, em uma determinada região agrícola teria certamente, no uso com a irrigação, uma prioridade em grau superior ao do uso industrial. Neste período de crise de desemprego, uma região caracterizada como industrial certamente estabelecerá uma escala inversa de prioridades.

---

<sup>3</sup> Órgãos colegiados de atuação deliberativa e normativa.

A Política Nacional de Águas estabelece ainda que a gestão dos recursos hídricos deva sempre proporcionar o uso múltiplo das águas – consuntivos e não-consuntivos<sup>4</sup>. Trata-se de um fundamento com princípios de caráter técnico, que tem por objetivo maximizar o uso da água. Esse princípio é atendido naturalmente na maior parte dos rios e lagos. Em situações de escassez talvez seja necessário adotar um uso prioritário, em detrimento de todos os outros usos conflitantes. Nessas situações, os usos múltiplos seriam restritos àqueles que não conflitassem com o uso para consumo humano.

O último dos seis fundamentos estabelece que a gestão dos recursos hídricos deva ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades. Talvez esse princípio de administração não venha sendo empregado, mas pelo menos vem sendo propagado em quase todos os segmentos da administração pública. O sexto fundamento tem por base a premissa de que não se deve levar a uma decisão superior o que pode ser solucionado em uma hierarquia inferior (CAMPOS, 2001).

## 2.4 Conflitos: Definições, Classificação e Forma de Tratamento

Por conflito, entendemos como sendo uma oposição que surge quando existe um desacordo dentro ou entre indivíduos, grupos, departamentos ou organizações. A origem etimológica do termo deriva do latim *conflictus*, que por sua vez provem de *confligere*, que significa chocar, combater, lutar ou pelejar (SÁNCHEZ, 2002). A definição de conflito, segundo Ferreira (1998), é o embate dos que lutam ou ainda uma discussão acompanhada de injúrias ou ameaças. Por sua vez, as ciências jurídicas o definem como sendo um evento que pode surgir da oposição de interesses entre duas ou mais partes, ou ainda da violação de leis por qualquer parte envolvida nas múltiplas áreas da atuação humana.

---

<sup>4</sup> Usos consuntivos são aqueles em que há o consumo efetivo da água e, conseqüentemente, seu retorno ao manancial é menor, (CHRISTOFIDIS, 2002). São usos, portanto, que diminuem espacial e temporalmente as disponibilidades quantitativas e/ou qualitativas dos cursos d'água (o abastecimento humano, animal, industrial e irrigação). Usos não-consuntivos são aqueles em que o consumo da água não ocorre ou é muito pequeno e a água permanece ou retorna para o manancial, (CHRISTOFIDIS, 2002). Pode haver modificação nos padrões espaciais e temporais das disponibilidades quantitativas e/ou qualitativas dos cursos d'água (a hidroenergia e a navegação).

Logo, convém afirmar que a importância da gestão de conflitos é reforçada por uma pesquisa sobre que tópicos os gestores consideram mais importantes em programas de planejamento de gestão. Ela aparece inclusive cotada como mais importante que a tomada de decisão, a liderança e as técnicas de comunicação.

A capacidade de gestão de conflitos é um processo complexo, uma vez que existe um grande número de maneiras de serem resolvidos, e o gestor tem de julgar, dentre tantas, qual a melhor forma de intervir de modo a conseguir a sua resolução.

Os conflitos relacionados com o uso dos recursos hídricos dificilmente resultam em medidas de violência ou guerra entre seus contendores. Este fato tem levado especialistas em segurança internacional a ignorarem a complexa e real relação entre a água e a segurança. Na realidade, há uma longa e farta história de conflitos e tensões sobre o uso de recursos hídricos, o uso de sistemas de água como armas durante as guerras e os alvos de sistemas abastecimento de água durante conflitos causados por outros fatores.

A utilização múltipla dos recursos hídricos gera na maioria das vezes problemas decorrentes dos prejuízos que uma atividade pode ocasionar a outras formas de uso, tornando-as alguns casos de difícil compatibilização. São os chamados conflitos de uso, que repercutem sobre a utilização da água e com sérias conseqüências ao homem e ao meio ambiente (MOTA, 1995). É o caso, por exemplo, da utilização de um determinado manancial para fins de recreação, que com a sua utilização intensa pode vir a modificar a sua qualidade, dificultando o seu aproveitamento para o consumo humano. Em outra situação a uso de um corpo hídrico para a diluição e afastamento de despejos (lançamento de efluentes de esgotos) pode torná-lo inadequado para as mais variadas formas de utilização, como a recreação, abastecimento público ou irrigação.

Os conflitos pelos usos da água, segundo Lanna (1997b), podem ser classificados como:

- Conflitos de destinação de uso;
- conflitos de disponibilidade qualitativa, e
- conflitos de disponibilidade quantitativa.

Por sua vez, Gleick (1998) classifica as formas de conflito através de categorias, da seguinte forma (Quadro 1):

**QUADRO 1** – Formas de conflito em sistemas de recursos hídricos

FORMAS DE CONFLITO	DEFINIÇÃO POR CATEGORIA
Controle de Recursos Hídricos	onde os suprimentos de água ou acessos à água são as causas principais das tensões
Ferramenta Militar	onde os recursos hídricos, ou seus sistemas de água, são usados por uma nação ou estado como arma durante uma ação militar
Ferramenta Política	onde os recursos hídricos, ou seus sistemas de água, são usados por uma nação, estado, ou o ator não-estatal como meta política
Terrorismo	onde os recursos hídricos, ou seus sistemas de água, servem como alvo ou ferramentas de violência ou coerção por atores não-estatais
Alvos Militares	onde os recursos hídricos, ou seus sistemas de água são os objetivos de ações militares por nações ou estados
Disputas Desenvolvimento	pelo onde os recursos hídricos, ou seus sistemas de água são fonte principal de contenção e disputa no contexto do desenvolvimento econômico e social de uma nação ou de uma organização

Fonte: GLEICK, 1998.

Podemos classificá-los ainda em conflitos individuais e coletivos, obedecendo aos diversos pontos de vista dos atores que participam do ato ou fato conflitantes e aos interesses em questão. Por conflito individual entende-se por aqueles em que os efeitos originados e a pretensão alcançam apenas aos que participam da contenda, ou seja, às partes interessadas. Já nos conflitos coletivos os efeitos e objetivos alcançam a todo o grupo ou comunidade envolvida, onde se enquadram os principais e possíveis conflitos existentes em uma bacia hidrográfica urbana.

Dentre as diversas formas de tratamento dos conflitos, destacamos:

- Eliminação de conflitos;
- enfrentamento com os conflitos;
- administração dos conflitos;
- harmonização dos conflitos;

- resolução de conflitos, e
- superação de conflitos.

O gerenciamento dos recursos hídricos surge como solução para a resolução de grande parte desses problemas. Lanna (1997b) propõe a abordagem sistêmica relacionada à abstração, ou simplificação, de problemas complexos, de tal maneira que sejam mantidas apenas as informações mais relevantes para a sua solução, e o uso de técnicas computacionais agregadas à modelagem matemática dos sistemas dos recursos hídricos. Esta modelagem matemática representa uma grande ferramenta de auxílio aos tomadores de decisão, onde se possui a concepção, simulação e análise de um sistema de recursos hídricos. O presente estudo colocará em foco a questão social agregada às soluções técnicas de engenharia, visto que serão discutidos os problemas relacionados aos conflitos pelo uso da água em uma determinada bacia hidrográfica urbana.

### ***2.4.1 Conflitos pelo Uso da Água no Brasil***

No caso do Brasil, onde existem algumas regiões com problemas de oferta de água, o nordeste brasileiro é o maior exemplo regional, com uma área de grande proporção de prolongada estação com baixíssimos índices pluviométricos. Este fato é agravado pelas diversas formas de utilização de sua malha hídrica, como a demanda de água para irrigação e também para a geração de energia elétrica, principalmente nos períodos de maior escassez de chuva.

Na bacia do Rio Grande, localizada no oeste do Estado da Bahia, a utilização das águas do Rio das Fêmeas, um dos principais contribuintes do rio São Francisco, a demanda de água para a agricultura da região, através da irrigação, gera conflito principalmente no período seco, de maio a setembro com a geração de energia, através da Usina Hidrelétrica Alto das Fêmeas, localizada no trecho inferior da bacia (CAPOZOLI, 2002).

Situações como essas são observadas em todo o território nacional, não só devido à incompatibilidade entre as muitas formas de aproveitamento da água, como também devido

aos impactos ambientais e sociais negativos causados pelas medidas estruturais<sup>5</sup> implantadas para o aproveitamento de tais recursos.

Um bom exemplo é o que se conhece sobre os múltiplos usos das águas da bacia do Rio São Francisco. Com cerca de 645.000 km<sup>2</sup> distribuídos por 7 estados brasileiros, esta bacia propicia diversas atividades como a navegação, irrigação, geração de energia elétrica, abastecimento de água, diluição de efluentes, além de proporcionar a pesca, projetos de piscicultura e lazer. É na bacia do Rio São Francisco onde se localizam, por exemplo, algumas das maiores usinas hidrelétricas brasileiras como Xingó, Itaparica, Paulo Afonso e Três Marias.

Os rios têm a função básica de drenagem e transporte da parcela de água precipitada da atmosfera e que escoar pela superfície dos terrenos em que são esculpidas as bacias hidrográficas. Esses fluxos lavam o ambiente, abastecem as demandas, transportam (diluem) efluentes industriais e esgotos domésticos, formam vias navegáveis, geram energia biológica e hidráulica e recriam condições propícias à vida.

Contudo, onde predominam as formas inadequadas de uso e ocupação do meio físico, os fluxos superficiais formam, freqüentemente, enxurradas que engendram a erosão do solo e transportam cargas de sólidos – sedimentos, resíduos domésticos e industriais que são dispostos de forma inadequada na superfície do terreno. As cargas sólidas assim transportadas vão entulhar a calha dos rios, agravando as enchentes que atingem as populações que ocupam as suas várzeas e degradam a qualidade das suas águas.

Como resultado desta “cultura”, nas áreas urbanas do Brasil os rios e suas margens são os setores, relativamente, mais degradados. Esse processo começa nas vilas, povoados e cidades de pequeno porte, onde as casas têm, regra geral, os fundos voltados para os rios, para mais facilmente descarregar os seus esgotos e jogar o lixo.

Entretanto, em outros contextos mais desenvolvidos, os rios ficam na frente das casas e suas margens formam setores urbanos nobres, como elementos essenciais à qualidade de vida da população em geral.

---

<sup>5</sup> Segundo Figueiredo (2002), as medidas estruturais são aquelas em que “o homem modifica o rio” e podem ser diretas (sobre as calhas hídricas) e/ou indiretas (sobre a bacia).

A água tem sido gradativamente reconhecida como um recurso escasso em escala mundial, seja devido às suas limitações relacionadas à qualidade, seja devido às suas limitações relacionadas à quantidade (KEMPER, 1996 apud REBOUÇAS, 2001).

No Brasil, a escassez qualitativa ligada à poluição dos corpos hídricos tem sido associada, principalmente, ao Sul Sudeste do País. No Nordeste Semi-Árido, a poluição constitui-se não no foco principal, mas em um problema adicional.

#### ***2.4.2 A Necessidade do Gerenciamento dos Recursos Hídricos***

Como integrante da natureza, deve o ser humano adotar medidas adequadas de modo a garantir as necessidades de água requeridas ao próprio ecossistema, na manutenção da biodiversidade presente nas bacias hidrográficas e na oferta de condições para o equilíbrio visando a sustentabilidade da vida (CHRISTOFIDIS, 2002).

O conceito de gerenciamento de recursos hídricos designa, segundo Christofidis (2002), o conjunto de ações a serem desenvolvidas a fim de garantir às populações e às atividades econômicas uma utilização otimizada da água, tanto em termos de quantidade como de qualidade.

Gerenciar um sistema de recursos hídricos em geral, segundo Rebouças (2001), significa atuar no sentido de assegurar uma oferta temporal e espacial de água que melhor satisfaça os interesses da população da unidade hidrográfica ou da área em apreço. Significa em outras palavras na combinação dos diversos mananciais disponíveis de modo a ofertá-la pelo menor custo e utilizá-la de forma racional e eficiente.

Outra definição de gerenciamento dos recursos hídricos pode ser entendida como sendo a aplicação de medidas estruturais e não-estruturais<sup>6</sup> para controlar os sistemas hídricos, naturais e artificiais, em benefício humano e atendendo a objetivos ambientais (GRIGG, 1996 apud CAMPOS, 2001).

---

<sup>6</sup> As medidas não-estruturais são definidas por Grigg (1996 apud CAMPOS, 2001, p.18) como sendo “programas ou atividades que não requerem construção de estruturas”. Estas, por sua vez, agem sobre a demanda (consumidores e usuários de recursos hídricos) a fim de que o uso das águas seja feito de forma regrada.

As medidas estruturais citadas são aquelas que requerem a construção de estruturas, ou seja, obras e serviços necessários para que se obtenham controles no escoamento e na qualidade das águas, tais como a construção de barragens, canais de escoamento ou estações de tratamento de água. As ações não-estruturais por sua vez são os programas ou atividades que não requerem a construção de estruturas, como a definição do zoneamento para ocupação de solos, regulamentos contra desperdício de água ou ainda programas de conscientização da comunidade para as questões ambientais para a preservação do meio hídrico. Pode-se dizer ainda que as ações estruturais devam ser implantadas de maneira coordenada com as ações não-estruturais (ZUCCOLO, 2002).

Zuccolo (2002) cita ainda exemplos de ações estruturais utilizadas em situações peculiares para o município de São Paulo:

- Implantação de reservatórios conjugados à adequação do leito a jusante, em outras palavras, adoção de "piscinões" e canalização em locais convenientes;
- elevação do nível do piso (com todas as suas implicações) dos imóveis que estiverem "abaixo" dos fluxos fluviais próximos, bem como a adequada elevação do nível das vias públicas e adjacências; e
- simultaneidade da implantação de canalização plúvio-fluvial com a dos coletores de esgoto da respectiva bacia hidrográfica.

São os seguintes exemplos citados de ações não-estruturais:

- Implantação e manutenção de áreas verdes;
- ações sanitárias antecedendo o início das obras;
- difusão da educação ambiental;
- divulgação didática e aplicação de toda a legislação concernente ao uso do solo, regulamentando-se e aperfeiçoando-se o que for oportuno;
- treinamento do pessoal das esferas governamentais que, se relacionarem com drenagem, para a busca da excelência em seus serviços;
- aprimoramento da coleta de lixo, entulho e outros refugos;
- reassentamento das famílias que devem ser relocadas;
- insistência para que o governo federal, com mais justiça, contribua com recursos financeiros, necessários à solução dos problemas de saneamento

ambiental, locais, pois nossa cidade abriga brasileiros de todos os rincões da Pátria, e

- aplicação do Código de Obras e Edificações no que diz respeito especialmente: a guarda das faixas não-edificáveis ao longo dos córregos e o controle de erosão para se evitar custos com desassoreamentos.

Rebouças (2001) define ainda a gestão de recursos hídricos como sendo o conjunto de procedimentos integrados (planejamento e administração) pelo qual se procura equacionar e resolver as questões de escassez relativa ou de uso sustentado e proteção da sua qualidade. A condição fundamental para que a gestão dos recursos de água se realize é a decisão política para a sua efetiva implantação de modo a alcançar os objetivos definidos pela variável de decisão, tais como atender as demandas e assegurar a proteção da qualidade do manancial, dentro dos limites impostos pelas suas características naturais de recarga, transporte e descarga.

De maneira geral a gestão integrada de recursos hídricos engloba um conjunto de ações coordenadas entre os diversos atores ligados a uma determinada bacia hidrográfica, visando garantir a disponibilidade do recurso hídrico em quantidade e com qualidade suficiente para atender às necessidades de toda a população que vive sobre aquela bacia hidrográfica. O desenvolvimento destas ações demanda investimentos financeiros são conduzidos tradicionalmente por prefeituras ou pelo Estado de forma isolada.

Diferentemente de hoje com o avanço permitido pela nova legislação, a coordenação das atividades ligadas à gestão de bacias hidrográficas dependia da existência de um sistema, integrado por organismos representativos de todos os setores ligados à questão dos recursos hídricos, quer seja na esfera Municipal, Estadual ou Federal. Esta tarefa cabe atualmente tanto às entidades públicas como a todos os componentes sociais, usuários, entidades organizadas, advindo do poder público os instrumentos de gestão integrada com o inventário de usos e ofertas que podem propiciar as medidas para a sua proteção e controle adequados, de modo a permitir sua desejável harmonia e uso otimizado, objeto do gerenciamento eficaz dos recursos hídricos. No aspecto legal, até 1.988, a gestão dos recursos hídricos era exclusividade da alçada Federal. Com a Constituição Brasileira de 1.988 e com a promulgação da Lei nº 9.433/97, que dispõe sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos, abriram-se as portas para a descentralização da gestão dos recursos hídricos.

Como exemplo de aplicação de um trabalho de conscientização dos usuários é, por exemplo, a implementação do Sistema Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Paraná (SILVA, 2003), onde todo o processo de regulamentação da Lei Estadual nº 12.726/99, que criou o sistema (PARANÁ, 1999), vem sendo debatido constantemente pelos técnicos e representantes do poder público com os usuários, a sociedade civil, organizações não-governamentais e entidades de ensino e pesquisa. Foram discutidas as etapas e procedimentos de instalação do sistema de gestão, a regulamentação da legislação pertinente, além de discussões técnicas quanto aos procedimentos para a concessão das outorgas, implementação da cobrança e, sobretudo as melhores procedimentos para a conscientização dos usuários sobre a importância da gestão (GALLEGO, 2002).

### **2.4.3 Gerenciamento de Recursos Hídricos e Processos de Negociação dos Conflitos**

Historicamente, o equacionamento do problema relativo ao desequilíbrio entre demanda e oferta de água, em nível mundial, tem passado invariavelmente pelo aumento do suprimento de água, através da exploração de novos recursos, em ações denominadas Gestão de Oferta.

Segundo Grigg (apud STUART; CAMPOS, 2001), o significado da palavra conservação sofreu alterações nos últimos anos. O que antes significava armazenar água e guardá-la para futuros usos produtivos significa hoje reduzir ao máximo o uso da água para uma dada finalidade. Assim, no abastecimento urbano, conservar água significa usar o mínimo necessário para lavagem, higiene pessoal e outros usos domésticos. Na indústria, significa usar o mínimo possível para produzir um bem e, na agricultura, aplicar o mínimo necessário para uma dada cultura.

Uma nova percepção da água veio a se firmar no início desta década, com a *Informal Copenhagen Consultation*, de 1991, pedindo que água fosse reconhecida não apenas como um bem social, mas também como um bem econômico, ou seja, um recurso escasso com valor econômico distinto em cada um de seus usos. Esta mudança de paradigma também viria a ser refletida na Declaração de Dublin e na Agenda 21, ambas de 1992, as quais pedem a busca e a

implantação de novos mecanismos que aumentem a eficiência na alocação e nos usos dos Recursos Hídricos (STUDART; CAMPOS, 2001).

Os incentivos podem ser dos mais variados tipos, desde cobrança pelo uso da água, taxação da poluição e realocação para usos de maior valor até campanhas educativas. A este conjunto de medidas, que influenciam o comportamento do usuário, induzindo-o à redução do volume, dá-se a denominação de Gestão da Demanda.

O gerenciamento de recursos hídricos, para múltiplos propósitos, usos e objetivos, freqüentemente envolve diversos interesses que acarretam disputas, tais como abastecimento humano, abastecimento industrial, irrigação, recreação, estético, pastoril, preservação da fauna e flora, geração de energia, transporte, diluição e afastamento de despejos (MOTA, 1995).

O gerenciamento dos conflitos assim gerados está associado às incertezas no suprimento, na demanda, nas modificações decorrentes das restrições institucionais e legais e a uma série de outros fatores inerentes ao ambiente gerencial.

As decisões a serem tomadas pelos órgãos encarregados do gerenciamento (Agências e Comitês de Bacias) ocorrem, portanto, em situações de mudanças, restrições e incertezas, (THIESSEN; LOUCKS, 1992 apud SOUZA FILHO; GOUVEIA, 2001). Um processo privilegiado para a resolução destes conflitos é a negociação, cujo principal propósito é a identificação de alternativas com a possibilidade de serem aceitas por todas as partes.

No campo dos recursos hídricos, a tomada de decisões técnicas e operacionais necessita de modelos cognitivos confiáveis, que proporcionem respostas rápidas e tenham manuseio amigável. Estes modelos deverão levar em conta as condições de ambiência dos hidrossistemas (sistemas hidráulicos/hidrológicos) as restrições e os condicionamentos de natureza jurídico-administrativa. As condições de incertezas hidrológicas são inerentes ao processo, pois são ocasionadas pelo caráter estocástico dos fenômenos da natureza, pelas incertezas dos parâmetros dos modelos e ainda pelas incertezas dos próprios modelos utilizados. Portanto, a metodologia de construção de uma ferramenta, que dê suporte às decisões de um Sistema Sócio-Técnico, deve ser entendida como a montagem de um Sistema

Técnico em um ambiente Sócio-Político (GRIGG, 1996 apud SOUZA FILHO; GOUVEIA, 2001).

A tomada de decisão é o ápice e o objetivo final do sistema de informação. As decisões podem ser divididas em três grandes classes: as operacionais, as táticas e as estratégicas.

Um exemplo das decisões operacionais é a operação de um reservatório isolado, quando se procede a pequenos ajustes na liberação de suas vazões, ou ainda a transferência de água através de canais e ou adutoras. Para as decisões táticas: podemos citar, como exemplo, a outorga de caráter anual, a definição da regra de operação anual dos hidrossistemas. Por sua vez, as decisões estratégicas podem ser exemplificadas pela definição da hierarquia de construção de obras hídricas e pelos planos de recursos hídricos que definem as outorgas de longo termo.

### **3. ÁREA DE ESTUDO: BACIA DO TUCUNDUBA**

#### **3.1 A Ocupação da Área do Tucunduba**

A Bacia do Igarapé Tucunduba, um dos afluentes da margem direita do Rio Guamá, está situada a sudeste da cidade de Belém, capital do Estado do Pará. Belém é uma das metrópoles do Brasil e também a maior e mais desenvolvida cidade da Região Norte do país, estando localizada no vértice de um estuário, ou seja, num ponto de junção das influências marítimas e fluviais sendo perpassada por inúmeros cursos d'água que cortam a região. Vem daí a atração dos belenenses pelo contato com as águas, pois estes nasceram e cresceram com um íntimo contato com este manancial hídrico privilegiado.

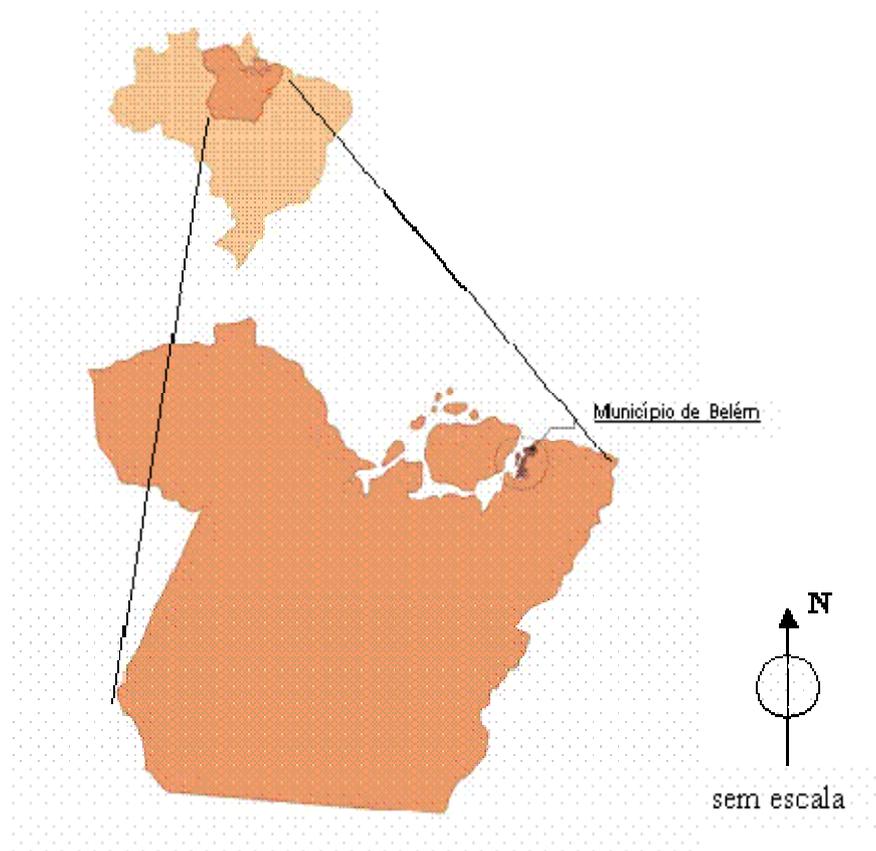
O Município de Belém (Figura 2) abriga em seu território 43 ilhas, com um território de aproximadamente 1.065 Km<sup>2</sup> (PMB, 2001) e, apesar dos rios e igarapés se constituírem em elementos integrantes da cidade, o processo de urbanização da cidade provocou inúmeras formas de agressão aos recursos hídricos da região. O uso dos rios urbanos como destinação final de rejeitos além do aterramento de grande parte dos cursos d'água que cortam a cidade inviabilizaram o seu melhor aproveitamento.

A cidade tem vivido um processo intenso de urbanização com um aumento acelerado da sua população, que atinge, segundo dados do Censo 2000 (apud PMB, 2001) cerca de 1.279.861 habitantes, e a Região Metropolitana<sup>7</sup> da qual Belém está incluída, alcança uma população estimada em 1,8 milhão de habitantes (IBGE, 2000 apud PMB, 2001). Este contingente populacional é maior na área urbana, com aproximadamente 99,53%, representando uma taxa de urbanização muito superior à observada para o conjunto da

---

<sup>7</sup> A Região Metropolitana de Belém (RMB) possui uma área de 1.827,27 km<sup>2</sup>. e é constituída por 5 municípios (Ananindeua, Belém, Benevides, Marituba e Santa Bárbara do Pará), e foi instituída pela Lei Complementar n. 027 de 19/10/95 (PMB, 2001).

Amazônia e para o estado do Pará. Atualmente Belém apresenta uma densidade demográfica de 1.201,39 Hab/Km<sup>2</sup> (PMB, 2001).



Fonte: PMB, 2001.

**FIGURA 2** - Localização do município de Belém (desenho adaptado)

O crescimento da cidade era regido inicialmente obedecendo principalmente uma tendência que acompanhava o Rio Guamá no sentido contrário ao seu fluxo, razão porque a primeira rua da cidade, a Rua do Norte, hoje Rua Siqueira Mendes, surgiu nesta região da cidade e se orientava neste mesmo sentido. No decorrer do século de sua fundação e durante parte do seguinte, a cidade desenvolveu-se na orla, crescendo muito mais em termos periféricos do que quanto à sua penetração.

No período que sucedeu os anos áureos da borracha, observou-se em Belém um crescimento populacional, porém com baixo crescimento econômico. Ainda assim, Belém

oferecia melhores condições de oportunidades de emprego que o interior do Estado do Pará, estimulando o êxodo rural, no qual os ribeirinhos, característica de modo de vida do interiorano paraense da época (e de certa forma ainda nos dias de hoje) vieram em busca de espaços para sua própria sobrevivência na Capital do Estado. Porém diante da inexistência de programas habitacionais, da especulação imobiliária nas áreas mais altas (áreas secas) e de geração de emprego formal para esse novo público, além da sua identificação em morar nas margens dos rios, estes estabeleceram como moradia as margens dos igarapés da cidade. As áreas de baixadas<sup>8</sup> da cidade, região permanentemente alagada ou alagável, foram sendo ocupadas, gerando os mais variados problemas: econômicos, sociais, habitacionais e sanitários.

Por outro lado, a ocupação na Amazônia baseou-se na urbanização para a colonização de suas fronteiras, como estratégia deliberada do Estado. O aspecto contraditório apresentado mostra que este mesmo Estado que estimulou a urbanização não consegue dar atendimento à demanda de infra-estrutura e serviços públicos urbanos, dado o descompasso entre a sua capacidade fiscal e o fluxo migratório (BECKER, 1992 apud PMB, 2001).

O inchamento das cidades da Região Amazônica, principalmente Belém e Manaus, está ligado ao número de migrantes que por não perderem suas terras em seus locais de origem (ou ainda a população fugindo das precárias condições de vida locais, buscam a sobrevivência nas áreas urbanas) terminam com frequência por aumentar a miséria e os problemas a ela associados (SANTOS et al., 1992, apud PMB, 2001).

Esta ocupação se dá principalmente, como exposto anteriormente, nas áreas consideradas ambientalmente frágeis, como as baixadas, as áreas de preservação, as áreas de proteção de mananciais, dentre outras. Segundo Moura et al. (apud PMB, 2001), essa parcela da população é vítima também de problemas ambientais decorrentes da ausência de saneamento básico ocasionada pela própria poluição que causam nos rios e igarapés, muitas vezes vitais na sua estratégia de sobrevivência.

---

<sup>8</sup> As baixadas caracterizam-se por serem áreas inundadas ou sujeitas a inundações e aos efeitos das marés, sendo, dentro do aspecto socioeconômico, lugar onde habitam as camadas mais pobres da sociedade.

Belém, entretanto, sempre conviveu com a existência de áreas alagadas, sendo uma constante ao longo dos tempos. Os historiadores Manoel Barata e Antônio Baena, falam do grande número de igapós, igarapés e baixadas que existiam na cidade àquela época, a ponto de vários terem sido os planos surgidos, no sentido de canalizar seus rios tornando-os navegáveis, assemelhando-se à Veneza, cidade italiana (PMB, 1975). O descaso ante esta característica tão peculiar da cidade de Belém provocou, dentre outras, no aterramento de parte do igarapé do Pirí, que se estendia desde o Arsenal da Marinha, no bairro da Cidade Velha até a sua desembocadura no Vêr-o-Peso, formando uma imensa região alagada na parte frontal dos Palácios Antônio Lemos e Lauro Sodré (PARACAMPO, 2004).

O mais antigo registro sobre as terras do Tucunduba refere-se à doação da coroa portuguesa de glebas através de “Carta de Doação de Data e Sesmaria” a Theodoreto Soares Pereira, datada em 1728. A ocupação da área inicia-se, entretanto, na segunda metade do século XVIII, com a arrematação de terras às margens do Igarapé Tucunduba pelos padres da Ordem dos Mercedários, para a implantação de uma olaria.

Em 1814, a Santa Casa de Misericórdia do Pará recebeu, por doação, essas terras dos Mercedários para a instalação do primeiro leprosário da Amazônia, o “Hospício dos Lázaros do Tucunduba” e, mais tarde, em 1873, construiu na atual Av. José Bonifácio o cemitério de Santa Izabel, que veio suprir a insuficiência de atendimento do Cemitério da Soledade, localizado no centro da cidade. A Santa Casa, portanto, foi uma das principais agentes responsáveis pela ocupação do solo na bacia do Tucunduba (PMB, 2001).

A partir das décadas de 40 e 50, com a implantação das áreas institucionais, um dos maiores obstáculos à expansão urbana, este e outros fatores contribuíram para o adensamento populacional na Primeira Léngua Patrimonial, sendo mais um fator determinante para a ocupação das áreas de baixadas, dentre elas a bacia hidrográfica objeto deste estudo. Outros fatos que impulsionaram a ocupação dessas áreas foram: a construção do dique da Estrada Nova, construído com a finalidade de regularizar as enchentes provocadas pela variação das marés; o início das atividades, já no final dos anos 50, do Hospital João de Barros Barreto<sup>9</sup>,

---

<sup>9</sup> A construção do Hospital Universitário João de Barros Barreto teve início em 1937, foi fundado em 1946 e iniciou suas atividades somente em 1959, com a denominação de Hospital de Isolamento Domingos Freire, destinado inicialmente ao tratamento de pacientes portadores de tuberculose.

um importante investimento realizado no setor de saúde pública; e a implantação do Curtume Santo Antônio, que se constituiu em grande gerador de renda direta e indireta aos moradores da região.

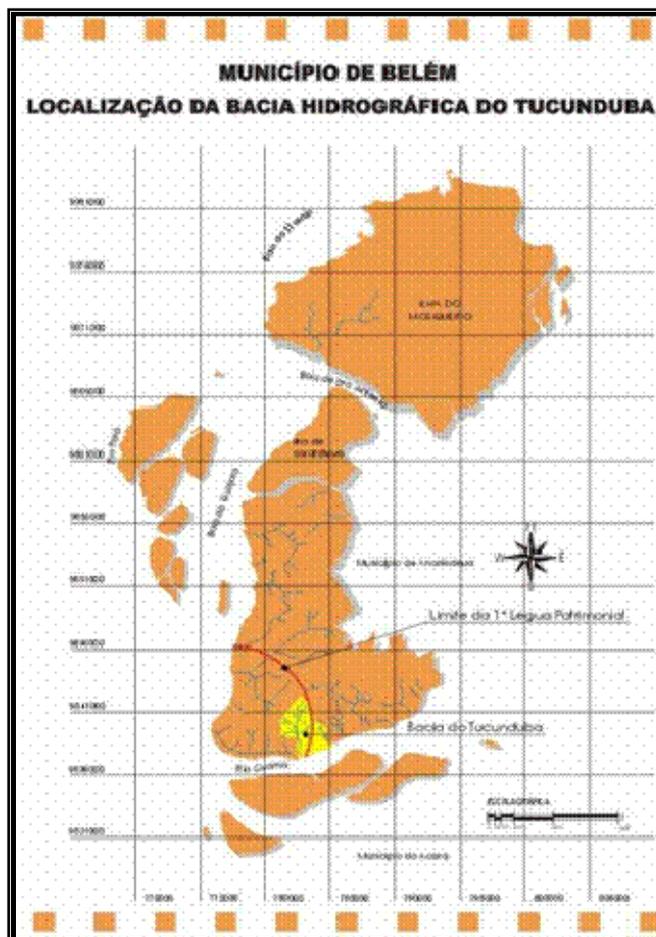
Nas décadas de 60 e 70 outros investimentos marcaram uma nova fase na ocupação nesta área. A construção do conjunto habitacional do Montepio, próximo ao cemitério de Santa Isabel, e a implantação do Campus da Universidade Federal do Pará (UFPA), vieram a impulsionar não só a sua ocupação com a valorização da área, mas também obrigar o poder público a trazer a infra-estrutura urbana necessária para o funcionamento deste importante estabelecimento de ensino superior.

Costa (apud PMB, 2000) constatou que o número de ocupações desordenadas cresceu na cidade de Belém em função do elevado número de desemprego e subemprego, ao longo das décadas de 60 e 80. Muitas famílias foram levadas a habitar as áreas da periferia do município de Belém, acelerado e por um processo de valorização cada vez maior dos espaços urbanos centrais que geraram uma intensa ocupação das várzeas. Neste período as terras da Bacia do Tucunduba passam a ter um uso caracteristicamente urbano (FERREIRA, 1995 apud PMB, 2001).

A ocupação da área intensificou-se nas duas últimas décadas, havendo uma profunda transformação em seu sítio, registrando altos níveis de degradação ambiental que levou a mudanças em sua paisagem (PMB, 2001). Esta forma de ocupação desordenada, provocada pelo alto custo da terra e pelo baixo poder aquisitivo da população ali residente propiciou um adensamento horizontal de grandes proporções que, aliado a falta de infra-estrutura básica, à devastação de áreas vegetadas e à falta de qualquer critério na ocupação dessas terras, dificultando a implantação de vias de acesso ao local, levou ao quadro presenciado atualmente na Bacia do Igarapé Tucunduba, notadamente nos assentamentos denominados Riacho Doce e Pantanal, áreas de implantação de um Projeto de Macrodrenagem e Urbanização pelo Poder Municipal e, objeto desta pesquisa, que tem por finalidade melhorar a qualidade de vida dos moradores desses assentamentos o do seu entorno, resgatando o equilíbrio sustentável entre homem e natureza (FERREIRA, 1995 apud PMB, 2001).

### 3.2 Características da Bacia do Tucunduba

A área de estudo (Figura 3) corresponde a uma das 14 bacias hidrográficas definidas no município de Belém. A Bacia Hidrográfica do Igarapé Tucunduba está localizada a sudeste da cidade de Belém, compreende os bairros de Canudos e Montese (mais conhecido como bairro da Terra Firme) e parte dos bairros do Guamá, Marco, e São Braz. É um afluente do Rio Guamá. Possui aproximadamente 1.188,69 hectares de área total, da qual 37% de sua área é constituída de terrenos de cota inferior ao da maré máxima de 3,70 m (PMB, 2001).



Fonte: PMB, 2001.

**FIGURA 3** – Localização da Bacia Hidrográfica do Tucunduba em Belém

Fazem parte da bacia, além do Igarapé Tucunduba os canais localizados ao longo das vias Angustura, Leal Martins, Timbó, Vileta, Gentil, Mundurucus, Nina Ribeiro, Cipriano Santos, Santa Cruz, Carapuru, Lago Verde e Dois de Julho. A população total, segundo o Censo de 2000, residente nos bairros que fazem parte da bacia era de 246.507 habitantes (Tabela 1).

**TABELA 1 – Número de Habitantes nos Bairros da Bacia do Tucunduba**

<b>Bairros</b>	<b>Homens (mil habitante)</b>	<b>Mulheres (mil habitante)</b>	<b>Total (mil habitante)</b>
<b>Guamá</b>	49.034	53.131	102.161
<b>Montese/Terra Firme</b>	30.948	32.319	63.267
<b>Universitário</b>	1.296	1332	2.628
<b>Canudos</b>	6.418	8.199	14.617
<b>Marco</b>	28.889	34.934	63.823

Fonte: Censo 2000 (IBGE, 2003)

A Bacia do Tucunduba está limitada pela Rua Dr. Freitas, Av. Almirante Barroso, Av. José Bonifácio, Av. Barão de Igarapé Mirim, Rua Silva Castro, Rua Augusto Corrêa e Av. Perimetral. O principal coletor da bacia é o Igarapé Tucunduba, que se inicia na Tv. Angustura, no Bairro do Marco e deságua no Rio Guamá, na área onde está instalada a Universidade Federal do Pará (UFPA).

A característica fisiográfica da Bacia assemelha-se a um arco de terrenos altos ocupados por casas de alvenaria por um lado e terreno de instituições com vegetação característica pelo outro, ao redor de um imenso charco repleto de casas de palafitas acessíveis por meio de estivas e passagens de aterro.

As margens do Igarapé Tucunduba, o principal canal coletor de drenagem desta bacia hidrográfica, foram povoadas através do processo de invasão, provocando o seu assoreamento e sua poluição, causando constantes alagamentos de suas margens, decorrente principalmente da baixa permeabilidade dos solos, da intensa pluviometria, da pequena declividade dos

igarapés que permitem a penetração das águas do rio Guamá, por efeito das marés e a quase inexistência de cobertura vegetal (PMB, 2001). No bairro denominado “Riacho Doce”, o abastecimento de água é precário ou inexistente, as tubulações são fixadas sob o assoalho das palafitas e na forma de bicas atende a população de ambas as margens do canal, uma vez que os moradores da margem esquerda não possuem rede de água.

Devido às péssimas condições sanitárias e desinformação dos moradores, as águas estagnadas misturam-se aos esgotos penetrando nas tubulações, pois é comum a prática de perfurações na rede de abastecimento público devido à baixa pressão nos encanamentos. A pressão reduzida e as rupturas provocadas dificultam o atendimento contínuo e facilitam a infiltração de águas contaminadas nas tubulações.

### **3.3 O Projeto de Macrodrenagem da Bacia do Tucunduba**

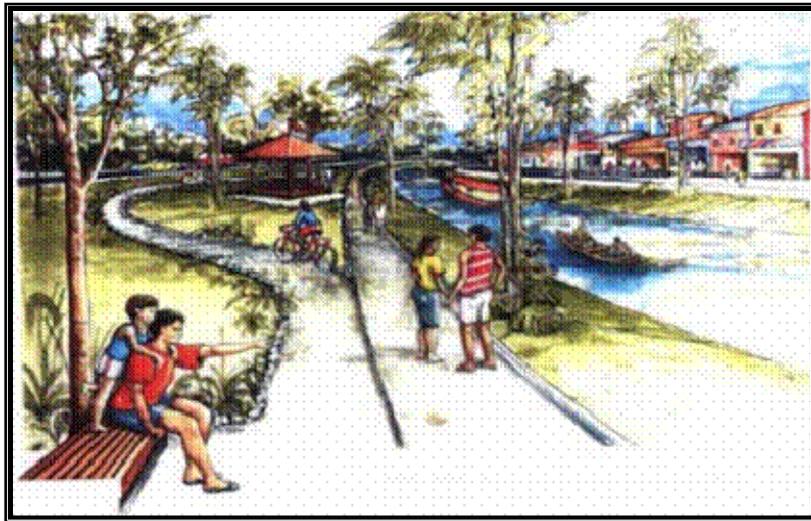
A proposta de intervenção do Projeto de Macrodrenagem da Bacia do Tucunduba, notadamente na área de abrangência do Plano de Desenvolvimento Local Riacho Doce e Pantanal (PDL Riacho Doce-Pantanal), visa “potencializar a organização espacial já estabelecida, integrando-a às áreas de expansão e qualificando-as através da implantação de infra-estrutura, equipamentos urbanos e novas unidades habitacionais” (PMB, 2001). Através dele, tenta-se mudar o paradigma das intervenções já realizadas nos canais que entrecortam a cidade de Belém, levando em consideração os aspectos ambientais e sociais além das variáveis técnicas.

O revestimento de seu talude, por exemplo, será executado em sua maior parte com o leito natural, diferenciando-se da concepção prevista anteriormente de revesti-lo em concreto, o que dificultaria sobremaneira a navegação (um dos seus usos característicos), e inibiria a biodiversidade do canal.

A garantia e organização da navegabilidade no igarapé estão asseguradas pelas obras físicas previstas pelo projeto, principalmente através da construção de dois portos, um em

cada uma das margens do igarapé, assim como a execução de novas pontes e passarelas com alturas compatíveis com as dimensões das embarcações, permitindo aos moradores a melhoria do transporte de carga, passageiros e de lazer (PMB, 2001).

Nos aspectos urbanísticos, o projeto prevê a construção de calçadas para pedestres e ciclofaixas na parte lateral interna das vias marginais do Tucunduba, a criação de duas praças com calçamento na área frontal a Ilha do Pantanal, localizada no interior do igarapé além de um Centro Turístico, oportunizando novas áreas de lazer para a população carente de Belém (Figura 4).



Fonte: PMB, 2001.

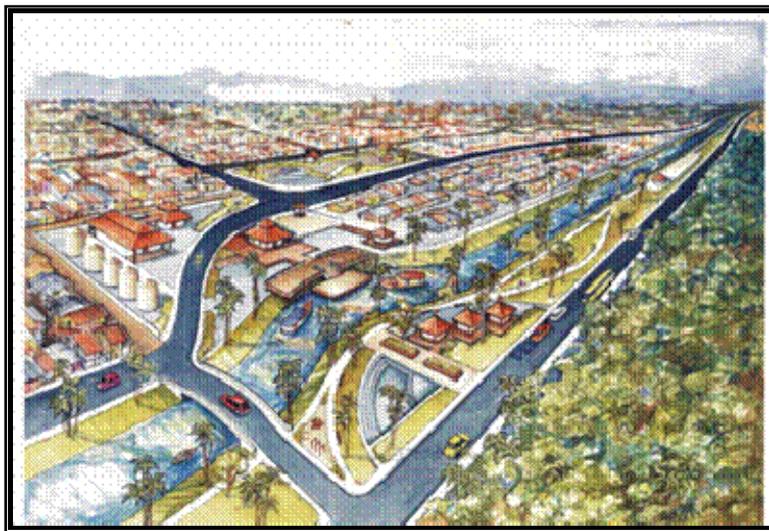
**FIGURA 4**– Ilustração das “ilhas de contemplação” previstas no Projeto.

As intervenções propostas pelo PDL Riacho Doce-Pantanal (PMB, 2001) objetivam, pois, a revitalização das áreas alagáveis na Bacia do Tucunduba com intervenções físicas e ambientais e a inclusão social dos moradores do seu entorno através da geração de trabalho e renda, incentivando a permanência no local e criando a gestão participativa na manutenção do bem público; como por exemplo:

- Desapropriações necessárias à desocupação da faixa de domínio (vias marginais e calha) do Igarapé Tucunduba;

- dragagem do canal, a fim de resolver os problemas de inundações na área e também a implantação do sistema de drenagem pluvial das vias urbanas da bacia;
- urbanização da área às proximidades do igarapé Tucunduba, proporcionando o acesso viário e ciclístico, praças, portos e outras benfeitorias, possibilitando a navegação fluvial, e
- criação de mecanismos visando a geração de trabalho e renda aos moradores do entorno do Tucunduba, através do incentivo às atividades comerciais, turísticas e de lazer.

A principal calha coletora da bacia Hidrográfica do Tucunduba será retificada obedecendo ao formato trapezoidal de sua seção prevista em projeto e para a proteção dos taludes do canal está previsto o plantio de gramíneas e o replantio de plantas nativas nas áreas livres (Figura 5).



Fonte: PMB, 2001.

**FIGURA 5**– Ilustração em perspectiva do

## 4. MÉTODO

As dificuldades encontradas por pesquisadores e profissionais da área na obtenção de dados que viabilizassem os estudos de modelos para a gestão de recursos hídricos, devido à escassez de elementos quanto à disponibilidade temporal e espacial das informações, além dos altos custos para a sua aquisição, fizeram com que estes procurassem dar uma maior importância na sua otimização com o intuito de proporcionar elementos necessários à tomada de decisão aos planejadores e também aos gestores públicos desses recursos.

A análise sistêmica de recursos hídricos, combinada com técnicas de simulação e de otimização, é potente ferramenta de suporte aos tomadores de decisão, função cada vez mais disseminada na engenharia de recursos hídricos. A gestão de recursos hídricos será usada como ponto de partida para o modelo de tomada de decisão selecionado, cuja classificação segundo refere-se aos do tipo modelo de comportamento.

Os conceitos gerados através da análise de todo o material bibliográfico existente, analisado, identificado a partir de uma codificação estabelecida pelas categorias definidas como prováveis conflitos existentes, explicam o tipo de categoria que se espera desenvolver quando iniciar a codificação. O dimensionamento de um diagrama estruturado estabelece a codificação conceitual que relaciona as categorias. Este procedimento será simulado no software Decision Explorer, uma ferramenta para o desenvolvimento do mapeamento cognitivo, através do qual serão agrupados os conceitos unindo causas e efeitos representativos por meio de visualização codificada dos mesmos. A representação através de mapas cognitivos é assim definida por ser visual e de fácil assimilação, além de conseguir representar as características e inter-relações existentes no processo.

Portanto, neste trabalho foi utilizado um software, para a simulação do modelo qualitativo cognitivo causal, cujo propósito constituiu da verificação, dentre as possibilidades limitantes encontradas, da aplicabilidade da técnica de mapeamento cognitivo como ferramenta da metodologia informacional aplicada à gestão hídrica de bacias urbanas.

## 4.1 Pesquisa Operacional

A Pesquisa Operacional (PO)<sup>10</sup> é uma ciência aplicada voltada para a resolução de problemas reais. Tem como foco a tomada de decisões, aplica conceitos e métodos de outras áreas científicas para concepção, planejamento ou operação de sistemas para atingir seus objetivos. Possui um conjunto de técnicas matemáticas e lógicas empregadas na formulação e decisão sobre um problema, objetivando determinar o melhor aproveitamento dos recursos disponíveis, usualmente escassos. Várias são as técnicas utilizadas, tais como: programação linear, programação não-linear, programação em redes, programação dinâmica, programação inteira, otimização combinatória, teoria de filas, teoria de decisão, simulação de sistemas, mapeamento cognitivo, dentre outras.

A PO tem, portanto, como seu grande objetivo a proposição de métodos que visem auxiliar aos indivíduos e organizações em sua tomada de decisão (MONTIBELLER NETO, 2001).

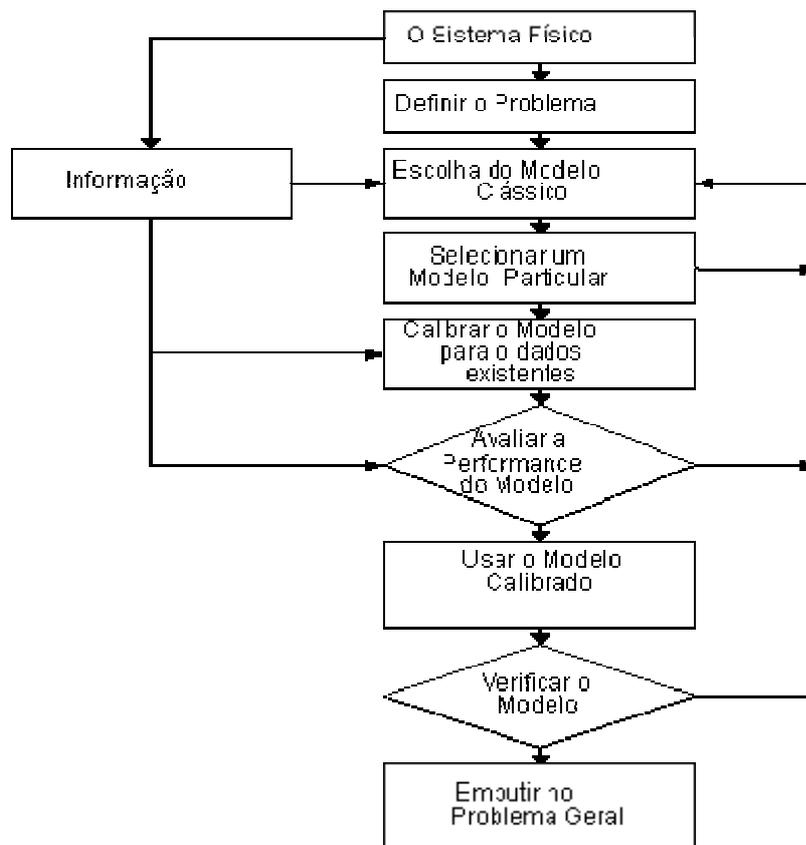
O seu emprego justifica-se como um procedimento de auxílio naqueles processos cuja finalidade é a tomada de decisão e o planejamento. As etapas que constituem o processo de aplicação incluem (PERIN FILHO, 1995 apud BARP, 1999):

- Estudar o problema;
- identificar o sistema;
- construir o modelo;
- obter a solução a partir do modelo;
- operacionalizar a solução, e
- realimentar.

As etapas típicas de modelagem, segundo Dooge (1981), são resumidas na Figura 6.

---

<sup>10</sup> Outras terminologias: Operational Research (Europa); Operation Research (EUA); Management Science; Decision Sciences, e Quantitative Analysis for Management.

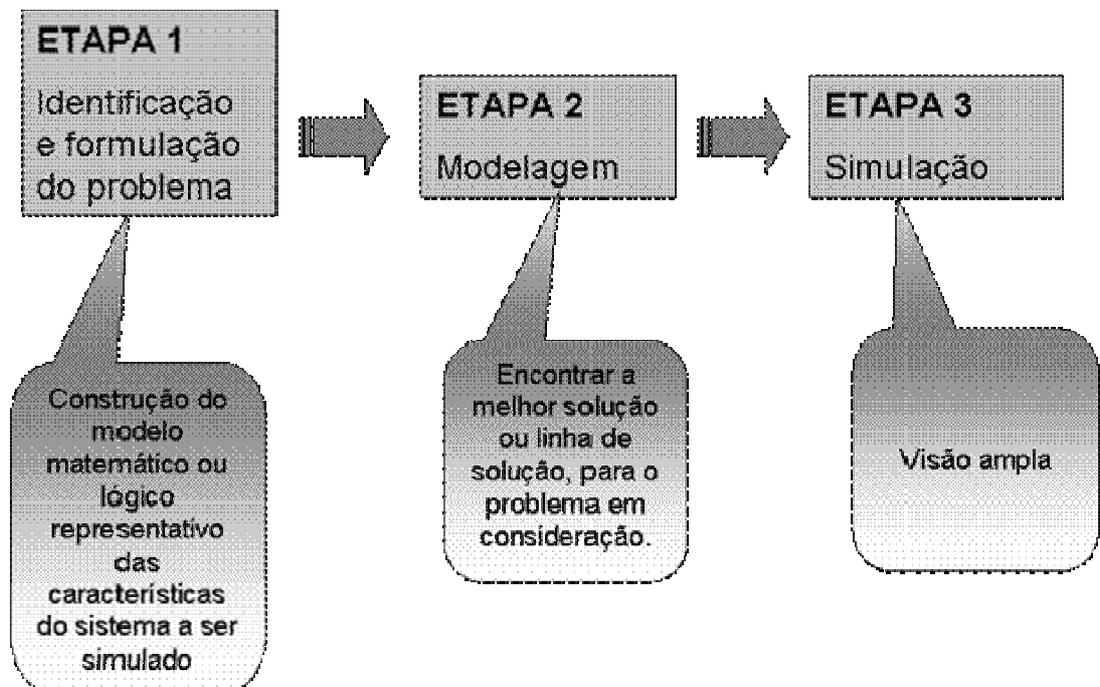


**FIGURA 6** - Metodologia Sugerida para Selecionar um Modelo

A PO começou a ser desenvolvida na Inglaterra, durante o episódio da segunda guerra mundial, de modo a auxiliar as operações militares diante dos complexos problemas táticos e operacionais. O sucesso na área militar logo despertaria o interesse do setor produtivo, proporcionando o rápido desenvolvimento das metodologias a partir daí. No final dos anos 50 técnicas de programação linear e programação dinâmica já estavam bastante evoluídas principalmente com o avanço na área da informática. Desde então a PO tem sido utilizada em larga escala nas mais variadas atividades e setores, sendo observados não apenas os casos de pleno sucesso, mas também frustrações quanto aos resultados esperados.

O nome pesquisa operacional foi mantido, apesar da sua ampliação quanto ao uso, sendo hoje aplicada às engenharias de produção de recursos hídricos, administração pessoal, análise financeira, planejamento de projetos dentre outras. Hiller e Liebermann (1990, apud ALBUQUERQUE, 2001), entendem que a pesquisa operacional está preocupada com a otimização do processo de tomada de decisão e na modelagem de sistema determinístico ou

estocástico oriundo da vida real. De acordo com Albuquerque (2001), pode ser melhor entendida através da descrição de algumas de suas principais características (Figura 7). Primeiramente é um método científico. O processo se inicia pela cuidadosa identificação e formulação do problema seguido da construção de um modelo matemático que representa as características mais importantes do sistema para a finalidade proposta. Em segundo lugar, a pesquisa operacional está preocupada em achar a melhor solução, ou linha de ação, para o problema em consideração ao invés de identificar apenas uma solução viável que melhore o *status quo*. Terceiro é a sua visão ampla. Geralmente um problema prático envolverá uma equipe multidisciplinar para resolver.



**FIGURA 7** – Etapas da Pesquisa Operacional

## 4.2 Sistema e Modelo

Devido a crescente preocupação com a disponibilidade hídrica em todo o planeta, os problemas relacionados com a Engenharia de Recursos Hídricos vêm se tornando cada vez

mais complexos, exigindo dos profissionais que tratam do assunto um aprofundamento no estudo desses problemas e a busca de novas técnicas capazes de dar suporte às decisões relacionadas com a infra-estrutura hídrica aos gestores desses recursos.

Evsukoff e Ebecken (2003) entendem recursos hídricos como uma área de desenvolvimento interdisciplinar onde atuam profissionais de diversas áreas de conhecimento. A Engenharia de Recursos Hídricos visa de uma forma geral, promover a “alteração dos padrões qualitativos e quantitativos das disponibilidades de água de forma a adequá-los aos padrões qualitativos e quantitativos das demandas hídricas” (PORTO, 1997). Estas alterações dizem respeito às adequações entre a demanda e a disponibilidade de água, ou seja, a solução para a satisfação das demandas. Esta busca em atingir o equilíbrio pode levar à procura de água em locais onde a mesma esteja disponível, seja no subsolo ou na superfície. Existem ainda os casos onde o problema surge pelo seu excesso, no caso das enchentes, onde a solução pode vir com a decisão de serem construídos canais, bueiros, estruturas de desvio, estruturas de controle de nível - o caso das comportas ou bacias de acumulação, como os reservatórios<sup>11</sup> conhecidos também como “piscinões” - de modo a conduzi-la ou mantê-la em locais estrategicamente apropriados.

Os problemas são definidos, em geral, como a distância existente entre o estado desejado e o estado atual. Smith (1989 apud MONTIBELLER, 1996) considera que “um problema é uma situação indesejável que é significativa e pode ser resolvida por algum agente, ainda que provavelmente com dificuldade”, ou seja, a desarmonia entre a realidade e as preferências do observador. Pode ser definido como sendo uma situação onde alguém deseja que algo seja diferente de como se apresenta, embora não esteja muito seguro de como obtê-lo (EDEN, 1983 apud MONTIBELLER, 1996). A importância dada ao problema está implícita no fato deste estar contextualizado de tal maneira que ele pode ser considerado como um problema complexo, os quais necessitam de um grande esforço de estruturação, sendo, portanto os que mais se beneficiam com a utilização do mapeamento cognitivo como ferramenta. A análise de sistemas de recursos hídricos vem ao encontro do interesse em proporcionar as soluções a esses complexos problemas, através da abordagem sistêmica e do uso das técnicas computacionais agregadas à modelagem matemática. Esta abordagem,

---

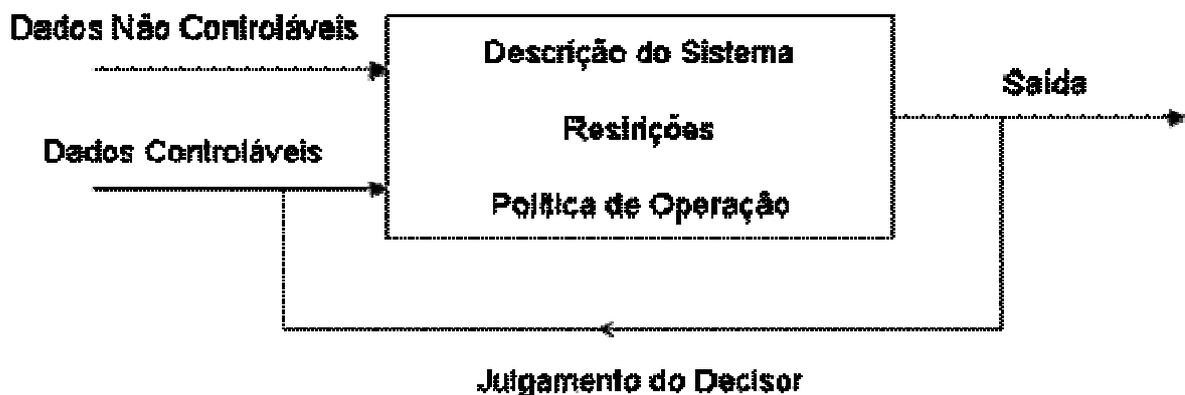
<sup>11</sup> Os reservatórios ou bacias de acumulação são estruturas especiais empregadas em sistemas de macrodrenagem preferencialmente urbanas consideradas nas simulações de redes através de modelos hidrodinâmicos (EVSUKOFF; EBECKEN, 2003).

segundo Lanna (1997a), está relacionada à abstração ou mesmo à simplificação de um problema complexo de tal maneira que sejam mantidas apenas as informações mais relevantes para a sua solução.

Neste processo de definição do problema é importante determinar como os mesmos devem ser representados, quais os elementos que devem ser considerados e quais são os relacionamentos existentes entre eles. Smith (1989 apud MONTIBELLER, 1996) ressalta a importância em serem incluídos os elementos e os relacionamentos mais importantes, excluídos os detalhes desnecessários sem perder, contudo, as informações mais relevantes.

A este conjunto de elementos físicos ou abstratos, funcionalmente interligado para servir a um ou mais propósitos, denomina-se de sistema. Este conceito é exemplificado melhor na razão pela qual um reservatório projetado para um sistema de abastecimento de água tem por objetivo não somente armazenar água, mas também provê-la na quantidade e qualidade compatíveis com a sua destinação principal que é o abastecimento público, dentro de certo grau de confiabilidade (PORTO; AZEVEDO, 1997).

Na Figura 8 a seguir está apresentada uma das representações clássicas da estrutura de um sistema, para uma simulação referente ao dimensionamento ou operação de reservatórios.



**FIGURA 8** - Representação esquemática de um sistema (AZEVEDO; PORTO; ZAHED FILHO, 1997).

A partir desta estrutura identificamos os seguintes elementos:

- Entrada: os elementos que são interpostos no sistema, como as variáveis controláveis e as não controláveis ;
- Processos: todos os elementos necessários a converter os elementos de entrada no resultado final do sistema;
- Saída: o produto final das transformações, ou seja, os objetivos do sistema.

Nesta estrutura aparece o mecanismo da realimentação, destinado geralmente a corrigir ou otimizar o desempenho do sistema.

Em sistemas de recursos hídricos é usual que as variáveis de entrada sejam elementos sobre os quais não se tem o poder de manipulação, como as vazões, precipitações e outras de natureza climática, pertencentes, portanto, ao ambiente.

Sob este aspecto, Barp (1999), referindo-se a Perin Filho, define sistema como sendo um “conjunto estruturado de componentes que interagem de modo regular entre si e com o meio ambiente, satisfazendo a certas restrições ambientais provenientes da escassez de recursos, para atingir determinados objetivos”.

Nenhum sistema, entretanto, pode ser considerado isolado de seu ambiente, ou seja, todos aqueles elementos que apesar de influenciarem de forma significativa o desempenho do sistema não fazem parte das entradas, dos processos e nem das saídas. Nestes sistemas é muito comum que os elementos constituintes da entrada sejam compostos por variáveis que não se têm o poder de manipulação, como as vazões, as precipitações e as variáveis climáticas pertencentes ao ambiente. O analista diante disto limita-se a “descrever estas variáveis em termos probabilísticos, avaliando, porém o impacto da incerteza a elas associadas no restante do sistema” (PORTO; AZEVEDO, 1997). O uso de técnicas probabilísticas, entretanto, não só torna a análise do sistema mais complexa como também dificulta a tomada de decisões.

A representação simplificada de um sistema real que se deseja analisar é definida, segundo Evsukoff e Ebecken (2003), como modelo. Os modelos devem ser vistos como ferramentas de compreensão dos fenômenos e de decisão sobre alterações dos sistemas que se analisam (AZEVEDO; PORTO; ZAHED FILHO, 1997). Esses fenômenos, muitas vezes

complexos, exigem sua simplificação para que seja iniciado o processo para sua modelagem. Tais simplificações, que usualmente são realizadas através de relações matemáticas ou lógicas, servem para que possamos adquirir mais conhecimentos sobre como o sistema em análise se comporta. Através da simplificação, entretanto, há naturalmente o prejuízo da representatividade que se levada a níveis inadequados pode comprometer a utilização do modelo para os fins esperados.

Essas representações podem ser classificadas de acordo com algumas características dos sistemas reais que se deseje construir um modelo, e estão dispostas no quadro a seguir:

**QUADRO 2 - Classificação dos Modelos**

Categories		Classificação dos Modelos	Características
Segundo a natureza de conhecimento	a	Modelos do conhecimento (ou analítico)	O comportamento do sistema é descrito a partir das leis fundamentais da física
		Modelos de comportamento (ou de entrada e saída)	O comportamento do sistema é descrito diretamente através da observação dos dados de entrada e saída
Segundo a natureza da informação	a	Modelos determinísticos	Onde a saída correspondente a uma determinada entrada pode ser reproduzida
		Modelos estocásticos	Nos quais o comportamento do sistema depende de fenômenos aleatórios, ocorrendo tanto na entrada como na saída assim como internamente ao sistema
Segundo a representação do tempo	a	Modelos estáticos	A saída depende apenas do valor de entrada em um determinado instante
		Modelos dinâmicos	A saída um determinado instante depende de relações temporais entre as variáveis do sistema

Segundo o tipo de relações	Modelos lineares	As relações presentes no modelo são <i>lineares</i> <sup>12</sup>
	Modelos não-lineares	As relações presentes no modelo são <i>não-lineares</i>

Fonte: Adaptado de EVSUKOFF; EBECKEN, 2003.

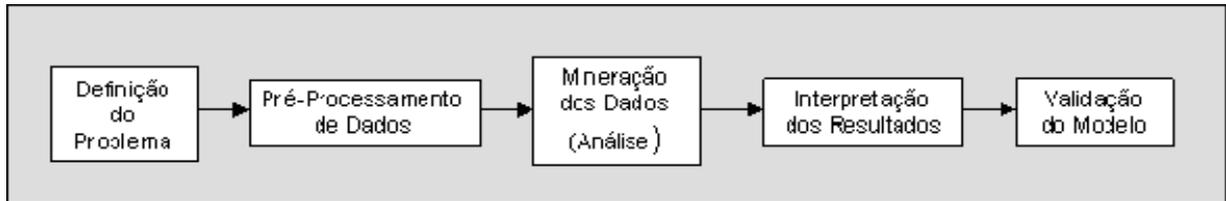
O programa computacional Decision Explorer, empregado neste trabalho, proporciona ao usuário a utilização de modelos qualitativos de comportamento, por sua própria característica. Este programa possui um algoritmo para o pré-processamento dos dados que serão posteriormente analisados e interpretados pelo usuário.

O pré-processamento é uma das fases do processo de extração de informações a partir de uma base de dados, também conhecido como Knowledge Discovery in Databases – KDD, ou Extração de Conhecimento em Base de Dados<sup>13</sup>, que envolve as seguintes etapas, segundo Evsukoff e Ebecken (2003) mencionando Fayad et al. (Figura 9):

- Definição de Problema: é o entendimento do domínio da aplicação e dos objetivos finais a serem atingidos;
- Pré-processamento de Dados: etapa posterior à definição do domínio sobre o qual se pretende executar o processo de descoberta, visando selecionar, coletar e adequar os dados ou variáveis necessárias aos algoritmos;
- Mineração de Dados (ou Análise): também conhecido como Data Mining, esta etapa começa com a escolha dos algoritmos a serem aplicados, que por sua vez dependem fundamentalmente do objetivo central do processo de extração de conhecimento;
- Interpretação: etapa final onde os resultados do processo de descoberta do conhecimento devem sofrer uma análise criteriosa, a partir das diversas formas como são mostrados, a fim de poder identificar a necessidade ou não de retornar a qualquer um dos estágios anteriores do processo de Extração de Conhecimento.

<sup>12</sup> O termo linear refere-se à necessidade de haver relações lineares entre as variáveis trazidas pelas equações que descrevem o problema (BARBOSA, 1997).

<sup>13</sup> A Extração de Conhecimento em Base de Dados é o processo de extrair informações válidas, previamente desconhecidas e de máxima abrangência a partir de grandes bases de dados (EVSUKOFF; EBECKEN, 2003).



**FIGURA 9** - Representação esquemática de uma modelagem

Os modelos podem obedecer ainda outras formas de classificação, quanto às escalas temporais e espaciais. No primeiro caso os modelos podem ser definidos como uma combinação de dois intervalos de tempo, sendo um deles utilizado para cálculos de entrada e internos e o outro é aplicado à saída e a calibração do modelo. Seguindo esta classificação, os modelos podem ser conceituados, segundo Barp (2001), como:

- Tempo contínuo ou baseado em evento;
- diários;
- mensais e,
- anuais.

Quanto à classificação baseada na escala espacial, os modelos podem ser aplicados para bacias pequenas, de tamanho médio e grande. Dentre as classificações existentes com relação ao tamanho da bacia, Singh (1995 apud BARP, 1999) considera pequenas bacias como sendo aquelas de área menor ou igual a 100 km<sup>2</sup>, para áreas compreendidas entre 100 a 1.000 km<sup>2</sup> seguem classificação de bacias médias, e aquelas com áreas maiores que 1.000 km<sup>2</sup> são denominadas de grandes bacias.

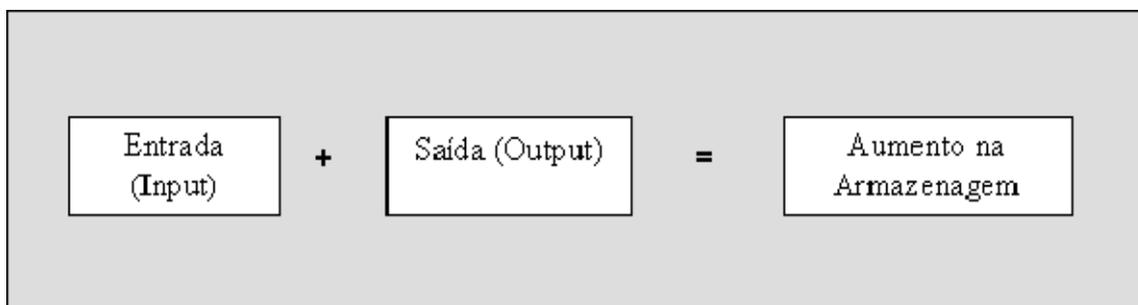
Freqüentemente, os modelos aplicados a bacias são identificados com base no uso pretendido, tais como modelos de planejamento, modelos de gerenciamento e modelos de previsão. As técnicas matemáticas implementadas na resolução destes modelos constituem-se em métodos numéricos, de otimização e estatísticos, e de geoprocessamento.

A modelagem constitui um procedimento que envolve um conjunto de técnicas, que tem por finalidade compor um quadro simplificado e inteligível do mundo, ou seja, compor uma abstração da realidade em função das concepções do mundo.

Modelos, sob essa ótica, surgem como sendo a configuração de hipóteses e enunciados, como procedimento que se integra na metodologia científica, podem ainda assumir a formulação quantitativa e qualitativa, expressa em termo lógicos ou matemáticos, e referem-se aos objetivos descritivos ou declarativos.

Christofolletti (1999) classifica os modelos qualitativos sob três aspectos, que não são mutuamente exclusivos:

- modelos de caixa preta assim denominados por relacionarem as previsões das variáveis resultantes (saídas), com base nas variáveis de entrada sem, explicitamente, enunciarem quais são as relações existentes;
- modelos baseados nos balanços de massa e de energia, que são aplicados a sistemas ambientais<sup>14</sup> que funcionam como sistemas abertos, recebendo, transformando e transferindo as variáveis de entrada de matéria e energia. Os balanços de massa e energia por sua vez podem ser expressos na forma de uma equação de armazenamento, onde a mais familiar seja a proposta para o contexto hidrológico (Figura 10);



**FIGURA 10** - Modelo baseado nos balanços de massa e energia

- modelos de direcionamento estocástico ou determinístico, como já foram descritos anteriormente, dependem basicamente da natureza das informações tratadas. O modelo determinístico, por exemplo, pode prever o escoamento de um curso d'água com base nas seqüências de precipitações. Na necessidade

<sup>14</sup> Os sistemas ambientais representam as entidades organizadas na superfície terrestre, de modo que a espacialidade se torna uma das suas características inerentes (CHRISTOFOLETTI, 1999)

de se estabelecer precipitações aleatórias a partir das suas distribuições se faz necessário um modelo estocástico.

O dado qualitativo é por sua vez a representação simbólica atribuída a manifestações de um determinado evento qualitativo, de acordo com Pereira (2001). Trata-se, portanto da estratégia de classificação de um fenômeno aparentemente imponderável que, fixando premissas de natureza ontológica<sup>15</sup> e semântica<sup>16</sup>, instrumentaliza o reconhecimento do evento, a análise de seu comportamento e suas relações com outros eventos. É também uma forma de quantificação do evento qualitativo que normatiza e confere um caráter objetivo à sua observação. Nesse sentido, constitui-se em alternativa à chamada pesquisa qualitativa, que também se ocupa da investigação de eventos qualitativos, mas com referenciais teóricos menos restritivos e com maior oportunidade de manifestação para a subjetividade do pesquisador.

Valem ressaltar que assim como as pesquisas qualitativas não estão isentas de quantificação, as pesquisas quantitativas prescindem de raciocínio lógico. Trata-se de alternativas metodológicas para pesquisa e a denominação qualitativa ou quantitativa não delimita para um ou outro objeto qualitativo e quantitativo, nem tampouco paradigmas científicos. Ambas podem interessar-se por qualquer objeto, a identidade de cada uma expressando-se no campo dos métodos e não dos objetos.

### **4.3 Metodologia Informacional**

O termo metodologia<sup>17</sup> informacional é aplicado nas ciências sociais, computacionais e hídras, para designar instrumentos e técnicas que são formadas por teorias materializadas em ato, por ferramentas metodológicas, que amplificam, exteriorizam e modificam funções cognitivas humanas<sup>18</sup>: memória, como bancos de dados, hiperdocumentos, arquivos digitais

---

<sup>15</sup> Parte da filosofia que trata do ser enquanto ser, isto é, do ser concedido com tendo uma natureza como que é inerente a todos e a cada um dos seres.

<sup>16</sup> Estudo da evolução do sentido das palavras através do tempo e do espaço.

<sup>17</sup> Por metodologia, entende-se como sendo o estudo dos métodos, especialmente dos métodos das ciências.

<sup>18</sup> A função cognitiva diz respeito ao fato de as atitudes permitirem que os indivíduos simplifiquem a complexa rede de informações ambíguas que provêm de seu meio ambiente e as interprete de forma coerente, suprimindo,

de todos os tipos, imaginação, percepção, raciocínios ou ainda a modelização de fenômenos complexos (LEVY, 1999 apud TAVARES DOS SANTOS, 2001).

A metodologia informacional consiste, portanto num conjunto de ferramentas que exploram ao máximo as informações existentes, podendo, segundo Orford et al. (1999 apud TAVARES DOS SANTOS, 2001), ser usada dentre outras formas:

Na montagem das bases de dados, através de programas de arquivo, gerenciamento e de busca qualificada de informações;

- na análise e explanação de variáveis (questionários, surveys e sondagens de opinião) e,
- no estudo de caso – estratégia de pesquisa que considera uma unidade social como um todo, apreendendo a multiplicidade de suas dimensões numa perspectiva histórico-genética, supondo a observação direta e sistemática – ao registrar os materiais de campo, transcrever entrevistas semidiretivas, diários de pesquisa ou colher referências de fontes secundárias.

Justifica-se a aplicação de metodologias informacionais por representarem uma poderosa ferramenta para análise de documentos do tipo anais de congresso, relatórios de organizações, imagens digitalizadas, gráficos, áudio, dados em vídeo, dentre outros, apresentando, portanto, a grande inovação que é a “possibilidade de testar e relacionar hipóteses” (TEIXEIRA; BECKER, 2001), utilizando material qualitativo, privilégio até então da pesquisa quantitativa, o que deste modo contribuirá, de forma bastante significativa, para o planejamento e gestão das águas, sobretudo, em um âmbito de conflitualidade urbana em uma bacia hidrográfica.

Os métodos<sup>19</sup> informacionais, de uma maneira geral, consistem na organização dos procedimentos para a gestão de projetos, através de ferramentas computacionais, a fim de que se obtenha um melhor aproveitamento do trabalho a partir de uma quantidade significativa de

---

assim, a necessidade humana de ter um conhecimento estável e organizado a respeito do ambiente (EAGLY & CHAIKEN, 1993). Assim, por exemplo, os indivíduos tendem a manter atitudes favoráveis às pessoas desconhecidas que andam de terno e gravata, por acreditarem que elas exibem um grau de instrução mais elevado, sendo, portanto mais indicadas para se pedir uma informação na rua. Tal atitude serve assim para abreviar o tempo que a pessoa levaria para escolher alguém na rua para pedir informações, isto é, simplifica a ação de pedir informações a todas as pessoas que passam (MAROT, 2004).

base de dados disponível, resolvendo assim “o problema do acesso à informação” (TAVARES DOS SANTOS, 2001).

Através dessa nova tecnologia informacional, pesquisadores poderão testar e gerar novas hipóteses, a partir de modelos computacionais que simularão o que acontece nas sociedades e nos mais diversos tipos de sistemas, em variadas situações hipotéticas, a fim de buscar decodificar estruturas e ações coletivas e, desta maneira, descobrir regras localizadas que geram esses fenômenos. “Os modelos são baseados em observações de comportamentos e em dados empíricos registrados através de observações de muitos casos tanto em termos qualitativos quanto quantitativos” (DWYER, 2001).

O objetivo da utilização do modelo qualitativo, através da aplicação de metodologia informacional na área de recursos hídricos, é entender os aspectos de políticas públicas e sociais, e não somente os aspectos hídricos da bacia hidrográfica, indispensáveis na tomada de decisão diante de um cenário de conflitualidade observado quanto aos usos múltiplos desses recursos. É diante deste cenário que o presente trabalho se volta para a aplicação de um programa computacional utilizando técnicas e ferramentas que auxiliem na tomada de decisão, através da modelagem qualitativa dos processos indicadores de conflitos decorrentes dos usos múltiplos da água, possibilitando assim a descrição das medidas estruturais e não-estruturais existentes e, conseqüentemente, a indicação das possíveis soluções mediadoras para os conflitos ali identificados.

Para viabilizar este procedimento e sua inter-relação é que o software de análise de dados qualitativo, o Decision Explorer foi empregado, o qual apresenta a vantagem de expressar através da economia de tempo e de custo, a possibilidade de explorar de forma acurada o relacionamento entre os dados, e por outro lado, as vantagens em termos de uma estrutura formal que auxilia na construção conceitual e teórica dos dados. Assim, poderemos construir uma análise de todo o material bibliográfico resgatado e das entrevistas realizadas, a partir de uma codificação estabelecida pelas categorias definidas como prováveis conflitos existentes – conflito de destinação de uso, conflito de disponibilidade qualitativa, conflito de disponibilidade quantitativa.

---

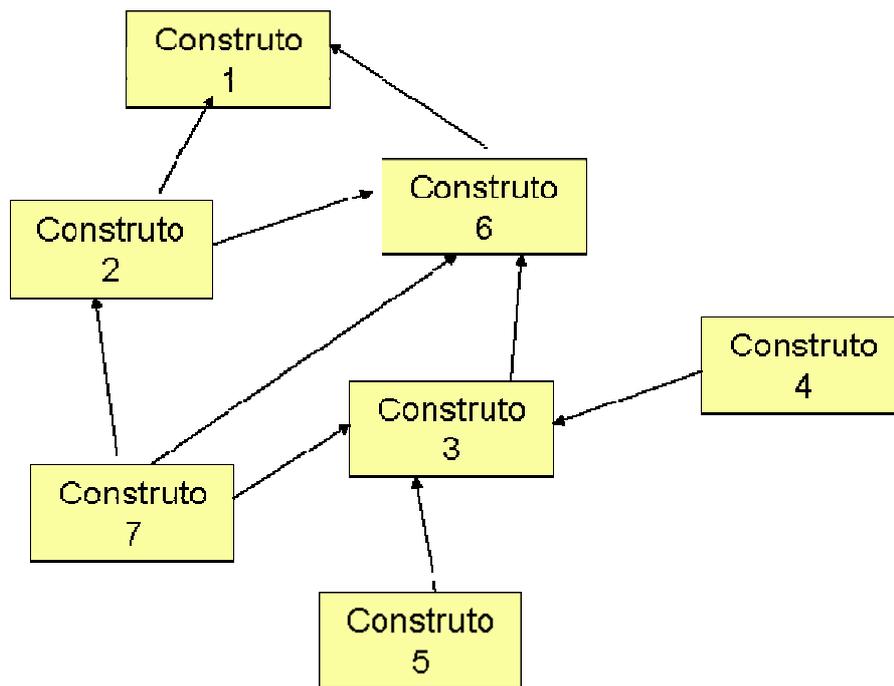
<sup>19</sup> Método é o caminho ou modo de proceder pelo qual se atinge um objetivo; ou ainda, segundo o Dicionário Aurélio, pode ser definido como sendo o processo que regula previamente uma série de operações que se devem realizar, apontando erros evitáveis em vista de um resultado determinado.

### ***4.3.1 Métodos de Mapeamento para Estruturação de Dados Qualitativos - QDS***

Existem quatro diferentes métodos de mapeamento de representação de conhecimento, a saber: Mapeamento Mental (Mind Mapping), desenvolvido preliminarmente por Tony Buzan (BUZAN, 2003); Mapeamento Conceitual (Conceptual Mapping), cuja autoria é de Joseph Novak (ISAACS, 2003); Mapeamento Cognitivo (Cognitive Mapping), idealizado por Colin Eden - com David Sims e Sue Jones e mais tarde com Fran Ackermann. (EDEN e ACKERMANN, 2002), e Mapeamento Coloquial (Dialog Mapping), desenvolvido por Jeff Conklin (COGNEXUS INSTITUTE, 2003). Cada um destes métodos fornece uma estrutura de dados qualitativos (idéias) e possuem características distintas. Qualquer um destes métodos pode ser do interesse e do uso dos indivíduos e dos grupos de investigadores que necessitem estruturar seu próprio pensar sobre um projeto ou que desejem usar um dos métodos para obter novas introspecções em seus dados da pesquisa.

#### **a) Mapeamento cognitivo**

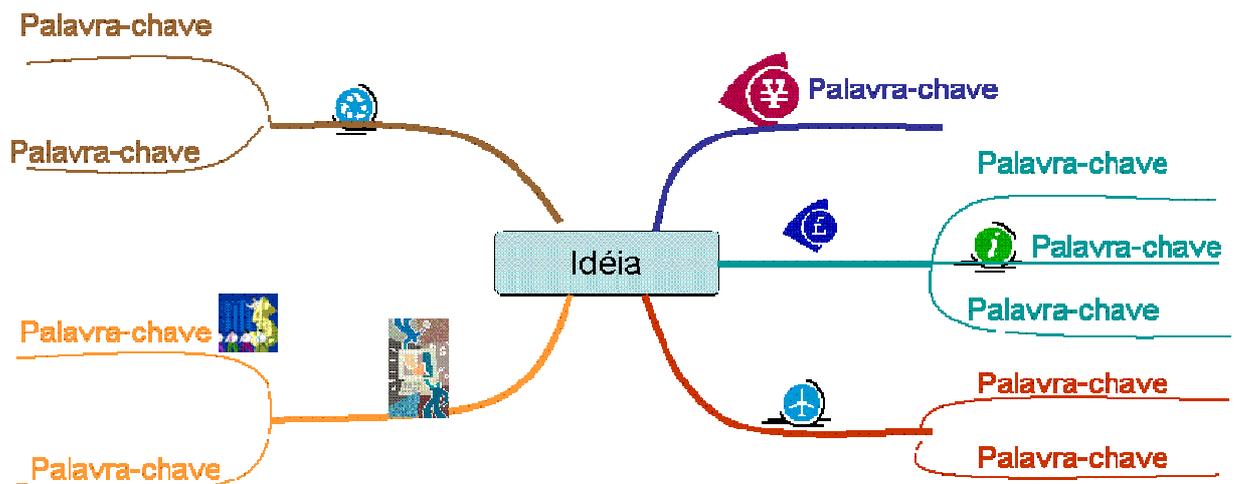
É definido como um processo composto de uma série de transformações psicológicas pelas quais um indivíduo adquire, codifica, armazena e decodifica informações sobre as localizações e o atributo relativo aos fenômenos em seu ambiente espacial diário. (Figura 11)



**FIGURA 11** - Mapa cognitivo

b) Mapeamento mental

Um mapa da mente consiste em uma idéia central (expressa na forma de uma imagem ou de palavras e de um retrato) as quais irradiam aquilo que relacionam à estrutura central da idéia. A estrutura é dentrítica (tal como uma árvore), geralmente com ramificações (braços) de tamanho decrescentes - "cheios" em torno do centro e mais fino para a periferia. O mapa é uma estrutura radial organizada em palavras-chaves e das imagens emanando uma figura central (idéia ou tópico). Um pequeno número de "ramos" internos radia para fora em número superior de "ramos" exteriores (Figura 12).



**FIGURA 12** – Mapa mental

### c) Mapeamento coloquial

Mapeamento coloquial (ou do diálogo) possui estrutura "baseada em pergunta" de mapeamento das idéias. A gramática da Edição-Baseada na Estruturação da Informação (IBIS) consiste em perguntas, em idéias, e em argumentos. As idéias ligam às perguntas, argumentos ligam às idéias. Os argumentos podem ser pros (somadas) ou contra (subtração). O tipo da ligação, melhor que o tipo de nó, especifica se as idéias estão classificadas como pros ou contras. O tipo do nó é simplesmente "argumento", porque os argumentos podem ser pros ou contra dependendo do contexto. Com uma mudança do contexto um nó (argumento) que suporte previamente uma idéia (um pro) pode mudar para opô-la (transformado um contra) (Figura 13).

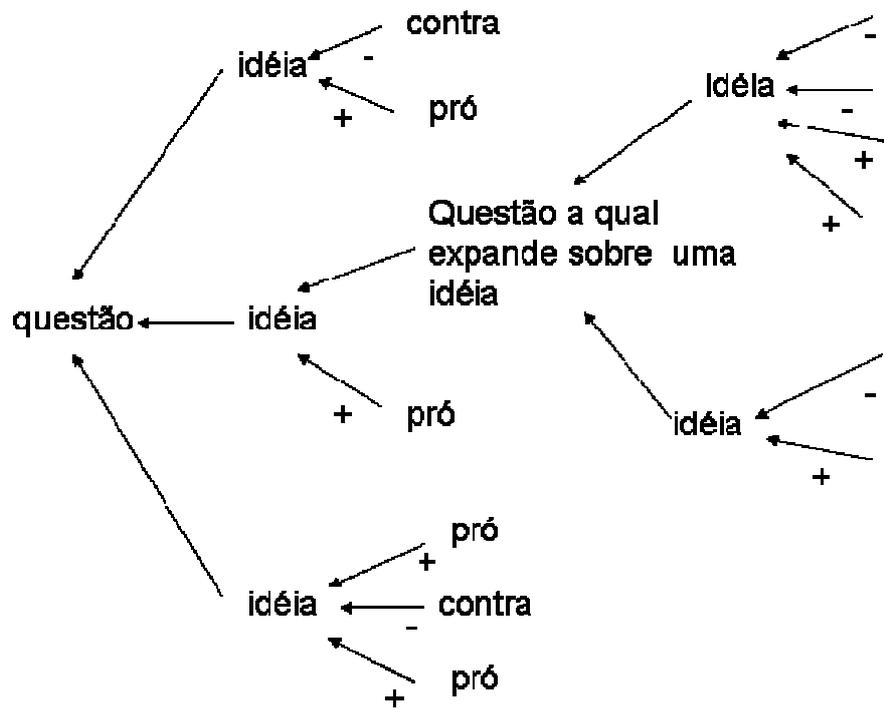


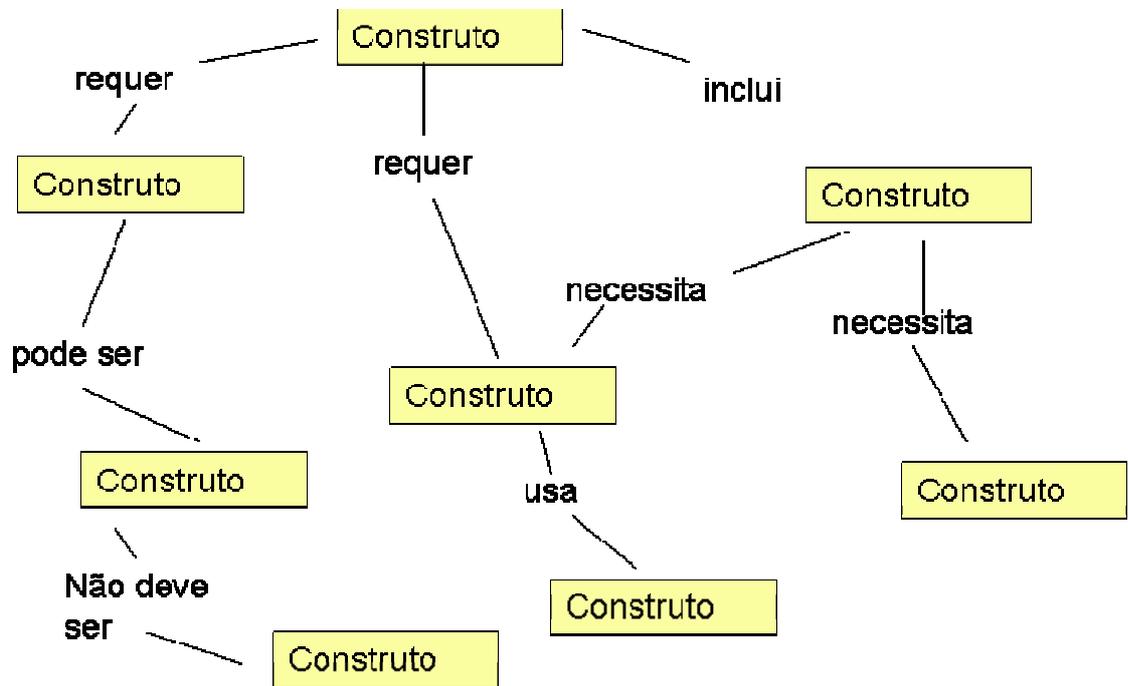
FIGURA 13 - Mapeamento coloquial

#### d) Mapeamento conceitual

Por meio do mapeamento conceitual é possível ilustrar a estrutura cognitiva de um indivíduo, ou de um grupo, sobre um dado assunto, como os conceitos são representados, relacionados e diferenciados. Dessa forma, o mapeamento conceitual apresenta-se como uma potente técnica para diferentes finalidades: construção de rede relacional para hipertextos ou hipermídias, recurso de aprendizagem, instrumento de avaliação, metodologia de análise de projetos, dentre outros.

Os mapas conceituais são compostos de "conceitos" e de expressões dos relacionamentos entre conceitos (estes relacionamentos são conhecidos como "proposições"). Um conceito é a rótulo dado "a uma idéia de uma classe das coisas" ou "de uma regularidade percebida nos fenômenos" (freqüentemente, mas nem expressado necessariamente como uma única palavra). Uma "proposição" é uma indicação ou uma afirmação, composta de dois ou

mais conceitos com as palavras ligando, apresentando a proposição como uma indicação significativa (Figura 13).



**FIGURA 14** – Mapa Conceitual

O Quadro 3 apresenta um resumo das características dos quatro métodos acima citados.

**QUADRO 3** - Resumo das características dos métodos de mapeamento das idéias

Mapeamento mental	<p>Uma idéia central cercada por uma rede radiante de idéias associadas.</p> <p>Hierárquico - do genérico para o centro.</p> <p>Associativo - as ligações são associativas, isto é, esta idéia são associada com ou parte da idéia super-ordenada mas a natureza do relacionamento não é expressada.</p> <p>Objetivo estruturado não inerente - visa ajudar a identificar todos os fatores associados com um assunto mas não (necessariamente) focalizando em resultados.</p>
-------------------	---

	<p>Ação orientada não inerente.</p> <p>Não é baseada na pergunta</p>
Mapeamento conceitual	<p>Rede multi-direcional das idéias (apresentada geralmente como estruturas com a maioria das idéias, mas pode ser representada como um “ciclo” com um conceito central e com uma rede radiante dos conceitos).</p> <p>Hierárquico - do genérico (no alto) ao específico (na base) da hierarquia.</p> <p>Relacional - as ligações podem ser usadas para expressar todas as formas do relacionamento entre conceitos, identificado pelo construtor do mapa.</p> <p>Objetivo estruturado não inerente - ajuda a identificar todos os fatores associados com um assunto mas não focalizando sobre os resultados.</p> <p>Pode ser a ação orientada, mas não tão inerente.</p> <p>Pergunta não é explicitamente baseada – por exemplo: ‘Qual o relacionamento entre este conceito e esse conceito?’”</p>
Mapeamento cognitivo	<p>Rede multi-direcional das idéias - (número geralmente pequeno das idéias-objetivo mais “acima” - com um amplo corpo suportando as idéias “de abaixo”).</p> <p>Hierárquico - do genérico (no "alto" do mapa) ao específico (na base) da hierarquia.</p> <p>Causal - todas as ligações estão na forma de “podem conduzir a”.</p> <p>Objetivo estruturado - objetiva dispor convenientemente uma estrutura da meta em resultados desejáveis/indesejáveis.</p> <p>Objetiva especificamente ser uma “ação orientada” - conceitos com um verbo na forma imperativa.</p> <p>Questões baseadas não explicitamente - a questão baseada em um "escalonamento" de forma linear acima e abaixo do argumento no mapa - é conseguida perguntando “por quê?” (tipo de perguntas para obter resultados) e “como?” (tipo de perguntas para extrair possibilidades de eventos).</p>
Mapeamento coloquial	<p>Rede dentríca (em forma de árvore) com a “questão semeada” - construída da esquerda para a direita.</p>

	<p>Não hierárquico – questões, idéias e argumentos são neutros.</p> <p>Relacional - com cinco categorias de relacionamentos definidos – “respondem a”, “suportes/objetos”, “expande em”, “especializa-se” e “desafia”.</p> <p>Objetivo estruturado não inerente - nivelamento não visa a estrutura do objetivo, mas aponta solução de problema.</p> <p>Ação não orientada</p> <p>Questão baseada</p>
--	--

Fonte: adaptado de Brightman, 2003

Estes métodos tendem a dar forma ao corpo principal do trabalho em estudos que utilizam dados qualitativos em suas análises. Por exemplo, um projeto de Análise de Dados Qualitativos (ADQ) pode envolver uma série das entrevistas ou grupos focais, a partir dos quais a informação é gravada e transcrita, e então “codificadas” em várias categorias. As conclusões são então extraídas e as teorias são construídas em torno dos dados codificados. Mapeando a estrutura das idéias, sejam elas as do investigador sobre um projeto ou as dos objetivos da pesquisa, trata-se, geralmente, de uma pequena parte de tais estudos de ADQ.

No mapeamento causal Miles e Hubermann, citados por Brightman (2003), observaram que:

“a visão convencional é que os estudos qualitativos são somente bons para investigações exploratórias, para desenvolvimento de hipóteses - e que explicações fortes, incluindo as atribuições causais, podem ser derivadas somente com os estudos quantitativos”.

O resultado desta observação é que os investigadores não parecem explorar o uso de métodos de mapeamentos (particularmente os causais), para seu próprio uso ou como parte de seu estudo. Há, entretanto, diversas idéias bem estabelecidas de mapeamento de métodos para estruturação de dados qualitativos (QDS – Qualitative Data Structuring). Estes métodos oferecem estruturas diferentes para organizar idéias e fornecer a introspecção em dados qualitativos. Como pode ser do uso do investigador em organizar seu próprio pensar, mapeamento de idéias pode ser usado para expressar e explorar o relacionamento entre as

diferentes variáveis, para procurar os relacionamentos causais e outros expressados nos dados, e para destacar ações e suas conseqüências.

Apesar de suas origens diferentes estas quatro aproximações do mapeamento das idéias (QDS) são métodos genéricos e podem ser usadas em todo o campo do estudo. Também, um tema comum através da aplicação de todos os métodos é sua utilidade na compreensão e no consenso da construção dentro dos grupos, assim como as sua utilidade como ferramentas para pensar e aprender individualmente. Podem ser usados como "ferramentas de aprendizagem": ajudam pesquisadores a explorar e definir o que é que estão tentando fazer - estruturando seu próprio pensar em vários estágios durante o projeto (do esboçar a planta do projeto, a estruturar o relatório final) ou como "ferramentas exploratórias": ajudam pesquisadores a construir uma representação visual da entrevista ou percepções do grupo de uma origem.

O Quadro 4 apresenta algumas comparações entre a apreciação e os mecanismos os quais suportam os métodos de mapeamento de idéias e aqueles que apóiam o tradicional ADQ.

**QUADRO 4** - Métodos de Mapeamento de Idéias e “Tradicional” ADQ (Análise de Dados Qualitativos)

<b>Método de Mapeamento de Idéias</b>	<b>Método “Tradicional” ADQ (Análise de Dados Qualitativos)</b>
Entrevistador como facilitador e coletor de dados (facilitando a compreensão da entrevista tão bem quanto o entendimento dos pesquisadores) de entendimento dual	Entrevistador como coletor de dados de simples entendimento.
Construção do conceito no tempo da coleta dos dados.	Transcrição literal e então construção do conceito.
Proximidade aos dados através da percepção do objeto da pesquisa e explorando sua compreensão.	Proximidade aos dados tendo por intermédio do acesso a todos os dados coletados para o entrevistador interpretar.
Agenda da entrevista.	Agenda do entrevistador.

Interpretação da entrevista (da situação).	Interpretação do entrevistador sobre o que a entrevista disse sobre a situação.
Diálogo dinâmico e em mudança.	Situação instantânea/estática.
Priorização das idéias.	Gravação das idéias.
O processo é importante para o investigador e cliente (entrevista).	Processo importante para o investigador (familiaridade).
Mapeamento mental e mapeamento conceitual: desenvolvimento baseado na “aprendizagem”. Mapeamento cognitivo e mapeamento coloquial: desenvolvimento baseado na "consultoria" -- meios práticos para uma finalização -- focalizada externamente (ajuda tanto ao entrevistador quanto a entrevista). Cruzando o limite entre o entrevistador e o entrevistado (mediar o objeto).	<p>Pesquisa dirigida - internamente focalizada (ajudando o investigador).</p> <p>Você concederia seu software de DAQ a sua entrevista? Você espera trabalhar com ele? Você explicaria-lhe-ia seu processo de dedução na entrevista? - processo invisível da pesquisa.</p>
Codificar como a aprendizagem - construção do entendimento e conotação da condução.	Idem - a codificação é para a construção teórica.
Processo de pesquisa iterativa.	Processo de pesquisa linear.
Indicação para verificar a importância (por completo) – “reuniões de validação”.	Indicação das conclusões que melhor apontem ao significado.
Contexto rico (lotes das ligações ao redor, lotes do “ins”).	Incidência – muitas citações.
Mapeamentos seguem as ligações do contexto que ele liga, a idéia poderia ser mencionada em todo o estágio na entrevista.	Métodos de "Codifique e recupere" seguem a ordem do contexto (isto é, linhas antes e depois).
Inter-relacionamento das idéias - perspectivas múltiplas, realidades alternadas – registros não-lineares.	Uma realidade - a interpretação do entrevistador.

Estruturando o problema. Representação da complexidade	Simplificação da complexidade.
Compreender/representar a causa e o tempo (fluxos dos eventos).	Não generalidade de um foco.

Fonte: Adaptado de Brightman, 2003.

Neste trabalho, será aplicado o mapeamento cognitivo como método QDS.

### 4.3.1.1 Mapeamento Cognitivo

O desenvolvimento do mapeamento cognitivo foi dirigido por Colin Eden (no campo da pesquisa operacional), trabalhando inicialmente na Universidade de Bath e mais tarde na Universidade de Strathelyde. Baseado na Scholl of Management, a equipe usava técnicas operacionais da pesquisa e modelar matemático para dirigir-se a problemas dos seus clientes. Para aqueles que procuram a ajuda com desenvolvimento da estratégia, os problemas foram fundados em tratar dos dados complexos e desordenados. A equipe observou que a chave para ajudar estes clientes não estava em modelar (matemático) os próprios problemas, mas em estruturar os problemas. A definição de problema estruturar do problema foi vista como as chaves ao sucesso melhor que o uso de uma técnica modelando matemática particular. O foco girou para métodos de fornecer o suporte a decisão e o QDS para o processo da formulação da estratégia. As idéias do psicólogo George Kelly (BOERCEE, 2002) relacionando como nós construímos a informação foram usadas para informar o desenvolvimento da técnica do mapeamento cognitivo, estas idéias que são particularmente importantes ao pensar sobre trabalhar nas equipes - em tentar criar um sentido do compromisso e o acordo à ação, uma maneira comum de interpretar o futuro foi necessária. A teoria de Kelly é organizada em um postulado fundamental e em 11 corolários, determinados elementos dessa teoria foram adotados, a saber a individualidade (individuality), a sociabilidade (sociality), a associação (commonality) e (para solução do problema) os corolários da construção, que de construtos bipolares e a idéia que a opinião está estruturada hierárquica até um sistema de construtos super-ordenados e subordinados.

O conceito de mapas cognitivos originou-se na Psicologia, com o engenheiro Edward Chace Tolman em 1948 em Berkeley, a partir de experimentos com ratos quanto ao seu aprendizado e orientação (TOLMAN, 2002), e eram idealizados como representações de indícios visuais que configuravam o ambiente. Pode ser definido como sendo o 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 ou ainda representações do entendimento que o estrategista tem do ambiente e do setor de atividades em que a organização se insere (BASTOS, 2000 apud STEFANO, 2002). Os mapas envolvem, portanto, conceitos e relações entre conceitos que são utilizados pelos sujeitos para compreender o seu ambiente e dar-lhe sentido.

Nos últimos vinte anos, os mapas têm sido usados em várias áreas do conhecimento, incluindo tomada de decisão (BASTOS, 2004), planejamento estratégico (RIEG e ARAÚJO FILHO, 2004), estudos organizacionais (BASTOS, 2000), gestão do conhecimento (CANDIDO e ARAÚJO, 2004), dentre outros.

O mapeamento aqui adotado será baseado na Theory Personal Construct (TPC) (BOEREE, 2002), versão desenvolvida por Éden e Ackermann (2002). Outra motivação para a aplicação deste mapeamento é que o programa computacional Decision Explorer foi, originalmente, projetado para suportar, de forma particular, esta estrutura.

O mapa cognitivo, neste trabalho, demonstra como os elementos (saneamento, educação ambiental, dentre outros) da bacia hidrográfica do igarapé Tucunduba são categorizados (fatores ambientais: meios físico, sócio-econômico e biológico) indiquem como definição as metas a serem alcançada num horizonte de gestão dos recursos hídricos urbano. Assim, mapeamentos cognitivos seriam uma tentativa de reproduzir, identificar a estrutura mental de um indivíduo em um esquema, onde através deles entendemos os significados e atributos de uma pessoa ou de um determinado grupo de indivíduos. O mapa pode não representar um reflexo real de alguns objetivos, entretanto, funciona como uma excelente ferramenta de apoio para a percepção individual ou coletiva sobre um determinado tema. As linhas de orientação sugeridas estão baseadas no acervo teórico da psicologia cognitiva, a teoria de construção pessoal.

Os mapas cognitivos têm sido utilizados em intervenção organizacional para explorar a visão estratégica de executivos centrais, para compreender o processo de formulação de estratégias e suas mudanças com o tempo, para analisar a interpretação do ambiente (BASTOS, 2000 apud STEFANO, 2002) e entender como, por exemplo, os órgãos gestores públicos e privados identificam vantagens competitivas e empreendedoras. A classificação dos mapas cognitivos segundo o mesmo autor pode ser:

- mapas de identidade, que avaliam atenção, associação e importância de conceitos;
- mapas de categorização: revelando dimensões de categorias e taxionomia (classificação de palavras) cognitivas, e
- mapas causais: revelando influência, causalidade, dinâmica do sistema e argumentação.

Mintzberg et al. (2000 apud STEFANO, 2002) nos revela que um pré-requisito essencial para a cognição estratégica é a existência de estruturas mentais para a organização do conhecimento, como os conceitos, planos e modelos, mas principalmente mapas. Uma representação incorreta é melhor que nenhuma, pois estimula e origina outras maneiras de mapeá-la. De acordo com ele, todos os executivos experimentados levam em suas mentes todos os tipos desses mapas causais ou modelos mentais, como eles são às vezes chamados. E seu impacto sobre o comportamento pode ser profundo, pois pode afetar o estrategista na tomada de decisão organizacional.

Anne S. Huff propõe uma classificação de mapas cognitivos em cinco grupos, não necessariamente independente, resultantes de perspectivas distintas sobre o processo cognitivo e denotando diferentes graus de complexidade (CARRIÇO et al, 2002):

**Grupo 1** - Mapas que fixam a atenção na associação e importância dos conceitos. A idéia subjacente é a de que se pode conhecer relativamente bem o interlocutor se for feita uma análise cuidadosa das palavras que ele usa. Tem como pressupostos básicos, que:

- a frequência de um determinado termo é reflexo da centralidade cognitiva;
- termos relacionados podem ser agrupados segundo temas de importância, que se designaram por famílias (clusters ou conjuntos);
- a mudança de termos pode indicar mudança na atenção;

- a justaposição de termos pode ser tomada como um indicador de conexão mental entre conceitos.

Os resultados da análise de conteúdo (de texto) que substanciam este tipo de mapas funcionam, normalmente, como um ponto de partida expedito para os restantes tipos.

**Grupo 2** - Mapas que mostram dimensões de categorias e hierarquias entre conceitos.

Baseiam-se nos pressupostos de que:

- o pensamento envolve procura e recolha de memória organizada;
- a aprendizagem envolve categorização por modificação ou gênese de novas categorias ;
- significado de um dado conceito surge primeiramente por contraste com outros conceitos.

A principal aproximação a este tipo de mapas baseia-se na Teoria dos Construtos Pessoais (Theory Personal Constructs -TPC) de George Kelly (BOEREE, 2002), tendo sido adotada, entre outras, em áreas de gestão estratégica, compreensão da tomada de decisão e mesmo aquisição de conhecimento. Eden e Ackermann (2002) utilizam esta teoria como o primeiro passo a geração de mapas causais na tomada de decisão.

**Grupo 3** - Mapas focados em relações de causalidade. Estes mapas assumem que:

- as associações causais são a forma mais freqüente pela qual a compreensão sobre o mundo está organizada;
- a causalidade é a primeira forma de explicar os acontecimentos após estes terem ocorrido;
- a escolha entre ações alternativas envolve avaliação causal.

Os mapas causais assumem diferentes graus de complexidade e variadas formas de representação sendo, sem dúvida, a mais apelativa aquela que recorre aos diagramas baseados na estrutura de grafo<sup>20</sup>. Quanto à complexidade esta incide, por exemplo, na quantidade de tipos disponíveis de interligações entre construtos. Outras variantes prevêm a inclusão de níveis incerteza nas relações entre construtos e de pesos de influência. Têm especial interesse, dada a sua aptidão para a modelagem e simulação dos processos de raciocínio, os mapas

causais se suportam (ou dizem suportar) nas Teorias dos Conjuntos Difusos ou Nebulosos (Fuzzy Set Theory) introduzida em 1965 por Lofti A. Zadeh, posteriormente propostas por Kosko (1994), ou mais recentemente por Carvalho e Tomé (2003) e Hodgkinson, Maule e Bown (2004).

**Grupo 4** - Mapas de argumentação estratégica. Como pressupostos básicos assume-se que:

- ao decidir sobre uma determinada ação há que avaliar o peso dos elementos a favor e contra essa via;
- a evidência nem sempre é conclusiva pelo que o estrategista deve procurar o argumento que garanta a ação;
- os desentendimentos num grupo raramente se situam ao nível dos fatos, geralmente geram-se em torno da interpretação e valorização desses mesmos fatos;
- o poder da cognição humana compreende a capacidade de geração de argumentos, de forma a que toda uma cadeia lógica acaba por se constituir na base das conclusões que se vão produzindo.

Estes mapas adotam uma perspectiva mais formal, especialmente adaptada ao uso de argumentos nos processos de resolução de problemas e de tomada de decisão. Incluindo afirmações causais, os mapas argumentativos, limitam-se às que estão relacionadas com declaração potencialmente controversas. As variantes fundamentais incluem árvores de decisão e esquemas de argumentação, como os de S. Toulmin, o IBIS (Issue Based Information System) modelo de J. Conklin e M. Begeman, e derivados (MACEDO, 2003).

**Grupo 5** - Mapas de esquema, quadros e códigos lingüísticos. Os seus pressupostos básicos são que:

- as expectativas baseadas em experiências prévias estruturam a percepção;
- estas expectativas fornecem quadros complexos e hierarquizados com os quais as decisões são tomadas;
- a linguagem pode ser tomada como um sinal da existência da estrutura anteriormente referida.

---

<sup>20</sup> A Teoria dos Grafos é o ramo da matemática que estuda as propriedades de grafo. Um grafo é um conjunto de pontos, chamados vértices (ou nodos), conectados por linhas, chamadas de arestas (ou arcos).

Estes mapas segundo Anne Sigismund Huff, professora da University of London - London Business School, são aqueles que mais se aproximam da ciência cognitiva como um todo. Estruturalmente incluem as aproximações anteriores, com a perspectiva que a importância dos conceitos, a sua categorização, as relações causais e os argumentos são fortemente influenciados pela experiência passada e pela rotina. A autora defende as potencialidades dos mapas causais, que este trabalho propõe estudar, como forma de obter um nível de compreensão mais elevado, no tocante ao conhecimento dos procedimentos, comparativamente à utilização de mapas de relação simples entre construtos ou categorização dos mesmos. Por outro lado, os mapas argumentativos denotam uma orientação específica e um nível formal, que dificultaria a sua aplicação aos processos negociais. Finalmente, os mapas da última categoria apresentam um cunho de interpretação elevado e um nível de dificuldade extremamente grande e dispendioso.

O método de mapeamento cognitivo é um exemplo da estreita relação entre o processo de elucidação dos elementos primários de avaliação e a estruturação do modelo, onde a partir de uma determinada lista inicial de fatores levantada pelo facilitador, este questiona os decisores ou atores envolvidos na dinâmica do sistema quanto ao grau de importância dos fatores e assim segue com este tipo de questionamento obtendo uma corrente de fatores interligados, que formarão os clusters, que são áreas de interesse, até o ponto em que o decisor declara que tal fator é um fim em si mesmo. Este processo sem dúvida alguma, contribui de forma decisiva para a compreensão do problema e para a identificação das características das ações, através das quais os atores valoram o objetivo maior (COSTA, 2002). Via de regra, é difícil para o facilitador identificar claramente o papel dos elementos subjetivos e objetivos.

O facilitador faz um duplo papel na condução do modelo. Em um primeiro momento ele ampara o entendimento entre os atores e, em outro serve de guia para a preparação, defesa e modificação dos julgamentos de valor dos atores envolvidos. Assim, o facilitador tem um papel importante no processo de decisão, dilatando ou fazendo crescer as áreas de domínios habituais do decisor, interceptando-as, para aperfeiçoar a comunicação e a pesquisa consensual. É importante ressaltar que a sua intervenção não pode ficar delimitada por uma atitude eminentemente tecnocrática de descoberta ou de descrição de uma realidade objetiva supostamente desligada dos sistemas de valores dos atores envolvidos. “A adoção da via da

objetividade herdada das ciências exatas repousa sobre a convicção errônea de que das tomadas de decisões deve ser expurgada qualquer atitude subjetiva pela procura quimérica da objetividade” (COSTA, 2002).

#### ***4.3.2 Decision Explorer v 3.2***

Os modelos qualitativos estão fundamentados numa particularização descritiva dos objetos e suas relações do mundo a ser modelado. Este tipo de mecanismo é comumente utilizado para explicar às outras pessoas como determinados fenômenos ocorrem (SAMPAIO, 2004). Apesar destes tipos de modelos não serem muito apropriados para apresentação automática e repetição de simulações, algumas ferramentas computacionais como ATLAS.ti (ATLAS.ti, 2003), SPHINX v.4x (SPHINX Brasil, 2003), GARP (GARP, 2003) e IDONS for Thinking (MODEL CIÊNCIAS, 2003), admitem que tais definições sejam realizadas empregando um símbolo de grafos orientados, de forma que certa automação possa ser atingida.

O software utilizado foi desenvolvido por uma equipe de pesquisadores das Universidades de Bath e Strathclyde, ambas na Inglaterra, coordenada por Colin Eden, e traz, dentre outras vantagens, uma “estrutura formal que auxilia na construção conceitual e teórica dos dados” (TEIXEIRA; BECKER, 2001), ou seja, apresenta uma facilidade no registro e alteração das idéias proporcionando um maior controle visual do mapeamento. Trata-se, portanto, de uma ferramenta para o desenvolvimento do mapeamento cognitivo, através do qual são agrupados os conceitos unindo causas e efeitos representativos por meio de visualização codificada dos mesmos, estruturando e analisando a informação qualitativa, de modo a facilitar ao gestor a tomada de decisão a partir da conexão dessas informações utilizando mapas.

Esses mapas são compostos por pequenas frases conceituais (ou construtos), cujas relações são indicadas pela ligação (link) que é configurada entre eles. Os conceitos e suas ligações são definidos pelo próprio usuário. A este conjunto de conceitos e ligações chamamos de modelos, ou ainda mapas cognitivos (BANXIA, 1999).

Apesar das vantagens que o programa Decision Explorer apresenta é necessário ressaltar que se trata de apenas de uma ferramenta para o gerenciamento de idéias, onde as informações qualitativas são cercadas de situações complexas ou até mesmo incertas, e não pode substituir o homem em sua tarefa interpretativa e intuitiva.

Segundo Mangabeira et al. (2001), se os usuários aprenderem o programa de forma isolada de uma apreciação do método qualitativo, há um risco de que os recursos analíticos nos pacotes passem a serem vistos como “análise qualitativa”, ou seja, não haverá um real aproveitamento daquilo que o programa pode em sua totalidade oferecer, tornando assim a apreciação do método limitada e superficial. Então Dwyer (2001), a partir de uma analogia deste tipo de tecnologia informacional ao microscópio, mostra que não basta enxergar de forma mais nítida aquilo que antes era invisível a olho nu, mas que sem uma formação teórica e, por sua vez, sem uma eficiente interpretação, aquilo que se observa não terá nenhum significado nem valor no campo da ciência.

Esta característica de flexibilidade apresentada pelo Decision Explorer permite que o mesmo suporte muitas técnicas de mapeamento para o uso de um único usuário e de um grupo de trabalho, como um sistema de suporte a decisão em grupo (Group Decision Support System - GDSS). Entretanto, é importante que a técnica escolhida seja aplicada de maneira consistente. O mapeamento, embora nem sempre proporcione respostas imediatas, permite ao usuário a exploração das soluções potenciais tão logo se tornem evidentes os fatores chaves. Os mapas não são estáticos sendo permitida a adição conceitos e novas ligações entre eles a qualquer o tempo.

Diferentes formas de utilização do Decision Explorer foram usadas na prática, onde se destacam: desenvolvimento de estratégias; mapeamento pessoal; análise de cenários; análises de mercado; análise de dados qualitativos; mapeamento cognitivo; planejamento de desenvolvimento pessoal; resolução de conflitos; reestruturação organizacional; análise de entrevistas; Brainstorming<sup>21</sup> estruturado; modelagem de sistemas dinâmicos; diagrama de influências, dentre outras.

---

<sup>21</sup> É um processo designado para obter um número máximo de idéias relacionadas ao interesse de uma área específica.

Através do emprego desta ferramenta, que pode ser feita de forma pessoal, empresarial e setorial, é possível:

- produzir um mapa de idéias, reunindo-as de forma coerente, ajudando a entender melhor a situação;
- manter o foco nas reuniões de grupo, reduzindo a necessidade de repetir idéias enquanto está se construindo e argumentando o mapeamento, identificando melhor a área de concordância;
- ter raciocínio efetivamente presente pela estrutura das linhas de argumento no mapa;
- encorajar a criatividade do grupo provendo um estímulo visual, ativando idéias novas através das idéias que são registradas e exibidas no mapa;
- construir soluções possíveis, práticas e aceitáveis, combinando as opiniões de pessoas diferentes, de entrevistas individuais, reuniões em grupo ou debate, e
- visualizar um determinado assunto, mostrando claramente o inter-relacionamento e a interdependência de diferentes aspectos do mesmo, a fim de poder ser melhor explorado e discutido.

O modelo construído através do software Decision Explorer é caracterizado por possuir um conjunto de idéias, em forma de conceitos, e seus relacionamentos conectados entre si em forma de um mapa cognitivo. Essas idéias são expressas através de pequenas frases (conceitos), que podem ser apresentadas com um único significado ou, quando necessário, juntamente com seu oposto, isto é, seu significado contrastante. As relações entre essas idéias são descritas através das ligações, que podem ser através do modo causal ou do modo conotativo. Mais comumente usada, a ligação causal é indicada quando um conceito “causou” ou “pode levar a” um outro conceito. É desta maneira que as opiniões pessoais ou de um grupo de pessoas pode vir a ser apurada e explorada.

#### **4.3.2.1** *Estrutura do Mapa*

- a) Os Conceitos (Construtos)

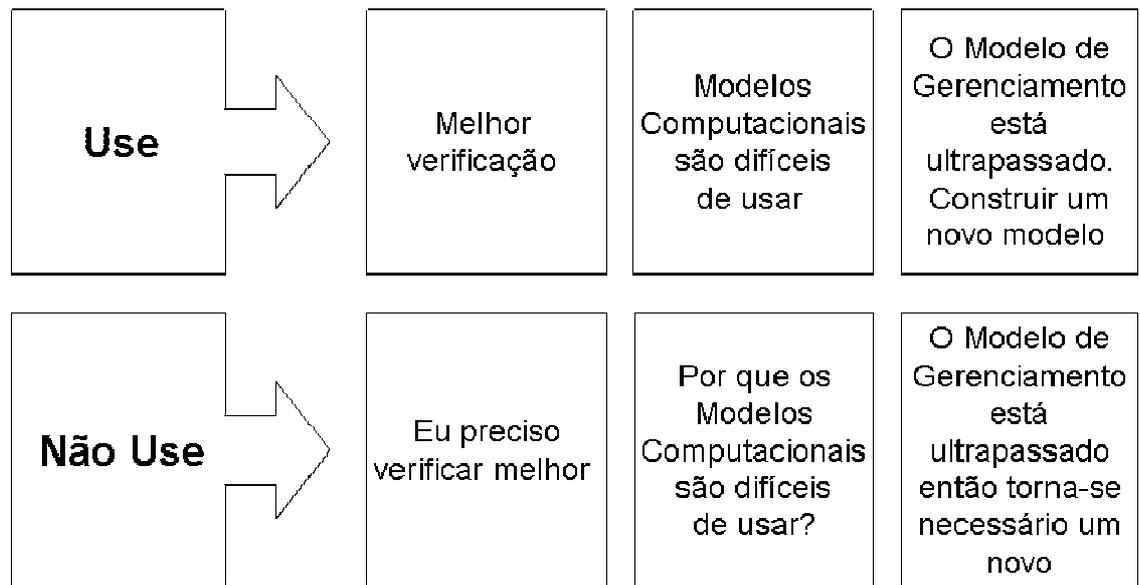
Os conceitos são os blocos de montagem do mapa e podem ser modificados, editados, especificados e exibidos em estilos diferentes, atribuídos para conjuntos e o modelo todo pode ser analisado. Os conceitos e suas ligações associadas formam um modelo que é armazenado como uma entidade (existência) individual.

Existem três tipos de conceitos, são eles:

- *HEADS* – são conceitos que não têm ligações partindo dele, ele não tem consequência. Trata-se de um conceito de topo (conclusão), de um conjunto de argumentos. *HEADS* são razões, conclusões, metas as quais se pretende alcançar ou atingir, ou alvos que se está objetivando atingir;
- *TAILS* - são conceitos que não têm suporte (sustentação) de explicação (origina-se de outro conceito). Quando *TAILS* estão no início de um conjunto de argumentos eles são pontos de partida, desencadeadores de eventos de ser levado para fora. Quando *TAILS* aparecem se elevando no modelo, eles fornecem um suporte de explicação para outros conceitos na cadeia de argumentos, e
- *ORPHAN* – são conceitos que não estão conectados com nenhum outro modelo.

Recomenda-se, durante a construção do mapa cognitivo, ponderar sobre os temas ou tópicos a serem considerados a fim de identificar os pontos principais de interesse. Quando as idéias são expressas, esses pontos principais quebram-se em outros menores, as frases simples, expressando uma idéia por frases. A múltipla idéia expressa em uma frase simples causam problemas quando se inicia uma ligação de frase e seus inter-relacionamentos. Desta forma, ao se compor um conceito deve-se expressá-lo o mais sucintamente possível e usar um verbo ativo na declaração para fazê-lo claro, uma vez que é uma ação que tem uma consequência.

Na elaboração do conceito, este deve ser expresso o mais sucintamente possível sendo aconselhado o uso de um verbo ativo na declaração para torná-lo mais claro, uma vez que isto é uma ação que tem uma consequência. Segue aconselhamentos quanto a elaboração dos conceitos (Figura 15):



**FIGURA 15** - Elaboração de conceitos

Observadas essas recomendações, os conceitos deverão ser escritos no mapa em linguagem natural. Os mapas cognitivos são construídos por mapas individuais e o grupo de mapas é a soma de uma série de mapas cognitivos. Na medida em que os conceitos vão surgindo durante a entrevista, ou por outro processo como em um *Brainstorming*, eles são introduzidos no mapa, observando, entretanto, se alguns dos conceitos já aplicados no mapa se ligam a ele, ou ainda se ele faz associação a outro.

#### b) As Ligações (*Links*)

Essas ligações entre conceitos geralmente indicam que o mesmo é uma causa ou poderá ser causa de outro, e podem ser feitas no momento em que os conceitos estão sendo introduzidos no mapa. Deve-se evitar a colocação de ligações diretas entre os conceitos do início ou fim da série. Um mapa em que mostra todos os conceitos conectados entre si podem não mostrar muita coisa.

Durante o processo de elaboração do mapa, outras informações adicionais podem ocorrer e, desde que seja importante a sua conexão com os tópicos já informados, os novos

conceitos são incorporados ao mapa, ampliando-o em razão da consistência das novas informações agregadas. A riqueza de um mapa vem através da cadeia de argumentos de cada um dos conceitos.

#### 4.3.2.2 Ferramentas de Análises Simples do Modelo

Existem mais de quarenta comandos destinados as análises no Decision Explorer. Essa faixa de comandos nos dá uma clara identificação de “*HEADS*” e “*TAILS*” no modelo (identificando os conceitos de fim para o ponto mais alto), para análises mais completas de dados usando medidas tais como agrupamento, centralização, domínio e potencial. Essas medidas poderão também ser usada para dar uma visão à estrutura do modelo e também para analisar o sentido de certas partes relativa aos dados. A forma mais apropriada de análise não é necessariamente a mais complexa. As características do Decision Explorer que são usadas, são um grupo de propostas para quando ele está sendo aplicado.

São consideradas análises de conceitos (construtos) (BANXIA, 1999):

- *EXPLANATION* – permite escolher o número do conceito o qual se quer ver as explicações dos primeiros pontos da ramificação, ou para o modelo *TAILS*. A saída será textual, e
- *CONSEQUENCE* - permite escolher o número do conceito o qual se quer ver as conseqüências dos primeiros pontos da ramificação, ou para o modelo *HEADS*. A saída será textual.

São consideradas análises do mapa cognitivo (BANXIA, 1999):

- *DMAIN* - aponta a conectividade de conceitos. Esta analisa as ligações que influenciam cada conceito para um nível de ligações. É usada para identificar conceitos ocupados em um modelo, conceitos que têm também um grande número de conexões vindo para dentro dele ou que têm um grande número de conexões saindo deles (um número elevado de conseqüências);
- *CENT* - irá complementar a análise *DMAIN* uma vez que ela traz um largo contexto de conceitos, aponta para a conexão desses para um nível específico

de conexões, além do conceito “central” ela prefere olhar a suavidade em um ponto e a influência do conceito em seu conjunto mais amplo;

- *LOOP* – procura por laços dentro do modelo e coloca-os em conjuntos;
- *HIESET* e *POTENT* - são usadas em conjunto com as outras. A análise *HIESET*, que é efetuada em primeiro, identifica grupos hierárquicos, esses podem vir através de uma série de “*TEAR-DROPS*”, que são constituídas de todos os conceitos que suportam (explanam o conceito num embrião de um grupo) então, por exemplo, se o mapeamento usa o grupo metas como o embrião de um grupo então todos os conceitos que dão suporte a cada conceito individual no conjunto de metas, serão identificados e colocados dentro de uma série de *HIESET*. A análise *POTENT* é então usada para procurar as áreas em comuns nesses *HIESETS*. Por definição se um conceito está em mais de um *HIESET* então ele também é um *COTAIL*, e
- *CLUSTER* - Divide o modelo fazendo conjuntos mais gerenciáveis.

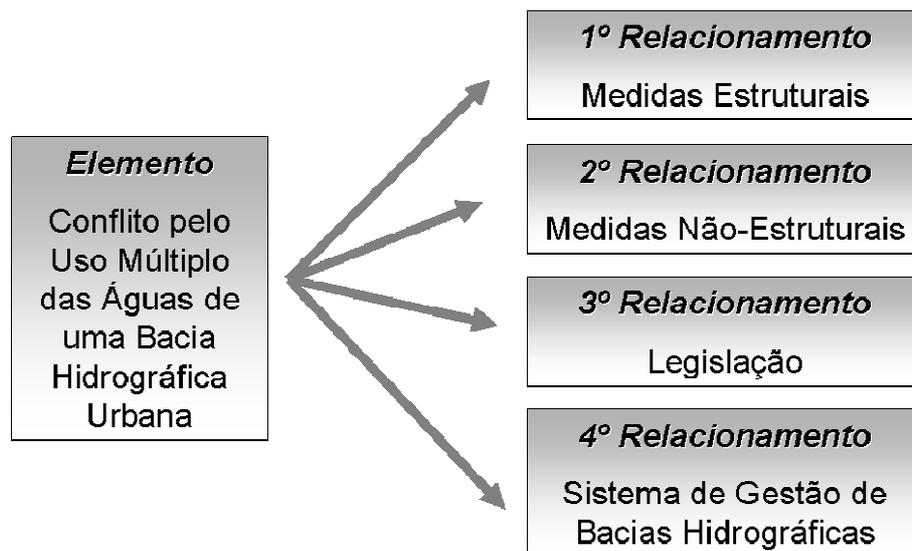
## **5. A CONSTRUÇÃO E APLICAÇÃO DO MODELO COGNITIVO INFORMACIONAL DE SUPORTE À DECISÃO (CISDE)**

O tomador de decisão está interessado no diagnóstico do sistema, com isso, quanto maior for o seu entendimento do sistema, melhor será a sua decisão final. Um modelo é uma representação de um objetivo ou uma idéia que, estruturada, fica mais fácil de compreender. A modelagem passa ser então uma forma de organizar uma situação rotineira, de modo a permitir uma acertada tomada de decisão. Atuando através de um processo de modelagem, é possível esclarecer, na sua mente e nas das outras pessoas, quais são as forças direcionais mais importantes na decisão e nos caminhos para as alternativas viáveis.

Construindo um modelo você fica mais apto a avaliar os aspectos cruciais da decisão. Especificando as alternativas inspira a observação de outras que não são tão óbvias. O modelo permanecerá como um arquivo das decisões, os quais podem ser revisados mais tarde, e assim pode-se avaliar os pontos fortes e fracos e melhorar as futuras tomadas de decisões.

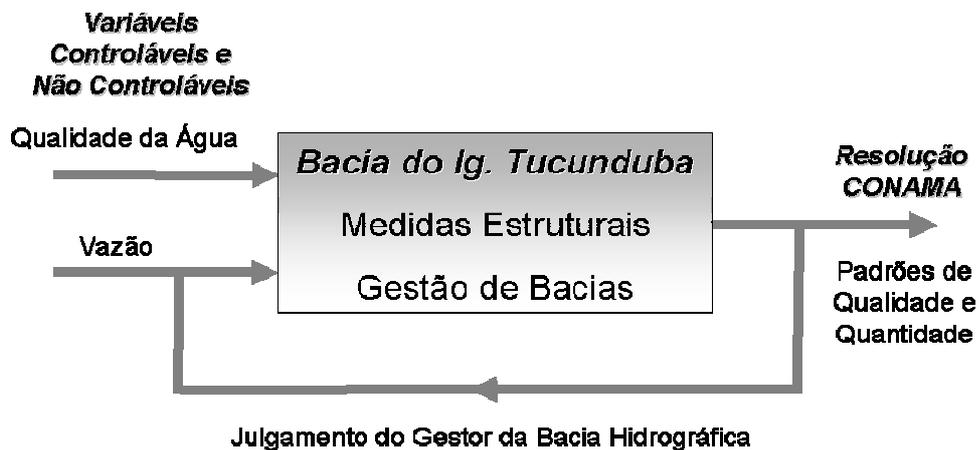
A necessidade em criar um mecanismo de auxílio aos tomadores de decisão na gestão de bacias hidrográficas urbanas motivou a realização desta pesquisa. Para o desenvolvimento do Modelo Cognitivo Informacional de Suporte à Decisão (CISDE) utilizando a metodologia informacional foi necessária, inicialmente, a identificação e o mapeamento dos elementos geradores dos conflitos existentes provocados pela multiplicidade de uso dos recursos hídricos disponíveis em bacias e os relacionamentos existentes entre eles.

A pesquisa está voltada para o desenvolvimento de uma proposta de intervenção, utilizando técnica de auxílio à tomada de decisão a partir da identificação e qualificação dos conflitos decorrentes dos usos múltiplos da água, através da modelagem qualitativa dos processos indicadores dos conflitos, possibilitando assim a descrição do sistema físico escolhido e, conseqüentemente, a predição das possíveis soluções mediadoras para os conflitos ali identificados com seus respectivos relacionamentos (Figura 16).



**FIGURA 16** - Esquema de identificação dos relacionamentos existentes.

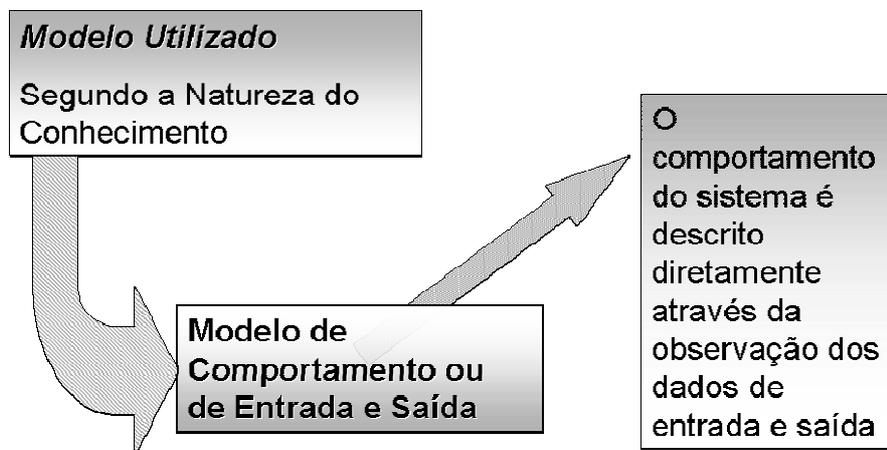
A este processo, onde os elementos constituintes, físicos ou abstratos, e os seus relacionamentos mais importantes estão funcionalmente interligados para servir a um ou mais propósitos nós denominamos de sistema, como está exemplificado na Figura 17, a seguir:



**FIGURA 17** - Identificação dos elementos constituintes do sistema em estudo (Adaptado de AZEVEDO; PORTO; ZAHED FILHO, 1997).

A construção do modelo foi estruturada a partir das seguintes etapas: seleção do modelo, escolha dos softwares, construção ou obtenção da base de dados, da seleção e aplicação do método informacional (pré-processamento dos dados, mineração dos dados, simulação da hipótese formulada e validação do modelo) e interpretação dos resultados.

Segundo sua natureza de conhecimento, o escolhido foi o Modelo de Comportamento, também conhecido como Modelo de Entrada e Saída (EVSUKOFF; EBECKEN, 2003), onde o comportamento do sistema é descrito diretamente através da observação dos dados de entrada e saída (Figura 18)



**FIGURA 18** - Esquema do tipo de modelo selecionado

Através da construção do mapeamento cognitivo, na materialização destes procedimentos que envolvem o sistema a ser estudado, houve a preocupação de não admiti-los como representações estáticas de um sistema, pois sua atualização poderá vir a ser permanentemente verificada pelo gestor, considerando sua própria experiência. Os mapas, entretanto, não consistem em uma cópia exata do ambiente, mas sim uma representação ou modelo simplificado da realidade que fornece uma imagem aproximada desta realidade (LASZLO, E. et al., 1995 apud BASTOS, 2000). Esse contínuo ajustamento às mudanças do contexto impõe a exigência de incorporação de novas informações e, segundo Bastos (2000), os mapas cognitivos humanos vão sendo reconstruídos pelo processo de aprendizagem.

Isto nos levou a procurar entender melhor as diferença entre territórios e mapas. O primeiro (território), é constituído das coisas e dos eventos e outro (o mapa) do conjunto de

palavras (construtos) sobre eventos e coisas. A atividade de simbolizar permite ao homem mapear o seu território.

Justifica-se, portanto, a escolha do software Decision Explorer, projetado para dar suporte ao mapeamento cognitivo e descrito como um instrumento para o gerenciamento de idéias ou gerenciamento de dados qualitativos (mapas como rede de idéias e ligações a elas associadas), por apresentar elementos computacionais capazes de materializar um modelo criado com o intuito de identificar os problemas e conflitos existentes em uma bacia hidrográfica urbana, como a bacia do igarapé Tucunduba.

Assim foi construído o mapa geral agregado através do Modelo CISDE, tendo sido constantemente reestruturado na medida em que as entrevistas foram sendo realizadas e consistidas.

Para o presente trabalho foi empregado o mapeamento cognitivo causal e, na construção do mapa, a metodologia utilizada consistiu na obtenção de uma base de dados a partir do levantamento bibliográfico e da coleta de informações oficiais sobre a área de estudo, além de entrevistas com três profissionais com notório conhecimento sobre o tema em análise.

A coleta dos dados iniciais teve como marco referencial a Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997) e uma base de dados que consta de artigos de periódicos, livros, dados de instituições públicas, monografias, mensagens eletrônicas e artigos, boletins e informações institucionais obtidos em meio eletrônico. Além disso, foi feito um estudo de caráter teórico a respeito de metodologias informacionais e modelagens existentes na literatura disponível (MACÊDO E SILVA, 2003).

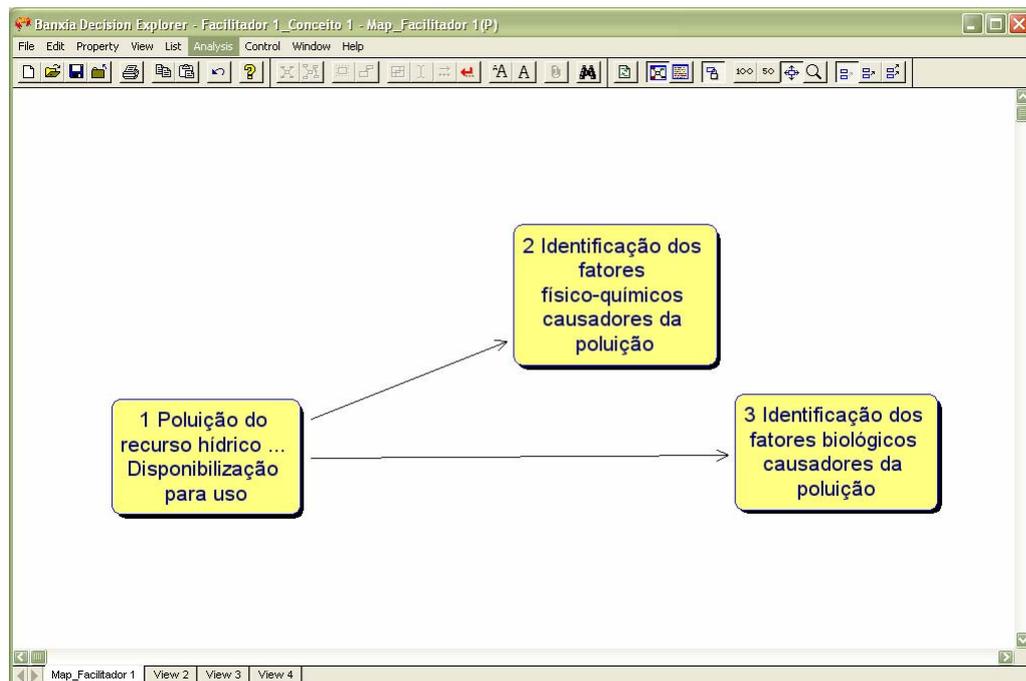
A escolha dos profissionais entrevistados foi realizada a partir do conhecimento técnico e atuação destes na área de estudo, assim como a sua disponibilidade em participar da tanto da entrevista como no processo de ajuste após o mapeamento no Decision Explorer.

## 5.1 O Processo do Mapeamento Cognitivo

Como ponto de partida para o mapeamento foi estabelecido uma agenda para as entrevistas com profissionais de reconhecido conhecimento técnico no gerenciamento de obras e serviços de infra-estrutura urbana, com o intuito de identificar a partir de seus pontos de vistas, quais os principais conflitos existentes em uma bacia hidrográfica urbana, com ênfase para a área do Riacho Doce / Pantanal na Bacia do Tucunduba, a qual serve como área de estudo do presente trabalho, com suas causas, efeitos e possíveis soluções, conforme o caso.

Desta maneira, a primeira entrevista transcorreu dentro da normalidade, tendo sido observado ao entrevistado, a partir da exposição dos objetivos da pesquisa, que o mesmo identificasse livremente qual o principal problema, no seu entendimento, a ser administrado em uma bacia hidrográfica urbana, sob o ponto de vista dos múltiplos usos dos recursos hídricos ali existentes.

O primeiro entrevistado, identificado a partir deste momento como Facilitador 1, é profissional formado em engenharia civil, pós-graduado em gestão e marketing e gerente regional de uma empresa de engenharia, especializada em consultoria e gerenciamento de obras de saneamento e recursos hídricos, a qual desenvolve atualmente em Belém o gerenciamento de uma obra de grande porte na área de drenagem e saneamento. O Facilitador 1, por sua vez, definiu como ponto central das preocupações a “poluição do meio hídrico”. Sendo assim, o conceito (doravante identificado como construto) inicial criado no mapa foi poluição do recurso hídrico contrapondo com a sua disponibilidade para uso. A entrevista deu seqüência com a indagação sobre as causas e conseqüências a partir deste problema observado, tendo sido então gerada a primeira ralação causal do mapa (Figura 19).



**FIGURA 19** - Tela do software Decision Explorer com os primeiros construtos e ligações gerados na entrevista com o Facilitador 1

Durante o mapeamento devem ser observados os tipos de ligações (*links*) existentes entre os diversos construtos, que podem estabelecer uma ligação causal, conotativa ou temporal, conforme o relacionamento de causa e efeito existente (ou não) entre eles.

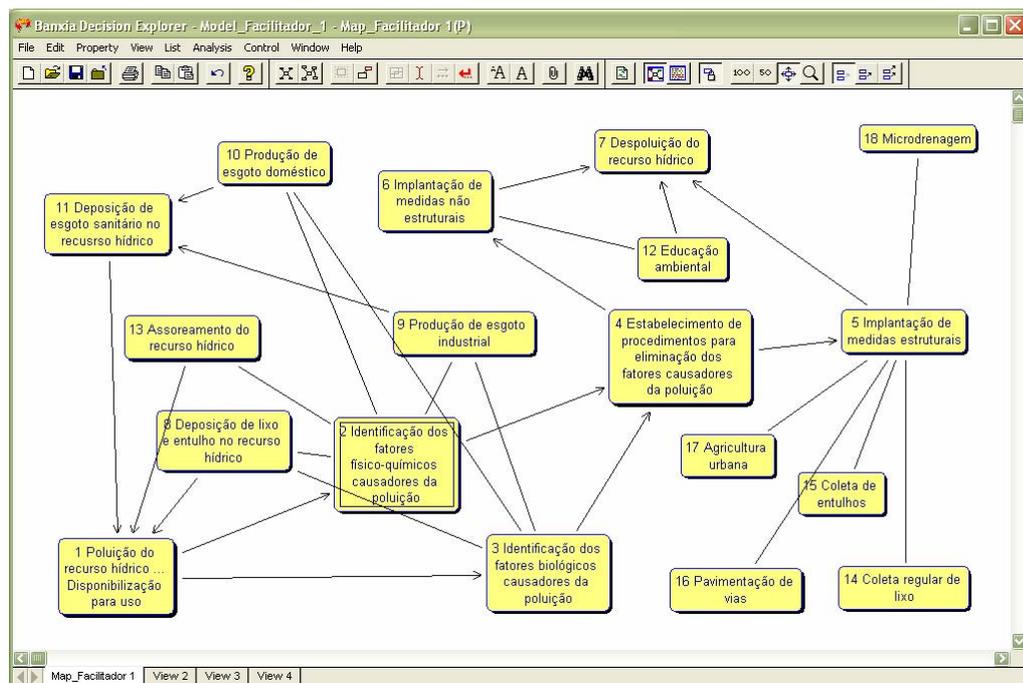
A metodologia empregada para a realização das entrevistas previa que para cada foco de problema identificado pelo entrevistado fossem levantadas questionamentos quanto as suas causas e efeitos, assim como as possíveis soluções para a mediação dos conflitos apontados. O amplo questionamento prévio sobre o problema a ser abordado garante que o entrevistado conduza as suas idéias ao centro do problema. Os construtos, ou idéias, ali gerados foram sendo inscritos em uma folha de papel em branco, no tamanho padrão A3 da ABNT<sup>22</sup>, a fim de permitir ao entrevistado melhor visualização e entendimento durante o desenvolvimento do mapa.

Alguns cuidados foram tomados a fim de permitir a clareza das idéias, tendo sido perguntado ao Facilitador 1, perguntas do tipo:

<sup>22</sup> Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT

- “Como isto deve ter sido realizado (ocorrido)?”, com o intuito de aprofundar os conceitos em uma rede;
- “Por quê (ou para quê) isto deve ser importante?”, a fim de desenvolver os conceitos em uma rede, ou seja, desencadear conceitos de modo ascendente.

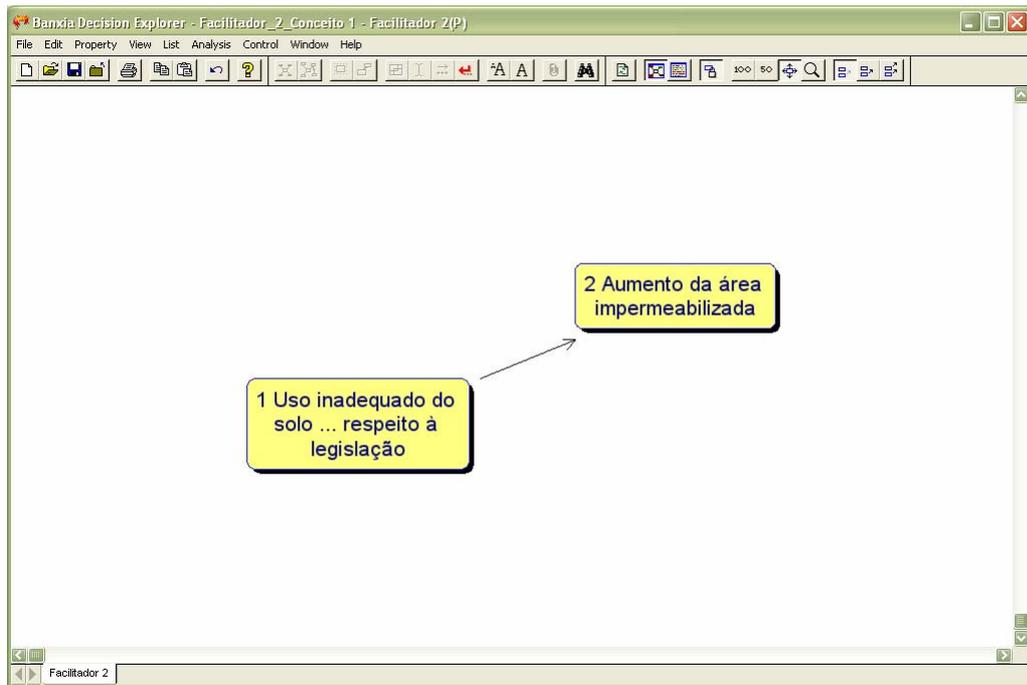
O tamanho do conteúdo de cada construto também foi motivo de preocupação na construção do mapa. Aqueles construtos considerados mais extensos, em alguns casos, foram desmembrados em dois ou mais conceitos, observadas as ligações pertinentes a cada um deles. O desenho gerado a partir da entrevista foi inserido no software Decision Explorer e posteriormente apresentado ao entrevistado (Facilitador 1), no intuito de permitir a este a revisão de seus construtos (conceitos) e ligações, promovendo assim a consistência das informações contidas no mapa gerado, como demonstrado na Figura 20.



**FIGURA 20** - Mapa cognitivo do Facilitador 1

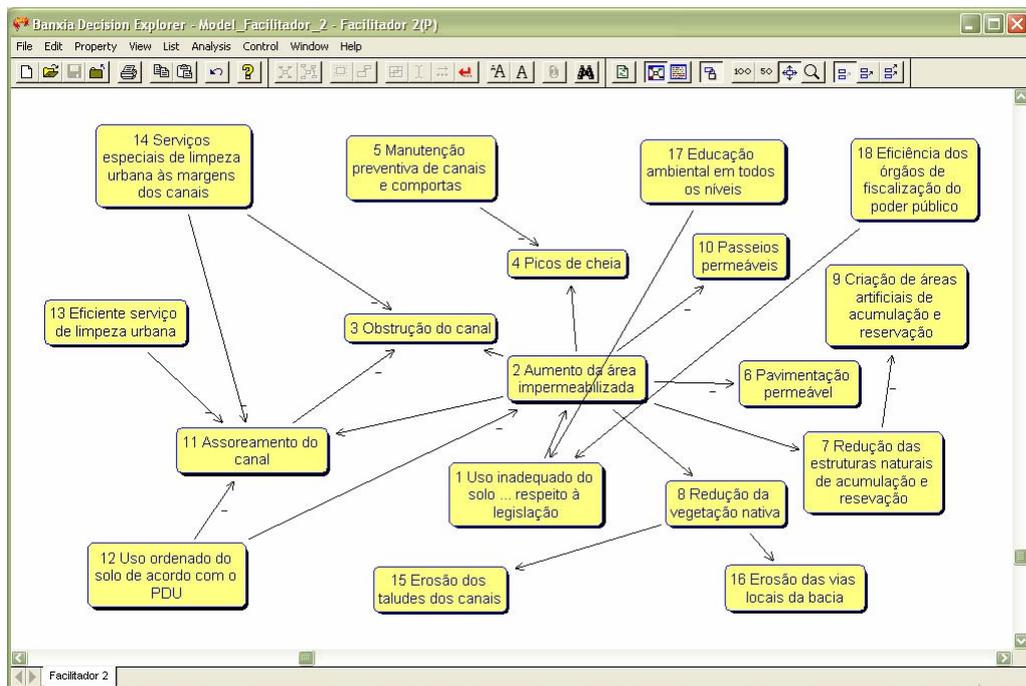
O segundo entrevistado, a seguir denominado Facilitador 2, foi escolhido a partir de seu conhecimento técnico e acadêmico sobre as questões que envolvem a drenagem urbana. Trata-se de um engenheiro civil, pós-graduado em saneamento ambiental, professor de drenagem urbana e com grande experiência adquirida nos cargos que ocupou em órgãos da

esfera Federal, Estadual e Municipal, na área de gestão em saneamento e recursos hídricos, sua preocupação maior se deu na questão da ocupação urbana desordenada, com suas causas e conseqüências, baseado em sua experiência como gestor de administração pública urbana. Os construtos iniciais do mapa, desta forma, foram os seguintes, observados na Figura 21.



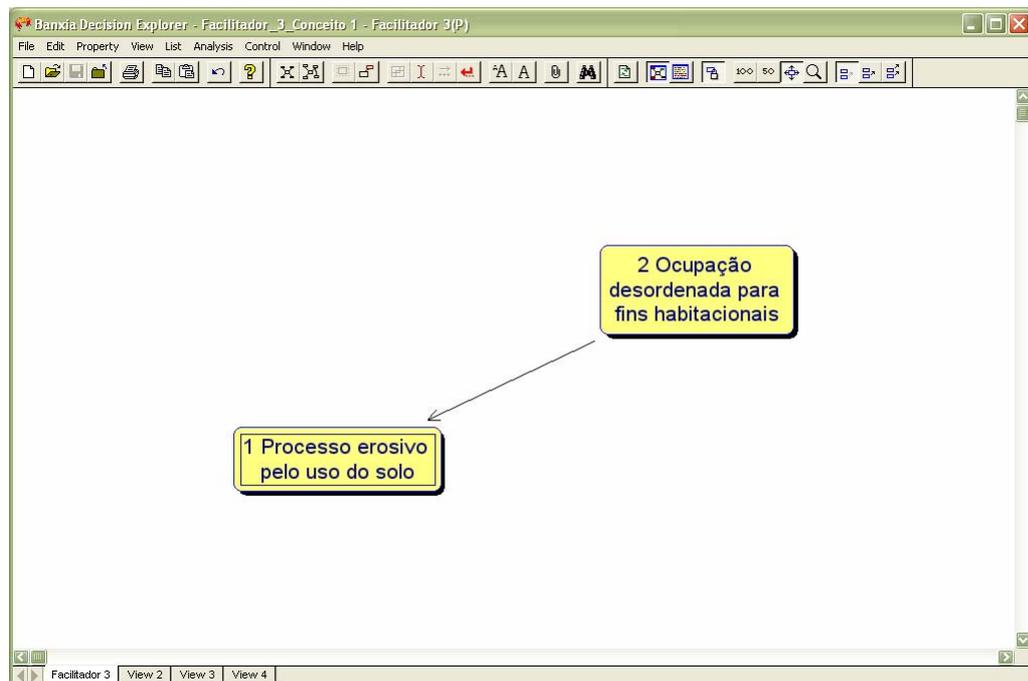
**FIGURA 21** – Tela do Decision Explorer com os primeiros construtos da entrevista com o Facilitador 2

Durante a entrevista foram pontuados pelo Facilitador 2 algumas particularidades inerentes a Bacia do Tucunduba, como a urbanização provocada pela ocupação desordenada, a preocupação com o controle de nível dos canais integrantes da bacia, a crescente permeabilização do solo e questões de natureza técnica quanto ao escoamento das águas pluviais. Após o processo de mapeamento, o resultado obtido extraído do software empregado na pesquisa (o Decision Explorer), o Facilitador opinou sobre algumas ligações entre os construtos mostrados no mapa (ver Figura 22), tendo sido obtido o seguinte produto:



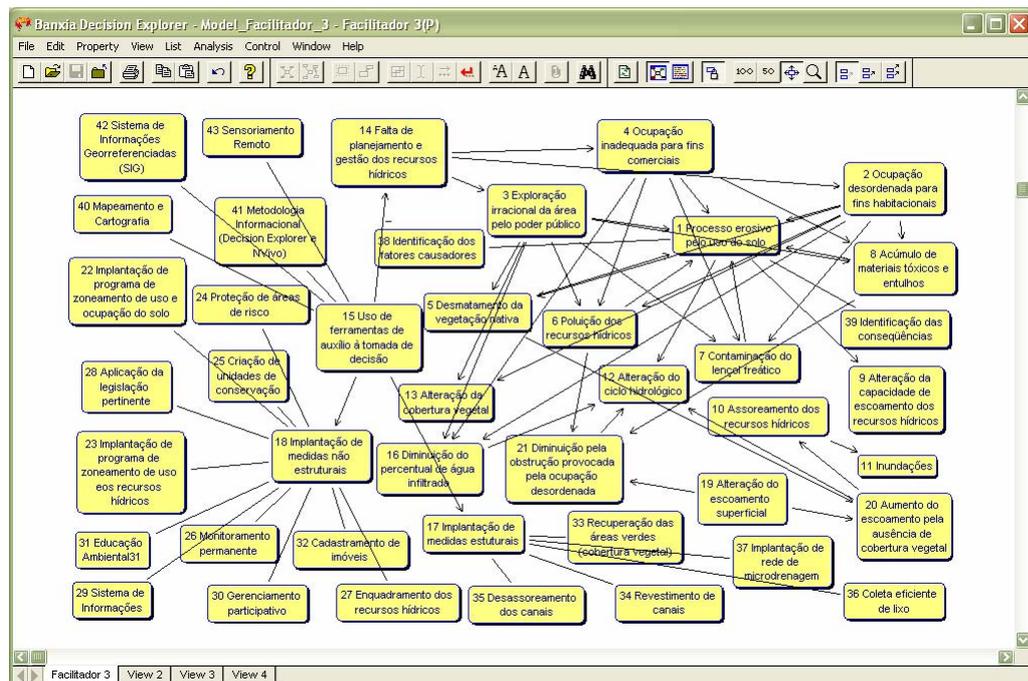
**FIGURA 22**– Mapa cognitivo do Facilitador 2

O terceiro e último entrevistado (Facilitador 3) formado em engenharia civil, com pós-graduação em geotecnia, atua em órgão da gestão pública de infra-estrutura urbana, é também pesquisador da Universidade Federal do Pará, na área de gestão de recursos hídricos. Por sua formação acadêmica, o Facilitador 3 concentrou suas preocupações nas questões voltadas a estabilidade do solo, motivado por diversos fatores por ele observados a partir de seu conhecimento técnico da área de estudo, tais como: a ocupação desordenada para fins habitacionais, comerciais e pelo poder público; a poluição do meio hídrico e a destinação inadequada dos resíduos sólidos. Desta maneira, o facilitador gerou como conceito inicial no mapa o “Processo erosivo do solo”. As primeiras ligações não foram sobre os efeitos e sim a partir das causas, tendo sido iniciado o mapeamento conforme a Figura 23.



**FIGURA 23** – Tela do Decision Explorer evidenciando a inserção dos construtos iniciais gerados na entrevista com o Facilitador 3

Esta entrevista foi a mais extensa e, talvez por isto, o mapa gerado tenha sido também o que apresentou o maior número de construtos associados. Isto provocou uma dificuldade maior para efetuar as ligações entre os eles no processo de consolidação do mapa, o que motivou em um maior número de alterações. O mapa resultante desta entrevista está demonstrado na Figura 24, a seguir.



**FIGURA 24** – Mapa cognitivo do Facilitador 3

Dando prosseguimento ao processo de mapeamento, os mapas gerados a partir das entrevistas foram agrupados. Primeiramente foram reunidos os mapas dos Facilitadores 2 e 3, mantidos os seus construtos e ligações correspondentes. A escolha se deu pelo fato dessas duas entrevistas terem gerado os maiores mapas, e por isso com maior grau de dificuldade na associação entre conceitos similares (através do comando *MERGE* do software). Nesta fase foi definida também a categoria dos construtos (conceitos) gerados pelos facilitadores, baseados nas suas próprias características, relacionadas com os fatores ambientais estabelecidos nas Diretrizes Gerais para a avaliação dos Impactos Ambientais, constantes na Resolução nº 001, do CONAMA, de 23 de janeiro de 1986 (BRASIL, 1986). A definição das cores dos construtos, baseada nos fatores ambientais a eles associados foi a seguinte:

- Meios Físicos, no mapa, representados pelos construtos com coloração verde;
- Meios Biológicos, de cor vermelha, e
- Meios Sócio-Econômicos e Culturais: ilustrados com a cor de fundo azul.

Outra característica definida nesta fase do mapeamento foi a identificação dos construtos quanto a sua forma, motivada pelas diferenças relacionadas com a sua relação

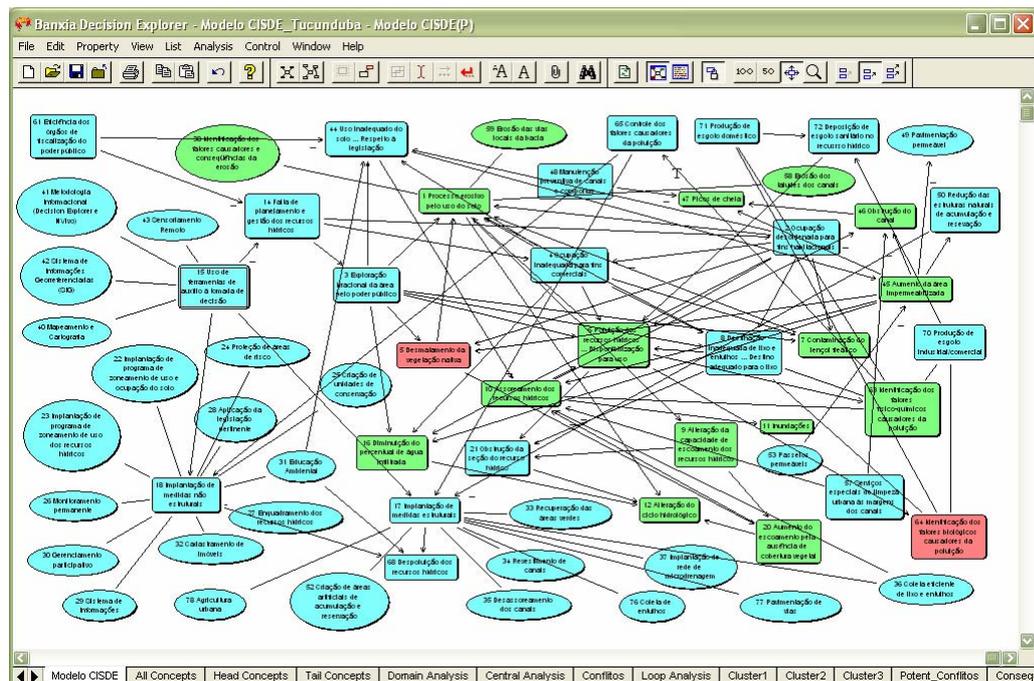
causal e relação de indicação. Aqueles construtos de formatos retangulares correspondem aos fenômenos causais, e os de formatos ovais aos construtos indicadores, ou seja, de cunho meramente conotativos.

Durante este processo foram identificados os construtos com similaridade. Nestes casos, a frase que identificou o construto resultante pôde ser alterada pelo termo que melhor conjugasse a idéia associada por esses construtos. As ligações (*links*) a eles anteriormente associados conservaram-se para o construto resultante. O exemplo a seguir mostra uma destas associações:

- O construto nº 5 (“Desmatamento da vegetação nativa”) do mapa gerado a partir da entrevista com o Facilitador 3 foi agregado ao construto nº 8 (“Redução da vegetação nativa”) do mapa resultante da entrevista com o Facilitador 2. Assim, o construto agregado ficou com a mesma sentença do primeiro exemplo, pois a primeira sentença melhor representa a idéia associada a ambos os construtos.

Em alguns casos, idéias opostas foram reunidas sob um único construto e suas ligações foram adequadamente adaptadas para posições opostas ou convertidas para ligações causais negativas.

O mapa da entrevista com o Facilitador 1 foi incorporado em seguida, tendo sido observados os mesmos cuidados já citados no procedimento de agregação anterior, tendo sido obtido o mapa final conforme disposto na Figura 25.



**FIGURA 25**– Mapa cognitivo agregado do Modelo CISDE, a partir da união dos construtos e ligações gerados através das três entrevistas (versão ampliada no Anexo 1)

## 5.2 Uso das Ferramentas de Análise

O conjunto obtido a partir da reunião dos construtos gerados nos mapas individuais dos facilitadores será conhecido como mapa cognitivo agregado através do Modelo CISDE<sup>23</sup>, o qual foi criado com o intuito de atestar a hipótese formulada na pesquisa, por meio das ferramentas de análise, ou seja, auxiliar na identificação dos conflitos pelo uso múltiplo da água, a partir das medidas estruturais e não estruturais existentes (ou propostas), a fim de proporcionar ao gestor a tomador de decisão de forma mais eficaz na solução desses conflitos.

A análise inicial evidencia quais os potenciais objetivos (metas a serem cumpridas ou evitadas) e as medidas estratégicas contidas no mapa gerado. Estas análises, consideradas análises simples de relação de extremidades, mostram listagem dos construtos com possibilidade de serem objetivos (metas). Esta identificação pode ser feita tanto pela indicação

<sup>23</sup> Modelo Cognitivo Informacional de Suporte à Decisão – Modelo CISDE.

dos próprios entrevistados como pela listagem dos construtos *HEAD*, obtida pelo software Decision Explorer através do comando “LH” (list *HEAD*), digitado a partir da linha de comando (prompt) do referido software, excluídas deste grupo os construtos que não apresentam ligações com setas orientadas (vetores) para eles próprios. Dessa forma os construtos 11, 12 e 47 do mapa agregado (ver listagem de todos os construtos no Anexo 2) são metas potenciais (ou objetivos) a partir deste modelo. O Anexo 3 mostra uma listagem de todos os construtos *HEAD* existentes neste modelo.

Outra análise de relação de extremidades é a gerada pelo comando LT (list *TAIL*). Da forma análoga ao caso anterior, os construtos que apresentam ligações com setas orientadas (vetores) saindo deles próprios são considerados potenciais geradores de eventos, ou seja, ajudam a dar um suporte de explanação para outros conceitos na cadeia de argumentos existentes no mapa. Esses construtos extraídos da listagem *TAIL* (ver relação completa no Anexo 4) do mapa são os seguintes: 15, 31, 36, 48, 57, 61, 70 e 71.

Outras formas de análise do mapa geral agregado foram necessárias, a fim de estabelecer quais dentre os construtos descritos no mapa são os mais representativos ou significativos, analisando a complexidade individual de cada construto. Esta análise é obtida através do comando *DOMT* (análise *DOMAIN*), que determina quais construtos, por ordem decrescente em importância, são mais dominantes, a partir da valoração do número de ligações diretas e indiretas relacionadas ao mesmo. Nem sempre ocorre do construto com maior valor ser o mais significativo ou importante, mas pode representar que houve em torno dele um gasto maior de tempo durante as entrevistas em relação aos demais. No Anexo 5 está uma relação completa dos construtos com o resultado da análise *DOMAIN*, por ordem decrescente do número de ligações existentes entre os construtos.

A determinação da “centralidade” de um construto, ou seja, a revelação da existência de influência periférica sobre (ou a partir de) outros construtos a ele associado, é o objetivo da análise *CENTRAL* (ou análise *CENT*), que é usualmente aplicada em conformidade com a análise *DOMAIN*. A valoração conferida aos construtos é obtida a partir de atribuição de “pesos” exponenciais para cada construto diretamente a ele relacionado, ou seja, a pontuação atribuída para uma ligação (link) é decrescente de modo exponencial, a partir de 1 (um), tantos forem os níveis estabelecidos durante a elaboração do mapa, até o limite de 7 (sete)

níveis relacionais. A relação dos conceitos segundo a pontuação atribuída a partir da análise *CENTRAL* está no contida no Anexo 6.

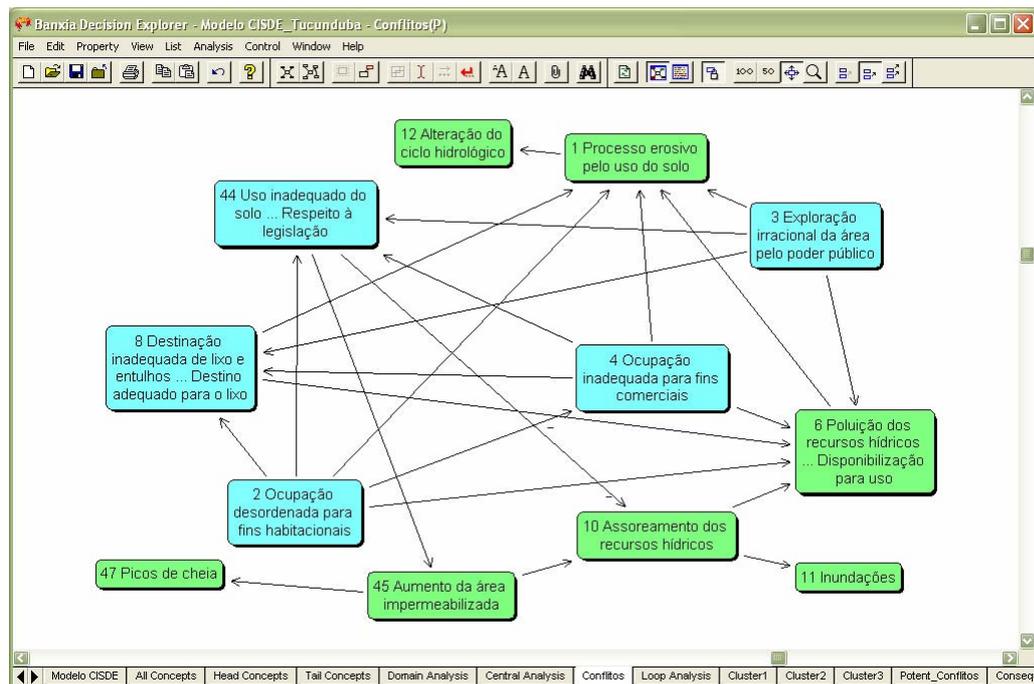
Nem sempre o construto com o mais alto valor obtido na análise de *DOMAIN* possui o maior valor na análise *CENTRAL*. Situação onde um determinado construto apresenta um baixo valor *DOMAIN* pode propiciar a este um alto valor na análise *CENTRAL*, dependendo da sua relação de influência com construtos de alta valoração de análise *DOMAIN*.

De posse dos resultados dessas análises iniciais, extraímos um conjunto dos 12 (doze) construtos mais significativos com características de metas (ou objetivos), a partir da relação das análises *HEAD*, *DOMAIN* e *CENTRAL*:

- Análise *HEAD*: 11, 12 e 47;
- Análise *DOMAIN*: 1, 2, 6, 45, 3, 4, 10, 8 e 44;
- Análise *CENTRAL*: 10 e 44.

Observamos que os construtos 10 e 44 aparecem em dois grupos. O conjunto de construtos gerado a partir dessas análises foi reunido sob um mesmo *SET*, ou seja, o conjunto dos construtos mais “significativos” extraídos a partir das análises *HEAD*, *DOMAIN* e *CENTRAL*. A criação de um *SET* através do software é obtida digitando na linha de comando *NS (NEW SET)*, seguido do nome do conjunto a ser criado.

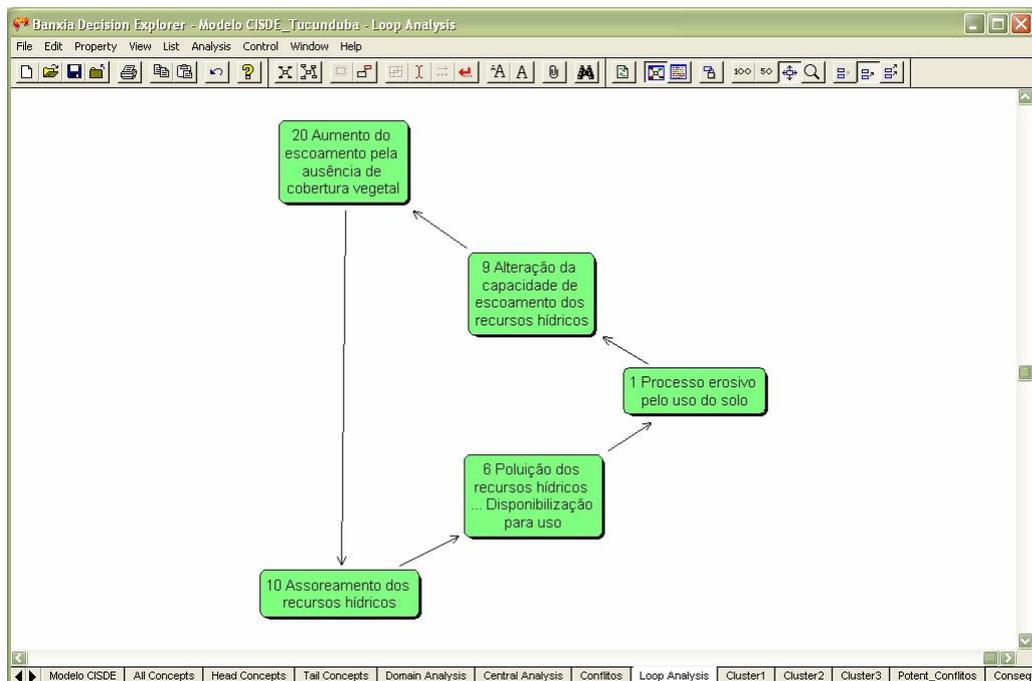
Neste estudo de caso, onde o objetivo do mapeamento é identificar os potenciais conflitos existentes pelo uso múltiplo da água a fim de proporcionar medidas para solucioná-los, entendemos que a melhor definição para os objetivos seja “metas a serem evitadas”. Assim, o nome do novo conjunto criado foi “Conflitos”, constituído dos 12 (doze) construtos com as metas (a serem evitadas) mais significativas, de onde serão extraídos as próximas análises de influência. Estes conjuntos (*SETS*) criados no Decision Explorer consistem no agrupamento de construtos (ou conceitos) com objetivos comuns ou integrantes de uma construção em particular. O mapa obtido a partir deste conjunto de construtos (“Conflitos”) está ilustrado na Figura 26 a seguir.



**FIGURA 26**– Mapa contendo o conjunto “Conflitos”

As análises subsequentes foram realizadas através dos comandos *LOOP*, *CLUSTER* e *HIESET* e *POTENCY* (ou *POTENT*). Esses comandos geram conjuntos específicos de construtos, a partir do mapa geral agregado, que tem por finalidade avaliar o mapa por meio do encadeamento hierárquico desses construtos e suas ligações, conhecidos como “*TEAR-DROPS*”, que são constituídas de todos os elementos que suportam ou explanam o construto principal do conjunto.

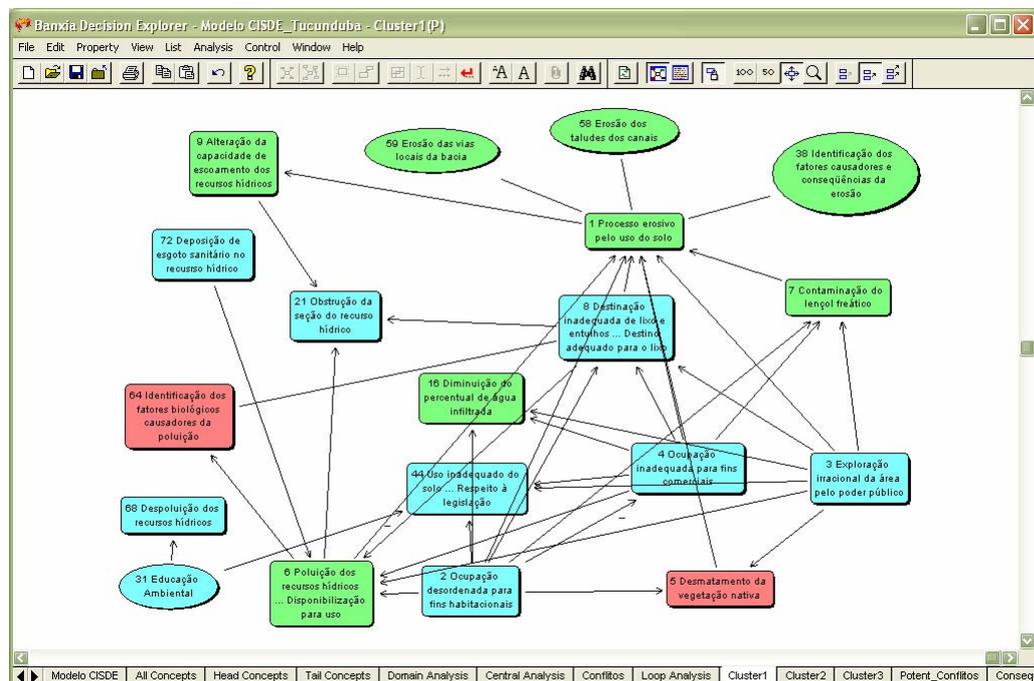
A partir da análise *LOOP* foi identificada a existência de somente um ciclo de construtos em torno de uma mesma cadeia de argumentos. A importância dessa análise reside na disponibilização desse conjunto (identificado como Loop1), para análise do grupo de construtos em torno da mesma cadeia de argumentos (Ver Figura 27).



**FIGURA 27**– Tela do Decision Explorer contendo o Loop1

Através da análise *CLUSTER*, o software Decision Explorer gera automaticamente, a partir da identificação das rotinas comuns entre os diversos TEAR-DROPS existentes no mapa geral. Esta análise compara pares de construtos através de seus contextos imediatos para determinar a ligação de similaridade entre eles, utilizando o Coeficiente de Jaccard (GOWER, J. C.; ROSS, G. J. S., 1969 apud EDEN, C.; ACKERMANN, F., 1998). Os clusters são estruturas compostas por construtos que fornecem a identificação dos temas ou resultados, em grupos, e sua análise nos leva a identificação desses grupos. A análise *CLUSTER* leva-nos a identificar se o mapa apresenta uma estrutura monolítica, articulada ou segmentada, ou seja, quanto menor for o conjunto de clusters gerados em um mapa (com tendência a estrutura monolítica) maior será a consistência do pensamento estratégico estabelecido ao mapa agregado (NORRIS, F. M. et al., 1970 apud EDEN, C.; ACKERMANN, F., 1998). Neste modelo, por exemplo, foram identificados três conjuntos, denominados Cluster1, Cluster2 e Cluster3, e os mapas obtidos a partir deles são mostrados através das Figuras 28, 29 e 30, respectivamente. Isto ocorreu, certamente, em razão da fusão dos vários mapas individuais gerados a partir das entrevistas com os facilitadores, proporcionando a diversidade de

opiniões sobre o tema abordado. Porém, havendo articulação entre esses mapas as conexões entre essas diferentes linhas de pensamento tendem mais facilmente a permitir uma nova categorização, essencial para uma possível redefinição do pensamento estratégico. Desta forma, o processo realizado através da análise *CLUSTER*, permite a comparação entre as diferentes linhas e pensamento, obtidas através das entrevistas realizadas na construção do mapa, e produzam análises de similaridades ou não entre elas.



**FIGURA 28-** Mapa CLUSTER 1

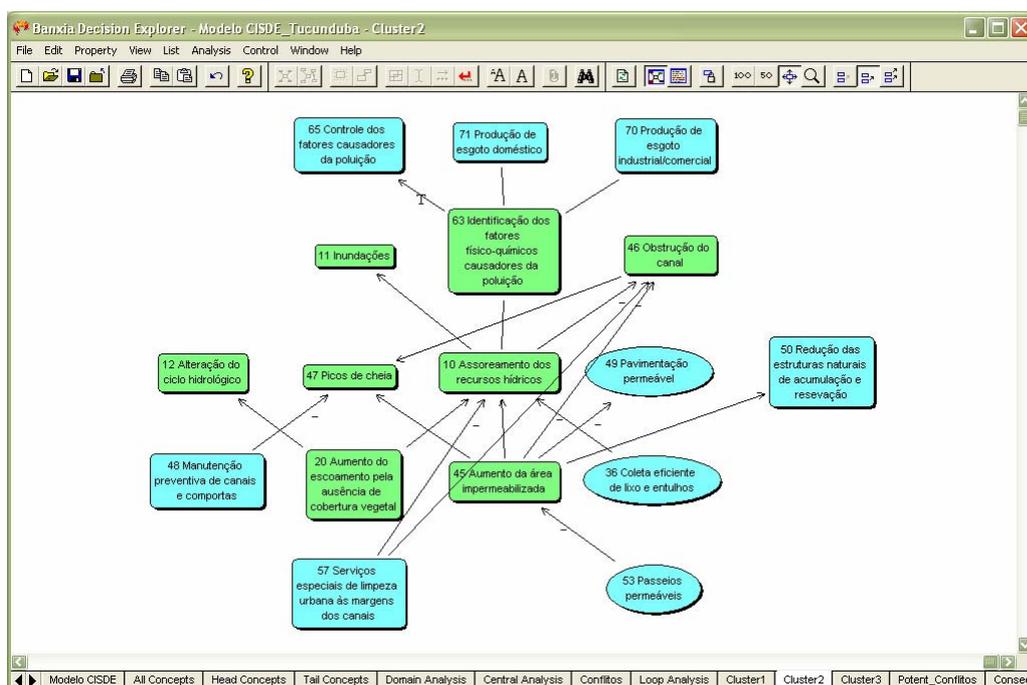


FIGURA 29- Mapa CLUSTER 2

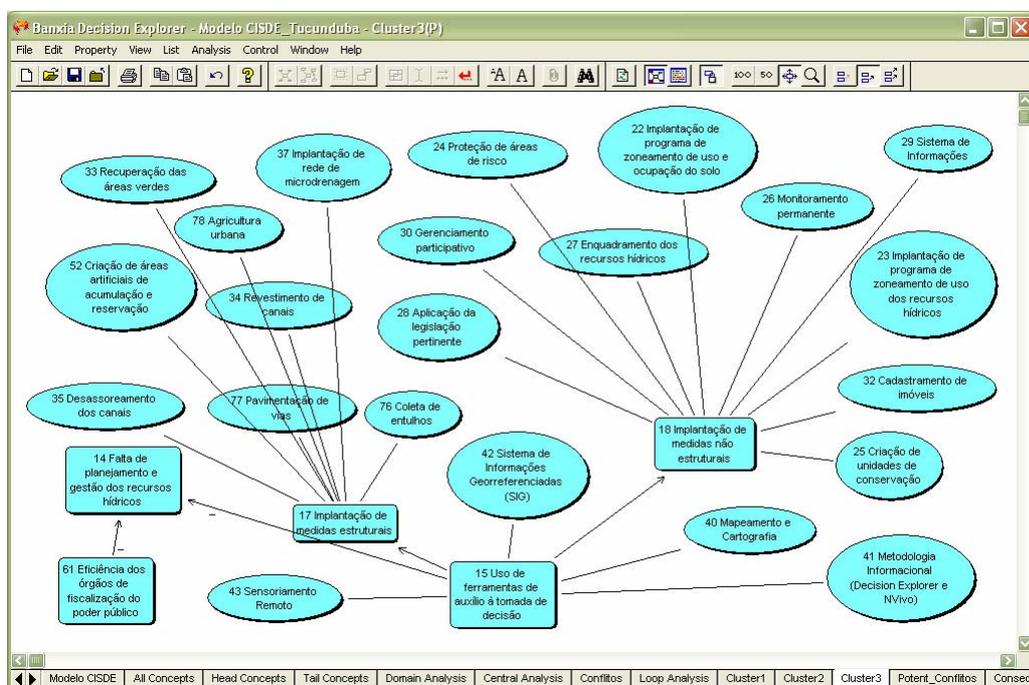


FIGURA 30- Mapa CLUSTER 3

Por intermédio dessas ferramentas de análise *HIESET* e *POTENT* (utilizadas em conjunto) é possível definir os construtos que dão suporte ao maior número de grupos hierárquicos. Inicialmente foi realizada a análise *HIESET*, a partir da seleção do conjunto “Conflitos”, criado anteriormente. Em seguida, a análise de *POTENT* foi então usada para determinar quais os construtos com maior potencial neste conjunto específico (“Conflitos”), ou seja, aqueles que influenciaram direta ou indiretamente o maior número de objetivos (metas). O resultado obtido a partir destas análises está demonstrado na listagem dos construtos, por ordem decrescente de potencial, no Anexo 7.

### **5.3 Interpretação dos Resultados**

É importante lembrar que a condução das entrevistas foi um fator importante para o resultado alcançado. A fim de poder identificar os problemas emergentes na bacia hidrográfica em estudo, sob a ótica dos facilitadores, a construção dos mapas individuais gerados nestes encontros proporcionou o surgimento de construtos causais, ou seja, construtos formadores de encadeamento de ações, com características de metas indesejáveis, geradoras de conflitos.

Isto não interfere nos resultados a serem alcançados, apenas proporciona ao analista uma nova forma de observação dos problemas identificados pelos facilitadores e apresentados através do mapeamento cognitivo. Através das ferramentas de análise do software Decision Explorer foi possível extrair os construtos mais significativos como causadores de conflitos, identificados a partir do mapa geral agregado, tendo sido obtido a partir da análise *POTENT* do conjunto “Conflitos”, dois grupos de construtos (Quadros 5 e 6) com o maior número de conjuntos hierárquicos (“*tear-drops*”) a eles associados.

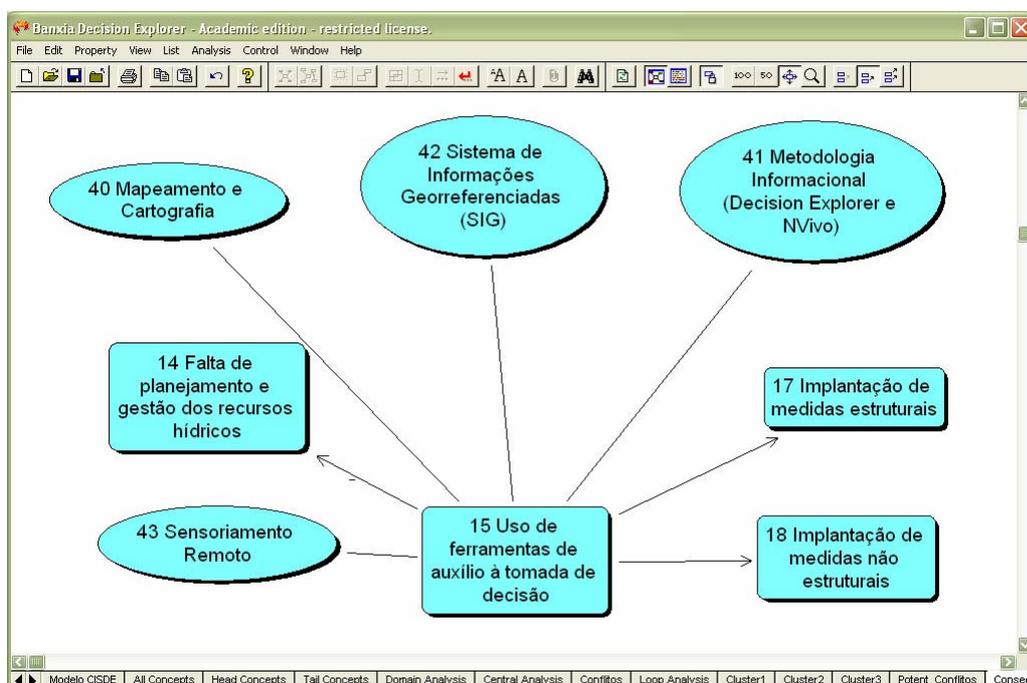
**QUADRO 5** – Construtos pertencentes a 5 (cinco) conjuntos hierárquicos

<b>Grupo 1</b>	
15	Uso de ferramentas de auxílio à tomada de decisão
40	Mapeamento e Cartografia
41	Metodologia Informacional (Decision Explorer e NVivo)
42	Sistema de Informações Georreferenciadas (SIG)
43	Sensoriamento Remoto

**QUADRO 6** - Construtos pertencentes a 4 (quatro) conjuntos hierárquicos

<b>Grupo 2</b>	
61	Eficiência dos órgãos de fiscalização do poder público
63	Identificação dos fatores físico-químicos causadores da poluição
70	Produção de esgoto industrial/comercial
71	Produção de esgoto doméstico
64	Identificação dos fatores biológicos causadores da poluição

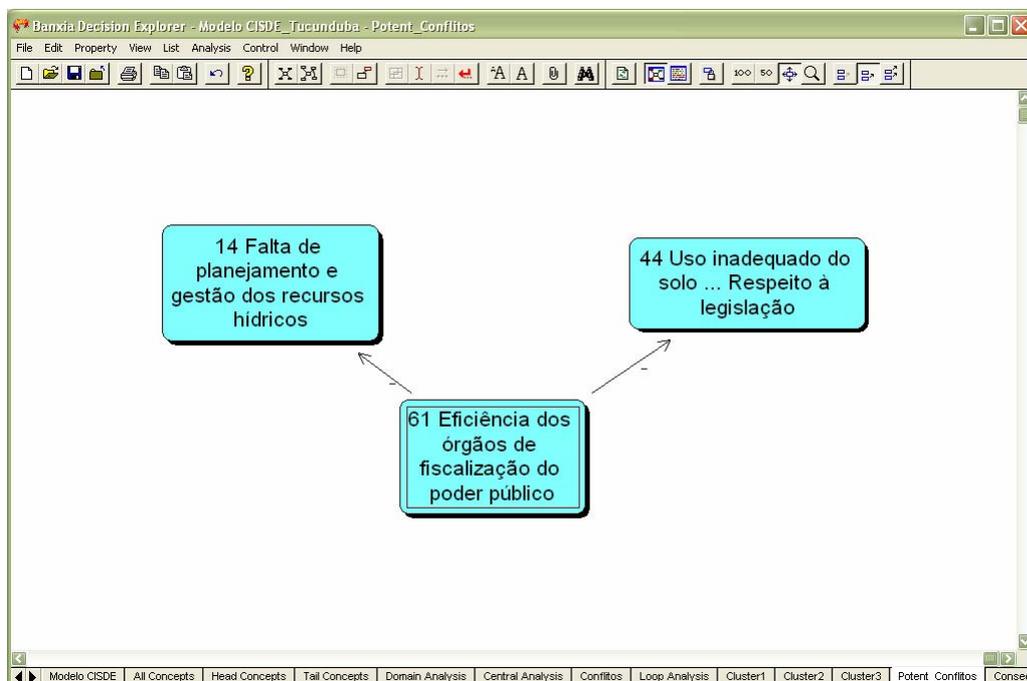
No primeiro grupo de construtos, apenas o de nº 15 (“Uso de ferramentas de auxílio à tomada de decisão”) é um construto potencial gerador de eventos. Os demais são identificados como indicadores, funcionam apenas como suporte para explanação de construtos a eles associados na cadeia de argumentos. O construto nº 15, identificado como sendo um conceito *TAIL*, é por esta razão um potencial gerador de eventos, ou seja, ajudam a dar suporte às metas a serem alcançadas (de maneira positiva ou negativa) no mapeamento. O mapa gerado a partir da análise *CONSEQUENCES*, mostrado na Figura 31, evidencia a cadeia de eventos gerados a partir do construto nº 15.



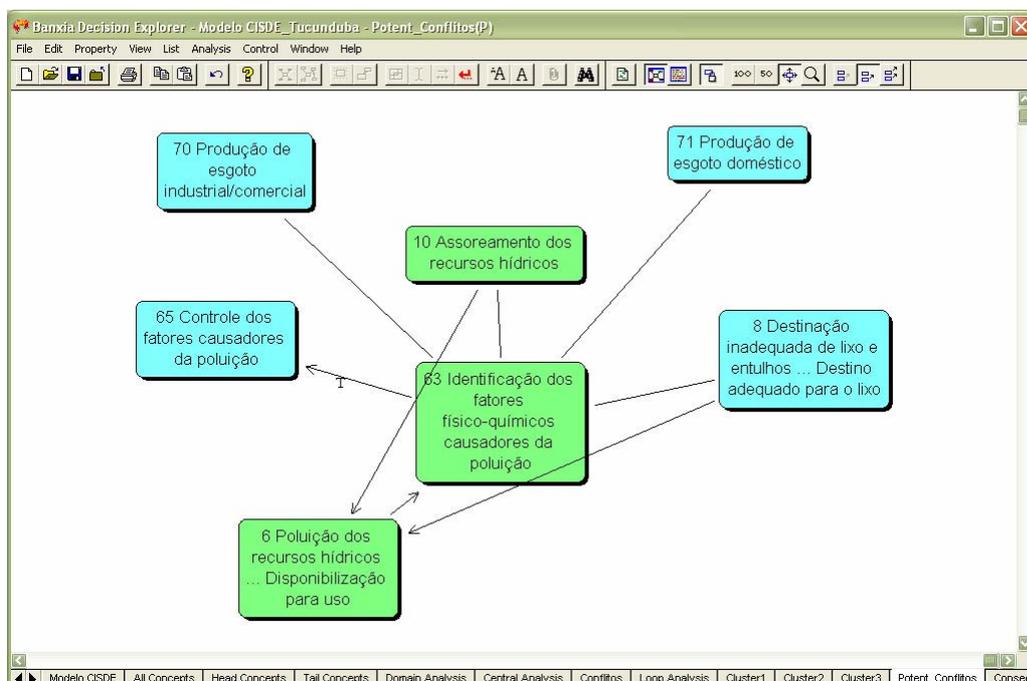
**FIGURA 31** - Mapa da ANÁLISE CONSEQUENCES - Conceito 15

Neste caso, poderíamos dizer que este grupo de construtos ilustra as principais medidas a serem observadas pelo tomador de decisão, a fim de solucionar os conflitos pelo uso múltiplo na bacia do Tucunduba, evidenciados pelos facilitadores através das entrevistas e mapas cognitivos individuais. O uso de ferramentas de auxílio à tomada de decisão que identifica a ideia do construto nº 15 é melhor explicado pelos próprios construtos a ele associados pelas ligações conotativas, ou seja, ligações que não apresentam causalidade entre os construtos. No Quadro 5 estão relacionados 4 (quatro) construtos pertencentes ao Grupo 1 que exemplificam essas ferramentas de auxílio à tomada de decisão: Mapeamento e Cartografia; Metodologia Informacional; Sistema de Informações Georreferenciadas e Sensoriamento Remoto. Vale ressaltar a identificação das modernas metodologias informacionais (uso de softwares como o Decision Explorer e o NVivo) como importantes instrumentos de auxílio ao tomador de decisão na solução dos conflitos identificados na bacia hidrográfica em estudo.

Dentre os construtos do Grupo 2 (ver Quadro 6), aparecem como geradores de eventos apenas os de números 61 e 63. Os mapas resultantes desses eventos a partir da análise *CONSEQUENCES* estão expostos nas Figuras 32 e 33 a seguir.



**FIGURA 32** - Mapa da ANÁLISE *CONSEQUENCES* - Conceito 61



**FIGURA 33** - Mapa da ANÁLISE *CONSEQUENCES* - Conceito 63

Muito embora o primeiro desses construtos (“Eficiência dos órgãos de fiscalização do poder público”) seja um gerador de causalidade negativa, ou seja, seu evento gera uma expectativa contrária aos construtos associados, sua importância é notada pelos seus próprios eventos subsequentes (respeitada a negatividade dos conectores): através da eficiência do poder público será possível usar adequadamente o solo em respeito à legislação vigente; ou ainda proporciona o planejamento adequado e a gestão eficiente dos recursos hídricos.

## 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os problemas observados na área da bacia hidrográfica do Tucunduba, na condução da pesquisa evidenciaram a necessidade de aprofundamento nas discussões inerentes à gestão pública, quer na área de recursos hídricos ou ainda em áreas afins como saneamento básico, planejamento urbano, sócio-econômica, cultural, saúde pública, enfim, encontros ou seminários que proporcionem debates multidisciplinares visando melhor qualidade de vida a população local. A implantação de um amplo programa de infra-estrutura urbana no local mostra que esta preocupação é sentida também pelos tomadores de decisão.

As discussões sobre a gestão dos recursos hídricos têm sido mais evidenciadas em regiões, aonde este bem natural, vem sofrendo um processo de degradação crescente, motivada pelos usos múltiplos, ou ainda pela sua escassez. Na região de estudo foi observado certo descaso com as questões relacionadas com o saneamento, coleta de resíduos sólidos e ocupação e uso do solo. Por ser uma bacia urbana com uma alta concentração demográfica, levando-se em conta a população residente dos bairros que a compõem, a bacia do Tucunduba apresenta níveis preocupantes de degradação ambiental, os quais deflagram os conflitos identificados pelos entrevistados.

O uso de ferramentas de auxílio à tomada de decisão como a metodologia informacional, na presente pesquisa o software de análise de dados qualitativos Decision Explorer, propiciou a identificação dos tipos de conflito existentes na área de estudo e também as alternativas visando à mediação para a solução destes, confirmação de hipótese da pesquisa. Vale ressaltar a importância da interpretação dos dados e da condução do mapeamento cognitivo pelo pesquisador no alcance dos resultados, e não apenas nos resultados extraídos do software. Houve a preocupação em não interpretá-los como representações estáticas do sistema estudado, ou seja, o processo de mapeamento pelo CISDE permite uma atualização permanentemente, monitorada pelo próprio gestor, considerando sua experiência adquirida durante os eventos. Estes aspectos nos levam a concluir que a modelagem, através desta metodologia apresenta algumas vantagens tais como:

- Construir modelos e gerar simulações mesmo quando os dados disponíveis estão ainda incompletos;
- Construir modelos a partir da reutilização de fragmentos de outros modelos ou a partir da combinação de modelos mais simples para a representação de problemas mais complexos;
- Proporcionar ao gestor vários cenários observados, bem como prever cenários futuros visando a obtenção de resultados mitigados com maior agilidade;
- Representar de maneira explícita a causalidade entre os elementos do modelo, o que possibilita o suporte às explicações sobre o comportamento do sistema a partir de sua estrutura.

O ato de mapear constituiu-se, no nosso entendimento, em uma rica experiência, pois através das entrevistas os conhecimentos técnicos e as experiências profissionais que os facilitadores trouxeram “à tona” e que depois de estruturados e validados através do mapeamento cognitivo, contribuíram para que fossem colocadas à prova questões sobre as quais temos visto decisões tomadas por gestores públicos, como sendo preponderantes na mediação de conflitos em bacias urbanas, e que sob esta nova metodologia de relacionar os problemas existentes, estas soluções podem ser questionáveis sob os aspectos técnicos (físicos), de saúde pública (biológicos) ou sociais (sócio-econômicos e culturais).

Através das análises extraídas após o mapeamento dos conflitos pelo uso múltiplo na bacia do Tucunduba, evidenciados pelos facilitadores através das entrevistas, constatou-se que o uso de ferramentas como as metodologias informacionais e os sistemas de informações georreferenciadas, são importantes instrumentos de auxílio ao tomador de decisão, no equacionamento dos conflitos pelo uso da água identificados na bacia hidrográfica em estudo. É importante observar que a partir deste conceito (construto) identificado como medida potencial no alcance dos objetivos do mapeamento, suas relações causais indicam a implantação de medidas tanto estruturais como não estruturais, com mesmo nível de hierárquico. Isto nos leva a concluir que ambas são importantes e sem a presença da outra podem vir a se tornarem ineficazes no equacionamento dos potenciais problemas.

Os resultados obtidos a partir deste trabalho contribuirão decerto, para que novas pesquisas venham a ajudar na consolidação desta nova tendência de aplicação metodológica

para auxílio à gestão pública na mediação de potenciais conflitos pelos múltiplos usos em bacias hidrográficas.

A partir da estrutura metodológica implementada neste trabalho podem ser especificados e desenvolvidos novos avanços do modelo CISDE. É importante ressaltar que o protótipo apresentado, embora desenvolvido parcialmente, serviu para demonstrar que o mapeamento cognitivo (através da associação causal entre construtos) é aplicável na seleção e na organização de indicadores potenciais de conflitos pelos múltiplos usos da água, proporcionando a partir de suas análises, elementos de suporte para as decisões do gestor público (ou privado). Entanto, é necessário o desenvolvimento dos outros componentes para o aprimoramento do Modelo CISDE.

O modelo criado prevê como base de dados os mapeamentos a partir de entrevistas. Neste trabalho, por questões metodológicas, preferimos a seleção de apenas três profissionais de reconhecido conhecimento com a área de estudo. No entanto, para futuras pesquisas, este número de entrevistados (e entrevistas) para a identificação e mitigação dos conflitos existentes em uma bacia hidrográfica urbana poderá ser ampliado, ou ainda, incorporado ao grupo de entrevistados (facilitadores), pessoas ligadas ao meio pesquisado (comunidade), através dos quais poderão, certamente, virem novos construtos abordando os problemas, suas causas e as possíveis soluções sobre o ponto de vista do usuário.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, F. G. de. Artigo científico: *Pesquisa operacional aplicada a gestão de recursos hídricos*. Revista Universa. Brasília, v. 9, n. 2, p. 225-244, jun. 2001.

ATLAS.ti. *The knowledge workbench*. Disponível em: <<http://www.atlasti.de/>>. Acesso em 07. jan 2003

AZEVEDO, L. G. T. de; PORTO, R. L. L.; ZAHED FILHO, K. Modelos de simulação e de rede de fluxo. In: PORTO, R. L. L. (org.) et al. *Técnicas quantitativas para o gerenciamento de recursos hídricos*. Porto Alegre: Ed. da Universidade/UFRGS/ABRH, 1997.

BANXIA Software Ltd. *Decision Explorer User's Guide – version 3.1*: manual do usuário. Glasgow (Escócia), 1999. 69 p.

BARBOSA, P. S. F. Modelo de programação linear em recursos hídricos. In: PORTO, R. L. L. (org) et. al. *Técnicas quantitativas para o gerenciamento de recursos hídricos*. Porto Alegre: Ed. da Universidade/UFRGS/ABRH, 1997. 368p.

BARP, A. R. B. *Modelagem chuva-vazão em bacias hidrográficas com suporte em redes neurais artificiais*. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Campinas, 1999.

BARP, A. R. B. *Modelo de simulação hidrológica*: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFPA, Curso de Mestrado, 2001. Notas de Aula. Impresso.

BASTOS, A. V. B. Cognitive maps and organizational research: exploring methodological issues. *Estud. psicol.* (Natal). [online]. 2002, vol.7, no.spe, p.64-77. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php>. Acesso em 3 ago 2004.

BASTOS, A. V. B. *Mapas cognitivos*: ferramentas de pesquisa e intervenção em processos organizacionais. In: I Encontro de Estudos Organizacionais - ENEO (2000: Curitiba). Anais... Curitiba: ENEO, 2000. v.1, p. 37-57.

BOEREE, C. G. *Personality Theories – George Kelly, 1905-1967*. Disponível em <<http://www.ship.edu/~cgboeree/kelly.html>>. Acesso em 20.mai 2002.

BRAGA, B. P. F. *Uso múltiplo das águas no Brasil*. Brasília, 2002. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/AcoesAdministrativas/CDOC/palestras2.asp>>. Acesso em: 15 setembro 2002.

BRASIL. Resolução CONAMA N° 001, de 23 de janeiro de 1986. Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente.

BRASIL. Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

BRIGHTMAN, J. *Mapping methods for qualitative data structuring (QDS)*. Disponível em: <<http://www.banxia.com>>. Acesso em: 16 jan.2003.

BUZAN, T. *Mind Mapping*. Disponível em: <<http://www.mind-map.com/EN/mindmaps/definition.html>>. Acesso em: 23 out. 2003.

CAMPOS, N. Gestão de águas: novas visões e paradigmas. In: *Gestão de águas: princípios e práticas*. Porto Alegre: ABRH, 2001.132p.

CÂNDIDO, G. A. e ARAÚJO, N. M. de. As tecnologias de informação como instrumento de viabilização da gestão do conhecimento através da montagem de mapas cognitivos. *Ciência da Informação*. Vol. 32, N° 3 (2003) *Open Journal Systems*. Disponível em <<http://www.ibict.br/cienciadainformacao/viewarticle.php?id=40&layout=html>> Acesso em 3 ago 2004.

CAPOZOLI, U. *Escassez e disputa (água abundância e escassez)*. Disponível em <<http://www.comciencia.netway.com.br/reportagens/aguas/aguas11.htm>>. Acesso em: 31 janeiro 2002.

CARRIÇO, L. M. et al. Mapas cognitivos nos processos de negociação: análise de ferramentas e experimentação. Relatório Técnico RT-9/98-II. Projeto PRAXIS PCSH/P/PSI/77/96. Disponível em <<http://www.di.fc.ul.pt/~paa/reports/R017.htm>> Acesso em 06 jun 2002.19p.

CARVALHO, J. P. e TOMÉ, J. A. B. Fuzzy Causal Relations - Rule Based Fuzzy Cognitive Maps: Disponível em <<http://digitais.ist.utl.pt/uke/papers/cimca99rbfcm.pdf>>. Acesso em 03.abr. 2003.

CEARÁ. Lei Decreto nº 23.067, de 11 de fevereiro de 1994. Regulamenta o art. 40 da Lei nº 11.996 de 24 de julho de 1992 na parte referente à outorga do direito de uso dos recursos hídricos, cria o Sistema de outorga para o uso da água e dá outras providências.

CHRISTOFIDIS, D. Considerações sobre conflitos e uso sustentável em recursos hídricos. In: THEODORO, S. H. (org.). *Conflitos e uso sustentável dos recursos naturais*. Rio de Janeiro: Ed. Garamond, 2002. (344 p.).

CHRISTOFOLETTI, A. *Modelagem de sistemas ambientais*. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 1999. 236 p.

COGNEXUS INSTITUTE. *Dialog Mapping*. Disponível em: <<http://www.cognexus.org/id17.htm>>. Acesso em 14 out.2003.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO - RIO 92. *Agenda 21*. Rio de Janeiro, 1992. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/se/agen21>>. Acesso em: 07 dezembro 2003.

COSTA, A. P. *Metodologia multicritérios em apoio à decisão para solução de cultivares de arroz para lavouras no sul do Estado do Rio Grande do Sul*. Disponível em: <<http://www.eps.ufsc.br/disserta96/costa/index>>. Acesso em: 06 ago. 2002.

DOOGE, J. C. I. General reportan model structure and classification. In: ASKEW, A.J., GRACO, F. e KINDLER, J. (eds). *Logistics and benefits of using mathematical models of hydrologic and water resources systems*. IIASA Proceeding Series, vol.13, 1981. p.1-21.

DWYER, T. Inteligência artificial, tecnologias informacionais e seus possíveis impactos sobre as ciências sociais. In: TAVARES DOS SANTOS, J. V. (org.). *Sociologias: metodologias informacionais*. Porto Alegre: UFRGS/IFCH, 2001.

EDEN. C. e ACKERMANN, F. *Making strategy: the journey of strategic management*. 1.ed, 1998. London: Sage Publications, 4ª. Ed, 2002. 507pgs.

EAGLY, A. H., e CHAIKEN, S. *The psychology of attitudes*. Orlando, Florida: Harcourt, Brace & Jovanovich, 1993. 289p.

EVSUKOFF, A. G.; EBECKEN, N. F. F., Mineração de dados em recursos hídricos. In: VIEIRA DA SILVA, R. C. (ed.). *Métodos numéricos em recursos hídricos*. Vol 6.. Porto Alegre: ABRH, 2003.

FERREIRA, A. B. H. et al. *Dicionário Aurélio básico da Língua Portuguesa*. 3 ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1998.

FIGUEIREDO, S. V. de A. *Enchentes e inundações em áreas urbanas de Minas Gerais (conjugação de medidas estruturais e medidas não-estruturais): casos de aplicação*. [S.l.: s.n.], [2002]. 21p.

GALLEGO, C. E. C. *Água e outorga*. Revista eletrônica Água on line: revista digital da água, do saneamento e do meio ambiente – Seção Ponto de vista. Disponível em <<http://www.aquaonline.com.br/ponto>>. Acesso em: 10 mar. 2002.

GARP. *Knowledge-based Simulation Models in Education*. Disponível em:<<http://www.swi.psy.uva.nl/projects/GARP/index.html>>. Acesso em 5 jan 2003.

GLEICK, P. H. *Water and conflict*. In: P. H. Gleick, *The world's water 1998-1999*. Washington, DC: Island Press, 1998.

HODGKINSON, G.P., MAULE, A. J. e BOWN, N. J. *Causal cognitive mapping in the organizational strategy field: a comparison of alternative*. *Organizational Research Methods*, Vol. 7 No. 1, January 2004 3-26. Disponível em <<http://orm.sagepub.com/cgi/reprint/7/1/3>> Acesso em 24 mai 2004.

ISAACS, J. *Concept-mapping software: how effective is the learning tool in an online learning environment?*. Disponível em: <<http://edcompass.smarttech.com/en/learning/research/pdf/ConceptMapsOnlineLearningEnvironment.pdf>>. Acesso em: 12 out.2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. *Censo 2000*. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/censo/default.php>>. Acesso em: 23 mar. 2003.

KELLE, U. Capabilities for “theory building and “hypothesis testing” in software for computer-aided qualitative data analysis. Disponível em: <<http://caqdas.soc.surrey.ac.uk/kelle.doc>>. Acesso em: 28 maio 2003.

KOSKO. B. Fuzzy Systems as Universal Approximators. *IEEE Transactions on Computers*, vol. 43, no. 11, pp. 1329-1333, November 1994. Disponível em <<http://sipi.usc.edu/~kosko/FuzzyUniversalApprox.pdf>> Acesso em 6.abr 2002.

LANNA, A. E. L. *Gestão das Águas*. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas Hidráulicas/UFRGS, 1997.

MACÊDO e SILVA, A. *Gestão de Conflitos pelo uso da Água em Bacias Hidrográficas Urbanas*. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Belém, 2003.

MACEDO, N. A. M. *Criando uma arquitetura de memória corporativa baseada em um modelo de negócio*. (Doutorado) – Pontifícia Universidade Católica, Rio Programa de Pós-graduação em Informática, Rio de Janeiro, 2003. Disponível em <<http://www-di.inf.puc-rio.br/~julio/teseNestor.pdf>>. Acesso em 12 dez 2003.

MANGABEIRA, W. C.; LEE, R. M.; FIELDING, N. G. Padrões de adoção, modos de uso e representações sobre tecnologia: usuários do CAQDAS no Reino Unido, em meados da década de 90. In: In: TAVARES DOS SANTOS, J. V. (org.). *Sociologias: metodologias informacionais*. Porto Alegre: UFRGS/IFCH, 2001.

MAROT, R. S. V. *A consistência entre as atitudes e as intenções dos internautas em relação à aprovação da terapia on-line no Brasil*. Dissertação (Mestrado) - Universidade Gama Filho, Departamento de Psicologia, Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <<http://www.psicosite.com.br/pro/tese.htm>>. Acesso em: 05 jan. 2004

MODEL CIÊNCIAS. Modelagem computacional semiquantitativa e quantitativa em na educação em ciencias. Disponível em: <<http://www.fisica.furg.br/modelciencias/bin/ferramentas/quali>>. Acesso em: 02 mar.2003.

MONTIBELLER NETO, G.; ENSSLIN, L. Avaliando a eficiência de metodologias de apoio à decisão. XXXIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. *Anais...* Campos do Jordão, 2001. Disponível em <<http://www.sobrapo.org.br/simposios/xxxiii/artigos/013-ST228.pdf>>. Acesso em: 17 março 2004.

MOTA, S. *Preservação e conservação de recursos hídricos*. 2 ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995. 123p.

PARACAMPO, M. V. (coord.). *Da Questão Social a Questão Habitacional - A política de periferação/ metropolização da pobreza na Região Metropolitana de Belém*. Workshop Habitat – Belém Disponível em: <[http://www.ippur.ufrj.br/observatorio/download/rmbe\\_paracampo.pdf](http://www.ippur.ufrj.br/observatorio/download/rmbe_paracampo.pdf)>. Acesso em: 20/07/2004.

PARANÁ. Lei nº 12.726, de 26 de novembro de 1999. Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências.

PEREIRA, J. C. R. *Análise de dados qualitativos: estratégias metodológicas para as ciências da saúde, humanas e sociais*. 3 ed. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 2001. 157 p.

PORTO, R. L. L.; AZEVEDO, L. G. T. de. Sistemas de suporte a decisões aplicados a problemas de recursos hídricos. In: PORTO, R. L. L. (org.). *Técnicas quantitativas para o gerenciamento de recursos hídricos*. Porto Alegre: Ed. da Universidade/UFRGS/ABRH, 1997. 258p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELÉM – PMB. *Monografia das baixadas de Belém: subsídios para um projeto de recuperação*. CODEM, 1975. 98p.

\_\_\_\_\_. *Descritivo técnico e justificativas do projeto*. Belém: PMB, 2000. 89p.

\_\_\_\_\_. *Plano de Desenvolvimento Local Riacho Doce e Pantanal*. Belém: SEGEP, 2001. CD ROM.

REBOUÇAS, A. C. *Gestão integrada de recursos hídricos: Curso Especialização em Gestão de Recursos Hídricos, ago. de 2001*. 16 f. Notas de aula. Cópias xerográficas.

REDE DAS ÁGUAS. *Bacias Hidrográficas*. Disponível em: <[http://www.rededasaguas.org.br/bacia/bacia\\_01.asp?id=1](http://www.rededasaguas.org.br/bacia/bacia_01.asp?id=1)>. Acesso em: 23 fevereiro 2002.

RIEG, D. L. e de ARAÚJO FILHO T. *O uso das metodologias "planejamento estratégico situacional" e "mapeamento cognitivo" em uma situação concreta: o caso da pró-reitoria de*

*extensão da UFSCar*. .Gest. Prod. v.9 n.2 São Carlos ago. 2002. Disponível em <<http://www.scielo.br/scielo.php?>>. Acesso em 08 jan. 2004.

SAMPAIO, F. F. *Modelagem Dinâmica Computacional e o Processo de Ensino-Aprendizagem: Algumas Questões para Reflexão*. Disponível em: <<http://www.c5.cl/tise98/html/trabajos/modelag/>>. Acesso em: 23 abr 2004.

SÁNCHEZ, J. L. *La audiencia de conciliación como medio de prueba*. Disponível em <<http://www.universidadabierta.edu.mx/Biblio/L/Lazaro%20Jesus-La%20audiencia.htm>>. Acesso em 11/03/2002.

SFAI, M. S. *Impactos tempo-conjunturais*. Disponível em: <<http://www.milenio.com.br/siqueira/Tr272.htm>>. Acesso em: 23 mai . 2004.

SILVA, J. S.; REIS, D. E. C. C.; PIMENTA, C. C. M. *Regulação dos usos das águas*. In: FREITAS, M. A. V. (org.). *Estado das Águas no Brasil, 2001 – 2002*. Brasília: Agência Nacional de Águas, 2003. CD-ROM.

SOUZA FILHO, F. A. de, GOUVEIA, S. X. *Sistemas de suporte às decisões*. In: *Gestão de águas: princípios e práticas*. Porto Alegre: ABRH, 2001. 324p.

SPHINX Brasil. Disponível em: <<http://www.sphinxbrasil.com/>>. Acesso em 14 jan2003.

STEFANO, S. R. *Estilos cognitivos e a formação de estratégia: uma reflexão crítica*. Disponível em: <<http://read.adm.ufrgs.br/read21/artigo/artigo4.htm>>. Acesso em: 06 ago. 2002.

STREHL, A. *Relationship-based clustering and cluster ensembles for high-dimensional data mining*. Tese (Doutorado) - Faculty of the Graduate School of The University of Texas at Austin, 2002. Disponível em: <<http://www.lans.ece.utexas.edu/~strehl/diss/>>. Acesso em: 23 abr. 2003.

STUDART, T. M. C., CAMPOS, N. *Gestão da demanda*. In: *Gestão de águas: princípios e práticas*. Porto Alegre: ABRH, 2001.

TAVARES DOS SANTOS, J. V. *As possibilidades das metodologias informacionais nas práticas sociológicas: por um novo padrão de trabalho para os sociólogos do século XXI*. In: \_\_\_\_\_ (org.). *Sociologias: metodologias informacionais*. Porto Alegre: UFRGS/IFCH, 2001.

TOLMAN, E. C. Cognitive maps in rats and men. 1948. In: GREEN, C. D. *Classics in the history of psychology*. Toronto: Yorkee University. Disponível em <http://www.psychclassics.yorkee.ca/Tolman/Maps/maps.htm#f1> . Acesso em 01 out 2002.

ZUCCOLO, R. M. *Tratamento dos meios de drenagem plúvio-fluviais paulistanos*. Disponível em <<http://www.engenhoeditora.com.br/artsaneamento540.htm>>. Acesso em: 23 jul. 2002.

## BIBLIOGRAFIA

ACKERMANN, F.; EDEN, C. e BROWN, I. *The practice of making strategy: a step-by-step guide*. London: SAGE Publications, 2005. 265 p.

AGUIRRE, L. A. Modelagem matemática. In: *Introdução à identificação de sistemas: técnicas lineares e não-lineares aplicadas a sistemas reais*. Belo Horizonte: Editora Ufmg, 2000. p. 27-72. 554p.

BABBIE, E. *Métodos de pesquisa de Survey*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2001. 519 p.

BATALHA, B. H. L. *Água potável: o imperativo da atualização*. Disponível em <<http://www.NGWA.org>>. Acesso em: 07 agosto 2003.

BRASIL. Constituição (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil*: promulgada em 5 de outubro de 1988. Brasília: Senado Federal, Centro Gráfico 292p.

CALDAS, R. F.; ALENCAR, M. C. F. *Construção do conhecimento através das redes eletrônicas: o caso de uma escola especializada de ensino de 2º grau – 2ª parte, os alunos*. Revista Online da Biblioteca Prof. Joel Martins, Universidade Estadual de Campinas - Unicamp, v. 2, n. 3, jun. 2001. Disponível em <http://www.bibli.fae.unicamp.br/revbfe/v2n2jun2001/editonlv2n3.htm> Acesso em: 17 mar. 2003.

COSTA SANTOS, V.J. *Metodologia informacional aplicada ao saneamento ambiental: bacia hidrográfica do igarapé Tucunduba*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Curso de Engenharia Sanitária, Universidade Federal do Pará, Belém, 2003.

FANG, L.; HIPEL, K. W.; KILGOUR, M. The graph model approach to environmental conflict resolution. *Journal of environmental management*, vol. 27, p. 195-212, 1988.

FOREST, P. G. et al. Participation de la population et décision dans le système de santé et de services sociaux du Québec. Département de science politique et Groupe de recherche sur les interventions gouvernementales (GRIG). Relatório. Québec, nov. 2000. Disponível em:

<[http://www.csbe.gouv.qc.ca/fr/publications/rapports/20001102\\_rapp\\_cfr.pdf](http://www.csbe.gouv.qc.ca/fr/publications/rapports/20001102_rapp_cfr.pdf)>. Acesso em: 18 fev. 2002.

FREITAS, A. J. Gestão de recursos hídricos. In: SILVA, D. D. da; PRUSKI, F. F. (Org.). *Gestão de recursos hídricos – aspectos legais, econômicos, administrativos e sociais*. Brasília: ABRH, 2000.

GOLDEN, B. F. Sigues in developing and implementing a succeeful miltiparty watershed management strategy. In: REIMOLD, R. J. *Watershed management: practice, policies and coodination*. New Cork: McGraw-Hill, 1998. p.353-368. 391p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISRTAÇÃO MUNICIPAL (IBAM). *Estudo de avaliação da experiencia brasileira sobre a urbanização de favela e regularização fundiária*. Relatório final. Vol.1: Resultados de análise. Rio de Janeiro: IBAM, 2002. Disponível em: <<http://www.ibam.org.br/publique/media/volume1.pdf>>. Acesso em: 14 mai. 2003.

KELMAN, J. Evolution of Brazil's Water Resources Management System. In: CANALI, G. V. et al (org.). *Water resources management: brazilian and european trends and approaches*. Porto Alegre: ABRH, 2000.

LANNA, A. E. L. Introdução. In: PORTO, R. L. L. (org.). *Técnicas quantitativas para o gerenciamento de recursos hídricos*. Porto Alegre: Ed. da Universidade/UFRGS/ABRH, 1997.

MALTA, V. F. *Aplicação do modelo gráfico de solução de conflitos em problemas de recursos hídricos no Brasil*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, 2000.

MOTA, S. *Urbanização e meio ambiente*. Rio de Janeiro: ABES, 2003. 352 p.

PARÁ. *Lei Estadual nº 6.381, de 25 de Julho de 2001. Dispõe Sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, instituí o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências*. Disponível em <<http://www.sectam.pa.gov.br/>>. Acesso em:10 mar 2002.

PERSIS PASTERNAK, G. *Do caos à inteligência artificial: quando os cientistas se interrogam*. São Paulo: Editora Universidade Estadual Paulista, 1993. 259p.

PHILIPPI JR. et al (Eds). *Municípios e meio ambiente: perspectivas para a municipalização da gestão ambiental no Brasil*. São Paulo: Associação Nacional de Municípios e Meio Ambiente, 1999. 201 p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELÉM – PMB. *Programa de Recuperação das Baixadas: Projeto de Arborização do Conjunto Providência*, CODEM, 1980. 189p.

RABINO, G.; SCARLATTI, F. *The study of percetion and project of the territory using brain storming*. European regional Science Association Congress – ERSa 2003. Jyväskylä, Finlândia, 2003. Disponível em <<http://www.jiju.fi/ersa2003/cdrom/papers/385.pdf>>. Acesso em: 12 set. 2003.

RAGSDALE, C. T. *Spreadsheet modeling and decisão análise: a practical introduction to management science*. 3rd edition. London: South-Western Collage Publishing, 2001.p.713-786.793p.

SALLES, P. S. B. A., BREDEWEG, B., ARAUJO, S. Estudo Preliminar Sobre o Uso de Modelagem Qualitativa na Recuperação de Rios Degradados In: XXV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2003, Curitiba - PR. *Anais do XXV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, 2003.

TEIXEIRA, A. N.; BECKER, F. Novas possibilidades da pesquisa qualitativa via sistemas CAQDAS. In: TAVARES DOS SANTOS, J. V. (org.). *Sociologias: metodologias informacionais*. Porto Alegre: UFRGS/IFCH, 2001.

TEIXEIRA, W. et al. *Decifrando a terra*. São Paulo. Ed. Oficina de Texto, 2000. 557p.

TUCCI, C. E. M. e BERTONI, J. C. (orgs). *Inundações urbanas na América do Sul*. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003. 471p.

TUNDISI, J. G. *Águas no século XXI: enfrentando a escassez*. São Carlos: RIMA, 2003. 247 p.

UHLY, S.; LOPES DE SOUZA, E. (orgs.) *A questão da água na grande Belém*. Belém; Ed. Casa de Estudos Germânicos, 2004. 245p.

## **ANEXOS**

**ANEXO 1** – Mapa cognitivo agregado do Modelo CISDE, a partir da união dos construtos e ligações gerados através das três entrevistas

**ANEXO 2** – Relação de todos os construtos existentes no mapa geral agregado

**ANEXO 3** – Relação dos construtos após a análise *HEAD*

**ANEXO 4** – Relação dos construtos após a análise *TAIL*

**ANEXO 5** – Relação dos construtos, por ordem decrescente de valor, após a análise *DOMAIN*

**ANEXO 6** – Relação dos construtos, por ordem decrescente de valor após a análise *CENTRAL*

**ANEXO 7** – Relação dos construtos, por ordem decrescente de valor após a análise *POTENCY* (ou *POTENT*)