

UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

DISSERTAÇÃO

SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO ITAJAÍ:
Projeto Piloto para a Sub Bacia do Rio Benedito

ODIRLEI FISTAROL

BLUMENAU
2004

ODIRLEI FISTAROL

SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO ITAJAÍ:
Projeto Piloto para a Sub Bacia do Rio Benedito

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre ao Curso de Mestrado em Engenharia Ambiental, Centro de Ciências Tecnológicas, da Universidade Regional de Blumenau - FURB.

Orientadora: Dra. Beate Frank

Co-orientador: Julio César Refosco

BLUMENAU
2004

ODIRLEI FISTAROL

**SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE RECURSOS
HÍDRICOS DA BACIA DO ITAJAÍ: PROJETO
PILOTO PARA A SUB-BACIA DO RIO BENEDITO**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental na Universidade Regional de Blumenau - FURB, pela comissão formada pelos professores:



*Profa. Dra. Beate Frank – FURB
Orientadora*



*Prof. Dr. Rubem La Laina Porto - USP
Examinador externo*



*Profa. Dra. Noemia Bohm - FURB
Examinadora interna*

Blumenau, 30 de julho de 2004.

Estudar as manifestações da natureza é trabalho que agrada a Deus. É o mesmo que rezar, que orar. Procurando conhecer as leis naturais, glorificando o primeiro inventor, o artista do Universo, se aprende a amá-lo, pois que um grande amor a Deus nasce de um grande saber.

Leonardo da Vinci

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a:

Flores Lino Fistarol

Marli Fistarol

Fabiana de Pinho

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer aos professores do Curso de Pós Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Regional de Blumenau, pelo conhecimento e experiência adquirida no decorrer do curso.

Agradeço especialmente a minha orientadora professora Dra. Beate Frank, pela orientação, críticas e incentivos na conduta deste trabalho.

Agradeço aos amigos que de alguma forma contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho. Agradeço também ao meu Co-orientador Julio César Refosco.

Agradeço as entidades Universidade Regional de Blumenau (FURB) e Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior – CAPES.

RESUMO

A Lei 9.433/97, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, definiu um conjunto de instrumentos para o gerenciamento de recursos hídricos do país. Entre esses instrumentos, o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos é o mais abrangente, pois tem a possibilidade de articular os demais instrumentos e disponibilizar um conjunto de informações sobre a água de uma bacia hidrográfica e temas correlatos, que servirão de subsídios para a outorga e para a cobrança, bem como para o plano de recursos hídricos da bacia. Até o presente momento, registram-se poucos avanços na implementação desses instrumentos no Estado de Santa Catarina, dificultando a ação dos Comitês de Bacias Hidrográficas. O presente trabalho propõe uma estrutura para o Sistema de Informações de Recursos Hídricos da bacia do rio Itajaí, na tentativa de contribuir na definição de uma linha de ação para orientar a elaboração e implantação do SIRH nesta bacia, com base nos temas discutidos pelo Comitê de Gerenciamento da bacia em questão. Para almejar este objetivo a pesquisa baseou-se em pesquisa bibliográfica qualitativa descritiva não experimental, e experimental utilizando a sub bacia do rio Benedito como área piloto. Os principais resultados foram, o desenvolvimento de uma proposta de estrutura para o Sistema de Informações de Recursos Hídricos para a Bacia do rio Itajaí, e de uma linha de ação para implementação do sistema.

Palavras chaves: Sistema de Informações de Recursos Hídricos, bacia do Itajaí, Comitê do Itajaí.

ABSTRACT

The Brazilian law 9433/97 established the national water policy in Brazil, created the national system for water resource management and defined the instruments for water management. Among those instruments, the water resource information systems (WRIS) is the widest, because it articulates the other instruments and organizes the information about the water and its use of a watershed and correlated subjects. This information system subsidizes the grant for water use and pricing, as well as the water planning process in the basin. Until the present, there are only small developments on the implementation of those management instruments in Santa Catarina State, making difficult the work and action of the water committees. This paper considers a proposal for the WRIS for the Itajaí river basin, trying to contribute in the definition of a orientation, design, and building of the WRIS, based on issues discussed by the Itajaí Water Committee. To reach this objective, this research was based in qualitative bibliographic research of descriptive and not experimental character, and experimental using the Benedito River Sub-basin as experimental area. The main results was the development of a propose of structure to the Water Resources Information System to Itajaí River Basin, and of an action line to the implementation of the system.

Keywords: Water Resource Information System, Itajaí river basin, Itajaí Committee.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Inter-relações de um sistema de informação.....	44
Figura 2	Categorias de atividade de gerenciamento e planejamento ambiental associado a recursos hídricos e a importância do SIG.	46
Figura 3	Estrutura do Sistema de Informações.....	47
Figura 4	Composição do Sistema de Informações de Recursos Hídricos.	54
Figura 5	Modelo Conceitual do SIRH-SE.....	55
Figura 6	Arquitetura do SIG da SUDERHSA	59
Figura 7	Estrutura do SNIRH de Portugal.....	62
Figura 8	Arquitetura básica de um banco de dados Web: navegador Web, mecanismo de criação de script e servidor de banco de dados.....	66
Figura 9	Arquitetura em camadas da Internet.....	67
Figura 10	Relacionamento “um para um”.....	69
Figura 11	Relacionamento de um para muitos.	69
Figura 12	Relacionamento de muitos para muitos.....	70
Figura 13	Regionalização de Vazões para a bacia do Itajaí, segundo o modelo do CEHPAR.	93
Figura 14	Regionalizações de vazões mínimas $Q_{7,10}$ em l/skm^2	94
Figura 15	Vazões médias mensais.....	95
Figura 16	Estrutura lógica proposta para o Sistema de Informações para Recursos Hídricos da Bacia do Itajaí.	101
Figura 17	Relacionamento entre as tabelas de um banco de dados e interação entre os bancos de dados.	103
Figura 18	Estrutura de armazenamento de dados do MySQL.....	104
Figura 19	Fluxo de informações no Sistema de Informações de Recursos Hídricos da Bacia do Itajaí.....	105
Figura 20	Disponibilização de informação espacial e tabular através do Servidor de Mapas (Mapa da Bacia do Itajaí, com os principais rios).	106
Figura 21	Divisão das seções hidrográficas da bacia do Benedito.....	112
Figura 22	Página principal do Sistema de Informações de Recursos Hídricos da bacia do Itajaí.....	117
Figura 23	Página para cadastro de usuários de recursos hídricos (inserção de informações pessoais).	118

Figura 24	Área restrita a cada usuário. Primeira parte da janela são informações do usuário (1), e um segundo momento, a opção para cadastrar novo ponto de captação de água superficial (2). Na parte inferior da tela é apresentado um relatório dos pontos cadastrados com a opção de edição dos dados (3).....	119
Figura 25	Questionário para inserção de novo ponto de captação de água superficial (figura não está completa. Consultar o Site: www.ipa.furb.br/geovale/agua/comite).	120
Figura 26	Possibilidade de inserção de dados referente a característica do efluente (1). Relatórios dos dados cadastrados (2).....	121
Figura 27	Questionário para inserção de dados referente a características do efluente.	122
Figura 28	Relatório das características do efluente cadastradas (1), possibilidade de visualizar os dados (2).....	123

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Órgãos que compõem o Sistema Nacional de gerenciamento de Recursos Hídricos - SNGREH.....	16
Tabela 2	Aspectos importantes de cada Sistema de Informações.	64
Tabela 3	Resumo dos assuntos discutidos e das decisões tomadas pelo Comitê do Itajaí de 1998 a 2003.....	78
Tabela 4	Relação de dados sobre a Bacia do Itajaí.	87
Tabela 5	Comparação dos resultados de disponibilidade hídrica utilizando o estudo de regionalização de vazões $Q_{7,10}$ da CEHPAR e da ANEEL/UFSC (2002).	113

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Objetivo geral	19
1.2	Objetivos específicos	19
1.3	Justificativa.....	20
1.4	Metodologia.....	23
1.5	Estrutura do trabalho.....	25
2	SISTEMAS DE INFORMAÇÕES DE RECURSOS HÍDRICOS – O ESTADO DA ARTE	27
2.1	Os instrumentos da política nacional de recursos hídricos e o Sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos	27
2.1.1	Planos de Recursos Hídricos	28
2.1.2	Enquadramento dos Corpos de Água em Classes de Usos Preponderantes.....	31
2.1.3	Outorga de Direito de Uso dos Recursos Hídricos.....	33
2.2.4	Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos.....	34
2.1.5	Sistema de Informações de Recursos Hídricos	36
2.1.6	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos	39
2.2	Sistema de Informações.....	42
2.2.1	Sistema de Informações Geográficas	44
2.2.2	Sistema de Informações de Recursos Hídricos	46
2.3	Alguns exemplos de Sistemas de informação de recursos hídricos.....	50
2.3.1	Sistema de Informações de Recursos Hídricos para a Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe	51
2.3.2	Sistema de Informações de Recursos Hídricos para o Estado de Pernambuco.....	51
2.3.3	Sistema de Informação de Recursos Hídricos para o Estado do Sergipe.....	54
2.3.4	Sistema de Informações Geográficas para Gestão de Recursos Hídricos da Bacia do Alto Iguaçu	57
2.3.5	Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos de Portugal	60
2.3.6	Comentários.....	62
2.4	recursos de Informática aplicados ao sistema de informações de recursos hídricos.....	65
2.4.1	Funcionamento WWW na Internet	66
2.4.2	O Gerenciador de Dados	68
2.4.3	As Interfaces via Web	72
2.5	Conclusões	75
3	A DEMANDA DE INFORMAÇÕES PARA O GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO RIO ITAJAÍ E DADOS DISPONÍVEIS	77
3.1	A demanda de informações para o gerenciamento de recursos hídricos da Bacia do Rio Itajaí	77

3.1.1	Conscientização e Educação Ambiental	81
3.1.2	Programa de Recuperação de Mata Ciliar	81
3.1.3	Unidades de Conservação	82
3.1.4	Cobrança pelo Uso da Água	82
3.1.5	Sistema de Contenção de Cheias.....	83
3.1.6	Sistema de Alerta de Cheias.....	84
3.1.7	Qualidade de Água.....	85
3.2	Dados existentes sobre a bacia do rio itajaí e instituições geradoras	86
3.2.1	Informações Espaciais	88
3.2.2	Informações Tabulares.....	96
3.2.3	Informações Documentais.....	98
3.3	Conclusões	98
4	ESTRUTURA LÓGICA PARA O SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE RECURSOS HÍDRICOS E SUA APLICAÇÃO NA SUB BACIA DO BENEDITO...	100
4.1	Estrutura lógica para o sistema de Informações de Recursos Hídricos para a Bacia do Itajaí.....	100
4.1.1	Servidor de Mapas	105
4.1.2	Usuários de Recursos Hídricos	106
4.1.3	Monitoramento de Qualidade de Água.....	107
4.1.4	Informações Hidrológicas.....	108
4.1.5	Previsão de Cheias e Monitoramento das Barragens	108
4.1.6	A Disponibilidade Hídrica	108
4.1.7	Outros Módulos	109
4.2	Aplicações na sub-bacia do rio Benedito	109
4.2.1	A Definição de um Mapa de Disponibilidade Hídrica.....	109
4.2.2	Interface para Cadastro de Usuários de Água	114
4.3	Conclusões	124
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	125
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	130

1 INTRODUÇÃO

A Terra, apesar de possuir dois terços de água em sua superfície, apresenta somente uma pequena parte deste recurso disponível para ser utilizado pelo homem e pela maioria das demais formas de vida. Há quem diga que a água é o maior *commodity* do novo milênio, o que se justifica muito bem, numa análise apurada da situação deste recurso, o papel dele no sistema Terra, bem como sua utilização pelo ser humano.

De acordo com as Nações Unidas, atualmente 31 países enfrentam escassez de água. Mais de um bilhão de pessoas não têm acesso à água limpa para beber e quase três bilhões não tem acesso a serviços de saneamento público.

No Brasil, ao longo do último século, as grandes massas de águas foram consideradas dádivas da natureza, capazes de fornecer água pura eternamente e de receber e absorver quantidades ilimitadas de rejeitos das atividades humanas. Mas com o crescimento acelerado da população, a urbanização das cidades, o desenvolvimento industrial e tecnológico e a expansão agrícola, as poucas fontes disponíveis de água estão comprometidas ou correndo risco de assim ficarem num curto tempo.

Além do crescimento desordenado das cidades, o país possui problemas relacionados à distribuição irregular dos recursos hídricos e o desperdício destes recursos em todos os níveis da sociedade.

A região Norte do Brasil, onde vivem apenas 7% da população, detém 70% das águas do país. A região Sudeste, que tem a maior concentração populacional (42,63%), dispõe de apenas 6% dos recursos hídricos, e a região Nordeste, que abriga 28,91% da população, dispõe de apenas 3,3% dos recursos hídricos (MACHADO, 2003).

Em 1997, mediante um quadro que já apontava para a crise, a legislação brasileira sobre uso da água passou por uma profunda revisão por meio da Lei 9.433/97, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

A Política Nacional de Recursos Hídricos é executada através da implementação de um conjunto de instrumentos, destinados ao gerenciamento de recursos hídricos do país. Dentre estes instrumentos estão o plano de recursos hídricos, o enquadramento dos cursos d'água, a outorga do direito ao uso da água, a cobrança pelo uso da água e o sistema de informações sobre recursos hídricos.

Os órgãos aos quais compete implementar os instrumentos de gerenciamento de recursos hídricos compõem o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, discriminado na Tabela 1.

A Política de Recursos Hídricos no Estado de Santa Catarina foi instituída pela Lei Estadual nº 9.748/94 e o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos foi instituído pela Lei Estadual nº 9.022/93. Como se vê, pelas datas das Leis, elas antecederam em alguns anos a edição da Lei Federal que viria em 1997 (Lei Federal

nº 9.433/97), que em um mesmo instrumento normativo, instituiu tanto a Política quanto o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Tabela 1 Órgãos que compõem o Sistema Nacional de gerenciamento de Recursos Hídricos - SNGREH.

Esfera de abrangência	Órgão deliberativo	Órgão executivo	Órgão gestor
Nacional	Conselho Nacional de Recursos Hídricos	Ministério do Meio Ambiente/ Secretaria de Recursos Hídrico	Agência Nacional de Água
Estadual	Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos	Secretaria Estadual de Recursos Hídricos (ou equivalente)	Departamento Estadual de Recursos Hídricos (ou equivalente)
Regional	Comitês de bacias	Agência de Bacias	

Fonte: Lei 9433/97

Embora os instrumentos de gerenciamento de recursos hídricos tenham sido criados pela Lei nº 9.433/97 para lidar com conflitos de uso da água e promover a recuperação ambiental das bacias, até o presente registram-se poucos avanços na implementação desses instrumentos no Estado de Santa Catarina, dificultando a ação dos Comitês de Bacias Hidrográficas. A inexistência, até o momento, de um órgão gestor de recursos hídricos no Estado de Santa Catarina é o principal fator pelos poucos avanços na implementação destes instrumentos.

Decorrente desta atribuição legal e dos problemas sérios de qualidade e quantidade de água que vêm ocorrendo em Santa Catarina, o seu gerenciamento está se tornando uma necessidade cada vez mais urgente, razão pela qual a informação sobre a água deve estar disponível, para que os órgãos competentes possam tomar

decisões sobre seu controle e para que a sociedade esteja apta a participar deste processo.

Dentre os instrumentos de gerenciamento de recursos hídricos, o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos é o mais abrangente, pois tem a possibilidade de articular os demais instrumentos e disponibilizar um conjunto de informações sobre a água de uma bacia hidrográfica e temas correlatos, que servirão de subsídios para os outros instrumentos. O Sistema de Informações de Recursos Hídricos “é um sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informação sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão.” (Lei 9.433/97, art. 25).

Segundo Sousa Filho (1999) um sistema de informação é essencialmente constituído por quatro elementos: 1) A geração das informações, responsável pela contínua atualização dos dados; 2) a base de dados, que contempla a série histórica de dados, os conhecimentos e informações já geradas a partir das informações básicas; 3) a política e a forma de disponibilização da informação e, finalmente, 4) o processo de tomada de decisão.

Os Sistemas de Informações de Recursos Hídricos desenvolvidos nas diferentes esferas de abrangência: nacional, estadual e regional, devem ser desenvolvidos de forma articulada.

A implementação do Sistema de Informações de Recursos Hídricos em Santa Catarina depende da criação do órgão gestor de recursos hídricos do estado, que

por sua vez irá estabelecer as relações e atribuições do sistema estadual e dos sistemas de informações de recursos hídricos em nível de bacia hidrográfica.

No Brasil, os poucos exemplos de sistemas de informações de recursos hídricos implementados estão na esfera de abrangência estadual. Em nível de bacias, provavelmente em função de sua novidade, o seu desenvolvimento e sua implementação ainda estão no começo.

Para efeito do planejamento, gestão e gerenciamento dos recursos hídricos, o Estado de Santa Catarina foi dividido em dez regiões hidrográficas (Lei nº 10.949/98). Os conflitos pelo uso da água nas diferentes Regiões do Estado de Santa Catarina vêm aumentando, o que se manifesta no mínimo pela quantidade de Comitês de Bacia já criados.

Na Região do Vale do Itajaí, a sétima das dez regiões hidrográficas do Estado, podemos citar a construção da Usina Salto Pilão e os conflitos entre rizicultores e outros usuários, o atual quadro de poluição dos mananciais hídricos e as enchentes.

A necessidade de implementação do Sistema de Informações de Recursos Hídricos da Bacia do Itajaí torna-se assim cada vez mais importante para subsidiar as ações do Comitê da Bacia Hidrográfica do Itajaí e manter a população informada sobre as condições da bacia.

As Agências de Água foram criadas para exercer as funções de secretaria executiva de um ou mais Comitês de Bacias Hidrográficas. Entre as competências das

agências de águas, está a de gerir o Sistema de Informações em sua área de atuação e manter o cadastro de usuários de recursos hídricos.

Como o governo estadual não está orientando a implementação dos Sistemas de Informação de Recursos Hídricos em nível de bacia hidrográfica, surge necessidade de se definir uma linha de ação para orientar a elaboração e implantação destes sistemas, o que remete para os objetivos deste trabalho, explicitados a seguir.

1.1 OBJETIVO GERAL

Propor uma estrutura para o Sistema de Informações de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Itajaí, utilizando a sub bacia do Rio Benedito como área de teste para um sistema piloto.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos do trabalho são:

- 1) Identificar os objetivos do Sistema de Informações de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Itajaí;
- 2) Identificar dados disponíveis e as instituições que geram dados continuamente na Bacia Hidrográfica do rio Itajaí;
- 3) Estabelecer uma proposta de estrutura lógica do Sistema de Informações da Bacia Hidrográfica do rio Itajaí;

4) Construir um modelo piloto de Sistema de Informações de Recursos Hídricos para a sub bacia do rio Benedito.

1.3 JUSTIFICATIVA

Pode-se afirmar que toda e qualquer atividade da sociedade humana utiliza água em algum momento de seu ciclo: abastecimento humano, agricultura, indústria, geração de energia e serviços. O aumento da relação entre demandas e disponibilidades vem aumentando os conflitos e disputas pelo recurso. Se levarmos em consideração diversas outras questões associadas à água como, degradação, poluição, qualidade dos recursos hídricos, enchentes, estiagens e outros usos, o nível de complexidade para o gerenciamento da água aumenta.

Para Porto (1997, p.43), “a tomada de decisões a respeito de recursos hídricos deve considerar obrigatoriamente aspectos hidrológicos, ambientais, econômicos, políticos e sociais, mutáveis no tempo e associados a incertezas de difícil quantificação”, tornando assim difícil a compreensão deste fenômeno se estas informações não estiverem reunidas e organizadas.

O Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos é um instrumento fundamental que articula elementos necessários para o gerenciamento dos recursos hídricos. Os outros instrumentos de gerenciamento de recursos hídricos são:

- Os planos de recursos hídricos, que são planos diretores que visam a fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos;

- O enquadramento dos corpos d'água, que significa estabelecer o nível de qualidade (classe) a ser alcançado e/ou mantido em um segmento de corpo d'água ao longo do tempo;
- A outorga de direito de usos de recurso hídrico, que é um ato administrativo mediante o qual a autoridade outorgante faculta ao outorgado previamente ou mediante o direito de uso de recurso hídrico, por prazo determinado, nos termos e nas condições expressas no respectivo ato, consideradas as legislações específicas vigentes (art. 1º, Resolução CNRH nº. 16/01).
- E, por fim, a cobrança pelo uso da água, que tem por objetivo reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor, incentivar a racionalização do seu uso e obter recursos financeiros para financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos (art.19, Lei nº. 9.433/97).

O Sistema de Informações de Recursos Hídricos surge pela necessidade de reunir, organizar, analisar e facilitar a difusão das informações geradas no desenvolvimento das atividades, permitindo o acompanhamento dinâmico dos recursos hídricos da bacia hidrográfica.

A organização dos dados existentes, além da coleta de novos dados para enriquecer/atualizar a base disponível, de acordo com a demanda, resulta em uma proposta de um ambiente contínuo de distribuição e exploração efetiva de informação, no desencadeamento do aumento do interesse da sociedade e, conseqüentemente, na popularização de conhecimentos sobre a água e seu estado.

Gerenciar água significa administrar os usos, confrontando quem usa, quanto usa e como usa, com a disponibilidade e qualidade do recurso em diferentes pontos da bacia hidrográfica, bem como no conjunto da bacia. A disponibilidade destas informações à sociedade como um todo viabiliza as discussões em torno das decisões que cabem ao Comitê de Bacia Hidrográfica, como por exemplo, as prioridades de outorga, a cobrança pelo uso da água, entre outras. Sendo assim, o Sistema de Informações de Recursos Hídricos de uma bacia hidrográfica deve propiciar informações para o gerenciamento dos recursos hídricos da bacia.

Para que o Sistema de Informações seja útil de fato, ele deve atender às necessidades do ambiente que o cerca, ou seja, do organismo que tem a incumbência de utilizá-lo como instrumento de gerenciamento. Além do organismo de gerenciamento de recursos hídricos, a comunidade também faz parte deste ambiente, pois percebe a necessidade de se manter informada sobre as decisões que vão ter reflexo sobre sua vida. O objetivo do Sistema de Informações passa a ser, então, o de atender as necessidades de informações deste ambiente (organismo gestor de recursos hídricos e comunidade). Com seu objetivo definido, o Sistema de Informações pode desempenhar seu papel que é a coleta, organização, geração, disponibilização da informação, para o auxílio na tomada de decisões ou para a divulgação.

A realização de experimentos em pequena escala, com um número limitado de informações, é de suma importância para o entendimento do complexo mecanismo que é a gestão de recursos hídricos. As bacias hidrográficas constituem unidades

básicas de planejamento do uso, conservação e recuperação dos recursos hídricos, constituindo assim o âmbito adequado para testar esta nova tecnologia.

Um Sistema Piloto de Informações de Recursos Hídricos, em uma sub-bacia como a do Benedito, é de grande importância, pois permite analisar os elementos que integram um sistema de informações. Com a análise das respostas do sistema piloto é possível ajustar as características que o Sistema de Informações para a Bacia do Itajaí deve possuir. Estas informações servirão também de subsídio para o desenvolvimento do Sistema Estadual de Informações de Recursos Hídricos, com o qual necessariamente o Sistema de Informações de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Itajaí deverá estar articulado.

1.4 METODOLOGIA

O desenvolvimento desta pesquisa baseia-se em pesquisa bibliográfica qualitativa descritiva não experimental, no atendimento dos primeiros três objetivos específicos. O quarto e último objetivo específico requer experimentação usando a sub-bacia do Benedito como área piloto. A seguir são apresentados os procedimentos metodológicos para cada um dos objetivos específicos.

Objetivo 1 - Identificar os objetivos do Sistema de Informações de Recursos Hídricos Bacia Hidrográfica do rio Itajaí

Para atender este objetivo foi realizada uma pesquisa documental para identificar as demandas de informações para a gestão da bacia do Itajaí. Os procedimentos adotados foram: leitura, síntese e análise dos dados e informações das atas de

reuniões do Comitê do Itajaí a fim de identificar quais são as informações necessárias ao gerenciamento dos recursos hídricos desta bacia, até agora aventadas pelo Comitê.

Objetivo 2 - Identificar dados disponíveis e as instituições que geram dados continuamente na Bacia Hidrográfica do rio Itajaí.

Uma vez conhecidas as demandas de informação (objetivo específico 1), este segundo objetivo foi alcançado através de: pesquisa documental, leitura de dissertações, teses, artigos, livros e periódicos. A identificação das instituições detentoras dos dados e as características dos dados foram apresentadas em forma de tabela, sendo caracterizadas como segue: classificação (informação espacial, tabular, documental), atualização dos dados (contínuo, esporádico). A pesquisa para o objetivo 2 não foi exaustiva, ou seja, os órgãos gestores e as instituições de pesquisa não foram procurados para o levantamento de dados disponíveis e interesse na informação. Esta será uma etapa posterior na implantação do Sistema de Informações em questão. No âmbito do presente trabalho somente foram identificados os dados necessários para definir a estrutura do Sistema e para o desenvolvimento de alguns dos seus módulos.

Objetivo 3 - Estabelecer uma proposta de estrutura lógica do Sistema de Informações de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Itajaí.

Para alcançar este objetivo foi realizada pesquisa bibliográfica para comparação das características dos sistemas de informações já desenvolvidos em outros estados brasileiros e em outros países. As características comparadas foram: os objetivos de

cada sistema, a esfera de abrangência, a geração de dados, a base de dados, a disponibilização de informação, e os recursos de informática utilizados.

Os resultados da discussão das características dos sistemas de informações implementados em outros Estados Brasileiros e os objetivos do Sistema de Informações da Bacia do rio Itajaí (primeiro objetivo específico), resulta em uma proposta de estrutura lógica do Sistema de Informações de Recursos Hídricos da Bacia do Itajaí.

Objetivo 4 - Construção de um modelo piloto de Sistema de Informações de Recursos Hídricos para a sub-bacia do rio Benedito.

A partir da proposta da estrutura lógica do Sistema de Informações de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Itajaí foram realizados alguns testes utilizando a sub-bacia do rio Benedito como unidade experimental.

Estes testes incluem: a) a construção de uma dos módulos que fará parte do Sistema de Informações de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Itajaí – o cadastro de usuários de recursos hídricos; b) a obtenção de um mapa de disponibilidade hídrica para a sub-bacia do rio Benedito. As metodologias específicas aplicadas no desenvolvimento de cada um destes módulos são apresentadas no capítulo 4.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Para alcançar os objetivos propostos, esta dissertação foi dividida em cinco capítulos, incluindo a introdução. O capítulo segundo apresenta a revisão da

literatura, que é o embasamento teórico da metodologia adotada para alcançar os objetivos. Além disso apresenta os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, alguns sistemas de informações de recursos hídricos que estão em fase de implementação ou já foram implementados e a revisão de alguns *softwares* que foram utilizados no decorrer do estudo. O capítulo terceiro desenvolve os objetivos do Sistema de Informações de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Itajaí e descreve as informações disponíveis e as instituições que as geram. O quarto capítulo descreve uma proposta de modelo de Sistema de Informações de Recursos Hídricos para a Bacia Hidrográfica do rio Itajaí e apresenta os resultados dos testes realizados na sub-bacia do rio Benedito. Por último, o capítulo cinco apresenta as considerações finais, incluindo recomendações para a implantação do Sistema de Informações de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Itajaí.

2 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES DE RECURSOS HÍDRICOS – O ESTADO DA ARTE

Neste capítulo foi realizada uma revisão sobre a Legislação de Recursos Hídricos, em particular sobre o instrumento de gerenciamento denominado Sistema de Informação de Recursos Hídricos e sobre o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Foram pesquisados também alguns sistemas de informações desenvolvidos em outros países e estados brasileiros, para compará-los e extrair alguns elementos essenciais para o desenvolvimento do presente trabalho. Por fim, foi realizada uma revisão da literatura referente a alguns recursos de informática a serem utilizados no desenvolvimento do projeto piloto.

2.1 OS INSTRUMENTOS DA POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS E O SISTEMA NACIONAL DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS

Segundo Ministério do Meio Ambiente (2000), o gerenciamento de recursos hídricos pressupõe a existência de três pilares fundamentais de sustentação: base legal, base técnica e ordenamento institucional.

a) Base legal - O gerenciamento dos recursos hídricos deve estar apoiado em sólidos fundamentos legais, devendo-se sempre contar com um adequado apoio jurídico. No caso do Brasil, além da Constituição Federal, o Código de Águas, a Legislação subsequente e correlata à Lei nº 9.427/96, a Lei nº 9.433/97 e a Lei nº

9.984/00, são ferramentas indispensáveis, além de outras, que o gestor deve constantemente ter ao seu alcance.

b) Base técnica - A base técnica do gerenciamento de recursos hídricos está fundamentada nos instrumentos da Lei nº 9.433/97, em especial nos Planos de Recursos Hídricos e no Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos.

c) Ordenamento Institucional - A Lei nº 9.433/97 também estabeleceu o Ordenamento Institucional. O artigo 33 enumera os órgãos integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, bem como suas competências, no que diz respeito à aplicação dos instrumentos de gerenciamento.

Os instrumentos adotados na gestão de recursos hídricos constituem uma parte importante dos aspectos técnicos do problema. Em seu conjunto, eles são capazes de exercer influência sobre quase todo o universo do planejamento e gerenciamento do uso da água, como se verá a seguir.

O ordenamento institucional para a gestão de recursos hídricos também é relevante para o presente trabalho, pois, como ele estabelece os órgãos integrantes do sistema e suas competências, permite esclarecer, também, as competências em relação ao Sistema de Informações de Recursos Hídricos.

2.1.1 Planos de Recursos Hídricos

A legislação brasileira prevê que os planos de recursos hídricos serão elaborados por bacia, por estado e para todo o país (Lei nº 9.433/97). No caso dos planos

estaduais e do plano nacional, a abordagem das diretrizes será mais superficial que no caso das bacias.

Os planos de Recursos Hídricos são planos que visam a fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos (art 6º, da Lei 9.433/97). Tais planos devem conter o diagnóstico da situação do uso da água na bacia em questão, a disponibilidade hídrica e as linhas gerais de ação para ampliar e melhorar a utilização dos recursos hídricos.

Nos planos de recursos hídricos são estabelecidos os critérios gerais para o gerenciamento do uso da água, os quais devem levar em conta os seguintes elementos: (1) os objetivos e diretrizes de ações conjugadas do Estado e dos municípios com relação ao aproveitamento múltiplo, controle, conservação, proteção e recuperação dos recursos hídricos; (2) o processo de planejamento interativo das ações e interações, resultante da discussão dos planos gerais, regionais, urbanos e setoriais do uso da água; (3) as diretrizes e critérios para a participação financeira do estado no fomento aos programas, definidos mediante articulação institucional, técnica e financeira com a União, estados vizinhos, municípios e entidades internacionais de cooperação; (4) o monitoramento climático, zoneamento das disponibilidades hídricas efetivas, usos prioritários e previsão dos impactos ambientais do conjunto de programas e projetos propostos; (5) os programas de desenvolvimento institucional, tecnológico e gerencial, de valorização profissional e de comunicação social no campo dos recursos hídricos; (6) a compatibilização das questões interbacias e consolidação dos programas anuais e plurianuais das bacias

hidrográficas; e (7) as normas relativas à proteção do meio ambiente (FERNANDEZ; GARRIDO, 2002).

De acordo com a Lei 9.433/97, art. 7º., tem-se que os Planos de Recursos Hídricos são planos de longo prazo, com horizonte de planejamento compatível com o período de implantação de seus programas e de seus projetos, cujo conteúdo mínimo é o seguinte:

- I – diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos;
- II – análise de alternativas de crescimento demográfico, de evolução de atividades produtivas e de modificações dos padrões de ocupação do solo;
- III – balanço entre disponibilidades e demandas futuras dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, com identificação de conflitos potenciais;
- IV – metas de racionalização de usos, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis;
- V – medidas a serem tomadas, programas a serem desenvolvidos e projetos a serem implementados, para o atendimento das metas previstas;
- VI – prioridades para outorga de direito de uso de recursos hídricos;
- VII – diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos;
- VIII – proposta para a criação de áreas sujeitas a restrições de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos.

Caberá às “Agências de Água”, que vão elaborar o plano, sugerir o prazo de vigência (art. 44, X), e aos “Comitês de Bacias Hidrográficas” aprovar ou não este prazo.

Um último aspecto a ser ressaltado, em relação aos Planos de Recursos Hídricos, que fica evidente pela citação acima, notadamente as alíneas IV, VI e VII, é sua interação com os demais instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos. Em relação à outorga, podemos citar o art. 13, *caput*, da Lei 9.433/97, que

estabelece: “Toda outorga estará condicionada às prioridades de usos estabelacidas nos Planos de Recursos Hídricos...”. Em relação à cobrança, podemos citar o art. 19, inciso III, da mesma Lei, segundo o qual: “A cobrança pelo uso de recursos hídricos objetiva: (...) III – obter recursos financeiros dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos”. Em relação ao Sistema de Informações de Recursos Hídricos, que é o objetivo deste trabalho, podemos citar o art. 27, inciso III, da Lei 9.433/97, que estabelece: (...) III – fornecer subsídios para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos.

2.1.2 Enquadramento dos Corpos de Água em Classes de Usos Preponderantes

É um instrumento de gestão que, antes de tudo, permite manter ativo o importante vínculo entre o setor de gerenciamento do uso da água e o setor ambiental. Trata-se do dispositivo que permite solidarizar dois dos relevantes aspectos da gestão, quantidade e qualidade dos recursos hídricos, enriquecendo, em um aspecto essencial, o processo mediante o qual se dá a gestão do uso da água (FERNANDEZ; GARRIDO, 2002).

O enquadramento é capaz de assegurar, às águas, o nível de qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas. Como consequência direta deste objetivo, o enquadramento permite a diminuição dos custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes.

“As classes de corpos de água serão estabelecidas pela legislação ambiental” (Lei 9.433/97, art. 10). O termo “estabelecer” as classes de corpos de água significa,

numa primeira fase, dar as características de cada classe e, numa segunda fase, constatar as características existentes de um corpo hídrico e propor as metas para alcançar determinada classe e, finalmente a fase de classificação de cada corpo hídrico na classe devida (SILVA; PRUSKI, 2000).

O CONAMA, com a Resolução nº 20/86, estabelece os critérios de qualidade dos corpos d'água brasileiros, sem distinção entre águas superficiais ou subterrâneas, dividindo-os em nove classes, sendo cinco integrantes do grupo das águas doces, duas pertencentes ao grupo das águas salinas e outras duas, ao grupo das águas salobras. Cada uma destas classes está relacionada a restrições específicas para distintos tipos de uso.

A referida resolução conceitua “enquadramento como o estabelecimento do nível de qualidade (classe) a ser alcançado e/ou mantido em um segmento de corpo de água ao longo do tempo” (art. 2º). Pode-se afirmar assim, que o enquadramento é um instrumento fortemente vinculado ao plano de recursos hídricos da bacia, pois estabelece as metas de qualidade a serem perseguidas pelo plano. O enquadramento também está fortemente vinculado com o programa de investimentos, pois a alteração de classes em um rio muda profundamente os investimentos para se alcançar ou manter esta classe ou “meta”.

Entre as competências da Agência de Água, ou de Bacia, está a de propor “o enquadramento dos corpos de água na classe de uso, para encaminhamento ao respectivo Conselho Nacional ou Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, de acordo com o domínio destes” (Lei 9.433/97, art. 44, XI “a”).

2.1.3 Outorga de Direito de Uso dos Recursos Hídricos

A outorga é um instrumento de gestão que objetiva garantir o controle quantitativo dos usos dos recursos hídricos, ao mesmo tempo em que garante o efetivo exercício do direito do usuário de acesso a esse recurso. As outorgas estão condicionadas às prioridades de uso estabelecidas nos planos de recursos hídricos, e devem respeitar a classe em que o corpo de água estiver enquadrado.

A outorga de direito de uso da água tem por finalidade disciplinar e racionalizar o seu uso, compatibilizando-o à disponibilidade de água na bacia hidrográfica. É através da outorga que o setor público pode conhecer e controlar as quantidades de água utilizadas pelos diversos usuários.

Estão sujeitos ao regime da outorga os seguintes usos: (1) derivação ou captação de parcela da água existente em um manancial para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo; (2) extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo; (3) lançamento em corpo d'água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com fim de diluição, transporte ou disposição final; (4) aproveitamento de potenciais hidrelétricos; e (5) outros usos que alterem o regime, a quantidade ou qualidade da água existente em um corpo d'água (Lei nº 9.433/97, art. 12).

Outros usos não consuntivos¹ da água como a pesca, a navegação, a recreação, não constituem objeto de outorga. Não necessitam de outorga também aqueles usos para a satisfação das necessidades de pequenos núcleos habitacionais dispersos no meio rural, além daquelas derivações, captações, lançamento e acumulações de água consideradas insignificantes².

A outorga de água de domínio estadual, como é o caso dos recursos hídricos da bacia do Itajaí, é de competência do Estado. A outorga de água do domínio da União cabe à União. Entretanto o “Poder Executivo Federal poderá delegar aos Estados e ao Distrito Federal competência para conceder outorga de direito de uso de recursos hídricos de domínio da União.” (Lei 9.433/97, art.14, § 1º). Já as águas subterrâneas são de domínio do Estado (Constituição Federal/88, art. 26).

2.2.4 Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos

A cobrança pelo uso da água é o instrumento mais polêmico da gestão dos recursos hídricos. Além de ser utilizada com a finalidade de racionalizar o uso, a cobrança pelo uso da água atua também como mecanismo de redistribuir os custos sociais de forma mais equilibrada. A cobrança é a aplicação do princípio usuário – poluidor – pagador, que pressupõe a conscientização do público, que tem sido o grande prejudicado pela “internalização dos lucros e externalização dos custos”, pois as empresas são incentivadas, pelo mecanismo da concorrência, a escapar, tanto

¹ Usos consuntivos da água são aqueles que retiram a água de seus mananciais, através de captações ou derivações, e apenas parte desta água retorna a suas fontes de origem. Usos não consuntivos são aqueles que utilizam a água em seus próprios mananciais sem haver necessidade de retirá-la ou, depois de captada, retorna integralmente.

² Para Fernandez e Garrido (2002) a vazão insignificante é aquela que satisfaz simultaneamente a condição de não ultrapassar o valor de 1% da vazão de referência do manancial e de não ser superior a 0,0005 m³/s. A vazão de referência de um curso de água é aquela que tem até 90% de garantia de permanência para derivação, exceção feita para o caso de lançamento de efluente cuja garantia de permanência necessária será de 100%.

quanto possível, da assunção do ônus associado a sua atividade, sendo esse ônus transferido para outros agentes, para o Poder Público ou para o meio ambiente (SILVA; PRUSKI, 2000).

Espera-se que a cobrança pelo uso da água conduza a uma racionalização do consumo, porque o desperdício que se pratica antes da sua implementação, passaria a ser contabilizado pelo usuário como prejuízo.

O reconhecimento de que a água é um bem econômico e, portanto, tem um valor de uso e um valor de troca, só se materializa através do instrumento de cobrança pelo uso da água (FERNANDEZ; GARRIDO, 2002).

Para a fixação dos valores a serem cobrados pelo uso dos recursos hídricos deve ser observado, dentre outros (Lei 9.433/97, artigo 21):

- I – nas derivações, captações e extrações de água, o volume retirado e seu regime de variação;
- II – nos lançamentos de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, o volume lançado e seu regime de variação e as características físico-químicas, biológicas e de toxicidade do efluente.

O volume, e seu regime de variação, é o primeiro dado a ser levado em conta, tanto na utilização de águas superficiais e subterrâneas, como nos lançamentos de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos.

O segundo dado a ser ponderado na fixação dos valores diz respeito ao efluente, sua toxicidade e suas características físico-químicas e biológicas. Os lançamentos

analisados na sua recepção no corpo de água são afluentes, e os analisados no ponto de sua emissão são efluentes³.

A análise físico-química, biológica e a referente à toxicidade do efluente, procedidas na fixação dos valores, são independentes das normas de emissão dos efluentes determinadas pelos órgãos ambientais. Todos os lançamentos deverão ser cobrados, estejam ou não nos limites das normas de emissão, isto é, os lançamentos que observarem as normas de emissão pagarão, como também pagarão os lançamentos acima das normas de emissão.

2.1.5 Sistema de Informações de Recursos Hídricos

A Lei 9.433/97 dedicou três artigos à informação sobre recursos hídricos. Agiu bem a lei ao adotar o tema, pois sem informação não se implementará uma Política de Recursos Hídricos respeitadora do interesse coletivo.

Para que as informações não fiquem dispersas e isoladas, “os organismos integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos terão obrigação de fornecer todos os dados ao Sistema de Informação sobre Recursos Hídricos” (Lei 9.433/97, art. 25, parágrafo único). Não haverá, portanto, informações privilegiadas e secretas nos órgãos de recursos hídricos, nem que os mesmos estejam submetidos a regime de direito privado (SILVA; PRUSKI, 2000).

O Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos – SNIRH é um sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos

³ Efluente é o material que flui de “um sistema de coleta, de transporte, como tubulações, canais, reservatórios, elevatório ou de um sistema de tratamento ou disposição final” (SILVA; PRUSKI, 2000).

hídricos e fatores intervenientes em sua gestão (Lei 9.433/97). Tem por finalidade coletar, organizar, criar e difundir a base de dados relativa aos recursos hídricos, nos seus aspectos quantitativo e qualitativo, seus usos, balanço hídrico regional e nas bacias hidrográficas. Provedo aos gestores, aos órgãos integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), à sociedade civil e aos demais usuários, as informações atualizadas e necessárias ao processo decisório, fornecendo também, subsídios à elaboração dos planos de recursos hídricos. Algumas informações importantes aos gestores de recursos hídricos que devem ser difundidas pelo SNIRH são:

- As informações da rede de monitoramento hidrológico;
- As concessões de outorga pelo uso da água;
- A demanda de água;
- As informações dos planos de recursos hídricos;
- As informações de enquadramento dos cursos de água.

O sistema de informações de recursos hídricos é, portanto, um mecanismo pelo qual os dados, índices e informações de interesse para o planejamento e a gestão do uso da água são coletados, tratados, armazenados e recuperados, servindo como instrumento para a tomada de decisão em planos, projetos, ações e intervenções no setor.

Pode fazer parte desse sistema toda e qualquer informação referenciada em mapas sobre coordenadas geográficas de pontos de captação, lançamento, obras hidráulicas e dados hidrometeorológicos, cadastro de usuários de recursos hídricos

e de qualidade de água, informações relativas à demografia e à atividade econômica, sobretudo aquelas intensivas no uso da água.

Comparando-se os enunciados dos arts. 25 e 26 com o art. 27, da Lei 9.433/97, observa-se que nos arts. 25 e 26 não consta o termo “nacional” ao referir-se ao “Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos”, sendo que no art. 27 consta “Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos”. Os artigos 25 e 26 têm como destinatários os serviços de informação de recursos hídricos de âmbito nacional como também estadual e do Distrito Federal (v. os arts. 29, III, e 30, III). Já o art. 27 aplica-se somente ao Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (BOHN, 2003).

O Poder Executivo federal deverá implantar e gerir o sistema de informações em âmbito nacional (art. 29, III), o Poder Executivo estadual e do Distrito Federal, da mesma maneira, em âmbito estadual (art. 30, III) e do Distrito Federal respectivamente, e as Agências de Água na sua área de atuação (art. 44, VI), em uma ou mais bacias hidrográficas. É nesta última instância que se situa o presente trabalho, pois o sistema em estudo, uma vez operacional, passa a ser ferramenta de trabalho da Agência de Água do Vale do Itajaí⁴.

No que diz respeito ao Sistema Nacional de Informação sobre Recursos Hídricos - SNIRH, seus princípios básicos são os seguintes: “I – descentralização da obtenção e da produção de dados e informações; II – coordenação unificada do sistema; III – garantia, a toda a sociedade, de acesso aos dados e informações” (Lei 9.433/97).

⁴ Instituída em 2001, a Fundação Agência de Água do Vale do Itajaí aguarda a implantação plena do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos para se tornar operacional (FRANK e BOHN, 2002).

Segundo a Resolução nº 13/00 – CNRH, a Agência Nacional de Água - ANA articular-se-á com órgãos e entidades estaduais, distritais e municipais, públicas e privadas, inclusive as agências de água ou de bacias, cujas atribuições ou competências estejam relacionadas com a gestão de recursos hídricos, visando à implantação e funcionamento do SNIRH.

As dimensões do Brasil induzem à existência de diversos sistemas de informações em recursos hídricos. O Governo da União deverá consolidar os dados e informações de todos os sistemas em um único e dinâmico cadastro de informações e banco de conhecimentos, ao qual toda a sociedade brasileira deverá ter acesso.

2.1.6 Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

O conjunto de órgãos e entidades que atuam na gestão dos recursos hídricos no Brasil é chamado de “Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos” (Lei 9.433/97). Este expressamente declara, ser um dos fundamentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, a gestão descentralizada entre Poder Público, usuários e comunidade, bem como, a adoção da bacia hidrográfica como unidade territorial para implementação desta política e atuação do sistema de gerenciamento (BOHN, 2003).

O SINGREH é composto pelos seguintes órgãos: - o Conselho Nacional de Recursos Hídricos; a Agência Nacional de Águas; os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal; os Comitês de Bacia Hidrográfica; os órgãos dos poderes públicos federal, estaduais, municipais e do Distrito Federal, cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos; e as Agências

de Água. Estas instituições têm como objetivos: 1) coordenar a gestão integrada das águas; 2) arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com os recursos hídricos; 3) implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos; 4) planejar, regular e controlar os usos, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos; 5) promover a cobrança pelo uso de recursos hídricos (Lei nº 9.433/97).

A novidade nesta política de gestão é a descentralização, a ser operacionalizada através da criação de comitês no âmbito das bacias hidrográficas, tanto nacionais como estaduais, e das Agências de Água ou de Bacia, para assumirem o papel de secretaria executiva dos respectivos comitês. Outra característica da política é a participação, que se concretiza por meio dos representantes das diversas entidades da sociedade que compõe os Comitês de Bacias Hidrográficas.

A gestão das águas é descentralizada no Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, mas não pode ser descoordenada. As Agências de Águas, os Comitês de Bacias Hidrográficas, os Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos e o Conselho Nacional de Recursos Hídricos são ligados teoricamente por laços de hierarquia e de cooperação.

Para que os Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs) possam cumprir todas as suas competências, eles precisam da retaguarda de uma Agência de Bacia, cuja existência legal também está na dependência da aprovação do Projeto de Lei 0292.5/2004. Além desse fato, para que uma Agência possa exercer seu papel de secretaria executiva de um ou mais CBHs, há que se garantir sua viabilidade financeira, viabilidade esta que só se concretiza mediante a implantação da

cobrança pelo uso da água, que por sua vez depende da prévia concessão da outorga pelo órgão gestor de recursos hídricos no nível estadual. Como este órgão não existe, conforme visto acima, cria-se um círculo vicioso que impede o processo de avançar.

O futuro órgão gestor de recursos hídricos do Estado de Santa Catarina terá a função de organizar, coordenar e manter o Sistema Estadual de Informações de Recursos Hídricos e sua inserção no Sistema Nacional. E as agências de bacia devem manter o balanço atualizado da disponibilidade de recursos hídricos, manter o cadastro de usuários de recursos hídricos e gerir o Sistema de Informações em sua área de atuação.

Como o órgão gestor ainda não foi criado e o Sistema Estadual de Informações de Recursos Hídricos não foi implementado, não se sabe ainda como vai acontecer a relação entre este Sistema Estadual e os Sistemas de Informação no âmbito das bacias hidrográficas.

O que pode ser observado é que uma das características que o Sistema de Informações em nível de bacia deve contemplar é a manutenção do cadastro de usuários de recursos hídricos. O que ainda não foi definido é como se dará o ponto de partida, que é a elaboração do cadastro de usuários de recursos hídricos.

2.2 SISTEMA DE INFORMAÇÕES

De acordo com Oliveira (1992), sistema é um conjunto de partes interdependentes que, juntas, formam um todo, para exercer uma dada função. De forma geral os componentes de um sistema são: as entradas, o processamento e as saídas.

Para Stair apud Dalfovo (2001, p.26), um sistema pode ser definido como sendo "um conjunto de partes interagentes e interdependentes que, conjuntamente, formam um todo unitário com determinado objetivo e efetuam determinada função".

Dalfovo (2001, p.27) considera um Sistema de Informação como um tipo especializado de sistema que pode ser definido de inúmeros modos. "Um modo é dizer que Sistemas de Informação são conjuntos de elementos ou componentes inter-relacionados que coletam (entrada), manipulam e armazenam (processo), disseminam (saída) os dados e informações, e fornecem um mecanismo de *feedback*".

De maneira geral, um Sistema de Informação é uma estrutura concebida com base no ordenamento de dados, informações (espaciais, tabulares e documentais) e métodos de componentes (subestruturas), que se integram com o meio externo e entre si para atingir seus objetivos (ASFLOA et al, 2001).

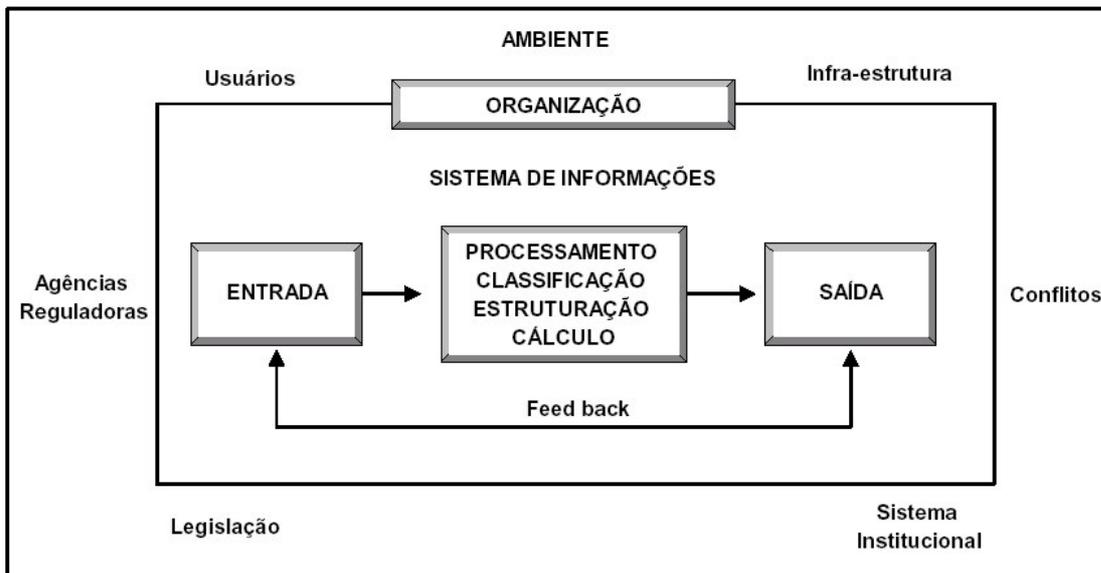
Para entendermos melhor o significado do sistema de informação é necessária uma compreensão do que é a informação e do que é um dado. De acordo com Oliveira (1996, p.10), informação "é o dado trabalhado que permite ao executivo tomar decisões", e dado "é qualquer elemento identificado em sua forma bruta que por si

só não conduz a uma compreensão de determinado fato ou situação". Distingue-se dado de informação, por ser o dado um elemento que mantém a sua forma bruta (número, texto, imagem, som, vídeo, etc.), ou seja, dados descrevem fatos, associados a eventos que ocorreram na organização ou no ambiente físico, antes destes terem sido organizados e estruturados em formato inteligível e utilizável pelas pessoas. Sozinhos os dados não levarão a compreender determinada situação (PORTO et al, 2003). A informação, por sua vez, resulta deste mesmo dado, quando trabalhado pelo executivo (gestor), o que ajuda tomar uma decisão (DALFOVO, 2001).

É importante ressaltar que as decisões tomadas sofrem influência de fatores políticos, que muitas vezes contradizem as informações que os gestores têm à disposição.

A figura 1 apresenta as inter-relações de um sistema de informações. O sistema de informações em foco é o Sistema de Informações baseado em computadores. Este sistema necessita de *Hardware* e *Software* com vistas ao processamento e disseminação da informação (PORTO et al, 2003).

A parte interna da figura é o sistema de informação com seu processo de entrada, processamento, estruturação e saída de dados. Mas o importante é o ambiente ou a organização a sua volta, onde ocorrem os fatos associados a algum evento, algum processo decisório, para o qual o sistema de informações deve ser desenvolvido.



Fonte: Porto et al (2003).

Figura 1 Inter-relações de um sistema de informação.

2.2.1 Sistema de Informações Geográficas

Para Grigg (1996), os Sistemas de Informações Geográficas são adequados para combinar dados topográficos, de solo, uso da terra, meteorológicos, dentro de uma bacia hidrográfica, onde é possível visualizar cenários passados, atuais e simular cenários futuros.

As principais funções de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) são:

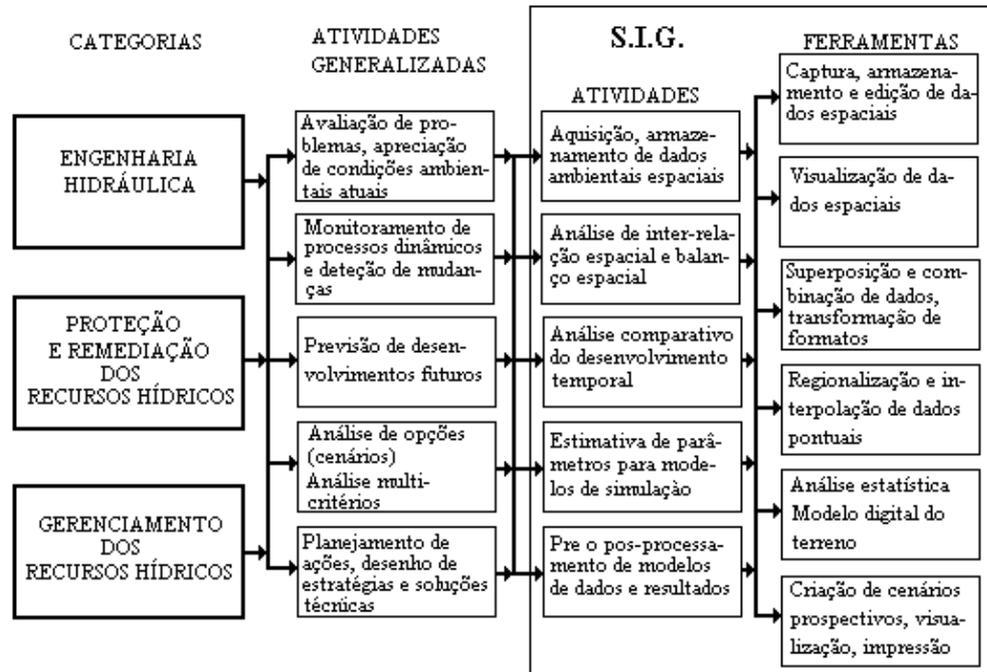
- Inserir e integrar, numa única base de dados, dados espaciais provenientes de cartografia, censos e cadastros urbano e rural, imagens de satélites, redes e modelos numéricos de terreno;

- Oferecer mecanismos para combinar os vários dados, através de algoritmos de manipulação e análise, bem como para consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo da base de dados georreferenciados.

Campana (1997) agrupou em três categorias as atividades de gerenciamento e planejamento ambiental associadas aos recursos hídricos, e aponta o SIG como uma parte importante no processo de gerenciamento e planejamento ambiental (Figura 2).

As atividades que fazem parte das categorias de gerenciamento e planejamento ambiental possuem manifestações (em termos de escala) espacial e temporal diferentes. Quanto à escala espacial, esta pode ser local, média ou grande, significando variabilidade da ordem de metros quadrados até quilômetros quadrados, enquanto a variação temporal tem resoluções que vão do minuto até horas, meses e anos, caracterizando escalas de curto, médio e longo período.

A figura 2 trata apenas da parte interior da figura 3, ou seja, da estrutura do sistema de informações propriamente dito. Campana (1997) organiza o sistema para atender as atividades de gerenciamento e planejamento ambiental e as organizou em três categorias. Com isso ele define as atividades que o sistema de informações deve desempenhar, sua abrangência e ferramentas necessárias para gerenciar seu ambiente de trabalho.



Fonte: Campana (1997).

Figura 2 Categorias de atividade de gerenciamento e planejamento ambiental associado a recursos hídricos e a importância do SIG.

2.2.2 Sistema de Informações de Recursos Hídricos

O surgimento dos sistemas de informações sobre recursos hídricos ocorreu por força da necessidade de dinamizar o processo de gestão. Dois termos de uma equação a ser resolvida surgiram: a crescente complexidade dos múltiplos usos da água, forçando a melhoria da dinâmica gerencial e a oferta de serviços gerada pelo desenvolvimento tecnológico como o SIG, o sensoriamento remoto, a telemetria, o desenvolvimento de modelos matemáticos, entre outros.

Para Viegas Filho et al. (1999, p.8) “um Sistema de Informações de Recursos Hídricos tem sua existência caracterizada pela necessidade de compatibilizar a

disponibilidade espacial e temporal das águas com o padrão, igualmente espacial e temporal, das demandas existentes”.

Para Sousa Filho (1999), um sistema de informação é essencialmente constituído por quatro elementos (Figura 3). São eles:

A geração das informações, responsável pela contínua atualização dos dados;

A base de dados, que contempla a série histórica de dados, os conhecimentos e informações já geradas a partir das informações básicas;

A política e a forma de disponibilização da informação e, finalmente;

O processo de tomada de decisão (SOUSA FILHO, 1999, p.9).



Fonte: Sousa Filho (1999).

Figura 3 Estrutura do Sistema de Informações.

Olivera et al. (1999), visando à padronização da estrutura lógica da base de dados e informações dos sistemas de informações, realizou uma classificação geral das informações para Recursos Hídricos e as estruturou segundo três grandes grupos de informações:

1) As informações espaciais são aquelas associadas a algum tipo de coordenada para localização espacial que as caracterizam e identificam relativamente a outras

variáveis localizadas no mesmo sistema coordenado. Estas informações podem ser representadas por um ponto ou qualquer outra figura geométrica. Este tipo de informação é absolutamente imprescindível para qualquer atividade de gestão, análise e planejamento, razão pela qual é totalmente inviável a realização de um plano de Recursos Hídricos sem a sua utilização. Exemplos: mapa de uso do solo, mapa de hidrografia da região, mapa de localização dos usuários de água, entre outros.

2) As informações tabulares são descritivas ou resultantes de medições ou definições, não necessitando de nenhum referencial espacial para o seu entendimento. Estas informações podem ter seu uso próprio, ou estar associadas às informações espaciais, para que sejam melhor qualificadas e quantificadas. Um exemplo destas informações são as tabelas de cadastro de usuários de recursos hídricos, ou as tabelas de dados históricos das estações meteorológicas.

3) As informações documentais são o resultado da organização física e da estruturação lógica, computadorizada ou não, dos relatórios técnicos, legislação, planos, projetos, inventários, obras, editais e todo o material impresso, ou gravado em meios magnéticos e digitais, que normalmente, depois de obsoletos, são depositados em bibliotecas ou nos arquivos mortos das instituições públicas e privadas. Exemplo: documentação do processo de gestão de recursos hídricos, periódicos, entre outros.

Percebe-se que o autor citado acima (OLIVEIRA et al. 1999) não distingue conceitualmente dados de informações no ambiente do sistema de informações para

recursos hídricos. Como vimos anteriormente, o dado é um elemento que mantém a sua forma bruta, e que é a base do sistema de informação (entradas), a informação, por sua vez, pode ser ou não, este mesmo dado, mas, é trabalhado pelo sistema (integração dos dados, gerando uma saída), o que permite tomada de uma decisão.

Os dados são armazenados em um banco de dados. Um banco de dados, muitas vezes também chamado base de dados, é um conjunto de arquivos estruturados de forma a facilitar o acesso aos dados que descrevem determinadas entidades (sistemas naturais ou artificiais).

Os bancos de dados geográficos distinguem-se dos bancos de dados convencionais por armazenar dados relacionados com a localização das entidades, além dos dados alfanuméricos (informações espaciais e informações tabulares). Outra diferença é o tipo de operação que pode ser realizada: no banco de dados geográficos pode-se realizar consultas espaciais. Por exemplo, identificar qual é o rio mais apropriado para instalar uma empresa em termos de qualidade e quantidade de água, ou qual é a melhor rota de uma cidade para outra.

À medida que o volume e os tipos de dados armazenados aumentam, é preciso fazer uso de um sistema para gerenciá-los. Tais sistemas são chamados de Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD). Os SGBD são softwares de caráter geral para manipulação eficiente de grandes coleções de dados, estruturados e armazenados de forma consistente e integrada.

Medeiros e Pires (1998, p.32) definem os principais objetivos de um SGDB:

Tornar disponíveis dados integrados para uma grande variedade de usuários através de interfaces amigáveis;

Garantir a privacidade dos dados através de medidas de segurança dentro do sistema;

Permitir o compartilhamento de dados de forma organizada, atuando como mediador entre as aplicações e o banco de dados, garantindo assim o controle e a redução do nível de redundância e administrando acessos concorrentes;

Controlar a administração de dados com garantia de manutenção de padrões de qualidade e integridade; e

Possibilitar a independência dos dados no sentido de poupar ao usuário detalhes físicos de organização e armazenamento.

Mediante os itens descritos anteriormente, verifica-se que o Sistema de Informação de Recursos Hídricos é um sistema desenvolvido para a coleta, armazenamento, processamento de fatos associados a eventos (dados), do ambiente que o cerca, transformando-os em informação útil para a organização gestora.

2.3 ALGUNS EXEMPLOS DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

Apresenta-se, a seguir, alguns sistemas de informação de recursos hídricos que estão em fase de implementação, ou que já foram implementados, no Brasil ou em outros países. A finalidade da discussão destes sistemas é verificar como os conceitos gerais até aqui discutidos vêm sendo implementados na formulação de Sistemas de Informações de Recursos Hídricos. Os sistemas de informações analisados são: da Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe, do Estado de Pernambuco, do Estado do Sergipe, o Sistema de Informações Geográficas para Gestão de Recursos Hídricos da Bacia do Alto Iguaçu e o Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos de Portugal.

2.3.1 Sistema de Informações de Recursos Hídricos para a Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe

Entre as experiências de criação de Sistemas de Informação de Recursos Hídricos verificadas em Santa Catarina, a mais avançada é o projeto denominado Sistemas de Informações Geográficas (SIG) aplicados à Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe, elaborado pela UNOESC.⁵

Considerando os elementos de um sistema de informações citadas por Viegas Filho et al. (1999) e Sousa Filho (1999), este projeto realizou somente a primeira etapa, restrita à coleta de dados, confecção de mapas e criação de um banco de dados. O passo seguinte, e mais importante, é a integração de todos os dados gerando novos dados ou informações, e a disponibilização dessas informações para subsídios às tomadas de decisões relevantes à bacia hidrográfica, realimentação do banco de dados, integração dos dados com modelos para tomada de decisão. Estas informações ainda não estão disponíveis em sua *home page*⁶.

2.3.2 Sistema de Informações de Recursos Hídricos para o Estado de Pernambuco

O Estado do Pernambuco disponibilizou o denominado “subsistema de informações aos usuários” como parte de um Sistema de Informações de Recursos Hídricos, desenvolvido para dar suporte à gestão da água no Estado (CIRILO et al, 1997).

⁵ Universidade do Oeste de Santa Catarina.

⁶ (www.unoescjba.edu.br/~peixe/index.htm).

Este sistema foi estruturado para receber e divulgar, entre outros dados, todas as informações sobre reservatórios, poços, redes hidrometeorológicas, qualidade de água, demanda, características fisiográficas e socioeconômicas das bacias hidrográficas e dos municípios. Ele é composto por:

- Uma base geográfica: mapas-base (políticos e de bacias hidrográficas) sobre os quais são sobrepostos dados;
- Dados geográficos e socioeconômicos: descrevem as características gerais dos municípios e das bacias hidrográficas. Os dados mais importantes considerados no sistema são as coordenadas e os limites geográficos, clima, relevo, tipos de vegetação e solo, rede hidrográfica, distribuição populacional, indicadores de saúde e educação.
- Redes hidrométricas: o sistema inclui a locação e características gerais dos postos pluviométricos e fluviométricos instalados no Estado de Pernambuco. São armazenados dados como médias anuais e mensais observadas.
- Barragens: o Sistema de Informações de Recursos Hídricos contém um cadastro geral de açudes, barragens e eixos barráveis de Pernambuco. Entre as informações disponíveis encontram-se nome, município, bacia hidrográfica, coordenadas geográficas, cursos de água, finalidade, classificação, dados de projeto da obra, dados de estudos hidrológicos da obra, etc.
- Poços: o Sistema de Informações de Recursos Hídricos contém também um cadastro dos poços, com informações como localidade, município,

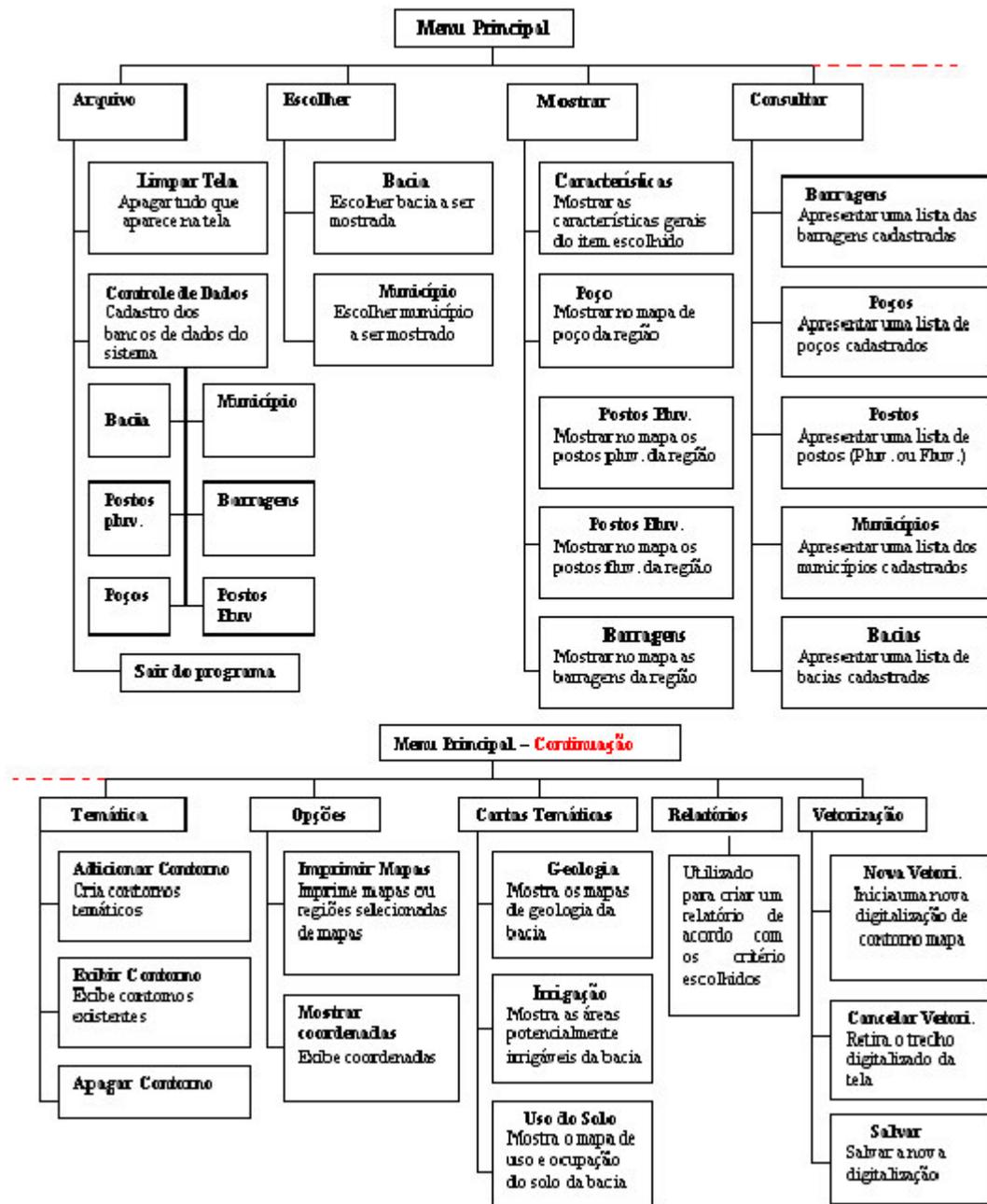
coordenadas geográficas, proprietário, executor, órgão financiador e outras características gerais do projeto, além de dados de aspectos físicos da água.

O sistema foi desenvolvido na linguagem visual *basic*, dado o seu potencial gráfico e compatibilidade com os softwares do sistema operacional windows. Na sua concepção buscou manter características como: simplicidade de uso, robustez, agilidade das informações, atualização das informações, versatilidade do sistema.

O sistema propicia a produção de cartas temáticas de todo o estado. Mas o mais importante é a possibilidade de realização de pesquisas e cruzamento de dados dos diversos conjuntos de dados que compõem o sistema. Uma das características deste subsistema é que ele não possui entrada para dados referentes aos usuários de recursos hídricos, nem sobre outorga de água, embora seja um sistema de informações aos usuários (Figura 4). Provavelmente quando o sistema foi desenvolvido, a outorga ainda não tinha sido implementada no Estado.

A figura 4 apresenta a configuração esquematizada do estágio de desenvolvimento (Janeiro de 1997) do SIRH. Segundo Cirilo et al (1997), devido à dinâmica do processo e às necessidades que surgem a cada dia, esta configuração estará sempre em evolução.

Possivelmente o sistema foi aperfeiçoado. A pesquisa revela que as informações sobre o desenvolvimento de sistemas de informação para recursos hídricos no Brasil são ainda bastante restritas.



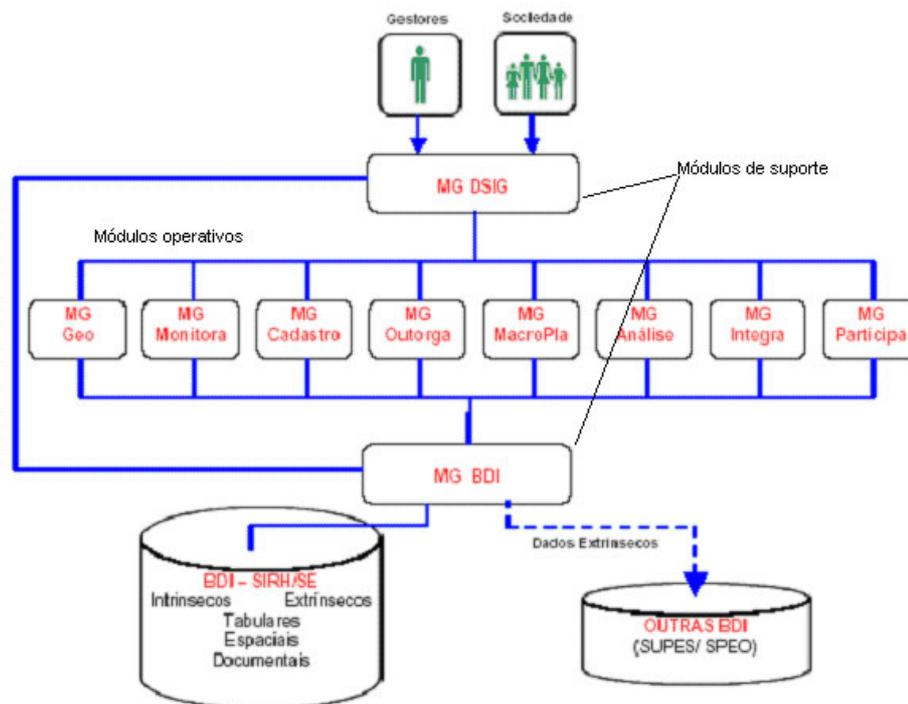
Fonte: Cirilo et al (1997).

Figura 4 Composição do Sistema de Informações de Recursos Hídricos.

2.3.3 Sistema de Informação de Recursos Hídricos para o Estado do Sergipe

A figura 5 apresenta o modelo conceitual do Sistema de Informação para Recursos Hídricos do Estado do Sergipe (SERGIPE, 2001 apud ROCHA et al 2001). Este modelo é compartimentado em dois tipos de módulos: os módulos operativos, que

tratam de atividades específicas, com atuação vertical, e os módulos de suporte, que atuam no contexto global do sistema, com atuação horizontal (ROCHA et al, 2002).



Fonte: Rocha et al 2001.

Figura 5 Modelo Conceitual do SIRH-SE.

São módulos operativos:

Módulo Gerenciador do Geoprocessamento (MG-Geo): Contempla a geração, edição e catalogação de toda a base cartográfica digital do SIRH-SE, ou seja, dos dados e informações espaciais.

Módulo Gerenciador do Monitoramento (MG-Monitora): Contempla a aquisição, análise e tratamento dos dados hidrometeorológicos, de qualidade de água e outras variáveis temporais associadas ao ciclo hidrológico. Gera a base de dados consistida que será utilizada pelos outros módulos.

Modulo Gerenciador de Cadastros (MG-Cadastro): Contempla o gerenciamento dinâmico de cadastros de dados e informações tabulares, geração de consultas, formulários e relatórios. Envolve conceitos de modelagem e tecnologias de banco de dados relacional.

Módulo Gerenciador da Outorga (MG-Outorga): Contempla os processos referentes ao controle das demandas hídricas em face às

disponibilidades através da análise dos pleitos de uso dos recursos hídricos nos seus aspectos administrativos, jurídicos e técnicos.

Módulo Gerenciador do Macro Planejamento (MG-MacroPlan): Contempla os processos de avaliação das demandas hídricas para cenários atuais e futuros, sintetizando as mesmas no domínio das unidades de planejamento.

Módulo Gerenciador da Análise de Sistemas de Recursos Hídricos (MG-Análise): Abriga os modelos para análise de problemas estruturados (de simulação de processos do ciclo hidrológico, de qualidade de água, de operação de reservatórios, de processos hidrogeológicos etc.) e não estruturados (sistemas de suporte a decisão, sistemas especialistas, programação dinâmica etc.).

Módulo Gerenciador da Integração (MG-Integra): Contempla os processos necessários para o compartilhamento de informações entre instituições, racionalizando os esforços empreendidos no planejamento e elaboração de levantamentos, estudos e projetos.

Módulo Gerenciador da Participação (MG-Participa): Contempla os processos ativos e passivos de interação com a sociedade e democratização das informações. Deverá disponibilizar dados e informações conhecimentos de ordem genérica, divulgando e interagindo com a sociedade no processo de gestão dos recursos hídricos, bem como dados e informações técnicas que subsidiem estudos e projetos na área.

São Módulos de Suporte:

Módulo Gerenciador da Base de Dados e Informações (MG-BDI): Contempla a administração da base de dados e informações, controle dos acessos, identificação dos usuários e interfaces com outras bases de dados para aquisição de dados extrínsecos.

Módulo Gerenciador da Interface de Diálogo Baseada em SIG (MG-DSIG): Contempla a interface gráfica entre os usuários e os módulos operativos do SIRH-SE, baseada em SIG, e estabelece o domínio territorial de atuação dos módulos operativos (estado, bacia, sub-bacia etc.). Envolve os conceitos e tecnologias de SIG (ROCHA et al, 2002)

A Superintendência de Recursos Hídricos do Sergipe possui um acervo de informações sobre disponibilidade e demanda de água no Estado, na base cartográfica digital na escala 1:100.000, e um completo cadastro das obras de infraestrutura hídrica e de um banco de dados hidrometeorológicos. O Estado conta também com um Atlas Digital sobre Recursos Hídricos, para sistematizar e divulgar as informações por ora disponíveis no órgão gestor de Recursos Hídricos.

2.3.4 Sistema de Informações Geográficas para Gestão de Recursos Hídricos da Bacia do Alto Iguaçu

A Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – SUDERHSA, vinculada à Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA), é o órgão responsável pelo gerenciamento dos recursos hídricos no Estado do Paraná.

Cabe a ela desenvolver e implantar o Sistema de Informações Geográficas para Gestão de Recursos Hídricos, que visa a gerenciar a grande variedade de informações geradas pelo órgão, integrando os diversos setores e, principalmente, fornecer subsídios para a tomada de decisão. Através da contratação de uma consultoria, foi desenvolvido e implantado o Sistema de Informações Geográficas para Gestão de Recursos Hídricos que visa gerenciar a grande variedade de informações geradas pela SUDERHSA, integrando os diversos setores e, principalmente, fornecer subsídios para a tomada de decisão.

O novo sistema foi desenvolvido com base no levantamento de necessidades, realizado junto aos técnicos do órgão. Foi identificada a necessidade de promover a reengenharia de alguns sistemas existentes na SUDERHSA, incluindo a geotecnologia, que integra entre si todos os sistemas, padronizando dados e informações, corrigindo falhas dos sistemas existentes e incluindo novas funcionalidades. Outros sistemas necessitavam de bases de dados geográficos atuais e integração com os demais sistemas (SOUZA; AMARAL; FERREIRA, 2003).

O projeto foi dividido em quatro fases distintas: a construção da base cartográfica, o levantamento de dados nos órgãos de origem e em campo, o desenvolvimento do sistema de informações e a implantação do sistema e capacitação técnica.

As duas primeiras fases foram de levantamento de dados, entre elas vão para confecção de mapas, levantamento de informações sócio-econômicas, de infraestrutura e de legislação que fazem parte do sistema e que são oriundas de vários órgãos.

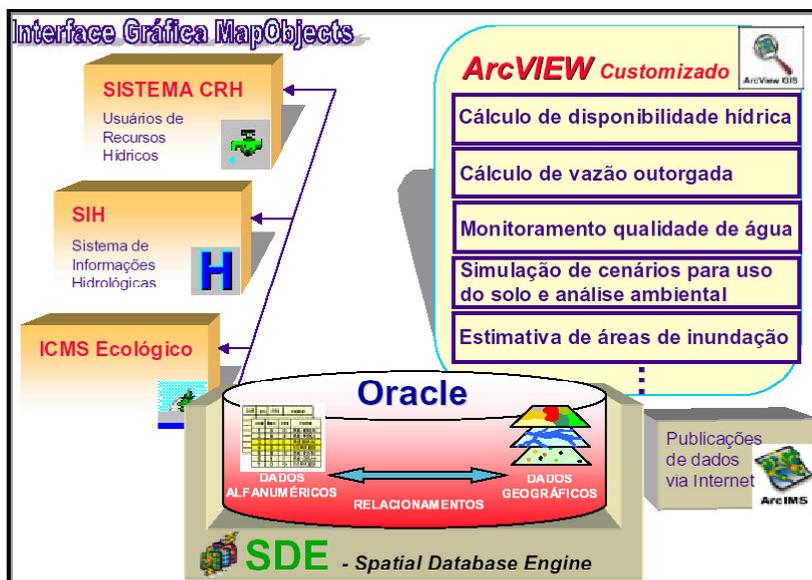
A fase seguinte foi o planejamento e implantação do sistema de Informações para Recursos Hídricos. Com o planejamento, alguns dos sistemas já existentes na SUDERHSA passaram por uma reengenharia completa, com migração para um único banco de dados, padronização de interfaces e procedimentos, e incorporação da geotecnologia, tais como: cadastro de usuários de recursos hídricos/outorgas (CRH), sistema de águas subterrâneas, sistema de informações hidrológicas (SIH) e o sistema ICMS Ecológico (SOUZA; AMARAL; FERREIRA, 2003).

Através de aplicativos desenvolvidos no MapObjects, foi feita a interface para o SIG, de maneira a integrar os sistemas de cadastro e consulta ao ambiente gráfico do SIG. Todo o cadastramento de novas entidades no banco de dados, sejam usuários de recursos hídricos, sejam estações de monitoramento, é feita pelo SIG.

Foi desenvolvida também uma série de customizações em ArcView, visando à publicação de mapas e relatórios, análises estatísticas sobre dados censitários, cruzamentos entre temas específicos, simulação de cenários de uso do solo, delimitação de bacias hidrográficas a partir da modelagem do relevo e hidrografia,

pesquisas e operações entre dados de elementos pontuais circunscritos à bacia delimitada, como vazão retirada, vazão lançada e o cálculo do balanço hídrico na bacia (SOUZA; AMARAL; FERREIRA, 2003).

A figura 6 apresenta a arquitetura do sistema. O sistema implantado pela SUDERHSA destina-se a atender o gerenciamento dos recursos hídricos. No entanto, como a SUDERHSA gerencia também resíduos sólidos e obras de engenharia, existe a possibilidade de ampliar o sistema, agregando novos módulos que permitam também o gerenciamento destas informações. Existe, também, a possibilidade expandir o mapeamento para todo o Estado do Paraná, e a criação de uma base única, na escala 1: 25.000.



Fonte: Souza; Amaral; Ferreira (2003).

Figura 6 Arquitetura do SIG da SUDERHSA

Surpreende, nesta proposta, a ausência de qualquer menção à gestão descentralizada e participativa, incluindo o organismo de bacia como usuário do Sistema de Informações.

2.3.5 Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos de Portugal

O SNIRH de Portugal possui uma arquitetura servidor-cliente (RODRIGUES, 1999). A estrutura do sistema está representada na figura 7. No lado do servidor encontra-se uma base de dados ORACLE, que contém todos os dados alfanuméricos e geográficos.

Os dados alfanuméricos são armazenados numa estrutura de tabelas do ORACLE. Esta estrutura permite a definição de conceito de redes de monitoramento, estações, magnitude, parâmetros, métodos de medições e séries de tempo (RODRIGUES, 1999).

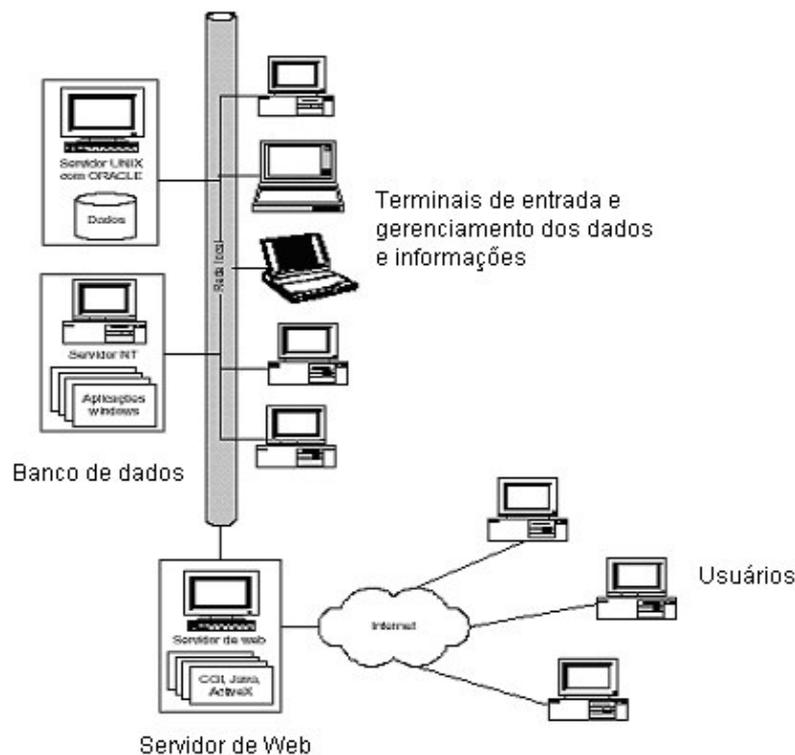
As aplicações do SNIRH de Portugal são (RODRIGUES, 1999):

- Consulta de dados – é a ferramenta para acessos, visualização e exportação de dados armazenados;
- Gestão de redes – permite armazenar, consultar, editar todas as informações das diversas estações;
- Gestão do SNIRH – permite a criação, alteração ou remoção das redes de monitoramento, estação ou parâmetros monitorados. Permite gerir a permissão dos diversos utilizadores;

- Carregamento de dados: pode ser realizado de duas formas: introdução interativa de dados ou introdução a partir de fichários;
- Consulta de dados de operação de albufeiras⁷ – permite o acesso e visualização de dados referentes a operações albufeiras;
- Qualidade de água – permite a verificação automática dos critérios da legislação e a classificação dos cursos de acordo com o sistema da classificação de usos múltiplos;
- Hidrometria – permite o cálculo de curva de vazão a partir de medições de caudal;
- Águas subterrâneas – permitem carregar, gerir e acessar os dados disponíveis sobre esta fase hidrológica;
- Aplicação sobre dados geográficos – permite gerar dados geográficos e realizar sua análise conjunta com os dados de séries de tempo proveniente das redes de monitoramento;
- A criação de nós regionais de SNIRH – os organismos de planeamento e gestão de recursos hídricos passam a dispor de acessos e análise de dados.

⁷ Reservatórios.

A distribuição de dados via Internet é uma das características importantes deste sistema como pode ser verificado através da *home page*: <http://snirh.inag.pt>.



Fonte: Rodrigues (1999).

Figura 7 Estrutura do SNIRH de Portugal.

2.3.6 Comentários

Analisando os cinco sistemas de informações pesquisados, podemos observar que existem significativas diferenças entre os mesmos (Tabela 2). Deduz-se que estas diferenças são motivadas pelo objetivo para qual o sistema foi desenvolvido. Cada sistema possui um objetivo que é determinado pelas necessidades do ambiente do sistema, e que influenciará nas demais características do próprio sistema.

No caso do SIRH para o Estado do Pernambuco, seu objetivo é auxiliar a disseminação de informações sobre a disponibilidade de recursos hídricos em todo o Estado. Ele é caracterizado pelo conhecimento das potencialidades, disponibilidades, usos e demandas dos recursos hídricos. Para isso, são necessárias certas informações que determinam quais características o sistema de informações deve possuir.

Verifica-se que o SIG para Gestão de recursos hídricos da Bacia do Alto Iguaçu apresenta uma seqüência de passos e elementos em seu desenvolvimento, muito semelhantes aos apresentados no item 2.2 deste trabalho. Seu objetivo é gerenciar a grande variedade de informações geradas pelo órgão, integrando os diversos setores e, principalmente, fornecer subsídios para a tomada de decisão. Para tanto, ele foi desenvolvido com base no levantamento de necessidades realizado junto aos técnicos do órgão (SUDERHSA). Com isso foi identificada: (1) a necessidade de promover a reengenharia de alguns sistemas existentes na SUDERHSA e (2) a necessidade que outros sistemas tinham de bases de dados geográficos atuais, além da integração com os demais sistemas. Para que isso fosse possível, foi montado um projeto dividido em quatro fases distintas: a construção da base cartográfica, o levantamento de dados nos órgãos e em campo, o desenvolvimento do sistema de informações e a implantação do sistema e a capacitação técnica.

A partir da análise destes vários projetos pode-se deduzir que o Sistema de Informações para a Bacia do Itajaí terá que atender às demandas do organismo de gerenciamento da bacia hidrográfica.

Tabela 2 Aspectos importantes de cada Sistema de Informações.

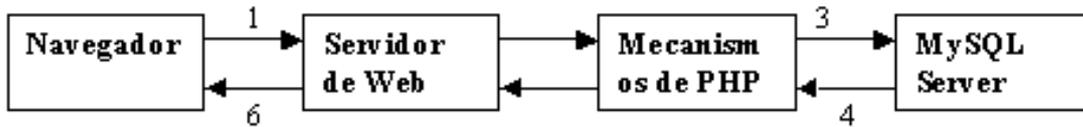
	SIBH Rio do Peixe	SIRH para Estado Pernambuco	SIRH para Estado do Sergipe	SIG para Gestão de RH da Bacia do Alto Iguaçu	SNIRH de Portugal
Objetivo	Reconhecimento dos usos da água na bacia	auxiliar a gestão participativa de RH em todo o Estado	Dar suporte ao SEGRH, aos demais instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos	Gerenciamento das informações geradas pela SUDERHSA integrando os diversos setores e, principalmente, fornecer subsídios para a tomada de decisão	Gerenciamento dos recursos hídricos de Portugal
Esfera de abrangência	Bacia	Estadual	Estadual	Bacia	Nacional
Geração de dados	Esporádica	Contínua	Contínua	Contínua	Contínua
Base de dados	Dados cartográficos; Cadastro de usuários de água.	Base cartográfica; Dados socioeconômicos; Redes hidrométricas; Barragens; Poços.	Demanda de água Disponibilidade de água Base cartográfica cadastro de obras de infra-estrutura Banco de dados hidrometeorológicos	Cadastro de usuários/outorgas; águas subterrâneas; informações hidrológicas; ICMS ecológico.	Dados de qualidade e quantidade de água superficiais e subterrâneas; armazenamento das barragens; balneabilidade; entre outros .
Disponibilidade de informação		Base cartográfica; Dados socioeconômicos; Redes hidrométricas; Barragens; Poços.		Cadastro de usuários/outorgas; sistema de águas subterrâneas; sistema de informações hidrológicas; sistema ICMS ecológico.	Dados de qualidade e quantidade de água superficiais e subterrâneas; armazenamento das barragens; balneabilidade; entre outros.
Recursos de informática	MicroStation; ArcView; Access.	Sistema desenvolvido linguagem visual basic; Sistema operacional windows.	ARC/INFO; ArcView; ERDAS-IMAGINE; ENVI; SPRING; MicroStation, SURFER; e AUTOCAD.	Aplicativos em MapObjects para cadastro e consultas de usuários; Customizações em ArcView para publicação de mapas relatórios, análises estatísticas; ambiente cliente/servidor baseado em ORACLE; e ArcSDE; Publicação de mapas do ArcIMS.	ORACLE; SDE para ORACLE.

2.4 RECURSOS DE INFORMÁTICA APLICADOS AO SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE RECURSOS HÍDRICOS

Ao observarmos os diversos sistemas de informações pesquisados, verificamos que existe uma grande diversidade de recursos de informática empregados. Esta diversidade existe basicamente por dois motivos: 1) cada sistema tem um objetivo a cumprir, que exige informações diferentes, ocasionando o uso de tecnologias diferentes; 2) a disponibilidade de recursos financeiros para a aquisição de tecnologia.

Nesta seção foi feita uma revisão de alguns recursos de informática que poderão ser utilizados nos elementos do Sistema de Informações de Recursos Hídricos da Bacia do Itajaí. Como já vimos, o SI é composto de quatro elementos: a geração de informação, a base de dados, a disponibilização de informações e a tomada de decisão. Nos três primeiros os recursos de informática são amplamente utilizados. O quarto elemento é a interpretação do gestor perante os subsídios gerados pelos outros elementos.

Entre os recursos de aquisição, armazenamento e disponibilização de informações destaca-se, atualmente, a arquitetura dos bancos de dados Web (Figura 8). Os recursos utilizados nesta arquitetura são: Internet, servidor de Web, mecanismos de Script – PHP, e gerenciador de banco de dados MySQL.



Fonte: Welling (2003).

Figura 8 Arquitetura básica de um banco de dados Web: navegador Web, mecanismo de criação de script e servidor de banco de dados.

2.4.1 Funcionamento WWW na Internet

A Internet é uma rede pública de comunicação de dados, com controle descentralizado e que utiliza o conjunto de protocolos TCP/IP (*Transmission Control Protocol / Internet Protocol*) como base para a estrutura de comunicação e seus serviços de rede. Isto se deve ao fato de que a arquitetura TCP/IP fornece não somente os protocolos que habilitam a comunicação de dados entre redes, mas, também, define uma série de aplicações que contribuem para a eficiência e sucesso da arquitetura. Entre os serviços mais conhecidos da Internet estão o correio eletrônico, a transferência de arquivos, o compartilhamento de arquivos e o serviço de acesso à informação WWW (*world wide web*).

“A Internet é uma coleção, de acesso público de âmbito mundial, de redes individuais unidas através de instituições privadas, públicas e acadêmicas. Intranets são redes privadas que utilizam a tecnologia da Internet” (ALMEIDA, 1999, p.20).

Para Almeida (1999) a interface hipermídia da WWW pode ser vista como uma aplicação que interage com computadores, programas e dados em diferentes níveis, ou camadas (Figura 9).



Fonte: Almeida (1999).

Figura 9 Arquitetura em camadas da Internet.

A camada CLIENTE, que é a mais ampla, permite o acesso a outros computadores na rede através da requisição pelo software de navegação na WWW, o browser, como por exemplo o *Netscape Navigator* ou o *Microsoft Internet Explorer*. Esta camada contém componentes para comunicação e apresentação da informação obtida das camadas INTERMEDIÁRIA e SERVIDOR.

Na camada INTERMEDIÁRIA, localiza-se o software que gerencia as requisições por páginas Web, consultas a bancos de dados, ou outras aplicações, e as transmissões das respostas entre as camadas CLIENTE e SERVIDOR. Após o recebimento de uma requisição de um browser, o servidor Web valida o caminho do arquivo. Se for inválido, o servidor web retorna uma mensagem de erro ao browser. Se for válido, uma das duas ações será executada: se a requisição for por um arquivo estático, este será transmitido para o browser; se a requisição for por uma resposta de um serviço de aplicação, o servidor web encaminhará a requisição ao serviço apropriado.

Na camada SERVIDOR, localiza-se o serviço de dados que é requisitado pelas camadas acima CLIENTE e INTERMEDIÁRIA, desde simples páginas até aplicações que interagem com bancos de dados.

Entre vários fatores que contribuíram para o crescimento rápido da Internet e sua grande popularização está o serviço multimídia WWW, o qual permite interfaces gráficas e o uso de sons, imagens e animação na Internet.

2.4.2 O Gerenciador de Dados

Um Sistema de Informações de Recursos Hídricos deverá armazenar uma grande quantidade de dados de diversos formatos. Para isso faz-se necessária a utilização de gerenciadores de banco de dados. Estes gerenciadores devem permitir tanto o relacionamento entre tabelas, como entre tabelas e mapas espaciais.

Um banco de dados relacional é um banco de dados composto de tabelas e colunas que se relacionam entre si. Esses relacionamentos são baseados em um valor chave contido em uma determinada coluna da tabela. Há três tipos de relacionamentos em um banco de dados relacional: “um para um”, “um para muitos” e “muitos para muitos”, a seguir descritos:

1) Relacionamento de um para um: se uma tabela possuir um determinado registro, a outra tabela necessita do mesmo registro para poder se relacionar com a primeira. A figura 10 demonstra isso. Para criar esse relacionamento dentro do banco de dados, deve existir um campo que abrigará esse relacionamento (campo chave). O

campo chave é único dentro da tabela, nenhum outro registro terá o mesmo valor nesse campo.

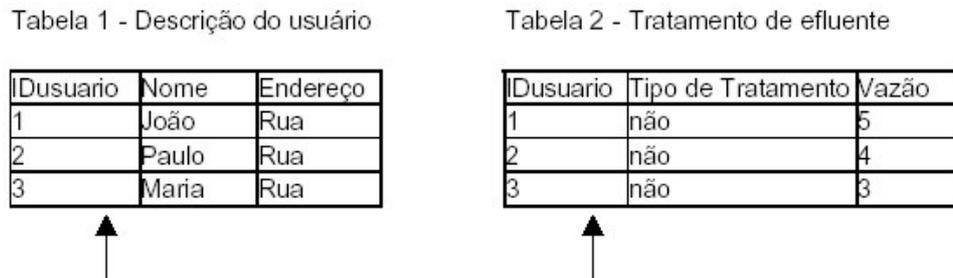


Figura 10 Relacionamento “um para um”.

2) Relacionamento de um para muitos: considerando duas tabelas, ocorre quando um registro na tabela ‘um’ pode ter muitos registros correspondentes na tabela ‘dois’, e a tabela ‘dois’ tem muitos registros, que correspondem somente a um registro na tabela ‘um’. Como podemos ver na figura 11, um registro na tabela 1 (Idusuário 1) pode ter vários registros na tabela dois (Idpoço 1 e 2), com isso pode-se associar vários poços ao mesmo usuário.

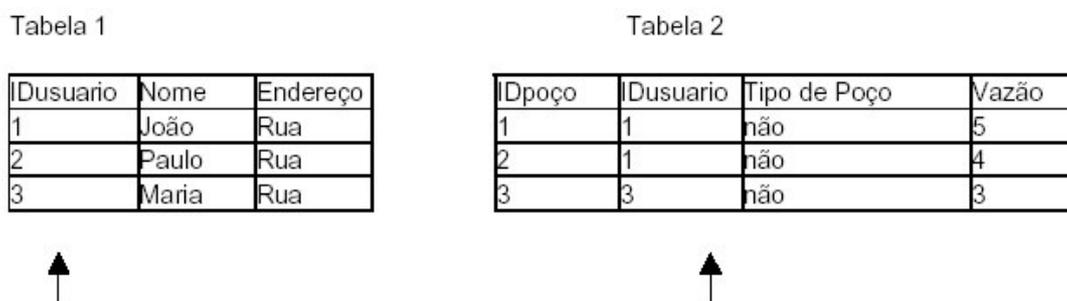


Figura 11 Relacionamento de um para muitos.

3) Relacionamento de muitos para muitos: considerando duas tabelas, ocorre quando uma tabela “um” tem um registro que tem muitos registros correspondentes na tabela “dois” e a tabela “dois” tem um registro com muitos registros correspondentes na tabela “um”. Como exemplo, veja a figura 12.

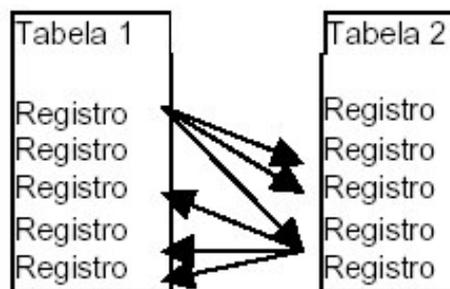


Figura 12 Relacionamento de muitos para muitos.

Um dos gerenciadores de bancos de dados relacionais é o MySQL. O MySQL utiliza a linguagem SQL que significa *Structured Query Language*. Essa é a linguagem padrão para acessar sistemas de gerenciamento de banco de dados relacionais (*relational database management systems-RDBMS*). O SQL é utilizado em diversos sistemas de bancos de dados como MySQL, Oracle, PostgreSQL, Sybase e Microsoft SQL Server, entre outros (WELLING, 2003).

O MySQL é um “sistema de gerenciamento de banco de dados relacional multiencadeado, de código-fonte aberto e nível corporativo” (MASLAKOWSKI, 2000, p.3). Suas principais características são:

- Funciona em diversos sistemas operacionais;
- É relativamente fácil adicionar a ele outro mecanismo de armazenamento;

- Funções SQL são implementadas por meio de uma biblioteca de classes altamente otimizada e com o máximo de performance. Geralmente, não há qualquer alocação de memória depois da iniciação da pesquisa;
- Aceita diversos tipos de campos: tipos inteiros de 1, 2, 3, 4 e 8 bytes com e sem sinal, FLOAT, DOUBLE, CHAR, VARCHAR, TEXT, BLOB, DATE, TIME, DATETIME, TIMESTAMP, YEAR, SET e ENUM;
- Dispõe de completo suporte a operadores e funções nas partes SELECT e WHERE das consultas;
- Um sistema de privilégios e senhas que é muito flexível, seguro e que permite verificação baseada em estações/máquinas. Senhas são seguras porque todo o tráfego de senhas é criptografado durante a conexão ao servidor;
- Permite trabalhar-se com bancos de dados muito grandes. Em certos projetos usa-se o Servidor MySQL com bancos de dados que contém 50.000.000 registros;
- Os clientes podem se conectar ao servidor MySQL usando sockets TCP/IP, em qualquer sistema operacional;
- É um programa aberto ao mercado, com isso pode sofrer modificações (no código-fonte) para melhores adaptações.

As tabelas do MySQL na Versão 3.22 têm limite de tamanho até 4G (*Gigabites*).

Com o novo MyISAM no MySQL versão 3.23 o tamanho máximo foi expandido até 8

milhões de *terabytes* (2^{63} bytes). Com esta dimensão de tabela, o tamanho máximo efetivo das tabelas para o banco de dados MySQL passa a ser limitado pelas restrições do sistema operacional quanto ao tamanho dos arquivos, não mais por limites internos do MySQL (MySQL, 1999).

2.4.3 As Interfaces via Web

Para tirar proveito de um banco de dados, deve existir um aplicativo que estabeleça uma conexão entre o usuário e o servidor. Essa conexão geralmente é estabelecida por algum tipo de interface, que pode ser gráfica ou por linha de comando.

“Uma interface é uma chamada entre seu programa (usuário) e o banco de dados” (MASLAKOWSKI, 2000, p.160). A interface é simplesmente um interpretador e tradutor de informações entre o banco de dados e um programa.

Há, geralmente, duas partes em uma interface. Uma parte é o código real que contém as chamadas de função real e as variáveis. Esta parte é universal, o que significa que independente de qual banco de dados for utilizado, as funções e as variáveis permanecerão as mesmas. A segunda parte é o interpretador real (*driver*). O *driver* reconhece as chamadas de função da primeira parte, as traduz e, então, interage com o banco de dados para produzir os resultados solicitados.

Existem muitas interfaces/*drivers* disponíveis para o MySQL. Algumas destas interfaces programáveis são Perl, PHP, C++, Python e ODBC. Cada interface compartilha o mesmo conceito para acessar dados. Há uma série de etapas que são

as mesmas para acessar seus dados, independentemente de que interface/*driver* está sendo utilizado (MASLAKOWSKI, 2000). Eis o ciclo geral:

- Conectar-se ao banco de dados;
- Emitir uma consulta ou um comando;
- Receber um recordset⁸;
- Manipular o recordset;
- Fechar a conexão.

Uma das ferramentas mais utilizadas paralelamente ao MySQL é a linguagem PHP que significa: *Hipertext Preprocessor*. Trata-se de uma linguagem que saiu do ninho do código-fonte aberto. Crescendo rápido em popularidade, já é concorrente da Perl, ASP, JSP e numerosas outras soluções de script do lado do servidor.

Para que um *site* da Web seja verdadeiramente dinâmico, é necessário que o usuário interaja com o banco de dados. Para tais cenários é necessário um código que seja executável do lado do servidor, em vez do cliente (o processamento é feito pelo servidor, e o usuário recebe a resposta). Os CGIs (*Common Gateway Interfaces*) permitem a interação com grandes bancos de dados *online*, permitindo a passagem de duas vias de informação entre cliente e servidor⁹. Os CGIs podem ser escritos em diversas linguagens, entre elas o PHP.

Os scripts de PHP são embutidos nos arquivos de HTML. Quando um servidor de Web, capacitado para trabalhar com PHP, recebe uma solicitação para um arquivo

⁸ Um conjunto de resultados.

⁹ Relacionamento cliente/servidor; o cliente pode ser um navegador da internet fazendo uma solicitação; o servidor recebe a solicitação e envia uma resposta.

de HTML, contendo PHP, ele não dá o arquivo para o usuário – primeiro executa os scripts de PHP contidos do arquivo. O script pode resultar em HTML, que é gerado instantaneamente, podendo incluir instruções para atualizar arquivos e dados armazenados no servidor e gerar imagens gráficas instantâneas (MASLAKOWSKI, 2000). O usuário que está na máquina cliente, atua, então, dinamicamente no banco de dados, fazendo consultas ou mesmo inserindo informações.

O PHP tem uma gama de funções sofisticadas para compartilhar a interface com MySQL. Se um cliente faz uma solicitação para um servidor de Web capacitado para trabalhar com PHP, com interação com o banco de dados MySQL, ocorrerá o seguinte (Figura 8):

- 1) Um navegador Web do usuário emite uma solicitação de HTML para uma página Web particular. Por exemplo, a solicitação de todos os usuários de água da bacia do rio Benedito, utilizando um formulário de HTML. A página de resultados de pesquisa é chamada de *results.php*.
- 2) O servidor Web recebe a solicitação para *results.php*, recupera o arquivo e passa para o processamento no mecanismo de PHP.
- 3) O mecanismo de PHP começa a analisar sintaticamente o *script*. Dentro do *script* existe um comando para conectar ao banco de dados e execução de uma consulta (realizar pesquisa de usuários). O PHP abre uma conexão com o servidor do MySQL e envia a consulta apropriada.

- 4) O servidor do MySQL recebe a consulta de banco de dados, a processa e envia os resultados – uma lista de usuários – de volta para o mecanismo de PHP.
- 5) O mecanismo de PHP conclui a execução do script, que, normalmente, envolverá a formatação dos resultados da consulta em HTML. Então, o mecanismo de PHP retorna a HTML resultante, para o servidor de Web.
- 6) O servidor de Web passa a HTML de volta para o navegador, onde o usuário pode ver a lista dos usuários que já a solicitaram.

Desta forma, MySQL e PHP permitem uma interação com grandes bancos de dados *online*, permitem a passagem de informações entre cliente (usuário) e servidor, e possibilitam a criação de *sites* dinâmicos com interação entre servidores e usuários.

2.5 CONCLUSÕES

A implementação do Sistema de Informações de Recursos Hídricos em Santa Catarina está dependendo da criação da DERH. Isto ocasiona uma incerteza na elaboração de Sistemas de Informações em nível de bacias hidrográficas, pois algumas definições importantes estão ainda pendentes, como por exemplo a relação entre o Sistema de Informações de Recursos Hídricos para Santa Catarina com os Sistemas de Informações de Recursos Hídricos para as Bacias.

O Sistema de Informação de Recursos Hídricos é um sistema desenvolvido para a coleta, armazenamento, processamento de fatos associados a eventos (dados), sobre o ambiente que o cerca, transformando-os em informação útil para a organização gestora.

As principais diferenças entre os Sistemas de Informações desenvolvidos atualmente, ocorrem em razão das diferenças do objetivo para o qual os sistemas são desenvolvidos. Cada sistema possui um objetivo que é determinado pelas necessidades do ambiente do SI, e que influenciará nas demais características.

Verifica-se que o SIG para Gestão de RH da Bacia do Alto Iguaçu apresenta uma seqüência de passos e elementos em seu desenvolvimento, muito semelhantes aos utilizados no desenvolvimento deste estudo. A concepção deste sistema passou pela definição do objetivo do sistema, levantamento das necessidades, definindo assim as mudanças da estrutura existente e definindo novos mecanismos.

Outra diferença significativa entre os sistemas de informações pesquisados foi a gama de recursos de informática empregados. Esta diferença existe basicamente por dois motivos: 1) cada sistema tem um objetivo diferente a cumprir, que exige informações diferentes, ocasionando o uso de tecnologias diferentes; 2) a disponibilidade de recursos financeiros para a aquisição de tecnologia.

O Sistema de Informações para a Bacia do Itajaí terá que atender às demandas do organismo de gerenciamento da bacia hidrográfica.

Entre os recursos de aquisição, armazenamento e disponibilização de informações, destaca-se a arquitetura dos bancos de dados Web.

3 A DEMANDA DE INFORMAÇÕES PARA O GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO RIO ITAJAÍ E DADOS DISPONÍVEIS

Este capítulo pretende identificar os objetivos do Sistema de Informações de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Itajaí, e relacionar alguns dos dados já existentes sobre esta bacia, a fim de alcançar estes objetivos.

3.1 A DEMANDA DE INFORMAÇÕES PARA O GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO RIO ITAJAÍ

O sistema de informações é algo maior que apenas computadores. “Todo sistema de informações procura descrever soluções organizacionais e administrativas para os desafios propostos pelo ambiente” (PORTO et al 2003). Como podemos observar na figura 3, o ambiente cerca o sistema de informações, sendo para este ambiente que o sistema de informações é construído. Por este motivo é necessário conhecer qual é o ambiente, e quais são as necessidades do mesmo. O Comitê do Itajaí, os usuários de água, a legislação, os conflitos pelo uso da água, todos estes elementos fazem parte do ambiente do Sistema de Informações de Recursos Hídricos para a Bacia do Itajaí. Portanto, o Sistema de Informações de Recursos Hídricos da bacia do Itajaí deverá ser projetado para atender às necessidades criadas por este ambiente.

Para serem conhecidas as necessidades do Comitê do Itajaí, foram extraídos os pontos mais importantes discutidos nas assembléias do Comitê, bem como suas

decisões. Para isso, foram analisadas as atas das assembleias, que geraram a tabela 3.

Tabela 3 Resumo dos assuntos discutidos e das decisões tomadas pelo Comitê do Itajaí de 1998 a 2003.

Data da Assembleia	Assuntos discutidos
12/03/1998	1) Eleger e empossar os cargos de Presidente, Vice-Presidente, Secretário Executivo e seis Conselheiros.
24/11/1998	1) relato de operação e manutenção das barragens e sistema de alerta, 2) apresentação dos resultados da Missão Europa, com a sugestão de execução de um Plano de Ação na Bacia do Itajaí com as seguintes ações: 1º - Medidas descentralizadas e integradas de Controle de Cheias nas sub-bacias das barragens sul e oeste, intensificando práticas de conservação do solo nesta área. 2º - Desenvolvimento de política agrícola e florestal. 3º - Confecção de modelo hidrológico da bacia para simulação dos efeitos das obras e projetos de preservação contra enchentes. 4º - Desenvolver o planejamento operacional para o Comitê com o apoio da GTZ, 3) apresentação do Projeto da Usina Hidroelétrica de Salto Pilão, 4) apresentação do Sistema de Alerta de Cheias e Qualidade da Água. Foram relatadas as experiências espanholas e proposto o Projeto SAIHQA Itajaí – Sistema Automatizado de informações Hidrológicas e qualidade de água enfocando ações de: estudo de dimensionamento, implantação de uma estação piloto, implantação do sistema em torno de 60 estações.
18/05/1999	1) exposição do Trabalho: Impactos Ambientais e Econômicos da Bacia Sobre a Foz do Rio Itajaí, 2) intenção do Governo do Estado em uma proposta para definição e elaboração do projeto de contenção de enchentes, partindo-se da adequação e reformulação do projeto elaborado pela JICA. O Comitê do Itajaí, organizações ambientais e o Governo do Estado, determinarão a melhor alternativa para atender os interesses socio-econômicos da região face aos fenômenos das cheias, 3) perspectivas de ação da DEOH frente à operação e manutenção das barragens de contenção de cheias, 4) assuntos gerais: 4.1) exposição do projeto “Avaliação Numérica das Influências na Operação das Barragens e nas Condições de Mar Junto a Foz do Rio Itajaí na Previsão e Controle de Enchentes”, 4.2) exposição do projeto referente ao “Plano de Desenvolvimento e Utilização integrada dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí” (aguardando aprovação), 4.3) exposição da “Campanha de Criação de Parques Mata Atlântica Ano 2000” 4.4) aprovação da realização do Workshop para discutir o “Projeto JICA”,
13/07/1999	1) apresentação e discussão e aprovação do Pacto para Prevenção e Controle de Cheias, 2) exposição de uma proposta para o Zoneamento Ecológico-Econômico da região, 3) Instituição da Semana da Água,
16/12/1999	1) avaliação da Semana da Água, 2) resultados da Oficina de Planejamento para Estruturação da Agência da Água, 3) sugestões de aspectos a serem considerados nos valores a serem pagos pelo uso da água,

	4) o Senhor Governador retomou a tramitação do projeto de contenção de cheias JICA. Com isso o Conselho decidiu o seguinte: a) encaminha expediente ao Governador informando-o de que o Pacto encontra-se em discussão no Conselho; b) Passa para a Comissão Consultiva a tarefa de examinar o Pacto, - discussão dos problemas de fiscalização ambiental,
26/04/2000	1) Relatório de Atividades da Atual Diretoria, 2) Plano de Trabalho da Nova Diretoria: 2.1) Conservação, recuperação e manejo sustentável do meio rural e do meio urbano (programa do pacto): Programa de Recuperação da Mata Ciliar, 2.2) Semana da Água. 2.3) Criação da Agência da Água,
27/09/2000	3) apresentação informações sobre a Agenda 21 Brasileira, 4) discussão da Agenda 21 Brasileira,
10/05/2001	1) apresentação do relatório de atividades, 2) discussão e votação da alteração do regimento, 3) aprovação do estatuto da Fundação Agência de Água, 4) aprovação do programa recuperação de mata ciliar,
01/07/2001	1) debate do cronograma para a implantação da cobrança pelo uso da água 2) apresentação da Semana da Água para este ano, 3) apresentação do cronograma dos cursos de capacitação do Programa de Recuperação de Mata Ciliar, 4) indicação de um representante do Comitê junto ao Fórum Catarinense de Comitês, 5) apresentação e aprovação do Protocolo de Intenções do Programa de Recuperação de Mata Ciliar, 6) apresentação do diagnóstico dos mananciais para abastecimento dos municípios da Bacia hidrográfica do rio Itajaí, realizado a partir de dados mensais da CASAN e dos SAMAE's, 7) aprovação de prioridade de obras de tratamento de esgotos nos municípios com índice de qualidade assinalado em vermelho,
25/04/2002	1) relatos do projeto recuperação de mata ciliar, 2) discussão de aspectos referentes à proposta de cobrança de água, 3) criação da câmara técnica do Itajaí Mirim, 4) proposta de criação de grupo de trabalho do plano de Bacia, 5) apresentação do andamento do convênio e o repasse de quatro novas estações de telemetria para o monitoramento e a substituição de outra. Este convênio também contemplaria a manutenção das estações.
26/06/2002	1) re-encaminhamento do projeto de despoluição da bacia, 2) apresentação do projeto da Semana da Água deste ano, 3) solicitação à CASAN que priorize a implantação de tratamento de esgotos nas cidades de Rio do SUL, Timbó, Itajaí, Navegantes, Camboriú e Balneário Camboriú,
14/08/2002	1) apresentação e discussão das emendas às minutas de leis e decretos relativos à revisão e à regulamentação da Política Estadual de Recursos Hídricos,
25/09/2002	1) criação de um prêmio aos grupos que se destacam por suas ações relacionadas a gestão e proteção das águas do vale do rio Itajaí, 2) discussão do projeto usina Salto Pilão, 3) apresentação referente ao Parque Nacional da Serra do Itajaí,
28/11/2002	1) relatório da operação das barragens, 2) discussão da questão do abandono dos índios por parte do governo, 3) resultados do programa recuperação de mata ciliar, apresentação dos primeiros subsídios para a construção da Política da Água na bacia, a partir de sete princípios: a) Proteção de nascentes e outras APP, b) Controle da erosão nas margens fluviais, c) Controle da poluição, d) Informação e conscientização, e) Disponibilidade de água, f) Estudos e informações, g) Prevenção de cheias,
07/05/2003	1) discussão da qualidade de água nos mananciais de abastecimento da CASAN e

	dos SAMAES, 2) parecer dos professores da FURB, FEBE e UNIVALI sobre o projeto Salto Pilão, 3) reclamação do uso da água entre moradores de Rio dos Cedros contra CELESC, 4) comunicado dos primeiros plantios de mudas do projeto recuperação de mata ciliar,
13/08/2003	1) apresentação do parecer da Comissão sobre o Aproveitamento Hidrelétrico de Salto Pilão,
25/09/2003	2) apresentação do Prêmio Otto Rohkohl de Conservação de Água, 3) relatos da semana da água 2003, 4) apresentação dos resultados do projeto: "Uso da água na rizicultura do Vale do Itajaí",
10/12/2003	mudanças no regimento interno do Comitê, premiação Otto Rohkohl

Fonte: Comitê do Itajaí.

No total foram analisadas dezoito atas de assembléias do Comitê do Itajaí, no período de 1998 a 2003. Em ordem cronológica, percebe-se que as discussões do Comitê têm girado em torno dos seguintes assuntos:

- conscientização e educação ambiental;
- programa de recuperação de mata ciliar;
- unidades de conservação;
- cobrança pelo uso da água;
- sistema de contenção de cheias;
- sistema de alerta de cheias e
- qualidade de água dos mananciais.

A seguir, cada um dos assuntos discutidos no Comitê será brevemente caracterizado.

3.1.1 Conscientização e Educação Ambiental

Entre as ações do Comitê do Itajaí, no que se refere a conscientização e educação ambiental, podemos destacar a Semana da Água, realizada há cinco anos, desde 1999. A Semana da Água tem como objetivo principal despertar a atenção da população do Vale do Itajaí para a proteção e a conservação dos recursos hídricos da região. O ponto chave deste programa é a conscientização e a disseminação de informações sobre os recursos hídricos, a troca de informações através dos saberes locais, dos conhecimentos tradicionais, para se chegar a uma nova consciência ecológica. Informações sempre mais precisas sobre os usos da água na bacia e a qualidade da água são exigidas para este processo educativo.

3.1.2 Programa de Recuperação de Mata Ciliar

A Semana da Água desencadeou um processo de discussões sobre a situação dos recursos hídricos na bacia. O primeiro resultado destas discussões foi o programa de recuperação da mata ciliar. Este programa tem como objetivos recuperar a mata ciliar e incorporar nas administrações municipais a recuperação e a preservação dos recursos hídricos, através da capacitação e educação ambiental. Existe a necessidade de um mecanismo de acompanhamento e divulgação deste programa. Este mecanismo deve viabilizar informações de oferta e de demanda de mudas, realizar um acompanhamento das áreas em recuperação, divulgar as características ecológicas das matas ciliares da bacia do Itajaí e as espécies vegetais indicadas para a sua recuperação, valorizando as iniciativas bem-sucedidas.

3.1.3 Unidades de Conservação

O Comitê do Itajaí mostra-se aberto às discussões referentes a criação de unidades de conservação, como é o caso do Parque Nacional da Serra do Itajaí. Para tanto, o Comitê aprovou a realização de audiências públicas conjuntas com o IBAMA e o Comitê da Biosfera, nos oito municípios atingidos pelo Parque Nacional, para os devidos e totais esclarecimentos e discussões com todas as pessoas envolvidas. A ausência de áreas de proteção da água na bacia, e a reduzida extensão de unidades de conservação, torna esta questão importante para o gerenciamento da bacia do Itajaí.

3.1.4 Cobrança pelo Uso da Água

A discussão no Comitê do Itajaí sobre a cobrança pelo uso da água começou em 2001, através de um debate para estabelecimento de um cronograma para dar início à cobrança. Em 2002, as discussões retornaram devido à apresentação de um estudo de modelo de cobrança pelo uso da água para a Bacia do Itajaí. Ficou evidente que a implantação da cobrança não prescinde da outorga.

O órgão gestor do estado (DERH) é o responsável pela outorga e pela cobrança pelo uso da água. Mas os comitês de bacia devem propor ao órgão gestor os usos isentos de outorga (Lei 9433/97 Art.38, V), os critérios de outorga a serem observados na bacia, os mecanismos de cobrança, os valores e, devem também propor um plano de aplicação dos recursos arrecadados no âmbito da bacia. Para tanto, são necessárias duas informações básicas:

- a) O volume de água e seu regime de variação, primeiramente. Para ser levantado este dado, pode-se utilizar estudos de regionalização de vazões.
- b) Os próximos dados que devem ser levantados são: como a água está sendo utilizada na bacia e em quais volumes. Estes dados são conhecidos através de um cadastro de usuários de recursos hídricos.

A falta de um mecanismo para a coleta, armazenamento e disponibilização de dados vêm dificultando a geração destas informações necessárias ao Comitê e o próprio órgão gestor. São necessários, pois, informações sobre os usos da água e suas disponibilidades, para subsidiar a discussão sobre a outorga e sobre a cobrança.

3.1.5 Sistema de Contenção de Cheias.

Entre 1993 e 2002, a manutenção e a operação das barragens de controle de cheias no Vale do Itajaí eram realizadas pelo DEOH – Departamento de Edificações e Obras Hidráulicas do Estado de Santa Catarina. Nas ocasiões de cheias, o DEOH realizava um acompanhamento do nível do rio em Blumenau, das precipitações, níveis dos rios a jusante e a montante das barragens, da vazão afluyente e efluente (m³/s) das barragens, do número de comportas fechadas e da reserva de chuva (mm). Estes dados, e outros sobre a manutenção que vinha sendo realizada nas barragens, vinham sendo informadas ao Comitê do Itajaí através de relatórios anuais. Desde 2003, essas informações deixaram de ser repassadas ao Comitê. Porém, as condições das barragens e sua operação são fundamentais para minimizar os efeitos das enchentes, sendo então necessária a criação de um mecanismo de acompanhamento das condições das barragens de contenção das

cheias, principalmente no que se refere às condições de uso e de segurança, capacidade de armazenamento, e acompanhamento dos níveis de água nas épocas de cheias.

3.1.6 Sistema de Alerta de Cheias

Este sistema baseia-se nos monitoramentos meteorológicos e hidrológicos e no conhecimento da dinâmica dos processos hidrológicos, o que permite acompanhar e projetar a evolução das ondas de cheias nas áreas sujeitas a inundações (TACHINI, 2003).

Atualmente, o alerta de cheias dos rios da bacia do Itajaí é de responsabilidade do Centro de Operações do Sistema de Alerta da Bacia Hidrográfica do rio Itajaí - CEOPS, vinculado ao Instituto de Pesquisas Ambientais (IPA) da FURB – Universidade Regional de Blumenau, e é realizado com base na infra-estrutura de monitoramento hidrometeorológico, mantido pela ANA – Agência Nacional da Água e pela EPAGRI – (Empresa de Pesquisas Agropecuárias e Extensão Rural de Santa Catarina).

Com os dados das precipitações atmosféricas, da intensidade e duração da precipitação em cada estação telemétrica e/ou pluviômetros, e dos totais precipitados nas várias sub bacias, é possível prever, por meio de modelos, as prováveis situações dos níveis das águas do rio Itajaí, em cidades de interesse como Blumenau e Gaspar.

A partir de uma situação de atenção do nível do rio, são elaborados boletins hidrometeorológicos de hora em hora com previsão de nível do rio. A divulgação é realizada através da FURB TV, Defesa Civil de Blumenau, meios de comunicação, ou através de atendimento de ligações do público. Contudo, existe ainda uma carência por parte da população e da imprensa no que se refere ao acompanhamento do desenvolvimento dos níveis de água. Existe a necessidade da elaboração de mecanismo de divulgação de dados e previsões que abranja os vários municípios atingidos pelas cheias. Este mecanismo deve ser amplamente difundido entre a população e os meios de comunicação, servindo como referência para ambos.

3.1.7 Qualidade de Água

Várias instituições como a Companhia Catarinense de Água e Saneamento – CASAN, SAMAEs – Serviço Autônomo de Água e Saneamento, FAEMA – Fundação Municipal de Meio Ambiente de Blumenau e EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A., possuem pontos de monitoramento de qualidade de água distribuídos em diversos municípios da bacia. Até o presente momento, este acompanhamento da qualidade de água não é realizado de uma forma integrada, utilizando a mesma metodologia para acompanhar os diversos índices de qualidade de água. Falta, então, um mecanismo que possa reunir essas informações em um único sistema, no qual as instituições possam inserir e atualizar seus dados, e que permita à população consultar e acompanhar a situação da qualidade de água nos rios da bacia.

3.2 DADOS EXISTENTES SOBRE A BACIA DO RIO ITAJAÍ E INSTITUIÇÕES GERADORAS

Este item remete a busca literária, e nas próprias instituições geradoras, por dados e informações relacionados às demandas de informações do Comitê do Itajaí (citados anteriormente), e que poderão ser utilizados no Sistema de Informações de Recursos Hídricos da Bacia do Itajaí.

Os dados consultados podem ser divididos em dois grandes grupos: dados estáticos, basicamente os dados descritivos existentes sobre a bacia, sejam espaciais ou tabulares, e os dados dinâmicos, que são aqueles que descrevem os fenômenos dinâmicos da bacia e que são demandados pelo Comitê. Enquanto o primeiro grupo sofre atualização esporádica, o segundo grupo depende de atualização contínua ou periódica.

Sobre a Bacia do Itajaí existe uma grande quantidade de dados espaciais e tabulares, que constituirão a base do Sistema de Informações. A tabela 4 lista os dados disponíveis e as suas características. Na seqüência, estes dados são descritos.

Tabela 4 Relação de dados sobre a Bacia do Itajaí.

Informação	Dados	Atualização	Classe de informação	Instituição responsável
	Cartografia – mapa da rede de drenagem	Esporádico	Espacial	IPA
Mapa de declividade	Cartografia – hipsometria	Esporádico	Espacial	IPA/FURB
	Cartografia – Limites administrativos			IPA/FURB
	Cartografia – rede viária			IPA/FURB
	Cartografia – limite das sub bacias			IPA/FURB
	Codificação da rede de drenagem	Esporádica	Espacial	FATMA
	Mapa de vegetação	Esporádico	Espacial	IPA/FURB
	Mapa de solos	Esporádico	Espacial	IPA/FURB
	Mapa de solos	Esporádico	Espacial	EPAGRI
	Mapa de uso do solo	Esporádico	Espacial	IPA/FURB
	Mapa de Geomorfologia	Esporádico	Espacial	IPA/FURB
	Mapa de Clima	Esporádico	Espacial	IPA/FURB
Disponibilidade hídrica	Regionalização de vazões	Esporádico	Espacial	CEHPAR, ANEEL
Unidades de Conservação	Localização e abrangência das UC	Esporádico	Espaciais	Comitê da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica
	Dados de qualidade de água dos mananciais	Constante	Tabulares	CASAN, SAMAE e FAEMA (Blumenau)
Nível das barragens e informações sobre sua operação	Dados das barragens	Constante	Tabulares	Departamento de Infra-Estrutura (SC)
Níveis dos rios e precipitações	Dados de estações telemétricas	Constante	Tabulares	EPAGRI e FURB
Previsão de níveis para Blumenau	Dados das estações telemétricas	Constante	Tabulares	IPA/FURB
Matas Ciliares	Recuperação da Mata ciliar	Constante	Tabulares/espacial	Prefeituras
Processo de gestão	Documentação do Comitê Atas, relatórios, projetos, cadastro de membros, agenda anual	Constante	documental	Comitê da Bacia do Itajaí

3.2.1 Informações Espaciais

1) Rede de drenagem: a rede de drenagem da bacia foi digitalizada a partir de folhas no formato raster (tif.) fornecidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - (IBGE). No total são 37 cartas na escala 1:50.000 e 3 cartas 1:100.000. A rede hidrográfica foi também topologicamente definida, caracterizada através de diversos atributos (ordem, classe de qualidade e codificação dos cursos da água segundo o método Ottobacias). Esta cartografia vem sendo preparada há diversos anos, tendo em vista seu uso para a gestão da bacia hidrográfica (FISTAROL, PINHEIRO, REFOSCO, 2002). Neste mesmo trabalho, foi digitalizada a hipsometria da região. Estes dados são importantes para a geração de mapas de declividade, delimitação de bacias, geração de MNT (modelo numérico do terreno). Além destes dois conjuntos de dados, outros temas, como os limites administrativos, a rede viária, os limites da Bacia do Itajaí e das suas sub-bacias, foram digitalizados.

2) O uso do solo e a cobertura florestal: o Departamento de Engenharia Florestal – DEF juntamente com o Instituto de Pesquisas Ambientais – IPA da FURB, vem acompanhando a evolução do uso do solo na Bacia do Rio Itajaí por meio de imagens de satélites de diversos períodos. Este acervo pode vir a ser utilizado pelo Sistema de Informações de Recursos Hídricos. Outras informações já geradas pelos pesquisadores como: geomorfologia da região, geologia, clima, hidrologia, solos, vegetação, avifauna, mastozoologia, répteis, bem como o mapeamento das unidades de conservação, também poderão ser utilizadas no sistema de informações.

3) Vazões de cursos d'água: a regionalização de vazões consiste num conjunto de ferramentas que exploram, ao máximo, os dados existentes, visando à estimativa das variáveis em locais sem dados ou com dados escassos (TUCCI, 1993).

De um modo geral, segundo EUCLYDES et. al. (1999), os métodos que regionalizam funções estatísticas de variáveis hidrológicas, como vazões máximas, mínimas e médias, podem ser classificados em:

- a) Métodos que regionalizam parâmetros de uma distribuição estatística;
- b) Métodos que regionalizam a vazão com um determinado probabilidade de ocorrência e,
- c) Métodos que regionalizam uma curva de probabilidade adimensional e o fator de adimensionalização.

Para o Estado de Santa Catarina existem dois estudos de regionalização de vazões, um realizado em 1982 pelo CEHPAR (Centro de Hidráulica e Hidrologia Professor Parigot de Souza) a pedido da CASAN (Companhia Catarinense de Água e Saneamento), e outro, realizado pela ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica, 2002) com a Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC em 2000.

No estudo de vazões realizado pelo CEHPAR, foi realizada uma regionalização hidrológica. Esta regionalização permite a estimativa das vazões mínimas em função das características físicas do local e da precipitação média anual ocorrida em 1982.

Através deste trabalho, a estimativa da vazão mínima de uma seção de um curso de água segue os seguintes passos:

1) Determinação das características locais.

- Precipitação média anual: P (mm)
- Coeficiente de escoamento médio anual (μ):
- Expoente da curva de depleção (α). Os valores destas características variam para cada região hidrológica homogênea, definidas no estudo.

2) Determinação da média da vazão específica mínima de 30 dias: Q_{30}

O valor de Q_{30} é obtido pela expressão:

$$\ln \bar{Q}_{30} = a_0 + a_1 \cdot \ln \bar{P} + a_2 \cdot \ln \mu + a_3 \cdot \ln \alpha \quad (1)$$

Para cada região homogênea são estabelecidos os valores dos coeficientes a_0 , a_1 , a_2 e a_3 .

O resultado de Q_{30} é dado em $l/s/km^2$, representando a produção da vazão média mínima durante um intervalo qualquer de tempo, de 30 dias de duração, por cada km^2 de superfície da bacia.

3) Determinação da média da vazão mínima de t dias de duração:

Nesta etapa é determinada a média das vazões mínimas para durações de t dias.

São consideradas as durações de 7, 15, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias. Estes valores estão relacionados com a média das vazões mínimas de 30 dias de duração, através da expressão:

$$R_t = \frac{\bar{Q}_t}{\bar{Q}_{30}} = 1 + m_1 \ln\left(\frac{t}{30}\right) + m_2 \left[\ln\left(\frac{t}{30}\right)\right]^2 \quad (2)$$

Para cada região homogênea são apresentados valores de R_t diferentes. O resultado de Q_t é dado em l/s/km².

4) Determinação da média da vazão de estiagem com duração de t dias e tempo de retorno de T_R anos. Incorpora-se na média de vazão mínima o risco de ocorrência representado pelo período de retorno T_R . Os períodos de retorno considerados são de 2, 5, 10, 20, 25, 50 e 100 anos.

A média da vazão com duração de t dias e período de retorno T_R anos é relacionada com a média da vazão mínima de duração de t dias, através da expressão:

$$E_{TR,t} = \frac{Q_{TR,t}}{\bar{Q}_t} = n_0 + n_1 \ln(TR) + n_2 [\ln(TR)]^2 \quad (3)$$

Para fim de determinação de um mapa regional de vazões ($Q_{7,10}$) para a Bacia do Itajaí segundo o trabalho da CASAN – CEHPAR, foi realizada sobreposição de mapas utilizando o software ArcMap.

O primeiro passo foi escanear os mapas (CASAN) e transformá-los em formato digital, utilizando o software MicroStation. O mapa de isoietas (Precipitação média anual) foi digitalizado em um arquivo 3D, onde a altura da curva é igual à precipitação (neste caso utilizamos o logaritmo da precipitação). Após este processo as curvas foram interpoladas gerando uma matriz de células, onde cada célula possui o atributo \ln (precipitação).

Os coeficientes μ , α e as relações Rt , Etr , variam espacialmente e cada região hidrológica destes coeficientes forma um polígono. Estes 4 mapas de polígonos (μ , α , Rt , Etr) foram digitalizados, atribuindo-se valores referentes a cada polígono. Após este processo, estes mapas foram transformados em uma matriz de células, sendo que o atributo z de cada célula é igual ao valor do atributo do polígono no qual está contida. Por fim, foi realizado um cruzamento de mapas utilizando uma função do ArcMap. O resultado é uma matriz de células, em que cada célula possui um valor da vazão específica expresso em $l/s/km^2$ (Figura 13).

Do estudo denominado Regionalização Hidrológica de Vazões da Bacia do Atlântico no Trecho Sudeste, desenvolvido pela UFSC/ANEEL, foram utilizados os mapas de vazões mínimas $Q_{7,10}$ (Figura 14) e o mapa de vazões de permanência de 95% ($Q_{95\%}$). Estes mapas foram digitalizados em arquivo 3D utilizando o software MicroStation. Os arquivos assim gerados foram importados no ArcMap e transformados em uma matriz de células, em que cada célula possui um valor representando a vazão especial em $l/s/km^2$ que, multiplicado pela área de contribuição, gera a vazão pontual em l/s .

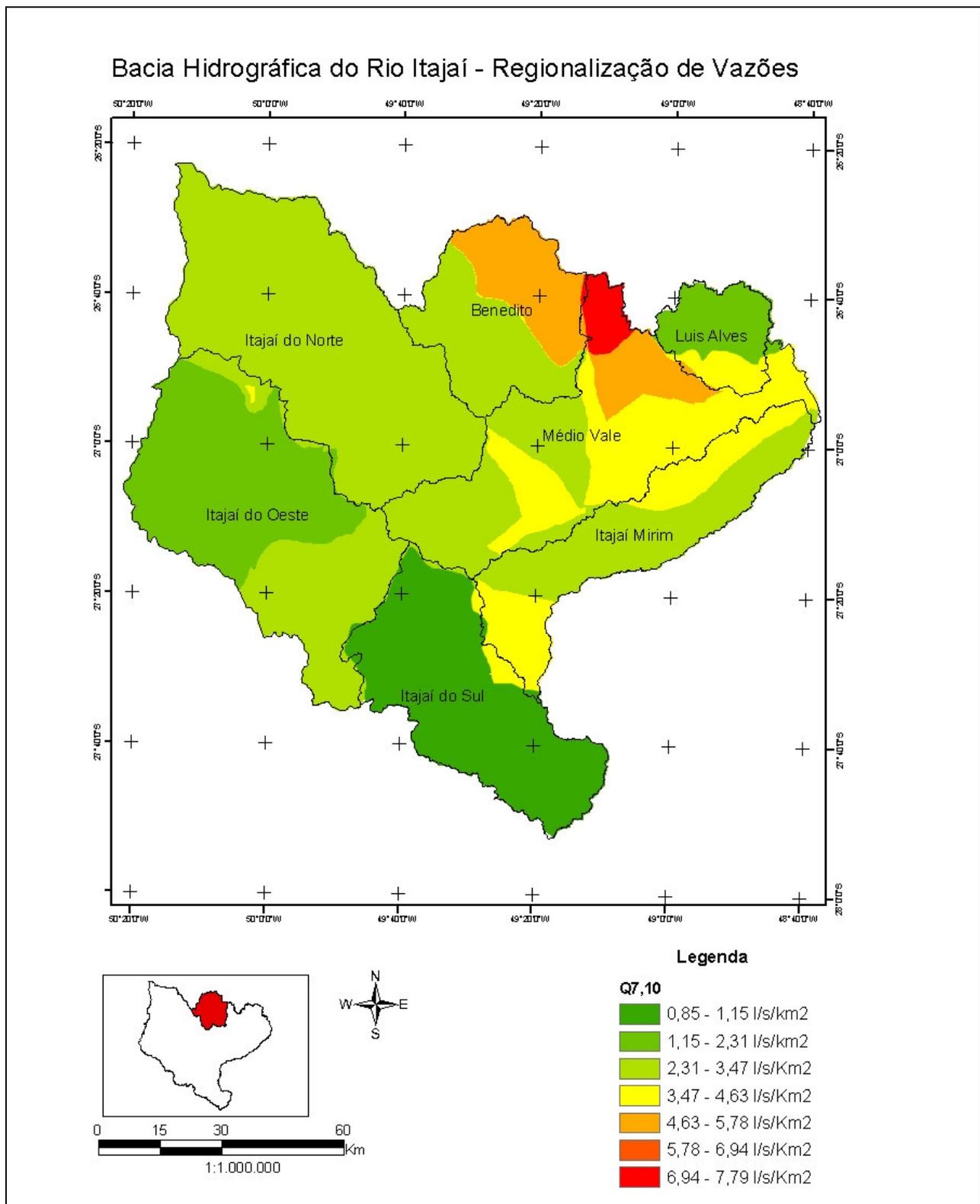
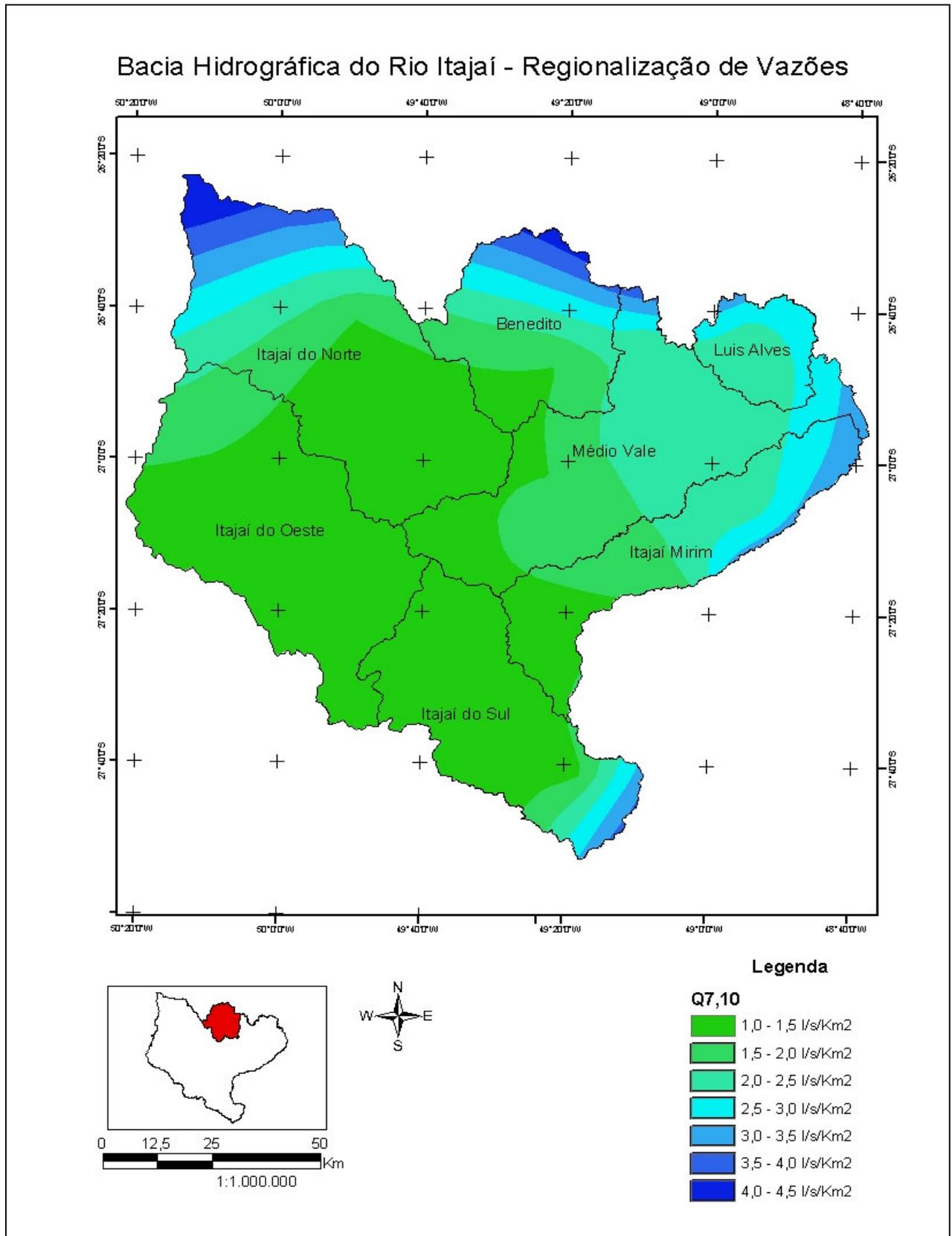


Figura 13 Regionalização de Vazões para a bacia do Itajaí, segundo o modelo do CEHPAR.



Fonte: UFSC/ANEEL (2000).

Figura 14 Regionalizações de vazões mínimas Q_{7,10} em l/skm².

Um fator que deve ser analisado futuramente é o cálculo da $Q_{7,10}$ mensal, para ser utilizado, tanto como critério de outorga, como no modelo de cobrança, pois certos usuários utilizam água durante alguns meses do ano, como é o caso da rizicultura, que utiliza uma grande quantidade de água, num ciclo de cultura de 4 meses de duração, dependendo da região. Na Bacia do Itajaí, o período de cultivo do arroz concentra-se entre os meses de Agosto a Maio, período com maior quantidade de água nos rios, como podemos observar na figura 15. As vazões apresentadas na Figura 15 representam a média dos menores valores mensais, “médias de 7 dias” para as estações de Arrozeira, Timbó e Benedito Novo, as três sitiadas na sub-bacia do Rio Benedito. O período de dados utilizado foi de Janeiro de 1935 a Dezembro de 2001.

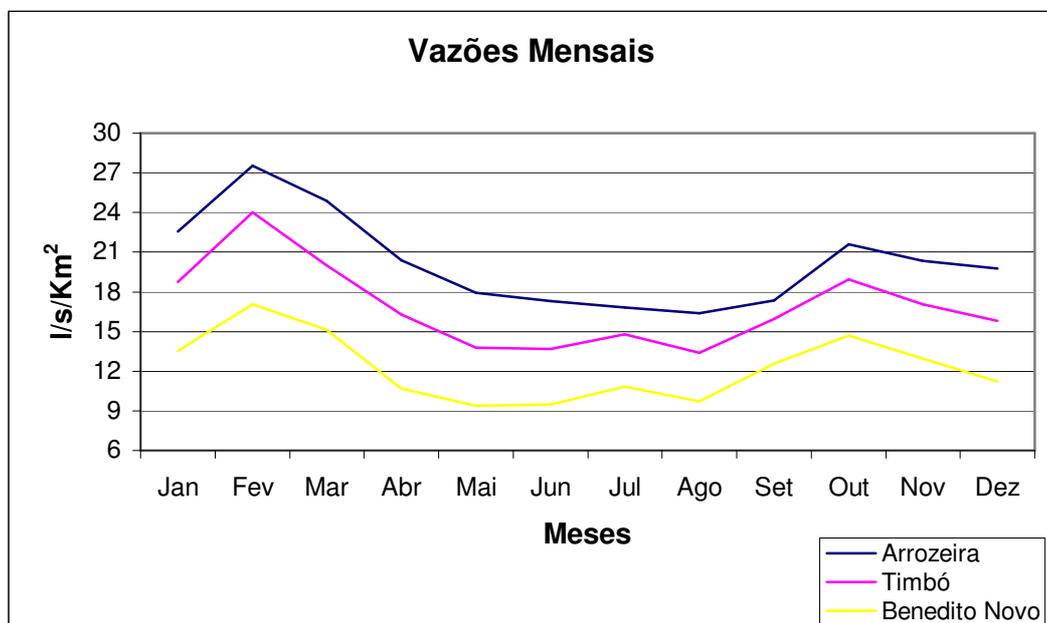


Figura 15 Vazões médias mensais.

3.2.2 Informações Tabulares

1) Qualidade de água: Na bacia do Itajaí não tem sido realizado um monitoramento integrado da qualidade das águas. No período de 1993 a 1996, o Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica – DNAEE (atual Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL) realizou coletas de amostras de águas, tendo sido analisados parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos. Os pontos de coleta das amostras de água coincidem com as estações fluviométricas. A qualidade da água dos mananciais de abastecimento vem sendo medida pela CASAN e pelos SAMAEs, também de forma isolada, mas em muitos pontos da bacia. Existem ainda algumas áreas rurais (microbacias) sendo monitoradas pela EPAGRI, como a bacia do rio Alto Dona Luíza.

Locatelli (2002) fez um estudo de qualidade das águas nos mananciais da bacia do Itajaí, a partir das análises realizadas pelos sistemas de abastecimento de água da CASAN e dos SAMAEs (Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto), através do emprego do Índice de Qualidade de Água de Bascarán (IQAB).

Há, portanto, parâmetros sendo monitorados que poderiam ser utilizados para uma disseminação mais ampla da qualidade da água em diversos trechos dos rios da bacia, desde que disponibilizados por meio do sistema de informações.

2) Usuários de Recursos Hídricos: o Cadastro de usuários é parte integrante do Sistema de Informações de Recursos Hídricos. A existência do cadastro é fundamental para a implementação dos demais instrumentos de gerenciamento, como a outorga e a cobrança. A pedido do Comitê do Itajaí, o projeto FATMA/GTZ

realizou, em 2002, um cadastro preliminar dos usuários de água da Bacia do Rio Itajaí. No total foram cadastrados 1.400 usuários, a partir de informações obtidas com auxílio da FATMA, da EPAGRI (Empresa de Pesquisas Agropecuárias e Extensão Rural de Santa Catarina), da CASAN (Companhia Catarinense de Água e Saneamento), dos SAMAEs (Serviços Autônomos Municipais de Água e Esgoto), da CELESC (Centrais Elétricas de Santa Catarina) e da CIDASC (Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina).

As informações levantadas sobre os usuários de água foram inseridas no cadastro digital concebido em ACCESS versão da Microsoft, desenvolvido pela Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente – SDM (ZANETTE, A.P., 2002).

3) Dados das barragens: atualmente, na bacia do Itajaí, existem três barragens: a barragem Norte, localizada no Município de José Boiteux, barragem Sul, localizada no Município de Ituporanga e a barragem Oeste, localizada no Município de Taió. Os dados coletados nas barragens são: precipitações, níveis dos rios a jusante e a montante das barragens, vazão afluente e efluente (m^3/s) das barragens, número de comportas fechadas e reserva de chuva (mm).

4) Monitoramento hidrológico: no total na bacia do Itajaí existem doze estações telemétricas, para captação dos dados pluviométricos e fluviométricos. Os dados são transmitidos via satélite para a Agência Nacional de Águas – ANA. Um fato importante a ser ressaltado, é que as estações telemétricas estão programadas para teletransmitirem os dados em horários pré-definidos, dificultando as operações do

Sistema de Alerta contra cheias, que necessita destes dados em tempo real, nos eventos críticos.

3.2.3 Informações Documentais

Para a bacia do Itajaí existe uma grande quantidade de informações que estão inseridas em dissertações, monografias, artigos, relatórios de impacto ambiental, entre outros (Apêndice 1).

O processo de gestão desenvolvido pelo Comitê do Itajaí também está documentado, e é fonte de informações. No Comitê do Itajaí podem ser encontrados documentos do tipo: regimento do comitê, deliberações, atas de assembléias, agenda do comitê, ações do comitê, banco de imagens, relatórios, pareceres, entre outros.

3.3 CONCLUSÕES

Para que o Comitê do Itajaí desempenhe com sucesso seu papel perante a sociedade, é necessário que tenha suporte de dados precisos, confiáveis e amplamente divulgados. O Sistema de Informações da Bacia do Rio Itajaí é o instrumento que dará este suporte, desde que funcione como:

1) Mecanismo de controle e divulgação de dados e informações sobre as ações desempenhadas pelo comitê. Um exemplo é o Projeto Recuperação de Mata Ciliar – PRMC, para o qual podem ser criados mecanismos de controle e divulgação da área de mata ciliar recuperada, quantidade de mudas distribuída, espécies utilizadas, porcentagem de área recuperada por município, entre outros.

- 2) Outorga pelo uso da água. Gerar mecanismos que dêem suporte à concessão da outorga e, conseqüentemente, à cobrança pelo uso da água, como o cadastro de usuários de recursos hídricos e a disponibilidade hídrica da região.
- 3) Criar um mecanismo de coleta e divulgação dos dados do sistema de alerta de cheias e do sistema de contenção de cheias.
- 4) Criar um mecanismo de coleta, padronização e divulgação dos dados de qualidade da água dos rios da bacia do Itajaí, produzidos por diferentes empresas e instituições.
- 5) Manter a população informada das decisões do Comitê.

A grande quantidade de dados existentes na Bacia do Itajaí podem ser divididos em dois grandes grupos: 1) dados estáticos – são basicamente os dados existentes na bacia, tanto espaciais como tabulares. 2) dados dinâmicos - que são aqueles que descrevem os fenômenos dinâmicos da bacia e que são demandados pelo Comitê. O primeiro grupo é a base do Sistema de Informações de Recursos Hídricos da Bacia do Itajaí. Existem ainda as informações documentais que não se enquadram na classificação acima. Trata-se tanto de textos técnicos e científicos sobre a bacia e seus recursos e dinâmicas, bem como textos administrativos que caracterizam o processo de gestão.

4 ESTRUTURA LÓGICA PARA O SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE RECURSOS HÍDRICOS E SUA APLICAÇÃO NA SUB BACIA DO BENEDITO

Neste capítulo é desenvolvida e discutida uma possível estrutura lógica para o Sistema de Informações de Recursos Hídricos da Bacia do Itajaí, bem como uma aplicação para a Sub bacia do rio Benedito, a qual tem a função de ser um piloto do sistema proposto.

4.1 ESTRUTURA LÓGICA PARA O SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE RECURSOS HÍDRICOS PARA A BACIA DO ITAJAÍ

A estrutura lógica do Sistema de Informações para Recursos Hídricos para a Bacia do Itajaí baseia-se nos quatro elementos essenciais que deve possuir um sistema de informações (geração de informações, a base de dados e informações, a disponibilização de informações e a tomada de decisões), conforme Sousa Filho (1999), e na demanda de informações que o Comitê do Itajaí possui e nas possíveis demandas que a comunidade terá (Figura 16).

Dos quatro elementos definidos por Sousa Filho (1999), o quarto elemento – o processo decisório - não integra o sistema aqui proposto. O SIRH é gerado para fornecer subsídios à tomada de decisão, mas a decisão dever ser tomada pelos gestores de recursos hídricos.

O primeiro elemento, a geração de informações, é realizado por diversas instituições que alimentam o sistema e pelo próprio sistema, através de um conjunto de módulos: o cadastro de usuários de recursos hídricos, o monitoramento de qualidade de água, as informações hidrológicas, a previsão de cheias e o monitoramento das barragens, o cálculo de disponibilidade hídrica e o Programa de Recuperação da Mata Ciliar.

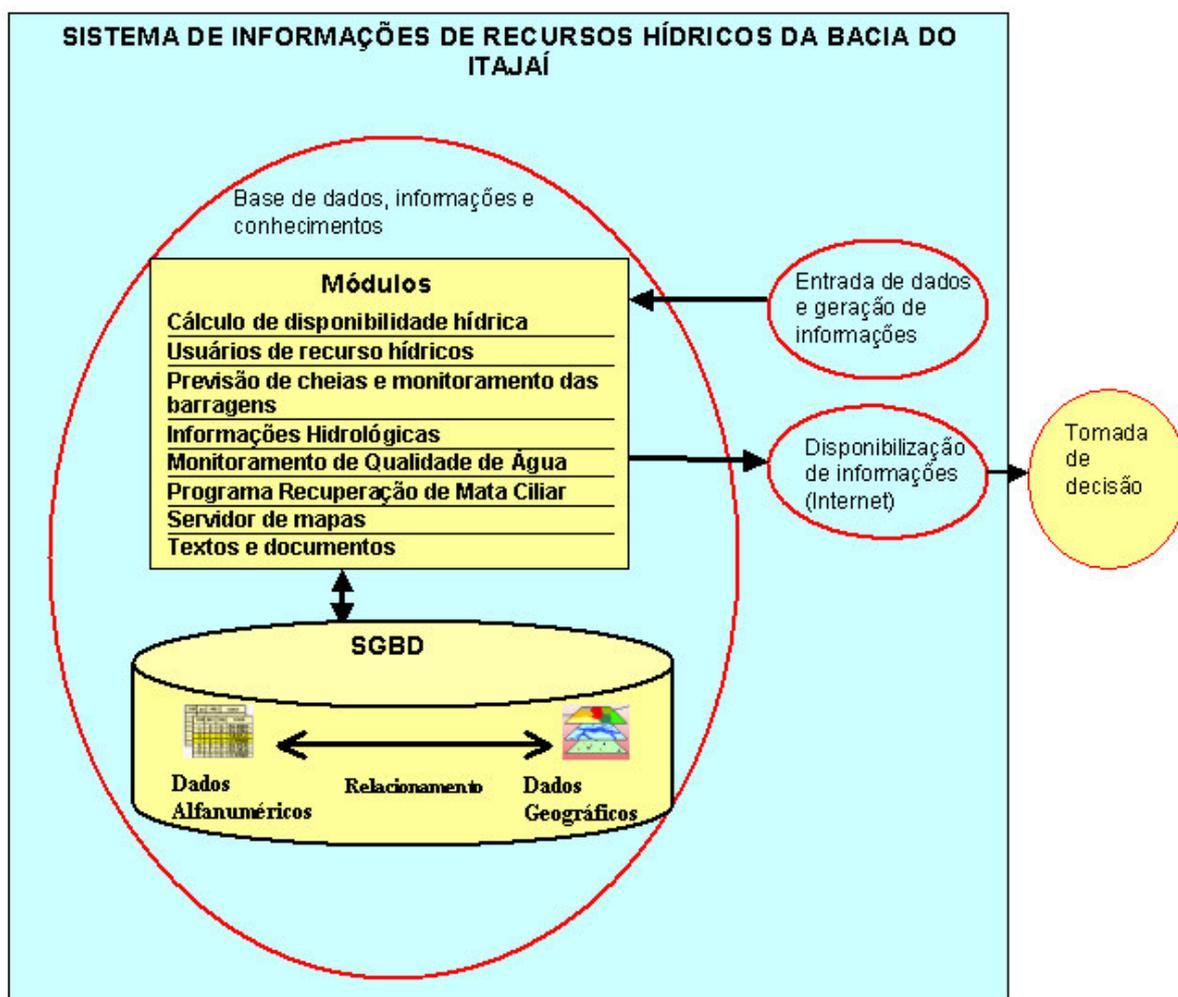


Figura 16 Estrutura lógica proposta para o Sistema de Informações para Recursos Hídricos da Bacia do Itajaí.

O segundo elemento, a base de dados, informações e conhecimento, é o conjunto de interfaces do sistema e o banco de dados.

A disponibilização das informações é realizada novamente através dos mesmos módulos, mas o sistema deve prever também a produção de relatórios gerenciais com informações simplificadas do sistema. Além das informações técnicas que o sistema possui, ele deve contemplar usuários sem grande conhecimento técnico e que necessitam de informações didáticas para sua compreensão.

A base deste sistema de informações é o Gerenciador de Banco de Dados – GBD. Esse gerenciador utiliza banco de dados relacional, onde serão armazenados e recuperados os dados inseridos através dos módulos do SIRHBI – dados dinâmicos.

Entre os diversos sistemas de gerenciamento de banco de dados disponíveis no mercado até o momento optamos por utilizar o MySQL, devido às diversas vantagens descritas no item 2.4. Porém, isto não significa que, na implementação do Sistema de Informações de Recursos Hídricos da Bacia do Itajaí, ele não possa vir a ser substituído por outro sistema.

Os dados espaciais e tabulares (informações com atualização esporádica) existentes na bacia do Itajaí (Tabela 4) já estão sendo armazenados no MySQL. No MySQL podem ser criados vários bancos de dados, cujas tabelas se relacionam entre si, bem como os próprios bancos de dados podem interagir entre si (Figura 17).

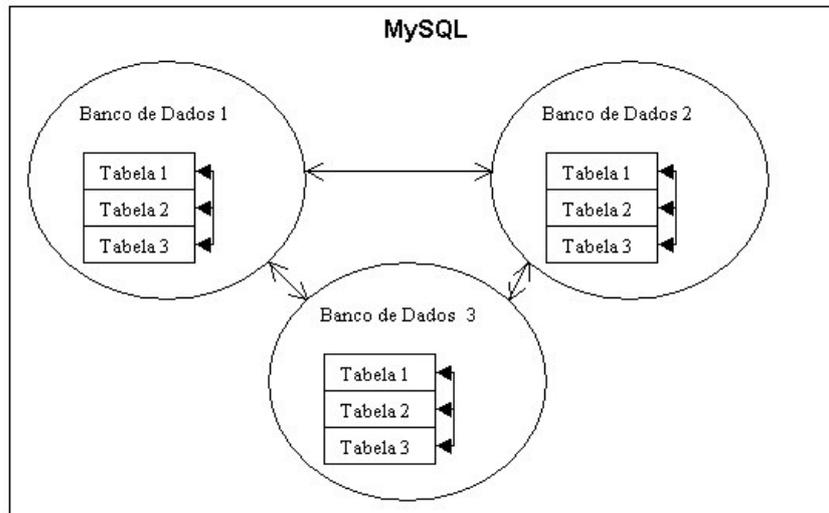


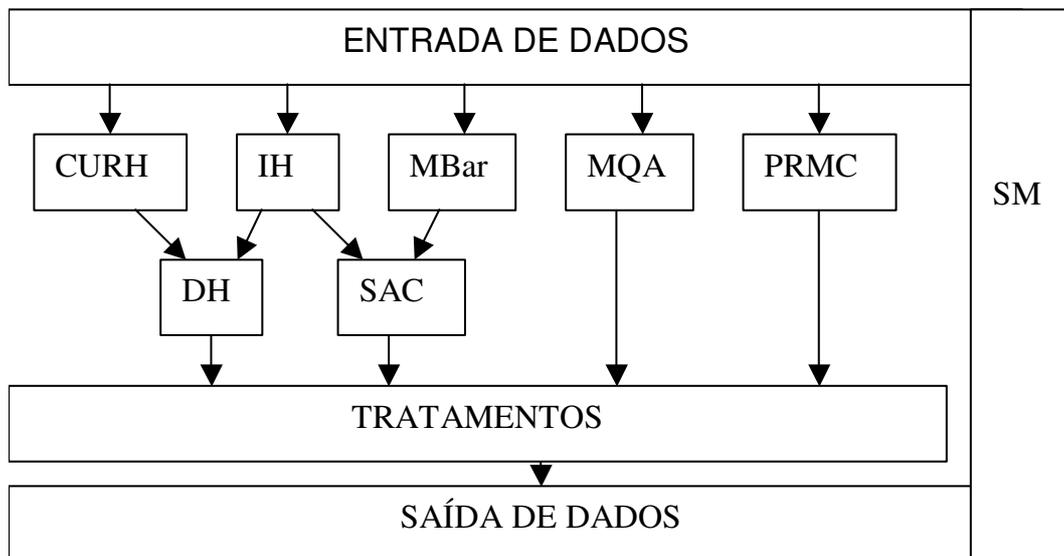
Figura 17 Relacionamento entre as tabelas de um banco de dados e interação entre os bancos de dados.

Os dados são armazenados em forma de tabela, como pode ser observado na figura 18. A disponibilização dos dados pode ocorrer por meio do Servidor de Mapas ou através da *Web*. Na figura 18 pode-se observar uma lista de tabelas criada dentro do banco de dados “geovale”. Neste banco de dados existem 21 tabelas, das quais cada uma refere-se a uma variável. Exemplo: tabela municípios – é uma tabela que foi criada no banco de dados “geovale” para armazenar o mapa de limite municipais da Bacia do Itajaí, outra tabela é a iqa - foi criada para armazenar valores de qualidade de água.

Structure		SQL	Export	Search	Procura por Exemplo	Elimina			
Tabela	Ações				Registros	Tipo	Tamanho	Sobre Carga	
<input type="checkbox"/>	TM_BLOBS				0	MyISAM	1.0 KB	-	
<input type="checkbox"/>	TM_COUNTER				4	MyISAM	2.1 KB	-	
<input type="checkbox"/>	TM_DATASETS				18	MyISAM	3.4 KB	-	
<input type="checkbox"/>	TM_INSTANCE				248	MyISAM	15.1 KB	-	
<input type="checkbox"/>	TM_SERVERS				11	MyISAM	2.4 KB	-	
<input type="checkbox"/>	TM_USERS				0	MyISAM	1.0 KB	-	
<input type="checkbox"/>	bacias				7	MyISAM	16.0 KB	-	
<input type="checkbox"/>	bairros				35	MyISAM	202.9 KB	-	
<input type="checkbox"/>	cursos				2,278	MyISAM	462.4 KB	-	
<input type="checkbox"/>	estradas				1	MyISAM	10.5 KB	-	
<input type="checkbox"/>	hidrografia				368	MyISAM	114.9 KB	-	
<input type="checkbox"/>	ipq				17	MyISAM	2.7 KB	-	
<input type="checkbox"/>	iqa				17	MyISAM	2.7 KB	-	
<input type="checkbox"/>	limiteblumenau				1	MyISAM	7.5 KB	-	
<input type="checkbox"/>	limiteparque				1	MyISAM	5.1 KB	-	
<input type="checkbox"/>	municipios				5	MyISAM	20.0 KB	-	
<input type="checkbox"/>	trilhas				5	MyISAM	4.7 KB	-	
<input type="checkbox"/>	valebacia				1	MyISAM	65.0 KB	-	
<input type="checkbox"/>	valemunicipios				53	MyISAM	162.0 KB	-	
<input type="checkbox"/>	valeriosprincipais				13,614	MyISAM	2.1 MB	-	
<input type="checkbox"/>	zoneamento				13	MyISAM	46.5 KB	-	
21 tabela(s)					Soma	16,697	--	3.2 MB	0 Bytes

Figura 18 Estrutura de armazenamento de dados do MySQL.

Os módulos do SIRHBI podem ter fluxos de dados, que definem a direção que os dados vão seguir no sistema. Alguns dados inseridos nos módulos são encaminhados para outros módulos para gerarem novas informações como mostra a figura 19. Todos os dados e informações antes de serem disponibilizados passarão por tratamento para confirmação de sua veracidade, padronização, entre outros.



CURH – cadastro de usuários de recursos hídricos
 IH – informações hidrológicas
 MQA – Monitoramento da qualidade de água
 MBar – monitoramento das Barragens
 PRMC – programa de recuperação da mata ciliar
 DH – disponibilidade hídrica
 SAC – sistema de alerta contra cheias
 SM – servidor de mapas

Figura 19 Fluxo de informações no Sistema de Informações de Recursos Hídricos da Bacia do Itajaí.

Cada módulo possui características diferentes na sua concepção e construção, conforme descrição a seguir.

4.1.1 Servidor de Mapas

O Gerenciador de Banco de Dados e os Sistemas de Geoprocessamento ganham novas funções de saída de dados quando articuladas com as ferramentas de WEBGIS, também conhecidas como servidores de mapas. Estas ferramentas permitem a disponibilização de informações (mapas, tabelas, etc) num ambiente de internet do tipo WWW (*world wide web*), fazendo com que o sistema como um todo ganhe em acessibilidade, democratização, disseminação de informações. Este

sistema pode ser utilizado tanto para consultas e relatórios como para inserção de informações (Figura 20).

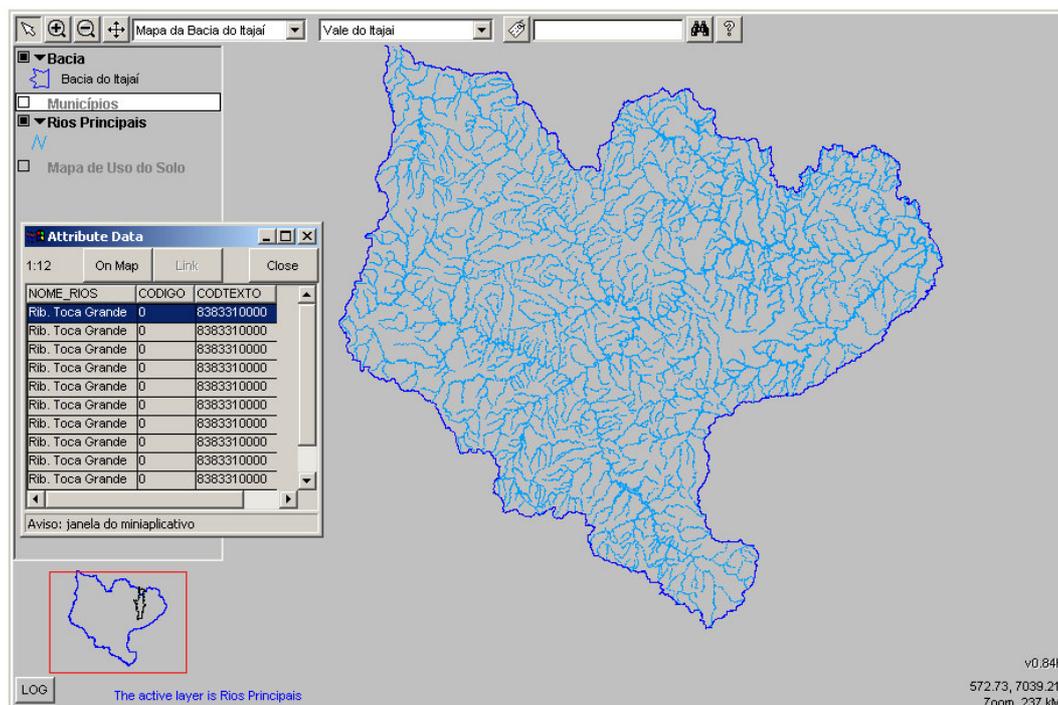


Figura 20 Disponibilização de informação espacial e tabular através do Servidor de Mapas (Mapa da Bacia do Itajaí, com os principais rios).

4.1.2 Usuários de Recursos Hídricos

Trata-se de um módulo que utiliza interface Web para cadastro dos usuários de recursos hídricos. Este módulo tem o objetivo de cadastrar, via Web, usuários de água (entrada de dados) superficial, subterrânea, obras hidráulicas e lançamentos de efluentes nos corpos d'água. O cadastro define o universo dos usuários de recursos hídricos, e subsidiará a autoridade competente para a implementação futura da outorga e da cobrança pelo uso da água. Além da entrada de dados, este módulo possui características de pesquisa e divulgação de dados (saída).

Uma questão importante a ser considerada é quem poderá se cadastrar ou atualizar os dados. O cadastro deverá ser desenvolvido para abranger todas as pessoas ou empresas que utilizam água de alguma forma, sendo que a entrada de dados poderá ser feita diretamente pelo usuário ou por uma instituição que fiscaliza o usuário, como é o caso da FATMA – Fundação do Meio Ambiente. Quando a FATMA emitir uma licença ambiental, poderá cadastrar o usuário, ou exigir que o mesmo se cadastre. Esta mesma instituição poderá ser também responsável pela atualização de determinadas informações do cadastro, como a qualidade do efluente lançado de uma determinada empresa.

A Agência de Água do Vale do Itajaí, de acordo com seu estatuto, é responsável pelo gerenciamento do cadastro, sendo assim responsável também pelo preenchimento e atualização do cadastro de usuários.

4.1.3 Monitoramento de Qualidade de Água

É um módulo que utiliza interface Web para entrada e divulgação de dados referentes à qualidade de água, realizadas em diversos pontos da bacia. Instituições como a CASAN, os SAMAEs, a FAEMA, a EPAGRI, que possuem pontos de monitoramento distribuídos na bacia, poderão inserir e atualizar seus dados. Este módulo servirá também para divulgação do enquadramento ou reenquadramento dos corpos d'água.

4.1.4 Informações Hidrológicas

É um módulo que utiliza interface Web para entrada, armazenamento, manipulação e divulgação dos dados das estações pluviométricas e fluviométricas da bacia. As entradas de dados referentes às estações hidrológicas podem ser realizadas diretamente pelo administrador da estação ou através de uma conexão com o banco de dados da ANA ou da EPAGRI.

4.1.5 Previsão de Cheias e Monitoramento das Barragens

É um módulo que utiliza interface Web para entrada e saída de dados de monitoramento das barragens, de níveis dos rios e de previsões de cheias. Este módulo servirá para armazenar e divulgar os dados de monitoramento de cheias, bem como as condições de uso das barragens. Os dados de monitoramento das barragens são gerados pelo DEINFRA, devendo esta parte da interface ser definida com este órgão. Os dados de monitoramento de cheias serão inseridos pelos operadores das estações, ou através de uma conexão entre o sistema e as estações telemétricas. As informações de previsões de cheias serão, inicialmente, inseridas pelos operadores do Sistema de Alerta contra Cheias. Em uma segunda etapa, os modelos de previsão de cheias poderão ser inseridos no banco de dados, automatizando o processo.

4.1.6 A Disponibilidade Hídrica

Para o cálculo de disponibilidade hídrica será estabelecida uma interface de trabalho entre o banco de dados e o software ArcView. No ArcView serão realizados todos os

tratamentos e sobreposições dos mapas e informações tabulares, gerando mapas de disponibilidade hídrica, que serão armazenados no banco de dados. A disponibilização destes mapas será realizada através de um servidor de mapas.

4.1.7 Outros Módulos

No decorrer dos trabalhos poderão ser acrescentados novos módulos, como o de acompanhamento do Programa de Recuperação de Mata Ciliar, cálculos de capacidade de assimilação dos corpos de água, e outros. A construção do módulo para o acompanhamento da recuperação da mata ciliar já está previsto no Projeto “Construção de uma política sustentável de proteção de nascentes e matas ciliares na Bacia do Itajaí¹⁰”.

4.2 APLICAÇÕES NA SUB-BACIA DO RIO BENEDITO

Para testar a proposta de estrutura lógica do Sistema de Informações de Recursos Hídricos da Bacia do Itajaí foram desenvolvidos dois módulos. No primeiro módulo foram realizados testes para encontrar a disponibilidade hídrica da sub bacia do Benedito. No âmbito do segundo módulo, foi desenvolvido um cadastro de usuários de recursos hídricos, via Web, que posteriormente será aplicado na bacia do Itajaí.

4.2.1 A Definição de um Mapa de Disponibilidade Hídrica

A disponibilidade hídrica é a informação básica de apoio à decisão sobre a outorga. Esta, por sua vez, depende do conhecimento da vazão natural do rio, que é uma grandeza de difícil avaliação devido à ação antrópica.

¹⁰ Projeto apresentado pelo Comitê do Itajaí ao Programa Petrobras Ambiental.

A disponibilidade hídrica de uma seção de rio é a vazão natural da seção, menos os usos consuntivos (SILVEIRA et al, 1998, p.5):

$$Qd = Qn - Qu \quad (4)$$

onde:

Qd é a disponibilidade hídrica;

Qn é a vazão natural aleatória;

Qu é a vazão correspondente aos usos consuntivos ou não, incluindo o de preservação ambiental.

Para a Bacia do Itajaí, como vimos anteriormente, existem dois estudos de regionalização de vazões. Estes estudos apresentam uma espacialização das vazões específicas (l/s/km²) para cada região.

Para tornar essas informações novamente pontuais, ou seja, a vazão disponível em uma seção de referência, é necessário o conhecimento da área da bacia de contribuição a montante deste ponto. Para tanto é possível utilizar:

- Delimitação automática de bacias, em que a área de contribuição é calculada diretamente sobre o ponto de referência.
- Definição de área de contribuição através de discretização da bacia em seções de referência.
- Delimitação manual das bacias de contribuição.

Testes preliminares utilizando o software *Base one* indicaram ser possível o uso desta tecnologia para delimitação automática de bacia. Mas como foram constatados alguns problemas referentes à cartografia, tal como junção das cartas topográficas,

edição de linhas e verificação de prováveis erros de digitalização, passíveis de correção, foi decidido não utilizá-la por motivos de tempo disponível para conclusão do trabalho.

Optou-se em definir seções de referência, que é dividir o rio em vários trechos para delimitar as bacias. Conhecendo a área da bacia de contribuição e a vazão específica do ponto por meio do estudo de regionalização de vazões, pode-se encontrar a vazão do rio que pode ser utilizada para a seção em questão.

Como base para a escolha das seções de referência na bacia do Benedito foram utilizadas as estações fluviométricas (Benedito Novo, Arrozeira e Timbó Novo), as obras hidráulicas (barragens de hidrelétricas de Rio Bonito, Rio Pinhal, Salto Donner, Santa Maria e hidrelétrica Sens), a foz do rio Ada, e a confluência dos rios Forcação e rio Benedito. No total foram estabelecidas doze regiões na bacia do Benedito (Figura 21).

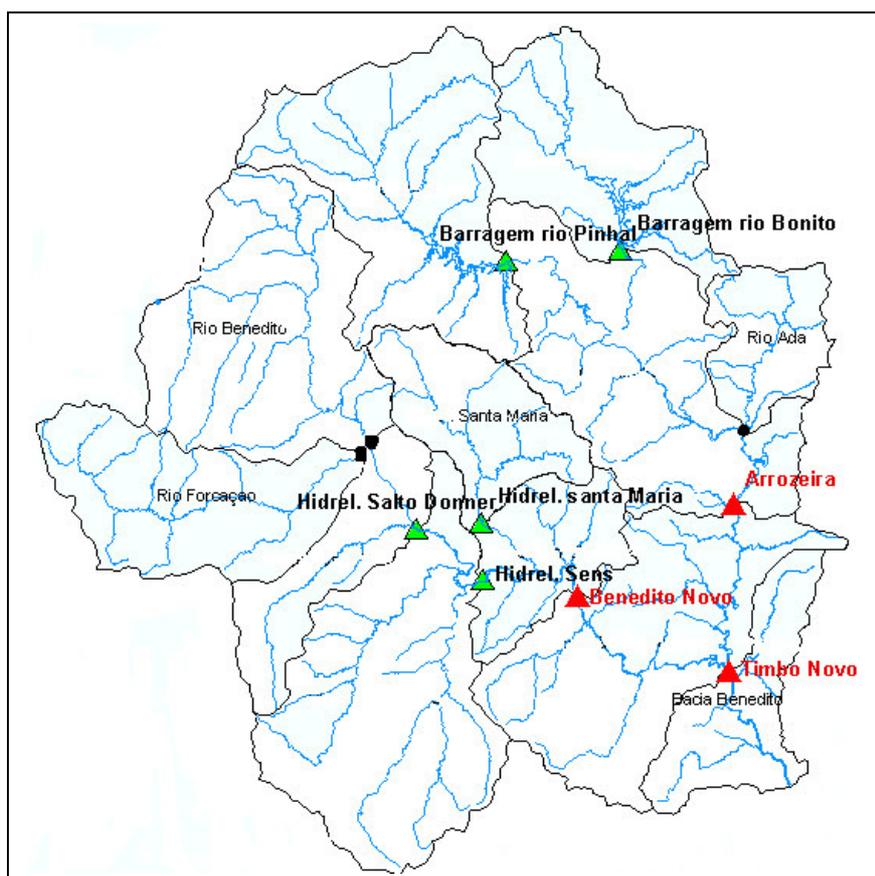


Figura 21 Divisão das seções hidrográficas da bacia do Benedito.

Com a definição das seções hidrológicas encontrou-se as áreas de contribuição de cada seção. A sobreposição do mapa de área de contribuição e do mapa de regionalização de vazões definiu a vazão disponível no curso de água para cada seção.

A tabela 5 apresenta a vazão disponível para cada seção, utilizando os estudos de regionalização de vazões do CEHPAR e da ANEEL/UFSC. Observa-se uma diferença na disponibilidade hídrica entre os dois estudos. No estudo do CEHPAR (1982) a bacia do Benedito (área 1502,27 km²), que recebe a contribuição das

bacias de todas as seções a montante, apresenta uma disponibilidade hídrica de 62,89% maior que no estudo da ANEEL/UFSC (2002).

Tabela 5 Comparação dos resultados de disponibilidade hídrica utilizando o estudo de regionalização de vazões $Q_{7,10}$ da CEHPAR e da ANEEL/UFSC (2002).

Nome da seção	Área Acumulada	CEHPAR (l/s)	ANEEL (l/s)	Relação entre ANEEL/CEHPAR em %
Rio Ada	53,32	279,33	132,82	47,54
Hidrel. Santa Maria	78,74	197,64	140,17	70,92
Rio Forção	125,86	315,9	246,95	78,17
Rio Benedito	178,78	448,72	352,19	78,47
Barrag. Pinhal	179,62	927,23	535,99	57,82
Barrag. Rio Bonito	199,71	1038,7	659,34	63,38
Hidrel. Salto Donner	374,71	940,75	657,43	69,88
Hidrel. SENS	575,95	1445,52	923,53	63,88
Estação Arrozeira	614,55	3130,28	1322,51	42,24
Estação Benedito Novo	641,72	1610,6	997,62	61,94
Estação Timbó Novo	1431,46	4685,02	2716,62	57,98
Bacia Benedito	1502,27	4916,78	3092,57	62,89

Comparando os dois estudos e a metodologia aqui empregada para a definição da disponibilidade hídrica, podem ser feitas algumas considerações:

- 1) o estudo de regionalização de vazões na ANEEL/UFSC é mais recente (2002) e a série histórica das estações fluviométricas e pluviométricas é maior do que o estudo realizado pelo CEHPAR, que é de 1982;
- 2) o estudo do CEHPAR foi direcionado para vazões de estiagens em pequenas bacias hidrográficas, já no estudo da ANEEL/UFSC o tamanho de bacia mínimo recomendado é de 150 km²;

3) a área das seções hidrológicas depende do grau de precisão que se quiser obter, ficando este a cargo dos gestores de recursos hídricos;

4) a definição sobre qual estudo de regionalização de vazões será utilizada futuramente na bacia do Itajaí fica a cargo dos gestores de recursos hídricos.

Para este trabalho foi utilizado o programa ARCVIEW, um sistema de geoprocessamento que utiliza gerenciadores de bancos de dados específicos, mas que permite conexão via ODBC (*Open DataBase Connectivity*) com MySQL. Apesar da possibilidade via ODBC, esta conexão não é total e não permite uma série de funções, o que remete para a necessidade de evoluções no que diz respeito aos sistemas de Geoprocessamento e de Gerenciamento de Banco de Dados.

4.2.2 Interface para Cadastro de Usuários de Água

De acordo com a Lei nº 9.433/97, para qualquer finalidade de uso das águas de um rio, lago ou mesmo de águas subterrâneas, deve ser solicitada uma outorga ao Poder Público. Os usos mencionados referem-se, por exemplo, à captação de água para o abastecimento doméstico, para fins industriais ou para irrigação, ao lançamento de efluentes industriais ou urbanos, à construção de obras hidráulicas como barragens e canalizações de rio ou, ainda, a serviços de desassoreamento e de limpeza de margens. Em outras palavras, qualquer interferência que se pretenda realizar na quantidade ou na qualidade das águas de um manancial necessita de uma autorização do Poder Público.

Mas, para que se possa dar uma autorização do uso da água é necessário conhecer a situação atual das condições de uso dos recursos hídricos. Além de fazer conhecer quem está utilizando e como está utilizando a água, o cadastro de usuários de recursos hídricos irá proporcionar subsídios para a definição dos usos insignificantes, das ações do comitê, da disponibilidade de água remanescente, entre outras informações. Para tanto, foi desenvolvida uma interface para que os usuários de água possam cadastrar-se *on line*.

O primeiro passo para a criação da interface foi a criação do banco de dados utilizando como gerenciador de dados o software MySQL. No banco de dados foram construídas as tabelas que receberão as respostas dos usuários. As perguntas que os usuários deverão responder foram obtidas a partir do software de cadastro de usuários de água desenvolvido pela Secretaria de Estado do Desenvolvimento Social, Urbano e Meio Ambiente – SDS.

Para facilitar o gerenciamento do banco de dados e aumentar a velocidade nas pesquisas, as informações sobre usuários de recursos foram agrupadas em tabelas diferentes que se relacionam entre si. No total são 7 tabelas de dados, quais sejam: dados de localização do usuário, dos pontos de captação de água superficial, de obras hidráulicas, de lançamentos de efluentes, de qualidade de efluentes, de captação de água subterrânea e de qualidade da água do poço.

O segundo passo foi a criação da página de Internet por meio da qual os usuários de água poderão se cadastrar. Essa página foi desenvolvida utilizando o *software* Microsoft FrontPage.

Este módulo já está disponível na internet, na página do Sistema de Informações de Recursos Hídricos da Bacia do Itajaí, como pode ser observado na figura 22¹¹.

Na figura 23 podemos observar a página para cadastro de usuários de recursos hídricos, onde os usuários de recursos hídricos poderão se cadastrar para terem acesso ao restante do cadastro. Após inserirem suas informações pessoais, os usuários poderão acessar o cadastro que é restrito a cada usuário (Figura 24). Ao entrar na área restrita, o usuário pode visualizar um relatório dos dados já cadastrados (Figura 24) e tem a possibilidade de inserir novos dados referentes a captações de água superficial e subterrânea, obras hidráulicas e lançamentos de efluente (Figura 25, exemplo de questionário para inserção de novo ponto de captação de água superficial). No cadastro de pontos de captação de água subterrânea e de lançamento de efluente existe a possibilidade de inserir dados referentes à qualidade de água de cada poço e para cada ponto de lançamento (Figura 26, 27). Isto possibilita um acompanhamento das características do efluente através de relatórios (Figura 28).

¹¹ Site para consulta: www.ipa.furb.br/geovale/agua/comite

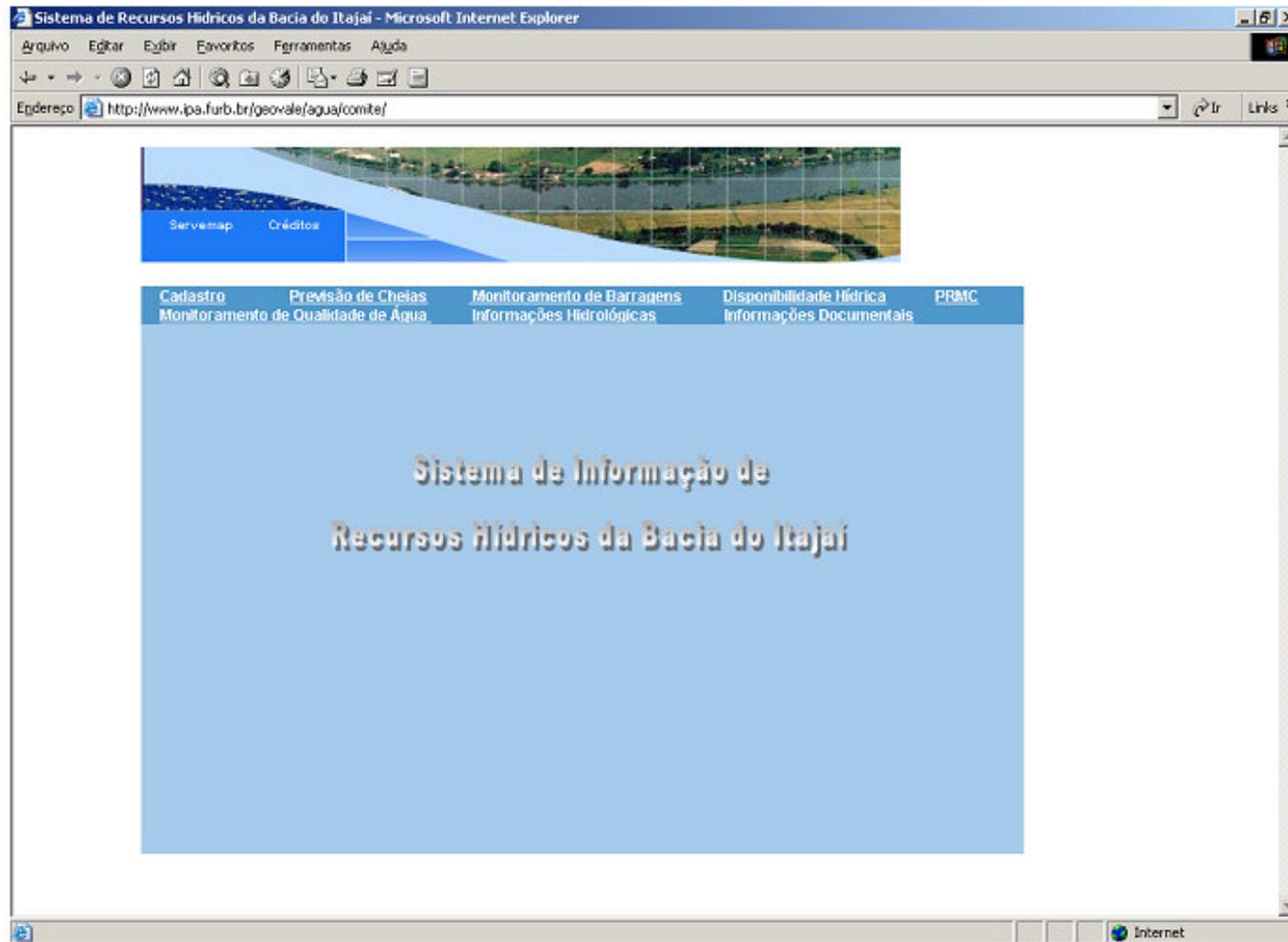


Figura 22 Página principal do Sistema de Informações de Recursos Hídricos da bacia do Itajaí.

Cadastro de Usuários - Microsoft Internet Explorer

Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Endereço http://www.ipa.furb.br/geovale/agua/comite/cadastro_usuarios.html Ir

1-Informações sobre o Usuário

Nome ou Razão Social Inscrição Estadual

2-Informações para LOGIN

CNPJ ou CPF (Somente números) Senha para Login

3-Endereço

Rua Número
Bairro Caixa Postal
CEP Município

4-Contato

DDD Telefone (Somente números)
DDD Fax (Somente números)
E-mail do Usuário

5- Informações Junto à FATMA

Responsável da empresa perante à FATMA

Concluído Internet

Figura 23 Página para cadastro de usuários de recursos hídricos (inserção de informações pessoais).

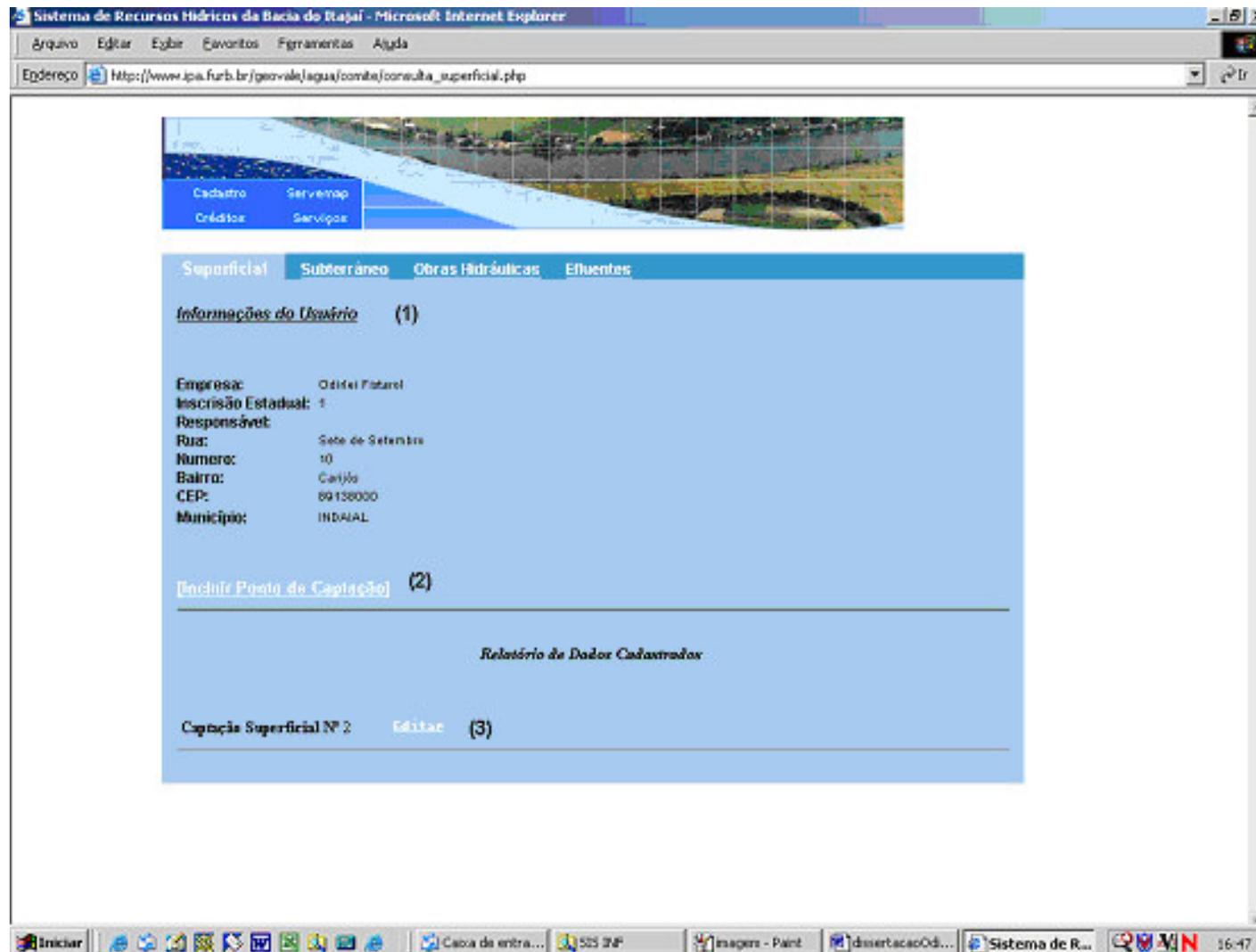


Figura 24 Área restrita a cada usuário. Primeira parte da janela são informações do usuário (1), e em um segundo momento, a opção para cadastrar novo ponto de captação de água superficial (2). Na parte inferior da tela é apresentado um relatório dos pontos cadastrados com a opção de edição dos dados (3).

Sistema de Recursos Hídricos da Bacia do Itajaí - Microsoft Internet Explorer

Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Endereço http://www.ipa.furb.br/geovale/agua/comite/cadastro_captacao_agua_superficial.php

Superficial Subterrâneo Obras Hidráulicas Efluentes

1- Dados Gerais

Localização do Ponto de Captação

UTM N:

UTM E:

Altitude

Município

Localidade

Distrito

Nome do Rio

Código do Rio

Região Hidrográfica

Bacia Hidrográfica

Sub-Bacia Hidrográfica

Uso da Água

Forma de Captação

Finalidade de Uso

População Atendida por Abastecimento Público

Consumo Per Capita (l/dia/hab) de água

Descrição da Captação

Concluído Internet

Figura 25 Questionário para inserção de novo ponto de captação de água superficial (figura não está completa. Consultar o Site: www.ipa.furb.br/geovale/agua/comite).

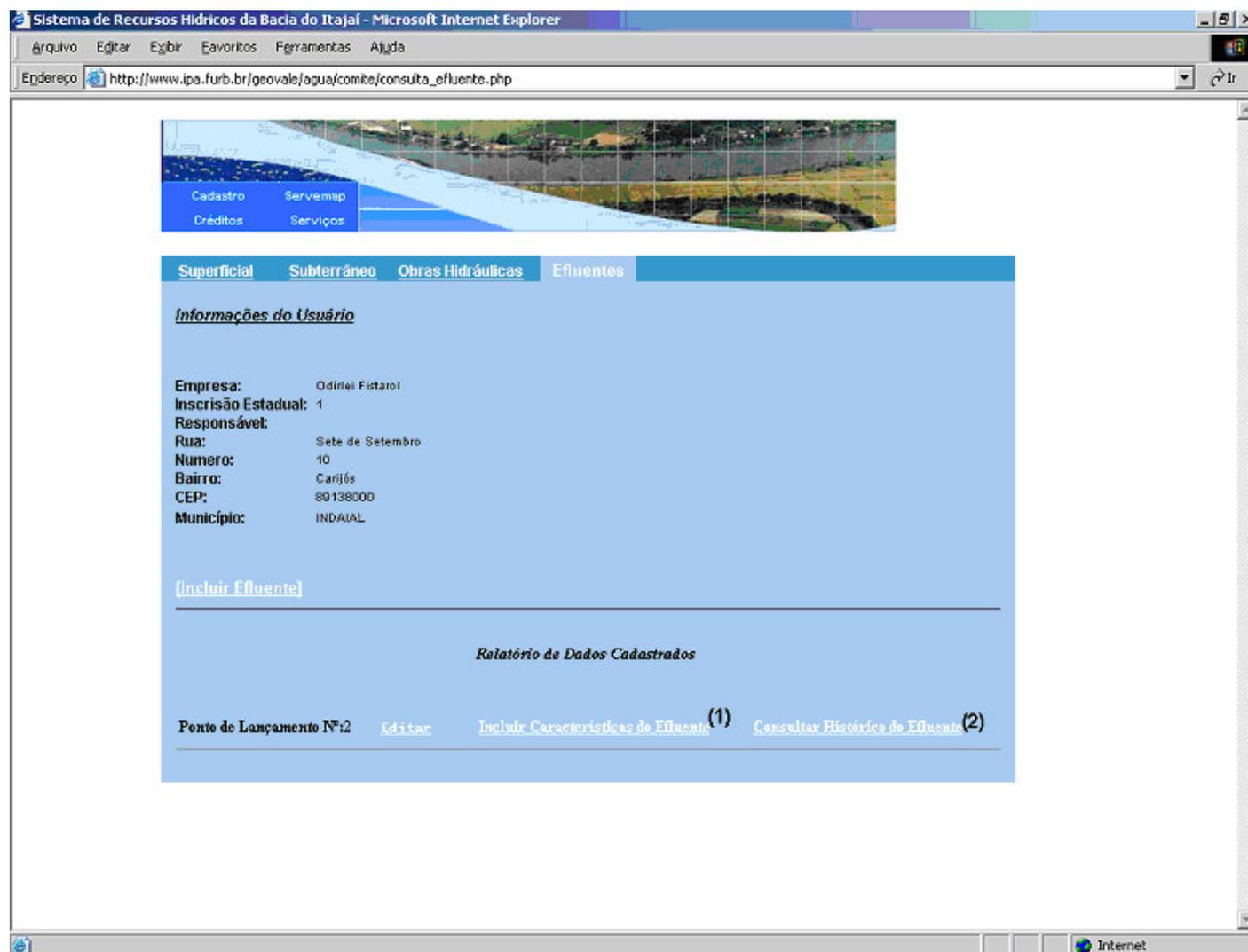


Figura 26
(2).

Possibilidade de inserção de dados referente a característica do efluente (1). Relatórios dos dados cadastrados

Sistema de Recursos Hídricos da Bacia do Itajaí - Microsoft Internet Explorer

Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Endereço http://www.ipa.furb.br/geovale/agua/comite/cadastroqualidade_efluente.php?id_lancamento=2

4.1 Dados de Análise Física - Bioquímica

Oxigênio Dissolvido - OD (mg/l)

Demanda Bioquímica de Oxdg.

Demanda Química de Oxigênio

Coliformes Fecais(Nmp/100ml)

Coliformes Totais(Nmp/100ml)

Temperatura do Ar (°C)

Temperatura da Água

Data de Coleta

Ano/mês/dia

4.2 Dados de Análise Química

Nitrogênio Total (mg/l)

Nitrato (mg/l)

Nitrito (mg/l)

Sulfato (mg/l)

Fosfato Total (mg/l)

Ferro Total (mg/l)

Cobre (mg/l)

Zinco (mg/l)

Manganês (mg/l)

Bário (mg/l)

ABS (mg/l)

Sólidos Totais (mg/l)

Turbidez (uNT)

PH

Cond. Elétrica (mc)

Dureza (mg/l de CaCO3)

Cádmio (mg/l)

Níquel (mg/l)

Mercurio (mg/l)

Chumbo (mg/l)

Cromo (mg/l)

Cianeto (mg/l)

Perebóides (%)

Carbamatos (%)

Fosforados (%)

Óleos e Graxas

Laboratório Responsável

Nome do Responsável pelo preenchimento

Concluído Internet

Figura 27 Questionário para inserção de dados referente a características do efluente.

Sistema de Recursos Hídricos da Bacia do Itajaí - Microsoft Internet Explorer

Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Endereço http://www.ipa.furb.br/geovale/agua/comite/consulta_qualidade_efluente.php?id_lancamento=2

Cadastro Servemap
Créditos Serviços

Superficial Subterrâneo Obras Hidráulicas **Efluentes**

Informações do Usuário

Empresa: Oditei Fistarol
Inscrição Estadual: 1
Responsável:
Rua: Sete de Setembro
Número: 10
Bairro: Caijós
CEP: 89138000
Município: INDAIAL

[\[Voltar\]](#)

Relatório de Dados Cadastrados (1)

Cadastro de Qualidade de Efluente Nº:4	Data da Análise: 2004-02-02	Clique p/ Visualizar Relatório Completo (2)
Cadastro de Qualidade de Efluente Nº:5	Data da Análise: 2004-02-25	Clique p/ Visualizar Relatório Completo
Cadastro de Qualidade de Efluente Nº:6	Data da Análise: 2004-05-05	Clique p/ Visualizar Relatório Completo

Figura 28 Relatório das características do efluente cadastradas (1), possibilidade de visualizar os dados (2).

4.3 CONCLUSÕES

Diante dos itens do capítulo 4, sobre a estrutura lógica para o Sistema de Informações de Recursos hídricos e sua aplicação na Sub Bacia do Benedito, pode-se afirmar que:

- A estrutura lógica do sistema baseia-se nos quatro elementos essenciais que um sistema de informações deve possuir, e na demanda de informações que o Comitê do Itajaí possui.
- A precisão do mapa de disponibilidade hídrica para a bacia deverá ser estipulada pelos gestores de recursos hídricos.
- O cadastro de usuários está disponível para ser utilizado e preenchido pelos usuários de água da bacia do Itajaí.
- O gerenciador de banco de dados MySQL apresenta facilidade e bom desempenho para desenvolvimento de interfaces Web, mas apresente limitações na interação com o ArcView.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Num primeiro momento, serão apresentadas as considerações referentes aos objetivos propostos neste estudo. Como resultado dessa primeira etapa podemos tecer as seguintes considerações:

A identificação dos objetivos do Sistema de Informações de Recursos Hídricos da Bacia do Itajaí foi o principal fator que ocasionou a proposta do sistema. Saber quais eram as necessidades de informação do Comitê do Itajaí proporcionou uma linha norteadora para o desenvolvimento do sistema.

Além ser um mecanismo de articulação entre os instrumentos de gerenciamento de Recursos Hídricos, o Sistema de Informações de Recursos Hídricos apresenta um papel fundamental na elaboração dos Planos de Recursos Hídricos. Ele irá fornecer as informações básicas para a elaboração dos planos e projetos integrantes do plano.

Outro eixo importante deste trabalho foi a identificação das instituições que geram dados relevantes para o gerenciamento de recursos hídricos na bacia. Este estudo não abrangeu todas as instituições da Bacia do Itajaí. Mas, futuramente, na implementação do sistema, isto necessariamente deverá ocorrer, pois, estas instituições serão usuários do sistema, necessitando assim de discussões e convergências entre todas as partes sobre diversos aspectos como: relacionamento

entre as tecnologias de cada parte, disponibilização de dados, gerenciamento de dados, entre outros.

Uma característica importante que o Sistema de Informações de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí deve possuir é a maleabilidade com as instituições que vão alimentar o sistema, pois a alimentação do SIRHBI não deve proporcionar novos custos de infra-estrutura ou mão-de-obra a estas instituições. Esta poderá ser uma tarefa difícil na implementação do Sistema de Informação, pois, é será necessário construir um sistema que integre uma grade quantidade de instituições, cujos recursos tecnológicos provavelmente são diferenciados. Um fator que contribui para o início dos diálogos para a adequação dos sistemas, é que grande parte das instituições que vão alimentar o Sistema de Informação de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí possui representantes no Comitê do Itajaí, facilitando assim o início das discussões.

A proposta aqui apresentada para a estrutura do Sistema de Informações de Recursos Hídricos da bacia do Itajaí não é definitiva, e sim sujeita a modificações conforme novas necessidades do Comitê. O importante é que já se tem um ponto de partida para a criação e implementação do sistema.

Os testes realizados na sub bacia do rio Benedito foram importantes, pois, foi possível identificar algumas dificuldades relacionadas à cartografia e à compatibilidade entre softwares.

Em um segundo momento, seguem considerações sobre algumas questões mencionado durante o desenvolvimento do estudo:

Um aspecto que merece discussão é como será a conversação do sistema proposto com o Sistema de Informações de Recursos Hídricos de Santa Catarina.

Do ponto de vista técnico uma das opções é que o Estado desenvolva um único Sistema de Informações baseado nas necessidades de cada Comitê de bacia, sendo que cada Comitê terá uma área restrita dentro deste sistema. Mas isto não deverá ocorrer pois um dos princípios básicos para o funcionamento do Sistema de Informações de Recursos Hídricos, é exatamente a descentralização de obtenção de dados e informações (Lei 9.433/97).

Outra possibilidade é que cada Comitê de bacia desenvolva seu Sistema de Informações de Recursos Hídricos, baseado em instruções fornecidas pelo Estado. Assim os Sistemas de Informações de Recursos Hídricos das bacias repassariam ao Sistema de Informações de Recursos Hídricos do Estado somente as informações de interesse do Estado, como as informações necessárias para a outorga e a posterior cobrança. Este modelo oferece a possibilidade que os Sistemas de Informações de Recursos Hídricos das bacias tenham uma abertura maior na aquisição e armazenamento de dados, bem como sua escala de trabalho e adequação a novas necessidades do Comitê.

Mas qual seria o limite entre os dois sistemas (estadual x bacia)? Este limite deverá ser estabelecido pelo futuro órgão gestor de Recursos Hídricos do Estado. Mas como o órgão gestor ainda não existe, é possível começar a delimitar uma linha para dividir os dois sistemas através dos objetivos do Sistema Estadual de Informações de Recursos Hídricos, definidos no Projeto de Lei nº.0292.5/2004. Os objetivos são:

I - reunir, dar consistência e divulgar os dados e informações sobre a situação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos em Santa Catarina; II - atualizar permanentemente as informações sobre disponibilidade e demanda de recursos hídricos em todo o território estadual; e III - fornecer subsídios para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos. Se compararmos os objetivos do Sistema Estadual de Informações de Recursos Hídricos com o modelo proposto para a Bacia do Itajaí, pode-se observar que apenas três módulos do Sistema de Informações de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí estão diretamente relacionados com os objetivos do sistema estadual, são eles: usuário de recursos hídricos, cálculo de disponibilidade hídrica e monitoramento de qualidade de água. Estes módulos provavelmente vão integrar ou alimentar o Sistema Estadual de Informações de Recursos Hídricos. Os demais módulos propostos para o Sistema de Informações de recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Itajaí (previsão de cheias, monitoramento de barragens, informações hidrológicas, programa de recuperação de mata ciliar, servidor de mapas), que são importantes para o gerenciamento de recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Itajaí, em um primeiro momento provavelmente não vão fazer parte de Sistema Estadual de Informações de Recursos Hídricos.

Enfim, o presente estudo demonstra a necessidade de novos estudos para o desenvolvimento dos diversos módulos propostos no Sistema de Informações da Bacia do Itajaí. Um exemplo é o cálculo de disponibilidade hídrica para a bacia do Itajaí. O uso de uma ferramenta para delimitação automática de bacias deverá ser aplicado no sistema, pois possibilita identificar a área de contribuição em qualquer

ponto do rio. Esta é atualmente a maior dificuldade para se encontrar a vazão do rio, já que para a Bacia do Itajaí existem dois estudos de regionalização de vazões.

Outra possibilidade encontra-se no módulo “sistema de alerta contra cheias”, principalmente no que se refere à conexão entre o banco de dados do Sistema de Informações com as estações telemétricas para recebimento dos dados em tempo real, e a inserção das equações de previsões de cheias no Sistema de Informações de Recursos Hídricos da Bacia do Itajaí.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. A. de. SDIG-PB: Proposta de um Sistema Distribuído de Informação Geográfica para Auxílio à Gestão de Recursos Hídricos na Paraíba. Dissertação de Mestrado – Campina Grande: CCT/COPIN da UFPB, Junho de 1999, 126 p.

ANEEL. (2002) Regionalização hidrológica de vazões da Bacia do Atlântico: trecho Sudeste, nas sub-bacias 82, 83 e 84. Convênio Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL e Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. 2002. Escala: 1:1.000.000.

ASFLORE, M. C.; ROCHA, J. C. S. da; REZENDE, A. C. Sistema de informação sobre recursos hídricos de Sergipe: modelo conceitual. IN: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 14. 2001. Aracaju, Anais.. São Paulo: S. Rimo, 2001. 1 CD-ROM.

BOHN, N. Análise interpretativa da Lei nº 9.433/97 a partir do contexto significativo do direito ambiental. Tese. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo. 2003.

DALFOVO, O. Metodologia sistema de informação estratégico para o gerenciamento operacional (SIEGO), um modelo SIEGO para a universidade com aplicação na gestão ambiental baseado em data WAREHOUSE. Tese. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2001.

BRASIL. Censo Demográfico 2000. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. 2000c. Home page: <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso 25 Mar. 2003.

BRASIL. Lei Federal nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997. In: MEDAUAR, Odete (Org.). Constituição Federal, coletânea de legislação de direito ambiental. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2003. p. 285-294.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Documento básico (diretrizes). Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos - SNIRH. Brasília-DF, p. 29, out. 2000a.

BRASIL. Resolução nº 13, de 25 de Setembro de 2000. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Home page: <<http://www.cnrh-srh.gov.br/>>. 2000b. Acesso em: 10 Mar. 2003.

BRASIL. Resolução nº 31, de 11 de Dezembro de 2002. Define metodologia para codificação de bacias hidrográficas, no âmbito nacional. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Home page: : <<http://www.cnrh-srh.gov.br/>>. Acesso 30 Abr. 2003.

CAMPANA, N. A. Sistema de informação em recursos hídricos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 12, 1997, Vitória. Anais...Vitória - ES: ABRH, 1997. 1 CD-ROM.

CIRILO, J. A. et al. Sistema de informações de recursos hídricos do estado do Pernambuco: subsistema de informação ao usuário. Revista brasileira de recursos hídricos – RBRH. Volume 2. n 1 Jan/Jun. 1997. p 29-43.

COBAS (2002) Proposta de modelo de cobrança pelo uso da água na bacia do Itajaí. Florianópolis [não publicado]

DALFOVO, O. Metodologia sistema de informação estratégico para o gerenciamento operacional (SIEGO), um modelo SIEGO para a universidade com aplicação na gestão ambiental baseado em data WAREHOUSE. Tese. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2001.

ENVIROMENT SYSTEM RESEARCH INSTITUTE, INC – ESRI. Stream network in GRID. Redhants – California, 1996.

EUCLYDES. H.P et al. Regionalização de Vazão Máxima, Mínima e Média de Longo Período e da Curva de Permanência para a Bacia do Rio Paracatu. In: Tecnologia para Elaboração de Projetos Hidroagrícolas em Bacias Hidrográficas para o Estado de Minas Gerais. Viçosa: UFV/RURALMINAS, 1999.p1-80 (Boletim Técnico nº4).

FERNANDEZ, C. J.; GARRIDO, J. R.. Economia dos recursos hídricos. 1ª edição. As Ivador: Edufba, 2002. p. 458.

FISTAROL, O.; PINHEIRO, A.; REFOSCO, J.C. Sistema de informações geográficas do Vale do Itajaí - base para a política ambiental no Vale do Itajaí. Simpósio de Iniciação Científica. FURB. Blumenau. 2002.

FRANK, B. Projeto: construção de uma visão integrada e compartilhada para o gerenciamento da bacia hidrográfica do rio Itajaí. CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico. Instituição executora: FURB. 2003.

GRIGG, N. S. Water resources management: principles, regulations, and cases. New York. McGraw-Hill book. 1996. 546p.

LOCATELLI, N. D. Uma contribuição à gestão de recursos hídricos na Bacia do Itajaí: avaliação da qualidade das águas. Dissertação de Mestrado. Universidade Regional de Blumenau. Blumenau – SC – 2003. 76p. 1CD-ROM.

MACHADO, C. J. S. Apresentação. IN: Gestão das águas. Ciência e Cultura temas e tendências. São Paulo, n.4, Out/Dez, 2003. p.22-24.

MASLAKOWSKI, M.; BUTCHER, T. Aprenda em 21 dias MySQL. Tradução de Edson Furmankiewics, Joana Figueredo. Rio de Janeiro: Campus, 2000. 458 p. Tradução de: *Teach yourself MySQL*.

MEDEIROS, C. a B.; PIRES, F. Banco de dados e sistema de informações geográficas. In: ASSAD, Eduardo Delgado; SANO, Edson Eyji. Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura. 2 ed. Brasília. EMBRAPA-CPAC, 1998. p 31-45.

MENDES, C. A. B.; CIRILO, J. A. Geoprocessamento em recursos hídricos: princípios, integração e aplicação. 1^o ed. Porto Alegre: ABRH, 2001. 535p. v 1.

MySQL. The World's Most Popular Open Source Database. Manual de Referência do MySQL [1999].<<http://www.mysql.com/doc/pt/index.html>> Acesso em: 20 Jan 2004.

OLIVEIRA, B. F. de, SOUSA FILHO, F. de A. S., MARTINS FILHO, W. Uma proposta de classificação das informações para recursos hídricos. In: SIMPÓSIO

BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 13, 1999, Belo Horizonte. Anais...Belo Horizonte: ABRH, 1999. 1 CD-ROM.

OLIVEIRA, D. Sistemas de informações gerenciais: Estratégicas, Táticas, Operacionais. São Paulo: Atlas, 1996.

PORTO, M. et al. Breve conceituação sobre sistemas de informações em recursos hídricos. IN: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. 15. 2003, Curitiba /PR. Anais... Curitiba: ABRH, 2003. 1 CD-ROM.

PORTO, R. La L. (Org.). Técnicas quantitativas para o gerenciamento de recursos hídricos. 1ª edição. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS/Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1997. 419p.

ROCHA, J.C.S. da; ASFLORA, M.C., CORREIA, C. de O. Sistema de informação de Sergipe: estágio atual. IN: Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto. 1. Anais... Aracaju/SE. 2002. p14.
http://www.cpatc.embrapa.br/labgeo/download/pa_rh_01.PDF

RODRIGUES, R. et al. SIRH: as suas novas funcionalidades. IN: SIMPÓSIO DE Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa. 4. 1999.
Home page:
<http://snirh.inag.pt/snirh/divulgacao/main_nav_2fr.php?idioma=pt> Acesso: 15 Dez 2003.

SANTA CATARINA. Lei nº 9.748 de 30 de Novembro de 1994. In: Legislação. FATMA – Fundação do Meio Ambiente.Home page: <<http://www.fatma.sc.gov.br/>>

SANTA CATARINA. Portaria n° 024 de 19 de Setembro de 1979. In: Legislação.

FATMA – Fundação do Meio Ambiente. Home page <<http://www.fatma.sc.gov.br/>>

SANTA CATARINA. Projeto de Lei n° 0292.5 de 2004. In: Legislação. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Social, Urbano e Meio Ambiente. [Projeto de Lei] 29 de Junho de 2004.

SETTI, A. A. Legislação para recursos hídricos. IN: SILVA, D. D. da; PRUSKI, F. F., editores. Gestão de recursos hídricos: aspectos legais, econômicos, administrativos e sociais. Brasília, DF: ABHR, 2000. p 121-397.

SILVA, D. D. da; PRUSKI, F. F. Gestão de recursos hídricos: aspectos legais, econômicos, administrativos e sociais. Brasília, DF: Secretaria de Recursos Hídricos; Viçosa, MG: Universidade federal de Viçosa. Porto Alegre: ABRH, 2000. p. 659.

SILVEIRA, G. L.; ROBAINA, A. D.; GIOTO, Ê.; DEWES, R. Outorga para uso dos recursos hídricos: aspectos práticos e conceituais para o estabelecimento de um sistema de informação. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 3. Nº. 3. Jul/set. 1998. p. 5-16.

Sistema de Informações Geográficas (SIG) aplicados à Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe. Convênio: Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente-SDM e Fundação Educacional Unificada do Oeste de Santa Catarina - UNOESC. Joaçaba – SC. 2002. CD-ROM.

SOUSA FILHO, F. A. Aplicação de um sistema de suporte à decisão à alocação de água: O SSD DA COGERH-Ce. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS

HÍDRICOS, 13, 1999, Belo Horizonte. Anais...Belo Horizonte: ABRH, 1999. 1 CD-ROM.

SOUSA FILHO, F. de A. Aplicação de um sistema de suporte à decisão à alocação de água: O SSD DA COGERH-Ce. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 13, 1999, Belo Horizonte. Anais...Belo Horizonte: ABRH, 1999. 1 CD-ROM.

TACHINI, M. O alerta de cheias e a ação da defesa civil. In: PINHEIRO, A.; FRANK, B. (Org.). Enchentes na bacia do Itajaí: 20 anos de experiências. Blumenau: edifurb. 2003. p. 15-62.

TUCCI, C. E.M.(Org). Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre: 1. ed. Ed. da Universidade: ABRH: EDUSP. v. 4. 1993. p 943.

VIEGAS FILHO, J. S.; LANNA, A. E. L.; MACHADO A. de A. A modelagem orientada a objetos aplicadas a sistemas de apoio à decisão em recursos hídricos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 13, 1999, Belo Horizonte. Anais...Belo Horizonte: ABRH, 1999. 1 CD-ROM.

WELLING, L. PHP e MySQL: desenvolvimento de Web. Tradução de Luke Welling, Laura Thomson [da 2ª ed. original]. Rio de Janeiro: Campus, 2003. p. 676. tradução de: PHP and MySQL Web development.

ZANETTE, A.P. (2002) Cadastro preliminar de usuários de água da bacia do Itajaí. Blumenau: Projeto FATMA/GTZ [não publicado].

APÊNDICE

Apêndice 1 Tabela de publicações sobre a Bacia do Itajaí (**Fonte: Comitê do Itajaí**).

1	BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica. Bacia do Itajaí: Caracterização dos usos e das disponibilidades hídricas. Brasília/DF, 1984
2	34. CORDERO, Ademar. Estudo estatístico das vazões máximas na Bacia do Rio Itajaí. Ademar Cordero, Claiton Bortoluzzi de Oliveira. Dynamis : revista tecno-científica. Blumenau, V. 9, n° 36, p. 120-128, jul.set. 2001
3	ASSOCIAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DO MÉDIO VALE DO ITAJAÍ. Estudo preliminar: documento preparatório do plano de desenvolvimento integrado da micro-região. Florianópolis, 1970-71
4	BACCA, Lauro Eduardo. As enchentes e a conservação da natureza. FURB: revista de divulgação cultural. Blumenau, V. 6, n°20, p. 29-34, dez. 1983
5	BARRETO, Antônio Bascherotto. "SOS enchente" : um Vale pede socorro/ Antônio Bascherotto Barreto, Alda Schlemm Niemeyer. Blumenau: Odorizzi, 2000
6	BÉRNILS, Renato Silveira. Cobras e lagartos do Vale: levantamento das espécies de Squamata (Reptilia, Lepdosauria) da Bacia do Rio Itajaí. Santa Catarina, Brasil/Renato Silveira Bérnils, Marcos Aurélio Batista, Pedro Wilson Bertelli. Revista de estudos ambientais, Blumenau, v.3n°1, jan./abr.2001
7	BESSA, José. A defesa do vale do Itajaí contra as enchentes. José Bessa, 1975
8	BOEHME, Flávio Henrique. Aplicação para geração dinâmica de informações do sistema de alerta da Bacia do Rio Itajaí. Flávio Henrique Boehme, 1988 (MO)
9	BRASIL. Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica. Divisão de Controle de Recursos Hídricos. Bacia do Rio Itajaí: dados mensais atualizados até 1984. Responsabilidade técnica: Orlando Bizzoni, Ivo Romagna. Brasília, 1985
10	BRASIL. Departamento Nacional de Obras de Saneamento. Barragem Oeste: proteção do vale do Itajaí contra enchentes, jurisdição do 14° DFOS. Santa Catarina, Brasil
11	BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica. Ação controle estudos especiais Bacia do Rio Itajaí-Açu: sistema de alerta. Brasília/DF, 1984
12	CENTRAIS ELÉTRICAS DE SANTA CATARINA. Bacia hidrográfica do Itajaí-Açu: estudo de inventário hidroenergético/relatório geral. ELETROSUL. Florianópolis: CELESC, 1994
13	CERVI, Valmira Barni. Base de informação para elaboração de Atlas ambiental escolar sobre a Bacia Hidrográfica do Itajaí (parte)/ Valmira Barni Cervi, 1999(MO) Orientadora: Ivani Cristina Butzke Dallacorte
14	CORDERO, Ademar. A enchente do Vale do Itajaí tem solução? Dynamis. Blumenau, V1, n°1, p. 29-35, set./out., 1992
15	CORDERO, Ademar. Modelo de previsão de cheia em tempo atual para a cidade de Gaspar, Sc/ Ademar Cordero, Mário Tachini. Revista de divulgação cultural. Blumenau, V. 13, n°.44, p. 52-58, jul./ago. 1990
16	CREUTZBERG, Ralf. A manutenção das barragens. 1996. FURB (MO) Orientador: PIAZZA, Jamis Antônio
17	Dados levantados em 1977 sobre os municípios do vale do Itajaí/ João Schiocchet. Blumenau: Fundação educacional da Região de Blumenau, 1977
18	DALLABRIDA, Norberto. Catolicismo romanizado e identidade étnica no médio vale do Itajaí-Açu. Norberto Dallabrida. Revista de divulgação cultural. Blumenau, v.18,n°57, p. 44-49, jan./abr., 1995
19	Encontro sobre a devastação da Bacia do Rio Itajaí-Mirim . Brusque, 1988
20	ESPECIAÇÃO DE ARSÊNIO EM ÁGUAS SUPERFICIAIS DO RIO ITAJAÍ-AÇU E SEUS AFLUENTES: uma avaliação da distribuição das espécies e seu impacto para o meio ambiente Bolsista: Juliana Cristina Pansera Orientador: Marcos Rivail da Silva
21	FERRARI, Cláudio. Enxurradas em Blumenau: enfoque econômico. FURB. 1993 (MO)

22	FRANK, Beate. A experiência de criação e implementação da Agência da Água do Itajaí. Beate Frank, Noêmia Bohn. Revista de estudos ambientais, Blumenau, v.3,n°2/3. maio/dez. 2001
23	FRANK, Beate. A necessidade de avaliar o projeto JICA.Dynamis: revista tecno-científica. Blumenau, V. 4, n°17, p. 9-34, out./dez., 1996
24	FRANK, Beate. Estratégias para viabilizar o gerenciamento ambiental da bacia do Itajaí. Revista de negócios. Blumenau, V.1,n°2, p. 35-45, jan./mar., 1996
25	FRANK, Beate. O tratamento do problema das enchentes na Bacia do Itajaí. Santa Catarina/Beate Frank. Dynamis Blumenau, V1, n° 1, p.19-27, set./out., 1992
26	FRANK, Beate. Sociedade civil e meio ambiente/ Beate Frank. FURB: Revista de divulgação cultural. Blumenau, V.12,n°41, p. 67-69, abr./jun. 1989
27	FRANK, Beate; PINHEIRO, Adilson (org.). Enchentes na Bacia do rio Itajaí: 20 anos de experiências. Blumenau: Edifurb, 2003
28	FRANK,Beate. O PLADE das obras e o PLADE necessário/Beate Frank. Dynamis:Revista tecno-científica. Blumenau, V.2,n°8, p. 11-36, jul./set. 1994
29	FROELICH JÚNIOR, Valdomiro. O financiamento do desenvolvimento no Médio Vale do Itajaí, 2001 Ivo Marcos Theis (orientador), FURB, CCSA (MO)
30	FUERST, Leoni.Inventário das informações sobre flora e meio ambiente na Bacia do Itajaí. Blumenau, 1989
31	FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Referência de nível:Bacia do Rio Itajaí-Açu. Rio de Janeiro: IBGE
32	FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Referência de nível: Bacia do rio Itajaí-Açu. Rio de Janeiro: IBGE
33	FURTADO FILHO, Dorvalino. O camarão de água doce (palaemonidade) no Rio Itajaí-Açu : região de Blumenau. Dorvalino Furtado Filho. FURB: revista de divulgação cultural, Blumenau, v.7, n°21, mar. 1984
34	Gerenciamento da Bacia do Rio Itajaí-Açu, 07/5/96 – Blumenau: RBS/TV, 1996 – Reportagem Rede Regional de Notícias
35	Gerenciamento da Bacia do Rio Itajaí-Açu, 08/5/96 – Blumenau: RBS/TV, 1996 – Reportagem Rede Regional de Notícias
36	HERING, Maria Luiza Renaux. Colonização e indústria no Vale do Itajaí: o modelo catarinense de desenvolvimento/Maria Luiza Renaux Hering. Blumenau, SC: Ed. Da FURB, 1987
37	HIDROCARBONETOS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS EM SEDIMENTOS DO RIO ITAJAÍ-AÇU E SEUS AFLUENTES: uma fonte de contaminação? Bolsista: Cibele Brossmann Orientador: Marcos Rivail da Silva
38	HOHENDORFF, Clara Maria Von. Natureza e civilização: o eterno desencontro/ Clara Maria Von Hohendorff. Revista de divulgação cultural. Blumenau, v.17, n°55, p. 43-45. maio/ago. 1994
39	Instrumentos normativos da gestão de recursos hídricos. Blumenau: FURB
40	KLEIN, Roberto Miguel. Contribuição ao conhecimento da flora e da vegetação do cale do Itajaí, Santa Catarina/ Roberto Miguel Klein. São Paulo, 1978
41	KLEIN, Roberto Miguel. Preservação do meio ambiente e sua importância sobre minimização das enchentes periódicas. FURB: revista de divulgação cultural. Blumenau, V.2,n°8, p. 31-46, out.,1979
42	KLEIN, Roberto Miguel. Preservação do meio ambiente e sua importância sobre a minimização das enchentes periódicas./ Roberto Miguel Klein. FURB: revista de divulgação cultural. Blumenau, V. 6, n°. 20, p. 13-28, dez. 1983
43	KLITZKE, Maísa. Extração e caracterização de substâncias húmicas das águas do rio Itajaí-Açú e obtenção do ácido fúlvico e do ácido húmico em diferentes ambientes do rio com estudo das propriedades complexantes com íons metálicos./Maísa Klitzke, 2000 Orientador: Marcos Rivail da Silva
44	LINS, Hoyedo Nunes. Plano global e integrado de defesa contra enchentes ecossistema bacia hidrográfica do Rio Itajaí-Açú: aspectos econômicos do Plade/Hoyedo Nunes Lins, Armando de Mello Lisboa. Dynamis: revista tecno-científica. Blumenau, V.2, n°8, p. 151-163, jul./set.1994
45	LOCATELLI, Nei Dionísio. Uma contribuição à gestão de recursos hídricos na Bacia do Itajaí:

	avaliação da qualidade das águas/ Nei Dionísio Locatelli. FURB – CCT; 2003 (TE) Orientador: Adilson Pinheiro
46	MACCARI, Emerson Antônio. Sistema de apoio a pesquisa de dados pluvio-hidrométricos e meteorológicos. Emerson Antônio Maccari, Clarice Odebrecht, FURB – CT(MO)
47	MELO, Elias João de. Levantamento preliminar da mastofauna da floresta ripária do rio Itajaí-Açu, Blumenau – Santa Catarina/ Elias João de Melo, Vanderlei Paulo Schimtt, Carlos Eduardo Zimmermann. Dynamis: Revista tecno-científica. Blumenau, V. 3, n°12, p. 7-15, jul./set. 1995
48	MERICO, Luis Fernando Krieger. Proposta metodológica de avaliação do desenvolvimento econômico na Região do Vale do Itajaí (SC) através de indicadores ambientais. Dynamis. Blumenau, V.5,n°19, p. 59-67, abr./jun. 1997
49	MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE SEDIMENTOS NA BACIA DO RIO ITAJAÍ-AÇU NO MUNICÍPIO DE BLUMENAU Bolsista: Paulo Roberto Lopes Orientadores: Jonas Ternes dos Anjos e Marcos Vinícius Winckler Caldeira
50	MÜLLER, Jorge Alberto. A avifauna e a entomofauna (Scolytidae) como indicadores da qualidade de ambientes florestais no Vale do Itajaí, SC/Jorge Alberto Muller, 2001. Universidade Federal do Paraná
51	MÜLLER, Sálvio Alexandre. Efeitos desagregadores da construção da barragem de Ibirama sobre a comunidade indígena. Florianópolis, 1985 (TE)
52	NORMALIZAÇÃO RADIOMÉTRICA DE IMAGENS LADSAT DA BACIA DO RIO ITAJAI. Bolsistas: Otávio Georg Júnior; Odirlei Jeremias Orientador: Adilson Pinheiro Co-Orientador: Alexander Christian Vibrans
53	OLIVEIRA NETO, Joaquim de. O impacto do projeto de implantação do canal de retificação do Rio Itajaí Mirim no meio ambiente e na ocupação urbana da cidade de Itajaí, 1999 (TE)
54	PEIXER, Keila Tyciana. Análise dos vínculos sócio-econômicos regionais do médio Vale do Itajaí: indicadores para o desenvolvimento regional integrado, equilibrado e sustentável. Blumenau:FURB, 2000 (MO)
55	PELLENS, Isabel Cristina. Distribuição de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos(HPAS) e metais-traço em sedimentos superficiais do estuário do rio Itajaí-Açu – SC/ Isabel Cristina Pellens, 2003
56	PINHEIRO, Adilson . Avaliação de aplicação e previsão de cheias com modelomdistribuído na Baci58a do Rio Itajaí-Açú/ Adilson Pinheiro. Porto Alegre, 1990 Orient59ador: Carlos E. M. Tucci (TE)
57	PINHEIR60O, Adilson Ivan. Considerações sobre a previsão de cheias em tempo real/ Adilson pinheiro, Guy Morin. Revista de estudos ambientais. Blumenau, V. 1, n°. 1, p. 27-40, jan./abr. 1999
58	PINHEIRO, Adilson. Considerações sobre as relações entre vazão, duração e frequência de cheias na Bacia do Itajaí. Adilson Pinheiro, Katt Regina Lappa. Dynamis: revista tecno-científica. Blumenau, V.9, n° 36, p. 137-142, jul./set. 2001
59	PINHEIRO, Adilson. Enchentes, erosão e vegetação em contexto integral/ Adilson Pinheiro. Revista de divulgação cultural. Blumenau, V.13, n°44, p. 109-112, jul./ago. 1990
60	PINHEIRO, Adilson. Quantificação da produção de sedimentos sem suspensão na bacia do rio Itajaí/Adilson Pinheiro, Julieta Bramoski, Patrícia Grassiani Crespo. Revista de estudos ambientais. Blumenau, V.4, n°. 1, p. 115-122, jan./abr. 2002
61	POLETTE, Marcus. Aspectos sócio-econômicos ecossistêmicos do Plade na área costeira/ Marcus Polette. Dynamis: Revista tecno-científica. Blumenau, V.2,n°8, p. 165-172, jul./set. 1994
62	POMPÍLIO, Maria José. O homem e as inundações na Bacia do Itajaí: uma contribuição aos estudos da Geografia do comportamento e da percepção, na linha da percepção ambiental, 1990 (TE)
63	Programa de Recuperação da Mata Ciliar: caderno de trabalho municipal/ elaboração: Beate Frank, Sandra Momm Schult, Carolina Meireles. Blumenau: FURB- IPA, 2001
64	RECHENBERG, Elisabete. Uma proposta de ação para gerenciar os conflitos associados a capivara Hydrocaeris hydrocaeris (Mammalia; Rodentia), nas margens do rio Itajaí-açú, Blumenau/SC, sob a ótica dos atores governamentais e não-governamentais/Elisabete

	Rechenberg. 2000 Orientador: Marcus Polette (TE)
65	REFOSCO, Júlio César. Impacto do desflorestamento sobre o regime hídrico de uma bacia hidrográfica/Júlio César Refosco, Adilson Pinheiro. FURB: revista de estudos ambientais, Blumenau, v.1.nº2, maio/ago. 1999
66	REFOSCO, Júlio César. Influência da floresta no regime hidrológico de uma sub-bacia do Rio Itajaí-Açu. Blumenau, 1990 (MO)
67	REGENSBURGUER, Simone. Determinação de organo-halogenados em sedimentos do rio Itajaí-Açu e seus afluentes/ Simone Regensburger, Blumenau, FURB – CCEN; 1998(MO) Orientador: Marcos Rivail da Silva
68	RENAUX, Maria Luiza. O outro lado da história: o papel da mulher no Vale do Itajaí, 1850-1950. Blumenau: Edifurb, 1995
69	ROCHA, Eunésio Cavalcanti da. Base de informação para elaboração de atlas ambiental escolar sobre a Bacia Hidrográfica do Itajaí (partell)/ Eunésio Cavalcanti da Rocha, 1999(MO) Orientadora: Ivani Cristina Butzke Dallacorte
70	SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. Plano Básico de Desenvolvimento Ecológico – Econômico / Associação dos Municípios do Médio Vale do Itajaí. Florianópolis: SDM, 1998
71	SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. Plano básico de desenvolvimento ecológico-econômico. Florianópolis: IOESC, 1999
72	SANTOS, Dione Gusmão. Estudo da precipitação no Vale do Itajaí: regimes pluviométricos e caracterização dos anos secos e chuvosos. Blumenau, 1993
73	SANTOS, Gilberto Friedereich dos. Perfil longitudinal dos principais canais de drenagem do Vale do Itajaí-Açu. Revista de estudos ambientais. Blumenau, V.1, nº2, p. 89-94, maio/ago. 1999
74	SCHOLL, Marileusa. A percepção dos problemas ambientais pelos professores do ensino fundamental (5ª a 8ª série) da bacia hidrográfica do rio Itajaí(SC). Marileusa Scholl, 2003 (TE)
75	SEVEGNANI, Lúcia. Contribuição a ecologia das planícies aluviais do Rio Itajaí-Açu: relações entre cotas de inundação e espécies vegetais. Lúcia Sevegnani, Jorgeane Schaefer dos Santos. Revista de estudos ambientais, Blumenau, V.2, nº1, p. 5-15, jan./abr. 2000
76	SEYFERTH, Giralda. A colonização alemã no Vale do Itajaí-Mirim: um estudo de desenvolvimento econômico. Porto Alegre: Movimento, 1974
77	SHAEFFER, Wigold. Análise do programa de restauração e reflorestamento de matas ciliares na Bacia do Rio Itajaí-Açu/ Wigold Schaeffer, Giovanni de Alencastro. Dynamis: Revista tecnocientífica. Blumenau, V.2, nº8, p. 91-99, jul./set. 1994
78	SIEBERT, Cláudia Freitas. Estruturação e desenvolvimento da rede urbana do Vale do Itajaí/ Cláudia Freitas Siebert. Blumenau, Ed. Da FURB, 1997 (MO) Orientador: Roberto Righi
79	SILVA, Edson. Verificação dos teores de compostos aromáticos policíclicos PAHs em sedimentos do rio Itajaí-Açu e seus afluentes/ Edson Silva. Blumenau: FURB – CCEN; 1999 Orientador: marcos Rivail da Silva
80	SILVA, Hélio dos Santos. O papel do projeto Crise na comunidade./ Hélio dos Santos Silva. Revista de divulgação cultural. Blumenau, V. 15, nº. 49, p. 70-72, maio/ago. 1992
81	SILVA, José Ferreira da. As enchentes no Vale do Itajaí . Blumenau: Fundação Casa Dr. Blumenau, 1975
82	SILVA, Marcos Rivail da. Extração e caracterização de substâncias húmicas em sedimentos de superfícies em afluentes do rio Itajaí-Açu: estudo das propriedades ácido-básicas com íons Cu 2+ e Al3+/Marcos Rivail da Silva, Jonas D. werner, Maísa klitzke. Revista de estudos ambientais. Blumenau, V.2, nº. 1, p. 16-36, jan./abr. 2000
83	SILVA, Marcos Rivail da. Teores de metais pesados e caracterização de sedimentos de superfície no Rio Itajaí- Açu e seus afluentes na região de Blumenau: um estudo preliminar/ Marcos Rivail da Silva, Edson Silva. Blumenau. Revista de estudos ambientais, V.1, nº2, p. 95-107. maio/ago. 1999
84	SILVA, Marilda Rosa G.C. Gonçalves da. Imigração italiana e vocações religiosas no Vale do Itajaí. Campinas:ed. Da UNICAMP, 2001
85	SILVA, Teomar Duarte da. Enchentes: a solução não cai do céu/ Teomar Duarte da Silva, Ivani

	Cristina Butzke. Blumenau: Fundação Água Viva, 1995
86	SISTEMA DE INFORMAÇÕES GRÁFICAS NO VALE DO ITAJAI: estudo piloto para implementação do sistema. Bolsista: Giovanni Santangelo Stringari Orientador: Adilson Pinheiro Co-Orientador: Júlio César Refosco
87	THEIS, Ivo Marcos. Entwicklung und energie in sudbrasilien: eine wirtschafts-geographische analyse des energiesystems des Itajaitals, Santa Catarina/Ivo Marcos Theis, 1997 Orientador: Gerd Kohlhepp (TE)
88	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA. Manejo da sub-bacia hidrográfica do Rio Itajaí-Mirim(SC) para fins de contenção de enchentes.Santa Maria, 1986
89	ZIERKE, Cristina Knhis. Base de informação para elaboração de Atlas ambiental escolar sobre a Bacia Hidrográfica do Itajaí (partelll)/ Cristina Knhis Zierke, 1999 (MO) Orientadora: Ivani Cristina Butzke Dallacorte
90	ZIMMERMANN, Carlos Eduardo. Inventário das informações sobre fauna e meio ambiente da bacia do Itajaí(Projeto Itajaí): relatório anual das atividades/Carlos Eduardo Zimmermann. Blumenau, 1989 Orientadora: Lúcia Sevegnani
91	ZIMMERMANN, Carlos Eduardo. Levantamento preliminar da ornitofauna da mata de galeria do Itajaí-Açu.FURB: revista de divulgação cultural. Blumenau, v.12.n°4, jan./mar.,1989.