

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
Campus de Presidente Prudente  
PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

**José Augusto da Silva**

**Gestão de Recursos Hídricos e Sistemas de Informações Geográficas:  
Contribuições Para a Organização Sócio-Espacial do Pontal do  
Paranapanema-SP**

**Tese de Doutorado**

Abril de 2006

**José Augusto da Silva**

**Gestão de Recursos Hídricos e Sistemas de Informações Geográficas:  
Contribuições Para a Organização Sócio-Espacial do Pontal do  
Paranapanema-SP**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Campus de Presidente Prudente - para obtenção do título de Doutor em Geografia (Área de concentração: Desenvolvimento Regional e Planejamento Ambiental).

**Orientação: PROF. DR. ANTONIO CEZAR LEAL**

S58g

Silva, José Augusto da

Gestão de recursos hídricos e sistemas de informações geográficas: contribuições para a organização sócio-espacial do Pontal do Paranapanema-SP / José Augusto da Silva. - Presidente Prudente: [s.n.], 2006.

217 f.: il.

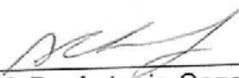
Tese (doutorado) - UNESP, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente

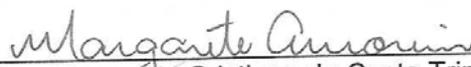
Orientador: Antonio Cezar Leal

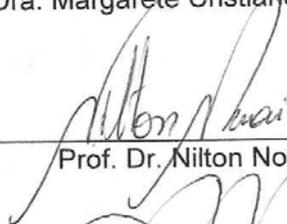
1. Gestão de recursos hídricos. 2. Sistemas de Informações Geográficas. 3. Pontal do Paranapanema (SP) I. Silva, José Augusto da. II. Leal, Antonio Cezar. III. Título.

CDD (18.ed.)910

**BANCA EXAMINADORA**

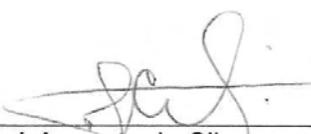
  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Antonio Cezar Leal  
(Orientador)

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Milton Nobuhiro Imai

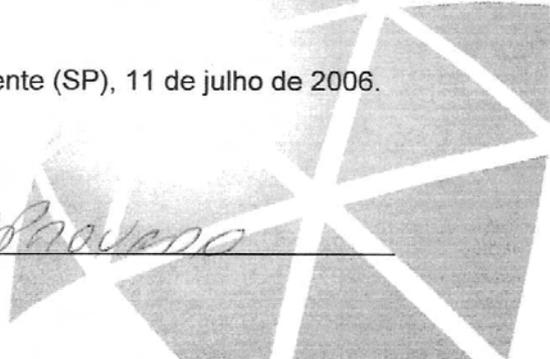
  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Paulo Augusto Romera e Silva (USP)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Leonardo José Cordeiro Santos (UFPR)

  
\_\_\_\_\_  
José Augusto da Silva

Presidente Prudente (SP), 11 de julho de 2006.

Resultado:   
\_\_\_\_\_



A Vitoria Rodrigues Silva, minha filha querida.  
A Amanda Ferreira da Silva, minha mulher amada.

## **AGRADECIMENTOS**

À Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” – Campus de Presidente Prudente, Instituição que através de seu quadro de profissionais fez possível esta realização e ao seu Programa de Pós-Graduação em Geografia, área de concentração Desenvolvimento Regional e Planejamento Ambiental.

Ao Professor Dr. Antonio Cezar Leal pela orientação, correção e apoio à execução desta tese.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPq) pelo apoio financeiro para o desenvolvimento da pesquisa.

Aos Professores doutores Messias Modestos dos Passos e Margarete C. C. T. Amorim pelas correções e sugestões no exame de qualificação.

A Professora Jeanete Cavasini Fernandes pela correção dos textos.

A Amanda Ferreira da Silva, minha mulher, pelo apoio incondicional e constante o todo tempo (... outono, inverno, primavera, verão, manhãs, tardes, noites...).

**A todos muito obrigado!**

## ***LISTA DE FIGURAS***

Figura 4.1.1	- Página eletrônica da RISF	027
Figura 4.1.2	- Página eletrônica do CBH-SF	027
Figura 4.1.3	- O sistema de gestão de recursos hídricos do Brasil	036
Figura 5.1.1	- O sistema francês de gestão dos recursos dos recursos hídricos	051
Figura 5.2.1	- Página do Conselho Nacional de Recursos Hídricos	053
Figura 5.4.1	- Dados cartográficos - modo de implantação dos elementos gráficos e correlações temáticas	066
Figura 5.4.2	- CGIRH e para o Comitê da Bacia Hidrográfica do Pontal do Paranapanema	070
Figura 6.1.1	- Página principal do SIGRH-SP	076
Figura 6.1.2	- Barra de menu do Portal SigRH	082
Figura 6.1.3	- Menu da Base Georreferenciada do Portal SigRH	086
Figura 6.1.4	- Serviços de mapas do Portal SigRH	087
Figura 7.1	Mapa conceitual: o papel do SigRH e SIG no Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo	093
Figura 7.2.1	Área do Parque Estadual Morro do Diabo na UGRHI-22: Modelagem do mundo real com recursos da cartografia automatizada	099
Figura 7.4.1	- ArcGis 9	107
Figura 7.4.2	- Estrutura do programa ArcGIS 9	110
Figura 8.3.3.1	- Regime de precipitação acumulada no ano (mm) realizada durante o período de 1961 a 1990 para o Brasil	135
Figura 8.3.4.1	- Ilustração de perfil de solo com classificação dos horizontes	138
Figura 9.1.1	- Aplicativo ArcCatalog	157
Figura 9.1.2:	- Janela de exploração do ArcCatalog	158
Figura 9.1.3	- Exemplificação da estrutura de diretórios para o SIG/CBHPP	159
Figura 9.1.4	- Subdiretórios centrais	160
Figura 9.1.5	- Subdiretórios do CGIRH com os desdobramentos temáticos	161
Figura 9.2.1	- Atributos da articulação das cartas	163
Figura 9.2.2	- Exploração e seleção de dados brutos no ArcCatalog	165
Figura 9.2.3	- Exploração e seleção de dados brutos no ArcMap para conversão em shapefiles	166
Figura 9.2.4	- Procedimento para selecionar as feições a serem exportadas para shapefiles	167
Figura 9.2.5	- Caminhos para exportação dos dados para subdiretórios do CGIRH	167
Figura 9.2.6	- Ilustrações temáticas de temas abordados na CGIRH	168

Figura 9.2.7	- Ilustração de layers	170
Figura 9.2.8	- Processo de georreferenciamento das cartas topográficas IBGE – 1:50000	171
Figura 9.2.9	- Ferramenta de edição do ArcMap	171
Figura 9.2.10	- Feições geoespaciais extraídas da carta Marabá Paulista	172
Figura 9.2.11	- Layer da rede hidrográfica – escala 1:50000	173

### ***LISTA DE FOTOS***

Foto 3.1.1	- Educação - acampamento no Pontal do Paranapanema – Extremo Oeste do Estado de São Paulo	017
Foto 3.1.2	- Moradia de risco na periferia de Presidente Prudente: processo de favelização	017
Foto 8.3.4.1	- Perfil do latossolo predominante na UGRHI-22	138
Foto 8.3.5.1	- Vista parcial do Parque Estadual Morro do Diabo	143

### ***LISTA DE MAPAS***

Mapa 4.1.1	- Espacialização dos Comitês de Bacias Hidrográficas no Brasil	030
Mapa 4.1.2	- Mapa político administrativo do CBH-PS: experiência brasileira na cobrança pelo uso da água.	033
Mapa 4.1.3	- Divisão das UGRHI's	040
Mapa 5.1.1	- Espacialização dos grupos de pesquisas cadastrados no CNPq	062
Mapa 8.1.1	- Os afluentes do Rio Paraná	116
Mapa 8.1.2	- Os afluentes do Rio Paranapanema	117
Mapa 8.1.3	- Mapa artístico para o concurso brilho das águas	118
Mapa 8.1.2.1	- UGRHI-22 - Pontal do Paranapanema, localização da área de estudo	122
Mapa 8.2.1.1	- Bacia hidrográfica do Rio Santo Anastácio	125
Mapa 8.3.1.1	- Geológico da Alta Sorocabana	133
Mapa 8.3.2.1	- Compartimentação geomorfológica do Sudoeste Paulista	134
Mapa 8.3.4.1	- Solos do Pontal do Paranapanema	140
Mapa 9.2.1	- Cartas topográficas do IBGE: 1:50000	163
Mapa 9.3.1	- Base cartográfica do CBH-PP: escala 1:50000 – região de Pres. Prudente	176
Mapa 9.3.2	- Sub-bacia hidrográfica da UGRHI-22 - Distrito de Espigão (Regente Feijó).	177
Mapa 9.3.3	- Divisão Geopolítica do CBH-PP – escala 1:250000	178
Mapa 9.3.4	- Divisão geopolítica do CBH-PP: zoom para o Oeste Paulista	179

Mapa 9.3.5	- Mapa geológico da UGRHI-22 – 1:250000	180
Mapa 9.3.6	- Mapa geológico da UGRHI-22 - 1:250000 - Extremo Oeste Paulista	181

### ***LISTA DE TABELAS***

Tabela 4.1.1	- Proporção de municípios, por condição de esgotamento sanitário, segundo as Grandes Regiões do Brasil - 2000	021
Tabela 4.1.2	- Comparação dos períodos de desenvolvimento e a evolução de tecnologias e avanços institucionais na gestão de recursos hídricos	024
Tabela 4.1.3	- Organização política da gestão de recursos hídricos no Brasil	028
Tabela 4.1.4	- Valores da cobrança pelo uso da água CBH-PS	032
Tabela 4.3.1	- SISRH no PDC's 1 do sistema paulista	042
Tabela 5.1.1	- Relação dos grupos de pesquisas cadastrados no CNPq, ano de formação e instituições	060
Tabela 5.1.2	- Principais endereços eletrônicos sobre sistema de informação para gerenciamento de recursos hídricos	063
Tabela 5.4.1	- Classificação Geral das Informações para Recursos Hídricos (CGIRH)	057
Tabela 6.1.1	- Qualificação dos usuários para acesso ao Portal SigRH	077
Tabela 6.1.2	- Principais conteúdos e serviços do SIGRH-SP	077
Tabela 6.1.3	- Comitês paulistas com sites individuais	084
Tabela 7.4.1	- Distribuição do mercado mundial de SIG em 1995	108
Tabela 7.4.2	- Principais softwares e seus distribuidores	109
Tabela 8.1.1.1	- Área dos municípios pertencentes à UGRHI-22	119
Tabela 8.1.1.2	- Porcentagem relativa de área dos municípios total (100%) ou parcialmente (<100%) inseridos na UGRHI-22 e percentual de contribuição de cada município para a Unidade, fornecidos por (CPTI, 1999)	120
Tabela 8.2.1.1	- População total, urbana, rural, masculina e feminina dos municípios pertencentes à UGRHI-22, fornecida por IBGE (2000)	123
Tabela 8.2.1.2	- Participação dos setores de atividade na UGRHI-22 e no Estado (1996)	124
Tabela 8.2.1.3	- Municípios da bacia hidrográfica do Rio Santo Anastácio e populações	126
Tabela 8.2.2.1	- Participação dos setores de atividade na UGRHI-22 e no Estado (1996)	129
Tabela 8.2.3.1	- Geração de energia na UGRHI-22: potência instalada	131
Tabela 8.3.4.1	- Solos do Oeste Paulista e suas relações com relevo, litologias, suscetibilidade e erosão	139
Tabela 8.3.5.1	- Área e % dos diferentes usos e coberturas vegetais na área da UGRHI-22	141
Tabela 8.4.1	- Valores estimado disponibilidade hídrica superficial ( $Q_{média}$ e $Q_{7,10}$ ) para as UPRHs da UGRHI-22 (adaptado de CPTI, 1999)	146

Tabela 8.4.2	- Estimativa da disponibilidade hídrica subterrânea da UGRHI-22, por sistema aquífero, a partir de dados de CPTI (1999) e SIGRH (2001)	147
Tabela 8.4.3	- Demandas de água para o Pontal do Paranapanema (SRH, 1998)	147
Tabela 8.4.2.1	- Estrutura e representação do CBH-PP, biênio 2005/2006	150
Tabela 9.1.1	- Formatos reconhecidos pelo ArcGIS 9 em sua forma nativa	160

### ***LISTA DE GRÁFICOS***

Gráfico 1.1	- Distribuição de água no planeta	003
Gráfico 4.1.1	- Volume de esgoto coletado e tratado segundo as Grandes Regiões - 2000	022
Gráfico 4.1.2	- Destino do lixo para aterros sanitários, segundo as Grandes Regiões do Brasil	023
Gráfico 4.1.3	- Percentual dos comitês paulistas que possuem relatório zero e plano de bacia	044
Gráfico 4.1.4	Percentual da participação de segmentos da sociedade nos Comitês paulistas, nos últimos cinco anos	046
Gráfico 6.1	- Percentual dos comitês de bacias paulistas no Brasil	074
Gráfico 6.2	- Percentual dos comitês de bacias paulistas no Sudeste do Brasil	074
Gráfico 6.2.1	- Periodicidade no envio de informações ao SigRH	081
Gráfico 6.2.2	- Dificuldade no envio de dados ao Portal SigRH	081
Gráfico 6.2.3	- Nota dos comitês paulistas ao Portal SigRH	082
Gráfico 6.2.4	- Comitês paulistas com sites individuais	083
Gráfico 6.2.5	- Organização de banco de dados nos comitês paulistas	084
Gráfico 6.2.6	- Utilização de aplicativos de SIG nos comitês paulistas	085
Gráfico 6.2.7	- Vantagens dos SIG's para gestão dos recursos hídricos	086
Gráfico 6.2.8	- Escala cartográfica base dos trabalhos dos comitês paulistas	088
Gráfico 6.2.9	- Melhor escala cartográfica sugerida pelos comitês paulistas para gestão dos recursos hídricos	088
Gráfico 6.2.10	- Computadores nos comitês paulistas	089
Gráfico 6.2.11	- Disposição dos computadores em rede	089
Gráfico 6.2.12	- Demanda de periféricos de computadores nos comitês paulistas	090
Gráfico 6.2.13	- Aparelhos GPS nos comitês paulistas	090
Gráfico 8.2.1.1	- Percentual da população urbana e rural da UGRHI-22	125
Gráfico 8.2.2.1	- Participação dos setores de atividades na UGRHI-22	128
Gráfico 8.3.3.1	- Temperatura média anual (°C) UGRHI-22: série histórica dos últimos 30 anos (1969-1999)	136
Gráfico 8.3.3.2	- Média do regime de precipitação (mm) na UGRHI-22: histórico de 30 anos (1969-1999)	136
Gráfico 8.3.3.3	- Média da umidade relativa do ar na UGRHI-22: série histórica de 30 anos (1969-1999)	137
Gráfico 8.3.4.1	- Grau de suscetibilidade à erosão em % na UGRHI-22	140
Gráfico 8.3.5.1	- Usos da terra e cobertura vegetal na UGRHI-22	142
Gráfico 8.4.2.1	- Recurso financeiro estadual destinado para gestão de recursos hídricos no CBH-PP	153

## ***LISTA DE QUADROS***

Quadro 4.3.1 - Síntese dos PDC's para o PERH 2004/2007

041

## ***LISTA DE SIGLAS***

ABRH	- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS
AM/FM	- AUTOMATED MAPPING/FACILITY MANAGEMENT
ANA	- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA
CBH	- COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA
BDDE	- BASE DIGITAL DE DADOS ESPACIAIS
CAD	- COMPUTER AIDED DESIGN
CAM	- COMPUTER AIDED MAPPING
CBH-AP	COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS AGUAPEÍ E PEIXE
CBH-PCJ	- COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ
CBH-PP	- COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PONTAL DO PARANAPANEMA
CBH-PP-GEA	- COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PONTAL DO PARANAPANEMA - GRUPO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL
CBH-PS	- COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL
CBH-SF	- COMITÊ DA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO
CESP	- COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO
CETESB	- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
CGIRH	- CLASSIFICAÇÃO GERAL DAS INFORMAÇÕES PARA RECURSOS HÍDRICOS
CNPq	- CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO
CNRH	- CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS
CONAMA	- CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE
COSIPA	- COMPANHIA SIDERÚRGICA PAULISTA
CPTI	- COOPERATIVA DE SERVIÇOS, PESQUISAS TECNOLÓGICAS E INDUSTRIAIS
CPU	- CENTRAL PROCESSING UNIT
CT-HIDRO	- FUNDO SETORIAL DE RECURSOS HÍDRICOS
DAEE	- DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA
DBMS	- DATA BASE MANAGEMENT SYSTEM
EMAE	- EMPRESA METROPOLITANA DE ÁGUA E ENERGIA
ESRI	- ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE
FCT	- FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
FEHIDRO	FUNDO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS
FINEP	- FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS
FNDCT	- FUNDO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO
GEA	- GRUPO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

GPS	- GLOBAL POSITIONING SYSTEM
IBAMA	- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS RENOVÁVEIS
IBGE	- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
ICT's	- INSTITUIÇÕES CIENTÍFICAS E TECNOLÓGICAS
IF	- INSTITUTO FLORESTAL
IMESP	- IMPRENSA OFICIAL DO ESTADO DE SÃO PAULO
INMET	- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA
IPT	- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO
MCT	- MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
MMA	- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
ONG	- ORGANIZAÇÃO NÃO-GOVERNAMENTAL
ONU	- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS
PDC'S	PROGRAMAS DE DURAÇÃO CONTINUADA
RISF	- REDE DE INFORMAÇÕES DA BACIA DO SÃO FRANCISCO
SADE	- SISTEMA DE APOIO À DECISÃO ESPACIAL
SENAGRO	- SENSORIAMENTO REMOTO E AGRONOMIA S.A. LTDA.
SERHS	- SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS SANEAMENTO E OBRAS
SGBD	- SISTEMA GERENCIADOR DE BASES DE DADOS RELACIONAIS
SIG's	- SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA
SIG-CBHPP	- SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA DO COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PONTAL DO PARANAPANEMA
SigRH	- SISTEMA DE INFORMAÇÃO SOBRE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO
SIGRH	- SISTEMA INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO
SINGRH	- SISTEMA NACIONAL DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS
SISRH	- SISTEMAS DE INFORMAÇÕES SOBRE RECURSOS HÍDRICOS
SNIRH	- SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES DE RECURSOS HÍDRICOS
SRH	- SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS
STD	- SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS
UFP	- UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
UGRHI	- UNIDADE DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS
UHE's	- USINAS HIDRELÉTRICAS
UNESCO	- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA
unesp	- UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
UPRH's	- UNIDADES DE PLANEJAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS
VA	- VALOR ADICIONADO

**Gestão de Recursos Hídricos e Sistemas de Informações Geográficas:  
Contribuições Para a Organização Sócio-Espacial do Pontal do Paranapanema-SP**

**José Augusto da Silva**

**RESUMO**

O propósito deste trabalho foi o de discutir a importância e a viabilidade dos Sistemas de Informações Sobre Recursos Hídricos (SISRH) e os Sistemas de Informação Geográfica (SIG's) como tecnologias de apoio para a gestão dos recursos hídricos no Estado de São Paulo. Para tanto, foi necessário trilhar vários caminhos para entender não só a importância e a viabilidade dos SIG's mas, no contexto atual de gerenciamento dos recursos hídricos no Brasil, qual, de fato, é a parcela de colaboração destas ferramentas tecnológicas para este fim. Foi realizado nos Comitês de Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo um diagnóstico sobre o uso do Sistema de Informação sobre Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (SigRH) e o uso dos aplicativos de SIG's, como ferramentas de apoio ao sistema de gestão das águas. Pode-se constatar que, embora essas tecnologias sejam avaliadas como meios importantes para se gerenciar os recursos hídricos, elas não têm tido, de forma suficiente e adequada, sua incorporação no Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (SIGRH). Como sugestão metodológica foi construído um protótipo de SIG para a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Pontal do Paranapanema (UGRHI-22) utilizando o aplicativo ArcGis 9.

**PALAVRAS-CHAVE:** gestão de recursos hídricos, sistemas de informações sobre recursos hídricos, sistemas de informações geográficas, Pontal do Paranapanema.

**Waters Resources Management and Geographic Information Systems:  
Contributions to the Partner-space Organization of the Paranapanema Pontal - SP**

**José Augusto da Silva**

**ABSTRACT**

The purpose of this work was it of discussing the importance and the viability of the Waters Resources on Information Systems (SISRH) and the Geographic Information Systems (GIS's), as support technologies for the waters resources management in the State of São Paulo. For so much it was necessary to tread several roads to understand, not only the importance and the viability of GIS's but, in the current context of waters resources management in Brazil, which is, in fact, the portion of collaboration of these technological tools for this end. It was accomplished in the São Paulo State Committees on Rivers Basins a diagnose on the use of São Paulo State Waters Resources on Information Systems (SigRH) and the use of the GIS's softwares, as support tools to the waters management system. It can be verified that although those technologies are appraised as important means to manage the waters resources, they are not having their incorporation in the Integrated System of São Paulo State Waters Resources Management (SIGRH) in an enough and appropriate way. As a methodological suggestion it was built a prototype of GIS for the Waters Resources Management Unit (UGRHI-22) of the Paranapanema Pontal, using the software ArcGis 9.

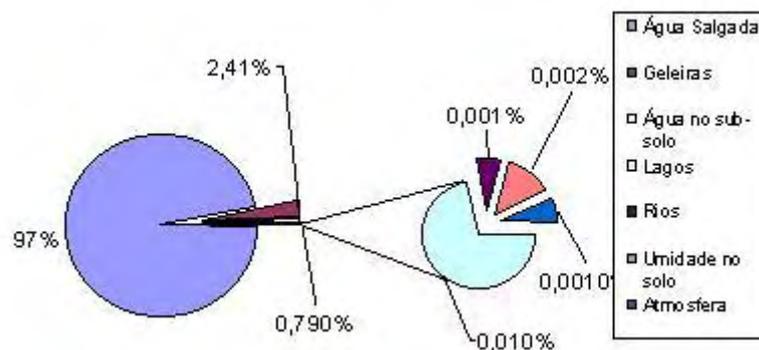
**KEYWORDS:** waters resources management, water resources on information systems, geographic information systems, Paranapanema Pontal.

# 1. INTRODUÇÃO

Não é segredo para a grande parte da sociedade que a água é um dos recursos naturais mais nobres e fundamentais para a vida humana, animal e vegetal. A água está presente nos ciclos biológicos de todo ser vivo. A água é o motivo da existência de toda forma de vida no Planeta Terra. Provavelmente a água possa ser o motivo da possível existência de outros seres vivos em planetas muito distantes em galáxias desconhecidas pela sociedade humana.

A água é uma existência natural presente em forma líquida (mar, rios, lagos, represas e aquíferos subterrâneos), sólida (geleiras e calotas polares) e gasosa (vapor de água). No Gráfico 1.1, ilustra-se essa distribuição no Planeta. Não se pode existir e não se pode fazer nada sem este recurso natural, a água.

Gráfico 1.1: Distribuição de água no planeta.



Fonte: CBH-PP (2000). Org.: J. A. SILVA, 2006.

“A água entrou de maneira perceptível na arena política internacional. Com isso, uma nova consciência despertou: e se esse perpétuo dom dos céus não for inesgotável? Trata-se também do fim de um símbolo: e se essa fonte de vida, que ocupa o cerne de tantos rituais e práticas higiênicas, deixasse de representar regeneração e pureza?”

Em toda existência humana, procuraram-se e continuarão procurando formas de se produzirem riquezas em forma de bens materiais para se manter e estabelecer um determinado estado de conforto. O homem aprendeu ao longo de sua existência inventar e reinventar engenharias para a produção do conforto, mesmo que esse conforto venha com a eliminação do homem pelo próprio homem.

Não obstante, não existe sequer um só sistema de engenharia para a produção de tal conforto que não tenha a presença da água. Da lapidação do diamante à produção da

banana, é fundamental o uso desse recurso. Toda riqueza produzida no Planeta tem a presença da água, se não no conteúdo, a exemplo da banana, necessariamente na forma, a exemplo do processo de lapidação do diamante, para o resultado final.

Acostumado na vivência cotidiana a lidar com a água de forma abundante, a vislumbrar os recursos em uma quantidade inacabável através das paisagens exuberantes dos mares, rios, lagos, represas e mais recentemente dos grandes reservatórios, o homem sempre utilizou a água como um bem descartável. Para que cuidar e reaproveitar esse recurso natural se existe em tanta quantidade? São sentimentos e hábitos culturais que encaminham o gênero humano para o uso irracional da água.

A sociedade contemporânea incorporou uma cultura de consumo intenso, na busca do conforto, do bem estar e dos valores estéticos. Está introjetado no sistema de produção capitalista! O ritmo na produção se dá a cada dia de forma mais intensa. É necessário atender o ritmo de consumo em prol a concentração de riquezas para um maior conforto e bem-estar de alguns. Desta forma foi providenciado, tanto em extensão quanto em profundidade, o ritmo e a intensificação na exploração dos recursos naturais.

No momento em que o sistema econômico criado pelo ser humano não é mais compatível com o sistema ecológico que a natureza oferece, torna-se necessária uma nova adaptação das relações sociedade-natureza. Surge desta maneira a proposta da avaliação econômica do meio ambiente, que não tem por objetivo dar um “preço” a certo tipo de meio ambiente e sim mostrar o valor econômico que o mesmo pode oferecer e o prejuízo irre recuperável que pode haver caso seja destruído.

A água, em sua porção potável, é um dos recursos naturais em avançado processo de escasseamento que necessita de um (re) olhar pelo homem em sua forma de exploração e uso. Em vários pontos e áreas do planeta é presente a contaminação deste recurso.

Para a reversão do atual quadro, a sociedade necessita buscar um novo ideário comportamental. Precisa estar atenta na reformulação dos seus conceitos de natureza e no processo de educação/reeducação das comunidades. Esse quadro sinaliza para a sociedade a necessidade da insistência nos processos de educação ambiental.

No ritmo em que se encontra o estágio de impactos sobre os recursos hídricos e cientes da importância da água para a existência e desenvolvimento das formas de vida na terra, faz-se urgente a providência de conteúdos, formas e processos que permitam a sociedade rever o seu comportamento na forma de lidar com a água.

Não adianta mais lamentar, nas palavras de Matsuura (2003), é preciso encarar os fatos: os recursos hídricos estão se tornando escassos, e a qualidade da água terá custo

crescente. Hoje, segundo estudos da Unesco, 1,2 bilhão de pessoas continuam sem acesso à água potável, e 2,4 bilhões não dispõem de serviços de purificação de água. Ainda, segundo o Conselho Mundial da Água, 6 mil crianças morrem por dia porque não tem acesso à água potável; 4 milhões de pessoas morrem por ano de doenças relacionadas com a água. E deve-se observar que as sociedades têm intensificado o ritmo da produção de bens e conseqüentemente aumentado a produção de resíduos que por sua vez vêm contaminando grandes áreas e quantidades de recursos hídricos em todo o planeta.

Muitas regiões do mundo já verificam a escassez de água doce, mesmo sendo bastante ricas em recursos hídricos. O problema não se deve tanto à grande quantidade de água empregada nas atividades econômicas, mas às descargas maciças de águas residuais em rios e lagos que impossibilitam o uso dessas águas (LVOVITCH, 1988: p. 32).

A diminuição dos suprimentos de água doce para propósitos domésticos, industriais e agrícolas está se tornando o mais importante problema ambiental com o qual estão se deparando os países do Mediterrâneo e, em particular, suas áreas costeiras. Mesmo países que ainda não enfrentam crises com água estão experimentando um aumento do custo para fornecer água para suprir a demanda crescente. Melhorar o planejamento, manejo e conservação da água será crítico para o desenvolvimento econômico. O fracasso em proteger os recursos de água doce representará a existência de um padrão de desenvolvimento, com base na água, insustentável para um grande número de países devido ao aumento significativo do custo da água ao longo do tempo” (WINPENNY, 1994, p. 3).

Para tanto devem ser revistos os sistemas de engenharia hidráulica nos processos de captação, tratamento, distribuição da água potável; coleta, afastamento, condicionamento e destino final dos esgotamentos sanitários (urbanos e industriais) e sistemas de reuso das águas, provenientes do resultado dos processos de tratamento do esgoto.

As águas provenientes de esgotamentos sanitários sempre foram vistas como águas sujas, sem interesse para o reaproveitamento. O estado de escassez da água potável em várias regiões do planeta e o sofrimento de 1/3 da população mundial com a falta d'água vêm fazendo com que as sociedades revejam os seus comportamentos diante das águas tidas como sujas.

Hoje, especialistas já discutem a necessidade de classificar o uso da água em água potável, para as necessidades da produção e manutenção da vida e água ordinária,

necessária para determinados tipos de limpezas estéticas e visuais, e partes de processos de produções industriais.

Desenvolver um sistema de engenharia hidráulica que permita acomodar a distribuição dos dois tipos de água referidos requer da sociedade uma mudança estrutural significativa. Serão necessários nos sistemas de distribuição de água, hoje sistema único, dois sistemas paralelos – uma rede para a água potável e outra para a água ordinária.

É bastante difícil imaginar um sistema como esse em uma sociedade totalmente adaptada e acomodada ao sistema atual – rede única de abastecimento para água potável. Porém, com o estado em que se encontra a disponibilidade e demanda de água potável nas comunidades mundiais, há uma necessidade real de se trabalhar a idéia da criação dos dois sistemas paralelos.

No ritmo em que se encontra ainda hoje a forma de exploração da água, a tendência é aumentar o estado de escassez.

Muito se fala em reflorestamento ciliar dos rios, reflorestamento de porções de vegetações importantes para o equilíbrio da fauna e flora. Todos sabem da importância e do papel significativo dessas ações para a reposição das águas nos rios, lagos, represas, reservatórios e reservas subterrâneas. No entanto, é sabido de todos, também, que a natureza tem o seu tempo próprio no processo de reposição de um determinado aspecto natural, a vegetação, que é importante para o vigor dos corpos d'água, como reservas de água potável, demora várias décadas para apresentar resultados. E, ainda, a sociedade se encontra em um estágio muito mais intenso no processo de realização de impactos negativos (aqueles que degradam o meio ambiente) do que de impactos positivos (aqueles que auxiliam no processo de equilíbrio ambiental). Para LEFF (2001):

A crise ambiental é a crise de nosso tempo. O risco ecológico questiona o conhecimento do mundo. Esta crise apresenta-se a nós como um limite no real, que ressignifica e reorienta o curso da história: limite do crescimento econômico e populacional; limite dos desequilíbrios ecológicos e das capacidades de sustentação da vida; limite da pobreza e da desigualdade social. Mas também crise do pensamento ocidental... (p. 191).

O uso racional da água envolve muitas variáveis! A sociedade evolui a cada dia e a forma nos processos de produção para o seu conforto e bem-estar só recentemente, não mais que três décadas, passou a ser preocupação dentro dos sistemas de produção à custa

da diminuição do próprio ritmo de produção em função da escassez de determinados recursos naturais, entre eles a água potável.

Fato é que a sociedade precisa rever o seu caminhar, é necessário repensar seus hábitos e comportamentos para com o meio ambiente, só assim existirá a possibilidade de um futuro contornando o “caos”.

Qual o resultado efetivo que a sociedade pode ter para o futuro sem o cuidado com os recursos naturais?

Pensar a gestão de recursos hídricos na atualidade é o grande desafio!

O caminho para a adequada gestão dos recursos hídricos perpassa por um novo ideário comportamental da sociedade na exploração e uso dos recursos naturais. Este caminho ainda está por ser trilhado! Na Educação Ambiental algumas “sementes” foram lançadas, mas é preciso sempre examinar a qualidade dos “solos” e aplicar “corretivos”, pois muitas sementes não chegam a vingar.

O atual sistema de gestão dos recursos hídricos no Brasil vem colaborando na implementação de políticas públicas na área ambiental graças a um novo patamar de participação de vários segmentos da sociedade. Na gestão atual, a participação tripartite (sociedade civil, estado e municípios) foi positiva para inserção social no processo de gestão. Quando a sociedade passa a fazer parte do processo, portanto ter direito de solicitar e cobrar as ações políticas no setor, à mesma é sujeito e não mais objeto das ações.

Dentro do novo modelo de gestão, um dos seus instrumentos é o sistema de informação que teoricamente deveria permitir que a sociedade e as instituições gestoras do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos pudessem ter acesso irrestrito aos dados e informações para a gestão dos recursos hídricos e processos educativos das comunidades.

Hoje, com o alto grau de desenvolvimento tecnológico na área da informação, sobretudo com os recursos da Internet, tem havido uma maior participação da sociedade no processo de gestão. Tem sido exigido do Estado uma nova cultura de como lidar com os recursos públicos.

A Geografia é uma ciência que, entre outras questões, estuda a organização espacial da sociedade, expressa através de um processo histórico e da apropriação da natureza, situando-se entre as ciências que se preocupam em analisar e redimensionar alguns dos conceitos que consideram importantes e essenciais ao estudo do ambiente. Para Corrêa (1991):

Como materialidade, a organização espacial é uma dimensão da totalidade social construída pelo homem ao fazer a sua própria história. Ela é, no processo de transformação da sociedade, modificada ou congelada e, por sua vez, também modifica e congela. A organização espacial é a própria sociedade espacializada (p. 53).

“Se a organização espacial é unidade integrada, ela é composta por diversos elementos que se expressam na estrutura espacial, que interagem pelos fluxos de matéria e energia”. (Christofoletti, 1986-1987, p.120).

Os geógrafos têm papel fundamental no estudo dos recursos hídricos e de suas formas de gestão, pois têm condições de compreender as relações sociedade-natureza e as características específicas das formas de organização do homem no espaço geográfico. Assim, a presente pesquisa investigou a importância e a viabilidade dos Sistemas de Informações sobre Recursos Hídricos com especial atenção para os Sistemas de Informação Geográfica (SIG's), como tecnologia de apoio para a gestão dos recursos hídricos no Estado de São Paulo, com estudo aplicado à Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Pontal do Paranapanema (UGRHI-22). Objetiva também contribuir para o gerenciamento integrado das informações espaciais relacionadas à gestão dos recursos hídricos do referido Estado, buscando maior agilidade no processamento e atualização das informações.

Como discutido anteriormente, o repensar a forma de lidar com os recursos hídricos, em especial a água doce, na organização espacial, em diferentes escalas e recortes territoriais, pode ser o início de uma caminhada para o uso sustentável deste recurso.

Para tanto, foram considerados os aspectos ligados à ação antrópica sobre os recursos hídricos e os condicionantes geocológicos da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI-22) do Pontal do Paranapanema.

Vários autores, ao refletirem sobre a questão ambiental e a inter-relação entre seus elementos, incluem a sociedade como parte integrante do sistema e não como mera observadora dos fatos que acontecem ao seu redor.

A organização espacial e o sistema sócio-econômico dão-se pelo grau de intervenção e transformação evoluído historicamente da relação entre o gênero humano e a natureza que busca enquadrar historicamente essa evolução em diferentes períodos que representariam a forma deste relacionamento, dividindo a história em períodos técnico-científico e informacional. (SANTOS, 1996).

A noção de totalidade na relação entre a sociedade e a natureza, expressa através da supremacia da unicidade técnica advinda com o processo histórico de globalização,

manifesta-se no lugar através de um processo de filtragem ao se considerar as escalas de representação geográfica. Portanto, cada ação do conjunto dos objetos do sistema sócio-econômico e da organização espacial origina-se de um impulso totalizante que é filtrado segundo as especificidades da escala geográfica nacional, regional e local. (SANTOS, 1994).

Gestão de recursos hídricos, para este autor, está intrínseca a organização sócio-espacial.

A hipótese testada ao longo deste trabalho refere-se aos Sistemas de Informações sobre Recursos Hídricos e SIG's como tecnologias de apoio para a gestão dos recursos hídricos nas UGRHI's do Estado de São Paulo com estudo de caso na UGRHI-22. Os SIG's constituem ferramentas indispensáveis no processo de organização, hierarquização, avaliação e divulgação da informação. O uso de SIG como tecnologia de apoio permite a integração de grande quantidade de dados e inúmeras análises, possibilitando ao usuário diversas opções para a visualização final do resultado. Destaca-se também a otimização do tempo gasto para a elaboração dos trabalhos, o que contempla positivamente a relação custo-benefício. O SIG pela sua própria característica arquitetônica permite a sistematização e hierarquização de dados e informações que passam a ter papel fundamental para o Sistema de Informações de Recursos Hídricos.

Faz-se necessário acompanhar, mais de perto, as ações voltadas para a produção de informações para a gestão de recursos hídricos e a organização dos SISRH no Brasil. São muitas experiências isoladas, sem a preocupação da adoção de uma metodologia que possa unificar as linguagens, os formatos e os dados. O essencial em um Sistema de Informação são as possibilidades de acessar os conteúdos, de diversas naturezas temáticas, dispostos em um banco de dados e mostrá-los em uma base cartográfica georreferenciada em papel ou no monitor de vídeo para consulta.

Objetivamente a importância de um sistema de informações de recursos hídricos está no suporte à gestão dos recursos hídricos, visando ao uso racional, a minimização de conflitos e à proteção dos mananciais; suporte ao planejamento das ações de intervenção porventura necessárias; possibilidade de composição de informações para o desenvolvimento de estudos, planos e programas; dados e instrumentos de processamento capazes de identificar a situação presente e projeções futuras sobre o balanço oferta-demanda por água em relação a bacias hidrográficas, bem como auxiliando a análise para outras unidades territoriais; dados e instrumentos de análise para a tomada de decisões em situação de calamidade pública, como secas e inundações. (CIRILO; AZEVEDO,

2000).

Entende-se que a democratização das informações produzidas para o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos no Brasil se dará com o desenvolvimento dos referidos Sistemas de Informações e a capacitação de recursos humanos para implementá-los adequadamente.

Neste trabalho, procura-se distinguir os SISRH's como um sistema mais geral de informações e o SIG's como um sistema mais específico dentro da gestão dos recursos hídricos.

A presente tese foi dividida em dez capítulos que através do desenvolvimento dos conceitos essenciais na área de Gestão de Recursos Hídricos, Sistema de Informações de Recursos Hídricos e SIG's, além dos aspetos metodológicos acredita-se ter atingido os objetivos propostos.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivos Gerais

Foram objetivos desta tese:

- Discutir a importância e a viabilidade dos Sistemas de Informações Sobre Recursos Hídricos (SISRH) e Sistemas de Informação Geográfica (SIG's) como tecnologias de apoio para a gestão dos recursos hídricos no Estado de São Paulo, com estudo aplicado à Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Pontal do Paranapanema (UGRHI-22);
- Contribuir para o aperfeiçoamento do sistema integrado de gerenciamento de recursos hídricos;
- Contribuir para o aperfeiçoamento do gerenciamento integrado das informações espaciais relacionadas à gestão dos recursos hídricos no Estado de São Paulo.
- Colaborar para a organização sócio-espacial do Pontal do Paranapanema através de melhorias no processo de gerenciamento dos recursos hídricos.

### 2.2. Objetivos Específicos

- Levantar e discutir as condições atuais de tecnologias computacionais na área de SIG e treinamento de pessoal na organização das informações sobre os recursos hídricos, em forma de bancos de dados integrados, de cada Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHIs) do Estado de São Paulo;
- Discutir as possíveis interfaces entre os SIG's e os bancos de dados integrados gerados pelo Sistema de Informações para Gerenciamento de Recursos Hídricos (SigRH), recentemente implantado no Estado de São Paulo;
- Implementar tecnicamente o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos na UGRHI-22 - Pontal do Paranapanema através do SIG, utilizando o *Software ArcGis 9*;
- Subsidiar o Comitê da Bacia Hidrográfica do Pontal do Paranapanema (CBH-PP) sobre a implementação de SIG (utilizando o *Software ArcGis 9*) como tecnologia de apoio para a gestão dos recursos hídricos, no intuito de formar recursos humanos para implantação e manutenção do Sistema;
- Avaliar o desempenho do SIG como tecnologia de apoio para gestão dos recursos

hídricos após sua formatação para CBH-PP;

- Viabilizar alternativas de recursos operacionais para a gestão de recursos hídricos para que os comitês de bacias aperfeiçoem suas tomadas de decisões;
- Socializar as informações produzidas na pesquisa através da produção e distribuição, em forma de CD-ROM e pela rede mundial de computadores (www), aos comitês paulistas e a comunidades do Pontal do Paranapanema.

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos utilizados foram o levantamento e revisão da bibliografia, visitas técnicas aos órgãos do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SIGRH), treinamento e teste piloto com o aplicativo *ArGIS 9* na implementação do Sistema de Informação Geográfica do Comitê da Bacia Hidrográfica do Pontal do Paranapanema (SIG-CBHPP), como tecnologia de apoio para o sistema, valorizando a atuação dos atores/sujeitos na implementação e manutenção do sistema.

As discussões metodológicas e a implementação de um SIG para a UGRHI-22 objetivaram contribuir para um gerenciamento integrado das informações espaciais, relacionadas aos recursos hídricos, de forma ágil e com atualização permanente do banco de dados, fornecendo tecnologias de apoio ao SIGRH.

No desenvolvimento da pesquisa foram imprescindíveis os procedimentos metodológicos que seguem:

- Elaboração de documentos que discutissem a viabilidade técnica dos SIGRH e SIG's como tecnologia de apoio para a gestão dos recursos hídricos;
- Elaboração de documentos que fizessem referências às discussões de SIG's como tecnologia de apoio para a gestão dos recursos hídricos no Brasil com destaque para o Estado de São Paulo;
- Realização de visitas técnicas nas sedes dos Comitês das Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo;
- Realização de discussões metodológicas e proposições para implementação do SIG na UGRHI-22, onde o envolvimento com a dinâmica do Comitê da Bacia Hidrográfica do Pontal do Paranapanema (CBH-PP) se fez fundamental;
- Desenvolvimento de um modelo conceitual que permitisse a elaboração do SIG para UGRHI-22;
- Realização do levantamento dos principais documentos de cunho ambiental do Pontal do Paranapanema;
- Eleição das principais classes temáticas que comporiam o SIG da UGRHI-22;
- Realização de um treinamento piloto com o software *ArGIS 9*;
- Introdução dos dados no Sistema e geração do banco de dados integrado para UGRHI-22.

Para o tratamento das informações cartográficas e cruzamento dos bancos de dados foi utilizado o aplicativo *ArGis 9*, por ser um aplicativo que possui uma interface gráfica

bastante amigável com o usuário e por apresentar características que permitem associar dados convencionais a qualquer tipo de dados geográficos.

Paralelamente à concepção e implantação do SIG-CHBPP, foram feitas discussões sobre esse processo e as condições técnicas para o gerenciamento dos recursos hídricos no Pontal do Paranapanema avaliando as condições físicas estruturais e recursos humanos.

No processo de discussão e levantamento de documentos para avaliar a importância e a viabilidade dos SIG's, como tecnologia de apoio para a gestão dos recursos hídricos no Estado de São Paulo, foram realizadas análises quantitativas e qualitativas e a compatibilização dos dados a serem viabilizados para elaboração e implementação do banco de dados integrado para a UGRHI-22 - Pontal do Paranapanema.

Foi aplicado nos Comitês de Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo um questionário (em anexo 01) para diagnosticar o uso do Sistema de Informação sobre Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (SigRH) e o uso dos aplicativos de SIG's, como ferramentas de apoio ao sistema de gestão dos recursos hídricos.

Com as discussões sobre as condições técnicas para implementação dos referidos Sistemas no CBH-PP e o conseqüente *feedback*, com o mesmo Comitê, podem se dar os aprimoramentos necessários para consolidação dos mesmos e disponibilização dos dados e informações de forma sustentável para uma gestão mais democrática dos recursos hídricos.

### **3.1. Material utilizado**

- Folhas Topográficas – IBGE – escala 1:250000 (folhas: Loanda, Presidente Prudente, Dracena e Marília);
- Folhas Topográficas – IBGE – escala 1:50000 (folhas: Lagoa São Paulo, Caraguatá, Presidente Epitácio, Presidente Venceslau, Santo Anastácio, Anaurilândia, Ariranha, Ribeirão das Anhumas, Marabá Paulista, Presidente Bernardes, Presidente Prudente, Martinópolis, Três Barras, Guaná, Ribeirão das Pedras, Cuiabá Paulista, Mirante do Paranapanema, Tarabai, Pirapozinho, Cabeceira do Jagaretê, Pontal do Paranapanema, Diamante do Norte, Terra Rica, Santo Antônio do Caiuá, Teodoro Sampaio, Santo Inácio, Itororó do Paranapanema, Esperança do Norte, Iepê, Cruzália, Bela Vista do Paraíso e Paranaji);
- Imagens de Satélites Landsat-TM 5;

- Diagnóstico de Situação dos Recursos Hídricos (Relatório Zero) (CBH-PP, 1999);
- Plano de Bacia Hidrográfica do Pontal do Paranapanema (CBH-PP, 2002);
- Levantamento da Vegetação Natural, Reflorestamento e Constituição de Base Georreferenciada da Bacia Hidrográfica do Pontal do Paranapanema – escala 1:250000 (IF, 2001);
- Pontal do Paranapanema: Zoneamento Ecológico-Econômico (SENAGRO, 1998);
- Educação Ambiental - Pontal do Paranapanema (CBH-PP, 2000), CD-ROM;
- Chuvas e Erosões no Oeste Paulista (BOIN, 2000);
- Censo Demográfico 2000: Resultados Preliminares (IBGE, 2000);
- Sínteses de Indicadores Sociais 1992/1999 (IBGE, 2001).
- Base de Dados Geoambientais do Estado de São Paulo em SIG, como subsídio à avaliação e regulamentação de Áreas de Proteção Ambiental, planejamento e gerenciamento de bacias hidrográficas e zoneamento ambiental. (IPT, 1999).

### **Equipamentos**

- Microcomputadores (AMD Athlon (™) XP 2400) com Gravadora/Leitora de CD LG;
- *Scanner*, impressora e copiadora HP Multifuncional 1315;
- *Software* CorelDRAW 11;
- *Software* MS-Office 2003;
- *Software* ArcGis 9 (Try);

### **Material de consumo**

- Mídia para armazenamento de dados (CD-ROM e CD-RW);
- Papel para impressão; Cartuchos de tinta P&B e colorido.

## 4. GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

As águas são muitas, infinitas.  
Em tal maneira é graciosa [a terra] que,  
querendo-a aproveitar, dar-se-á nela tudo;  
por causa das águas que tem.

PERO VAZ DE CAMINHA, 1º de maio de 1500.

### 4.1. Gestão Política e Conceitos Norteadores

O correto gerenciamento dos recursos hídricos constitui-se num dos maiores desafios deste século. Inúmeros organismos mundiais e nacionais que cuidam das questões relativas ao meio ambiente, especialmente da água, têm revelado uma crescente preocupação quanto ao seu uso racional face ao aumento desproporcional do consumo global registrado nas últimas décadas, a degradação dos corpos d'água especialmente nos países emergentes, a destruição das matas ciliares, a erosão dos solos e assoreamento dos rios, a poluição que atinge aquíferos, entre outros problemas.

O gerenciamento dos recursos hídricos insere-se no contexto mais amplo das discussões sobre gestão ambiental, cujo surgimento é fruto de um processo histórico de conscientização ambiental por parte da sociedade em suas diversas esferas (IBAMA, 1994). Essa relação está prevista na lei Federal 9.433 (Política Nacional de Recursos Hídricos) Capítulo 3, artigo 3º, inciso III, por que estabelece em suas diretrizes gerais de ação a integração entre a gestão dos recursos hídricos e a gestão ambiental (LEI FEDERAL, 1997).

A gestão ambiental pode ser entendida como um processo de mediação de interesses e conflitos entre atores sociais que agem sobre os meios físicos, naturais e construídos. Este processo de mediação define e redefine, continuamente, o modo como os diferentes atores sociais, através de suas práticas, alteram a qualidade do meio ambiente e, também, como se distribuem na sociedade os custos e benefícios decorrentes da ação destes agentes (IBAMA, 1994).

Os principais instrumentos da política brasileira de gestão ambiental pública são, de um lado, o comando e controle através do licenciamento, que procura manter os efeitos das atividades antrópicas sob controle. De outro, a conservação, através das unidades de conservação da natureza e corredores para a biota, que procuram conservar as partes mais significativas do ambiente natural e da cultura humana no território nacional.

Conforme o disposto na Lei nº. 6.938/81, em seu Artigo 2º, e modificações posteriores, os instrumentos da PNMA são:

- I - o estabelecimento de padrões de qualidade ambiental;*
- II - o zoneamento ambiental (Regulamento);*
- III - a avaliação de impactos ambientais;*
- IV - o licenciamento e a revisão de atividades efetivas ou potencialmente poluidoras;*
- V - os incentivos à produção e instalação de equipamentos e a criação ou absorção de tecnologia, voltados para a melhoria da qualidade ambiental;*
- VI - a criação de espaços territoriais especialmente protegidos pelo Poder Público federal, estadual e municipal, tais como áreas de proteção ambiental, de relevante interesse ecológico e reservas extrativistas (Redação dada pela Lei nº. 7.804, de 18.07.89);*
- VII - o sistema nacional de informações sobre o meio ambiente;*
- VIII - o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumento de Defesa Ambiental;*
- IX - as penalidades disciplinares ou compensatórias do não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção da degradação ambiental;*
- X - a instituição do Relatório de Qualidade do Meio Ambiente, a ser divulgado anualmente pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA; Inciso incluído pela Lei nº. 7.804, de 18.07.89;*
- XI - a garantia da prestação de informações relativas ao Meio Ambiente, obrigando-se o Poder Público a produzi-las, quando inexistentes; Inciso incluído pela Lei nº. 7.804, de 18.07.89*
- XII - o Cadastro Técnico Federal de atividades potencialmente poluidoras e/ou utilizadoras dos recursos ambientais. Inciso incluído pela Lei nº. 7.804, de 18.07.89.*

Sendo parte de uma abordagem muito mais ampla concernente à gestão ambiental, o gerenciamento dos recursos hídricos vem assumindo nas últimas três décadas grande importância no cenário nacional, especialmente em virtude dos problemas gerados pela degradação das águas por múltiplos usos em diversas áreas de forte concentração urbana e industrial. A água é um recurso natural, vital e condicionante para a manutenção da vida, e de grande importância econômica e social sendo, portanto, um elemento estratégico primordial para a política governamental, no âmbito dos ecossistemas, das políticas desenvolvimentistas e dos agentes sociais. (TUNDISI, 1999).

Entende-se por gerenciamento de recursos hídricos o conjunto de atividades que incluem, no mínimo: planejamento dos recursos hídricos; outorga e fiscalização de

concessões de uso; coordenação dos múltiplos agentes setoriais que atuam ou interferem no setor; e monitoramento da quantidade e da qualidade da água (LEAL, 2000).

Um conceito abrangente de gestão de recursos hídricos é exposto por Lanna (1997, p.744), ao considerá-la como uma “atividade analítica e criativa voltada à formulação de princípios e doutrinas, ao preparo de documentos orientadores e normativos, à estruturação de sistemas gerenciais e à tomada de decisões que têm por objetivo final promover o inventário, uso, controle e proteção dos recursos hídricos”. A gestão dos recursos hídricos é uma decisão política, motivada pela escassez relativa de tais recursos, impondo limitações ao desenvolvimento econômico e social, e está condicionada às pressões decorrentes do desenvolvimento econômico, aumento populacional, expansão da agricultura, pressões regionais, mudanças tecnológicas, mudanças sociais, urbanização, demandas sociais e ambientais, incerteza do futuro (id.).

O Brasil dispõe de grande parte dos recursos hídricos do planeta, embora mal distribuídos nas diversas regiões. Entretanto, as grandes concentrações urbanas que têm se acentuado nas últimas décadas, a forma desordenada da ocupação do solo, o aumento da agricultura irrigada associado ao uso intensivo de fertilizantes químicos e o não tratamento dos efluentes industriais têm sido alguns dos fatores responsáveis pela crescente degradação dos corpos d’água, diminuindo a sua oferta no presente e ameaçando sua disponibilidade para as futuras gerações.

A escassez e o desperdício da água doce representam sérias e crescentes ameaças ao desenvolvimento sustentável e à proteção do meio ambiente. A saúde e o bem-estar do gênero humano, a garantia de alimentos, o desenvolvimento industrial e o equilíbrio dos ecossistemas estarão sob risco se a gestão da água e do solo não se tornar realidade, na presente década, de forma bem mais efetiva do que foi no passado.

Em termos de impactos negativos nos recursos hídricos, segundo TUNDISI (2005), entre as principais atividades humanas, do ponto de vista quanti e qualitativo, que são relevantes, alterando, portanto, o ciclo hidrológico e a qualidade da água, destacam-se:

- Urbanização e despejos de esgoto sem tratamento
- Construção de estradas
- Desvio de rios e construção de canais
- Mineração
- Hidrovias
- Construção de represas
- Atividades industriais

- Agricultura
- Pesca e piscicultura
- Aqüicultura
- Introdução de espécies exóticas
- Remoção de espécies críticas
- Disposição de resíduos sólidos (lixo urbano)
- Desmatamento nas bacias hidrográficas

Esse conjunto de ações tem por consequência os seguintes impactos negativos:

- Eutrofização
- Aumento do material em suspensão e assoreamento de rios, lagos e represas
- Perda da diversidade biológica
- Alterações no ciclo hidrológico e no volume de reservatórios, rios e lagos
- Alterações na flutuação de nível dos rios e nas áreas de inundação
- Contaminação dos aquíferos
- Aumento da toxicidade das águas e sedimentos
- Perda da capacidade tampão (pela remoção de áreas alagadas e florestas

ripárias)

- Expansão geográfica de doenças de veiculação hídrica
- Degradação dos mananciais e das áreas de abastecimento

Como se pode notar, sendo a falta de saneamento urbano um dos maiores problemas da atualidade na contenção da degradação dos corpos hídricos, segundo pesquisa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), tem-se ainda um longo caminho a seguir para se conseguir uma situação satisfatória, se investidos com responsabilidade e volume de recursos financeiros no setor.

Na Tabela 4.1.1, pode-se observar que 47,8% dos municípios brasileiros não têm coleta de esgoto. O Norte é a região com a maior proporção de municípios sem coleta (92,9%), seguido do Centro-Oeste (82,1%), do Sul (61,1 %), do Nordeste (57,1%) e do Sudeste (7,1 %). Os municípios que têm apenas serviço de coleta superam a proporção daqueles que coletam e tratam o esgoto (32,0% e 20,2%, respectivamente). No Sudeste, a região do país com a maior proporção de municípios com esgoto coletado e tratado, somente um terço deles apresenta uma condição adequada de esgotamento sanitário. (IBGE, 2000).

Tabela 4.1.1.: Proporção de municípios, por condição de esgotamento sanitário, segundo as Grandes Regiões do Brasil - 2000.

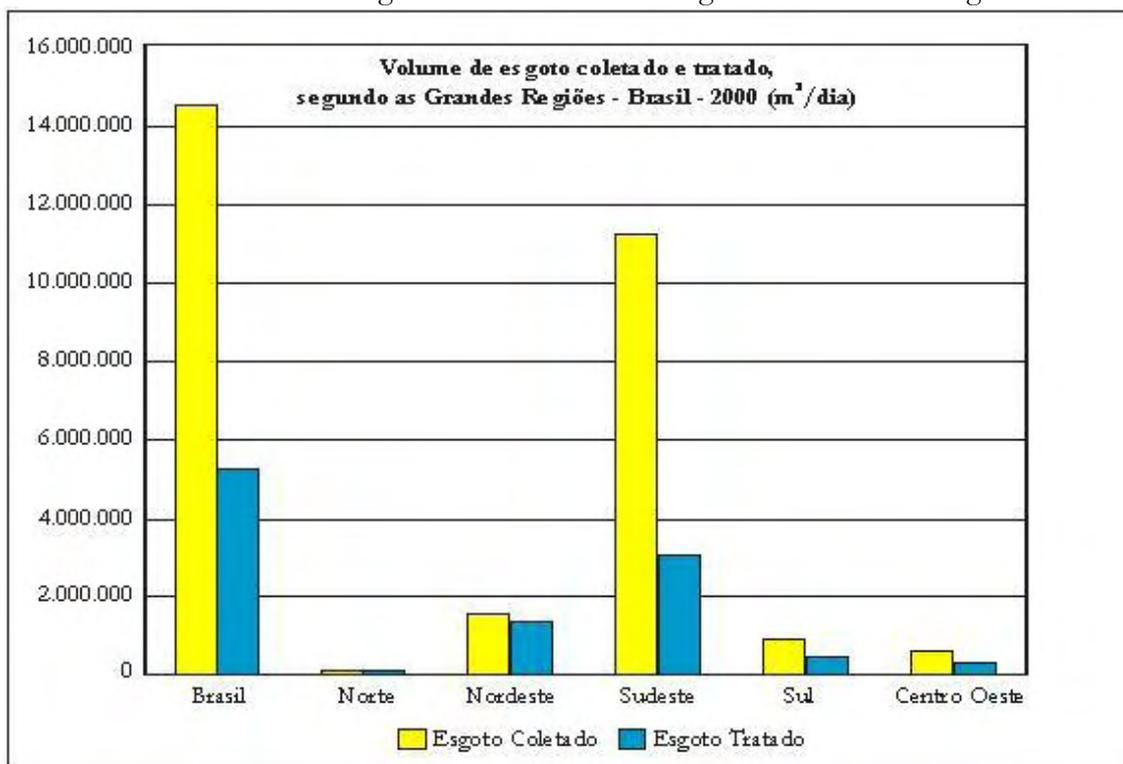
Grandes Regiões	Proporção de municípios, por condição de esgotamento sanitário (%)		
	Sem coleta	Só coleta	Coleta e trata
<b>Brasil</b>	<b>47,8</b>	<b>32,0</b>	<b>20,2</b>
Norte	92,9	3,5	3,6
Nordeste	57,1	29,6	13,3
Sudeste	7,1	59,8	33,1
Sul	61,1	17,2	21,7
Centro-Oeste	82,1	5,6	12,3

Fonte: IBGE, 2000. Org.: J. A. SILVA (2006).

Entre 1989 e 2000, o serviço de saneamento nos municípios cresceu apenas 10% e os esforços das entidades se voltaram para a ampliação do tratamento do esgoto coletado. No período, houve um aumento de 77,4% no tratamento do esgoto coletado pelas empresas, passando de 19,9% para 35,3%. (IBGE, 2000).

No Gráfico 4.1.1, ilustra-se o volume de esgoto coletado e tratado segundo as Grandes Regiões do Brasil no ano de 2000. Fica evidente o longo caminho que o Brasil tem a percorrer para se ter um equilíbrio entre o esgoto coletado e o esgoto tratado para possibilitar, junto com a resolução dos demais impactos negativos uma possível recuperação dos principais corpos hídricos do Brasil e uma conseqüente melhoria na qualidade ambiental de modo geral.

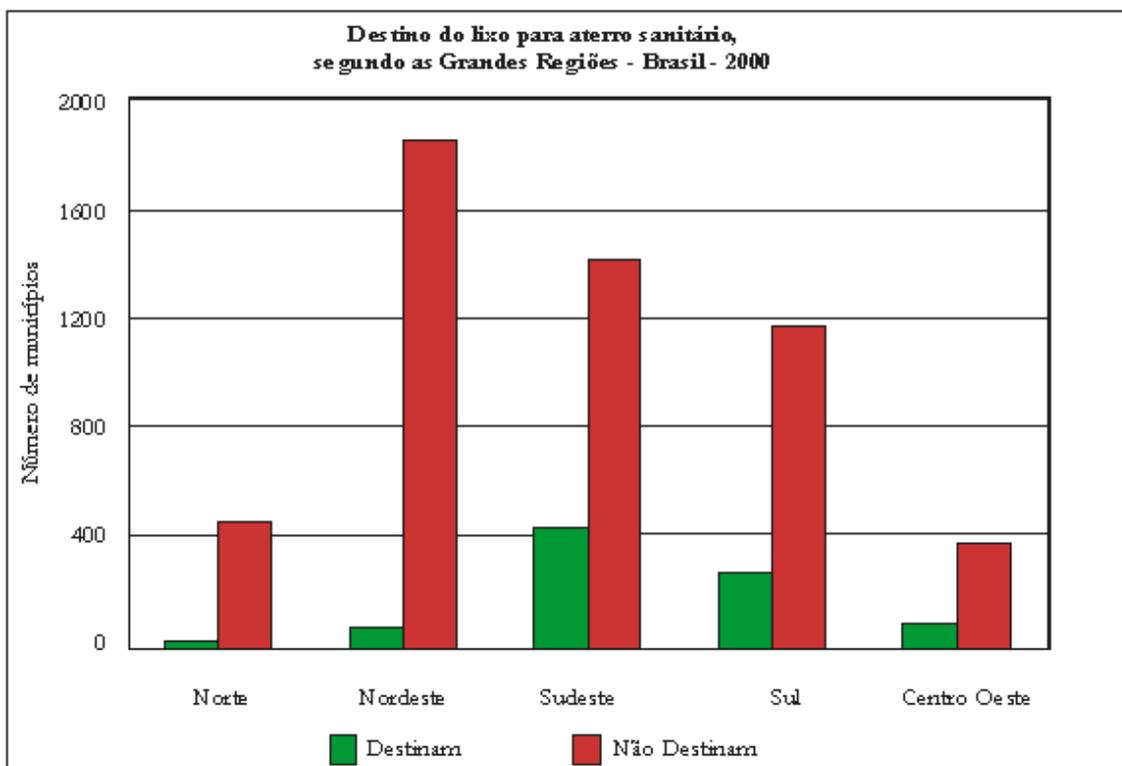
Gráfico 4.1.1.: Volume de esgoto coletado e tratado segundo as Grandes Regiões - 2000.



Fonte: IBGE, 2004. Org.: J. A. SILVA (2006).

Já quanto à qualidade e eficiência nos serviços de limpeza urbana e coleta de lixo, Gráfico 4.1.2, cabe observar que os investimentos nesse setor tendem a aumentar a partir do momento em que se pretende atingir a universalização dos serviços, ou seja, levar os benefícios da coleta regular, dos programas de redução de resíduos, da reciclagem, da limpeza de logradouros e da destinação final adequada a toda população urbana brasileira. (IBGE, 2000). Obviamente que isso depende de posicionamento político para fazer cumprir os programas governamentais.

Gráfico 4.1.2.: Destino do lixo para aterros sanitários, segundo as Grandes Regiões do Brasil.



Fonte: IBGE, 2004. Org.: J. A. SILVA (2006).

Como poder ser observado no Gráfico 4.1.2 a grande maioria dos municípios brasileiros não destinam seus resíduos sólidos domésticos e industriais para aterros sanitários e/ou em valas. No Sudeste e Sul do Brasil há uma sinalização positiva do destino adequado destes resíduos, embora haja um número de municípios que não destinam seus resíduos de forma adequada muito superior aos que destinam. Um bom exemplo desse processo pode ser a situação de coleta e destino dos resíduos nos 26 municípios que compõem o Comitê da Bacia Hidrográfica do Pontal do Paranapanema (CBH-PP) com quase a totalidade dos mesmos destinando de forma adequada seus resíduos sólidos, graças à gestão e fiscalização do CBH-PP e à Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) com o insistente trabalho no processo de adequação dos municípios a um padrão aceitável de gerenciamento dos resíduos sólidos.

Para a gestão adequada e conservação dos recursos hídricos é importante o gerenciamento integrado dos resíduos sólidos, uma vez que pode haver um grau de contaminação elevado das águas se não houver um adequado sistema de coleta, triagem, disposição e confinamento dos resíduos sólidos, com graves conseqüências para o desenvolvimento e qualidade de vida da população regional. (LEAL et al, 2004).

Finalmente o que é possível observar, segundo as grandes estatísticas realizadas pelo IBGE, é que a maioria, dos mais de 5000 municípios brasileiros, apresenta sérios problemas de saneamento básico que agravam a qualidade de vida da população e por décadas vêm degradando de forma progressiva os recursos naturais e em especial os recursos hídricos.

O Brasil, nas últimas duas décadas, enquanto principal mediador do processo de regulação do uso e acesso aos recursos naturais e de proteção ao meio ambiente, vem, em discussão com a sociedade, elaborando e consolidando um modelo de gestão que integra interesses diversos, e amenizando os conflitos provenientes do uso indiscriminado e sem controle dos recursos naturais, resolvendo, assim, mesmo que de forma vagarosa, as contradições postas quando se procura alcançar desenvolvimento econômico e sustentabilidade ambiental.

Na Tabela 4.1.2., pode-se observar uma comparação dos períodos de desenvolvimento e a evolução de tecnologias e avanços institucionais na gestão de recursos hídricos.

Tabela 4.1.2.: Comparação dos períodos de desenvolvimento e a evolução de tecnologias e avanços institucionais na gestão de recursos hídricos.

<b>Período</b>	<b>Países desenvolvidos</b>	<b>Brasil</b>
<b>1945-1960</b> Crescimento industrial e populacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso dos recursos hídricos: abastecimento, navegação, energia etc.</li> <li>• Qualidade da água dos rios</li> <li>• Controle das enchentes com obras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inventário dos recursos hídricos</li> <li>• Início dos empreendimentos hidroelétricos e planos de grandes sistemas</li> </ul>
<b>1960-1970</b> Início da pressão ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controle de efluentes</li> <li>• Medidas não estruturais para enchentes</li> <li>• Legislação para a qualidade da água dos rios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Início da construção de grandes empreendimentos hidroelétricos</li> <li>• Deterioração da qualidade da água de rios e lagos próximos a centros urbanos</li> </ul>
<b>1970-1980</b> Início do controle ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Legislação ambiental</li> <li>• Contaminação de aquíferos</li> <li>• Deterioração ambiental de grandes áreas metropolitanas</li> <li>• Controle na fonte da drenagem urbana da poluição doméstica e industrial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ênfase em hidroelétricas e abastecimento de água</li> <li>• Início da pressão ambiental</li> <li>• Deterioração da qualidade da água dos rios em razão do aumento da produção industrial e da concentração urbana</li> </ul>
<b>1980-1990</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impactos climáticos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução do investimento em</li> </ul>

Interações do ambiente global	globais <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preocupação com a conservação das florestas</li> <li>• Prevenção de desastres</li> <li>• Fontes pontuais e não pontuais</li> <li>• Poluição rural</li> <li>• Controle dos impactos da urbanização no ambiente</li> <li>• Contaminação de aquíferos</li> </ul>	hidroelétricas <ul style="list-style-type: none"> <li>• Piora das condições urbanas: enchentes, qualidade da água</li> <li>• Fortes impactos das secas do Nordeste</li> <li>• Aumento de investimentos em irrigação</li> <li>• Legislação ambiental</li> </ul>
<b>1990-2000</b> Desenvolvimento sustentável	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolvimento sustentável</li> <li>• Aumento do conhecimento sobre o comportamento ambiental causado pelas atividades humanas</li> <li>• Controle ambiental das grandes metrópoles</li> <li>• Pressão para controle da emissão de gases, preservação da camada de ozônio</li> <li>• Controle da contaminação dos aquíferos das fontes não pontuais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Legislação de recursos hídricos</li> <li>• Investimento no controle sanitário das grandes cidades</li> <li>• Aumento do impacto das enchentes urbanas</li> <li>• Programas de conservação dos biomas nacionais: Amazônia, Pantanal, Cerrado e Costeiro</li> <li>• Início da privatização dos serviços de energia e saneamento</li> </ul>
<b>2000</b> Ênfase na água	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolvimento da visão mundial da água</li> <li>• Uso integrado dos recursos hídricos</li> <li>• Melhora da qualidade da água das fontes difusas: rural e urbana</li> <li>• Busca de solução para os conflitos transfronteiriços</li> <li>• Desenvolvimento do gerenciamento dos recursos hídricos dentro de bases sustentáveis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avanço do desenvolvimento dos aspectos institucionais da água</li> <li>• Privatização do setor energético e de saneamento</li> <li>• Diversificação da matriz energética</li> <li>• Aumento da disponibilidade de água no Nordeste</li> <li>• Planos de drenagem urbana para as cidades</li> </ul>

Fonte: Tucci (2000). Org.: J. A. SILVA (2006).

No entanto, o Brasil, com uma das melhores legislações do mundo para gestão ambiental, tem, ainda, encontrado muitas dificuldades para o uso adequado dos seus recursos naturais, entre eles a água. Mas já é verdade que, também hoje, não tem mais aceitado pacificamente a manipulação do meio ambiente. Um bom exemplo disso tem sido o enfrentamento do Comitê Federal da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, que

defende a revitalização da Bacia para garantir água à população do Semi-Árido e prevenir impactos ambientais que agravam a situação de degradação do ecossistema, com o governo federal que insiste na transposição do Rio que desviará água para quatro estados do Nordeste nesta mesma região do Semi-Árido (BIO, 2004).

A bacia hidrográfica do rio São Francisco abrange sete unidades da federação \_ Bahia (48,2%), Minas Gerais (36,8%), Pernambuco (10,9%), Alagoas (2,2%), Sergipe (1,2%), Goiás (0,5%), e Distrito Federal (0,2%) \_ e 504 municípios (cerca de 9% do total de municípios do país) tendo grande importância regional não apenas pelo volume de água transportado em uma região semi-árida, mas também pelo potencial hídrico passível de aproveitamento e por sua contribuição histórica e econômica para a região (CBH-SF, 2004).

Este Comitê vem desde sua criação, em 2001, demonstrando a força política da comunidade regional no gerenciamento dos recursos hídricos e dando exemplo na divulgação ao público dos dados e informações produzidos por vários órgãos e instituições na busca dos caminhos para revigorar e trazer “vida” ao velho Chico.

Hoje o SISRH do CBH-SF está baseado na Rede de Informações da Bacia do São Francisco (RISF) \_ projeto de formação de um coletivo de entidades produtoras de conhecimento sobre esta bacia, interessadas em, de um lado, compartilhar esforços com a intenção de dividir responsabilidades e custos e, de outro, disponibilizar este conhecimento para toda a sociedade. A RISF baseada em “referências metadados” permite a localização de informações nos acervos de cada uma das entidades participantes da rede, permitindo assim uma boa articulação política entre as entidades e a comunidade regional. Na Figura 4.1.1 é mostrado a página eletrônica da RISF.

Além da RISF, o portal do CBH-SF, Figura 4.1.2, é mais um meio de divulgação das informações sobre os recursos hídricos, sendo possível encontrar toda a documentação produzida no processo de gestão dos recursos hídricos desta Bacia. A divulgação destas informações à comunidade regional abre novos horizontes na forma de todos verem e tratarem com a bacia.

Figura 4.1.1: Página eletrônica da RISF.



Fonte: ANA. Brasília: 2006. Disponível em: < <http://risf.ana.gov.br>>. Acesso em: abril 2006.

Figura 4.1.2.: Página eletrônica do CBH-SF.



Fonte: CBH-SF. Brasília: 2006. Disponível em: <<http://www.cbhsaofrancisco.org.br>>. Acesso em: abril 2006.

São várias as políticas e ações governamentais para proteção do meio ambiente no Estado brasileiro. No entanto, a Política Nacional de Recursos Hídricos e as políticas estaduais, com seus modelos de gestão por bacias hidrográficas, parecem expressar bem os desafios e oportunidades colocadas para essa empreitada.

Na década de 1990 e início da década de 2000 foram criados números significativos de comitês de bacias hidrográficas, em escala federal e estadual, demonstrando o interesse e a participação da sociedade no processo.

Na tabela 4.1.3, relacionam-se os comitês de bacias hidrográficas criados no Brasil para gestão participativa e integrada dos recursos hídricos, nos últimos doze anos.

Tabela 4.1.3.: Organização política da gestão de recursos hídricos no Brasil.

<b>COMITÊS FEDERAIS</b>		
<b>Nome do Comitê</b>	<b>Unidades da Federação</b>	<b>Ano de Criação</b>
Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul	São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais	1996
Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Muriaé e Pomba	Minas Gerais e Rio de Janeiro	2001

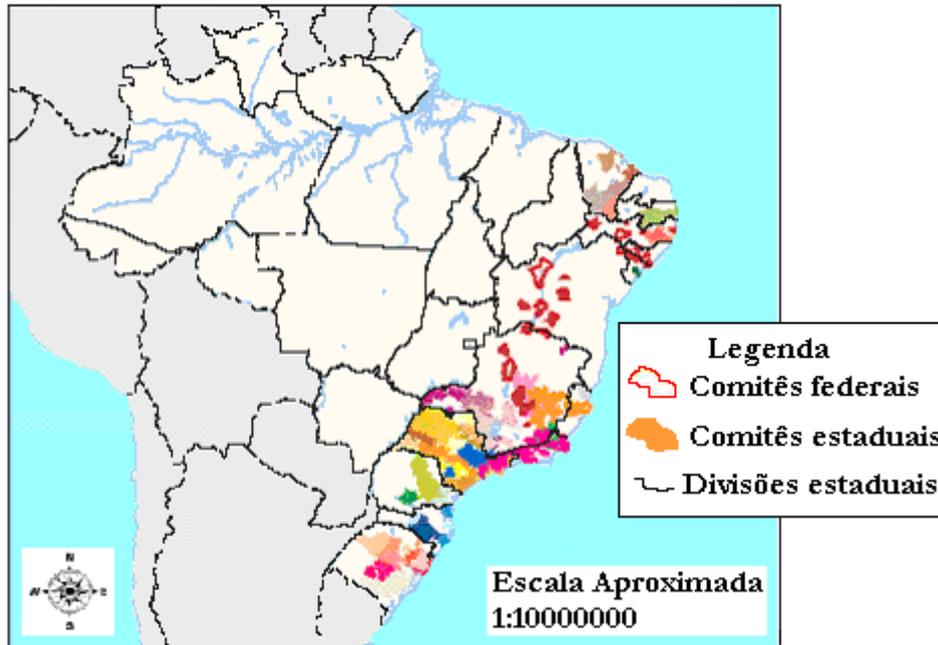
Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco	Minas Gerais, Goiás, Distrito Federal, Bahia, Pernambuco, Sergipe e Alagoas	2001
Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce	Minas Gerais e Espírito Santo	2002
Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba-Capivari-Jundiá	Minas Gerais e São Paulo	2003
COMITÊS ESTADUAIS		
Estado	Nome do Comitê	Ano de Criação
Ceará	Curu	1997
	Baixo Jaguaribe	1998
	Alto Jaguaribe	2002
	Salgado	2002
	Médio Jaguaribe	s/d
São Paulo	Aguapeí/Peixe	1991
	Piracicaba/Capivari/Jundiá	1991
	Baixo Tietê	1994
	Paraíba do Sul	1994
	Médio Paranapanema	1994
	Sorocaba/Médio Tietê	1995
	Tietê/Jacaré	1995
	Baixada Santista	1995
	Turvo/Grande	1995
	Ribeira do Iguape/Litoral Sul	1996
	Sapucaí-Mirim/Grande	1996
	Alto Paranapanema	1996
	Mogi-Guaçu	1996
	Pardo	1996
	Pontal do Paranapanema	1996
	Tietê/Batalha	1996
	Litoral Norte	1997
	São José dos Dourados	1997
Baixo Pardo/Grande	1997	
Alto Tietê	1998	
Serra da Mantiqueira	2001	
Paraíba	Paraíba	s/d
Pernambuco	Pirapama	1998
	Jaboatão	2001
	Ipojuca	2002
	Mundau	2002
	Uma	2002
Sergipe	Sergipe	2002
Minas Gerais	Pará	1993
	Mosquito	1998
	Rio Verde	1998
	Afluentes Mineiros dos Rios Mogi-Guaçu e Pardo	2000
	Paraopeba	2000
	Piracicaba	2000

	Afluentes Mineiros do Médio Rio Grande	em instalação
	Afluentes Mineiros do Baixo Parnaíba	em instalação
	Sapucaí	em instalação
	Araguari	s/d
	Velhas	s/d
Espírito Santo	Itaúnas	1998
	Jacaraípe	2002
Paraná	Alto Iguaçu e Alto Ribeira	2002
	Jordão	2002
	Tibagi	2002
Santa Catarina	Tubarão e Complexo Lagunar	1997
	Cubatão-Joinville	2000
	Itapocu	2001
	Tijucas	2001
	Peixe	2002
Rio Grande do Sul	Sinos	1988
	Gravataí	1989
	Caí	1998
	Taquari-Antas	1998
	Pardo	1999
	Tramandaí	1999
	Vacacaí e Vacacaí-Mirim	1999
	Camaquã	2000
	Alto Jacuí	2001
Ijuí	2002	

Fonte: Agência Nacional de Água (ANA); Comitê de Bacias Hidrográficas / Atlas de Saneamento – IBGE, 2004. Org.: J. A. SILVA (2004).

No Mapa 4.1.1, pode-se ter uma visão geral da espacialização dos comitês de bacias hidrográficas no Brasil, ficando evidente a concentração destes colegiados nas regiões geográficas com grandes concentrações populacionais, coincidindo com as regiões de maior poder nas decisões políticas e econômicas, a exemplo do Sudeste brasileiro.

Mapa 4.1.1.: Espacialização dos Comitês de Bacias Hidrográficas no Brasil.



Fonte: IBGE, 2004. Org.: J. A. SILVA (2004).

O quadro atual de gestão política das águas se consolida, como visto na Tabela 4.1.3, em contraposição à situação colocada na década de 1970, com uma legislação destinada a regular o uso e o acesso aos recursos hídricos no país que, embora abrangente, não correspondia mais aos problemas ambientais específicos gerados no contexto do desenvolvimento industrial. As fontes de conflitos entre múltiplos usuários se multiplicavam com a construção de hidrelétricas; com o depósito de esgotos urbanos e industriais no leito dos rios; com a contaminação dos lençóis freáticos pela indústria e pela agricultura; com o aumento da demanda de água tratada nos centros urbanos e com a expansão da agricultura irrigada, entre outros fatores desestabilizadores das relações sociais contempladas no Código de Água de 1934, Decreto – Lei Federal nº 24.643/34. (CUNHA E GUERRA, 2003).

Esses conflitos passam a se intensificar nas décadas de 80 e 90 e possuem identidade. Em São Paulo, por exemplo, os principais conflitos de uso dos recursos hídricos acontecem nas bacias industrializadas situadas à Leste do Estado, em especial as do Alto Tietê, do Piracicaba-Capivari-Jundiaí, do Sorocaba, do Paraíba do Sul e do Mogi-Guaçu. Todos tendo como fator fundamental da geração dos conflitos a poluição das águas que passam a ter padrões inadequados para os usos mais exigentes.

Atualmente os Comitês Piracicaba-Capivari-Jundiá e Paraíba do Sul já deram início à implementação da cobrança pelo uso da água como um dos instrumentos de fiscalização para o uso mais adequado dos recursos hídricos.

Nas bacias com grandes demandas de água para a agroindústria e a irrigação ocorrem ao mesmo tempo conflitos quantitativos e qualitativos entre irrigantes, e entre a irrigação e os sistemas de abastecimento público. Os exemplos mais expressivos são as bacias do Baixo Pardo (município de Guaira e adjacentes), do Piracicaba (município de Atibaia e outros próximos), do rio Sorocaba (municípios de Ibiúna e Piedade), do Sorocaba, e do Alto Paranapanema (municípios de Itu, Tatuí e Itapetininga).

As grandes reversões de águas entre bacias como a do sistema Pinheiros-Billings-Cubatão, através do qual as águas do Alto Tietê são revertidas para a Baixada Santista, e a do sistema Cantareira, que importa águas das cabeceiras do rio Piracicaba para abastecimento da Região Metropolitana da Grande São Paulo, são exemplos de conflitos inter-regionais.

No Pontal do Paranapanema há o exemplo da transposição das águas da bacia hidrográfica do Rio do Peixe para o abastecimento público da Cidade de Presidente Prudente que destinam as águas residuárias para a bacia hidrográfica do Rio Santo Anastácio.

Esses conflitos podem se acirrar dependendo do quadro ambiental regional que ao longo do tempo vem se degradando, diante da falta de cuidado com os recursos naturais por parte do governo e da sociedade.

O reservatório Billings, por exemplo, foi concebido como depósito de regularização das águas do Alto Tietê para geração de energia elétrica nas Usinas Henry Borden, construídas pela empresa canadense Ligth, que integram atualmente o patrimônio da Empresa Metropolitana de Água e Energia (EMAE) do Governo do Estado de São Paulo. Ao longo do tempo esse reservatório assumiu outras funções como abastecer de água o ABC, a partir da captação no braço do rio Grande próximo à via Anchieta, e controlar as enchentes no canal do rio Pinheiros, por mau uso e ocupação dos solos, mediante as usinas reversíveis de Pedreira e de Traição. Com a reversão das águas à jusante das descargas das usinas no rio Cubatão, foram implantados os sistemas de abastecimento das cidades de Santos e de São Vicente, das indústrias do pólo petroquímico de Cubatão e da Companhia Siderúrgica Paulista (COSIPA).

Quando foi incluído na Constituição do Estado de São Paulo de 1989 o dispositivo que restringia os bombeamentos das águas do canal do Pinheiros para a Billings, os usos

precedentes e os decorrentes, como geração hidrelétrica e abastecimento de água industrial de Cubatão, deram lugar à recuperação do reservatório Billings e ao abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo que, entretanto, precisam conciliar-se com o controle de cheias do rio Pinheiros.

Por outro lado, a reversão de águas da bacia do rio Piracicaba para o Alto Tietê traz benefícios consideráveis, como a garantia de 33 m<sup>3</sup>/s de água de excelente qualidade para o abastecimento de mais de 10 milhões de habitantes da Região Metropolitana de São Paulo. Isso, porém, implica a diminuição da água na bacia doadora, cuja comunidade se vê no direito de reivindicar retribuição financeira pelo seu fornecimento.

Agora com a Lei n.º. 12.183, de 29 dezembro de 2005, que dispõe sobre a cobrança pela utilização dos recursos hídricos do domínio do Estado de São Paulo, os procedimentos para fixação dos seus limites, condicionantes e valores dando outras providências, como ficarão esses acordos? Pode-se ter um maior acirramento na disputa pela água.

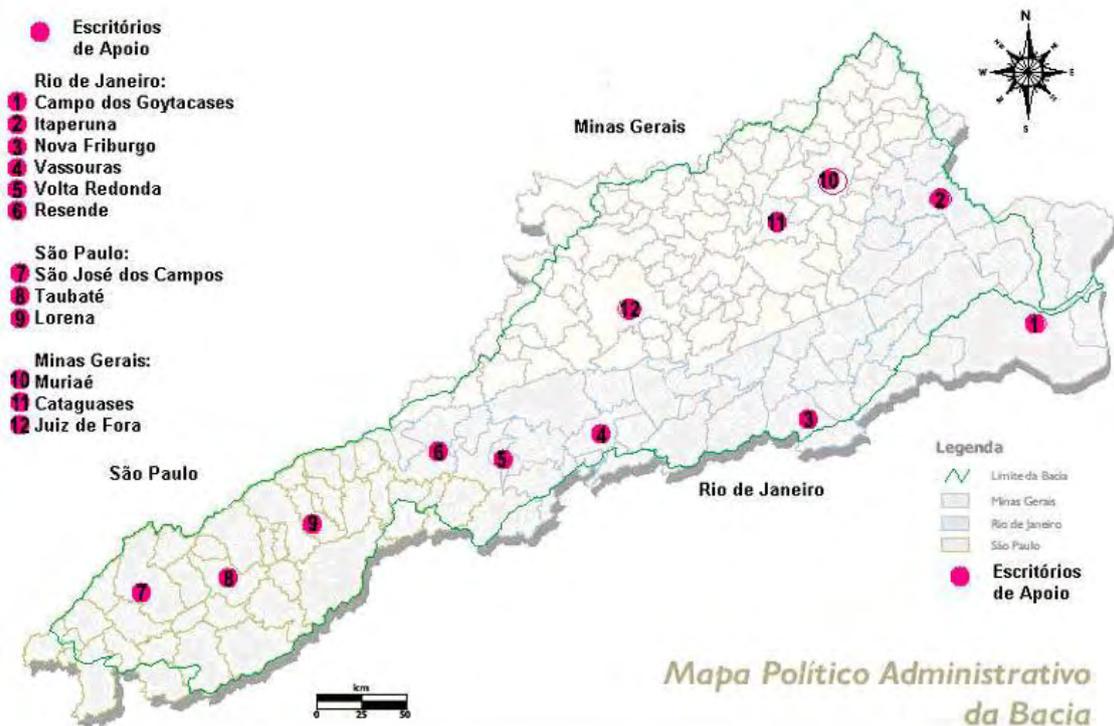
O esforço no sentido da cobrança pelo uso da água se efetivou no Brasil com a implementação desse processo no Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CBH-PS), Tabela 4.1.4 e Mapa 4.1.2, e mais recentemente, 2006, início do processo de implementação no Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (CBH-PCJ), baseado na Lei n.º. 12.183/2005.

Tabela 4.1.4.: Valores da cobrança pelo uso da água no CBH-PS.

Valores Arrecadados na Bacia do Rio Paraíba do Sul – Anual		
ANOS	2003	2004
Total	5.903.529,11	5.485.579,06

Fonte: ANA/GEARR, 2004. Org.: J. A. SILVA (2006).

Mapa 4.1.2.: Mapa político administrativo do CBH-PS: experiência brasileira na cobrança pelo uso da água.



Fonte: ANA/GEARR, 2004.

Esses conflitos podem ser objeto de estudos de engenharia e de modelos matemáticos para orientar e balizar decisões. Mas serão insuficientes se não considerarem os componentes e os fatores sociais, econômicos e ambientais que não podem ser quantificados como o valor da energia elétrica gerada ou qualquer outro produto.

Um dos grandes desafios para os profissionais de recursos hídricos é, com certeza, como enfrentar esses conflitos e viabilizar as soluções propostas (BARTH, 2000).

Hoje, com o sistema nacional e os sistemas estaduais de gerenciamento de recursos hídricos, em consolidação, vislumbraram-se as possibilidades de um diálogo mais profícuo para se regularem as formas de uso em busca de uma melhor gestão dos recursos hídricos no Brasil.

Outros países, nesse período discutido, década de 70 em diante, como Canadá, Japão, EUA, Inglaterra, Itália e Bélgica, buscaram resolver os seus conflitos revendo a forma de gestão se envolvendo em processos de revisão de suas legislações sobre o uso da água (MIGLIARI JÚNIOR, 2001).

Os modelos de gestão implantados no plano local ou regional foram fundamentados nas bacias hidrográficas, recorte espacial/territorial que incluía não apenas os rios, afluentes e reservatórios subterrâneos, mas também outros elementos da paisagem

física e social. As áreas de várzeas, contudo, receberam atenção especial por serem ecologicamente mais vulneráveis e por concentrarem, normalmente, maior percentual do contingente populacional. A conservação de bacias hidrográficas é uma estratégia que visa a proteger e restaurar a qualidade ambiental e, conseqüentemente, os ecossistemas aquáticos. Essa abordagem baseia-se na constatação de que muitos dos problemas de qualidade e quantidade de água são evitados ou resolvidos de maneira eficaz por meio de ações que focalizem a bacia hidrográfica como um todo \_ as atividades desenvolvidas em sua área de abrangência e os atores envolvidos.

O Brasil, com a crescente percepção da necessidade de mudança nos mecanismos de regulação do uso dos recursos hídricos, deu origem ao Projeto de Lei 2.249, encaminhado pelo governo federal ao Congresso Nacional em 1991.

Esse projeto foi transformado na Lei 9.433/97 (conhecida como Lei das Águas) , que estabeleceu os princípios básicos para a gestão dos recursos hídricos no país: a) a adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento, b) o reconhecimento de que a água é um bem econômico, c) a necessidade de serem contemplados os usos múltiplos existentes e potenciais do recurso e d) a implantação de um modelo de gestão descentralizado e participativo (LUCHINI, 2000).

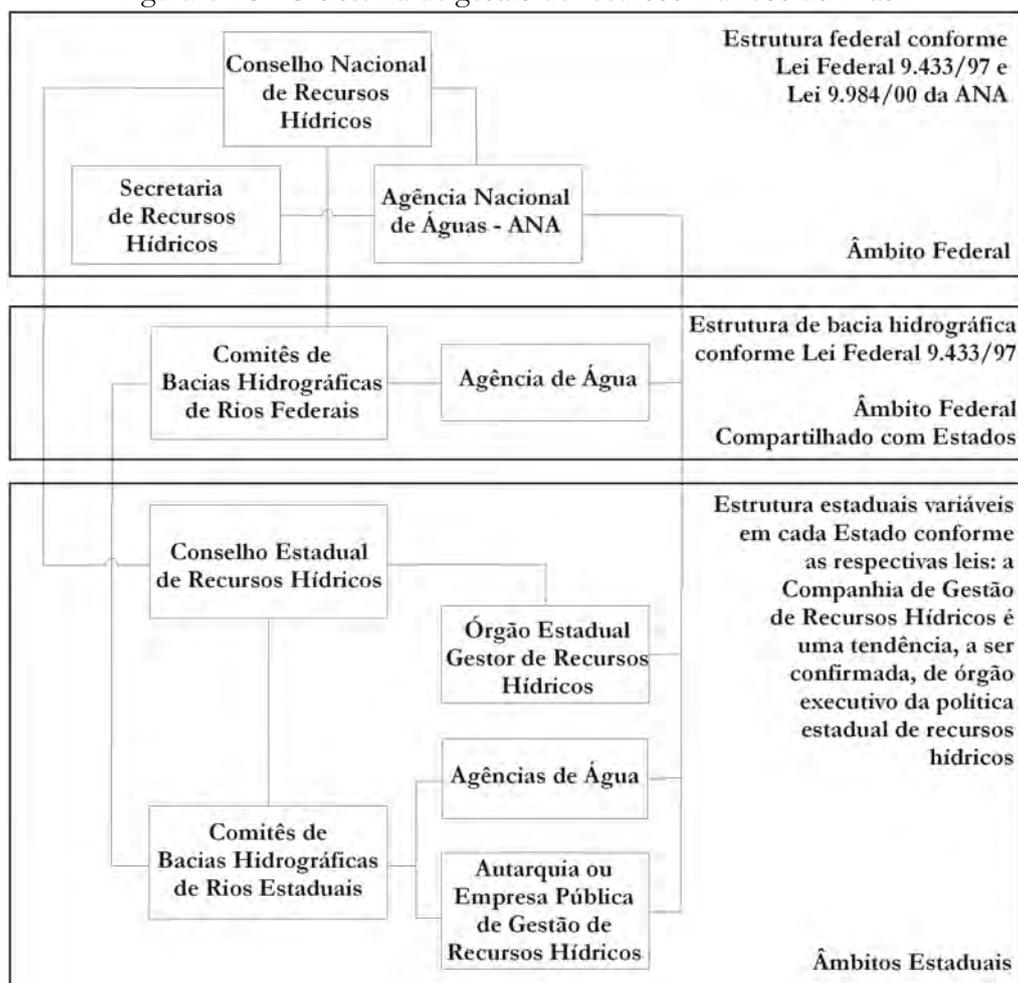
Ainda que seja um conceito novo em termos de gestão, a bacia hidrográfica é uma unidade de investigação antiga no campo da Geografia Física. É definida pela área de drenagem de um rio principal e de seus tributários. As bacias são compostas de diferentes ecossistemas, a exemplo das várzeas, terra firme etc. Os limites territoriais das bacias hidrográficas ou de seus subsistemas nem sempre coincidem com as delimitações político-administrativas, de modo que uma mesma bacia pode ser compartilhada por diferentes países, estados ou municípios, desta forma, dentro de uma visão dialética, abrem-se caminhos para se pensar uma nova gestão ambiental ou gestão dos recursos hídricos em que a sociedade é sujeito e não objeto que se submete à natureza. Ela própria (a sociedade) compõe a natureza e aí está o cerne do equilíbrio ambiental e o caminho para a gestão sustentável do meio.

A bacia é uma realidade física, mas também é um conceito socialmente construído. Passa a ser um campo de ação política, de partilha de responsabilidade e de tomada de decisões. Problemas com desmatamento, mudanças microclimáticas, contaminação dos rios, erosão, enchentes e tensões físico-sociais de naturezas diversas impuseram a necessidade de cooperação entre diferentes esferas administrativas, levando à constituição de um novo arranjo institucional cristalizado na forma de comitês de bacia.

O Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, criado pela Lei 9.433 e regulado pelo Decreto 2.612, de 1998, estabelece regras para a criação e funcionamento dos comitês de bacia. Esses comitês são definidos como fórum de decisão no âmbito de cada bacia hidrográfica e também são formados por representantes dos usuários dos recursos hídricos, da sociedade civil organizada e dos três níveis de governo. Estabeleceu-se, ainda, a criação de agências de águas, que apoiarão um ou mais comitês de bacia. As agências deverão, entre outros objetivos, realizar os estudos necessários para a gestão dos recursos hídricos nas áreas em que atuarem.

Na Figura 4.1.3, pode-se observar o fluxograma do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos de acordo com a Lei 9.433/1997. Segundo Tundisi (2005), essa estrutura do sistema de gestão está muito inter-relacionada com a avaliação econômica dos recursos hídricos e com as tradições e inovações que se incorporam ao sistema de gestão.

Figura 4.1.3.: O sistema de gestão de recursos hídricos do Brasil.



Fonte: Lanna, 2000 apud Tundisi, 2005.

As discussões travadas no âmbito da Secretaria de Recursos Hídricos (SRH), atualmente vinculada ao Ministério do Meio Ambiente, levaram à criação, em 2000, da Agência Nacional da Água (ANA), que tem, entre suas atribuições, a cobrança pelo uso da água, constitucionalmente considerada como um bem público. Embora o processo de arrecadação dos recursos financeiros seja uma atribuição da ANA e das entidades estaduais, a aplicação desses recursos deverá ser descentralizada e vinculada a contratos de gestão, a serem estabelecido entre a ANA e as entidades estaduais outorgantes e cada agência de água. Todo processo se dará, portanto, sob intermediação dos comitês de bacia (LUCHINI, 2000).

A definição da bacia hidrográfica como unidade geográfica pertinente para atender a objetivos propostos por organizações institucionais emergentes não é apenas um reconhecimento do peso da dimensão ecológica, mas também das dimensões sociais, culturais e políticas na compreensão da complexidade dos processos ambientais.

O modelo de gestão das bacias hidrográficas, adotado na legislação brasileira, é baseado nos pressupostos do co-manejo e da descentralização das tomadas de decisão. Nesse sentido, os comitês de bacia e as agências de água representam (re)arranjos institucionais com o objetivo de conciliar interesses diversos e muitas vezes antagônicos, assim como controlar conflitos e repartir responsabilidades.

Após introduzir questões que se julgam essenciais, para compreensão das políticas hídricas no Estado Brasileiro, faz-se importante discutir os aspectos da legislação que são apresentados no item seguinte.

## **2. A Legislação Federal**

Considera-se o Código de Água uma das primeiras legislações voltadas para as gestões a favor da conservação dos recursos hídricos, até hoje serve de base para as leis atuais. Nesse decreto são apresentados os primeiros parâmetros de qualidade da água no que se refere ao abastecimento nas áreas de saúde pública e de engenharia sanitária no país.

Com o impulso de uma visão ampla e futurista, promulgou-se o Código de Águas pela necessidade do Brasil possuir uma legislação que controlasse o aproveitamento industrial das águas e, em especial, garantisse o uso racional, sem deixar de assegurar o uso gratuito para as necessidades básicas da vida.

O código definiu que as águas brasileiras constituiriam parte dos recursos naturais, incorporando-as ao domínio público. Assinala que o aproveitamento das águas de uso comum pode ser gratuito ou tributado conforme as leis e os regulamentos da circulação administrativa a que pertencerem. (Decreto – Lei Federal nº. 24643/1934).

Outro avanço na legislação das águas foi a Constituição Federal de 1946 que facultou aos estados o poder de legislar sobre as águas, o que não aconteceu pelo desconhecimento dos seus usos múltiplos. Entretanto, a Constituição Federal de 1988 determinou que o controle sobre a legislação das águas fosse exclusiva da União, o que logo privilegiou o sistema hidrelétrico brasileiro, deixando em segundo plano o problema da poluição da água e seus múltiplos usos. (MARIANO, 1996).

A Constituição Federal de 1988 em seu artigo 225 inclui pela primeira vez a questão ambiental no texto constitucional (CORRÊA, 1991). Ela trata da necessidade de proteção dos espaços territoriais pelo Poder Público, do estudo prévio de impacto ambiental para obras ou empreendimentos que produzam degradação do meio ambiente e as penalizações

para suas infringências. Com isso, abre espaço para que as Constituições Estaduais e leis ordinárias possam disciplinar a questão dos recursos hídricos e o seu gerenciamento.

Na mesma Constituição há uma preocupação com o aproveitamento do uso das águas subterrâneas e de evitar a poluição. Enunciava que ninguém poderia causar atos lesivos que fizessem perder a qualidade das águas para uso de terceiros. O Artigo 110, por exemplo, considera que a salubridade das águas deverá manter-se, sua falta será assumida pelos infratores que, além da responsabilidade criminal, responderão pelas perdas e danos que causarem e pelo pagamento de multas. Percebe-se que neste mesmo artigo já estava contemplado o pagamento pela perda da qualidade da água, situação que, na atualidade, aborda-se como “poluidor-pagador”.

Observa-se que alguns pontos tratados no Código da Águas até hoje estão sendo discutidos, embora alguns deles já tenham sido legislados. As necessidades, entre outras de aprimorar o uso múltiplo do recurso hídrico, de resolver conflitos como lançamento de esgoto doméstico ou da conservação e preservação dos corpos de água, obrigaram a que se criassem novas leis. A identificação dos direitos dos usuários, no Código de Águas, fomentou a criação, inicialmente, da Política Estadual de Recursos Hídricos em São Paulo e, depois, da Política Nacional de Recursos Hídricos, que poderão ser observadas de forma mais detalhadas a seguir.

A lei federal nº. 9.433 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, entre outras providências, foi promulgada em 1997, a partir da legislação paulista que a precedeu. Ela consolida a água como um bem de domínio público, escasso, que precisa ter seu uso protegido. Essa lei estabelece, também, os requisitos mínimos à elaboração dos planos de gerenciamento de recursos hídricos, bem como os usos sujeitos ou não à outorga pelo Poder Público e sua cobrança.

Do artigo 37 ao 40 a lei estabelece as atribuições dos Comitês de Bacia Hidrográfica. Uma das mais importantes, pelo seu caráter de envolvimento com os agentes das comunidades é a promoção de debates entre usuários, governo e sociedade civil e a articulação entre as entidades intervenientes. Da agilidade de atuação desses Comitês depende fundamentalmente o sucesso do gerenciamento dos recursos hídricos da bacia, pois a complexidade dos problemas que surgem face aos interesses individuais dos usuários requerem uma atuação firme e ao mesmo tempo conciliadora de seus representantes.

Os Comitês de Bacia Hidrográfica, conforme estabelece a norma, são compostos por representantes da União, dos Estados e Municípios, dos usuários das águas e das entidades civis de recursos hídricos com atuação na bacia.

A implementação da lei federal nº. 9.433, no seu sentido pleno, depende da participação de todos os segmentos da sociedade de forma permanente e assídua. E não somente por interesse econômico.

### **3. A Legislação Paulista**

Em 1989 a Constituição do Estado de São Paulo amplia a abordagem feita pela Constituição Federal de 1988 e cria em seus artigos 205 a 213 uma seção específica sobre os recursos hídricos e sua proteção. Cria o sistema integrado de gerenciamento de recursos hídricos, proíbe o lançamento de efluentes e esgotos urbanos e industriais sem tratamento nos corpos de água e estipula a cobrança pelo uso da água, entre outras medidas.

Duas leis ordinárias de fundamental importância para a gestão dos recursos hídricos foram editadas pelo Governo do Estado de São Paulo na década de 1990: a lei nº. 7.663 de 30 de dezembro de 1991 e a lei nº. 9.034 de 27 de dezembro de 1994. Essas leis, além de avançarem bastante na regulação da proteção aos recursos hídricos do Estado, serviram de base à formulação das políticas federais para o tema, consubstanciadas posteriormente na Lei Federal nº. 9.433 de 08 de janeiro de 1997.

A primeira delas, de 1991, cria a Política Estadual de Recursos Hídricos que, entre outros princípios, estabelece a bacia hidrográfica como unidade físico-territorial e o seu gerenciamento de forma descentralizada, participativa e integrada. Estabelece ainda as normas do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SIGRH visando à utilização racional dos recursos hídricos e sua proteção e à defesa contra eventos hidrológicos críticos. A referida lei estipula os instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos, a saber: outorga de direitos de uso dos recursos hídricos, caracterização das infrações e penalidades, cobrança pelo uso dos recursos hídricos, rateio de custos das obras comuns ou compartilhadas.

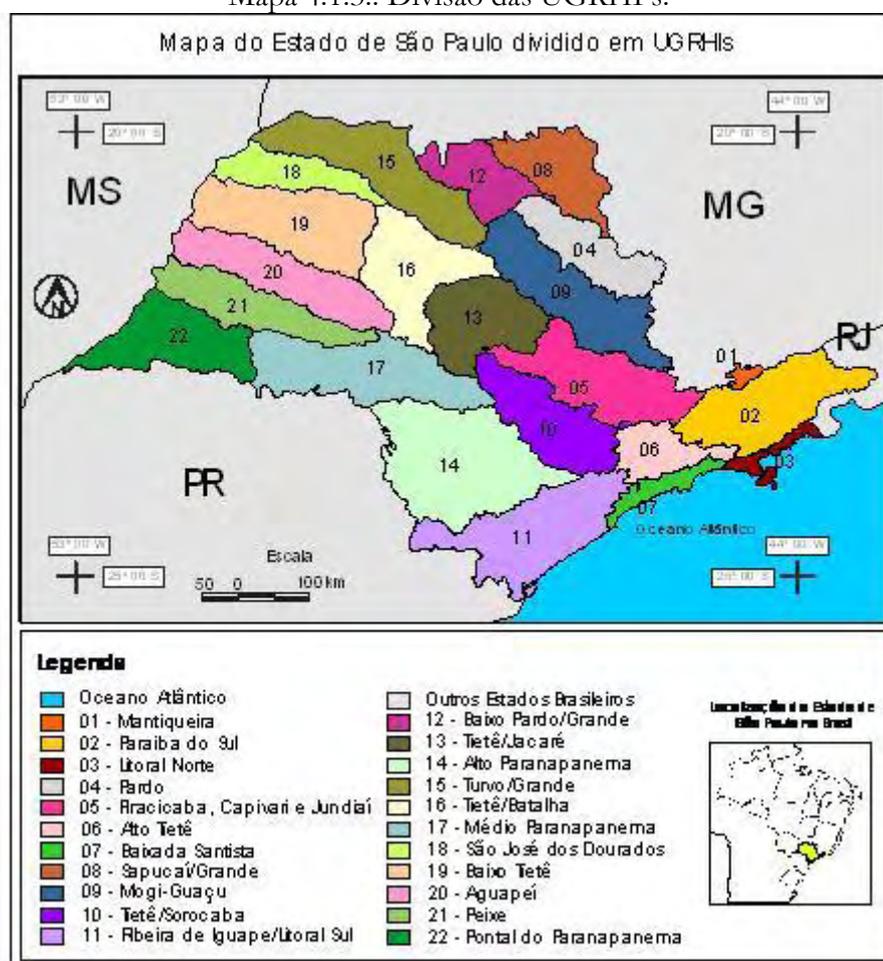
A referida norma estabelece ainda a criação do Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH e a criação dos Planos de Bacias Hidrográficas, bem como o suporte financeiro - Fundo Estadual de Recursos Hídricos - FEHIDRO.

A segunda norma citada, de 1994, regulamenta a lei de 1991, faz o detalhamento da divisão hidrográfica do Estado de São Paulo em 22 Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHI que orientam a criação dos Comitês de Bacia conforme o artigo 4º da referida lei. A Bacia Hidrográfica do Pontal do Paranapanema recebe o nº. 22 na divisão do Estado de São Paulo, como ilustrado no Mapa

4.1.3. Estabelece também os Programas de Duração Continuada (PDC's), parágrafo único do artigo 18º e artigo 19º da mesma lei.

Os PDC's são parâmetros orientadores para as atividades de gestão de recursos hídricos e são caracterizados por programas com subdivisões temáticas com respectivas ações e metas que subsidiam o desenvolvimento das atividades executadas dentro do sistema paulista. Com a Deliberação CRH nº 55, de 15 de abril de 2005, em função do Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH 2004/2007, dá-se nova redação aos PDC's. No Quadro 4.3.1 pode-se verificar uma síntese dos PDC's vigentes para PERH 2004/2007.

Mapa 4.1.3.: Divisão das UGRHI's.



Fonte: CBH-AP, 2003.

**PDC 1: BASE DE DADOS, CADASTROS, ESTUDOS E LEVANTAMENTOS - BASE**

*Subprogramas*

- Desenvolvimento do sistema de informações e de planejamento de recursos hídricos
- Monitoramento da quantidade e da qualidade dos recursos hídricos
- Monitoramento dos usos da água
- Estudos e levantamentos visando à proteção da qualidade das águas subterrâneas
- Identificação e monitoramento das fontes de poluição das águas

**PDC 2: GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS – PGRH**

*Subprogramas*

- Gerenciamento dos recursos hídricos
- Articulação institucional com entidades relacionadas aos recursos hídricos, públicas e privadas

**PDC 3: RECUPERAÇÃO DA QUALIDADE DOS CORPOS D'ÁGUA - RQCA**

*Subprogramas*

- Tratamento dos efluentes dos sistemas urbanos de água e esgoto
- Estudos, projetos e obras para a prevenção e/ou contenção da erosão e os efeitos da extração mineral
- Apoio ao controle das fontes de poluição, inclusive as difusas
- Sistemas de saneamento, em caráter supletivo, nos municípios com áreas protegidas

**PDC 4: CONSERVAÇÃO E PROTEÇÃO DOS CORPOS D'ÁGUA – CPCA**

*Subprogramas*

- Proteção e conservação dos mananciais
- Parceria com municípios para proteção de mananciais locais de abastecimento urbano

**PDC 5: PROMOÇÃO DO USO RACIONAL DOS RECURSOS HÍDRICOS – URRH**

*Subprogramas*

- Racionalização do uso da água no sistema de abastecimento urbano
- Disciplinamento do uso da água na agricultura irrigada e promoção do seu uso racional
- Racionalização do uso da água na indústria e orientação à localização industrial

**PDC 6: APROVEITAMENTO MÚLTIPLO DOS RECURSOS HÍDRICOS – AMRH**

*Subprogramas*

- Implantação de obras de aproveitamento múltiplo e/ou controle dos recursos hídricos

- Incentivos ao uso múltiplo dos recursos hídricos nos municípios afetados por reservatórios
- Desenvolvimento do potencial da navegação fluvial
- Aproveitamento do potencial hidrelétrico remanescente

### **PDC 7: PREVENÇÃO E DEFESA CONTRA EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS - PDEH**

#### ***Subprogramas***

- Apoio à implementação de ações não estruturais de defesa contra inundações
- Implementação de ações estruturais de defesa contra inundações
- Monitoramento dos indicadores de estiagem prolongada
- Administração das conseqüências de eventos hidrológicos extremos de estiagem prolongada

### **PDC 8: CAPACITAÇÃO TÉCNICA, EDUCAÇÃO AMBIENTAL E COMUNICAÇÃO SOCIAL – CCEA**

#### ***Subprogramas***

- Desenvolvimento tecnológico, capacitação de recursos humanos e comunicação social

Fonte: SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. Deliberação CRH nº. 55, de 15 de abril de 2005. Org.: J. A. SILVA (2006).

No PDC 1 (base de dados, cadastros, estudos e levantamentos) subprograma relacionado ao SISRH, Tala 4.3.1, fica evidente a demanda de pesquisas para o setor, discussão feita na presente tese.

Tabela 4.3.1: SISRH no PDC's 1 do Sistema Paulista.

<b>SubPrograma</b>	<b>Ações</b>	<b>Descrição da Ação</b>
Desenvolvimento do Sistema de Informações e de Planejamento de Recursos Hídricos	Base de Dados e Sistema de Informações em recursos hídricos	Desenvolvimento da Base de Dados e do Sistema de Informações, para apoio e alimentação do Sistema de planejamento e controle em recursos hídricos
	Estudos, projetos e levantamentos para apoio ao Sistema de Planejamento de recursos hídricos	Desenvolvimento de estudos, projetos e levantamentos para apoio ao Sistema de Planejamento de recursos hídricos do Estado
	Proposições para o reenquadramento dos corpos d'água em classes de uso preponderante	Estudos e proposições para o reenquadramento dos corpos d'água em classes de uso preponderante
	Plano Estadual de Recursos Hídricos, Planos de Bacias Hidrográficas e Relatórios de Avaliação do SIGRH	Elaboração e publicação do Plano Estadual de Recursos Hídricos, Planos de Bacias Hidrográficas, Relatórios de Situação dos Recursos Hídricos, e demais Relatórios de Avaliação e Acompanhamento da Implementação do SIGRH, no Estado de São Paulo

Fonte: SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. Deliberação CRH nº. 55, de 15 de abril de 2005. Org.: J. A. SILVA (2006).

A lei citada ainda cria o documento-chave para os Planos de Bacia: o Relatório de Situação dos Recursos Hídricos. Esse relatório, além de servir de base à elaboração do Plano de Bacia, mostra-se fundamental no controle das ações efetivamente realizadas e as que foram previstas no plano. Dada a sua abrangência e extensividade, esse relatório se constitui num verdadeiro balanço da situação da bacia hidrográfica, e é peça fundamental para o sucesso ou insucesso da atuação dos Comitês de Bacia Hidrográfica, como veremos adiante no caso da UGRHI 22 - Pontal do Paranapanema. Esse relatório deve conter, segundo a lei, um balanço hídrico com vazões, demandas consultivas e não consultivas, chuvas, ocorrência de eventos hídricos, qualidade das águas, cargas poluentes efetivas e potenciais, doenças de veiculação hídrica, erosão, disponibilidade e demanda hídrica, entre outros itens.

Os planos de bacias hidrográficas constituem-se em instrumentos essenciais para o processo de gestão. Diferentemente dos relatórios de situações, os planos de bacia hidrográfica constituem instrumento fundamental para o processo de articulação e aglutinação das forças políticas e a definição do papel dos atores tomadores de decisões no gerenciamento da água bem como o do usuário comum. Os referidos planos estão para muito além do técnico, são essencialmente políticos.

#### **4.4. Os planos de bacias hidrográficas como um dos instrumentos essenciais para o processo de gestão dos recursos hídricos e concepção metodológica**

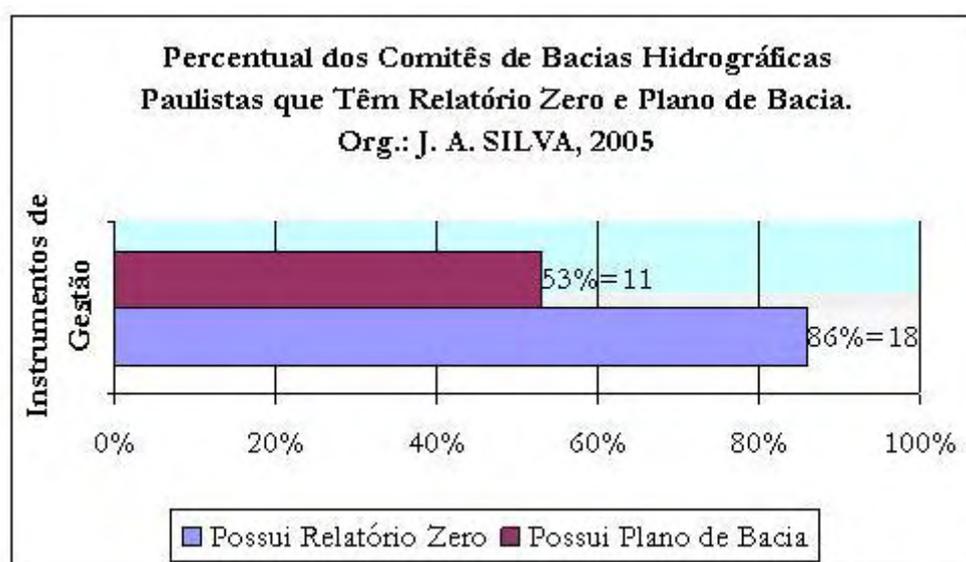
O Plano de Bacia Hidrográfica constitui um dos mais importantes instrumentos de gestão a ser utilizado pelos Comitês de Bacias Hidrográficas em âmbito federal e estadual. O planejamento dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica consiste em identificar e viabilizar a implantação de ações, estruturais ou não, capazes de ajustar as características da água disponível no local de utilização àquelas exigidas por cada um dos usos.

No caso do Estado de São Paulo atendendo os dispositivos da Lei nº. 9.034 de 27 de dezembro de 1994, citada anteriormente, os planos devem ser realizados tendo como base de planejamento as informações do meio físico, sócio-econômicas e ambientais. Em sua elaboração, os Comitês devem procurar aglutinar forças sociais e políticas para construir seus planos que, além de se diferenciarem dos demais planos impostos aos municípios que, muitas vezes, não refletem os anseios da população atingida, possam propiciar uma ampla discussão sobre o que se pretende para o presente e o futuro dos

recursos hídricos de cada região constituída pelas Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos, a exemplo da divisão no Estado de São Paulo.

Nos Comitês Paulistas, comparando com outros estados da federação, houve um avanço, nos últimos cinco anos, na elaboração dos principais instrumentos de gestão que são o diagnóstico de situação (Relatório Zero), que permite um Raio-X da situação hídrica ambiental de cada UGRHI, e os planos de bacias que essencialmente selecionam os problemas mais graves, apontam valores e metas para as obras de intervenção. O Gráfico 4.1.3 ilustra a situação atual na elaboração dos referidos instrumentos de gestão.

Gráfico 4.1.3.: Percentual dos Comitês Paulistas que Possuem Relatório Zero e Plano de Bacia.



Fonte: Comitês de Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo, 2005.

No processo de elaboração de cada Plano de Bacia Hidrográfica, os setores produtivos representativos de cada região, necessariamente, devem participar e acompanhar o desenvolvimento dos trabalhos que propiciarão o levantamento de proposição atendendo demandas locais e regionais e dando condições para o acúmulo de capital político que viabilizará a implementação de ações sugeridas à melhoria da gestão dos recursos hídricos. As instâncias consultivas dos CBH's, através de seus representantes, têm papel primordial na instauração desse processo.

É importante ressaltar que o papel político dos CBH's, no processo de elaboração e implementação de cada plano, é indispensável. A indefinição desse papel, além de tornar o plano um simples documento, que poderá ser guardado em uma gaveta, pode inviabilizar por completo o cumprimento de metas.

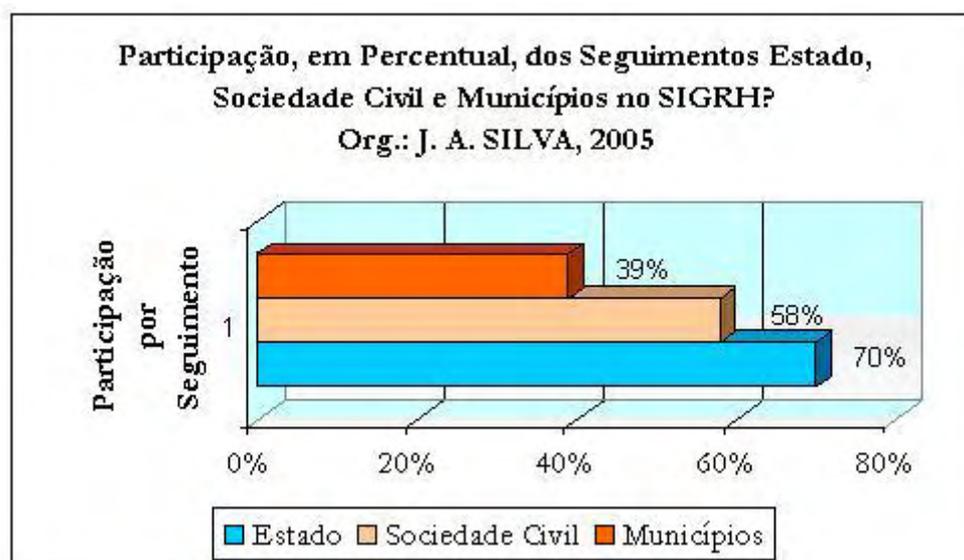
Como já lembrado, para assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade das águas, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos, faz-se necessário o planejamento das ações que irão preservar ou adequar os recursos hídricos às demandas. O estabelecimento dessas ações decorrerá do cotejo entre as características hídricas das necessidades dos usos e o estado da água disponível em cada ponto de utilização.

Para a viabilização dos Planos de Bacia, vistos como Planos Diretores de Recursos Hídricos, a participação dos agentes de diferentes segmentos da Sociedade Civil, Estado e Município no processo é de fundamental importância, tanto na caracterização das unidades hidrográficas quanto na hierarquização das mesmas, bem como na identificação e priorização das ações, de caráter corretivo e preventivo, que devem ser adotadas para cada unidade de planejamento dentro de cada UGRHI.

É importante e, sobretudo, sadia a garantia de que os Planos de Bacia Hidrográfica possam ser produtos da discussão e do consenso em todos os segmentos sociais e econômicos organizados em cada Comitê.

No Gráfico 4.1.4 foi ilustrado o percentual de participação dos segmentos Estados, Municípios e Sociedade Civil dos últimos cinco anos nos Comitês Paulistas. Como se pode observar, há uma participação ainda pequena dos municípios; na média, 39% de participação nesses últimos anos. Para este autor, com vivência no processo de gestão do CBH-PP, esta estatística só vem clarear algo que já se sabia: os representantes dos municípios se interessam em participar dos fóruns de discussão quando há distribuição de recursos financeiros, uma cultura que deve ser mudada para o sucesso do sistema de gestão.

Gráfico 4.1.4.: Percentual da participação de segmentos da sociedade nos Comitês Paulistas nos últimos cinco anos.



Fonte: Comitês de Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo, 2005.

Recurso natural limitado, embora renovável, a água tem múltipla, valiosa e insubstituível utilização pela sociedade; o aumento da demanda e a extrema vulnerabilidade a fatores antrópicos têm ameaçado, ultimamente, sua capacidade de atender aos diversos usos. Essa grande vulnerabilidade, por outro lado, permite a alteração de certas características do manancial hídrico pela introdução de adequadas ações de intervenção.

Os planos de bacia hidrográfica devem, segundo a legislação, apresentar ações de intervenção, voltadas a ajustar as características da água disponível às necessidades das demandas de cada uso, e à melhor forma de implantá-las. Não basta apresentar uma relação de ações que assegurem a disponibilidade adequada a cada um dos usos, mas que também organizem essas ações, espacial e temporalmente, tendo em vista orientar o esforço coletivo de toda uma geração de forma eficiente e eficaz.

Essas qualidades de eficiência e eficácia melhor podem ser conseguidas se aquelas ações forem reunidas em metas objetivas e claramente estabelecidas. Dessa forma, cada meta buscará adequar, através de um conjunto de ações, as características hídricas do manancial disponível às necessidades de cada uso, em seu ponto de utilização. O conjunto de metas deverá contemplar o objetivo final da Política para a gestão dos recursos hídricos, estabelecido pelos detentores do domínio das águas: assegurar que a água possa ser controlada e utilizada, em padrões de qualidade satisfatórios, por seus usuários atuais e pelas gerações futuras (Art. 2º da Lei Estadual nº. 7.663 de 30/12/91).

Dentre os múltiplos usos que a sociedade faz da água, tanto a superficial quanto a subterrânea, convém destacar o abastecimento urbano, agrícola e industrial. Cada um deles requer uma quantidade diversa e uma qualidade variada conforme as necessidades de cada uso. Ao se fixar como meta atender às necessidades de cada um desses usos se está comprometendo a concentrar esforços no sentido de implementar as ações, e conseqüentemente os projetos, capazes de ajustar as características do manancial disponível, naquele ponto de captação, às necessidades da demanda; caso tal ajuste se mostre inviável de ser efetivado, será necessário o cancelamento, se existente, da outorga de direito de uso daquele manancial.

Um outro uso, muitas vezes não reconhecido, e nem mesmo percebido, mas muito comum, é aquele que utiliza os cursos d'água para afastar resíduos, especialmente esgotos domésticos nos centros urbanos. Da mesma forma, contudo, que a captação da água está limitada a um certo volume, também o afastamento de esgotos está limitado. Limitado agora à manutenção de características compatíveis com outros usos daquele recurso. A Portaria nº. 375/05 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) estabelece padrões de qualidade para as águas, classificadas segundo seus usos preponderantes.

Os planos de bacias hidrográficas têm sido instrumentos de gerenciamento importante nesse processo. Entretanto, a pouca disponibilidade de recursos financeiros, a falta de cultura ambiental de parte dos diferentes segmentos sociais, a pequena motivação política visando ao enfrentamento dos conflitos potenciais, a burocracia governamental, e, ainda, a falta de técnicos capacitados nas diferentes áreas de atuação acabam por diminuir a eficiência do planejamento e execução dos planos de bacias cujos avanços se tornam pequenos ante a complexidade dos problemas.

Os Sistemas de Informações Sobre Recursos Hídricos (SISRH) e os Sistemas de Informações Geográficas (SIG`s) têm papel importante na forma de aprimoramento dos planos de bacias hidrográficas, pois permite maior facilidade na organização das informações, portanto melhorias nas tomadas de decisões.

No capítulo seguinte, abordar-se-ão os Sistemas de Informações para Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil.

## 5. SISTEMA DE INFORMAÇÕES SOBRE RECURSOS HÍDRICOS

### 5.1. Proposições metodológicas e aspectos conceituais

Procura-se neste capítulo discutir Sistema de Informações Sobre Recursos Hídricos (SISRH) no intuito de avaliar como as novas tecnologias têm colaborado para dar suporte às novas formas de gestão dos recursos hídricos no Brasil, com destaque para o Estado de São Paulo, pioneiro e modelo de gestão para o próprio Sistema Federal de Gestão de Recursos Hídricos e suas unidades federadas.

Este SISRH tem como objetivo básico auxiliar o planejamento e gestão do uso da água em diferentes linhas, com geração de informações e análises utilizando modelos conceituais que buscam representar o comportamento dos sistemas físicos, da organização social no esforço de prever os limites da natureza e disciplinar o processo de inter-relação desta com a sociedade. É a sociedade, isto é, o homem e mulher, que anima as formas espaciais, atribuindo-lhes conteúdo, vida. O simples fato de existirem (natureza ↔ homem e mulher) como forma, isto é, paisagem, não basta. A forma utilizada é coisa diferente, pois seu conteúdo é social. Ela (a natureza) torna-se espaço porque forma conteúdo (SANTOS, 1997).

Não se tem a pretensão, nesta pesquisa, de dar uma resposta sobre qual seria o melhor Sistema de Informação para Gestão de Recursos Hídricos, ou a melhor modelagem conceitual, ou, ainda, o melhor aplicativo para o desenvolvimento de produtos em versão HTML ou mesmo de Sistemas de Informações Geográficas (SIG's), mas discutir o que se tem realizado no Brasil a respeito e dar um encaminhamento metodológico para consolidação do Sistema no Estado de São Paulo, observando as experiências já realizadas. Para tanto, aplicou-se um questionário de pesquisa em cada um dos 21 Comitês de Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo para avaliar o que vem sendo desenvolvido em termo de SISRH e SIG, resultado apresentado no próximo capítulo.

Entenda-se por SISRH os serviços públicos e privados através da rede pública de computadores, compreendendo os serviços de coleta, armazenamento e divulgação de informações específicas dos colegiados que compõem o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SIGRH) em escalas federal, estadual e regional (Lei Federal 9.433/97).

Através do referido Sistema são criadas as condições para que as informações possam ser compartilhadas entre os usuários, a comunidade e os comitês gestores do

SIGRH em todas as Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI's) nos Sistemas Estaduais e no Sistema Federal.

Não se podem precisar quantas iniciativas relacionadas ao SISRH estão em curso no Brasil. Após a década de 80, com a consolidação e popularização dos sistemas de computadores e aplicativos, têm surgido muitas realizações que de alguma forma vem servindo de suporte para tomada de decisões em gestão de recursos hídricos.

O século atual tem como grande marca a revolução na informação e na comunicação, nas relações de trabalho e nas novas tecnologias que se estabeleceram nas últimas décadas.

Ao mesmo tempo em que se transformou radicalmente o volume de conhecimentos, desenvolveram-se novos instrumentos para organizá-los, acessá-los, transmiti-los: as tecnologias de comunicação e informação. Mudaram radicalmente as ferramentas que permitem lidar com o conhecimento. Além de serem novas, essas ferramentas estão em pleno desenvolvimento e transformação.

Levantar o estado da arte relacionado ao SISRH significa, além da constatação do que se tem realizado referente à organização e sistematização dos conteúdos e metodologias, verificar quais as ferramentas tecnológicas e seu potencial de desempenho utilizadas pelas entidades que lidam com a questão no Brasil.

Portanto, faz-se importante ressaltar que esta pesquisa fará uma contextualização do SISRH brasileiro sem a pretensão de avaliar em profundidade as variáveis que envolvem o referido Sistema, por entender o significado da amplitude dos trabalhos em desenvolvimento nesta área.

Por outro lado, têm-se a consciência e a constatação da enorme deficiência na organização de um SISRH em âmbito do governo federal e dos estaduais que estimulem as iniciativas regionais através dos comitês de bacias hidrográficas, instâncias que possuem um enorme potencial para propor e gerenciar de forma democrática e participativa esse instrumento de gestão, assim atendendo às prerrogativas da Lei das Águas.

Por décadas já foi constado que, à medida que as regiões se desenvolvem, mais intenso é o uso dos recursos hídricos, maior o potencial de conflitos entre usos e maiores os riscos de degradação ambiental gerada pelas atividades antrópicas (a exemplo da discussão feita, no capítulo anterior, sobre a gestão dos recursos hídricos na região metropolitana de São Paulo e imediações). Devido à escassez da água em quantidade e qualidade em muitas regiões do Brasil e do mundo, não apenas as caracterizadas como

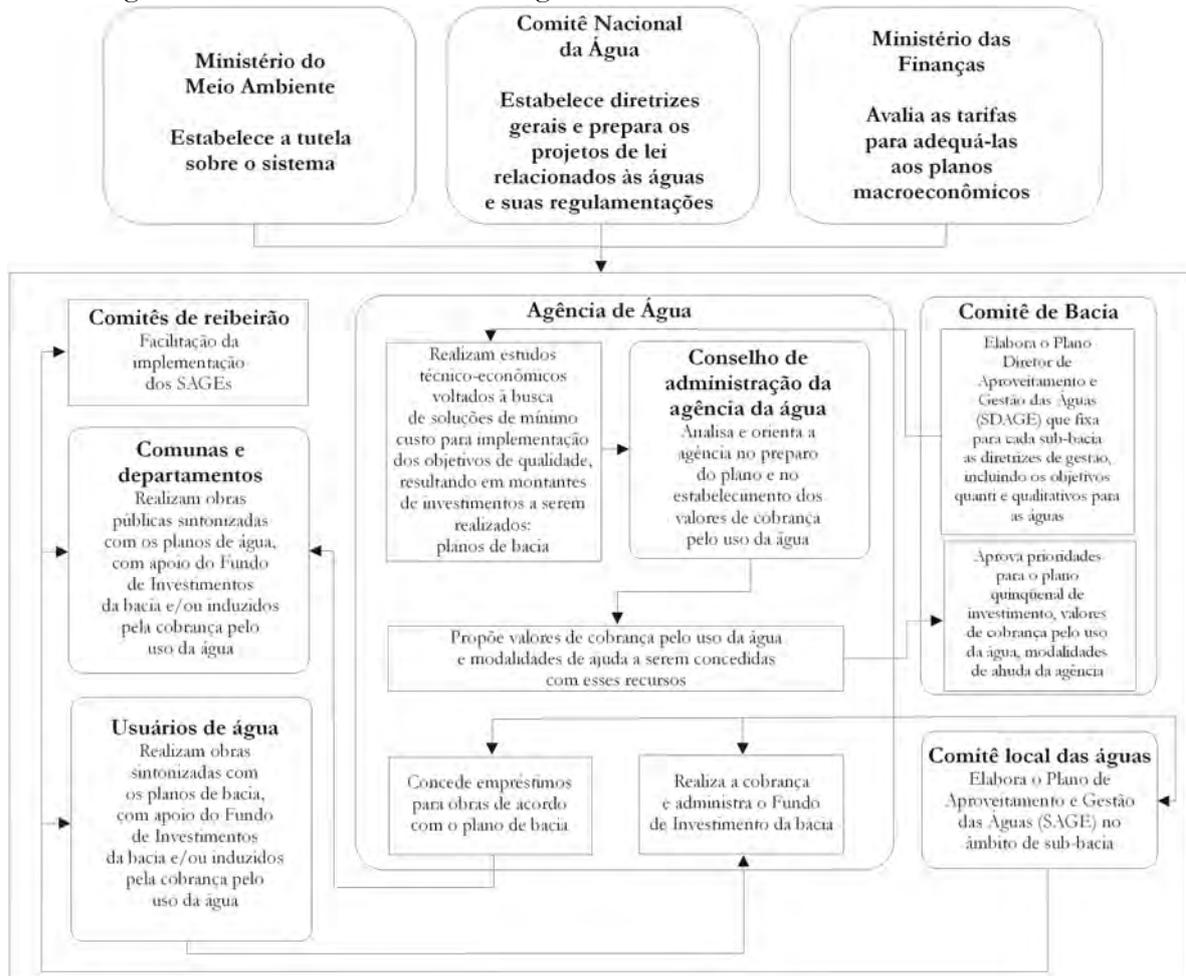
semi-áridas e áridas, torna-se imperiosa a gestão dos recursos hídricos como bem escasso e de alto valor econômico e social.

Diante do panorama atual dos recursos hídricos no mundo e do legado na produção dos conhecimentos acumulados pela sociedade, sobretudo no último século, a exemplo do enorme aparato científico e tecnológico na área da informática (*hardware* e *software*), dos satélites capazes de registrar informações que permitem identificar fenômenos na superfície terrestre, em uma área quadrada menor que uma unidade de dezenas do metro, dos levantamentos e organizações das informações sobre recursos hídricos na década de 1990 e início da década de 2000 no Brasil, os esforços, em conjunto, das nações na produção de tratados mundiais e documentos norteadores sobre aspectos sociais, econômicos, culturais e naturais - avaliando as formas de exploração e impactos, as experiências bem sucedidas de vários países do mundo, com destaque para as experiências centenárias da França (modelos adotados pelo Brasil) entre outras questões, justificam o empenho do governo na organização dos SISRH.

Na Figura 5.1.1, foi ilustrado o referido sistema francês de gestão dos recursos hídricos e é possível ver a dimensão do envolvimento social deste modelo de gestão.

Para a moderna gestão de recursos hídricos, diversas atividades são fundamentais, entre elas podem-se destacar o monitoramento intensivo da precipitação, evaporação, vazão e qualidade da água dos rios, do nível de água acumulado nos reservatórios e outras variáveis, utilizando o alto grau de tecnologia já disponível de registro, transmissão e processamento de dados; a capacitação de pessoal técnico para participação em todos os níveis do processo de gestão; o envolvimento da sociedade em todas as fases do processo; a ação integrada de governo, em suas diferentes esferas, com a sociedade a ser beneficiada e outras tantas atividades hoje já bem discutidas em todos os fóruns e debates sobre a questão, sempre com o intuito de permitir que se obtenha melhor controle da disponibilidade hídrica no presente e que se possa estabelecer diferentes cenários para um planejamento mais seguro a médio e longo prazo.

Figura 5.1.1.: O sistema francês de gestão dos recursos dos recursos hídricos.



Fonte: Lanna, 2000 apud Tundisi, 2005.

Os SISRH são de fundamental importância para que o planejamento e a administração dos recursos hídricos possam ser exercidos de forma racional e dinâmica. Com isso, a existência de informações sistematizadas e, sobretudo, de sistemas que articulem essas informações de modo a processá-las para gerar subsídios às intervenções porventura necessárias e sua adequada operação, bem como a previsão e controle dos processos naturais ou induzidos pela ação do homem nas bacias hidrográficas, é o caminho para uma gestão bem sucedida dos recursos hídricos.

Pelo exposto, entre tantas atividades prementes para a tarefa de organização do setor, a sistematização das atividades direta ou indiretamente associadas à questão da água é de extrema importância. O controle da informação, nesses tempos de globalização, é uma atividade vital para que o planejamento e administração dos diversos usos da água possam ser efetivados com a eficiência necessária e desejável. É nesse contexto que se inserem os SISRH, discutidos no presente capítulo.

## **2. Contextualização dos Sistemas de Informações Sobre Recursos Hídricos no Brasil e no Mundo**

No Brasil, as ações voltadas para o fomento e articulação nacional para o desenvolvimento e implantação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGRH) têm a coordenação central do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), Figura 5.1.1, através da Secretaria de Recursos Hídricos (SRH) do Ministério do Meio Ambiente (MMA), mais recentemente tendo forte participação, nesse processo, da Agência Nacional de Águas (ANA).

A estratégia adotada pelo Ministério do Meio Ambiente para o início da implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos foi a regulamentação do CNRH. As competências a ele atribuídas pela Lei das Águas, principalmente o que se refere ao seu caráter normativo e deliberativo, deram-lhe condições para desempenhar importante papel no estabelecimento de diretrizes complementares para a implementação da referida Política e dos instrumentos de gestão nela previstos. Esse procedimento foi adotado visando a dar maior agilidade ao processo, conforme preconizado pelo aparato legal vigente, uma vez que é uma atividade contínua de auto-aprendizagem dos diversos atores, necessitando de correções rápidas, quando necessárias: papel que o Conselho pode exercer de forma eficiente (BRASIL, 2004).

Figura 5.2.1: Página do Conselho Nacional de Recursos Hídricos.



Fonte: Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) Brasília: 2006. Disponível em: <<http://www.cnrh.gov.br>>. Acesso em: Janeiro de 2006.

O CNRH tem papel central em todas as ações voltadas para organização do SISRH no Brasil.

A ANA também, por sua vez, com o papel de formular a Política Nacional dos Recursos Hídricos articulando os planejamentos nacionais, regionais, estaduais e dos setores usuários referentes aos recursos hídricos têm tido, nos seus poucos anos de idade, colaborado de forma exemplar para a consolidação do SINGRH e, por conseguinte, o SISRH.

A saber, são atribuições, ainda, da ANA supervisionar, controlar e avaliar as ações e atividades decorrentes do cumprimento da legislação federal pertinente aos recursos hídricos; disciplinar, em caráter normativo, a implementação, a operacionalização, o controle e a avaliação dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos.

A ANA também tem a função de outorgar, por intermédio de autorização, o direito de uso de recursos hídricos em corpos de água de domínio da União e fiscalizar os usos de recursos hídricos nos corpos de água de domínio da União. Elaborar estudos técnicos para subsidiar a definição, pelo CNRH, dos valores a serem cobrados pelo uso de recursos hídricos de domínio da União, com base nos mecanismos e quantitativos sugeridos pelos Comitês de Bacia Hidrográfica, na forma do inciso VI do art. 38 da Lei 9.433/97.

Como gestora do poder Federal a ANA, ainda, estimula e apóia as iniciativas voltadas para a criação de Comitês de Bacia Hidrográfica além da implementação, em articulação com os Comitês de Bacia Hidrográfica, da cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União. Arrecada, distribui e aplica receitas auferidas por intermédio da cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União, na forma do disposto no art. 22 da Lei 9.433/97.

É atribuição da ANA planejar e promover ações destinadas a prevenir ou minimizar os efeitos de secas ou inundações, no âmbito do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, em articulação com o órgão central do Sistema Nacional de Defesa Civil, em apoio aos Estados e aos Municípios; promover a elaboração de estudos para subsidiar a aplicação de recursos financeiros da União em obras e serviços de regularização de cursos de água, de alocação e distribuição de água, e de controle da poluição hídrica, em consonância com o estabelecido nos planos de recursos hídricos.

Por fim, define e fiscaliza as condições de operação de reservatórios por agentes públicos e privados, visando a garantir o uso múltiplo dos recursos hídricos, conforme estabelecido nos planos de recursos hídricos das respectivas bacias hidrográficas; promove a coordenação das atividades desenvolvidas no âmbito da rede hidrometeorológica nacional, em articulação com órgãos e entidades públicas ou privadas que a integram, ou que dela sejam usuárias; organiza, implanta e gere o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos; estimula a pesquisa e a capacitação de recursos humanos para a gestão de recursos hídricos; presta apoio aos Estados na criação de órgãos gestores de recursos hídricos e tem a prerrogativa de propor ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos o estabelecimento de incentivos, inclusive financeiros, à conservação qualitativa e quantitativa de recursos hídricos no Brasil. (Lei 9.984/2000).

Como visto, o papel da ANA, pela amplitude das suas ações e atribuições no SINGRH, tem sido e vai continuar sendo fundamental para consolidação de um SISRH mais robusto no sentido de levantar, produzir, organizar, e socializar as informações sobre os recursos hídricos brasileiros e articular os subsistemas.

Nos estados, a tarefa de implementação da política de gestão de recursos hídricos cabe às secretarias estaduais gestoras dos recursos hídricos, que devem buscar articulação com os órgãos de planejamento e obras de estados e municípios, assim como da União, para evitar ações desencontradas.

No âmbito da Política Nacional de Recursos Hídricos, encontra-se em desenvolvimento pela Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente o Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos (SNIRH).

O SNIRH foi delegado pela Lei 9.433/97, Art. 29º e 30º, incisos III e III respectivamente como atribuição do poder executivo do Governo Federal, dos estados e Distrito Federal:

- Implantar e gerir o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos, em âmbito nacional, estadual e do distrito federal, na esfera de competência.

Como condições para dinamizar o processo de aquisição e gerenciamento das informações foi especificado que conforme o Art. 26º, parágrafo único, que os dados gerados pelos órgãos integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos serão incorporados ao Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos.

Essa ação da Política Nacional de Recursos Hídricos é compreendida como um dos seis instrumentos de gestão de acordo com Art. 5º, incisos de I a VI da Lei nº. 9.433/97:

- Planos de Recursos Hídricos;
- Enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água;
- Outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;
- Cobrança pelo uso de recursos hídricos;
- Compensação a municípios e;
- Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

São princípios básicos para o funcionamento do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos em conformidade com o Art. 26º, incisos de I a III da Lei nº. 9.433/97:

- Descentralização da obtenção e produção de dados e informações;
- Coordenação unificada do sistema;
- Acesso aos dados e informações garantido a toda a sociedade.

Além dos princípios são objetivos do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos de acordo com o Art. 27º, incisos de I a III da Lei nº. 9.433/97:

- Reunir, dar consistência e divulgar os dados e informações sobre a situação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos no Brasil;
- Atualizar permanentemente as informações sobre disponibilidade e demanda de recursos hídricos em todo o território nacional;
- Fornecer subsídios para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos.

O SNIRH tem, portanto, como funções principais, segundo a ANA, de acordo com a Lei nº. 9.433/97:

- O cadastramento dos usuários de água;
- O apoio à decisão de outorga, em função das condições naturais dos recursos hídricos e das diretrizes acordadas nos Comitês de Bacia;
- A simulação da cobrança, de forma a subsidiar as recomendações dos Comitês de Bacia e as ações dos órgãos gestores, e o registro das variáveis determinantes da cobrança e dos valores arrecadados;

- Disponibilizar informações físicas e sócio-econômicas sobre as bacias, de forma a subsidiar a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos e dos planos e programas de investimento deles resultantes, permitindo seu acompanhamento;
- Divulgar as informações coletadas, de modo a suprir na forma mais simples possível as necessidades dos demais atores envolvidos no processo de gestão;
- Facilitar a integração das ações relacionadas à gestão de recursos hídricos nos três níveis de governo (federal, estadual e municipal);
- Possibilitar o acompanhamento, inclusive econômico-financeiro, de todas as atividades de gestão de recursos hídricos;
- Disponibilizar informações que possibilitem o monitoramento, a fiscalização e a proteção dos recursos hídricos.

Nos estados, esse trabalho já começa a ser feito em bacias hidrográficas pelos comitês mais organizados do país. Em países como a França, em estágio mais evoluído, as agências de bacias cumprem a função de gerir as informações, integradas em um sistema nacional. O Brasil deve caminhar nesse sentido.

A SRH vem fomentando ações junto aos estados visando estruturar suas bases de informação, ao mesmo tempo em que atua no sentido de definir diretriz e elementos que possibilitem agregar o produto dessas ações, de forma sistemática e estruturada, ao sistema nacional.

Por sua vez, diversos estados avançaram nesse sentido, antecipando-se à União. Esses avanços foram possíveis graças ao desenvolvimento tecnológico que chegou à Universidades e Centros de Pesquisas, que se integraram aos estados e à União no desenvolvimento de sistemas de informações.

As pesquisas realizadas sobre a gestão dos recursos hídricos no Brasil são recentes, com início em meados da década de 80. A partir do ano de 1990 foram intensificadas e ampliadas as pesquisas no setor. Em primeiro lugar, devido à evidência do tema nos meios de comunicação, segundo devido ao estímulo advindo dos recursos financeiros destinados à pesquisa pelo Fundo Setorial de Recursos Hídricos (CT-HIDRO).

A “CHAMADA PÚBLICA MCT/FINEP/Ação Transversal – DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVOS – SNIRH – 09/2004” visou a uma seleção pública de instituições para formação de rede de aplicativos no âmbito do SNIRH. O objetivo principal foi selecionar Instituições Científicas e Tecnológicas (ICT’s), atuantes na

área de recursos hídricos, para a formação de uma rede responsável pelo desenvolvimento de aplicativos e alimentação do SNIRH.

É uma ação inovadora do Governo Federal, pois na proposta há a preocupação quanto avaliação da qualificação das ICT's para desenvolverem as atividades descritas; formação da rede, constituída pelas instituições previamente qualificadas, e decidido, em conjunto, o conteúdo dos projetos a serem desenvolvidos por cada instituição; análise dos aspectos técnico e financeiro para desenvolvimento do projeto, submetidos à aprovação da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), Secretaria Executiva do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), responsável pela implementação do Fundo Setorial de Recursos Hídricos (CT-HIDRO). (MCT, 2004).

O mais interessante nessa iniciativa do governo é que foi elaborado pela equipe da ANA um termo de referência modelo que especifica que o SNIRH será desenvolvido, concomitantemente e de forma articulada, por: a) um consórcio de até três instituições atuantes na área de tecnologia da informação para desenvolvimento de um sistema de grande porte (ferramenta que permita a funcionalidade do sistema); b) uma rede de instituições de pesquisa atuantes na área de recursos hídricos para desenvolvimento dos aplicativos e alimentação do sistema; e c) um grupo consultor responsável pela concepção do sistema, definição de metas e produtos a serem obtidos e pelo acompanhamento e avaliação das atividades realizadas pelo consórcio ou instituição de tecnologia da informação e pela rede de instituições de pesquisa em recursos hídricos. Alertando, ainda, que as instituições candidatas deverão emitir um termo de adesão a este documento para evitar futuros problemas de interpretação, escopo e conteúdo. (MCT, 2004).

**São diretrizes gerais para SNIRH, segundo orientações da ANA, (MCT, 2004):**

- Que o SNIRH deve ser dinâmico, modelado para suportar o processo de gestão com todas as suas necessidades, não sendo, portanto, um mero repositório de informações;
- Ser interativo, envolvendo os 28 gestores autônomos (abrangendo os 26 Estados, o Distrito Federal e a União), cada um com seu sistema de gestão de recursos hídricos. Nesse ambiente torna-se impossível a imposição de um sistema único, ou mesmo de uma plataforma tecnológica única, para todos os sistemas. A necessidade de comunicação entre os sistemas, para que os instrumentos de gestão sejam coerentes e integrados por bacia, exige que o desenvolvimento tecnológico enfatize

o estabelecimento de padrões de operações e de comunicação de dados (formato dos dados e protocolo);

- Ser fortemente orientado à topologia hídrica, já que em todas as suas aplicações (apoio aos instrumentos de gestão ou fornecimento geral de informação), envolvendo quaisquer das informações armazenadas, haverá a necessidade de respostas imediatas a respeito de características a montante ou a jusante de um ponto determinado de um rio. (Este conceito de hidrorreferenciamento vem sendo desenvolvido na ANA; um protótipo de sistema com esta funcionalidade deverá subsidiar, neste aspecto, em regime de parceria, os trabalhos das instituições selecionadas);
- Os instrumentos de gestão integrados por bacia, previstos na Lei nº. 9.433, de 8 de janeiro de 1997, envolvendo diferentes órgãos gestores, estão em fase inicial de implementação. Portanto, o desenvolvimento do sistema demanda uma forte interação entre os gestores estaduais e a União para discutir e definir as formas de ação integrada e para o estabelecimento de uma modelagem de dados comum a todos os atores e de protocolos para a troca de dados;
- Os dados físicos e socioeconômicos disponíveis no sistema deverão, em sua maior parte, ser provenientes de provedores desse tipo de informação para todo o país. Será necessário o estabelecimento de acordos de uso da informação, prevendo sua atualização dinâmica na periodicidade adequada. As informações deverão ser recebidas e processadas de um modo centralizado, sob a coordenação da Agência Nacional de Águas, sendo partilhadas por todos os sistemas de gestão integrados ao SNIRH;
- As informações mais diretamente referentes à gestão dos recursos hídricos, tais como dados de usuários de água ou parâmetros de gestão referentes a protocolos estabelecidos para as bacias, devem ser recebidas dos órgãos gestores e das agências de bacia, provenientes de seus sistemas, e armazenados no sistema central, que funcionará como um sistema referencial.
- As informações referentes à quantidade e qualidade de água integram uma rede, com inúmeros fornecedores e usuários da informação. O sistema funcionará também nesses casos como uma base referencial, armazenando informações das mais diversas origens.
- Alguns tipos de informações relacionados à gestão dos recursos hídricos, tais como equações de regionalização de vazões naturais, características hidráulicas de trechos,

parâmetros físicos de trechos para a modelagem de qualidade de água, características de bacias para a modelagem chuva-vazão e outros, demandarão estudos especiais para sua determinação, após o que deverão ser incorporados de modo centralizado ao sistema.

- As funcionalidades desejadas para o sistema devem estar baseadas em dados tabulares geridos por um Sistema Gerenciador de Bases de Dados Relacionais (SGBD), de modo a tornar ágil o fornecimento da informação topológica e espacial, evitando-se o uso de sistemas baseados em análise espacial “on-line”. Essa característica, além de proporcionar maior velocidade de resposta, se beneficia-se da existência de padrões universalmente aceitos para a tecnologia de bases de dados relacionais (SQL) e da disponibilidade de uma comunidade de técnicos capazes de desenvolver e manter sistemas dessa natureza, o que permitirá a criação de sistemas mais robustos, em relação à facilidade de manutenção, e de menor custo. Em apoio à resposta, obtida através de consultas convencionais em base de dados relacional, o sistema deverá ser capaz de exibir mapas e gráficos associados.

Como visto, um SISRH bastante robusto e conceitualmente avançado! Só não se pode deixar de lembrar que para um bom funcionamento de qualquer sistema fazem-se necessárias pessoas, neste caso, técnicos bem formados e socializados com o sistema de gestão dos recursos hídricos. Não é o caso do Brasil ainda, mesmo com todos os esforços da ANA.

É evidente que um sistema de tal natureza e robustez demanda um volume considerável de recursos financeiros, equipamentos adequados, equipe técnica permanente, visão de gestão (nos moldes das Leis 7.663/91 e 9.433/97) e vontade política. Essas discussões são feitas de forma mais apropriadas nos próximos capítulos.

Nesta tese procurou-se pensar e elaborar os caminhos metodológicos para desenvolvimento do SISRH na escala geografia do território paulista, em conformidade com as UGRHI's.

O protótipo do SISRH desenvolvido para o CBH-PP, SIG-CBHPP, procurou atender as recomendações preconizadas pelas diretrizes gerais para SNIRH, segundo orientações da ANA.

Hoje, no Brasil, vários estados da federação estão envolvidos, de alguma forma, com pesquisas importantes sobre a gestão dos recursos hídricos nas instituições de ensino superior, empresas privadas e públicas.

Relaciona-se na Tabela 5.1.1 uma síntese, com detalhamento no Anexo 02, dos grupos de pesquisa cadastrados no Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPq), destacando o nome do grupo, ano de formação, e instituições.

Tabela 5.1.1.: Relação dos grupos de pesquisas cadastrados no CNPq, ano de formação e instituições.

Ano de formação	Nome do grupo	Instituição
1980	ENGENHARIA AMBIENTAL	PUC-PR
1982	PLANEJAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS	USP
1986	GRUPO DE RECURSOS HÍDRICOS	UFPE
1990	GRUPO DE ESTUDOS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA	UFC
1993	ECONOMIA DOS RECURSOS HÍDRICOS	UFBA
1993	SISTEMAS DE SUPORTE À DECISÃO EM RECURSOS HÍDRICOS	UNICAMP
1994	AVALIAÇÃO E CONTROLE AMBIENTAL	UNB
1994	ESTUDOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS	UNB
1994	RECURSOS HÍDRICOS	UFPR
1995	ÁGUAS RESIDUARIAS	UNICAMP
1995	ENGENHARIA AMBIENTAL E RECURSOS HÍDRICOS	UFAL
1995	RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL	UFRN
1995	SOCIEDADE E RECURSOS HÍDRICOS	UFSCAR
1996	GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS	FURB
1996	NÚCLEO DE ESTUDOS GEOAMBIENTAIS E RECURSOS HÍDRICOS	UFMG
1997	GERENCIAMENTO DE IMPACTOS AMBIENTAIS NO APROVEITAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS E ATMOSFÉRICOS	UFRGS
1998	LIMNOLOGIA	IIE
1999	GEOHIDRO (GRUPO DE ESTUDOS EM RECURSOS HÍDRICOS E GEOPROCESSAMENTO)	UFMT
1999	CONTROLE DA POLUIÇÃO URBANA E INDUSTRIAL	UERJ
2000	ANÁLISE DE SISTEMAS HÍDRICOS	UFMS
2000	GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS E DESENVOLVIMENTO	UNESC
2000	GESTÃO INTEGRADA DOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEOS	UFCG
2000	GRUPO DE PESQUISA GESTÃO AMBIENTAL E DINÂMICA SÓCIO-ESPACIAL	UNESP
2000	PLANEJAMENTO E OTIMIZAÇÃO DE SISTEMAS DE RECURSOS HÍDRICOS E MEIO AMBIENTE	UFCG
2002	GEOMÁTICA E PLANEJAMENTO AMBIENTAL	UERJ
2002	PLANEJAMENTO E GESTÃO DE BACIAS URBANAS	USP

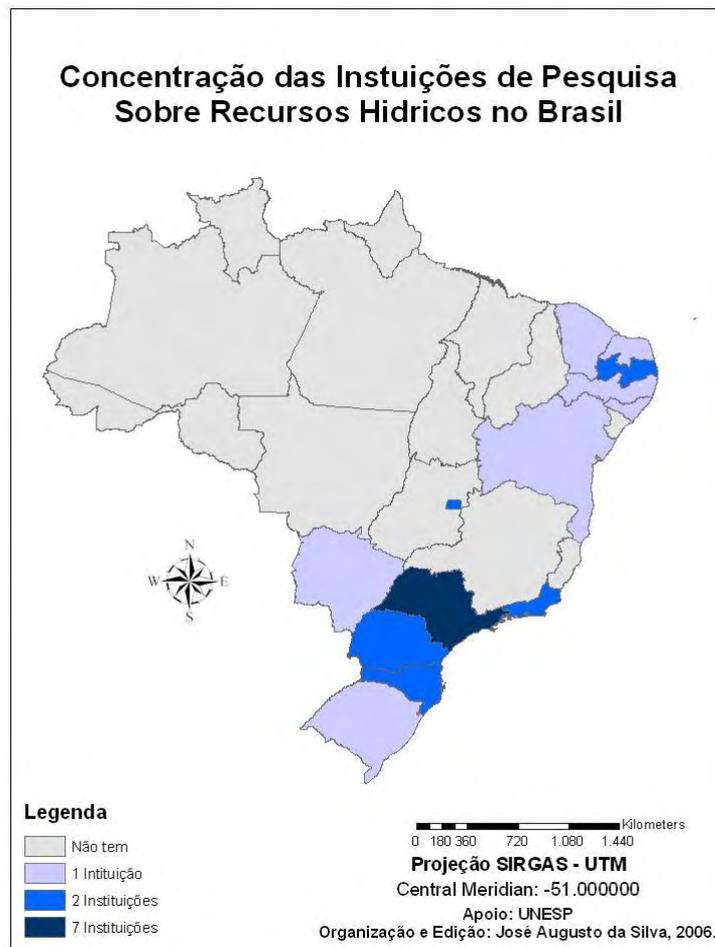
Fonte: CNPq, 2006. Org.: J. A. SILVA (2006).

No Mapa 5.1.1, pode-se visualizar a espacialização dos grupos de pesquisa de instituições de ensino superior, cadastradas no CNPq. Ficou evidente a maior concentração destas instituições no Estado de São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio de Janeiro, Distrito Federal e Pernambuco, com destaque considerável para o Estado de São Paulo, com 7 instituições cadastradas.

Cada um desses grupos de pesquisas, relacionados na tabela anterior, têm, de alguma forma, colaborado para a consolidação de experiências e formulação de metodologias para a implementação de ações voltadas para a gestão dos recursos hídricos no Brasil. Os SISRH é um tema valorizado nos grupos de pesquisa.

O surgimento dos sistemas de informações sobre recursos hídricos no mundo ocorreu por força da necessidade de dinamizar o processo de gestão. Dois termos de uma equação a ser resolvida: a crescente complexidade da administração dos múltiplos usos da água, por um lado, forçando a melhoria da dinâmica gerencial, e por outro lado a oferta de serviços gerada pelo desenvolvimento tecnológico: SIG, Sensoriamento Remoto, Telemetria, desenvolvimento de modelos matemáticos computacionais com melhor representação dos sistemas físicos etc. A junção desses termos leva aos sistemas de informações sobre recursos hídricos. (CIRILO; AZEVEDO, 2000).

Mapa 5.1.1: Espacialização dos Grupos de Pesquisas Cadastrados no CNPq.



Fonte: CNPq, 2006.

A primeira experiência nesse tipo de processo, em termos de órgão gestor, no Brasil, foi feita pela Secretaria de Ciências, Tecnologia e Meio Ambiente do Estado de Pernambuco, então gestora dos recursos hídricos nesse estado. O SIRH-PE foi resultado de pesquisas da Universidade Federal de Pernambuco (UFP) – Grupo de Recursos Hídricos do Departamento de Engenharia Civil - que desenvolvia embrião desde o início dos anos 90, agregando modelos em sistemas de suporte à decisão. O SIRH-PE foi fundamental como instrumento do desenvolvimento do primeiro Plano de Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco e deu suporte às decisões governamentais no setor a partir do desenvolvimento da primeira versão do sistema, em 1995.

Na Tabela 5.1.2., relacionam-se os endereços eletrônicos de portais mais significativos para os Sistemas de Informações Sobre Recursos Hídricos no Brasil e em países com experiências bem sucedidas no setor.

Tabela 5.1.2: Principais Endereços Eletrônicos Sobre Sistema de Informação para Gerenciamento de Recursos Hídricos.

<b>BRASIL</b>	
<b>Nome do Portal e/ou Órgão</b>	<b>Endereço Eletrônico</b>
ABRH	<a href="http://www.abrh.org.br">http://www.abrh.org.br</a>
ANA/DF	<a href="http://www.ana.gov.br">http://www.ana.gov.br</a>
CNRH/DF	<a href="http://www.cnrh-srh.gov.br">http://www.cnrh-srh.gov.br</a>
DEHI/PE	<a href="http://www.sectma.pe.gov.br">http://www.sectma.pe.gov.br</a>
GRH/SC	<a href="http://www.sc.gov.br">http://www.sc.gov.br</a>
MMA/DF	<a href="http://www.mma.gov.br">http://www.mma.gov.br</a>
MME/DF	<a href="http://www.mme.gov.br">http://www.mme.gov.br</a>
PROJETO BRASIL DAS ÁGUAS	<a href="http://www.brasildasaguas.com.br">http://www.brasildasaguas.com.br</a>
SIGRH/SP	<a href="http://www.sigrh.sp.gov.br">http://www.sigrh.sp.gov.br</a>
SIRH/CE	<a href="http://www.srh.ce.gov.br">http://www.srh.ce.gov.br</a>
<b>OUTROS PAÍSES</b>	
AGÊNCIA DE ÁGUA-FRANÇA	<a href="http://www.webag.eau.adour-garonne.fr">http://www.webag.eau.adour-garonne.fr</a>
ÁSIA	<a href="http://www.asian.gu.edu.au">http://www.asian.gu.edu.au</a>
AUTRÁLIA	<a href="http://www.agso.gov.au">http://www.agso.gov.au</a>
CALIFÓRNIA	<a href="http://www.dwr.water.ca.gov">http://www.dwr.water.ca.gov</a>
CANADÁ	<a href="http://www.altas.ge.ca">http://www.altas.ge.ca</a>
DIVERSOS	<a href="http://www.iwrmsu.edu">http://www.iwrmsu.edu</a>
FGDC	<a href="http://www.fgdc.gov">http://www.fgdc.gov</a>
FRANÇA	<a href="http://www.eaufrance.tm.fr">http://www.eaufrance.tm.fr</a>
FRANÇA - DEPARTAMENTO NACIONAL DA ÁGUA	<a href="http://www.oicau.org">http://www.oicau.org</a>
IDAHO	<a href="http://www.idwr.state.id.us">http://www.idwr.state.id.us</a>
MASSACHUSETTS	<a href="http://www.state.ma.us">http://www.state.ma.us</a>
MÉXICO	<a href="http://www.cna.gob.mx">http://www.cna.gob.mx</a>
MISSOURI	<a href="http://www.dnr.state.mo.us">http://www.dnr.state.mo.us</a>
NOAA	<a href="http://www.cpc.ncep.noaa.gov">http://www.cpc.ncep.noaa.gov</a>
PALESTINA	<a href="http://www.ess.co.at">http://www.ess.co.at</a>
PORTUGAL	<a href="http://www.inag.pt">http://www.inag.pt</a>
RÚSSIA	<a href="http://www.grida.no">http://www.grida.no</a>
URUGUAI	<a href="http://www.clearinghuse.com.uy">http://www.clearinghuse.com.uy</a>
USGS	<a href="http://www.water.usgs.gov">http://www.water.usgs.gov</a>
WYOMING	<a href="http://www.wrds.uwyo.edu">http://www.wrds.uwyo.edu</a>

Fonte: Pesquisa na Rede Mundial de Computadores (WWW). Org. SILVA (2004).

Em outros países, são várias experiências importantes na gestão integrada dos recursos hídricos. Unidades Federativas dos Estados Unidos da América, integrados por

meio do United States Geological Survey (USGS), são bons exemplos de organização no setor, bem como países como o Canadá e Portugal, este último tendo implantado em 1995 o seu sistema.

Em função dos conflitos gerados pela grande escassez de água, entre outros recursos naturais, em várias localidades do planeta, sem distinção da condição econômica e social, as políticas e incentivos financeiros voltados para organização do setor de gestão dos recursos hídricos têm se dado em uma velocidade bem maior nas últimas duas décadas.

O Brasil está neste contexto. Partindo do pressuposto maior de que “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e de preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (Art. 25 da Constituição Federal de 1988) e em função do grave impacto negativo causado aos recursos naturais brasileiros, várias ações de âmbito político e executivo foram implementadas nos últimos anos.

### **5.3. Estrutura básica dos sistemas de informações de recursos hídricos**

De forma resumida, em uma tentativa de sistematizar a estrutura de um sistema de informações sobre recursos hídricos – SIRH, imaginam-se os seguintes componentes:

- Banco de dados: séries históricas de dados hidrometeorológicos e de qualidade da água; cadastro de obras hídricas, rede de monitoramento, usuários, municípios; características físicas e socioeconômicas; mapas e imagens; informações documentais: leis, planos, estudos, resoluções e outras informações primárias ou geradas, sempre de forma georreferenciada quando for pertinente;
- Sistema de informações geográficas integrado aos demais componentes do SIRH;
- Sistemas periféricos primários para:
  - Aquisição de dados automáticos, como os provenientes das redes telemétricas;
  - Análise e tratamento de dados, como de chuvas, vazões, qualidade de água;
  - Geração dinâmica de cadastro;
  - Entrada de novas informações e atualização do banco de dados;
  - Busca e cruzamento de informações, geração de relatórios etc.
- Sistemas periféricos secundários:
  - Modelos de simulação

- Sistemas periféricos terciários:
  - Suporte à decisão para outorga;
  - Suporte à decisão para alocação de volumes em reservatórios;
  - Suporte à decisão para ocorrência de eventos extremos;
  - Macroplanejamento: módulo para avaliação integrada e dinâmica da situação dos recursos hídricos como um todo da região em foco (a bacia, o estado, o país);
  - Disseminação de informações aos usuários.

#### 5.4. Classificação das informações para o banco de dados

Um ponto natural de partida para a estruturação de um sistema de informações refere-se à seguinte pergunta: que tipo de informação deverá compor o seu banco de dados? Oliveira et al (1999) desenvolveram trabalho no qual apresentam uma proposta de classificação das informações de recursos hídricos cujo nível de detalhe e abrangência se destina às aplicações mais usuais de planejamento, gestão e operação. Esta classificação adiciona no mesmo corpo sistemático as informações espaciais e as informações tabulares, estas sendo, em diversas aplicações, atributos daquelas. Ela contempla também as informações documentais que usualmente são tratadas à parte, apesar de serem absolutamente essenciais em qualquer contexto ou aplicação.

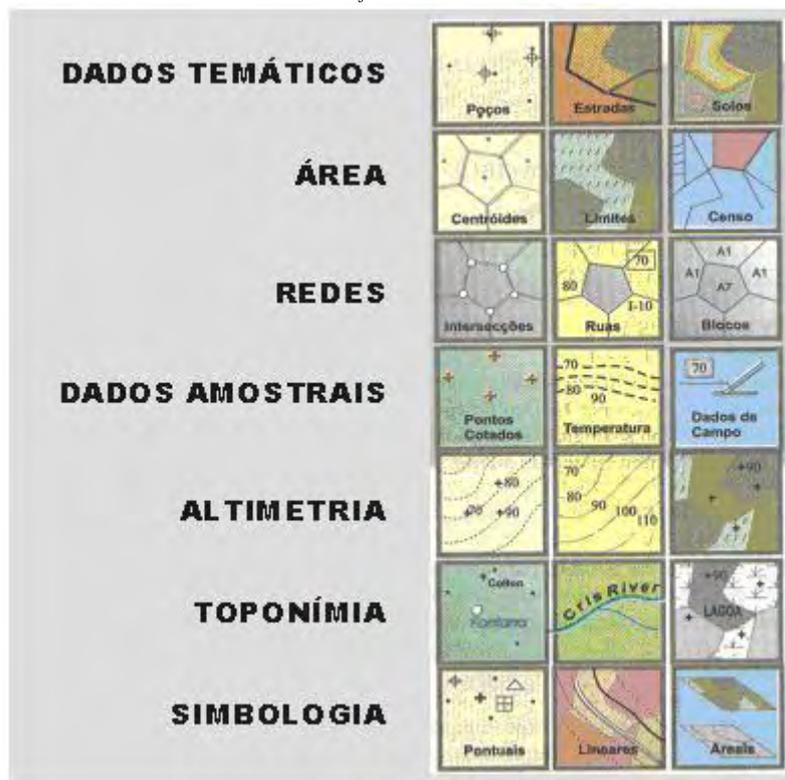
Segundo os autores citados, a Classificação Geral das Informações para Recursos Hídricos (CGIRH) pode ser estruturada segundo três grandes grupos de informações:

- Espaciais;
- Tabulares e;
- Documentais.

As informações **espaciais** são aquelas intrinsecamente associadas a algum tipo de coordenada que as caracteriza e identifica relativamente a outras entidades localizadas no mesmo sistema coordenado. Essas informações podem ser apresentadas graficamente por um ponto ou qualquer outra figura geométrica que, numa aplicação de recursos hídricos, representarão reservatórios, canais, posto de observação, bacias hidrográficas, perímetros irrigados, cidades etc. Esse 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 estadual de recursos hídricos sem a sua utilização.

Os dados cartográficos (substrato das informações) são representados em mapas geoespaciais por meio do emprego de primitivas gráficas (pontos, linhas, polígonos, símbolos e textos) utilizadas para o desenho da informação representada ou o mapa propriamente dito. (SILVA, 2001). Pode-se observar na Figura 5.4.1 o modo de implantação dos elementos gráficos e suas relações com diversos temas utilizando as primitivas gráficas.

Figura 5.4.1.: Dados Cartográficos - modo de implantação dos elementos gráficos e correlações temáticas.



Fonte: TEIXEIRA e CHRISTOFOLETTI (1997). Org.: J. A. Silva, 2001.

As informações **tabulares** são descritivas ou resultantes de medições ou definições, não necessitam de nenhuma referência espacial para o seu entendimento. Informações desse tipo são as habitualmente chamadas de cadastrais e são as encontradas nos bancos de dados mais convencionais e populares. No contexto da classificação aqui referida, as informações, apesar de terem significado e uso próprio, estão freqüentemente associadas a alguma informação espacial para que elas sejam melhor qualificadas e quantificadas. Essas informações fazem parte do dia-a-dia dos estudos, projetos e planos de recursos hídricos.

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 magneticamente que normalmente são depositados em bibliotecas ou nos famosos arquivos mortos das instituições públicas e privadas. Essas informações são de inestimável importância, porque constitui a memória do que já foi feito no passado, evitando repetições de esforços e servindo de insumo, subsidio a futuros trabalhos. Na Tabela 5.4.1., pode-se ver o detalhamento.

Tabela 5.4.1: Classificação Geral das Informações para Recursos Hídricos (CGIRH).

<b>a. Informações Espaciais</b>	
a.1.	Cartografia
a.1.1.	Cartografia Sistemática
a.1.1.1.	Estradas
a.1.1.2.	Drenagem
a.1.1.2.1.	Rios
a.1.1.2.1.	Lagoas
a.1.1.2.1.	Topografia
a.1.1.2.1.	Limites Políticos
a.1.1.3.	Municípios
a.1.1.4.	Estados
a.1.1.5.	Regiões
a.1.1.6.	Cidades Sedes
a.1.1.7.	Bacias Hidrográficas
a.1.1.8.	Unidades de Balanço
a.1.2.	Cartografia Temática
a.1.2.1.	Geografia Física
a.1.2.1.1.	Solos
a.1.2.1.2.	Vegetação
a.1.2.1.3.	Relevo
a.1.2.1.4.	Geologia
a.1.2.1.5.	Hidrogeologia
a.2.	Rede de Postos de Monitorização
a.2.1.	Climatológica
a.2.2.	Pluviométrica
a.2.3.	Qualidade da água
a.2.4.	Ambiental
a.2.5.	Piezométrica
a.3.	Infra-Estrutura de Recursos Hídricos
a.3.1.	Poços
a.3.2.	Eixos de Transposição
a.3.3.	Adutoras
a.3.4.	Reservatórios
a.3.5.	Elevatórias
a.4.	Usuários
a.4.1.	Irrigação
a.4.2.	Abastecimento Humano
a.4.3.	Abastecimento Industrial
a.5.	Zoneamento Ambiental
a.5.1.	Fauna
a.5.1.	Flora
a.6.	Sensoriamento Remoto
a.6.1.	Imagens de Satélite
a.6.1.1.	Ambientais
a.6.1.2.	Meteorológicas
a.6.2.	Radar
a.6.3.	Fotografia Aérea
<b>b. Informações Tabulares</b>	
b.1.	Séries Históricas Hidrometeorológicas
b.1.1.	Climatológica

- b.1.1.1. Evaporação
    - b.1.1.2. Evapotranspiração
    - b.1.1.3. Insolação
    - b.1.1.4. Dados Eólicos
    - b.1.1.5. Radiação Solar
    - b.1.1.6. Umidade Relativa do Ar
    - b.1.1.7. Temperatura do Ar
    - b.1.1.8. Umidade do Solo
    - b.1.1.9. Temperatura do Solo
    - b.1.1.10. Fluxo de Calor do Solo
  - b.1.2. Pluviométricas
  - b.1.3. Fluviométricas
    - b.1.3.1. Nível d'água
    - b.1.3.1. Descarga Líquida
    - b.1.3.1. Descarga Sólida
    - b.1.3.1. Curva Chave
  - b.1.4. Evolução Volumétrica dos Reservatórios
  - b.1.5. Regularização de Vazões
  - b.1.6. Qualidade da Água
  - b.1.7. Piezométrica
- b.2. Ficha Técnica da Infra-Estrutura de Recursos Hídricos
  - b.2.1. Açudes
  - b.2.2. Poços
  - b.2.3. Eixos de Transposição
  - b.2.4. Adutoras
  - b.2.5. Elevatórias
- b.3. Demanda
  - b.3.1. Consultiva
    - b.3.1.1. Irrigação
    - b.3.1.2. Abastecimento Humano
    - b.3.1.3. Abastecimento
  - b.3.2. Não Consultiva
    - b.3.2.1. Recreação
    - b.3.2.2. Geração de Energia
    - b.3.2.1. Piscicultura
    - b.3.2.1. Navegação
- b.4. Licenciamento de Obras de Oferta Hídrica
  - b.4.1. Consulta
  - b.4.1. Habilitação
- b.5. Outorga de Direito do Uso da Água
- b.6. Acompanhamento de Obras de Oferta Hídrica
- b.7. Cobrança Pelo Uso da Água
  - b.7.1. Cadastro de Clientes
  - b.7.2. Outras Informações Sobre Cobrança
- b.8. Geografia Física
  - b.8.1. Geologia
  - b.8.2. Solos
  - b.8.3. Vegetação
  - b.8.4. Hidrogeologia
- b.9. Descrição dos Postos e Estações
  - b.9.1. Características Técnicas

- b.9.2. Localização
- b.9.3. Instituição Responsável
- b.10. Dados socioeconômicos
- b.11. Dados Ambientais

#### **c. Informações Documentais**

- c.1. Relatórios
- c.2. Legislação
- c.3. Planos de Recursos Hídricos
- c.4. Projetos
- c.5. Inventários
- c.6. Obras
- c.7. Editais
- c.8. Termos de Referência

#### **d. Informações Para Gerenciamento Administrativo**

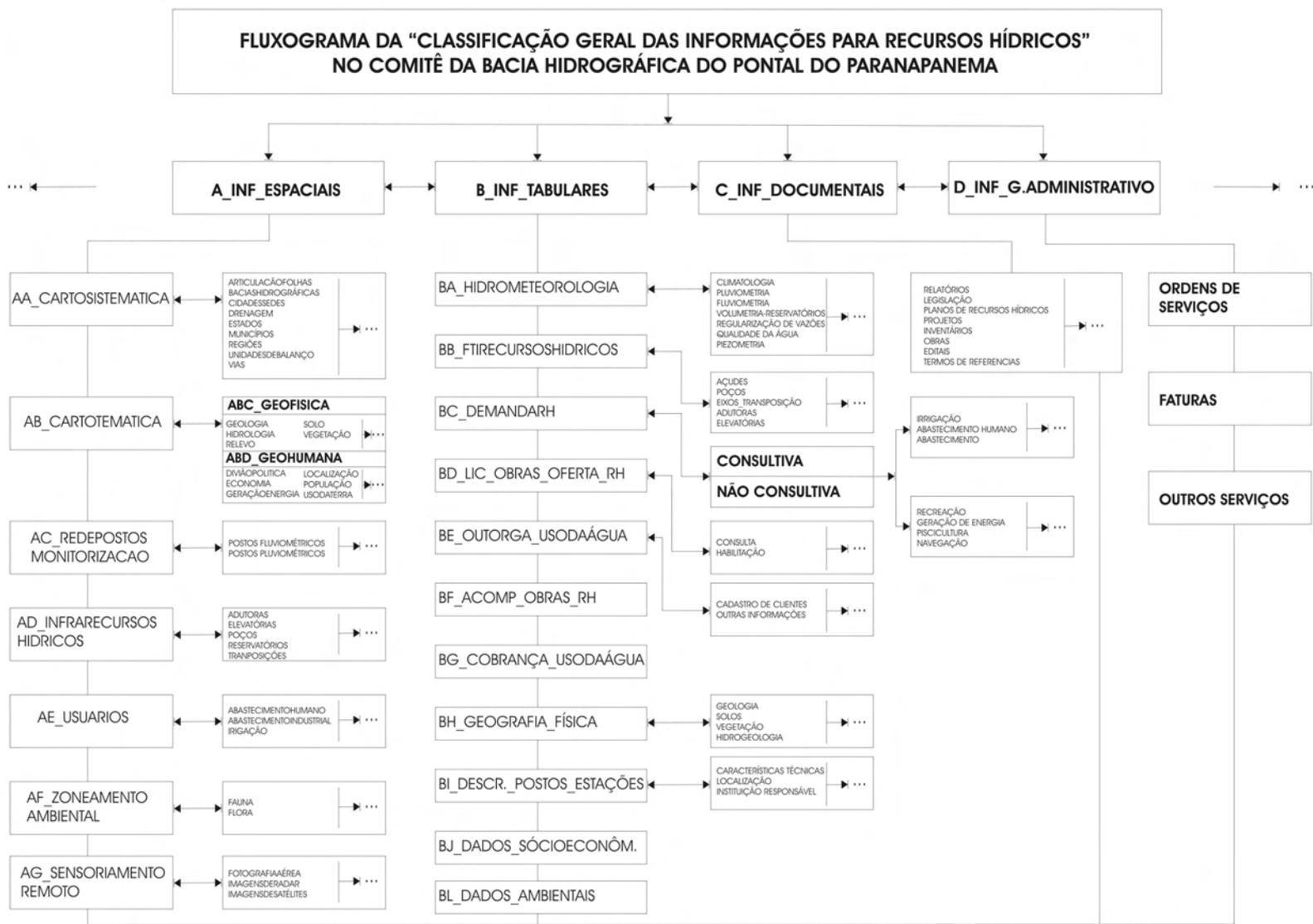
- d.1. Ordens de Serviço
- d.2. Faturas
- d.3. Outros Documentos Administrativos

Fonte: CIRILO e MENDES (2001), com adaptações. Org.: J. A. SILVA (2005).

Como pode ser visto, a CGIRH atende plenamente às demandas temáticas do atual Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos do Estado de São Paulo, deixando em aberto opções para inserção de outras informações complementares, se necessário.

No fluxograma da Figura 5.4.2 é apresentado CGIRH e hierarquização dessas mesmas informações para o Comitê da Bacia Hidrográfica do Pontal do Paranapanema (CBH-PP), modelo usado na implementação do bando de dados integrado do mesmo.

Figura 5.4.2.: CGIRH e para o Comitê da Bacia Hidrográfica do Pontal do Paranapanema.



Org. Pelo autor, 2006.

Org.: J. A. SILVA (2005).

## 5.5. Banco de dados espacial e não-espacial em SISRH

As bases de dados físicos são compostas por arquivos onde os dados são armazenados; quando às bases de dados são associadas aos programas de gerenciamento, os quais permitem executar rotinas de manutenção e controle, o que resulta é o banco de dados. Segundo Meirelles (1994), os sistemas de bancos de dados são concebidos para gerenciar grande quantidade de informações e o gerenciamento dos dados envolve tanto a definição de estruturas para armazenamento como a provisão de mecanismos para manipulação. Teixeira e Christofolletti (1997, p.79) afirmam que: "banco de dados é uma coleção integrada de dados inter-relacionados, organizados em meios de armazenamento de tal forma que podem ser tratados simultaneamente por diversos usuários, com diversas finalidades...".

Um sistema gerenciador de banco de dados (SGBD ou *Data Base Management System*, DBMS) consiste numa coleção de programas que acessam dados inter-relacionados. Os dados contêm as informações concernentes a uma instituição. O principal objetivo de um DBMS é proporcionar um ambiente que seja conveniente e eficiente na recuperação e na inserção de informações no banco de dados.

A base de dados é um investimento e torna-se ainda mais valiosa com o passar do tempo, enquanto que o *hardware* e o *software* se depreciam. A manutenção da base de dados deve começar imediatamente após ela ter sido criada porque, se não houver uma manutenção continuada, os dados também se depreciam. Quando nos referimos a dados ambientais, a exemplo dos recursos hídricos, a depreciação é muito mais rápida.

Uma questão inicial levantada quando se discute a estruturação de um sistema de informações de recursos hídricos diz respeito à escolha do *software* de banco de dados a utilizar. Existe no mercado uma grande quantidade de sistemas disponíveis e a escolha é sempre uma interrogação.

O princípio para reger a escolha deve se basear na dimensão prevista para o sistema de informações que se encontra em desenvolvimento e na familiaridade dos gestores do sistema, baseada nos componentes porventura existentes, com uma determinada linha de *softwares*. Escolher bancos de dados muito robustos, caros e mais complexos para sistemas que não deverão alcançar uma dimensão que justifique a escolha pode não ser boa alternativa. Por outro lado, banco de dados populares e simples podem não suportar o volume de informações a serem implantadas (CIRILO; AZEVEDO, 2000).

No próximo capítulo procura-se fazer uma abordagem sobre os Sistemas de Informações para Gestão dos Recursos Hídricos com destaque para o Estado de São Paulo.

## **6. SISTEMA DE INFORMAÇÕES SOBRE RECURSOS HÍDRICOS NO ESTADO DE SÃO PAULO**

No capítulo anterior, procurou-se fazer uma discussão sobre o estado da arte a respeito do tema “sistema de informações sobre recursos hídricos”, com destaque para o Brasil. Objetivou-se contribuir para a discussão no sentido de trazer subsídios aos Comitês Paulistas visando a um melhor desempenho no desenvolvimento das suas atividades relacionadas ao tema. Aqui se aborda o Sistema de Informações para Gerenciamento de Recursos Hídricos (SigRH) do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SIGRH) do Estado de São Paulo com destaque para a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI-22) do Pontal do Paranapanema.

Neste capítulo, procura-se fazer uma avaliação mais objetiva, com dados qualitativos e quantitativos, sobre o uso dos sistemas de informações como meio de suporte à gestão dos recursos hídricos pelos gestores mais imediatos (membros dos Comitês e secretarias executivas) e pelos usuários.

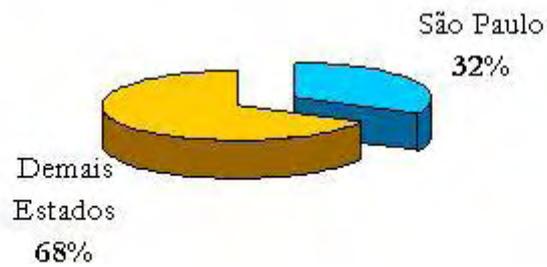
Para abordar o tema foram aplicados questionários nos 21 Comitês Paulistas, ouvindo representantes das secretarias executivas via correio eletrônico e/ou presencialmente, representando 100% dos Comitês de Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo.

Esse número de comitês representa 32% do total existente 65, nos 27 estados da federação, Gráfico 6.1, e 62% do total existente na Região Sudeste 34, Gráfico 6.2, que representa 52% dos comitês no Brasil. E, diante das condições políticas, legais, técnicas, econômicas, físicas e estruturais, esse percentual representa um valor significativo para avaliação dessa conjuntura temática no Brasil.

O questionário aplicado aos Comitês Paulistas encontra-se nos anexos (Anexo 01 - questionário de pesquisa) desta tese.

Gráfico 6.1. Percentual dos Comitês de Bacias Paulistas no Brasil.

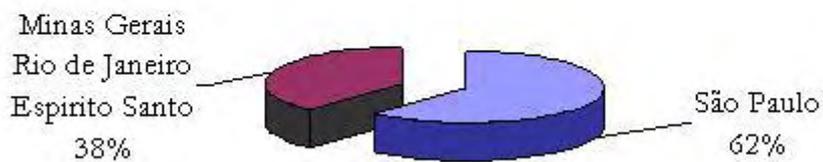
**Percentual dos Comitês de Bacias Hidrográficas  
Paulistas e os demais Estados da Federação.  
Org.: J. A. SILVA, 2005**



Fonte: ANA/IBGE, 2004.

Gráfico 6.2. Percentual dos Comitês de Bacias Paulistas no Sudeste do Brasil.

**Percentual dos Comitês de Bacias Hidrográficas  
Paulistas na Região Sudeste.  
Org.: J. A. SILVA, 2005**



Fonte: ANA/IBGE, 2004.

## 6.1. Sistema de Informações para Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo - SigRH

O SigRH é um portal de acesso às bases de consultas, comunicações e conhecimento acumulado, voltado para a comunidade de gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. De acordo com a SERHS (2004):

(...) um sistema informatizado para comunicação de dados, troca de informações e armazenamento de todo o conteúdo técnico e legal desenvolvido, e que permitisse aos membros integrantes um pleno acesso às informações decisórias, uma biblioteca legal, um canal de comunicação, disponibilidade de informações técnicas sobre as bacias hidrográficas, disponibilidade hídrica, e etc. Este é o SIGRH, uma sigla que representa o Sistema de Informações para Gerenciamento de Recursos Hídricos no Estado de São Paulo, um conjunto de aplicativos computacionais a serviço da comunidade interessada nos recursos hídricos do estado (grifo meu).

Quanto às definições conceituais o Portal SigRH é um site na medida em que um usuário comum pode navegar nas informações disponíveis, consultando documentos e relatórios técnicos, dados hidrológicos, a biblioteca de legislação sobre recursos hídricos e tudo o mais que estiver disponível. É um sistema computacional quando permite que usuários cadastrados possam submeter informações para consulta pública, enviar e receber informações dos e sobre os membros dos colegiados do SIGRH (o sistema de gerenciamento), divulgar eventos, consultar e acompanhar processos de pedido de financiamento junto ao FEHIDRO e um incontável número de outras atividades (SERHS, 2004).

Criado em consonância com a Lei Estadual nº. 9.034-94, tem por objetivo fornecer aos usuários, através da rede pública de computadores, serviços de coleta, armazenamento e divulgação de informações específicas dos colegiados que compõem o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos, criando condições para que essas informações possam ser compartilhadas em todas as unidades geográficas do Estado (SERHS, 2004). Na Figura 6.1.1 pode ser observada a página inicial do Portal SigRH.

Figura 6.1.1: Página principal do SIGRH-SP.

**Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos de São Paulo**  
sábado, 11 de março de 2006 - 15:10  
servidor: www.sigrh.sp.gov.br

WebMail:  @sigrh.sp.gov.br  
Senha:   [Esqueci senha]

Procurar:   [Avançada]

**SIGRH** Comitês CRH Fehidro Boletim informativo Fórum Base documental Base georreferencial

**SIGRH** [CRH/CBH-AP] Reunião do CBH/AP

**CRH** Informa

Agenda Atas Deliberações Documentos Notícias

itens ordenados por data do evento mais recente

- 21/06/06 [PP]: Comemoração dos 10 anos do CBH-PP
- 04/04/06 [TG]: 28ª Reunião Ordinária do CBH-TG
- 30/03/06 [LN]: Prazo para entrega de projetos para financiamento
- 28/03/06 [SJD]: 21ª Reunião Ordinária do CBH-SJD
- 24/03/06 [TB]: Primeira Reunião Ordinária do ano 2.006 do CBH/TB
- 22/03/06 [PP]: Dia Mundial da Água 2006
- 16/03/06 [SMT]: Reunião da UGP
- 15/03/06 [TB]: Primeira Reunião de 2.006 das Câmaras Técnicas do CBH-TB
- 14/03/06 [TG]: Reunião CT-PLAGRHI
- 13/03/06 [PP]: Reunião do GEA
- 10/03/06 [TG]: Protocolo de solicitações FEHIDRO /

**RESULTADO DA ELEIÇÃO DO SEGMENTO SOCIEDADE CIVIL NO CRH PARA O PERÍODO DE 2005 A 2007**

Comunicado nº 5 - [Clique aqui](#)

**Eleição do segmento sociedade civil no CRH para o período 2005-2007**

Comunicado nº 1 - entidades habilitadas - [Clique aqui](#)

Comunicado nº 2 - entidades inabilitadas - [Clique aqui](#)

**Governador aprova Lei da Cobrança no Estado**

**Lei Nº 12.183, de 29 de dezembro de 2005:** Dispõe sobre a cobrança pela utilização dos recursos hídricos do domínio do Estado de São Paulo, os procedimentos para fixação dos seus limites, condicionantes e valores e dá outras providências.

[download \[46,5 KBytes\]](#)

Fonte: SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. SIGRH. São Paulo: 2006. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br>. Acesso em: abril 2006.

Através deste Portal deveriam se tornar públicas as deliberações, atas e regulamentos dos comitês e sub-comitês de bacia, os documentos técnicos aprovados ou em análise pelas câmaras técnicas, além da legislação específica. Nem sempre isso é possível devido à inoperância dos próprios comitês.

Também estão disponíveis bases de consulta sobre a legislação de Recursos Hídricos, dados hidrometeorológicos, acompanhamento de processos no FEHIDRO, sistema de busca, divulgação de notícias e correio eletrônico.

O sistema computacional é composto de um grande banco de dados, onde são armazenadas as informações, documentos, relatórios, mapas e etc. Para consulta e recuperação destas informações, foram desenvolvidos aplicativos de busca através da rede *internet* de forma que o usuário pode navegar através do banco necessitando apenas de um *browser* comum.

O sistema foi projetado para ser alimentado pelos próprios usuários participantes do Sistema Estadual de Recursos Hídricos, através de formulários eletrônicos de submissão

de informações, que são automaticamente armazenadas tornando-se disponíveis para consulta.

Pretendia-se que as prestações de serviços e interatividade dos agentes gestores no site do SIGRH fossem, desde o princípio, dinâmico, pois as informações deveriam ser atualizadas periodicamente através do CRH, dos comitês de bacia e dos outros órgãos colegiados cadastrados no sistema. Tem funcionado, mas pode melhorar! Uma avaliação quantitativa será feita mais adiante.

Na Tabela 6.1.1, apresentam-se de forma resumida os usuários qualificados para acessar o Porta SigRH, um excelente avanço no processo de socialização das informações para gestão de recursos hídricos no Estado.

Tabela 6.1.1. Qualificação dos usuários para acesso ao Portal SigRH.

<b>Atividades</b>	<b>Usuário público</b>	<b>Usuário administrativo</b>
Consultar documentos, atas, deliberações, estatutos, agenda, notícias, bases de consulta, dados hidrometeorológicos, legislação, planos, etc.	Sim	Sim
Receber o boletim informativo do SIGRH (*)	Sim	Sim
Participar de fórum de debates (*)	Sim	Sim
Consultar o servidor de mapas do SIGRH (*)	Sim	Sim
Conta de e-mail		Nível 1
Submeter documentos, agenda, atas, deliberações, apresentação do colegiado, logotipo, estatuto do colegiado		Nível 2
Submeter arquivos da página de internet hospedada no SIGRH (*)		Nível 2
Personalizar homepage do colegiado (*)		Nível 2
Enviar comunicados para usuários cadastrados (*)		Nível 2
Cadastrar representantes dos colegiados		Nível 4
Cadastrar usuários		Nível 8
Supervisor		Nível 16

Fonte: SERHS, 2004. (\*) serviços implementados em junho de 2004.

Na Tabela 6.1.2 foram hierarquizados os principais conteúdos e serviços disponibilizados no site do SigRH.

Tabela 6.1.2: Principais conteúdos e serviços do SIGRH-SP.

## **1. Entendendo o SIGRH**

1.1. Site ou Sistema Computacional
1.2. Quem pode utilizar o SIGRH?
1.3. O que está disponível no SIGRH
1.4. Como tirar dúvidas?
<b>2. Uma Visão Geral do Sistema</b>
2.1. Menu de Funções Principais
2.1.1. Apresentação
2.1.2. Notícias
2.1.3. CRH
2.1.4. FEHIDRO
2.1.5. Comitês
2.1.6. Serviços
2.1.7. Links
2.1.8. Entrar em Contato
2.1.9. Busca
2.1.10. Home
2.1.11. Bases de Consulta
2.2. Comitês (e CRH)
2.2.1. Apresentação
2.2.2. Representantes
2.2.3. Estatuto
2.2.4. Estrutura
2.2.5. Agenda
2.2.6. Atas, Deliberações e Documentos
2.2.7. Homepage
2.2.8. Entrar em Contato
<b>3. Serviços</b>
3.1. Verificar e-mail
3.1.1. Utilizando o Correio Eletrônico do SIGRH
3.1.2. Utilizando um aplicativo de e-mail
3.2. Submissão de Documentos
3.2.1. Agenda
3.2.1.1. Incluir
3.2.1.2. Excluir / Editar
3.2.2. Representantes
3.2.2.1. Incluir
3.2.2.2. Excluir / Editar
3.2.3. Atas
3.2.3.1. Incluir
3.2.3.2. Excluir / Editar
3.2.4. Deliberações
3.2.4.1. Incluir
3.2.4.2. Excluir / Editar
3.2.5. Documentos
3.2.5.1. Incluir
3.2.5.2. Produção de Documentos para Submissão
3.2.5.3. Excluir / Editar
3.2.6. Colegiado

3.2.6.1. Incluir
3.2.6.2. Visualizar
3.2.7. Notícias
3.2.7.1. Incluir
3.2.7.2. Excluir / Editar
3.2.8. Estatuto
3.2.9. Apresentação
3.2.10. Imagem de Fundo
3.3. Controle de Usuários
3.3.1. Atributos dos usuários
3.3.2. Incluir
3.3.3. Excluir / Editar
<b>4 Tópicos Especiais</b>
4.1. Destaques da Página Principal
4.2. Fazendo Uma Conexão FTP com o SIGRH
4.2.1. Para abrir uma conexão ftp
4.2.2. Listando os arquivos presentes no servidor em sua área
4.2.3. Fazendo o upload de um arquivo
4.2.4. Fazendo o download de um arquivo
4.3. Bases de Consulta
4.3.1. Plano Estadual de Recursos Hídricos 2000 - 2003
4.3.2. Plano Estadual de Recursos Hídricos 1990
4.3.3. Legislação consolidada de recursos hídricos
4.3.4. Banco de Dados Hidrológicos do DAEE
4.3.5. Plano de Macro-Drenagem da Bacia do Alto Tietê

Fonte: SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. SIGRH. São Paulo: 2006. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br>>. Acesso em: abril 2006. Org.: J. A. SILVA (2006).

O SigRH, diante dos avanços alcançados no setor, precisa adequar a prestação de serviços. Este Sistema tem a sua dinâmica, é prático, tem um importante papel dentro do SIGRH, porém é possível melhorá-lo.

O Sistema deve ser visto e utilizado, pelos usuários, como um instrumento de apoio às tomadas de decisões nas ações de gestão de recursos hídricos. Isto significa que as informações, sobretudo as geoespaciais, devem atender a uma escala de abordagem e um universo temático que atendam as preconizações da política paulista de gestão de recursos hídricos. Assim sendo, deve-se perguntar em que medida o SigRH tem colaborado para a gestão integrada dos recursos hídricos no Estado.

Um outro fator importante que deve ser valorizado é o Fórum On-line dentro do Sistema. Hoje, a participação, ainda, é bastante tímida. Deve-se buscar um caminho para potencializar a participação dos usuários e dirigentes no referido Fórum. Acredita-se que a resposta esteja em um cadastramento eficiente dos usuários de recursos hídricos e dos

atores envolvidos na gestão, além de pessoal adequado para operacionalizar e dinamizar o referido Fórum.

Hoje, como dito, o Sistema tem cumprido papel significativo, porém em parte não funciona. Não há um acompanhamento periódico das pautas dos comitês para alimentação do Sistema. O mesmo não se justifica se não permitir o acompanhamento da pauta cotidiana dos comitês no Estado. Uma maior visibilidade ao SigRH dentro da comunidade dos comitês pode melhorar esse aspecto. O SigRH tem papel primordial na democratização das informações, portanto na tomada de decisões, que na atual política deve ser mais coletiva e consensual do que burocrática e autoritária.

A Gestão de Recursos Hídricos em São Paulo tem sido na última década modelo para a totalidade dos estados brasileiros, podem-se ter também bons exemplos com os Sistema de Informações.

## **6.2. Os Comitês Paulistas e o SigRH.**

Procura-se neste item fazer uma avaliação do processo de interatividade dos Comitês Paulistas com o Sistema de Informações para Gerenciamento de Recursos Hídricos – SigRH, buscando-se apresentar os recursos humanos e os recursos técnicos baseando-se nos questionários aplicados nos referidos Comitês.

O SigRH tem papel importante na organização, divulgação e disseminação de informações sobre a gestão dos recursos hídricos do Estado de São Paulo, como sugere a Lei das Águas Paulista. Pretende ser, como apresentado anteriormente neste capítulo, o principal portal de informações. Para tanto se faz necessário e fundamental a interação dos Comitês com o Sistema.

Para o bom funcionamento de um sistema como o SigRH, é fundamental a interação dos agentes que compõem o próprio Sistema, no sentido de subsidiá-lo com os dados necessários que posteriormente se converterão em informações.

Inicialmente, procurou-se saber a relação de interação das secretarias executivas dos comitês com o Portal SigRH com o objetivo de avaliar a manutenção do fluxo de dados e informações para o referido Portal, desta forma assegurando o princípio da interação.

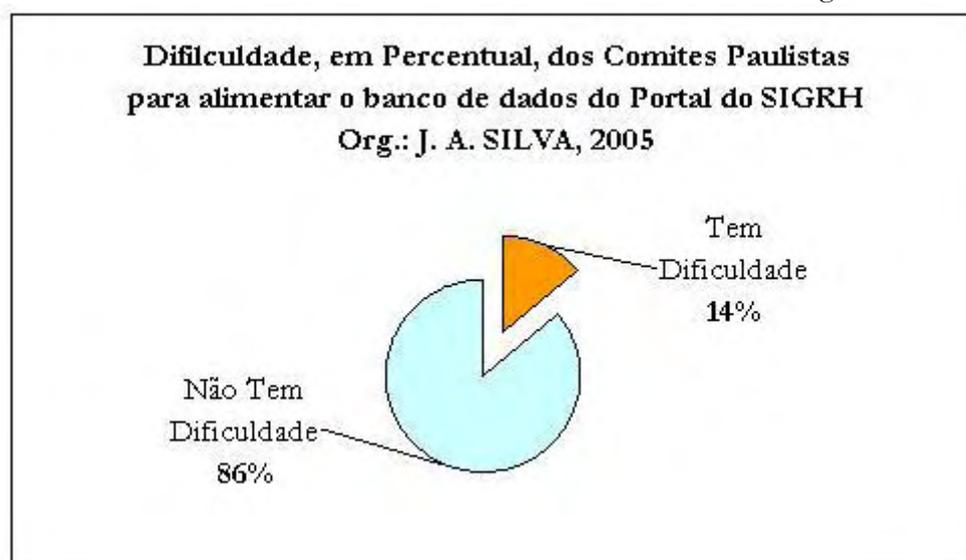
Para isso foram aplicadas duas questões: na primeira procurou-se saber dos comitês a periodicidade no envio de informações para o referido Portal, Gráfico 6.2.1, e na segunda o grau de dificuldade na transferência de informações para o mesmo Portal, Gráfico 6.2.2.

Gráfico 6.2.1. Periodicidade no envio de informações ao SigRH.



Fonte: Comitês de Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo, 2005.

Gráfico 6.2.2. Dificuldade no envio de dados ao Portal SigRH.



Fonte: Comitês de Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo, 2005.

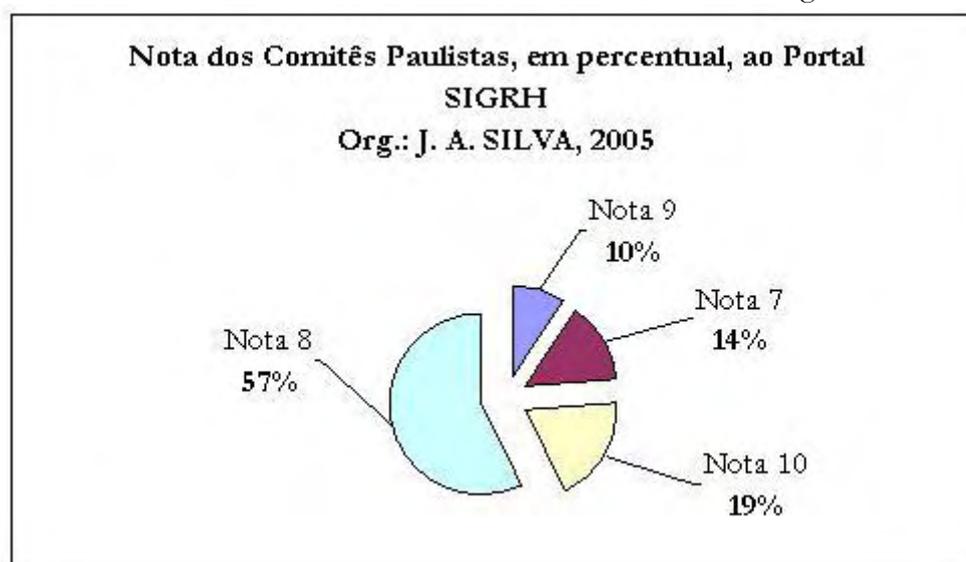
As informações revelaram que há uma boa interação dos comitês com o SigRH (o qual é indispensável para uma boa dinâmica do Sistema) na socialização das informações (documentos) geradas nos comitês, através da alimentação do banco de dados – 81% dos comitês, representando 17 comitês, informaram que enviam ao Sistema, com periodicidade, os documentos. Houve também um baixo percentual dos comitês que tem dificuldade para enviar os documentos para o Sistema – 14%, representando três comitês.

Pediu-se também, considerando layout, interatividade, facilidades para transferir e copiar documentos, uma avaliação quantitativa do Portal SigRH, atribuindo valores de zero a dez. No Gráfico 6.2.3 é ilustrado o resultado e 57% dos comitês, representando 12 comitês, atribuíram nota oito, ficando com a média geral oito e meio.

Na Figura 6.1.2, apresenta-se a barra de menu que é exibida em todas as sub-páginas do Portal SigRH e permite acesso imediato a todas as áreas e conteúdos do site.

Diante desta avaliação, feita pelos Comitês Paulistas, entende-se que o Portal SigRH tem uma boa interatividade e baixo grau de dificuldade no processo de transferência de documentos e informações.

Gráfico 6.2.3. Nota dos Comitês Paulistas ao Portal SigRH.



Fonte: Comitês de Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo, 2005.

Figura 6.1.2: Barra de menu do Portal SigRH.



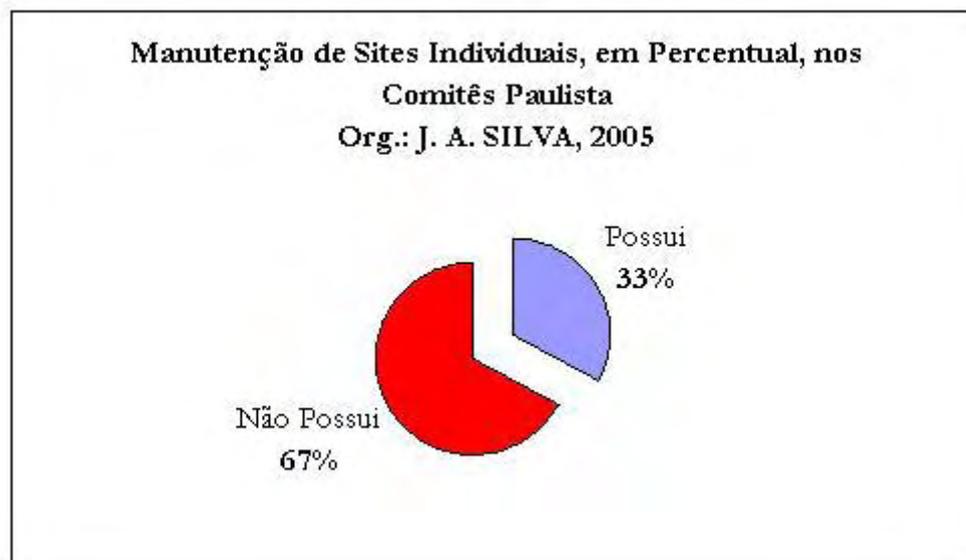
Fonte: SERHS, 2004.

Quando perguntado aos comitês sobre a organização das documentações e informações em bancos de dados a fim da divulgação de tais informações à comunidade

em geral e ao próprio colegiado, ficou evidente o pouco empenho dos comitês na organização e prestação desse serviço.

No Gráfico 6.2.4, pode-se observar que 67% dos comitês não possuem a manutenção de sites individuais para divulgação de suas informações sobre a gestão dos recursos hídricos. Os portais individuais têm papel importante para divulgação das referidas informações, pois permitem tratamento personalizado na disponibilização das mesmas.

Gráfico 6.2.4. Comitês Paulistas com Sites Individuais.



Fonte: Comitês de Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo, 2005.

Na Tabela 6.1.3, relacionam-se os Comitês Paulistas com a manutenção de sites individuais para divulgação de suas informações. Um exemplo a ser seguido pelos demais comitês no Estado e no Brasil.

O Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe (CBH-AP) também já deu início a este processo com projeto para desenvolvimento do seu Portal “Pelos Caminhos das Águas” que, entre outros objetivos, pretende socializar as informações sobre a gestão dos recursos hídricos da referida bacia hidrográfica. (CBH-AP/UNESP, 2005).

Tabela 6.1.3: Comitês Paulistas com Sites Individuais.

Endereços de Sites	Comitês Paulistas
http://www.comiteat.sp.gov.br	CBH - Alto Tietê
http://www.ubatuba.sp.gov.br/cbhln	CBH - Litoral Norte
http://www.fcav.unesp.br/cbhmogi/index.htm	CBH - Mogi-Guaçu
http://www.comitepcj.sp.gov.br	CBH - Piracicaba/Capivari/Jundiaí
http://www.comitepp.sp.gov.br	CBH - Pontal do Paranapanema
http://www.comitesm.sp.gov.br	CBH - Serra da Mantiqueira
http://www.comitetg.sp.gov.br	CBH - Turvo/Grande

Fonte: Comitês de Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo, 2006. Org.: J. A. SILVA (2006).

Na pergunta relacionada à organização de algum tipo de banco de dados (coleção integrada de dados inter-relacionados) que envolva aplicativos “simples” como do próprio pacote *Microsoft Office* a exemplo do *Excel* e *Access*, houve também um percentual considerável - 38%, que não possui, como pode ser visto no Gráfico 6.2.5. Isso pode indicar uma desarticulação no âmbito da gestão das informações ou falta de recursos humanos qualificados para tais atribuições.

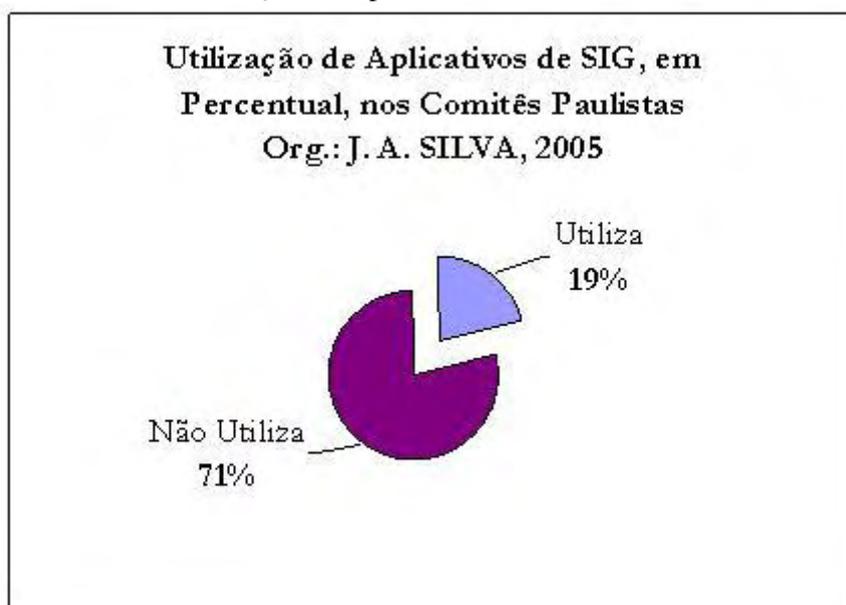
Quanto ao percentual de utilização de aplicativos de Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) – 71%, representando 15 comitês como ferramenta de apoio para a gestão dos recursos hídricos, acredita-se que isso se dê devido à falta de profissionais que possam dar suporte, de treinamento de pessoal para operação dos aplicativos e manutenção de banco de dados, além da falta de visão dos seus agentes gestores da importância de tal recurso. O Gráfico 6.2.6 ilustra esta situação.

Gráfico 6.2.5. Organização de banco de dados nos Comitês Paulistas.



Fonte: Comitês de Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo, 2005.

Gráfico 6.2.6. Utilização de Aplicativos de SIG nos Comitês Paulistas.



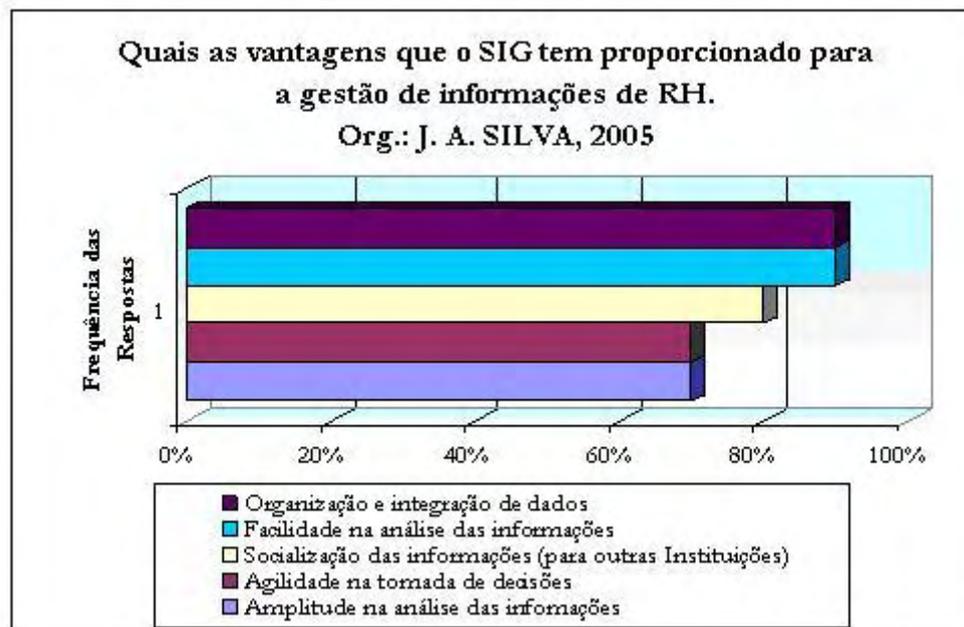
Fonte: Comitês de Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo, 2005.

São de conhecimento de todos, os atores mais imediatos do SIGRH, as dificuldades encontradas pelos comitês de bacias e demais órgãos responsáveis pela gestão dos recursos hídricos. A falta de informação e a sua adequada sistematização têm sido um dos grandes dilemas no momento das tomadas de decisões. As ações desencadeadas para efetivação de um dos principais instrumentos de gestão, a cobrança pelo uso da água (Lei nº. 12.183/2005), por exemplo, requer um conjunto denso de informações.

Já foi atestado cientificamente, como apresentado nesta tese em capítulos anteriores, que os SIG's no planejamento e gestão dos recursos hídricos permitem maior racionalização e dinâmica na organização das informações, facilitando a previsão e controle dos processos naturais ou induzidos pela ação do homem nas bacias hidrográficas.

Na pergunta qualitativa sobre a importância e as vantagens que os SIG's apresentam e proporcionariam à gestão das informações de recursos hídricos, não resta dúvida quando se observa a síntese das cinco respostas mais freqüentes dadas pelos Comitês Paulistas, Gráfico 6.2.7.

Gráfico 6.2.7.: Vantagens dos SIG's para gestão dos recursos hídricos.



Fonte: Comitês de Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo, 2005.

No Portal do SigRH foi desenvolvida a base georreferenciada, Figura 6.1.3, que reúne um conjunto de informações sobre recursos hídricos que podem ser localizadas geograficamente, possibilitando várias sínteses.

O servidor de mapas georreferenciados, Figura 6.1.4, permite a publicação eletrônica de informações contidas em arquivos cartográficos digitais. Desta forma, os dados podem ser concentrados e acessados através de uma única fonte – o navegador do SigRH.

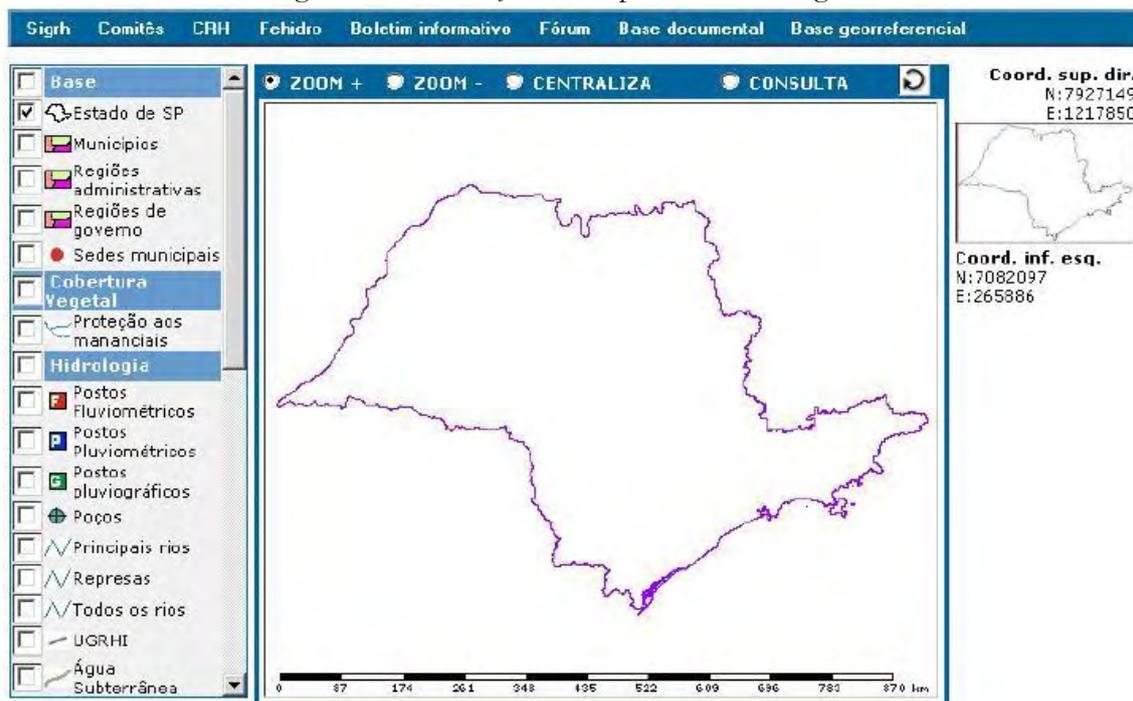
A sobreposição de informações de hidrologia, infra-estrutura, meio físico, meio ambiente, uso e ocupação do solo etc., em um único espaço de visualização, aprimora a capacidade de análise e interpretação de informações.

Figura 6.1.3: Menu da Base Georreferenciada do Portal SigRH



Fonte: SERHS, 2004.

Figura 6.1.4: Serviços de mapas do Portal SigRH.



Fonte: SERHS, 2004.

No entanto, a base georreferenciada desenvolvida pelo Portal SigRH não tem a pretensão de dar suporte às tomadas de decisões nas escalas cartográficas dos comitês de bacias. É uma escala genérica que permite uma visão simplificada do território paulista e das temáticas referentes à gestão dos recursos hídricos.

Para o planejamento e tomada de decisões pelas secretarias executivas dos comitês, faz-se importante material cartográfico de qualidade e em escala adequada. Quando perguntado aos comitês em que escalas cartográficas baseiam seus trabalhos nas ações de gestão de recursos hídricos, 70% destes comitês responderam que usam a escala de 1:250000 e o restante 30% 1:50000, como pode ser visto no Gráfico 6.2.8. É bastante óbvio que a opção pela escala de 1:250000 se deu porque é a escala que eles têm disponível em função de ser a base da maioria dos documentos de suporte à gestão.

Porém, quando perguntado na avaliação do comitê qual seria a melhor escala para se fazer a gestão dos recursos hídricos, ficou clara a opção pela escala 1:50000 – 90% dos Comitês Paulistas, Gráfico 6.2.9.

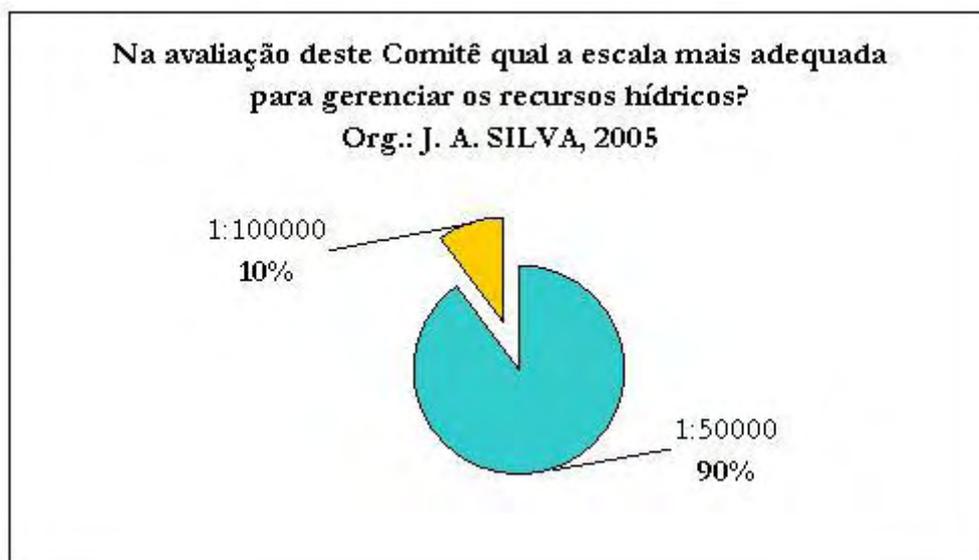
Este autor também avalia que a escala de 1:50000 é a melhor para essa finalidade. No capítulo nove, sobre a implementação do SIG no Comitê da Bacia Hidrográfica do Pontal do Paranapanema, procura-se discutir essa questão.

Gráfico 6.2.8.: Escala cartográfica base dos trabalhos dos Comitês Paulistas.



Fonte: Comitês de Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo, 2005.

Gráfico 6.2.9.: Melhor escala cartográfica sugeridas, pelos Comitês Paulistas para gestão dos recursos hídricos.



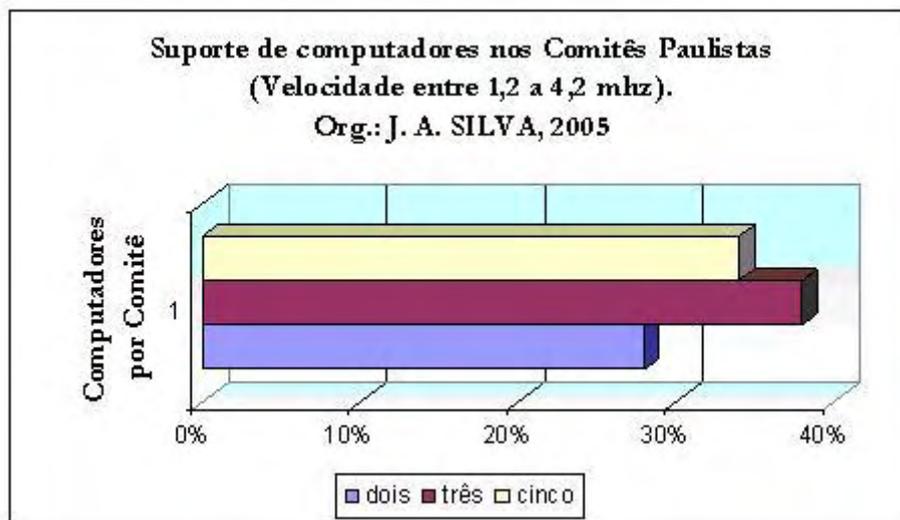
Fonte: Comitês de Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo, 2005.

Diante desta conjuntura, fica evidente a falta de ações efetivas de forma articulada para implementar os SIG's em um nível de detalhe espacial (escala cartográfica) adequados ao processo de tomada de decisões.

A base física e estrutural já se faz adequada para dar início a esta empreitada. Nas questões relacionadas aos equipamentos de informática para o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos, foi possível perceber que os comitês estão bem estruturados. Na pergunta relacionada à quantidade de computadores, pode-se revelar que a

média de computadores para cada comitê de bacia hidrográfica é três, com velocidade entre 1,2 a 4,2 MHz. Esta constatação revela que os comitês, hoje, já dispõem de bons equipamentos de informática para suporte à gestão dos recursos hídricos. O Gráfico 6.2.10 ilustra esta situação.

Gráfico 6.2.10.: Computadores nos Comitês Paulistas.



Fonte: Comitês de Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo, 2005.

Além disso, a maior parte desses computadores está disposta em rede como pode ser observado na estatística do Gráfico 6.2.11.

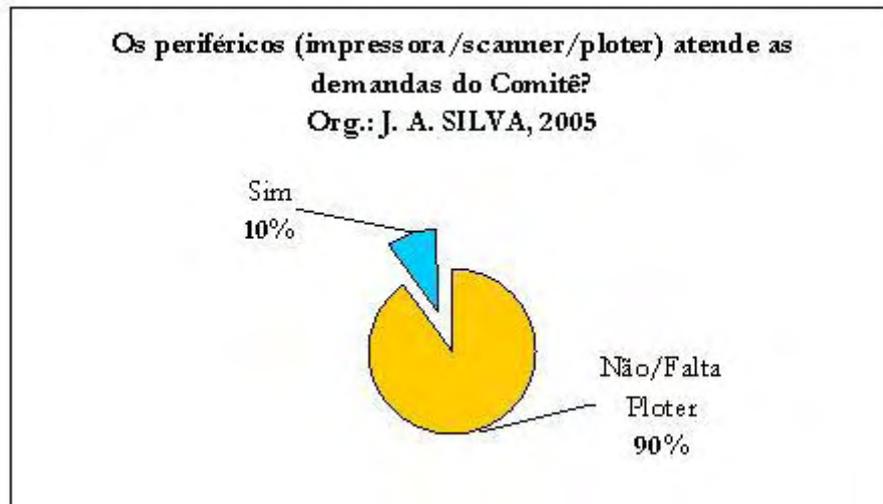
Gráfico 6.2.11.: Disposição dos Computadores em rede.



Fonte: Comitês de Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo, 2005.

Podem-se avaliar também os comitês quanto aos equipamentos periféricos de informática a exemplo de impressora, scanner e ploter. Ficou evidente a falta de ploter para impressão dos produtos cartográficos gerados para as ações de gestão dos recursos hídricos como demonstrado no Gráfico 6.2.12.

Gráfico 6.2.12.: Demanda de Periféricos de Computadores nos Comitês Paulistas.



Fonte: Comitês de Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo, 2005.

Por fim foi perguntado sobre a existência de aparelhos GPS (*Global Positioning System*), como um equipamento eletrônico importante para suporte à coleta de dados. Foi revelado que pouco mais da metade dos Comitês Paulistas possuem os aparelhos, como demonstrado no Gráfico 6.2.13.

Gráfico 6.2.13.: Aparelhos GPS nos Comitês Paulistas.



Fonte: Comitês de Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo, 2005.

Portanto, retomando a questão da infra-estrutura de equipamentos, ficou claro que, hoje, os Comitês Paulistas não demandam muito mais equipamentos de informática e sim recursos humanos qualificados para a organização e divulgação das informações produzidas em tais comitês.

O SigRH tem desempenhado um papel importante na cultura inicial de uso deste meio de apoio ao SIGRH no Estado de São Paulo. Os comitês ainda não têm uma política de organização do quadro de pessoal para atender adequadamente esse setor. Falta pessoal qualificado em diversas áreas do conhecimento para assumir a demanda na organização das informações para gerenciamento dos recursos hídricos.

7.

# SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG's): PRESSUPOSTOS BÁSICOS PARA UTILIZAÇÃO NA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

“É preciso pensar o espaço para saber nele se  
organizar, para saber ali combater”.

**Ives Lacoste (1988)**

## **1. Os SIG's na Gestão dos Recursos Hídricos**

No capítulo anterior, abordaram-se os Sistemas de Informações Sobre os Recursos Hídricos (SISRH) e a importância desses Sistemas como metodologias e tecnologias de apoio para os processos de gestão dos recursos hídricos no Brasil e o pioneirismo dessas atividades em outros países. Aqui se discutem os Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) como uma das dimensões mais importantes dos SISRH, pois através dos SIG's consegue-se organizar de forma lógica e apropriada os conteúdos necessários para a gestão das temáticas ambientais, entre as quais, os recursos hídricos. Na Figura 7.1, apresenta-se um mapa conceitual mostrando o papel do SigRH e do SIG no contexto do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SIGRH) como ferramentas de apoio na organização, dinamização e socialização de dados e informações para a gestão dos recursos hídricos paulistas.

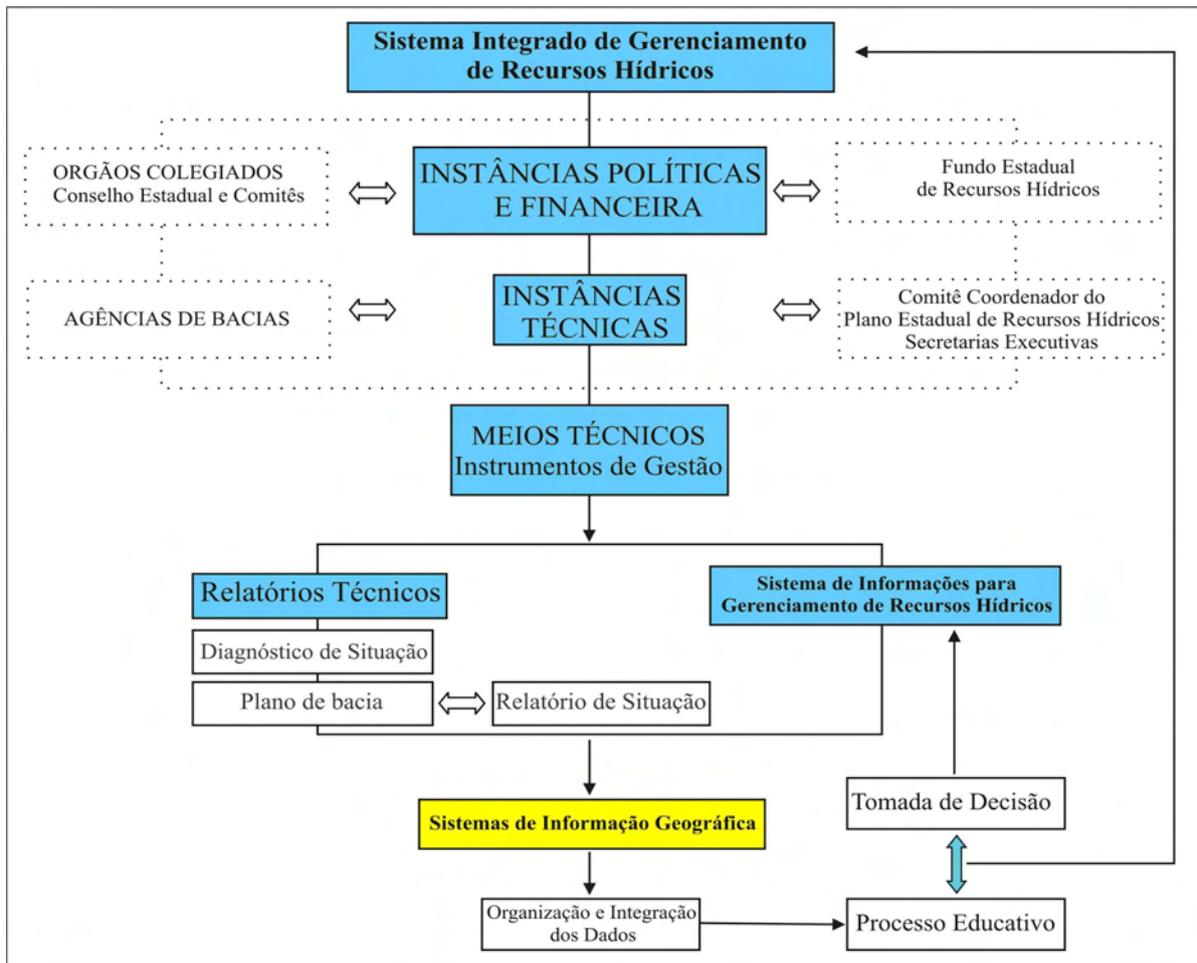
A necessidade de integrar vários formatos de dados em um mesmo ambiente, unindo propriedades espaciais e não espaciais, utilizando o conceito de camadas de informação, foi suprida a partir da conceituação de poderosas ferramentas computacionais. Tais ferramentas, que visam à coleta, armazenamento, recuperação, transformação, análise e apresentação de dados e informações, especialmente referenciados, foram sumarizadas no que se convencionou denominar SIG.

Falar em meio ambiente na atualidade sem considerar os recursos da informática é quase impossível. Nos dias atuais a velocidade da informação é muito grande e a movimentação das sociedades no espaço geográfico tem se dado de forma muito dinâmica.

A informática pode ser considerada como a mais revolucionária área de pesquisa das últimas décadas, provocando mudanças que atingem toda a sociedade em seus diversos aspectos, incluindo todo conhecimento científico. Neste contexto, como afirmam Teixeira et al (1992,) não poderiam passar ao largo ciências como a Geografia, Geologia, Ecologia,

Oceanografia, Economia, Arqueologia etc. Com o advento do computador, os dados alfanuméricos estão sendo armazenados em Banco de Dados juntamente com os dados geográficos. Os dados geográficos que descrevem objetos do mundo real em termos de posicionamento com relação a um sistema de coordenadas, as relações topológicas existentes aliadas aos seus atributos que são os dados alfanuméricos formam o Banco de Dados Espacial de um Sistema de Informações Geográficas.

Figura 7.1.: Mapa conceitual: o papel do SigRH e SIG no Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo.



Org.: J. A. SILVA, 2004.

Faz-se importante lembrar que há na bibliografia relacionada aos Geoprocessamento/SIG's um enorme conhecimento acumulado sobre as mais variadas metodologias de uso dessas tecnologias. Amplia-se esse universo de conhecimentos na velocidade que se desenvolvem as tecnologias na área da informática.

## 7.2. Definições Conceituais de Geoprocessamento/SIG

O termo Geoprocessamento tem sido confundido com o termo Geomática. Infelizmente, Geoprocessamento tem sido tomado como sinônimo de Sistema de Informação Geográfica (SIG).

O Geoprocessamento resulta da fusão da Geomática com a Ciência da Computação, especificamente a área de Sistemas de Informação. Nessa visão os SIG's são tecnologias de Geoprocessamento que lidam com informação geográfica na forma de dados geográficos. Por sua vez, dados geográficos podem ser classificados como dados espaciais e dados de atributos. A Geomática reúne métodos, técnicas, metodologias e tecnologias das Ciências Geodésicas com o formalismo matemático, com o objetivo de coletar, tratar e processar dados espaciais, tornando-os aptos a serem utilizados por tecnologias de SIG. Estes dados permitem que se conheça a estrutura geométrica de entes espaciais (casa, rua, rio, parcela de solo, viatura etc.) bem como sua posição no espaço geográfico.

O Geoprocessamento emprega uma tecnologia envolvendo *hardware* e *software*, com diversos níveis de sofisticação, com o objetivo de implementar sistemas com fins didáticos, de pesquisa acadêmica ou aplicações profissionais e científicas nos mais diversos ramos das Geociências, Ciências Exatas, Ciências Humanas entre outras. Sistemas mais potentes e novas aplicações foram desenvolvidos ao longo das últimas três décadas devido ao avanço na área da informática. Concomitantemente houve uma queda nos preços do *hardware* e *software*, o que propiciou a rápida difusão e aceitação do Geoprocessamento, havendo atualmente milhares de sistemas em funcionamento em todo o mundo.

Para Cirilo e Mendes (2001, p. 50):

Os paradigmas podem ser considerados como padrões da atividade científica e em certo sentido são considerados “supermodelo”, ou modelos de grande escala. O geoprocessamento, atualmente, é considerado o “modelo dos modelos” muito mais pela capacidade de comunicação fácil com as pessoas (os mapas coloridos), do que pela forma com que explica a aparente complexidade do mundo que nos cerca. As várias características do “mundo real” (realidade, ambiente, sistema) precisam ser conhecidas como aspectos de um todo, bem como as conexões dessas características. As simplificações dessas interdependências entre características do “mundo real” são chamadas de modelos. Dessa forma, pode-se definir conceitualmente o geoprocessamento como uma estruturação simplificada da realidade que supostamente, de forma

generalizada, apresentam características e relações importantes, através de dados especializados.

Pode-se definir Geoprocessamento, na concepção de Rodrigues (1987), como sendo um conjunto de tecnologias de coleta e tratamento de informações espaciais e o desenvolvimento de sistemas que se utilizam desta tecnologia, e a mesma pode ser melhor entendida quando organizada segundo estruturas de conceitos e métodos que permitam uma visão integrada das aplicações e técnicas utilizadas. O conjunto de metodologias de desenvolvimento de sistemas computacionais voltados às questões espaciais diz respeito a sistemas que podem ser classificados da seguinte forma:

- a) *Sistemas aplicativos*: sistemas computacionais cujo objetivo é a representação de entidades espaciais para realizar tarefas como, por exemplo, projetos nas áreas de engenharia de minas, transportes e hidráulicas;
- b) *Sistemas de informação*: são sistemas destinados a coleta, armazenamento, recuperação, manipulação e apresentação de informações sobre entidades espaciais e sobre o contínuo espacial. Tais sistemas são mais utilizados nas atividades de planejamento ou avaliação relacionadas ao urbanismo e à engenharia de transporte;
- c) *Sistemas especialistas*: são os que utilizam o conhecimento na solução de problemas que necessitariam da inteligência humana, emulando o desempenho de um especialista atuando em uma área do conhecimento. Apesar desse sistema estar sendo aperfeiçoado dia a dia, está atualmente sendo muito utilizado como suporte de atividades de manutenção em áreas como engenharia de construções.

Não se pode deixar de destacar que a Cartografia tradicional, a partir da segunda metade do século XX, revolucionou todo o seu arcabouço metodológico e diversidade de produtos e formas de apresentação com a incorporação e utilização de computadores, em todo o mundo.

A introdução da cartografia automatizada foi o acontecimento mais importante e de maior consequência ocorrido na história da Cartografia nas últimas décadas. Ela inaugurou um caminho novo, que não cessa de se desenvolver com rapidez, a ponto de tornar obsoleto um bom número de operações técnicas tradicionais e de influenciar, ao extremo, tanto a concepção quanto a realização dos mapas. (SILVA, 2001).

No decorrer dos anos 60, a informática dedicou-se ao problema decisivo da automação do desenho, graças aos coordenatógrafos de comando numérico, e depois às mesas traçadoras e aos monitores de vídeos. A partir de então, a infografia, ou cartografia

assistida por computador, é operacional em todos os estágios de elaboração dos mapas, onde ela renova completamente os princípios e as formas. Duas espécies de sistemas automáticos são empregados desde então: aquele cujo papel principal é gerar um banco de dados cujos registros cartográficos são um produto dentre outros e aqueles cujo objetivo é prioritariamente a produção de mapas. (SILVA, 2001).

A automação é, assim, um meio ao mesmo tempo maleável e poderoso de análise e de realização cartográfica. Sua principal vantagem é a de produzir bem rápido um grande número de documentos variados a partir de um mesmo cabedal de informações registradas. O ganho de tempo e a maleabilidade são apreciáveis, sobretudo, quando se trata de mapas condenados a envelhecer rapidamente. (JOLY, 1990).

Após a década de 60 e principalmente na década seguinte, destacam-se novos conceitos, como os termos *Computer Aided Design* (CAD), *Computer Aided Mapping* (CAM), *Automated Mapping/Facility Management* (AM/FM), metodologias sistêmicas inéditas que permitiram com sucesso a transformação do mapa analógico (em papel) para o meio digital (toda informação inserida no computador), transformando a base cartográfica impressa no papel em uma BASE DIGITAL DE DADOS ESPACIAIS (BDDE).

Explicitando melhor, os CAD's são compreendidos como programas de Projeto Auxiliado por Computador. São sistemas substitutos do desenho manual em papel e, dessa forma, não necessariamente apropriados para aplicação em Cartografia. Os Sistemas de Mapeamento Assistido por Computador (CAM), em geral empregam primeiramente a tecnologia CAD para a produção de mapas. Com relação aos sistemas de Mapeamento Automatizado/Gerenciamento de Utilidades (AM/FM), estes também são baseados na tecnologia CAD. Nesses sistemas, trabalha-se com noção de redes, pois o sistema é capaz de identificá-las preservando os nós (interseções), gerando arquivos para armazenar as relações de conectividade que descrevem a geometria do sistema, aspecto excepcional na organização da rede hídrica, pensando a gestão dos recursos hídricos de forma geral. Outra importante característica do sistema AM/FM são os arquivos de dados não gráficos, ou alfanuméricos, que são ligados aos arquivos gráficos. Esses arquivos descrevem as características dos componentes do sistema ou rede tais como tamanho, capacidade, material de que é feito, entre outras informações. Para criar, armazenar, recuperar, manipular e apresentar uma ampla gama de informações, tais sistemas utilizam a combinação do mapeamento automatizado com as facilidades do gerenciamento de base de dados. (KLEINER, 2000).

Já os SIG's são sistemas voltados à análise de dados geográficos, mas sem prejuízo da qualidade gráfica e precisão dos produtos gerados.

Os SIG's podem ser definidos como sistemas automatizados usados para armazenar, analisar e manipular dados geográficos, ou seja, dados que representam objetos e fenômenos em que a localização geográfica é uma característica inerente à informação e indispensável para analisá-la. (ARONOFF, 1989).

Como **SISTEMA** considera-se um arranjo de entidades (elementos ou coisas) relacionadas ou conectadas, de tal forma que constituem uma unidade ou um todo organizado, com características próprias e subordinados a processos de transformação conhecidos (TEIXEIRA et al, 1992).

O termo **INFORMAÇÃO** pode ser entendido como algo que contribui para a redução do grau de incerteza sobre as coisas. Neste sentido, um SIG trata-se de um conjunto integrado de componentes com a função de fornecer informação, na forma de dado, aos processos decisórios, aqui na gestão dos recursos hídricos. Em certa medida, um SIG pode ser compreendido como um Sistema de Apoio à Decisão Espacial (SADE). Além de fornecer informação, um SIG também provê ferramentas para que o tomador de decisão realize análise como forma de buscar explicações para as ocorrências que geram problemas no mundo real. A diferença fundamental entre um SIG e um Sistema de Informação convencional é que o SIG incorpora a componente espacial, ou seja, admite-se que as coisas de interesse estão em algum lugar no espaço e que, eventualmente, estão correlacionadas.

Em **INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA** considera-se o conjunto de dados cujo significado contém associações ou relações de natureza espacial. Esses dados podem ser apresentados em forma gráfica (pontos, linhas e polígonos), numérica (caracteres numéricos), ou alfanumérico (combinação de letras e números).

Os estudos e pesquisas com as tecnologias de SIG tiveram início nos Estados Unidos, Canadá e Inglaterra na década de 60, variando em terminologia de acordo com a área de aplicação a que se destinavam. Desse período em diante a velocidade no processo de incorporação e aprimoramentos desta tecnologia se deu de forma muito rápida.

Hoje, discutir e representar o comportamento dos fenômenos ambientais, principalmente dos recursos hídricos, com o propósito de fazer um gerenciamento integrado e ágil, sem os recursos da informática se torna inviável, devido à dinâmica antrópica e a reação de curto prazo do meio ambiente.

O SIG pode ser entendido também como um conjunto poderoso de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformar e apresentar dados espaciais do mundo real para um conjunto particular de propósitos. Os dados geográficos descrevem objetos do mundo real em termos de suas posições em relação a um sistema de coordenadas conhecidas, seus atributos, suas inter-relações espaciais que descrevem como os objetos estão ligados entre si ou como podem relacionar-se com os outros (BURROUGH, 1989). Na Figura 7.2.1, é possível estabelecer essa correlação entre o mundo real e a sua própria abstração com a utilização dos recursos da cartografia automatizada.

Figura 7.2.1.: Área do Parque Estadual Morro do Diabo na UGRHI-22: Modelagem do mundo real com recursos da cartografia automatizada.



Fonte: SENAGRO, 1998. Org.: J. A. SILVA, 2004.

Segundo Korte (1994), os sistemas CAD, CAM e AM/FM diferem do SIG porque esse define todas as relações espaciais entre os elementos constantes do mapa. A topologia descreve as características relativas à localização e topografia das feições do mapa, como as feições do mapa estão conectadas, as relações de vizinhança, contigüidade e limites entre áreas.

Um SIG é, ao mesmo tempo, um sistema de banco de dados com recursos específicos para lidar com dados referenciados espacialmente, assim como um conjunto de operações para se trabalhar com tais dados. Além de dados espaciais, um SIG também armazena e manipula dados não-espaciais (atributos, dados alfanuméricos, estrutura descritiva) e integra os dois tipos de dados. (KLEINER, 2000).

Um SIG pode ser entendido como um sistema com a função de executar operações sobre os dados. Mencionam que um **DADO** é um símbolo utilizado para representações de fatos, conceitos ou instruções, em forma convencional ou pré-estabelecida e apropriada para comunicação, interpretação ou processamento por meios humanos ou automáticos, mas que não tem significado próprio. A **INFORMAÇÃO**, por sua vez, é considerada por

estes autores como o significado que o ser humano atribui aos dados, utilizando-se dos processos preestabelecidos para sua interpretação. Enfim, dados é um conjunto de valores numéricos ou não, sem significado próprio, e informação é um conjunto de dados que possuem significados para determinados usos ou aplicações. (TEIXEIRA et al, 1992).

Não se poderia deixar de diferenciar **DADO ESPACIAL** e **DADO GEOGRÁFICO**, pois o primeiro envolve qualquer tipo de dado que descreve fenômenos aos quais esteja associada alguma dimensão espacial, e dado geográfico apenas descreve fatos, objetos e fenômenos do globo terrestre associados à sua localização sobre a superfície terrestre, num certo instante ou período de tempo. Os dados geográficos ou georreferenciados são utilizados em SIG e constituem uma classe particular de dados espaciais (CÂMARA et al, 1996).

Segundo Kleiner (2000), a existência de uma lacuna entre a forma de visualização do mundo real pelo usuário e a forma de visualização pelos computadores torna necessária a introdução de níveis de abstração para que haja uma ligação entre essas duas formas distintas. Para Câmara et al (1996) há três níveis de abstração do mundo real: conceitual, de representação e de implementação. Um quarto nível, correspondente ao mundo real, no qual se incluiria os fenômenos geográficos como eles realmente existem.

- **Nível Conceitual:** oferece um conjunto de conceitos para modelar, formalmente, entidades geográficas em um alto nível de abstração;
- **Nível de Representação:** relaciona as classes de campos e objetos identificadas no nível conceitual, com classes de representação espacial disponíveis nos SIG;
- **Nível de Implementação:** inclui estruturas de armazenamento para implementar cada tipo de representação.

Para o desenvolvimento adequado de um SIG quanto mais próximo se estiver de um modelo conceitual, mais afinidades e similaridades serão encontradas no processo de modelagem dos dados do Mundo Real (COUGO, 1997).

Os SIG's possuem três níveis de organização: operacional, gerencial e estratégico:

- No operacional: as vantagens são referentes ao aumento da produtividade, aos custos ou riscos que são eliminados ou reduzidos e à presença dos fatores qualidade e agilidade no armazenamento das informações imprescindíveis para execução de determinadas tarefas;
- No gerencial: os benefícios adquiridos são as informações, pois a capacidade de manipulação delas é maior através da análise espacial, modelagem e simulações servem como suporte para a tomada de decisões, planejamento e monitoramento;

- O estratégico: são os níveis de organização que dão subsídios diretos para que se cumpram os objetivos essenciais, ou seja, conseguir aumentar a satisfação dos clientes, da margem do lucro, da participação da empresa nos demais segmentos do mercado a que pertence etc. (FERRARI, 1997a).

O planejamento estratégico de SIG busca responder às seguintes perguntas: "Aonde queremos chegar?" e "Como chegar lá?" Isso porque o planejamento estratégico define as metas estratégicas para direcionar todo o processo de desenvolvimento do sistema e não define detalhadamente os dados necessários, a organização, a especificação precisa das aplicações e interfaces com os usuários, o que por sua vez cabe ao projeto técnico. Assim, pode-se afirmar que o planejamento estratégico é a condição norteadora do projeto de SIG porque estabelece as direções e metas (FERRARI, 1997b).

Para Kleiner (2000), além do planejamento estratégico há o planejamento executivo que é o responsável pela elaboração do plano de implantação, definindo os seguintes pontos: as atividades necessárias para atingir as metas já estabelecidas; a existência de uma seqüência e prazo para execução dessas atividades; a existência de um responsável pela execução de cada tarefa e, finalmente, deve existir um orçamento.

Discutir conceitualmente SIG implica percorrer vários caminhos, tamanho é o universo dos pesquisadores nessa área. São visões românticas, pragmáticas (positivistas), dialéticas etc. Porém um dos autores importantes e consagrados por sua visão integradora, além dos já citados, é Aronoff. Para este autor, a introdução e a difusão do SIG tem criado uma necessidade repentina nos usuários de informações geográficas em se tornarem conhecedores de tal tecnologia. Desse modo, os gerenciadores das organizações públicas e privadas estão tendo que tomar decisões a respeito da introdução da tecnologia SIG e a estabelecer políticas para sua utilização; os políticos estão sendo solicitados a dar apoio a programas onerosos de conversão dos dados mapeados para a forma digital adequada para uso em SIG; por sua vez os estudantes e os educadores que utilizam a informação geográfica estão ganhando acesso à tecnologia SIG que pode ser usada para aumentar a profundidade e amplitude de suas análises (ARONOFF, 1989).

Segundo ainda Aronoff (1989), um SIG fornece os meios através dos quais a informação geográfica pode ser usada para uma grande variedade de aplicações e por usuários com muita diversidade de habilidades. Para que esses dados possam ser usados no processo de tomada de decisão, sua qualidade deve ser conhecida fidedignamente. Organizações públicas encarregadas da produção e disseminação da informação geográfica devem estar cientes das questões de responsabilidade que podem surgir quando seus dados

são usados. É o gerenciamento de uma estrutura SIG que determinará a qualidade da informação e a extensão de sua distribuição. As organizações podem ser tão grandes quanto uma agência nacional de mapeamento ou mesmo uma única pessoa em uma comunidade rural. As considerações específicas que se tornam críticas diferirão, mas o alcance das questões enfrentado por cada um é basicamente o mesmo.

Para ARONOFF (1989), a implementação de um SIG pode ser compreendido por um processo de seis fases:

- **Conscientização:** as pessoas dentro da organização se tornam cientes da tecnologia SIG e os benefícios potenciais para sua organização. Os usuários potenciais e os usuários do SIG são postulados;
- **Desenvolvimento dos requisitos do sistema:** a idéia que um SIG poderia beneficiar a organização é formalmente reconhecida e um processo mais sistemático e formal é instituído para coletar informações sobre a tecnologia e para identificar os usuários potenciais e suas necessidades. Uma análise formal das necessidades é freqüentemente feita neste estágio;
- **Avaliação do sistema:** sistemas alternativos são propostos e avaliados. O processo de avaliação leva em conta a análise das necessidades da fase anterior. No final desta fase, uma decisão formal deve ser tomada a respeito de se prosseguir ou não com a aquisição do SIG;
- **Desenvolvimento de um plano de implementação:** tendo tomado a decisão de prosseguir com a aquisição de um sistema, um plano é desenvolvido para adquirir o equipamento necessário e contratar o pessoal, fazer mudanças organizacionais e financiar o processo. O plano pode ser um documento formalmente aceito ou uma série de ações mais ou menos informais;
- **Aquisição do sistema e inicialização:** o sistema é adquirido e instalado, o pessoal treinado, a criação da base de dados iniciada e os procedimentos de operação começam a ser estabelecidos. A criação da base de dados é geralmente a parte mais onerosa do processo de implementação. Atenção considerável é necessária para estabelecer controles apropriados de qualidade dos dados para assegurar que os dados introduzidos atendam aos padrões estabelecidos e que procedimentos adequados de atualização sejam implementados para manter a atualidade e integridade da base de dados;
- **Fase operacional:** até este estágio a automação inicial da base de dados está completa e os procedimentos de operação foram desenvolvidos para manter a

base de dados e prover os serviços de informação que a organização requer. Nesta fase os procedimentos são desenvolvidos para manter a estrutura do SIG e os serviços de melhoria do *hardware* e *software*, de tal modo que o SIG continue a dar suporte às necessidades de informação da organização que estão mudando. Questões operacionais relativas às responsabilidades da estrutura do SIG, prover serviços necessários e garantir padrões de desempenho tornam-se mais proeminentes.

É de consenso que a equipe técnica deva ser inter, multi e transdisciplinar, composta por membros cujas relações devem seguir uma hierarquia organizacional, sendo atribuídas a cada um deles suas funções e responsabilidades. A equipe pode ser estruturada segundo tais funções em grupos de:

- Aquisição, conversão, manutenção e controle de qualidade;
- Gerenciamento do sistema físico;
- Gerenciamento dos bancos de dados;
- Pesquisa e desenvolvimento;
- Capacitação de pessoal;
- Usuários internos e externos à organização (MENEGUETTE, 1994).

O projeto e a implementação de um SIG é uma atividade de longa duração. Todo o processo, desde quando uma organização se torna ciente da tecnologia pela primeira vez até quando o sistema finalmente está operacional, comumente leva um ano ou mais. Para os não iniciados, a aquisição de um SIG se centra em questões técnicas de sistema computacional (*hardware* e *software*), requisitos funcionais e padrões de *performance*. Mas a experiência tem mostrado que, por mais importantes que essas questões possam ser, elas não são as que no final determinam se a implementação do SIG será um sucesso ou um fracasso (ARONOFF, 1989).

Os participantes de uma decisão comumente operam com várias agendas diferentes que podem mudar abruptamente, alerta ARONOFF (1989). Onde quer que as pessoas interajam, há política. A implementação de um SIG é o momento em que a tecnologia e as pessoas se encontram. Uma das razões para a complexidade do processo de implementação é que ele é, necessariamente, político. São as pessoas na organização que adotam e aprendem a usar uma nova tecnologia. Ao fazer isso, a organização por si só é mudada. Os fluxos de informação são deslocados e diferentes pessoas exercem diferentes graus de controle sobre a informação, sua distribuição e seu uso. Ao fazerem isso, elas exercitam o poder. Informação é poder e o poder da informação vai para a organização cujo orçamento

a gera e a controla. A tecnologia computacional é usada como instrumento político, no controle sobre os sistemas centralizados de informação tende a aumentar o poder dos administradores e especialistas técnicos que os controlam, em detrimento daqueles a quem falta a especialização para usá-los efetivamente. (KLEINER, 2000).

Segundo Kleiner, (2000, p. 37):

Durante o processo de implementação de um Projeto de SIG, é necessário ter bem explícitos os objetivos e a filosofia da própria organização, de tal maneira que o sistema a ser implantado esteja em sintonia com o que se pretende atingir a curto, médio e longo prazos, o que pode requerer uma análise de custo-benefício, de modo a sensibilizar e convencer a presidência ou a diretoria da organização. Seminários técnicos, com abordagem geral e linguagem simplificada, constituem-se em uma maneira de fornecer subsídios aos membros administrativos e executivos da empresa para uma melhor disseminação junto aos demais elementos.

O SIG define os relacionamentos espaciais e topológicos entre todos os elementos. Esta convenção conhecida como topologia dos dados, vai além da mera descrição da localização e geometria das feições cartográficas. A Topologia também descreve como as feições lineares estão conectadas, como as áreas são limitadas e quais áreas são contíguas. Para definir a topologia do mapa, o SIG usa uma estrutura de dados especial (Topologia Algébrica), empregando nós (*nodes*), arcos (*edges*) e áreas (*faces*). O SIG também contém atributos descritivos dos objetos cartográficos, além de dados geométricos espaciais, os quais são associados com os elementos topológicos, provendo maiores informações descritivas. Por permitir acesso a ambos os dados (espaciais e atributos) ao mesmo tempo, o SIG possibilita buscar o atributo e relacioná-lo com o dado espacial e vice-versa (KLEINER, 2000). Vem emergindo como uma poderosa tecnologia porque permite aos geógrafos integrarem seus dados e métodos de maneira que apóiem as formas tradicionais de análise geográfica, tais como análises por sobreposição de mapas, bem como novos tipos de análises e modelagem que vão além da capacidade de métodos manuais. Com o SIG é possível elaborar mapas, modelar, fazer buscas e analisar uma grande quantidade de dados, todos mantidos em um único banco de dados (FOOTE, 1997).

### 7.3. Estrutura de um SIG

A estrutura de um SIG se baseia em três partes essenciais, os Componentes Físicos, os Aplicativos e os Recursos Humanos, como seguem:

**A - Componentes Físicos** (*Hardware*): Correspondem à parte material, são os componentes físicos, necessários para funcionamento do sistema, dividem-se em central e periféricos:

- **Sistema central:** composto por circuitos eletrônicos integrados (*chips*), o principal deles sendo a CPU (*Central Processing Unit*), responsável pelo gerenciamento de todas as funções do sistema. Atualmente, há inúmeras alternativas tecnológicas como: estações de trabalho (*workstation*) de arquitetura RISC (*Reduced Instruction Set Computer*) ou CISC (*Complex Instruction Set Computer*) e microcomputadores de pequeno porte: *desktop*, *laptop*, *notebook*, *palmtop* etc. que utilizam a arquitetura CISC na maior parte dos casos;
- **Periféricos:** unidades de entrada: teclado, mouse, mesa digitalizadora, *scanner*, restituidores fotogramétricos, câmaras digitais, coletores de dados, sistema de posicionamento global (GPS - *Global Positioning System*), teodolitos eletrônicos etc. Para armazenamento: disquete, fita *streamer*, ZIP Drive, JAZZ Drive, disco rígido (*Hard Disk*), disco ótico (CD-R, CD-RW), disco ótico-magnético etc. Unidade de exibição e saída: monitor de vídeo, impressora ou *plotte*, tecnologias que dispensam os fotolitos (*filmless*) etc. A evolução da área de telecomunicações está disponibilizando a Internet para consulta e entrada de dados via linha telefônica convencional (*modem*) ou fibra ótica dos televisores por assinatura (*Cable Modem*). (MEIRELLES, 1994).

**B - Aplicativos** (*Software*): é um conjunto de instruções arranjadas de forma lógica para serem lidas pela CPU. Este conjunto de instruções constitui o *software*, construído para suportar o sistema e podendo ser dividido em:

- **Básico:** sistema operacional, tradutores, interpretadores, compiladores de linguagem, comunicação em rede, interface com o usuário etc. e;
- **Aplicativo:** programa escrito em uma linguagem para uma aplicação específica; exemplo: editor de texto, programa estatístico, editor gráfico, gerenciador de banco de dados etc. (MEIRELLES, 1994).

**C - Recursos Humanos** (*Peoplenware*): dividem as pessoas que trabalham em um SIG em: pessoal de baixo e alto nível. Como a organização da estrutura das empresas é muito

diferente, a disponibilidade de pessoal capacitado no mercado também pode variar muito, então, pode-se dividir o grupo de pessoas envolvidas na implantação em função alta ou baixa da habilidade, sem subestimar um grupo ou outro (BURROUGH, 1989).

Meneguette (1994, p.13) afirma que:

é de consenso que a equipe técnica deve ser inter, multi e transdisciplinar, composta por membros cujas relações devem seguir uma hierarquia organizacional, sendo atribuídas a cada um deles suas funções e responsabilidades. A equipe pode ser estruturada segundo tais funções em grupos de: aquisição, conversão, manutenção, controle de qualidade; gerenciamento do sistema físico; gerenciamento dos bancos de dados; pesquisa e desenvolvimento; treinamento e capacitação de pessoal; além dos usuários internos e externos à organização. Em se tratando de SIG's, é indicado ter dentre seus técnicos especialistas em: Informática, Análise de Sistemas, algumas modalidades de Engenharia (ex.: Cartográfica, Eletrônica, Elétrica, de processo, de Produto), Geografia, Planejamento etc. Cabe à equipe técnica a responsabilidade pelo bom andamento das atividades e pela própria reflexão crítica dos rumos que o projeto SIG toma com o transcorrer do tempo, daí ser fundamental a organização investir na constante atualização e aperfeiçoamento das pessoas (peopleware), além da preocupação em renovar os equipamentos (hardware), em sofisticar os aplicativos (software) e dar manutenção às bases de dados (...), (grifo meu).

O sucesso de um SIG, segundo Kleiner (2000), dependerá da definição dos objetivos e das pessoas que trabalham para atingir este objetivo. Os objetivos podem não ser atingidos devido a tempo, dinheiro, empenho da organização e credibilidade. Problemas ocorrem, mas para o sucesso, as organizações devem ter capacidade para antecipar problemas potenciais, sua magnitude, tendo assim meio caminho andado na solução dos problemas. Conhecer os problemas potenciais de um SIG é o melhor caminho para solucioná-los.

Meneguette (1994, p.14) afirma que:

a fim de que se consiga um maior desempenho do SIG é necessário definir métodos e procedimentos de entrada, processamento e saída de dados, de tal forma que os dados inseridos na base de dados atendam aos padrões previamente estabelecidos, que seja evitada a redundância de informações, que o uso dos equipamentos seja otimizado, que a segurança seja garantida, que os trabalhos apresentem organização interna e, principalmente, que os produtos

de informação decorrentes do processo sejam condizentes com as necessidades de informação dos usuários (...).

#### 7.4. Uma Visão Geral do *ArcGis 9*

Usado na implementação do Sistema de Informação Geográfica do Comitê da Bacia Hidrográfica do Pontal Paranapanema (SIG-CBHPP), objeto de pesquisa desta tese, o *ArcGIS 9 Desktop*, Figura 7.4.1, é uma coleção de aplicativos de SIG desenvolvidos para o gerenciamento de informações geográficas possuindo interfaces gráficas bastante amigáveis com o usuário, o que torna fácil carregar dados espaciais e tabulares que o mesmo pode exibir, como mapas, tabelas e gráficos estatísticos. O *ArcGIS* oferece as ferramentas necessárias para a produção e apresentação de dados geoespaciais. É um aplicativo de excelente qualidade usado para criar, importar, editar, examinar, analisar e publicar qualquer informação geográfica. É uma coleção de três produtos: ArcReader, ArcMap, ArcCatalog que integrados permitem uma funcionalidade em um nível bastante complexo e completo.

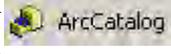
Figura 7.4.1: ArcGis 9



Fonte: ESRI, 2004

Com um ambiente completamente novo para os projetos de geoprocessamento, com um layout remodelado e mais interativo comparado às versões anteriores do *ArcView*, inclui nova janela de *ArcToolbox*, inclusive com ferramentas de geoprocessamento disponível em todas as aplicações para todos os tipos de dados. Permite a construção de modelos integrados possibilitando, com facilidade, estabelecer operações de geoprocessamento totalmente interativas. As ferramentas podem ser personalizadas, os diferentes modelos de dados geoespaciais e tabulares podem ser distribuídos e armazenados em pastas em sistema de geodatabases.

Faz-se importante ressaltar que sob o nome *ArcGIS Desktop* são comercializados os sistemas *ArcInfo*, *ArcEditor* e *ArcView*, que compartilham um mesmo núcleo e um número

de funções que varia da versão mais completa (*ArcInfo*) até a mais simples. Mas cada um deles é composto por três aplicativos diferentes: o *ArcMap* (semelhante ao *ArcView* 3.x), o *ArcCatalog* (semelhante a um *Windows Explorer* para dados espaciais) e o *ArcToolbox* (conjunto de ferramentas de conversão de dados). Nesta tese, sempre que o autor se referir a *ArcGIS* estará se referindo aos aplicativos *ArcCatalog* {  } e *ArcMap* {  }, usados para o desenvolvimento do SIG-CHHPP.

O *ArcMap* é o aplicativo do *ArcGIS* voltado para o desenho e a investigação de mapas, para a análise dos mesmos de modo a resolver questões geográficas, e para a produção de mapas que expressam essa análise.

Já o *ArcCatalog* é uma nova ferramenta, disponível a partir da versão 8 do *ArcGIS*, que permite a visualização, gerenciamento e organização dos dados espaciais. Não há ferramenta semelhante nas versões anteriores do software (*ArcView* 3.x).

A família dos aplicativos *ArcGIS Desktop* foi produzida pela empresa *Environmental Systems Research Institute* (ESRI) e são programas que se complementam. A utilização mais usual desta combinação é em uma rede cliente-servidor de dados espaciais, onde o *Arc/Info* (aplicativo da mesma empresa) é um servidor de dados e o *ArcView* (versão anterior ao *ArcGis*) é o cliente de dados. Nas versões mais recentes do *ArcView*, a exemplo do *ArcGis*, objeto desta pesquisa, o mesmo também é servidor-cliente.

A ESRI tem uma participação expressiva no mercado de SIG. A Tabela 7.4.1 apresenta percentual de participação da empresa no ranking mundial e a Tabela 7.4.2 os principais software de SIG nas empresas distribuidoras no Brasil.

A grande disputa de mercado, que se mantém no presente, é liderada pela Intergraph e pela Esri, fabricante da linha *ArcInfo/ArcView/ArcGis*, este último, o mais recente, com a versão 9.2 sendo preparada para lançamento em agosto de 2006.

Tabela 7.4.1: Distribuição do Mercado Mundial de SIG em 1995.

EMPRESA	% de Mercado
Enghouse	1,8
IBM	2,4
Strategic Mapping	2,5
Erdas	2,5
Map/Info	2,5
Genasys	3,0

Geovision Systems	3,0
GDS	5,8
Intergraph	25,1
Esri	28,7
Outros	22,7
Total	100

Fonte: Revista Fator GIS (1995). Org.: J. A. SILVA (2005).

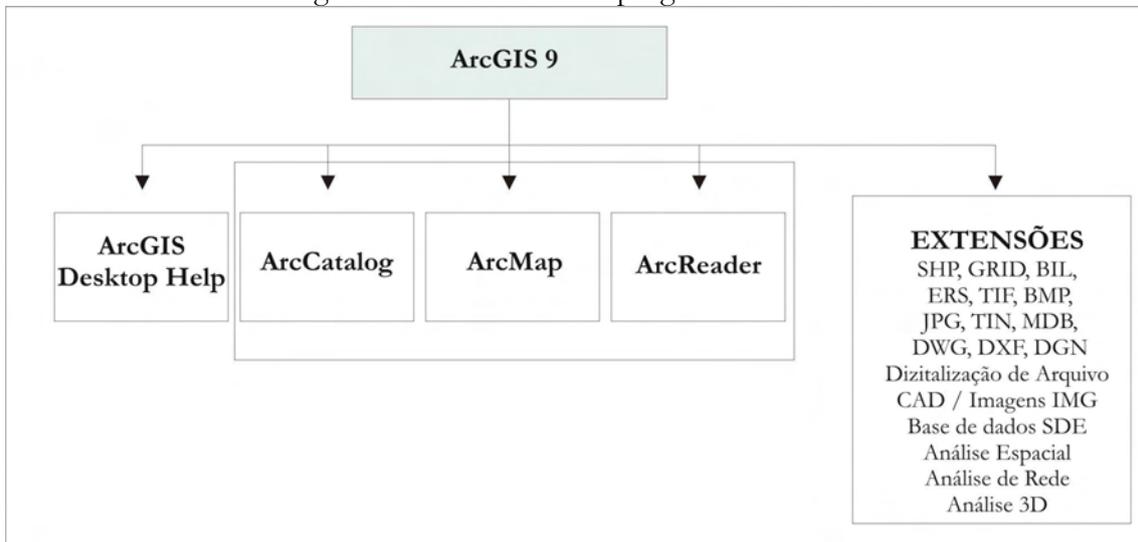
Tabela 7.4.2: Principais softwares e seus distribuidores.

SOFTWARE	TIPO	DISTRIBUIDOR	CIDADE
APIC	SIG	POLICART	São Paulo
ARC/CAD	SIG	GEMPI	São Paulo
ARC/INFO	SIG	GEMPI	São Paulo
ARC/VIEW	SIG	GEMPI	São Paulo
ATLAS SIG	SIG	TECNION	São Paulo
ERDAS	Proc. Img/SIG	GEMPI	São Paulo
GEO-SQL	SIG	CEPRODAM	São Paulo
GENASYS	SIG	UX	Curitiba
SIG (PAFEC)	SIG	BBX	São Paulo
SIG PLUS	SIG	LOGIT	São Paulo
IDRISI	SIG	CLARK UNIVERSITY	Machassuets
ILWIE	SIG	IGASA	São Paulo
MAPINFO	SIG	GEOGRAPH	São Paulo
MCE/NGE	SIG	SISGRAPH	São Paulo
RESIG	SIG	SIGOFT	São Paulo
RS MACHINE	SIG	POLICART	São Paulo
SITIM/SGI	SIG	INPE	São J. dos Campos
SPANS	SIG	INFOHOUSE	Rio de Janeiro
SPRING	SIG	INPE	São J. dos Campos
TRANSCAD	SIG	LOGIT	São Paulo

Fonte: Revista Fator GIS (1995). Org.: J. A. SILVA (2005).

A estrutura do programa *ArcGis 9* possui três módulos padrões e as extensões que podem ser compradas, construídas pelo usuário ou obtidas gratuitamente via Internet. Na Figura 7.4.2, apresenta-se a estrutura da família de aplicativos.

Figura 7.4.2: Estrutura do programa *ArcGIS 9*



Fonte: ESRI, 2004. Org.: J. A. SILVA, 2005

No módulo **ARCGIS DESKTOP HELP** pode-se exibir conteúdos sobre os aplicativos e visualizar exemplos didáticos para a exploração dos mesmos. O módulo e aplicativo **ARCCATALOG** possibilita ao usuário construir e editar a estrutura de banco de dados e visualização prévia das informações, além de acesso rápido aos conteúdos. No módulo e aplicativo **ARCMAP** o usuário pode, entre outras operações, criar, editar, consultar, exibir e pesquisar tabelas e gráficos estatísticos. O módulo e aplicativo **ARCREADER** permite ao usuário imprimir todos os mapas e tipos de dados. Também tem algumas ferramentas simples para explorar e examinar mapas.

Se apresenta-se como um SIG bastante apropriado para o gerenciamento de recursos hídricos pois permite, além da interface amigável, uma busca rápida das informações e um layout de apresentação muito bom, além da flexibilidade para eventuais adaptações.

## 7.5. Modelo Conceitual com Ênfase em Gestão de Recursos Hídricos

O processo de modelagem é muito antigo, o homem sempre teve a necessidade de representar o mundo real em uma escala compatível com o local em que tivesse que disponibilizar desse modelo e trabalhar com ele, podendo visualizá-lo no todo ou em parte.

No cinema existe o *storyboard*, que é o *layout* ou desenho de cada cena a ser filmada; na indústria aeronáutica ou automobilística são construídas maquetes dos veículos ou aviões projetados e ensaios são feitos em túneis de vento. Para cada área existem experimentos que precedem à construção ou execução do projeto e não poderia ser diferente na concepção e implantação de um SIG, em que modelos são construídos para testar se as necessidades e finalidades planejadas serão alcançadas (KLEINER, 2000).

O processo de abstração dos fenômenos do mundo real tem a finalidade de representá-lo no meio computacional e nem sempre isto é feito de forma adequada, ocasionando assim o não atendimento dos objetivos e das necessidades do usuário. A importância, portanto, de estudar o ambiente e visualizá-lo do ponto de vista do usuário direciona para a modelagem deste ambiente, denominado de Modelagem do Mundo Real (LISBOA e IOCHPE, 1997).

Através de pesquisas, diagnosticando qual o problema a ser estudado, esse mundo passa a ser colocado em uma forma passível de ser interpretada tanto pelo modelador quanto pelo usuário, sendo esta fase denominada de Modelagem Conceitual.

Um Modelo é a representação abstrata e simplificada de um sistema real, com a qual se pode explicar ou testar o seu comportamento, em seu todo ou em partes. Pode-se comparar o modelo com croquis de uma casa, uma maquete de um terreno, uma formulação matemática de algum fenômeno como os modelos numéricos de terreno. (COUGO, 1997).

As aplicações do conceito de Modelagem, segundo Kleiner (2000), têm sido direcionadas para Banco de Dados, no qual os dados do mundo real são repassados para um Modelo Conceitual e em seguida para um Modelo Lógico e posteriormente ao Modelo de Implementação. Existe uma tendência em se utilizar o conceito de modelagem para outras aplicações como no caso dos SIG's, entretanto, observa-se que a metodologia utilizada para os bancos de dados convencionais não atende às necessidades deste tipo de aplicação, existindo a necessidade de adaptar-se os Modelos Conceituais existentes como, por exemplo, o GSM (*Generic Semantic Model*) ou criar novos para que atendam aos Sistemas de Informações Geográficas.

A Modelagem Conceitual é uma necessidade em um Sistema de Informações, na qual se devem levantar as necessidades e os requisitos de análises do usuário e, desta forma, especificar o Modelo que mais se aproxima do mundo real a ser representado em um ambiente computacional.

Segundo Cougo (1997), faz-se necessário para elaboração de um modelo de dados um processos de levantamento, investigação e análise dos dados sendo que, através da efetivação destas fases, deve ser observado que:

- Cada ambiente a ser modelado terá características próprias conforme o ponto de vista do usuário deste ponto de vista cada modelo traz a carga ideológica do indivíduo. Isso responde as perguntas a serviço de quem estou? A quem servirá as informações resultado dos produtos?;
- A existência de defeitos, ou anomalias, leva a considerar se estas estarão ou não presentes na modelagem do ambiente;
- Introdução de mudanças poderá ocorrer no decorrer do processo de modelagem;
- Visualização do ambiente a ser modelado conforme o objetivo a ser abordado.

Para Kleiner (2000), deve-se seguir algumas diretrizes no planejamento para a execução de um bom Modelo para que este possa atender ao usuário:

- A observação dos objetos a serem analisados;
- Entendimento dos conceitos para poder transpor o objeto observado (Mundo Real) para o objeto no modelo. Nesse aspecto uma equipe multidisciplinar faz-se fundamental, evitando conceitos errôneos e conseguindo desta forma:
  - Identificá-lo;
  - Conceituá-lo;
  - Entendê-lo;
  - Assimilá-lo.
- Representação dos objetos. O domínio de técnicas de modelagem é necessário, mas não é suficiente para se produzirem bons modelos, necessitando-se conhecer o problema também;
- Verificação de fidelidade e coerência que responde se o objeto está bem representado e não apresentando anomalias;
- Validação do modelo. É fundamental testá-lo para verificação de funcionamento e existência de pontos falhos.

Assim, observa-se que a Modelagem Conceitual será o marco inicial para a escolha e implantação de um SIG porque, com o modelo finalizado, pode-se escolher o *software* que melhor atenda e se adapte às necessidades do usuário.

Para esta pesquisa usou-se a Classificação Geral de Informações Sobre Recursos Hídricos que indiretamente tem aspectos de um modelo conceitual geográfico por apresentar uma hierarquização temática para o trato com a água de forma contextual e

integral ao sistema ambiental. Na Figura 5.4.2 do capítulo cinco, apresentou-se um fluxograma com a referida hierarquização.

## **8. GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO PONTAL DO PARANAPANEMA (UGRHI-22)**

### **8.1. Gestão Política e Contexto Regional**

Procura-se abordar neste capítulo uma contextualização sobre a gestão dos recursos hídricos no Pontal do Paranapanema, englobando os aspectos físicos e socioeconômicos, em que se considera a bacia hidrográfica como unidade físico-territorial para planejamento e gestão dos recursos hídricos. Já alertando que as discussões a respeito da aceitação ou não da bacia hidrográfica como recorte territorial e político para a gestão dos recursos hídricos são uma consequência do processo histórico e que os impasses e/ou conflitos gerados pela não adequação do modelo (bacia hidrográfica) se darão e poderão ou não ser acomodados ao longo do tempo com as prováveis refutações.

Vários trabalhos de pesquisa foram desenvolvidos, na área que compreende a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI-22), retratando aspectos físicos e socioeconômicos com destaque para as questões hídricas ambientais, entre os quais se destacaram como referências bibliográficas para esta pesquisa \_ Sudo (1980), Leite (1981), Leal (2000), Boin (2000), Meneguette (2000), Fernandes (2001), Silva (2001) além de empresas e instituições, entre as quais \_ SENAGRO (1998), CPTI (1999), CPTI (2002), CBH-PP, (2000) e IBGE (2001).

A gestão dos recursos hídricos tem nas bacias hidrográficas uma estratégia que visa a proteger e restaurar a qualidade ambiental e, conseqüentemente, os ecossistemas aquáticos. Esta abordagem baseia-se na constatação de que muitos dos problemas de qualidade e quantidade de água são evitados ou resolvidos de maneira eficaz por meio de ações que focalizem a bacia hidrográfica como um todo \_ as atividades desenvolvidas em sua área de abrangência e os atores envolvidos. Portanto, discutir a gestão dos recursos hídricos no âmbito da bacia hidrográfica significa, sobretudo, abordar as variáveis socioeconômicas desta localidade.

Em princípio, de acordo com Leal (2000) apud Meneguete (2001) não se deve ficar preso aos limites naturais da bacia (seus divisores d'água), tendo em vista que várias bacias encontram-se interligadas por sistemas hidráulicos de reversão de águas, por redes de drenagem urbana, por movimentos de terra de origem antrópica etc. Desta forma, a delimitação territorial de uma bacia hidrográfica envolve, entre outros, estudos cartográficos e de uso e ocupação do solo. Os limites naturais tornam-se dinâmicos e

flexíveis e a bacia passa a constituir um espaço de vivência, de conflitos e de organização de novas relações sociais. Essa conceituação aponta para a imperiosa necessidade de se reconceituar a bacia hidrográfica, ampliando seu conceito aplicado nos estudos geomorfológicos, hidrológicos e de engenharia. Trata-se de compreendê-la como unidade físico-territorial de planejamento e gerenciamento de forma abrangente.

Uma UGRHI, definida através da Lei n.º 034/94, é a área de abrangência e de atuação de um Comitê de Bacias Hidrográficas, neste caso, o Comitê da Bacia Hidrográfica do Pontal do Paranapanema (CBH-PP), e é definida por critérios geomorfológicos, políticos, econômicos e culturais para implementação e desenvolvimento da Política Estadual de Recursos Hídricos e do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. (CBH-PP, 2000).

O CBH-PP, criado em 1996, é o órgão que cuida da política de gerenciamento de recursos hídricos do Pontal do Paranapanema, esse Comitê é responsável pela preservação dos recursos hídricos e regulação na utilização da água disponível nas várias bacias hidrográficas que compõem à UGRHI-22, se firmando em um dos fóruns regionais mais importantes para a gestão dos recursos hídricos, segundo Leal (2000).

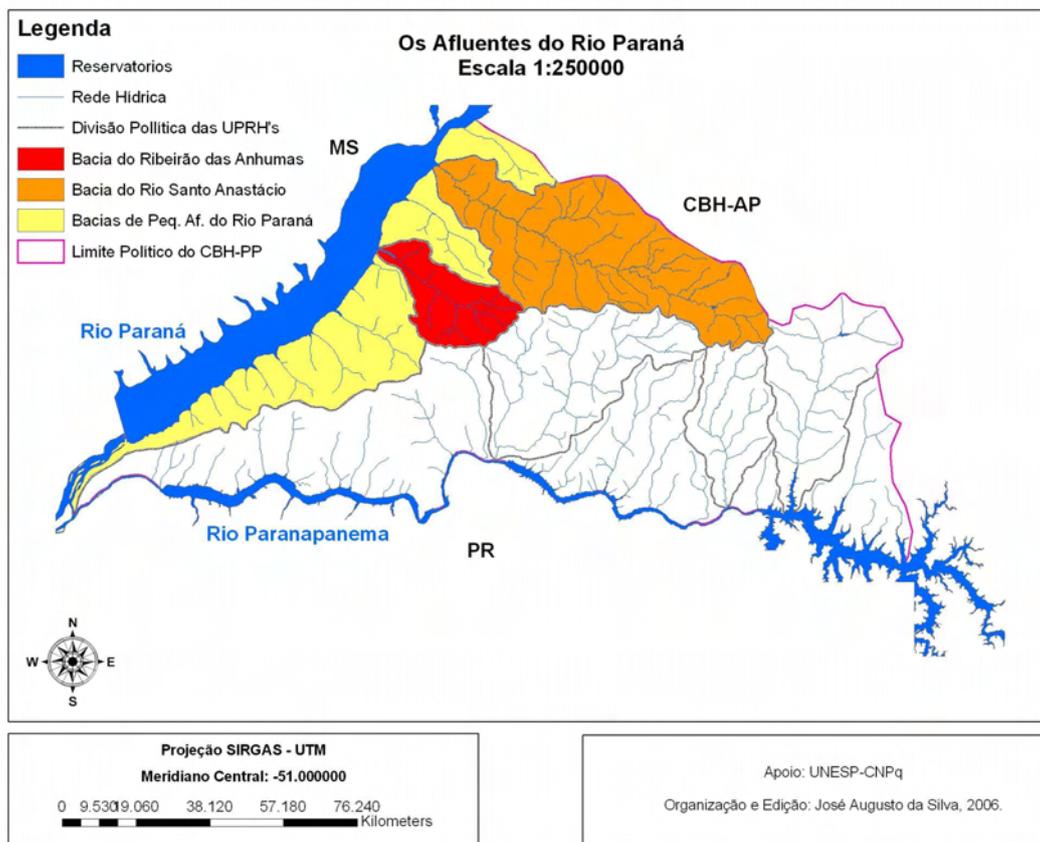
Porém, faz-se importante lembrar que o CBH-PP, reconhecido como um dos fóruns mais importantes regionalmente, não conseguiu ainda aglutinar as forças políticas necessárias para gestar de forma coerente as demandas relacionadas às problemáticas dos recursos hídricos. Mas deve-se ressaltar também que este Comitê como a maioria dos demais no estado estão completando uma década de existência e buscam aperfeiçoar o novo modelo de gestão.

Para definição da divisão hidrográfica do Estado de São Paulo foram considerados, segundo Leal (2000), diversos fatores físicos, econômicos e sociais. Já para a denominação das UGRHI's foram adotados os critérios de um rio principal ou dois rios principais; divisão segundo trechos (alto, médio e baixo) e denominações regionais. Segundo, ainda o autor, as UGRHI's foram classificadas em: industriais, agropecuárias, de conservação e em industrialização.

A área da UGRHI-22, embora possua várias denominações regionais estabelecidas ao longo do tempo, a exemplo de União dos Municípios do Pontal do Paranapanema (UNIPONTAL), Décima Região Administrativa de Presidente Prudente, Região de Governo de Presidente Prudente, Mesoregiões Geográficas, a terminologia "Pontal do Paranapanema" foi utilizada, de acordo com o critério de denominação regional, para dar nome à referida UGRHI. A região é enquadrada no setor agropecuário.

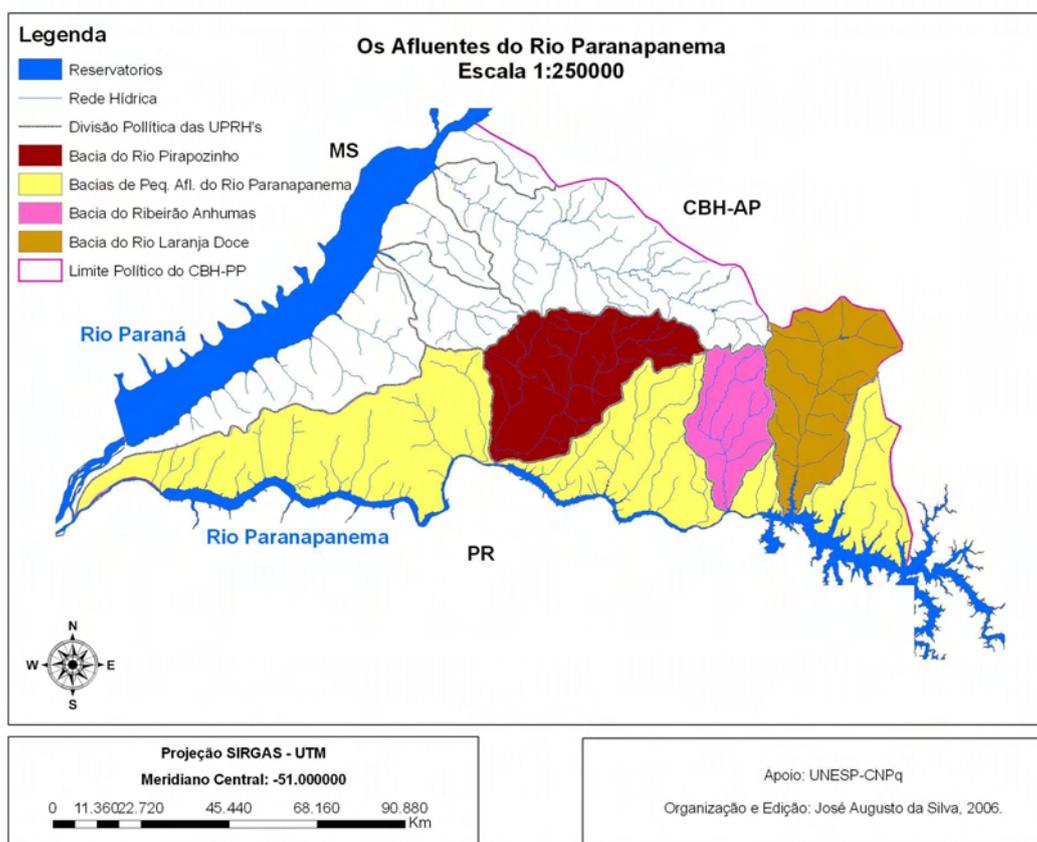
Segundo Leal (2000), embora o critério do rio principal tenha sido adotado para nomear esta Bacia Hidrográfica, o rio Paranapanema localiza-se em seu limite sul e é um rio federal, portanto não pertencente a esta Bacia. A UGRHI-22 é composta de 7 unidades hidrográficas principais divididas entre os afluentes do **Rio Paraná** que subentende o Rio Santo Anastácio, o Ribeirão das Anhumas e tributários de até 3ª. ordem, como ilustrado no Mapa 8.1.1; e do **Rio Paranapanema** com o Ribeirão Anhumas, Rio Pirapozinho, Ribeirão Laranja Doce e tributários de até 3ª ordem, como ilustrado no Mapa 8.1.2.

Mapa 8.1.1: Os Afluentes do Rio Paraná



Org.: J. A. SILVA (2006).

Mapa 8.1.2: Os Afluentes do Rio Paranapanema



Org.: J. A. SILVA (2006).

Como se pode ver, a UGRHI-22 é composta por um conjunto de bacias hidrográficas independentes que drenam em sentidos opostos e se relacionam com dois rios federais (Paraná e Paranapanema) que fazem divisa com os estados de Matogrosso do Sul, ao oeste, e Paraná, ao sul, problematizando, ainda mais, as preocupações de Leal (2000) que reafirma as dificuldades encontradas, em uma área com essas características, para difundir o conceito espacial de bacia hidrográfica como unidade de gestão, e construir um novo imaginário popular em relação aos rios como meio de união de terras e não como seus limites político-administrativos.

Vale lembrar que para minimizar essas dificuldades o CBH-PP, através do Grupo de Educação Ambiental (GEA), realizou em 1999 um concurso intitulado Concurso “Brilho das Águas” em que a comunidade estudantil, de todos os níveis, pôde conhecer melhor, através de atividades artísticas, em um mapa estilizado da região, nas cores branca e preta abrangendo UGRHI-22. No Mapa 8.1.3 pode ser visto o mapa artístico para o concurso “brilho das águas” que envolveu um número significativo de participantes, aproximadamente 100 mil. Esse concurso, que pode ser visto como uma campanha de educação ambiental, de alguma forma colaborou para início de um processo educativo

sobre essa nova configuração territorial para a gestão dos recursos hídricos que, inicialmente até para alguns técnicos já antigos em órgãos ambientais, apresentava certo grau de dificuldades na compreensão do processo como um todo.

Mapa 8.1.3.: Mapa Artístico para o concurso Brilho das Águas.



Fonte: Secretaria dos Transportes e Departamento de Estradas de Rodagem, 1998.  
Autores: O. S. Jesus e J. A. Silva, 1999.

### 8.1.1. Divisão político-administrativa

A UGRHI-22 Pontal do Paranapanema abrange uma área composta por 26 municípios que se encontram total ou parcialmente inseridos na mesma, quais sejam: Álvares Machado, Anhumas, Caiuá, Estrela do Norte, Euclides da Cunha Paulista, Iepê, Indiana, Marabá Paulista, Martinópolis, Mirante do Paranapanema, Nantes, Narandiba, Piquerobi, Pirapozinho, Presidente Bernardes, Presidente Epitácio, Presidente Prudente, Presidente Venceslau, Rancharia, Regente Feijó, Rosana, Sandovalina, Santo Anastácio, Taciba, Tarabai e Teodoro Sampaio. Na Tabela 8.1.1.1, relacionam-se os municípios com as suas respectivas áreas totais em km<sup>2</sup>.

Tabela 8.1.1.1: Área dos municípios pertencentes à UGRHI-22

No.	Nome do Município	Área Total (km <sup>2</sup> )
01	Álvares Machado	346
02	Anhumas	321
03	Caiuá	535
04	Estrela do Norte	263
05	Euclides da Cunha Paulista	577
06	Iepê	596
07	Indiana	128
08	Marabá Paulista	917
09	Martinópolis	1.253
10	Mirante do Paranapanema	1.238
11	Nantes	285
12	Narandiba	358
13	Piquerobi	482
14	Pirapozinho	481
15	Presidente Bernardes	754
16	Presidente Epitácio	1.282
17	Presidente Prudente	562
18	Presidente Venceslau	755
19	Rancharia	1.585
20	Regente Feijó	265
21	Rosana	739
22	Sandovalina	455
23	Santo Anastácio	553
24	Taciba	608
25	Tarabai	197
26	Teodoro Sampaio	1.557
	<b>TOTAL</b>	<b>17.902</b>

Fonte: IBGE (2000). Org.: J. A. SILVA (2005)

Parte dos municípios citados não possui suas áreas completamente compreendidas na área da UGRHI-22, como constatado na Tabela 8.1.1.2. Alguns municípios possuem parte do seu território na UGRHI's 21 e 17, vizinhas à UGRHI-22. Esse aspecto do ponto de vista censitário é um problema difícil de ser equacionado utilizando-se os limites da bacia hidrográfica. Não se pode esquecer que a população é organizada pelas divisões políticas municipais. Portanto, os dados são relativos.

Tabela 8.1.1.2: Porcentagem relativa de área dos municípios total (100%) ou parcialmente (<100%) inseridos na UGRHI-22 e porcentual de contribuição de cada município para a Unidade, fornecidos por CPTI (1999).

No.	Nome do Município	% de área do Município contida na UGRHI-22	% de área da GRHI-22
01	Álvares Machado	71	2,04
02	Anhumas	100	2,59
03	Caiuá	54	2,18
04	Estrela do Norte	100	2,16
05	Euclides da Cunha Paulista	100	4,61
06	Iepê	77	3,39
07	Indiana	23	0,25
08	Marabá Paulista	100	7,46
09	Martinópolis	48	4,68
10	Mirante do Paranapanema	100	10,10
11	Nantes	100	2,79
12	Narandiba	100	2,88
13	Piquerobi	42	1,58
14	Pirapozinho	100	3,99
15	Presidente Bernardes	68	4,27
16	Presidente Epitácio	72	7,37
17	Presidente Prudente	20	0,91
18	Presidente Venceslau	30	1,88
19	Rancharia	08	1,07
20	Regente Feijó	79	1,70
21	Rosana	100	6,05
22	Sandovalina	100	3,57
23	Santo Anastácio	74	3,36
24	Taciba	100	4,91
25	Tarabai	100	1,60
26	Teodoro Sampaio	100	12,61

	<b>TOTAL</b>	-	<b>100</b>
--	--------------	---	------------

Fonte: MENEGUETTE (2001).

Dos 26 municípios, 13 estão totalmente inseridos, 8 estão parcialmente inseridos e com sede urbana nesta unidade, enquanto que 5 estão parcialmente inseridos e com sede urbana localizada fora da UGRHI-22. Os municípios que se encontram totalmente inseridos na Unidade são: Anhumas, Estrela do Norte, Euclides da Cunha Paulista, Marabá Paulista, Mirante do Paranapanema, Nantes, Narandiba, Pirapozinho, Rosana, Sandovalina, Taciba, Tarabai e Teodoro Sampaio. Os municípios que se encontram parcialmente inseridos na Unidade são: Álvares Machado, Caiuá, Iepê, Indiana, Martinópolis, Piquerobi, Presidente Bernardes, Presidente Epitácio, Presidente Prudente, Presidente Venceslau, Rancharia, Regente Feijó e Santo Anastácio.

### **8.1.2. Localização geográfica**

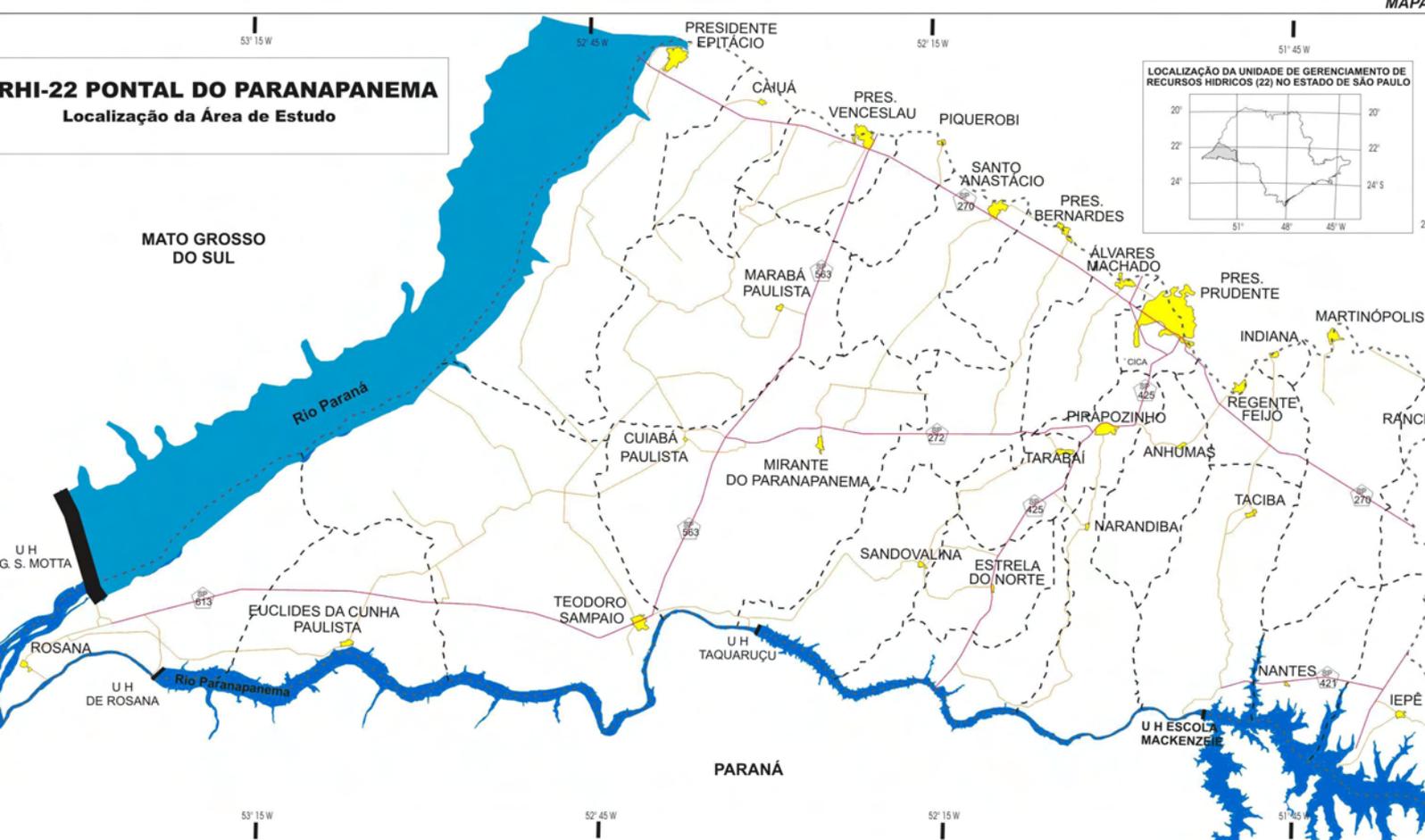
A UGRHI-22, portanto, abrangendo os 26 municípios citados, está localizada no Extremo Oeste Paulista entre as coordenadas geográficas latitude 21° 45' S e 22° 45' S, longitude -51° W e -53° W, agregando afluentes da margem direita do baixo curso do Rio Paranapanema e afluentes da margem esquerda do Rio Paraná, como ilustrado anteriormente nos desenhos das figuras (7.1.1 e 7.1.2), perfazendo uma área de 11.838 km<sup>2</sup>.

Esta UGRHI, também, faz limite com as UGRHI's 21, ao norte, 17, a leste, e divisa com os estados do Paraná, ao sul, e Mato Grosso do Sul, a oeste. (CPTI, 1999).

No Mapa 8.1.2.1 destaque-se a UGRHI-22 - Pontal do Paranapanema, recorte territorial e temático desta pesquisa, e sua articulação no Estado de São Paulo e com demais estados adjacentes.

A seguir, abordam-se os aspectos socioeconômicos da UGRHI-22 procurando quantificar e trazer os elementos essenciais para compreensão da organização sócio-espacial da região. Entende-se que as transformações na paisagem são provocadas na relação sociedade-natureza evidenciadas pelo surgimento e crescimento das cidades, aumento no uso da área rural, alterando o balanço de energia e o balanço hídrico. Essas modificações são provocadas pela retirada da vegetação original, pelo aumento da circulação de veículos e pessoas, impermeabilização generalizada do solo, mudanças no relevo, concentração de edificações, canalização de córregos, lançamento de partículas e gases poluentes na atmosfera, além dos resíduos líquidos e sólidos lançados nos corpos hídricos.

Mapa 8.1.2.1: UGRHI-22 - Pontal do Paranapanema, localização da área de estudo.



ANIZAÇÃO E EDIÇÃO GRÁFICA  
José Augusto da Silva, 2005

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Estrada estadual
- Municipais pavimentadas
- Reservatórios
- Limite da UGRHI
- Limite municipal
- Barragens
- Área urbana
- CIDADE Sede do município

4 0 4 8 12 16 Km

Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM  
Meridiano Central - MC = 51 w  
Datum vertical: Marégrafo Imbituba - SC  
Datum horizontal: Córrego Alegre - MG

FONTE  
SILVA, José Augusto da. 2001  
Mapa de Localização - Escala: 1:250000

Apoio  
CNPq unesp

Org.: J. A. SILVA (2005)

## 8.2. Aspectos Socioeconômicos da UGRHI-22

### 1. População

Segundo o censo demográfico do IBGE (2000), residiam na UGRHI-22 Pontal do Paranapanema 534.326 habitantes, com a população urbana de 458.366 habitantes, representando 85,78% da população total e 75.960 habitantes na zona rural, representando 14,22%. Desse total, 265.251 habitantes (49,64%) são homens e 269.075 (50,36%) são mulheres.

Segundo o referido censo do IBGE, a população total dos 26 municípios corresponde a 1,445% da população do Estado de São Paulo, que é de 36.966.527 habitantes.

A Tabela 8.2.1.1 contém os dados de população (total, urbana, rural, densidade demográfica, masculina e feminina), segundo dados do IBGE (2000).

Na Tabela 8.2.1.2, informam-se os mais recentes dados da população total, segundo levantamento estimado do IBGE (2005). Depois do censo de 2000, até julho de 2005, já havia, segundo esta estimativa do IBGE, um acréscimo de 33.388 habitantes. Faz-se importante lembrar que esses dados só servem para uma estimativa geral da população, por este motivo, mantiveram-se os dados do censo de 2000.

Tabela 8.2.1.1: População total, urbana, rural, masculina e feminina dos municípios pertencentes à UGRHI-22, fornecida por IBGE (2000).

Nº.	Nome do Município	Pop. Total (hab)	Pop. Urbana (hab)	Pop. Rural (hab)	Densidade Demográfica (hab/km <sup>2</sup> )	Pop. Masculina (hab)	Pop. Feminina (hab)
01	Álvares Machado	22.673	20.106	2.567	63,51	11.406	11.267
02	Anhumas	3.404	2.501	903	10,44	1.759	1.645
03	Caiuá	4.192	1.769	2.423	8,30	2.185	2.007
04	Estrela do Norte	2.627	1.787	840	11,08	1.360	1.267
05	Euclides da C. Paulista	10.214	6.431	3.783	18,57	5.167	5.047
06	Iepê	7.258	5.959	1.299	11,86	3.621	3.637
07	Indiana	4.934	4.063	871	37,10	2.510	2.424
08	Marabá Paulista	3.693	2.048	1.645	3,89	1.910	1.783
09	Martinópolis	22.344	17.973	4.371	18,33	11.445	10.899
10	Mir. do Paranapanema	16.209	9.832	6.377	13,12	8.278	7.931
11	Nantes	2.270	1.660	610	5,85	1.159	1111
12	Narandiba	3.741	2.281	1.460	8,58	1.892	1.849
13	Piquerobi	3.478	2.454	1.024	7,42	1.767	1.711
14	Pirapozinho	22.101	20.712	1.389	60,22	10.826	11.275

15	Presidente Bernardes	14.640	10.152	4.488	18,94	7.626	7.014
16	Presidente Epitácio	39.274	36.331	2.943	30,75	19.544	19.730
17	Presidente Prudente	189.104	185.150	3.954	340,73	91.789	97.315
18	Presidente Venceslau	37.376	34.566	2.810	48,60	18.721	18.655
19	Rancharia	28.766	24.985	3.781	17,80	14.268	14.498
20	Regente Feijó	16.960	15.228	1.732	64,00	8.469	8.491
21	Rosana	24.226	6.197	18.029	36,71	12.289	11.937
22	Sandovalina	3.091	1.751	1.340	5,84	1.531	1.560
23	Santo Anastácio	20.743	19.040	1.703	36,78	10.149	10.594
24	Taciba	5.219	4.241	978	9,83	2.652	2.567
25	Tarabai	5.788	5.229	559	28,51	2.919	2.869
26	Teodoro Sampaio	20.001	15.920	4.081	12,25	10.009	9.992
	<b>TOTAL</b>	<b>534.326</b>	<b>458.366</b>	<b>75.960</b>	<b>929,01</b>	<b>265.251</b>	<b>269.075</b>

Fonte: MENEGUETTE (2001).

Tabela 8.2.1.2: População total estimada dos municípios pertencentes à UGRHI-22, fornecida por IBGE (2005).

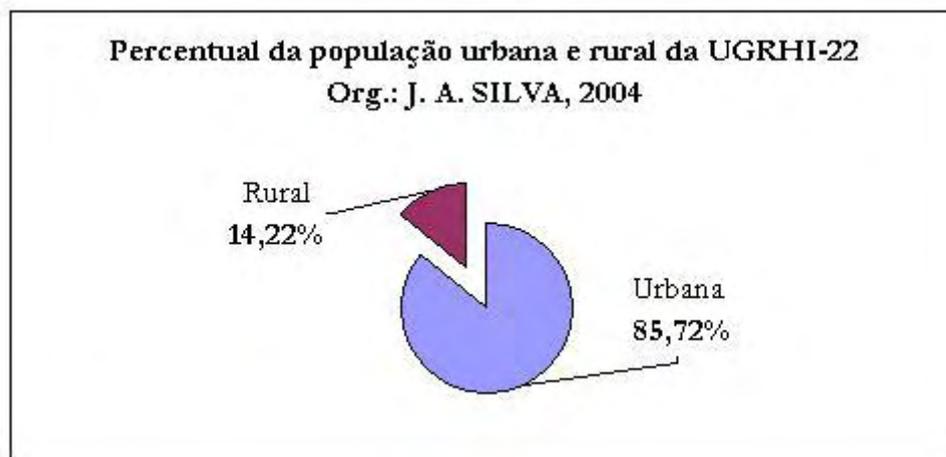
Nº.	Nome do Município	População Total (hab)
01	Álvares Machado	25.039
02	Anhumas	3.517
03	Caiuá	4.725
04	Estrela do Norte	2.530
05	Euclides da C. Paulista	10.621
06	Iepê	7.020
07	Indiana	5.126
08	Marabá Paulista	3.827
09	Martinópolis	24.021
10	Mir. do Paranapanema	16.861
11	Nantes	2.201
12	Narandiba	4.122
13	Piquerobi	3.610
14	Pirapózinho	22.801
15	Presidente Bernardes	15.448
16	Presidente Epitácio	42.084
17	Presidente Prudente	204.036
18	Presidente Venceslau	38.116
19	Rancharia	29.937
20	Regente Feijó	18.273
21	Rosana	26.420
22	Sandovalina	3.519
23	Santo Anastácio	21.216
24	Taciba	5.516

25	Tarabai	6.458
26	Teodoro Sampaio	20.670
	<b>TOTAL</b>	<b>567.714</b>

Fonte: IBGE (2005). Org.: J. A. SILVA (2006).

No Gráfico 8.2.1.1., ilustra-se a discrepância existente entre a população urbana e rural da UGRHI-22.

Gráfico 8.2.1.1.: Percentual da População urbana e rural da UGRHI-22.



Fonte: IBGE (2000)

Com base nos dados demográficos, constatou-se que a Bacia Hidrográfica do Rio Santo Anastácio, abrangendo 12 municípios, tem o maior adensamento populacional, **377.638 hab. (70,67%)**, sendo uma das bacias, que compõem a UGRHI-22, com os maiores problemas de impactos negativos nos recursos hídricos, sobretudo nos municípios de Presidente Prudente (**189.104 hab**), Presidente Venceslau (**37.376 hab**) e Pirapozinho (**22.101 hab**), por concentrar a maior população e conseqüentemente demandando um maior volume de água para as suas atividades. Entretanto Presidente Prudente e Pirapozinho até o momento não conseguiram resolver o problema do destino final dos seus resíduos sólidos, depositando-os a céu aberto, situação que já se encontra regularizada na maioria dos municípios da UGRHI-22.

Com o forte crescimento da população urbana nas últimas três décadas, na região da UGRHI-22, como registrado nos Censos Demográficos do IBGE, implicou um consumo cada vez maior de água, produção crescente dos resíduos líquidos (na maioria esgoto doméstico) e também a produção dos resíduos sólidos (lixo doméstico).

Presidente Prudente destaca-se dentre as cidades da UGRHI-22, constituindo um pólo regional, sede de Região Administrativa e de Governo. A presença de comércio e

serviços, com especial destaque para saúde e educação, e a infra-estrutura de transportes, contando com rodovias, ferrovia, aeroporto estadual e empresas de transportes intermunicipal e interestadual, constituem atrativos para a migração intra e interregional, inclusive dos vizinhos Estados do Paraná e Mato Grosso do Sul, provocando a concentração de cerca de 35% da população. Presidente Prudente mantém ritmo de crescimento constante da população, com novos loteamentos, indústrias, comércios e serviços, enquanto que em outras cidades a situação é inversa, ocorrendo estagnação no crescimento populacional e ainda um processo de evasão provocado pela ausência de oportunidades de emprego e trabalho (LEAL, 2000).

Na Tabela 8.2.1.3, relacionam-se todos os municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Santo Anastácio e suas populações. O mapa 8.2.1.1 apresenta a espacialização da referida bacia.

Tabela 8.2.1.3: Municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Santo Anastácio e populações.

Município	População
Anhumas	3.404
Presidente Prudente	189.104
Álvares Machado	22.673
Pirapozinho	22.101
Presidente Bernardes	14.640
Santo Anastácio	20.743
Piquerobi	3.478
Presidente Venceslau	37.376
Marabá Paulista	3.693
Caiuá	4.192
Presidente Epitácio	39.274
Regente Feijó	16.960
Total	377.638

Fonte: IBGE (2000). Org.: J. A. SILVA (2005)



Mapa 8.2.1.1: Bacia Hidrográfica do Rio Santo Anastácio.

MAPA



ORGANIZAÇÃO E EDIÇÃO GRÁFICA  
José Augusto da Silva, 2005

ESCALA 1:250.000  
2.500 0 2.500 5.000 7.500 10.000m  
Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM  
Meridiano Central - MC = 51°  
Datum vertical: Marégrafo Imbituba - SC  
Datum horizontal: Córrego Alegre - MG

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Estrada estadual
- Municipais pavimentadas
- Rede hidrográfica
- Área urbana

FONTE  
UGRHI - PONTAL DO PARANAPANEMA  
Mapa Base - Escala: 1:250000  
Oswaldo Y. Iwasa, 1999.

Apoio

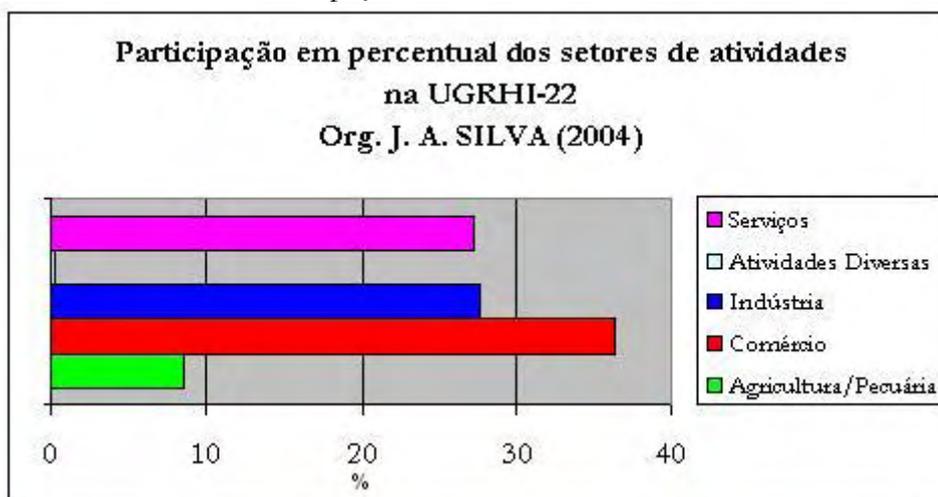


Org.: J. A. SILVA (2005).

## 8.2.2. Economia

O uso do solo agrícola nos municípios da UGRHI-22 evidencia a priorização da pecuária, uma vez que 80,76% da área rural, representando aproximadamente 1,27 milhões de hectares, são destinados à pastagem, embora esse tipo de atividade seja a de menor expressão econômica na referida UGRHI, como ilustrado no Gráfico 8.2.2.1. Não obstante, o predomínio marcante da pecuária, na região, determina e incentiva o setor de atividade industrial com os curtumes, frigoríficos e laticínios. Mas, em função do predomínio econômico do município de Presidente Prudente com 189.104 habitantes (35,39%) de toda a região da UGRHI, o setor que mais se destaca é o comércio (SENAGRO, 1998).

Gráfico 8.2.2.1: Participação dos setores de atividades na UGRHI-22



Fonte: SENAGRO (1998).

Com relação ao Estado, a UGRHI-22 tem na agricultura/pecuária o setor com maior participação percentual, com 4,48%, porém este setor atinge apenas 8,54% na unidade de gerenciamento, superando apenas o setor de atividades diversas, 0,31% na UGRHI-22 contra 0,06 no Estado. As culturas que mais se destacam são: cana-de-açúcar, milho, algodão, soja e o feijão. A produção pecuária representava, em 1996, cerca de 60% do valor da produção do setor agropecuário, tornando-se a principal atividade desse setor.

Na Tabela 8.2.2.1 é apresentado a participação percentual dos setores agropecuária, comércio, indústria, atividades diversas e serviços na UGRHI-22 e no Estado de São Paulo, com dados censitários de 1996.

Tabela 8.2.2.1: Participação dos setores de atividade na UGRHI-22 e no Estado (1996).

Discriminação	UGRHI-22 (%)	Estado de SP (%)
Agricultura/Pecuária	8,54	4,48
Comércio	36,41	1,32
Indústria	27,61	0,43
Atividades diversas	0,31	0,06
Serviços	27,13	1,96
<b>TOTAL</b>	<b>100,00</b>	<b>-</b>

Fonte: SENAGRO (1998).

O uso do solo para fins agropecuários é classificado em nove categorias: áreas de culturas perenes (0,34%), áreas de culturas semi-perenes (3,68%), áreas de culturas anuais (5,68%), áreas de pastagens (80,76%), áreas de reflorestamento (0,73%), cobertura vegetal natural (6,35%), áreas inaproveitadas (0,81%), áreas inaproveitáveis (0,60%) e áreas complementares (1,05%). (CPTI, 1999). A pecuária na região se dá de forma extensiva abrigando apenas 1,6 milhões de cabeças de gado (1,2 boi/ha).

O setor de comércio responde por 36,41% da participação nos setores de atividade na UGRHI-22 e a 1,32% em relação ao Estado, segundo Meneguette (2001). O comércio concentra-se em Presidente Prudente, com a presença de centros, subcentros comerciais e dois *shoppings centers* atraindo grande movimentação diária de população local e regional. Destaca-se também o comércio de Presidente Epitácio, Presidente Venceslau e Teodoro Sampaio.

O setor industrial foi responsável por 27,61% do Valor Adicionado (VA) nesta unidade hidrográfica e por 0,43% no VA estadual. A indústria está ligada mais diretamente ao setor agroindustrial, nas usinas sucroalcooleiras, curtumes e frigoríficos. As principais atividades industriais são de produtos alimentícios, de papel e papelão, de bebidas, líquidos alcoólicos e vinagre, de material elétrico e de comunicações, de couro, peles e similares, de produtos pecuários e frigoríficos e de produtos agrícolas. Estão localizadas principalmente em Presidente Prudente e cidades ao longo da rodovia Raposo Tavares, à exceção das indústrias de produtos pecuários e frigoríficos que se distribuem por quinze cidades. (MENEGUETTE, 2001).

O setor de serviços é composto por transporte, comunicações e geração/distribuição de energia elétrica, concentrados nos municípios que abrigam as hidrelétricas e em Presidente Prudente. Em 1996, teve participação de 27,13% no Valor Adicionado da UGRHI Pontal do Paranapanema e de 1,96% no VA estadual.

O setor de serviços está associado ao porte das cidades \_ nas pequenas, os serviços têm caráter de atendimento local, enquanto que nos centros maiores passam também a ter

caráter de atendimento regional, com o oferecimento de serviços relacionados a transportes, comunicações, alojamentos, alimentação, reparação e manutenção de artigos pessoais e entidades financeiras. (MENEGUETTE, 2001).

Presidente Prudente destaca-se do conjunto regional, em relação aos serviços, por abrigar um diversificado setor de educação (universidades, faculdades, cursos profissionalizantes e diversas escolas particulares de ensino básico), diversos equipamentos de saúde (hospitais, clínicas, centros de radiologia, laboratórios etc.), hotelaria, entre outros, fatos que reforçam sua polarização em relação aos demais municípios da região e áreas vizinhas (CPTI, 1999).

Em virtude da proximidade do rio Paraná, Presidente Epitácio e Rosana constituem dois pólos de atração turística, essencialmente relacionados à água. Oferecem equipamentos de lazer, clubes, termas, restaurantes, hotéis etc, ressalta Leal (2000).

### **8.2.3. Geração de energia elétrica**

Na UGRHI-22, situam-se quatro usinas hidrelétricas (UHE's): UHE Engenheiro Sérgio Mota (Porto Primavera), pertencente à Companhia Energética de São Paulo (CESP); e as UHE Taquaruçu, UHE Rosana e UHE Capivara, pertencentes à Duke Energy Brasil. Somando-se as potências instaladas destas UHE's, obtém-se o valor de 3.106.000 kW. Assim, a UGRHI-22 Pontal do Paranapanema revela vocação importante como gerador de energia elétrica para o Estado de São Paulo e demais áreas (CESP, 2004).

Na Tabela 8.2.3.1, relaciona-se as UHE's e respectivas potências instaladas para geração de energia na UGRHI-22.

Tabela 8.2.3.1.: Geração de energia na UGRHI-22: potência instalada.

UHE	Potência Instalada em kW
Porto Primavera	<b>1.540.000</b>
Capivara	<b>640.000</b>
Taquaruçu	<b>554.000</b>
Rosana	<b>372.000</b>
Total	3.106.000

Fonte: Duke Energy Brasil, Janeiro de 2005. Org.: J. A. SILVA (2005).

A Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema tem capacidade instalada de 2.306.250 kW, distribuídos por oito usinas hidrelétricas ao longo do rio Paranapanema: Jurumirim, Chavantes, Canoas I e II, Capivara, Taquaruçu, Salto Grande e Rosana.

A Duke Energy International Geração Paranapanema tem capacidade instalada de 1.566.000 nas Usinas Hidrelétricas (UHE's) na área da UGRHI-22, compreendendo as UHE's: Capivara, Taquaruçu e Rosana. No Rio Paraná a geração de energia fica por conta da CESP, com a Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta (Porto Primavera).

A Bacia Hidrográfica do Rio Paraná tem capacidade instalada de 2.306.250 kW, distribuídos por seis UHE's ao longo do Rio Paraná: Ilha Solteira (3.444.000 kW), Engenheiro Souza Dias (Jupiá) (4.750 kW), Engenheiro Sérgio Motta (Porto Primavera) (1.540.000 kW), Três Irmãos (807,500 kW), Paraibuna (85.000 kW) e Jaguari (27,600 kW). CESP (2004).

Na área da UGRHI-22 a CESP tem capacidade instalada de 1.540.000 kW, na UHE Engenheiro Sérgio Motta (Porto Primavera).

Como se pode ver, o Pontal do Paranapanema se caracteriza como um setor extremamente importante na área de Geração de Energia Elétrica, trazendo dividendos significativos para os municípios onde a UHE está instalada, refletindo na economia regional.

Discute-se a seguir os aspectos físicos da UGRHI-22.

### **8.3. Aspectos Físicos da UGRHI-22**

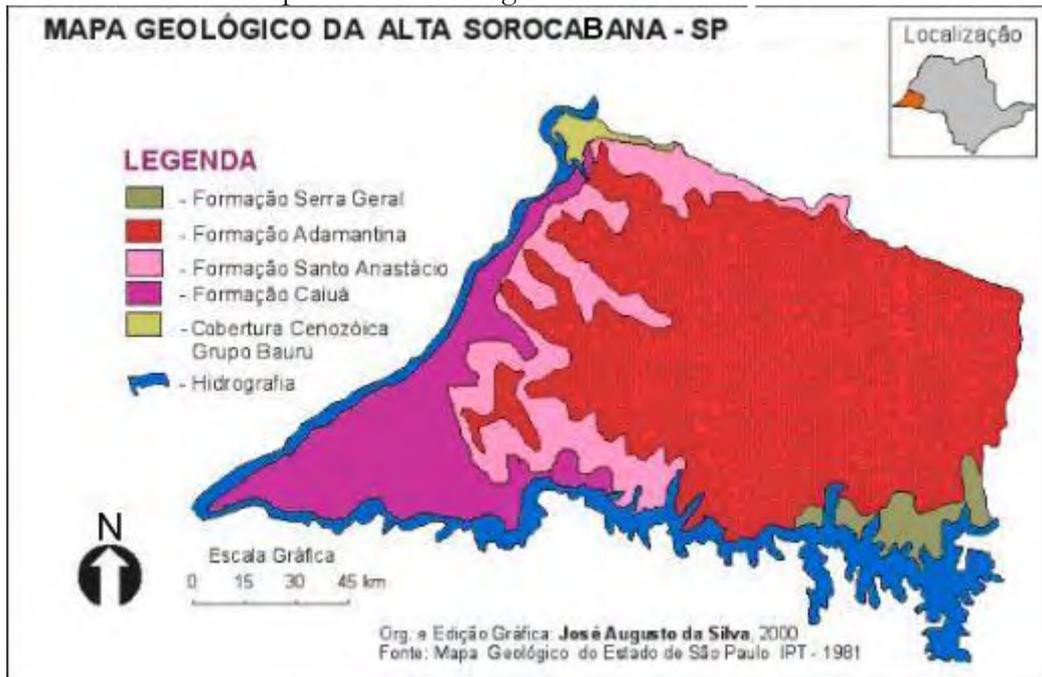
Os aspectos físicos da GRHI-22 são importantes para retratar o cenário em que ocorrem as atividades humanas e as conseqüências decorrentes delas, pois se sabe que determinadas ações têm os efeitos potencializados dependendo das características físicas.

Para a gestão dos recursos hídricos se faz importante a geologia, a geomorfologia, as condições climáticas, os tipos de solos e suas vulnerabilidades, a erosão, entre outras temáticas.

#### **8.3.1. Geologia**

A Geologia do Extremo Oeste Paulista é constituída, na sua maior parte, por rochas sedimentares com idade aproximada de 65 milhões de anos (Era Mesozóica) e também por coberturas mais recentes entre 11 e 15 milhões de anos (Era Cenozóica) compostas por aluviões (depósitos de cascalho, areia e argila transportados por ações das chuvas, dos ventos e dos rios) e coluviões (solos das vertentes formados de detritos transportados pela gravidade). Nas planícies dos Rios Paraná e Paranapanema há depósitos fluviais recentes (últimos 1,8 milhões de anos). As formações geológicas são constituídas pelo Grupo Bauru (Formação Caiuá, Santo Anastácio, Adamantina), pelo Grupo São Bento (Formação Serra Geral) e por sedimentos Cenozóicos (aluviões em geral). CPTI (1999) apud Meneguette (2001). No Mapa 8.3.1.1, podem-se distinguir as feições geológicas da região da Alta Sorocabana área que compreende a UGRHI-22.

Mapa 8.3.1.1.: Geológico da Alta Sorocabana.



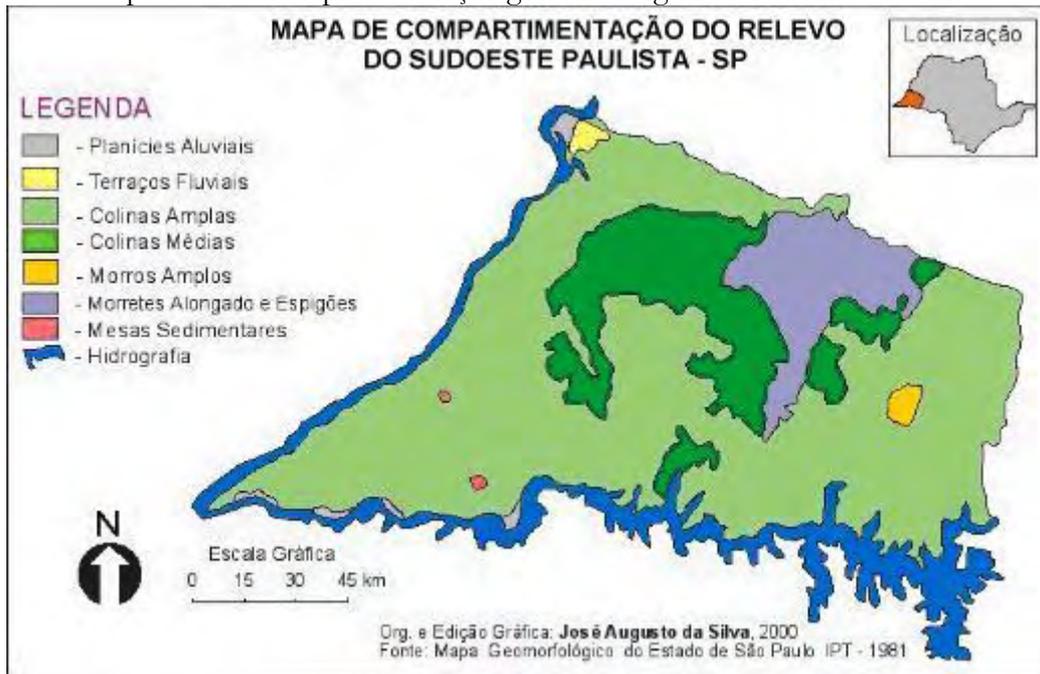
Fonte: Mapa geológico do Estado de São Paulo, IPT, 1981. Org.: J. A. SILVA (2000).

### 8.3.2. Geomorfologia

O Extremo Oeste Paulista faz parte do Planalto Ocidental e é caracterizado por feições geomorfológicas apresentando uma sucessão de colinas suavizadas, compostas por espigões areníticos (rochas constituídas de grãos de areia consolidados por cimento carbonático) que vão se rebaixando até o Rio Paraná. O Mapa 8.3.2.1 apresenta a Compartimentação geomorfológica do Sudoeste Paulista, da mesma forma abrangendo a área da UGRHI-22.

As altitudes desta região chegam a 500 – 550 metros decaindo para pouco menos que 300 metros, mantendo uma regularidade altimétrica entre estas cotas.

Mapa 8.3.2.1: Compartimentação geomorfológica do Sudoeste Paulista.



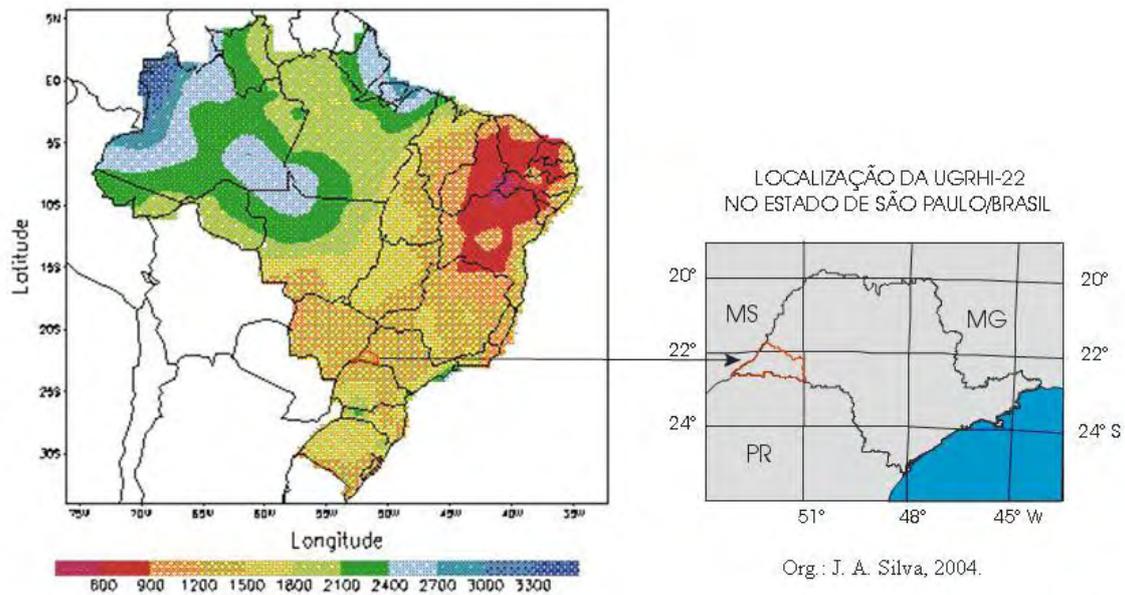
Fonte: Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo, IPT, 1981. Org.: J. A. SILVA (2000).

### 3. Clima

O Brasil, por ser um país de grande extensão territorial, possui diferenciados regimes de precipitação e temperatura. De norte a sul, encontra-se uma grande variedade de climas com distintas características regionais. As Regiões Sudeste e Centro-Oeste sofrem influência tanto de sistemas tropicais como de latitudes médias, com estação seca bem definida no inverno e estação chuvosa de verão com chuvas convectivas. (BOIN, 2000).

Na Figura 8.3.3.1, destaca-se o território brasileiro com media histórica de precipitação evidenciando a área da UGRHI-22. Em geral a precipitação distribui-se uniformemente nessas Regiões, com a precipitação média anual acumulada variando em torno de 1500 e 2000 mm; para a UGRHI-22, especificamente, uma média de 1200 a 1300.

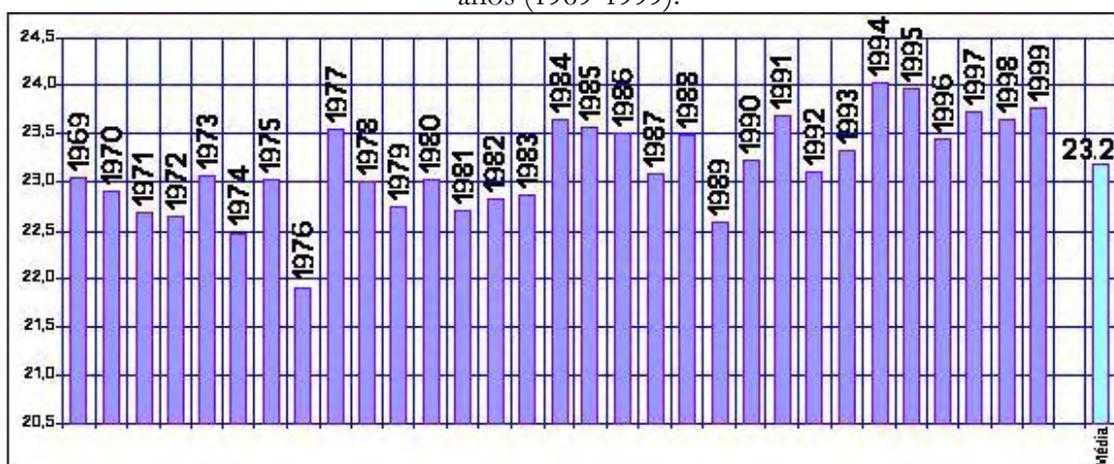
Figura 8.3.3.1: Regime de precipitação acumulada no ano (mm) realizada durante o período de 1961 a 1990 para o Brasil



Fonte: INMET, 2004. Org.: J. A. SILVA, 2004.

A UGRHI-22 caracteriza-se, segundo a classificação de Köppen, pelo clima predominantemente Aw - com chuvas no verão e seca no inverno, temperatura média anual entre 22 e 24°C, precipitação pluviométrica anual em torno de 1.500 mm, com algumas regiões sujeitas ao clima Cwa - com possibilidade de ocorrência de geadas nas regiões mais elevadas, chuvas típicas de clima tropical com maior ocorrência no verão, com temperaturas médias anuais ligeiramente inferiores a 22°C. No Gráfico 8.3.3.1., apresenta-se a média da temperatura anual em série histórica de 30 anos.

Gráfico 8.3.3.1: Temperatura média anual (°C) UGRHI-22: série histórica dos últimos 30 anos (1969-1999).

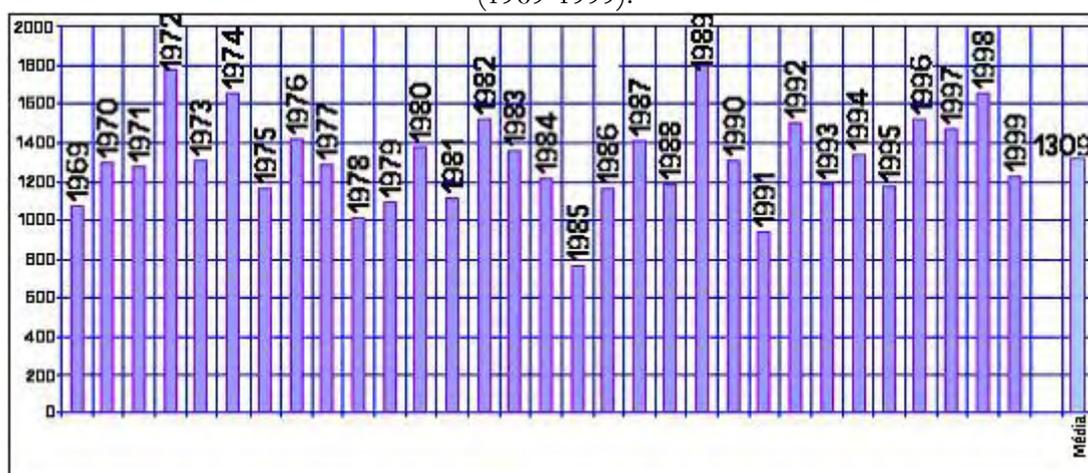


Fonte: FCT-unesp (Estação Meteorológica, 2000). Org.: J. A. SILVA (2000) / CBH-PP (2000).

O Gráfico 8.3.3.2 ilustra a média do regime de precipitação (mm) em série histórica de 30 anos.

A precipitação é marcadamente maior no verão - de outubro a abril, sendo os meses mais chuvosos de dezembro a fevereiro \_ tanto em freqüência quanto em volume. No período de inverno reduzem-se sensivelmente \_ de maio a setembro. O período de maiores índices pluviométricos indica maior erosividade no período, predispondo mais os agroecossistemas ao processo de erosão, principalmente nos meses de outubro, novembro e dezembro quando o solo está na fase de preparo para o cultivo.

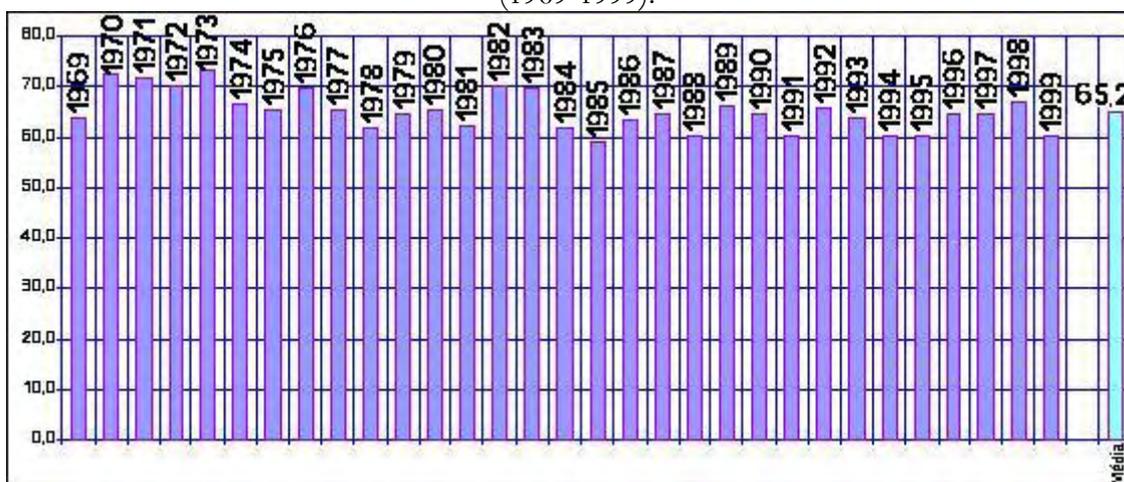
Gráfico 8.3.3.2: Média do regime de precipitação (mm) na UGRHI-22: histórico de 30 anos (1969-1999).



Fonte: FCT-unesp (Estação Meteorológica, 2000). Org.: J. A. SILVA (2000) / CBH-PP (2000).

A evapotranspiração é mais acentuada nos meses de agosto, setembro e outubro, embora déficits hídricos ocorram já a partir dos meses de maio ou junho. A umidade relativa é relativamente estável durante o ano, com média histórica de 65,2%, sendo que nos meses de agosto e setembro apresenta ligeira queda (médias de 60%) acompanhando o balanço hídrico e os baixos índices de precipitação no período. No Gráfico 8.3.3.3, apresenta-se média da umidade relativa do ar, também série histórica das últimas três décadas (1969-1999).

Gráfico 8.3.3.3: Média da umidade relativa do ar na UGRHI-22: série histórica de 30 anos (1969-1999).



Fonte: FCT-unesp (Estação Meteorológica, 2000). Org.: J. A. SILVA (2000) /CBH-PP (2000).

#### 8.3.4. Solo

Os solos são na sua maioria arenosos, pouco ácidos, pobres em argila, originados da decomposição do Arenito do Grupo Bauru, apresentando uma grande quantidade de areia em sua composição. Os solos são bem profundos com 1 a 3 metros, bem drenados, podendo ainda apresentar cimento carbonático ou silicoso, sendo na sua maioria friáveis, o que demonstra sua fragilidade (BOIN, 2000).

Na Foto 8.3.4.1, apresenta-se perfil de solo predominante na UGRHI-22 e na seqüência a Figura 8.3.4.1 traz a ilustração de perfil de solo com classificação dos horizontes.

Foto 8.3.4.1: Perfil do latossolo predominante na UGRHI-22



Fonte: CBH-PP, 2000.

Figura 8.3.4.1: Ilustração de perfil de solo com classificação dos horizontes.



Fonte: CBH-PP, 2000.

Na UGRHI-22 os solos, quando analisados com base nas informações levantadas na caracterização física desta porção do estado de São Paulo, apresentam relações litológicas e geomorfológicas que indicam sua suscetibilidade à erosão (BOIN, 2000).

No Tabela 8.3.4.1, elaborada por Boin (2000), relacionam-se os tipos de solos existentes no Oeste Paulista e sua associação com os fatores geológicos e do relevo. No Gráfico 8.3.4.1, apresenta-se o grau de suscetibilidade à erosão em % na UGRHI-22. São destacados, segundo SENAGRO (1998), os seguintes graus de suscetibilidade: Muito Alta

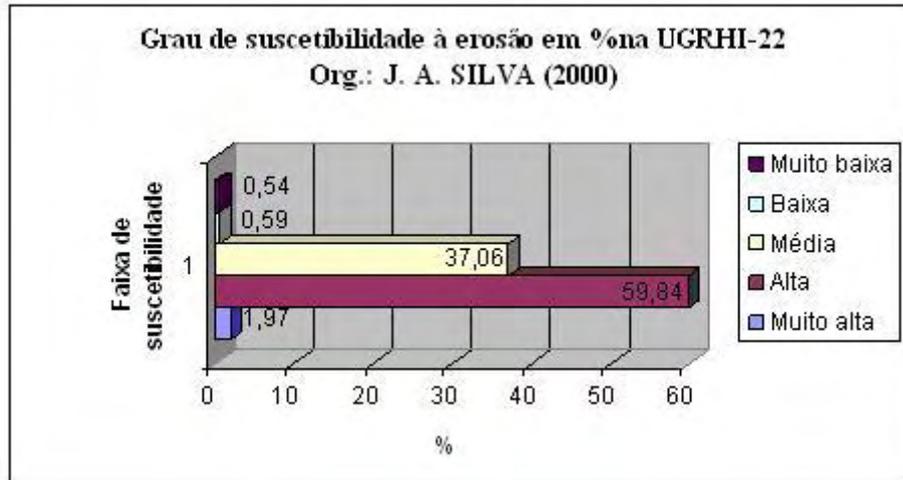
1,97%, Alta 59,84%, Média 37,06%, Baixa 0,59%, Muito Baixa 0,54%, totalizando 100,00%.

Tabela 8.3.4.1: Solos do Oeste Paulista e suas relações com relevo, litologias, suscetibilidade e erosão.

<b>Pedologia</b>	<b>Relevo</b>	<b>Litologia</b>	<b>Suscetibilidade à erosão</b>
Solos podzolizados de Lins e Marília.  VARIEDADE MARÍLIA  (Erodibilidade 48,2 t/ha)	Colinas médias e morretes com declividade superior a 15%. No Planalto de Marília, relevo de transição com declividade entre 15 e 30% e escarpas festonadas.	Arenitos das Formações Santo Anastácio, Adamantina e Marília.	Alta suscetibilidade à erosão especialmente na porção do Planalto de Marília onde a suscetibilidade torna-se altíssima
Solos podzolizados de Lins e Marília.  VARIEDADE LINS  (Erodibilidade 34,4 t/ha)	Colinas médias e morretes com declividade superior a 15% No Planalto de Marília, relevo de transição com declividade entre 15 e 30% e escarpas festonadas.	Arenitos das Formações Santo Anastácio, Adamantina e Marília.	Média suscetibilidade à erosão. Na área do Planalto de Marília a suscetibilidade torna-se altíssima
Latosolo vermelho escuro	Colinas amplas, declividade máxima de 15%.	Arenitos das Formações Caiuá, Santo Anastácio e Adamantina.	Moderada suscetibilidade erosiva
Terra roxa	Colinas amplas com declividade máxima de 15%	Basalto da Formação Serra Geral	Baixa suscetibilidade erosiva
Hidromórfico	Fundo de vales, mais ou menos planos.	Coberturas cenozóicas quando em fundo de vales	Não suscetível à erosão quando em área de várzea

Fonte: BOIN, 2000.

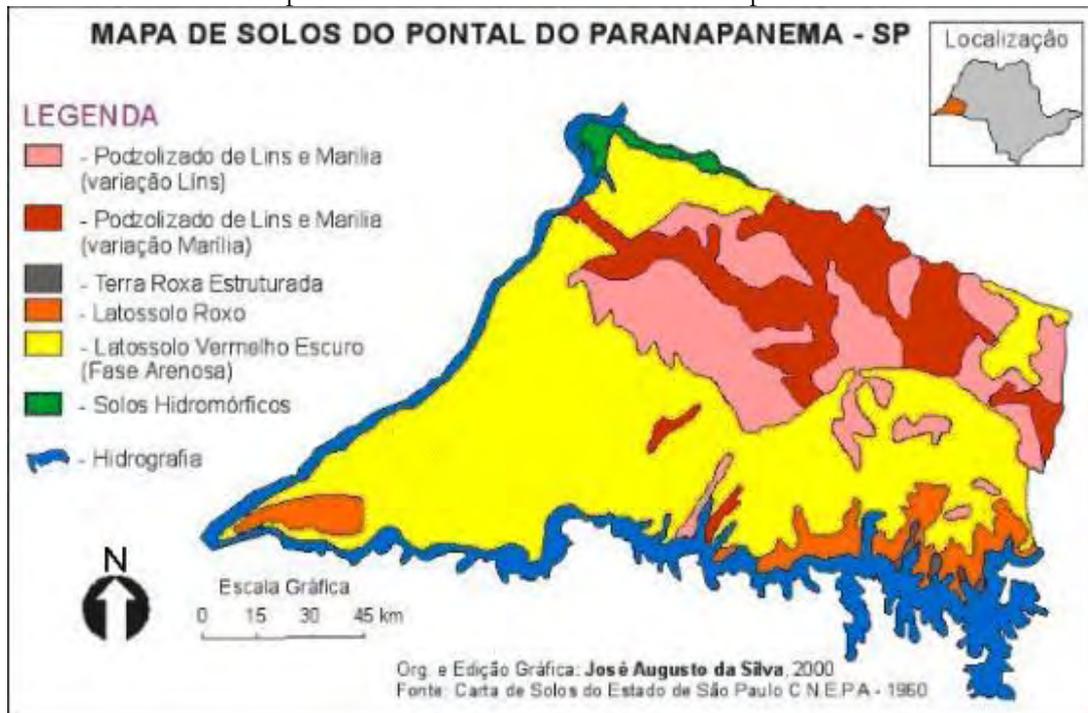
Gráfico 8.3.4.1: Grau de suscetibilidade à erosão em % na UGRHI-22.



Fonte: SENAGRO, 1998.

No Mapa 8.3.4.1, apresenta-se a caracterização geral dos solos do Pontal do Paranapanema, ficando evidenciada a presença forte do latossolo vermelho escuro, na área da UGRHI-22.

Mapa 8.3.4.1: Solos do Pontal do Paranapanema.



Fonte: Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo, IPT, 1981. Org.: J. A. SILVA (2000).

### 8.3.5. Uso da terra e cobertura vegetal

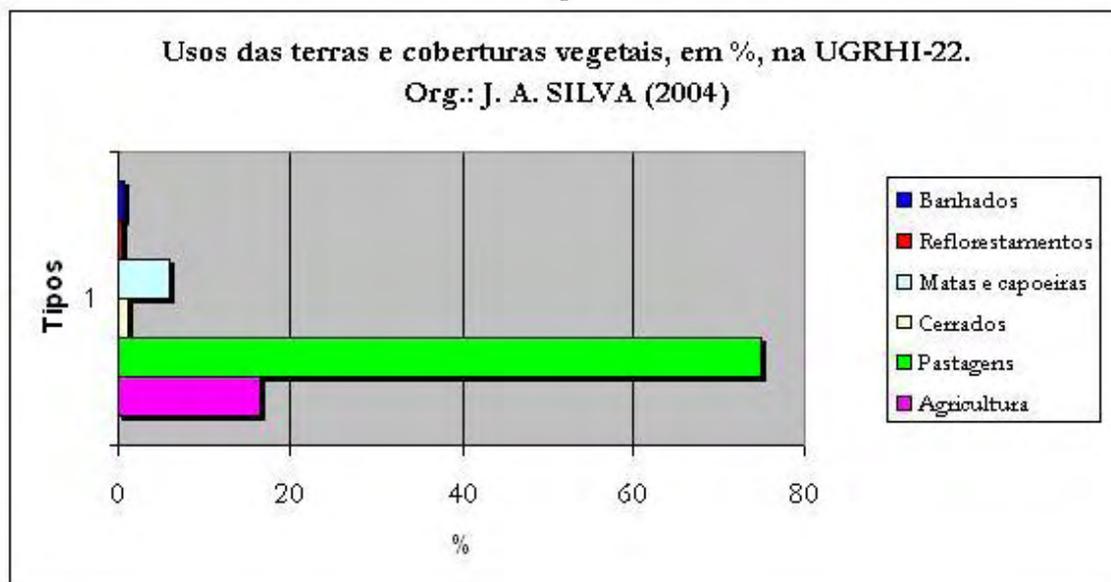
Como apresentado anteriormente, há uma forte presença do setor agropecuário (75,01%) e agricultura (16,59%) na área UGRHI-22. Setores que ao longo dos anos, com as formas inadequadas de uso dos solos, trouxeram grandes impactos negativos aos recursos hídricos da região, a exemplo dos processos acelerados das erosões dos solos (mais de 4.000 erosões, segundo CPTI, 1999) e dos conseqüentes assoreamentos dos corpos d'água e outras formas de degradação como lançamento e disposição de resíduos agropecuários, industriais, de minerações etc. Na Tabela 8.3.5.1, apresentam-se as áreas e os percentuais dos diferentes usos e coberturas vegetais na área da UGRHI-22. O Gráfico 8.3.5.1 ilustra esses usos na mesma UGRHI.

Tabela 8.3.5.1: Área e % dos diferentes usos e coberturas vegetais na área da UGRHI-22

Usos e Coberturas vegetais	Área (ha)	%
Agricultura	196.733,51	16,59
Pastagens (pecuária)	889.510,58	75,01
Cerrados	13.755,93	1,16
Matas e capoeiras	71.388,53	6,02
Reflorestamentos	5.810,70	0,49
Banhados (várzeas)	8.656,75	0,73
<b>Total</b>	<b>1.185.856,00</b>	<b>100,00</b>

Fonte: SENAGRO, 1998.

Gráfico 8.3.5.1.: Usos da terra e cobertura vegetal na UGRHI-22.



Fonte: SENAGRO, 1998.

De acordo com a avaliação da aptidão agrícola das terras da UGRHI-22, 2,45% têm boa aptidão para lavouras com uso de baixa e média tecnologia e aptidão regular para uso de alta tecnologia; 34,82%, aptidão regular para lavouras com uso de baixa tecnologia, mas a aptidão é restrita para uso de média e alta tecnologia; 18,23%, aptidão restrita para emprego de média e alta tecnologia e ao mesmo tempo as áreas são completamente inaptas para uso de baixa tecnologia; 1,47%, aptidão restrita para lavouras de uso de alta tecnologia e simultaneamente as áreas são inaptas para emprego de baixa e média tecnologia. A maior parte (42,83%) das terras na UGRHI-22 é considerada restrita para pastagem plantada e sendo inapta para lavoura; pouquíssimas áreas (0,20%) são inaptas para uso agrícola ou pastoril, sendo recomendável o uso como abrigo de fauna e flora (é o caso do Parque Estadual Morro do Diabo). (SENAGRO, 1998 apud MENEGUETTE, 2001).

O levantamento de Conflitos de Uso do Solo é baseado na metodologia que consiste na sobreposição das classes de aptidão agrícola das terras com o uso atual. Convencionam-se, em função da escala de trabalho, classes de conflitos de uso, atribuindo-se o menor grau de conflito aos usos compatíveis com a aptidão e o maior grau de conflito ao uso mais inapropriado em relação à aptidão. Na área da UGRHI-22 há uma ocorrência de 44% de usos compatíveis com a aptidão, 47 % com usos resultando em subutilização (sem degradação, mas as glebas estão subutilizadas). Somente 9% apresenta sobreutilização (uso que causa degradação). (SENAGRO, 1998 apud MENEGUETTE, 2001).

A área de vegetação natural compreende as terras ocupadas com diversos tipos de vegetação natural, incluindo mata natural, capoeira, cerrado, cerradão, campos e similares. A mata natural refere-se a florestas preservadas, bem como àquelas em adiantado grau de regeneração. A capoeira refere-se ao tipo de vegetação que representa a fase inicial de regeneração de uma mata natural. O cerrado/cerradão refere-se ao tipo de vegetação que se caracteriza pela presença de árvores baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas. Áreas de banhado (várzeas) são encontradas principalmente nas áreas próximas aos rios Paraná e Paranapanema (MENEGUETTE, 2001).

Ainda existe, na área da UGRHI-22, porção significativa de áreas preservadas em função da instalação pelo governo estadual das duas Unidades de Conservação Ambiental existentes na região: o Parque Estadual do Morro do Diabo, Foto 8.3.5.1, e a Grande Reserva do Pontal. Na última, quase que completamente ocupada por atividades antrópicas, ainda são encontrados fragmentos de floresta mesófila, campos úmidos e floresta ripária.



Foto 8.3.5.1: Vista parcial do Parque Estadual Morro do Diabo. Autor: J. A. SILVA (1999).

A questão fundiária na UGRHI-22 constitui-se como um dos principais condicionantes para o desenvolvimento regional (SENAGRO, 1998). Vários esforços conjuntos (Governo e movimentos sociais pela terra) têm se dado nas últimas três décadas no sentido de resolver o problema no Pontal do Paranapanema. Essa questão extrapola a política estadual atingindo o nível nacional, tais como a possibilidade de se fazer Reforma Agrária no Brasil e um encaminhamento definitivo sobre a situação das terras devolutas no país. Com o Governo Lula, início em 2003, acreditou-se que a questão receberia mais atenção dos governos; até o fim de 2006, ainda não se viu essas questões resolvidas no campo. Mas há uma grande esperança de que a Reforma Agrária seja de, de fato, feita no Brasil.

A região vem relutando, há duas décadas, com dezenas de assentamentos da população sem terra, problemas com remanejamento das populações ribeirinhas em função das instalações das usinas hidrelétricas nos rios Paraná e Paranapanema e, por décadas, com a expansão dos latifúndios, gerando uma situação instável do ponto vista da organização sócio-espacial. Além dessa situação, a região vem nos últimos anos se destacando como produtora de cana-de-açúcar, ocupando extensões cada vez maiores e, mais recentemente, com o desenvolvimento da cultura da soja. Esse quadro tem proporcionado um outro dinamismo para a região, gerando a necessidade de implementar políticas públicas para os setores urbano e rural e ações ambientais mais eficientes que demandam também uma maior quantidade de recursos financeiros além de um melhor entrosamento entre os órgãos estaduais, prefeituras, ONG's, instituições de pesquisa, entre outras.

#### **8.4. A questão ambiental e hídrica na UGRHI-22**

Uma análise dos processos de ocupação e crescimento econômico na área da UGRHI-22 Pontal do Paranapanema, concentrados principalmente nas últimas cinco décadas, mostra que esse processo se deu de forma totalmente desordenada, sem levar em conta os possíveis reflexos futuros.

Na UGRHI-22, zona rural, encontram-se várias áreas em estado avançado na instalação de processos erosivos, a grande maioria dos copos d'água e nascentes desprotegidos das matas ciliares. Da cobertura vegetal original, mais de 90% foi extinta. Do restante, menos de 6% encontra-se em estágio primário (SUDO, 1980; BOIN, 2000; IF, 2001).

As conseqüências socioeconômicas, nas áreas mais impactadas, são diversas e complexas. Na zona rural, por exemplo, as terras, com instalação de erosões, são desvalorizadas e os proprietários penalizados por manter o uso inadequado dos solos. Mas, com certeza, os maiores danos são os ambientais e a sociedade paga um preço alto por não poder usufruir dos recursos naturais e ainda tem que pagar para recuperar os impactos causados.

Na UGRHI-22, a Bacia Hidrográfica do Rio Santo Anastácio representa o maior manancial de água doce dos rios interioranos e se encontra com o leito do rio principal e dos afluentes completamente assoreados, sendo necessária a captação de água do manancial vizinho (Rio do Peixe - UGRHI-21), com uma adutora de 45 km de extensão, para abastecimento urbano do município de Presidente Prudente, principal usuário, uma transposição de água entre bacias que não seria necessária se houvesse o manejo adequado desta bacia. A poluição do Rio Santo Anastácio pelos esgotos de origens doméstica das cidades de Presidente Prudente (em 2004, iniciando o tratamento de esgoto), Presidente Venceslau e Álvares Machado causou e vem causando sérios danos ambientais em seus ambientes aquáticos. Receber também águas residuárias (carga orgânica remanescente) de atividades de abate de bovinos e de laticínios e curtumes, o que vem degradando cada vez mais a qualidade das águas dos rios. Desta forma, ficam comprometidos tanto qualitativa quanto quantitativamente os usos múltiplos dos recursos hídricos.

Os recursos hídricos dessa região do Estado de São Paulo é um dos mais ricos quando se compara disponibilidade e demanda embora em algumas áreas, como citado, observa-se processos acelerados de impactos negativos, nesses recursos, deixando em algumas localidades as comunidades com problemas de abastecimento.

Os recursos hídricos da UGRHI-22 foram apresentados no “Relatório Zero” (CPTI, 1999). Apresentam-se a seguir, sucintamente, os dados de disponibilidades e demanda dos recursos hídricos da região.

A disponibilidade hídrica superficial foi estimada pela CPTI (1999), a partir de dados e métodos do DAEE (1984, 1988). Os valores estimados de ( $Q_{m\acute{e}dia}$  e  $Q_{7,10}$ ) para as UPRHs da UGRHI-22 são apresentados na Tabela 8.4.1.

Tabela 8.4.1: Valores estimado disponibilidade hídrica superficial ( $Q_{m\acute{e}dia}$  e  $Q_{7,10}$ ) para as UPRHs da UGRHI-22 (adaptado de CPTI, 1999).

Unidade hidrográfica principal	$Q_{m\acute{e}di}^a$ (L/s)	$Q_{m\acute{e}di}^a$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{7,10}$ (L/s)	$Q_{7,10}$ (m <sup>3</sup> /s)	UPRH	$Q_{m\acute{e}di}^a$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{7,10}$ (m <sup>3</sup> /s)
Anhumas – II	3969,9	4,0	1453,3	1,5	UPRH 1		
Paraná - III a	11142,8	11,1	4079,3	4,1		<b>32,1</b>	<b>11,8</b>
Paranapanema - VII a	16968,9	17,0	6212,1	6,2			
Santo Anastácio - I	15387,4	15,4	5531,3	5,5	UPRH 2		
Paraná - III b	3052,8	3,1	1097,4	1,1		<b>20,1</b>	<b>7,3</b>
Paraná - III c	1643,8	1,6	590,9	0,6			
Pirapozinho - IV	10510,9	10,5	3847,9	3,8	UPRH 3		
Paranapanema - VII b	9663,0	9,7	3537,5	3,5		<b>25,3</b>	<b>9,3</b>
Anhumas - V	5100,0	5,1	1867,1	1,9			
Laranja Doce	9178,5	9,2	3360,1	3,3	UPRH 4		
Paranapanema - VII c	1219,5	1,2	446,4	0,4		<b>16,5</b>	<b>5,9</b>
Paranapanema - VII d	6165,0	6,1	2256,9	2,2			
<b>Total - UGRHI-22</b>	<b>94002,5</b>	<b>94,0</b>	<b>34280,2</b>	<b>34,3</b>	<b>Total - UGRHI-22</b>	<b>94,0</b>	<b>34,3</b>

Fonte: CBH-PP, 2002. Org.: J. A. SILVA (2006).

A estimativa da disponibilidade hídrica subterrânea é apresentada na Tabela 8.4.2. Fazem parte das unidades aquíferas aflorantes na UGRHI-22 que são constituídas por rochas sedimentares (Caiuá e Bauru) e ígneas basálticas (Serra Geral) da bacia do Paraná, e depósitos sedimentares recentes, de idade cenozóica (CPTI, 1999).

Tabela 8.4.2: Estimativa da disponibilidade hídrica subterrânea da UGRHI-22, por sistema aquífero, a partir de dados de CPTI (1999) e SIGRH (2001).

UGHI-22	Bauru (m <sup>3</sup> /s)	Caiuá (m <sup>3</sup> /s)	Serra Geral (m <sup>3</sup> /s)	Total - livre (m <sup>3</sup> /s)	Guarani (Botucatu) - confinado (m <sup>3</sup> /s)	Total (m <sup>3</sup> /s)
Disponibilidade hídrica subterrânea	10,31	4,26	0,63	15,20	7,60	<b>22,80</b>
<b>Nas UPRHs</b>						
UPRH	Bauru (m <sup>3</sup> /s)	Caiuá (m <sup>3</sup> /s)	Serra Geral (m <sup>3</sup> /s)	Total - livre (m <sup>3</sup> /s)	Guarani (Botucatu) - confinado (m <sup>3</sup> /s)	Total (m <sup>3</sup> /s)
UPRH 1	1,22	3,85	0,01	5,08	2,54	<b>7,62</b>
UPRH 2	3,29	0,22	0,00	3,50	1,75	<b>5,25</b>
UPRH 3	3,87	0,20	0,08	4,14	2,07	<b>6,21</b>
UPRH 4	1,93	0,00	0,54	2,48	1,24	<b>3,72</b>
Disponibilidade hídrica subterrânea	10,31	4,26	0,63	15,20	7,60	<b>22,80</b>

Fonte: CBH-PP, 2002. Org.: J. A. SILVA (2006).

A demanda de água diante da excelente situação de disponibilidade de recursos hídricos para a região da UGRHI-22, aparentemente, parece confortável se não fosse o quadro de impactos ambientais citados. Na Tabela 8.4.3 apresenta-se a demanda de água por usos urbano/doméstico, industrial e irrigação em m<sup>3</sup>/s na UGRHI-22

Tabela 8.4.3: Demandas de água para o Pontal do Paranapanema (SRH, 1998).

Usos	Demanda (m <sup>3</sup> /s)	
	1990 (DAEE, 1990)	2010 (DAEE, 1994)
Urbano/Doméstico	0,9	1,6
Industrial	1,2	1,8
Irrigação	6,3	5,1
<b>Total</b>	<b>8,4</b>	<b>8,5</b>

Fonte: CBH-PP, 2002. Org.: J. A. SILVA (2006).

Pode ser observado que para a disponibilidade hídrica superficial 34,3 m<sup>3</sup>/s e disponibilidade hídrica subterrânea 22,8 m<sup>3</sup>/s, totalizando 57,1 m<sup>3</sup>/s estimado, tem-se uma demanda de 8,5 m<sup>3</sup>/s, mostrando uma falsa idéia de que a região não tem do ponto de

vista quantitativo problemas de falta de água. Não é verdade! Com os impactos negativos nos corpos de águas superficiais devido o uso inadequado dos solos as comunidades regionais têm enfrentado problemas no abastecimento de água potável.

#### 8.4.1. Os problemas ambientais

No Plano de Bacia Hidrográfica do Pontal do Paranapanema – 2003 assim como no Diagnóstico da Situação dos Recursos Hídricos da UGRHI-22, foram propostas ações de recuperação e de conservação para o cumprimento de metas de intervenção diretamente ligadas à solução parcial ou total da degradação dos recursos hídricos causada pelos processos de dinâmica superficial (erosão, assoreamento etc.) e pelos processos de contaminação ou poluição, tais como: a ausência ou deficiência nas redes de coleta e tratamento de esgotos; destinação final e disposição de resíduos sólidos; contaminação por atividades e resíduos industriais etc. (CBH-PP, 2001).

No referido Plano de Bacia, foram levantados os principais problemas a serem resolvidos no curto, médio e longo prazo na tentativa de minimizar os impactos apresentados anteriormente. São eles:

- Problemas de erosão e assoreamento, associados à degradação das matas ciliar e de cabeceira dos principais afluentes dos rios Paraná e Paranapanema;
- Comprometimento da qualidade da água no Rio Santo Anastácio por problemas de lançamentos "in natura" do esgotamento sanitário, principalmente das áreas urbanas de Presidente Prudente (já parcialmente resolvido, com a instalação da ETE em 2004);
- Disposição de resíduos sólidos e efluentes industriais de forma inadequada nas áreas urbanas das principais cidades: Presidente Prudente e Pirapozinho;
- A dificuldade de preservação da qualidade das águas nos lagos formados pelos reservatórios das usinas hidroelétricas de Porto Primavera (Eng. Sérgio Motta), no rio Paraná e Capivara, Taquaruçu e Rosana, no rio Paranapanema;
- A utilização da orla dos rios e reservatórios para investimentos ambientalmente sustentáveis em Lazer e Turismo de "1 dia", sem causar prejuízos aos recursos hídricos;
- Degradação do sistema de drenagem superficial das estradas vicinais de terra da região, entre outros (CBH-PP, 2001).

Com a organização de um SIG para a gestão dos recursos hídricos na UGRHI-22, os problemas ambientais relacionados anteriormente serão mais facilmente identificados, além de contar com as possibilidades, de forma dinâmica, de cruzamento de dados,

permitindo tomada das decisões cabíveis pelo CBH-PP.

## **2. A gestão dos recursos hídricos**

O processo de gestão dos recursos hídricos na UGRHI-22 vem, nos últimos dez anos, fortalecendo-se com a capacitação de recursos humanos para trabalhar com as temáticas voltadas para o tratamento das questões hídricas e ambientais dessa região. Logo após a criação do CBH-PP, 1996, começou-se o desenvolvimento de atividades que foram ao longo dos anos se intensificando e permitindo a capacitação e o envolvimento de várias pessoas e entidades que no presente vêm colaborando para o processo de gestão. Foram desenvolvidos também vários documentos importantes, entre os quais aqueles relacionados no início deste capítulo, para o entendimento dos aspectos socioeconômicos, políticos e ambientais da UGRHI-22.

O CBH-PP é composto pela Diretoria e pela Secretaria Executiva. Atualmente, esta secretaria está sob responsabilidade do Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE de Presidente Prudente, dando suporte logístico e administrativo para as atividades do CBH-PP.

Faz parte da composição também as Câmaras Técnicas que são colegiados de membros do CBH-PP, de caráter consultivo, e elas podem ser permanentes ou transitórias. As Câmaras Técnicas permanentes são as constituídas por tempo indeterminado cuja criação se dá por deliberação do plenário; e as de caráter transitório são as constituídas com finalidades específicas para apreciação de matérias que exijam o pronunciamento de mais de uma Câmara permanente.

De acordo com o Regimento Interno do CBH-PP (1999), são atribuições das Câmaras Técnicas:

- subsidiar as discussões do CBH-PP;
- subsidiar, no que couber, os trabalhos da Secretaria Executiva e CORHI na elaboração e avaliação dos trabalhos pertinentes ao Plano da Bacia Hidrográfica do Pontal do Paranapanema e relatório de situação dos Recursos Hídricos da respectiva Bacia;
- promover estudos e pesquisas sobre assuntos de sua competência;
- acompanhar as atividades dos órgãos públicos e privados relacionados com a matéria de sua especialização;
- elaborar e apresentar ao Plenário proposições ligadas à sua área de atuação;

- dar parecer sobre as proposições e demais assuntos a elas atribuídos;
- organizar em conjunto com a Secretaria Executiva cursos, palestras, eventos e seminários.

A Diretoria atual (biênio 2005/2006) é composta pelo Presidente, Divaldo Pereira de Oliveira, Prefeito de Sandovalina; o Vice-Presidente, Valter José Crepaldi Ganancio, representante da Sociedade Civil pela Associação Ecológica Regional de Presidente Prudente; e se completa com o Secretário Executivo e o Secretário Executivo Adjunto que são respectivamente Osvaldo Massacazu Sugui e Sandro Roberto Selmo, funcionários do DAEE e representantes do segmento Estado dentro da Secretaria. (CBH-PP, 2005).

Na Tabela 8.4.2.1 podem ser visualizadas a estrutura e representação do CBH-PP para o biênio 2005/2006. Está aí a dimensão representativa deste órgão colegiado para a gestão dos recursos hídricos e organização, no aspecto ambiental, da comunidade regional.

Tabela 8.4.2.1.: Estrutura e representação do CBH-PP, biênio 2005/2006.

<b>Hierarquização de Poderes</b>	
Plenário do CBH-PP	
Presidência e Vice Presidência	
Secretaria Executiva	
Câmara Técnica de Planejamento, Avaliação e Saneamento - CT-PAS	
Câmara Técnica de Avaliação Institucional - CT-AI	
Grupo de Educação Ambiental – GEA	
<b>Representação do Estado</b>	
<b>Alternam-se Titularidade e Suplência</b>	
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho	
Cia. Energética do Estado de São Paulo	
Secretaria Estadual da Educação	
Instituto de Terras do Estado de São Paulo	
Departamento Estadual de Proteção dos Recursos Naturais	
Secretaria Estadual da Saúde	
Cia. de Desenvolvimento Agrícola do Estado de São Paulo	
Secretaria Estadual de Economia e Planejamento	
<b>Representação dos Municípios</b>	
<b>Titulares</b>	<b>Suplentes</b>
Santo Anastácio	Pirapozinho
Tarabai	Estrela do Norte
Rancharia	Taciba
Piquerobi	Euclides da Cunha Paulista
Álvares Machado	Indiana
Iepê	Marabá Paulista

Nantes	Presidente Prudente
Presidente Venceslau	Caiuá
Narandiba	Rosana
Presidente Bernardes	Anhumas
Teodoro Sampaio	Regente Feijó
Presidente Epitácio	Mirante do Paranapanema
Sandovalina	Martinópolis
<b>Representação da Sociedade Civil</b>	
<b>Titulares</b>	<b>Suplentes</b>
Associação dos Geógrafos Brasileiros - Seção Presidente Prudente	Sindicato da Indústrias da Construção Civil do Estado de SP
Fundação de Ciência, Tecnologia e Ensino - FUNDACTE	Instituto de Pesquisas Ecológicas - IPE
Sindicato Rural de Presidente Bernardes	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo - FIESP
Associação dos Produtores Orgânicos da Região de P. Prudente	Cooperativa Escola dos Alunos da ETE Prof. Dr. Antonio Eufrásio de Toledo
SINTAEMA	Instituto de Ensino Superior de Presidente Prudente
Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial	Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental
Sindicato dos Engenheiros no Estado de São Paulo	Associação dos Eng. Arq. e Agr. da Alta Sorocabana
Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia - CREA	Comissão de Defesa e Preserv. da Espécie e do Meio Ambiente
Ordem dos Advogados do Brasil - 29ª Subsecção - P.Pte.	Ordem dos Advogados do Brasil - 230ª Subsecção - Teodoro Sampaio
Associação Ecológica Regional de Presidente Prudente	Associação em Defesa do Rio Paraná, Afluentes e Mata Ciliar - APOENA
Associação Ecológica Ararajuba de Regente Feijó	Associação dos Professores Universitários - APU
Ass.do Comitê da Cidadania pela Ética na Política e Defesa dos Direitos do Cidadão de Tarabai	Organização Soroptimista Internacional de Pres. Prudente
Ordem dos Advogados do Brasil - 148ª Subsecção - Sto. Anastácio	Centro das Indústrias do Estado de São Paulo

Fonte: CBH-PP, 2005. Org.: J. A. SILVA (2005).

Para que o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SIGRH) funcione de fato, não bastam as informações e a burocracia da organização da Entidade gestora, faz-se necessário o envolvimento profundo dos atores políticos que habitam na região da UGRHI. O funcionamento do SIGRH passa por um processo contínuo de interação e articulação entre essas instâncias. Os comitês definem as prioridades regionais, os programas e os projetos, de acordo com as diretrizes gerais do Plano Estadual aprovado

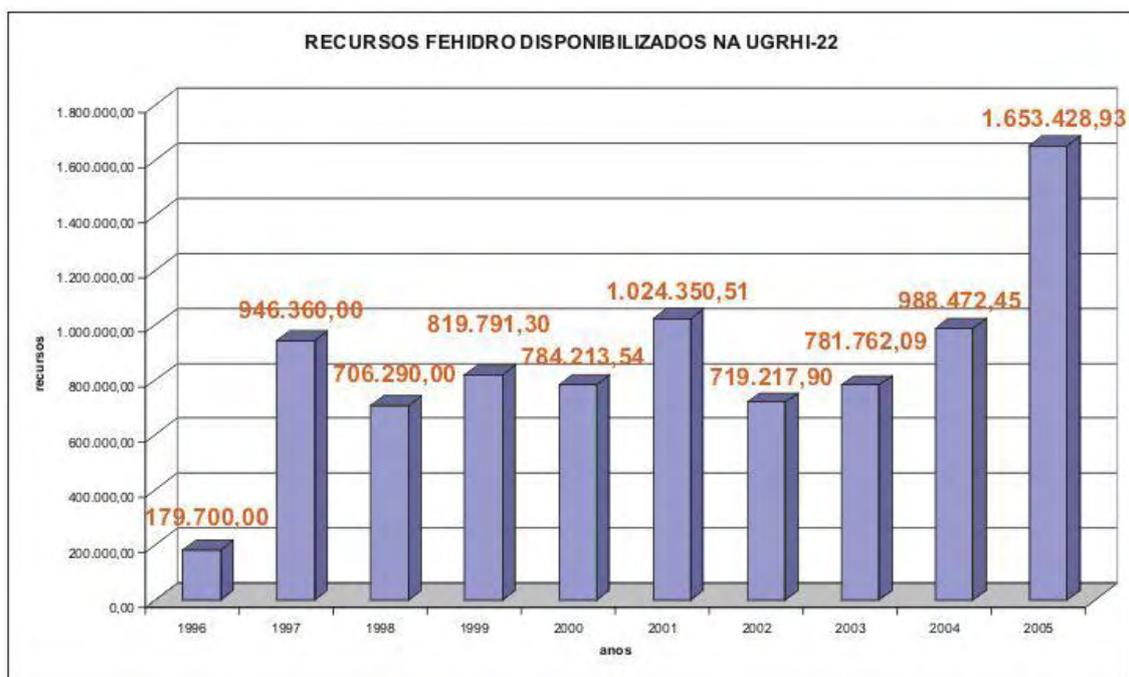
pelo CRH e submetido à aprovação da Assembléia Legislativa. E para que tenha efeito os comitês precisam estabelecer dinâmica e visão de trabalho que permitam viabilizar os encaminhamentos discutidos e aprovados em assembléia dos comitês para intervir no sentido de recuperar e/ou conservar os recursos hídricos e ambientais.

A região do Pontal do Paranapanema, como mostrado nos itens anteriores, apresenta vários problemas hídrico-ambientais os que são levantados nos diagnósticos levantados pelo Plano de Bacia Hidrográfica do Pontal do Paranapanema – 2002/2003. Os mesmos deverão ser solucionados com a implementação das ações propostas no Plano de Bacia Hidrográfica, no que diz respeito aos aspectos institucionais e legais referentes ao Sistema de Gestão dos Recursos Hídricos no Estado de São Paulo e em particular na região do Pontal do Paranapanema.

Para evoluir no sentido de assegurar condições adequadas a todos os usos dos recursos hídricos das bacias hidrográficas do Pontal do Paranapanema, a Secretaria Executiva do Comitê de Bacia Hidrográfica juntamente com os membros das Câmaras Técnicas deverão promover a sustentabilidade da presença efetiva de todos os 3 segmentos participantes do Sistema de Gestão dos Recursos Hídricos em todas as reuniões de apresentação e elucidação dos aspectos técnicos, econômicos e financeiros do programa de investimentos do Plano de Ações, aprovado pelo referido Comitê.

A principal prioridade e o grande desafio para a implementação desse Plano Diretor de Recursos Hídricos é a aglutinação das principais forças políticas, técnicas e institucionais da região em defesa dos princípios, das diretrizes e principalmente da busca dos objetivos contidos nas metas e ações propostas. Para tal empreitada só existe um caminho: a busca de parceiros e recursos financeiros, com forte convencimento da necessidade de se recuperar e preservar os recursos hídricos dessa região, tendo em vista que os danos ambientais já causados para os seus recursos hídricos são muito grandes e as estimativas de cifras econômicas estão muito além daquelas destinadas, no presente, pelos governos para o sistema de gestão, Gráfico 8.4.2.1.

Gráfico 8.4.2.1: Recurso financeiro estadual destinado à gestão de recursos hídricos no CBH-PP.



Fonte: CBH-PP, 2005. Disponível em: <<http://www.comitepp.sp.gov.br/>>, acesso em 25/02/06.

Na busca de parceiros a FCT-unesp, campus de Presidente Prudente tem colaborado com vários trabalhos científicos, entre os quais, já citados anteriormente, mais esta tese, com o objetivo de dar suporte ao CBH-PP e outros comitês no Estado de São Paulo.

As questões colocadas anteriormente não são suficientes para entendimento das problemáticas da gestão dos recursos hídricos desta unidade gestora, pois outras questões de âmbito político são fundamentais para que a sociedade tenha controle do direito de exploração e uso das águas.

A geração de energia elétrica na UGRHI-22 é uma das mais importantes do País e vem sendo privativa, despertando preocupação da sociedade regional, uma vez que se faz necessário que as águas públicas assim permaneçam: públicas, concordando com Leal (2000).

O Governo do Estado de São Paulo, na figura do Sr. Geraldo Alkimim (PSDB), em 1999, efetivou a privatização das Usinas Hidrelétricas da CESP da Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema, entre elas as UHE de Jurumirim, Chavantes, Canoas I e II, Capivara, Taquaruçu, Salto Grande e Rosana com capacidade instalada para geração de energia de 2.306.250 kW, em 2005, vendendo os direitos de geração e comercialização de energia para Duke Energy Brasil.

A privatização das UHE's, envolvendo os usos múltiplos das águas, não foi discutida no CBH-PP. Sendo o Comitê um fórum importante no âmbito da gestão dos recursos hídricos, por que não teria discutido essa matéria? É sabido que em sua área de abrangência existem terras inundadas por três usinas privatizadas e as ações efetuadas e planejadas pelo Comitê, tais como o controle da erosão, o tratamento dos resíduos sólidos e líquidos e o reflorestamento das margens dos rios, constituem benefícios diretos para as águas dos rios federais, podendo permitir sua maior disponibilidade, tanto em volume como em qualidade (LEAL, 2000).

Sob os aspectos institucionais, legais, morais e éticos deve ser outorgada às organizações sociais e políticas a gestão da água. Um desenvolvimento sustentado depende que as águas sejam tratadas de forma conjunta pelos diversos setores que representam a sociedade, sob risco de se inviabilizar o próprio processo de desenvolvimento regional.

A concretização da gestão dos recursos hídricos, com o fortalecimento do Comitê de bacia, segundo Leal (2000), torna-se imperativa para contemplar os vários interesses e conflitos já existentes ou previstos a médio e longo prazos com as demandas e disponibilidades de água no Pontal do Paranapanema.

A organização dos Sistemas de Informações, objeto desta tese, no CBH-PP é mais um instrumento de consolidação do processo, permanente, de capacitação dos seus atores na busca de melhorias na gestão dos recursos hídricos desta região. Com a maior divulgação das informações, referentes a este processo de gestão, haverá sem sobra de dúvida uma maior participação da comunidade regional para o trato com a água o que se desdobrará na compreensão e articulação de outros conteúdos de interesse para a organização sócio-espacial da mesma região.

É importante reafirmar que o processo de gestão dos recursos hídricos na região está apenas iniciando e, se o CBH-PP pretende se constituir, de fato, em um Fórum Regional em defesa dos recursos hídricos, faz-se necessário construir um caminho do envolvimento mais dinâmico e profissional dos seus atores.

No capítulo seguinte, tratar-se-á da implementação do SIG para gestão de recursos hídricos no Pontal do Paranapanema, discutindo os procedimentos para organização dos conteúdos que deram suporte à montagem do referido Sistema.

## **9. IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA PARA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NA UGRHI-22**

Neste capítulo, apresenta-se detalhadamente os procedimentos de implementação de um Sistema de Informação Geográfica para gestão de recursos hídricos na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 22 (UGRHI-22), Comitê da Bacia Hidrográfica do Pontal do Paranapanema (CBHPP), apresentando os resultados obtidos e reavaliando os procedimentos.

Para tanto se faz importante afirmar que o uso de SIGs constitui-se em ferramenta ampla e complexa de análise, que permite que várias possibilidades, tanto dos aspectos de planejamento da organização sócio-espacial do Pontal do Paranapanema quanto dos aspectos de recursos hídricos no âmbito da Política Estadual Paulista, sejam sobrepostas e sintetizadas de forma integrada, atualizadas constantemente de maneira dinâmica, não limitando o número de variáveis neste processo, ou seja, é um sistema aberto e multifinalitário, embora esteja com a sua abrangência temática voltada para a gestão dos recursos hídricos. Ademais, proporciona a integração dos dados espaciais da bacia e um modelo para o gerenciamento dos recursos hídricos.

Os referidos sistemas constituem o ambiente de inteligência que dá suporte de forma lógica e estruturante à gestão e ao processo decisório das diferentes esferas de aplicação, permitindo, inclusive, a construção de indicadores, baseados em análises geográficas, além de coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar dados. Esta tecnologia tem sido alvo de crescente utilização no planejamento ambiental com forte adesão na gestão dos recursos hídricos.

Os SIGs são utilizados como ferramenta de análise espacial, na modelagem e simulação de cenários, como subsídio à elaboração de alternativas para a decisão da política de uso e ocupação do solo, ordenamento territorial, equipamentos urbanos e monitoramento ambiental, entre outras aplicações complexas, que envolvem diferentes componentes dinâmicos (MOTA, 1999).

Esta tecnologia permite integrar informações de dados cartográficos, cadastrais de diferentes naturezas, variáveis ambientais, como as apresentadas neste capítulo, entre outras, em um banco de dados unificado, o que reflete a multiplicidade de usos e a interdisciplinaridade permitida. Faz-se importante destacar a facilidade de integração dos dados das mais diversas áreas, como geologia, geomorfologia, pedologia, demografia, movimentos sociais, urbanismo, saneamento, ecologia entre outras, possibilitando uma

abordagem ampla e completa. Portanto, a utilização destes recursos tecnológicos é proposta como instrumento articulador do processo de integração entre o planejamento ambiental e a gestão dos recursos hídricos.

Para o estudo em questão, a maioria das informações necessárias para apoio à gestão são georreferenciadas, ou seja, são visualizadas por meio de mapas. As informações sobre geologia, geomorfologia, uso do solo, tipo do solo, hidrografia, delimitações de sub-bacias, zoneamentos existentes, sistema viário, áreas verdes, declividades etc., se relacionam às localizações geográficas. A superposição destes mapas, que irá gerar os resultados desejados, é facilitada por meio do uso do SIG, pois este permite a compilação e organização de dados, e a elaboração de um mapa síntese que integra todos esses temas, compreendendo as diversas características da área.

Deve-se considerar, ainda, que os mapas utilizados para a gestão dos recursos hídricos e a organização sócio espacial são dinâmicos, devendo estar em constante atualização, quando utilizado como um instrumento de tomada de decisão. A avaliação final dos resultados depende da qualidade e quantidade dos dados espaciais inseridos no sistema; quanto mais completas e de maior qualidade forem as informações, mais preciso será o resultado.

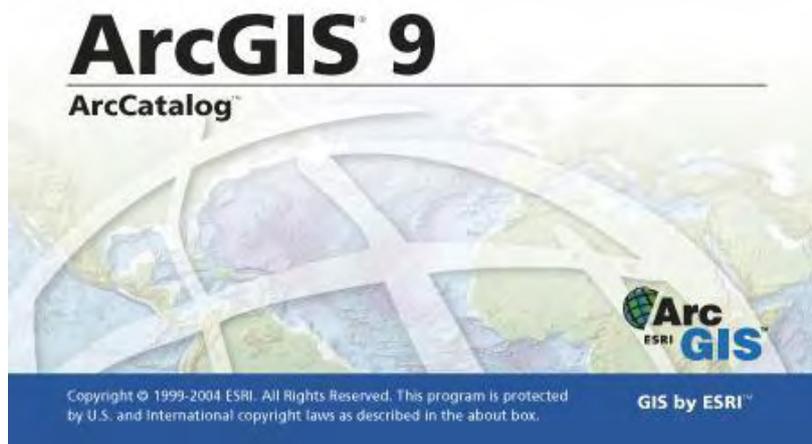
## **1. Organização do Banco de Dados Utilizando o Aplicativo *ArcCatalog***

São diversas as formas de aquisição de dados para um SIG, sobretudo no que diz respeito à geração e atualização dinâmica das bases cartográficas, em que se faz uso do Sensoriamento Remoto da Fotogrametria e por intermédio de levantamentos topográficos. No entanto, uma das maiores dificuldades é a geração por completo de uma nova base cartográfica tendo em vista que esta pode ter custos elevados e demandar um tempo considerável, dependendo do tempo de execução do projeto, ou até inviabilizando o mesmo. Desta forma, na medida do possível se faz importante levar em conta a alternativa de se aproveitar os recursos disponíveis para servirem, ao menos, de ponto de partida para a atualização da base de dados espaciais, tabulares e documentais, sempre atentando para as conversões (variando de aplicativo para aplicativo) e atualizações necessárias.

Não é demais lembrar que a paisagem geográfica é dinâmica, necessitando de atualizações constantes.

Como abordado em capítulos anteriores para a organização do banco de dados relativos às informações espaciais, tabulares e documentais, utilizou-se do aplicativo *ArcCatalog* ilustrado com a sua tela de abertura na Figura 9.1.1.

Figura 9.1.1: Aplicativo *ArcCatalog*.



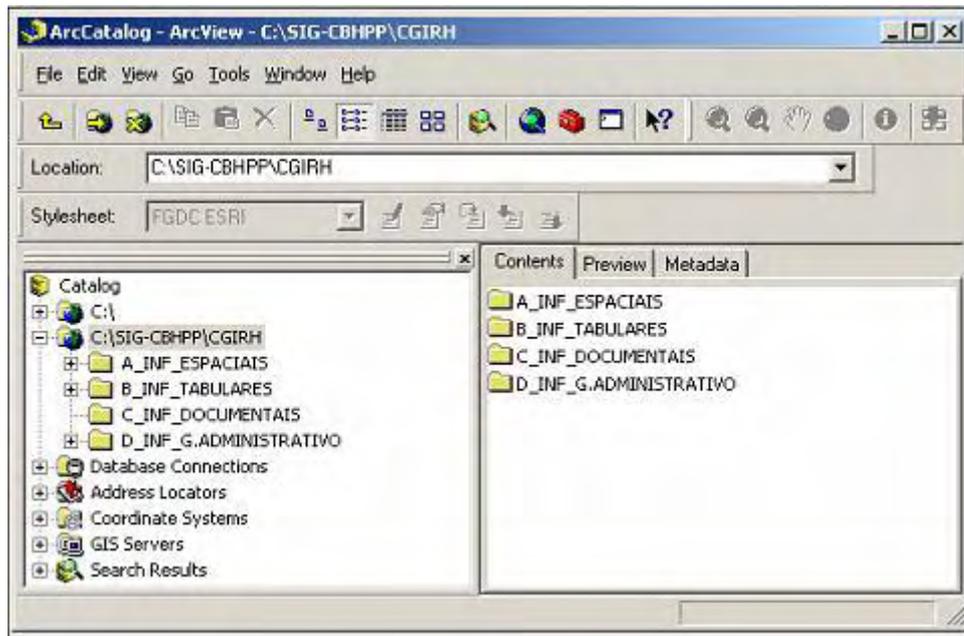
Fonte: *ESRI*, 2004. Org.: J. A. SILVA, 2006.

O aplicativo *ArcCatalog* é uma nova ferramenta, disponível a partir da versão 8 do *ArcGIS*, que permite a visualização, gerenciamento e organização dos dados espaciais e tabulares. Não há ferramenta semelhante nas versões anteriores do *software*. A nova ferramenta apresenta uma facilidade e interatividade muito boas que darão aos usuários, experientes, vários benefícios e agilidade na execução das rotinas de implementação e manutenção do sistema.

No módulo de trabalho do *ArcCatalog* o usuário encontrará um ambiente bastante semelhante ao do *Windows Explorer* onde, à esquerda, localiza-se a árvore de diretórios (denominados conexões) e, à direita, o conteúdo destas conexão, Figura 9.1.2. O conteúdo, ainda, pode ser visualizado de diversas formas das quais as miniaturas formatadas na função *thumbnails* são práticas e permitem grande objetividade na exploração das informações espaciais e tabulares, e ainda é possível pré-visualizar as informações geográficas ou os atributos dos *layers*, e pode-se editar os metadados (conjunto de informações dos atributos) sem a necessidade de acessar o *ArcMap* (módulo de visualização e edição dos mapas e tabelas).

No *ArcCatalog*, ainda, é possível fazer pesquisas para localizar os dados, baseadas no nome, no local ou nos metadados. E, como informação importante, só no *ArcCatalog* é possível criar novos *shapefiles* (*.SHP*), reproduzindo os arquivos já existentes ou podendo criá-los a partir do zero.

Figura 9.1.2: Janela de exploração do *ArcCatalog*.



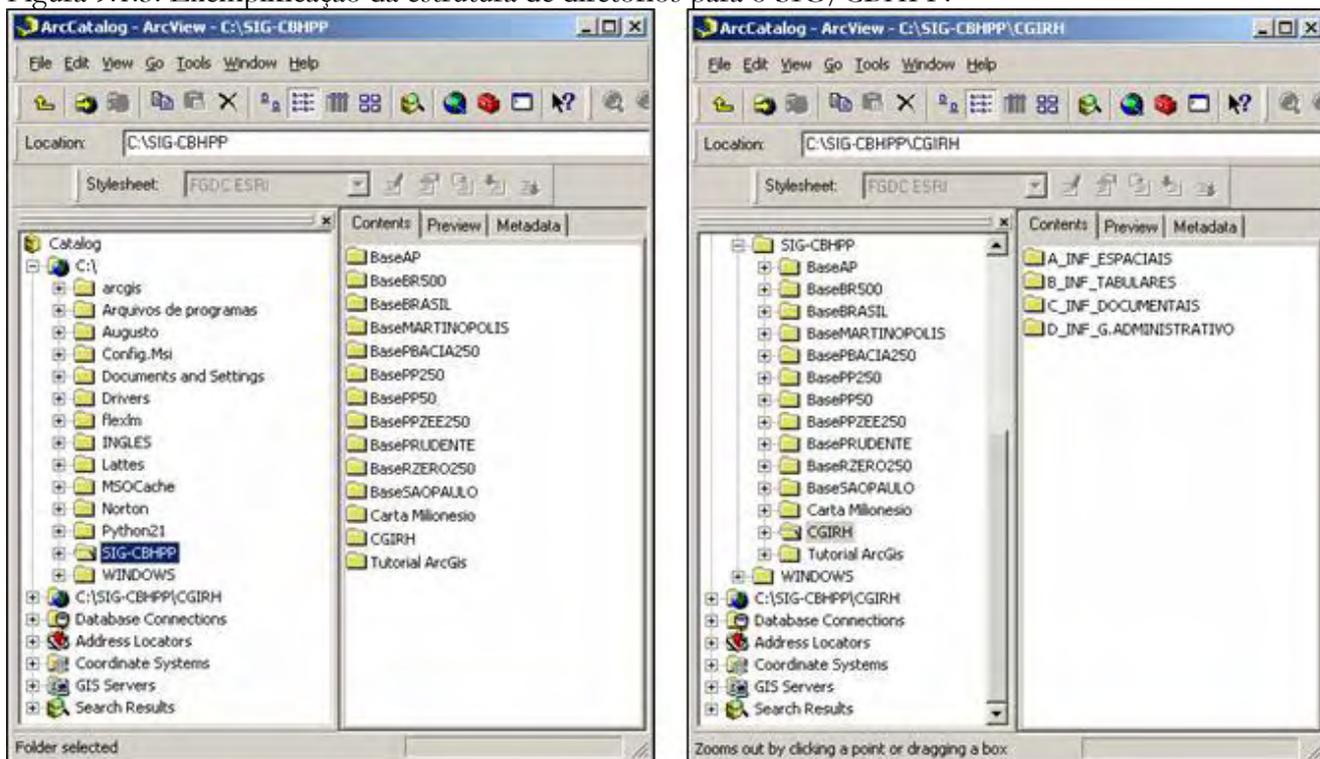
Fonte: *ESRI*, 2004. Org.: J. A. SILVA, 2006.

Definir os locais de armazenamento dos dados é fundamental para a boa recuperação dos mesmos, quando se fizer necessário. A possibilidade de uma boa exploração por intermédio desta janela faz do aplicativo uma ferramenta ágil e eficiente.

A melhor maneira de implantar as informações no sistema é definindo regras de armazenamento, de modo que à medida que os dados são gerados no decorrer do projeto, eles são armazenados em pastas pré-definidas. Se um usuário qualquer desejar recuperar os dados, ele saberá exatamente onde encontrá-los na rede. Por este motivo adotou-se, para organização do banco de dados do SIG do Comitê da Bacia Hidrográfica do Pontal do Paranapanema (CBHPP), a Classificação Geral das Informações para Recursos Hídricos (CGIRH), discutida e sistematizada no capítulo cinco.

Uma estrutura de diretórios sugerida para implantação do SIG/CBHPP está exemplificada na Figura 9.1.3.

Figura 9.1.3: Exemplificação da estrutura de diretórios para o SIG/CBHPP.



Fonte: ESRI, 2004. Org.: J. A. SILVA, 2006.

Como pode ser observado na Figura 9.1.3, o diretório “C:\SIG-CBHPP” contém os subdiretórios com as bases de dados espaciais e tabulares de diferentes fontes de pesquisas que deram subsídios de dados e informações para posterior formatação do SIG de forma adequada, neste caso utilizando o aplicativo *ArcGIS 9*. Já o diretórios “CGIRH” no caminho “C:\SIG-CBHPP\CGIRH” refere-se a “Classificação Geral das Informações para Recursos Hídricos” e armazena todos os dados e informações referentes ao SIG/CBHPP que foram convertidos para os arquivos com extensões próprias do aplicativo em questão.

As extensões reconhecidas pelo ambiente do aplicativo *ArcGIS 9* estão exemplificadas na Tabela 9.1.1.

Tabela 9.1.1: Formatos reconhecidos pelo *ArcGIS 9* em sua forma nativa.

 Shapefile (SHP, ponto)	 Layer de shapefile (ponto)
 Shapefile (SHP, polilinha)	 Layer de shapefile (polilinha)
 Shapefile (SHP, polígono)	 Layer de shapefile (polígono)
 Raster (GRID, BIL, ERS, TIF, BMP, JPG)	 Layer raster
 Rede triangular (TIN)	 Layer Tin
 Base de dados (Geodatabase, MDB, Conexão)	 Tabela (DBF)
 CAD (DWG, DXF, DGN)	 CAD (feições pontuais)
 CAD (feições lineares)	 CAD (áreas)
 CAD (anotações)	 Mapa (MXD) - Equivalente ao APR Não é layer

Fonte: *ArcGis 9* (ESRI, 2004). Org.: J. A. SILVA, 2006.

Nas Figuras 9.1.4 e 9.1.5 seguintes, exemplifica-se a localização de todos os diretórios e subdiretórios que compõem o “CGIRH” com a hierarquização sugerida no capítulo cinco, dando a idéia da distribuição dos dados e informações para posterior organização das mesmas em *layers* e geração de informações espaciais e tabulares no *ArcMap*. Todos os arquivos foram convertido em *Shapefile* (.SHP), extensão padrão do *ArcGis 9*.

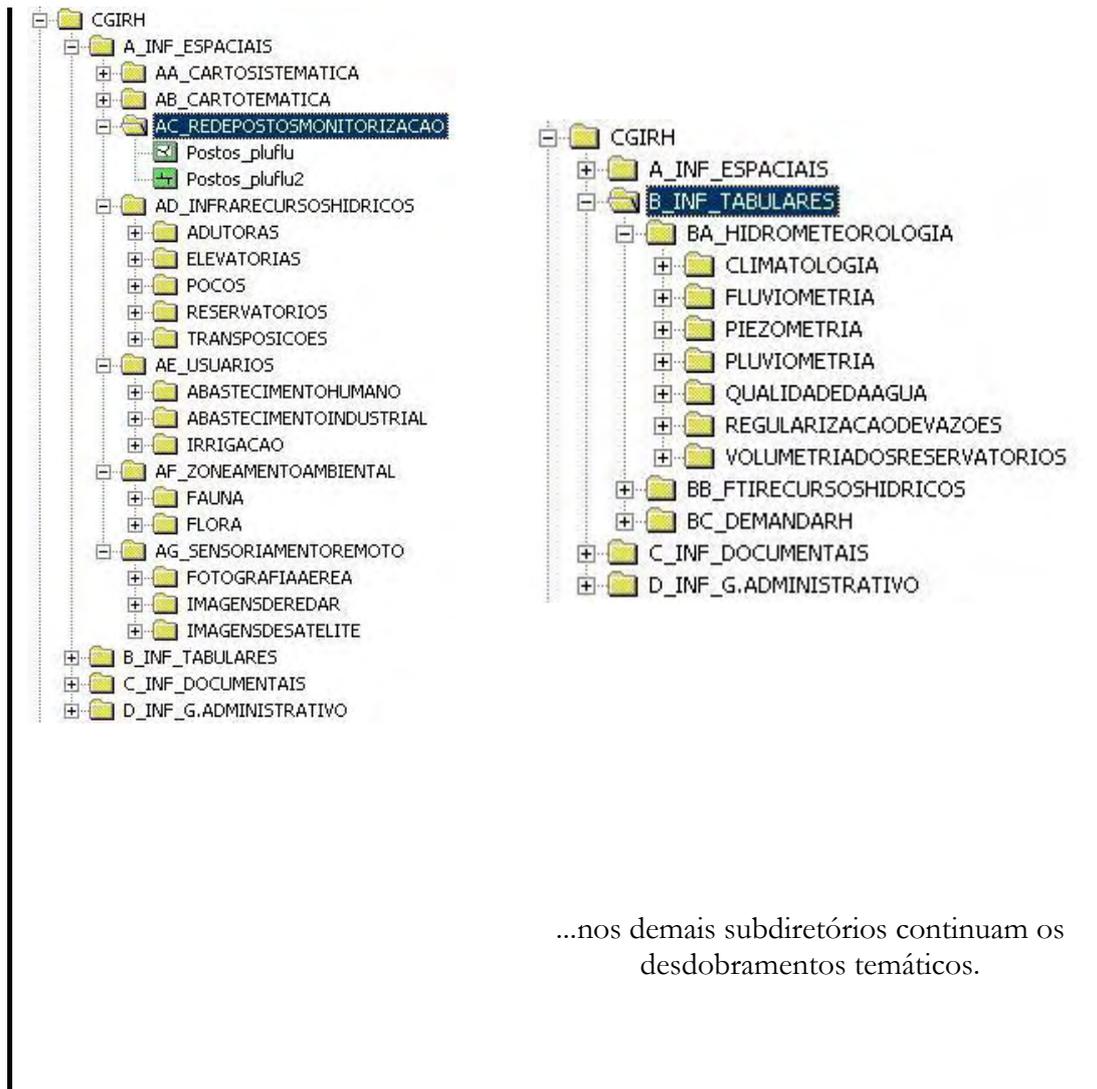
Figura 9.1.4: Subdiretórios centrais.



Fonte: ESRI, 2004. Org.: J. A. SILVA, 2006.

Figura 9.1.5: Subdiretórios do CGIRH com os desdobramentos temáticos.





Org.: J. A. SILVA, 2006.

Como pode ser observado, o ambiente de exploração do *ArcCatalog* é bastante simples, prático e fácil de acessar. A forma de manipulação e organização dos dados e informações é, mesmo, muito similar à do *Windows Explorer*.

Desta forma compôs-se a estrutura hierárquica do banco de dados da CGIRH que em seguida passou a receber os dados para posterior geração das informações.

Qualquer dúvida a respeito da distribuição hierárquica das informações sobre recursos hídricos, consultar o fluxograma da CGIRH no Comitê da Bacia Hidrográfica do Pontal do Paranapanema, no capítulo cinco.

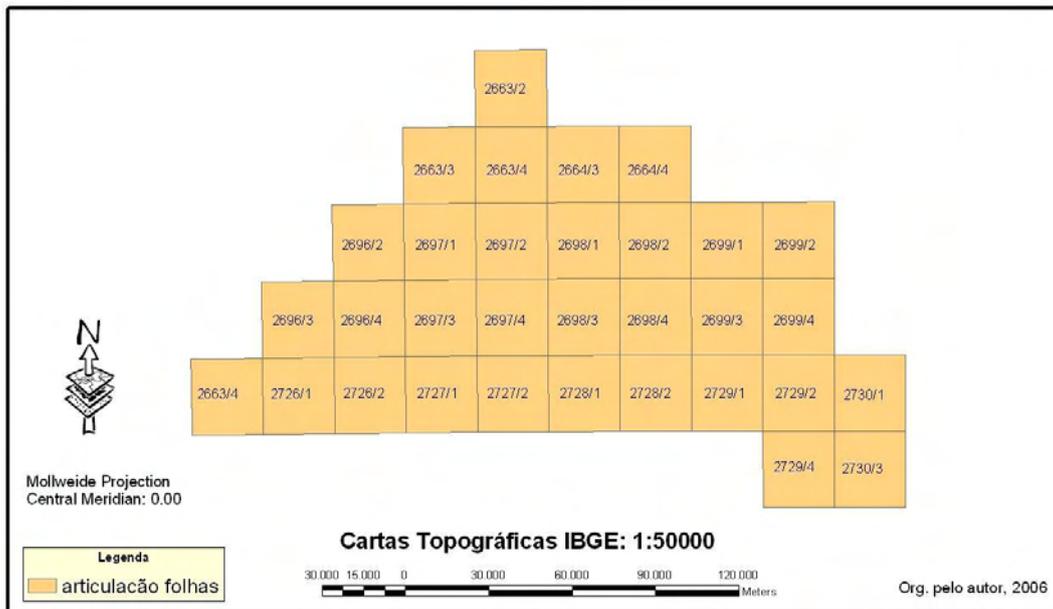
## 2. Alimentação do Sistema

Para alimentação do Sistema com os dados preliminares condizentes com os temas escolhidos para implementação do SIG-CBHPP, foram selecionados produtos digitais provenientes de diversas fontes, como discriminados no item material utilizado do capítulo três, referente aos procedimentos metodológicos. Os produtos digitais foram consultados e avaliados para posterior seleção dos dados espaciais e tabulares importantes para composição do Sistema.

O processo de concepção e construção do referido Sistema envolveu a conversão analógico-digital de 32 folhas topográficas do IBGE (1:50000), Mapa 9.2.1 e Figura 9.2.1 - com tabela de atributos; 5 folhas topográficas do IBGE (1:250000), e atualizações cartográficas empregando imagens de satélite Landsat-TM 5 (1:250000 e 1:50000).

Foram avaliados materiais em várias escala cartográficas: 1:250000, 1:100000, 1:50000 e 1:10000 e, de acordo com as respostas oferecidas pelos Comitês de Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo, através de questionários aplicados, discutidos no capítulo seis, adotaram-se, respectivamente, as escalas 1:250000 e 1:50000 avaliadas como escalas ideais para organização dos dados e informações para gestão dos recursos hídricos no formato e escalas territoriais das UGRHI's do referido Estado.

Mapa 9.2.1: Cartas Topográficas do IBGE: 1:50000.



Org.: J. A. SILVA, 2006.

Figura 9.2.1: Atributos da articulação das cartas.

FID	Shape*	mslink	mapid	codigo	código_ibg	denominação
0	Polygon	126	100347	128	2663/2	Lagoa São Paulo
1	Polygon	151	100347	152	2663/3	Caraguatá
2	Polygon	152	100347	153	2663/4	Presidente Epitácio
3	Polygon	153	100347	154	2664/3	Presidente Venceslau
4	Polygon	154	100347	155	2664/4	Santo Anastácio
5	Polygon	175	100347	177	2697/1	Ariranha
6	Polygon	176	100347	178	2697/2	Ribeirão das Anhumas
7	Polygon	177	100347	179	2698/1	Marabá Paulista
8	Polygon	178	100347	180	2698/2	Presidente Bernardes
9	Polygon	179	100347	181	2699/1	Presidente Prudente
10	Polygon	180	100347	182	2699/2	Martinópolis
11	Polygon	217	100347	176	2696/2	Anaurilândia
12	Polygon	238	100347	201	2696/3	Três Barras
13	Polygon	239	100347	230	2725/2	Pontal do Paranapanema
14	Polygon	240	100347	231	2726/1	Diamante do Norte
15	Polygon	241	100347	237	2729/1	Esperança do Norte
16	Polygon	242	100347	266	2729/4	Bela Vista do Paraíso
17	Polygon	380	100347	202	2696/4	Guaná
18	Polygon	381	100347	203	2697/3	Ribeirão das Pedras
19	Polygon	382	100347	232	2726/2	Terra Rica
20	Polygon	383	100347	233	2727/1	Santo Antônio do Caiuá
21	Polygon	384	100347	204	2697/4	Cuiabá Paulista
22	Polygon	385	100347	234	2727/2	Teodoro Sampaio
23	Polygon	386	100347	205	2698/3	Mirante do Paranapanema
24	Polygon	387	100347	206	2698/4	Tarabai
25	Polygon	388	100347	207	2699/3	Pirapozinho
26	Polygon	389	100347	208	2699/4	Cabeceiras do Jaguaretê
27	Polygon	401	100347	235	2728/1	Santo Inácio
28	Polygon	402	100347	236	2728/2	Itororó do Paranapanema
29	Polygon	403	100347	238	2729/2	Iepê
30	Polygon	404	100347	239	2730/1	Cruzália
31	Polygon	405	100347	267	2730/3	Paranaji

Org.: J. A. SILVA, 2006.

A avaliação dos Comitês no Estado, referente à opção das escalas, coincidiu com a avaliação feita pelos técnicos do CBH-PP que, desde sua fundação em 1996, pedem para que os documentos produzidos, a exemplo do Relatório Zero e Plano de Bacia (documentos primordiais para gestão dos recursos hídricos), que as informações georreferenciadas fossem na escala de 1:50000, condição jamais atendida pelas Instituição e/ou Empresas contratadas para realização dos referidos documentos.

Como se vê os dados e informações georreferenciadas, na escala de 1:50000, para a gestão dos recursos hídricos no Estado de São Paulo e, por extensão, nos demais estados da federação praticamente não existem, necessitando-se produzir as bases cartográficas, iniciando praticamente do zero, através das cartas topográficas do IBGE e atualização das informações utilizando imagens de satélites.

Neste trabalho, procurou-se dar ênfase às duas escalas sugeridas, 1:25000 e 1:50000, com maior quantidade de informações na escala de 1:250000 devido aos documentos produzidos nesta escala.

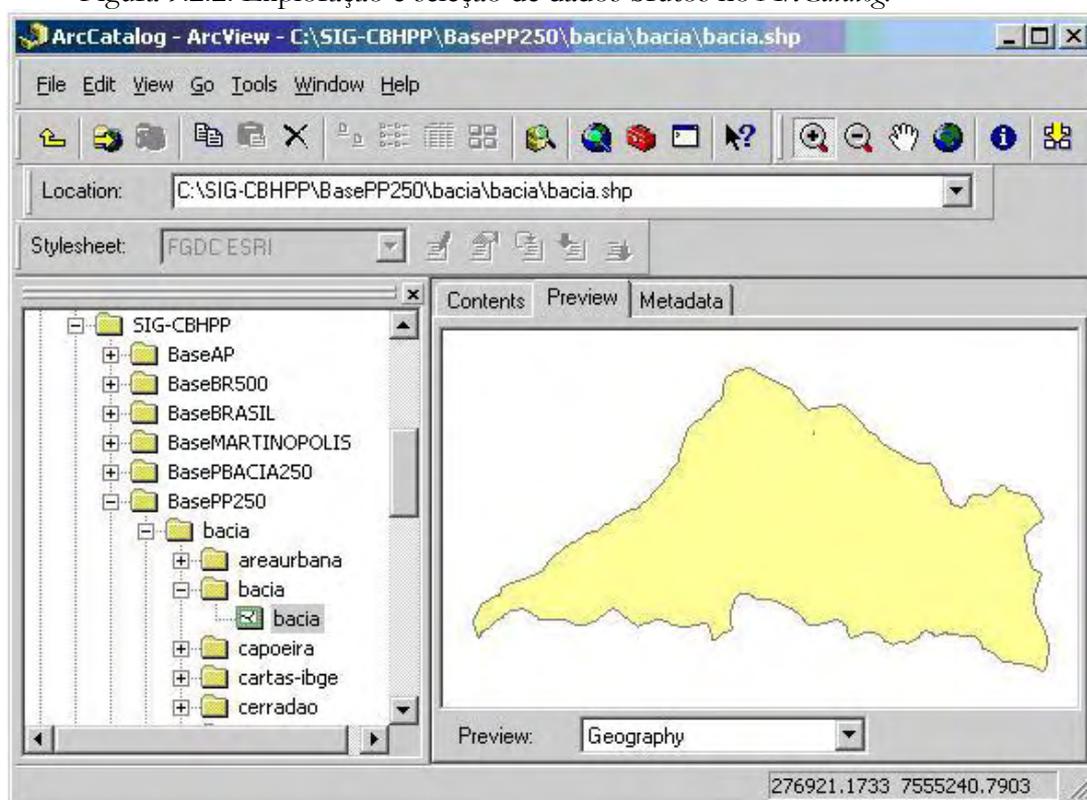
As principais fontes exploradas para montagem do SIG foram: Educação Ambiental - Pontal do Paranapanema (CBH-PP, 2000); Recursos de Apoio Didático-Pedagógico na Educação Ambiental (SILVA, 2001); Levantamento da Vegetação Natural, Reflorestamento e Constituição de Base Georreferenciada da Bacia Hidrográfica do Pontal do Paranapanema – escala 1:250000 (IF, 2001); Relatório Zero da UGRHI-22 (CPTI, 1999); Pontal do Paranapanema: Zoneamento Ecológico-Econômico (SENAGRO, 1998); Chuvas e Erosões no Oeste Paulista (BOIN, 2000); Censo Demográfico (IBGE, 2000); Sínteses de Indicadores Sociais (IBGE, 2001) e as cartas topográficas do IBGE nas escalas: 1:250000 e 1:50000. De cada fonte de informações foi extraído algum tipo de dado que possibilitou a organização em banco de dados dos temas relacionados na CGIRH.

Assim sendo, procedeu-se a alimentação do Sistema iniciando com a leitura dos dados produzidos em extensões de arquivos reconhecidos pelo aplicativo *ArcGis 9*, através do módulo *ArcCatalog*, e a seleção e exportação, no módulo *ArcMap*, dos dados relevantes para compor o referido Sistema para as extensões padrão do mesmo aplicativo, como explicitado na Tabela 9.1.1 do item 9.1. (Organização do Banco de Dados Utilizando o Aplicativo *ArcCatalog*), no início deste capítulo.

Na Figura 9.2.2, pode-se visualizar o processo de exploração prévia, no *ArcCatalog*, dos dados relevantes a serem trabalhados no *ArcMap*, do diretório central de dados brutos denominado “SIG-CBHPP”. Aqui foi explorado como exemplo o limite político da

UGRHI-22, do CBHPP, e o mesmo procedimento foi executado para cada uma das sub-bacias hidrográficas e para as Unidades de Planejamento de Recursos Hídricos (UPRH's). Pode ser observado, também, que o subdiretório acessado foi a “BasePP250/bacia/bacia” que contém dados do “Levantamento da Vegetação Natural, Reforestamento e Constituição de Base Georreferenciada da Bacia Hidrográfica do Pontal do Paranapanema – escala 1:250000 (IF, 2001)”. No ambiente de exploração dos dados no *ArcCatalog* é possível visualizar a informação na sua totalidade e ainda usar recursos de zoom e de identificação dos atributos, permitindo assim o conhecimento prévio dos dados espaciais e tabulares presentes nos arquivos.

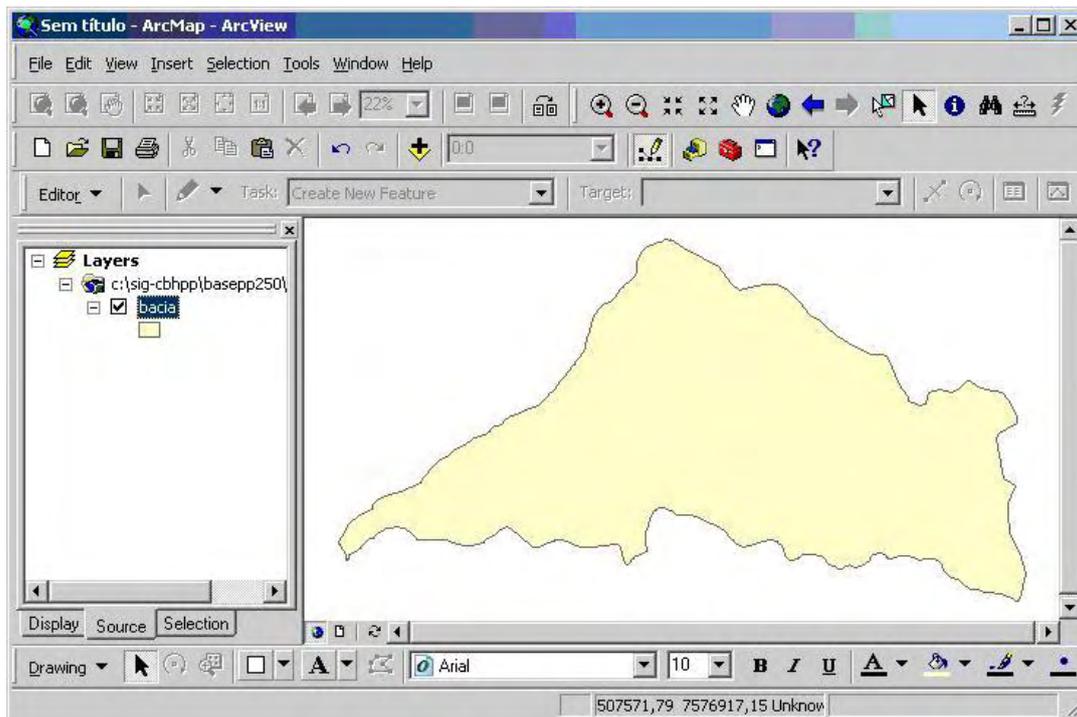
Figura 9.2.2: Exploração e seleção de dados brutos no *ArcCatalog*.



Org.: J. A. SILVA, 2006.

Já na Figura 9.2.3 se pode se visualizar o mesmo dado no ambiente gráfico do *ArcMap*, onde é possível abrir e selecionar os planos de informações (*layers*) de interesse e exportar para a extensão padrão (*shapefiles* - *.SHP*) na qual é possível, retornando no mesmo ambiente de edição, editar as feições (ponto, polilinha e polígono) e os atributos de cada feição que são demonstrados em formato de tabela (extensão *.DBF*) da própria *shapefiles*.

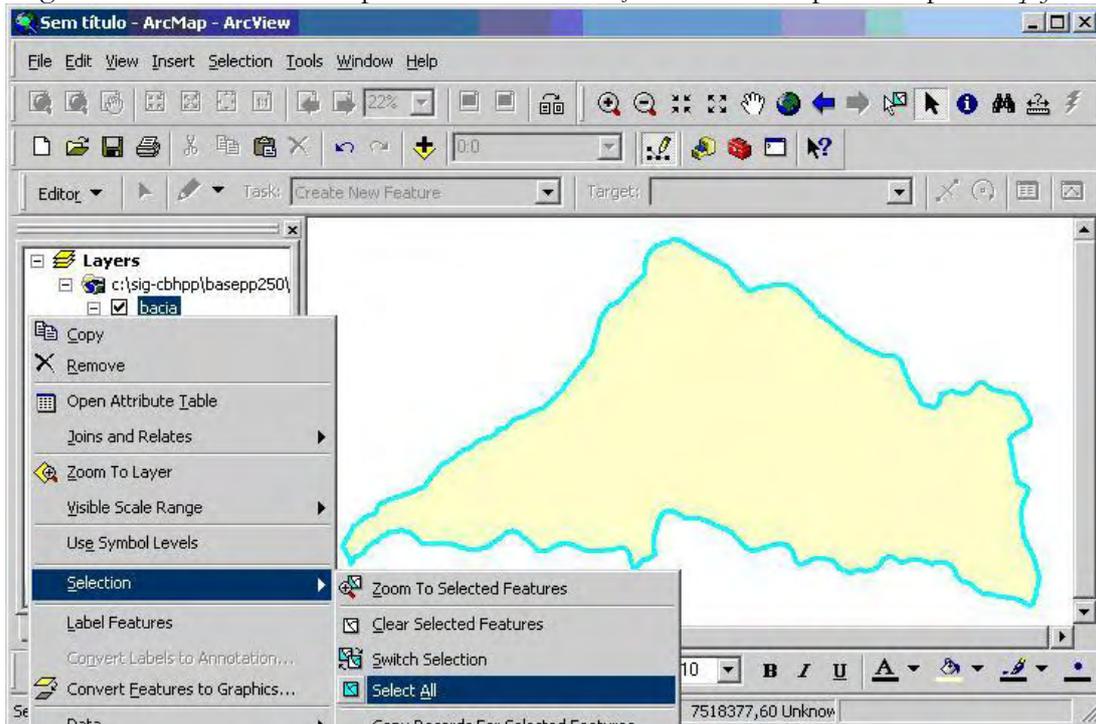
Figura 9.2.3: Exploração e seleção de dados brutos no *ArcMap* para conversão em *shapefiles*.



Org.: J. A. SILVA, 2006.

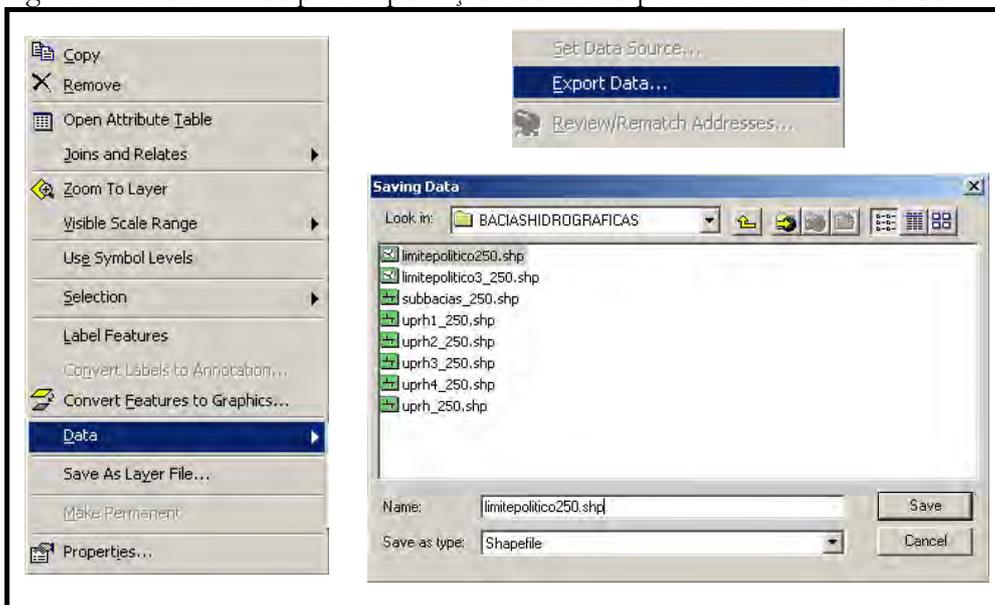
Na Figura 9.2.4, apresenta-se o procedimento para selecionar as feições a serem exportadas e salvas para *shapefiles*. A Figura 9.2.5, seguinte, mostra os caminhos para exportação dos dados para o subdiretório central definitivo do banco de dados denominado de “CGIRH”. Desta fase em diante os arquivos estarão prontos para todas as etapas de edição das feições e atributos, onde se pode adicionar ou subtrair dados sobre o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos da área em questão. Os temas da CGIRH foram todos editados separadamente para posteriores composições temáticas de acordo com o interesse dos técnicos do CBHPP e/ou usuários de recursos hídricos. É essa organização e estruturação dos dados espaciais e tabulares em *layers*, independentes e ao mesmo tempo integrados, que permite o caráter dinâmico desse instrumento de apoio ao Sistema de Gestão. Sem contar com a facilidade no processo de atualização dos dados que possibilitará gerar informações sempre atualizadas.

Figura 9.2.4: Procedimento para selecionar as feições a serem exportadas para *shapefiles*.



Org.: J. A. SILVA, 2006.

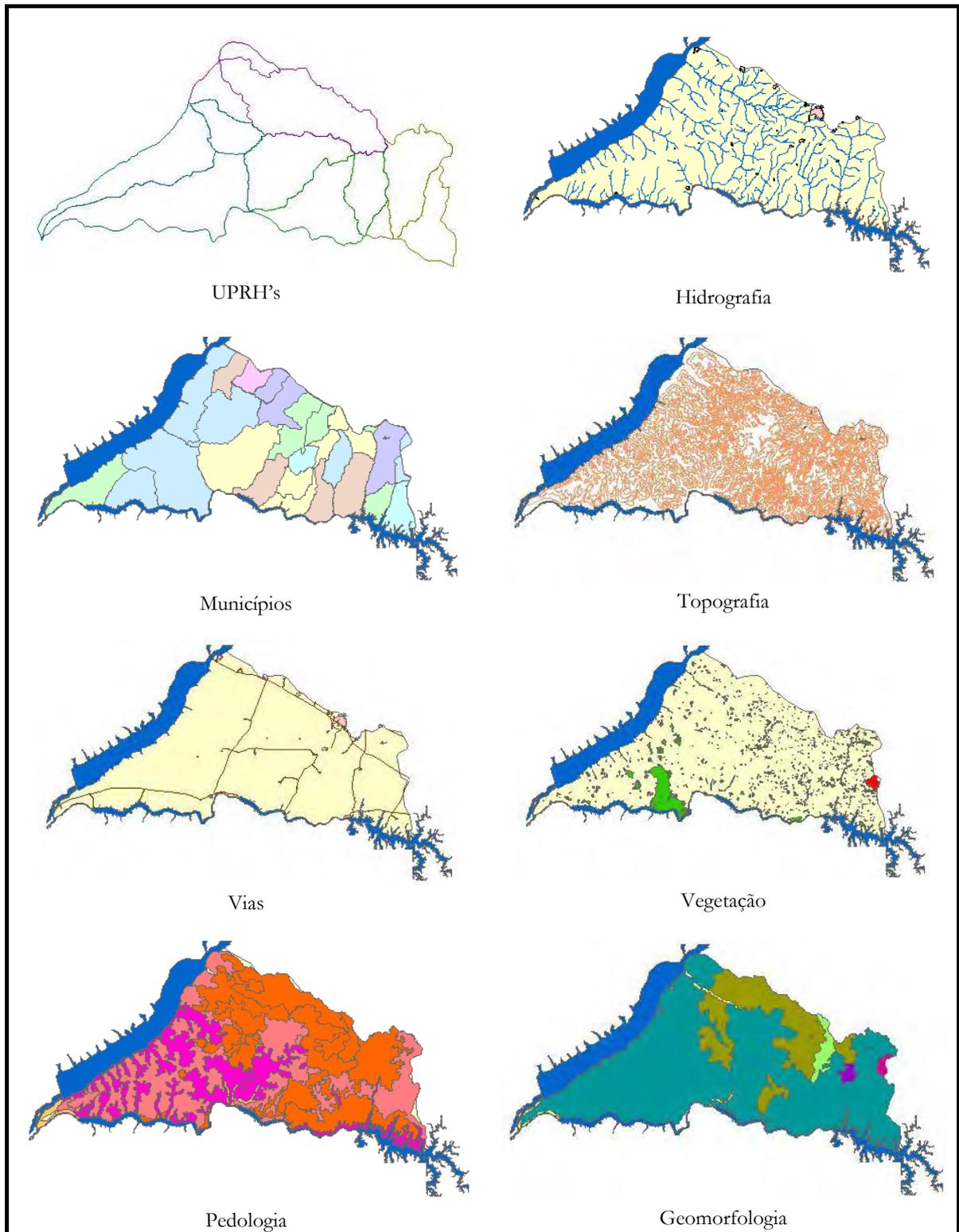
Figura 9.2.5: Caminhos para exportação dos dados para subdiretórios do CGIRH



Org.: J. A. SILVA, 2006.

Para os demais temas da CGIRH, a exemplo da Figura 9.2.6, foram executadas as mesmas rotinas de importação e exportação de arquivos de diferentes extensões (dgn, dwg, cdr etc.) para a extensão padrão (shp).

Figura 9.2.6: Ilustrações temáticas de temas abordados na CGIRH.



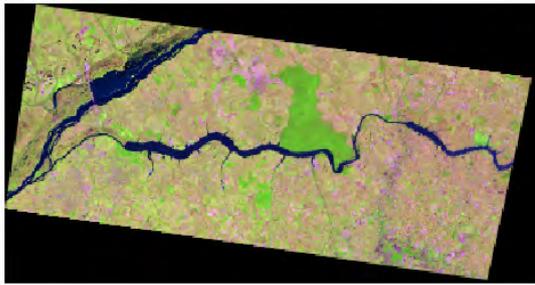


Imagem de Satélite

... e os demais temas abordados na CGIRH.

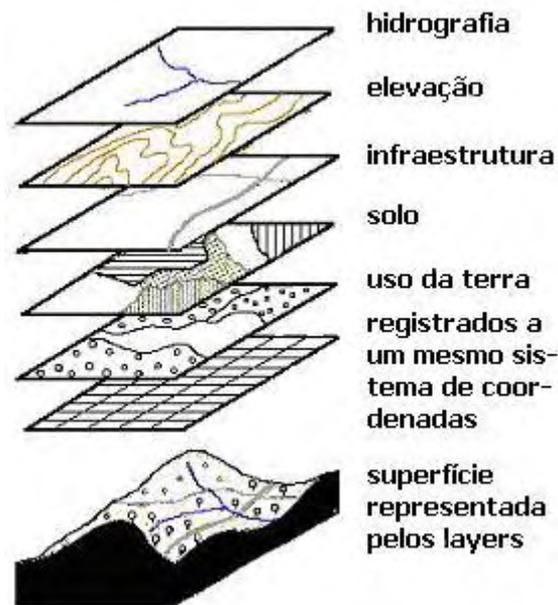
Org.: J. A. SILVA, 2006.

Cada feição selecionada para o ambiente de edição necessariamente passou por rotinas próprias de dados georreferenciados, em que a escolha do sistema de projeção e de coordenadas geográficas e/ou UTM's se faz fundamental para a consistência e qualidade dos produtos (mapas georreferenciados).

Entenda-se por *layer*, Figura 9.2.7, um nível de informação que representa determinada feição da realidade - o conceito é muito mais intuitivo do que explicável. Pode-se dizer que o conjunto dos *layers* representam a realidade, muito embora seja óbvio que no processo de interpretação da realidade para se gerarem os *layers* haja sempre uma perda na informação. É mais correto dizer, portanto, que a soma dos *layers* seja uma representação, incompleta e simplificada, da realidade (ESRI, 2004). Assim como qualquer mapa em escala reduzida de qualquer localidade. Essas generalizações pouco influem nas tomadas de decisões, dependendo da escala adotada para o mapa.

No estudo em questão, as escalas sugeridas (1:250000 e 1:50000) para gestão dos recursos hídricos no Pontal do Paranapanema se fazem adequadas devido ao tamanho da área e as características dos temas abordados, eventualmente, necessitando para tratamento de temas específicos, de escalas maiores.

Figura 9.2.7: Ilustração de *layers*.

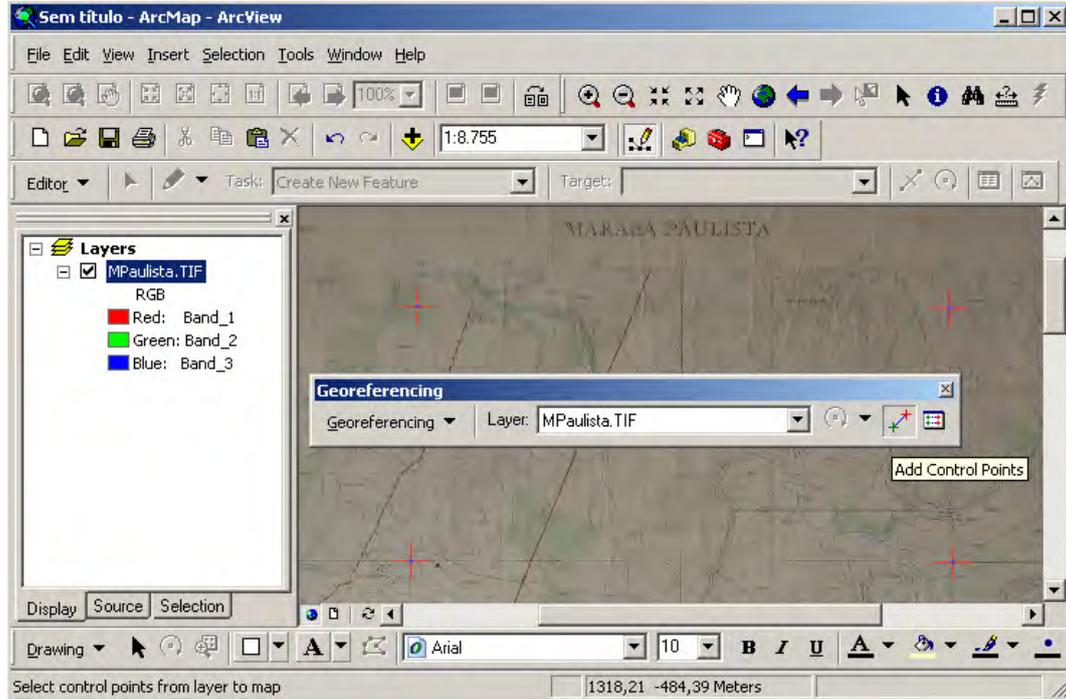


Fonte: *ArcGis 9* (ESRI, 2004). Org.: J. A. SILVA, 2006.

Como não poderia ser diferente, o mesmo tratamento dado para os dados espaciais na escala de 1:250000 foram executados na escala de 1:50000. Porém, diferentemente dos dados da primeira escala que na maioria dos casos já se encontravam em meio digital, nesta última (1:50000) teve-se acesso a poucos dados em meio digital, necessitando de novas rotinas para gerar os dados necessários que posteriormente comporiam os temas da CGIRH.

Inicialmente foram adquiridas 32 cartas topográficas, em formato analógico, junto ao IBGE, que perfazem toda a área geográfica da UGRHI-22 e posteriormente foram convertidas para meio digital na extensão (.TIF) por meio de *scanner*. Importadas para o ambiente de edição do *ArcMap* passaram pelo processo de georreferenciamento, como ilustrado na Figura 9.2.8, com a carta “Marabá Paulista” (Folha SF 22-Y-B-II-1).

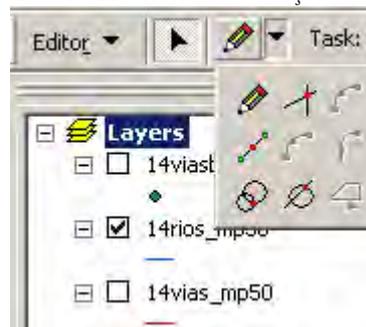
Figura 9.2.8: Processo de georreferenciamento das cartas topográficas IBGE – 1:50000.



Org.: J. A. SILVA, 2006.

Logo após foram criadas as *shapefiles* (polígonos, polilinhas e pontos), com as coordenadas da área de estudo e posteriormente a importação das cartas em meio digital, conversão para *Start Editing* que permitiu com as ferramentas de edição, ilustração da Figura 9.2.9, extrair das cartas topográficas todas as feições (lineares, pontuais e de área) para composição das temáticas sugeridas para gestão dos recursos hídricos.

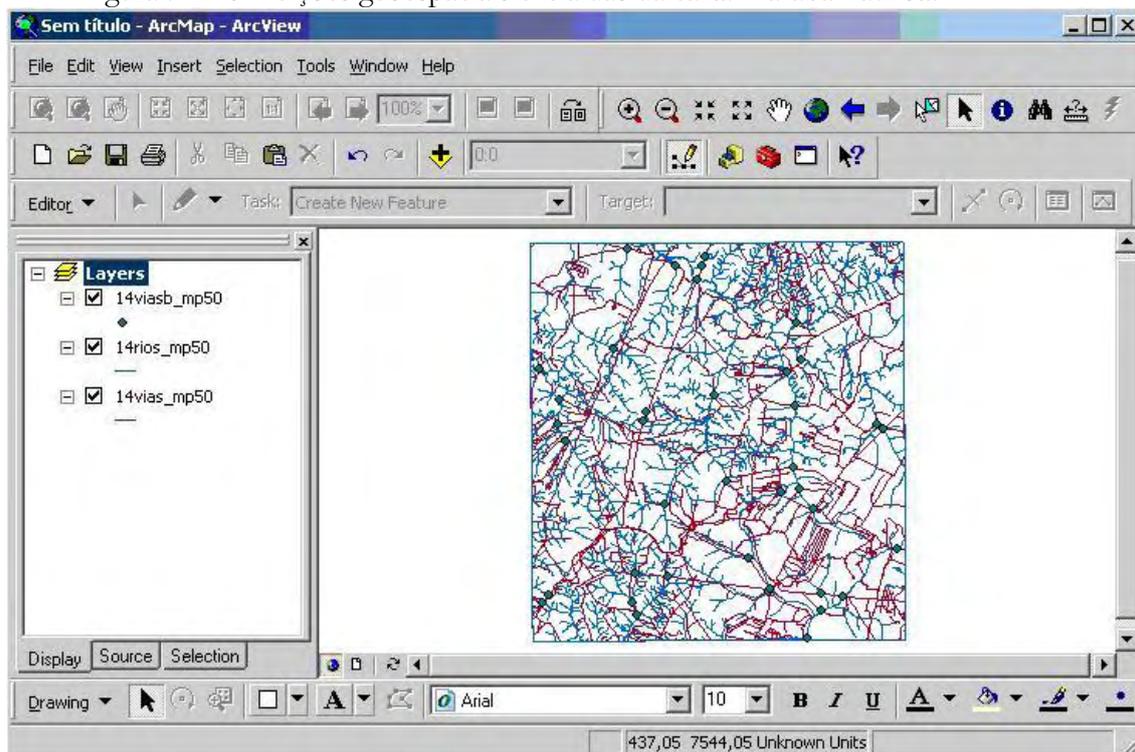
Figura 9.2.9: Ferramenta de edição do *ArcMap*.



Org.: J. A. SILVA, 2006.

Desta forma, geraram-se os dados espaciais georreferenciados de cada uma da 32 cartas topográficas, a exemplo da carta Marabá Paulista, Figura 9.2.10, que posteriormente foram juntados e editados para composição da base única para cada tema (hidrografia, topografia, vias, divisões geopolíticas etc.).

Figura 9.2.10: Feições geoespaciais extraídas da carta Marabá Paulista.



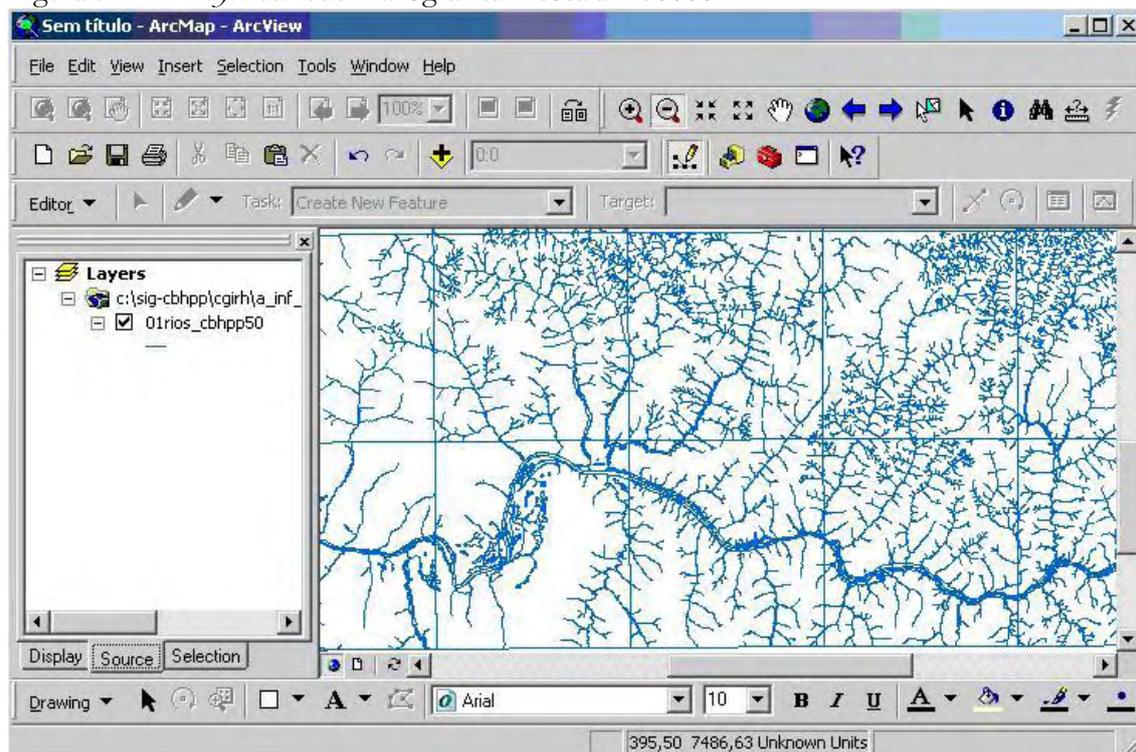
Org.: J. A. SILVA, 2006.

Repetiu-se a mesma rotina citada para todas as cartas, compondo a base cartográfica na escala de 1:50000 da UGRHI-22 do CBH-PP para composição da base de dados espaciais do referido SIG-CBHPP.

Na Figura 9.2.11 pode ser visualizada a *layer* da rede hidrográfica do CBH-PP na escala de 1:50000 que juntamente com os demais *layers* compõe a base cartográfica de dados espaciais.

Um SIG completo, na escala de 1:50000 e/ou 1:250000, de uma área tão extensa como é a da UGRHI-22, demanda, para atender a todos os temas da CGIRH, várias pesquisas envolvendo equipes multidisciplinares e um conjunto grande de rotinas para implementação dos dados espaciais e tabulares no Sistema. Essas pesquisas envolvem recursos financeiros, de pessoal e tempo. Por isso, a implementação deste SIG deve ser vista como um processo que, além de abranger pesquisadores de diversas áreas das ciências recomenda-se, também, a participação dos técnicos do sistema de gestão com o objetivo de capacitá-los para a implementação constante de dados e a geração adequada das informações, como sugere esta tese de doutorado.

Figura 9.2.11: *Layer* da rede hidrográfica – escala 1:50000.



Org.: J. A. SILVA, 2006.

As várias pessoas, órgãos e instituições que ao longo do tempo produziram importantes documentos para subsidiar a gestão dos recursos hídricos, na região, revelam o caráter dinâmico desse processo. O desenvolvimento de qualquer sistema de informação, sobretudo público, que pretende levar em conta a organização sócio-espacial e a participação democrática da comunidade, precisa abrir os canais adequados para a sua participação. Com a implementação do SIG-CBHPP e aprimoramento do seu sistema de informações on-line, parte desse processo (abertura para participação social) passa ser realidade. Com o Sistema funcionando, dependendo da vontade política do CBH-PP, haverá uma melhor prestação de serviço para a comunidade usuária dos recursos hídricos e um retorno desta para atualização dos dados e informações do sistema, ou seja, um processo permanente e dinâmico para a melhoria do processo de gestão e resolução dos problemas ambientais da região.

3.

## **Geração de Informações Georreferenciadas do CBH-PP**

Neste item, busca-se apresentar alguns produtos de informações para a gestão dos recursos hídricos no CBH-PP, demonstrando a facilidade na integração das informações, a busca e geração de informações georreferenciadas através de mapas impressos em papel e/ou consulta, das mesmas, através das telas dos computadores.

Faz-se importante ressaltar que os produtos geoespaciais, aqui apresentados, apresentam dimensões diferentes dependendo da escala cartográfica adotada. Enquanto se pode gerar um mapa temático da UGRHI-22 na escala de 1:250000, em uma única folha de 1 x 0,60, perfazendo um área de 0,6 m<sup>2</sup>, na escala de 1:50000 seriam necessárias 32 folhas de 0,60 x 0,75 m perfazendo uma área total de 14,4 m<sup>2</sup>, portanto impossível, para uso comum, a impressão e manuseio de um mapa com esse tamanho. Diante desta constatação fica evidente que, para os produtos na escala de 1:250000, faz-se necessário uma única folha enquanto os produtos na escala de 1:50000 um conjunto de 32 folhas.

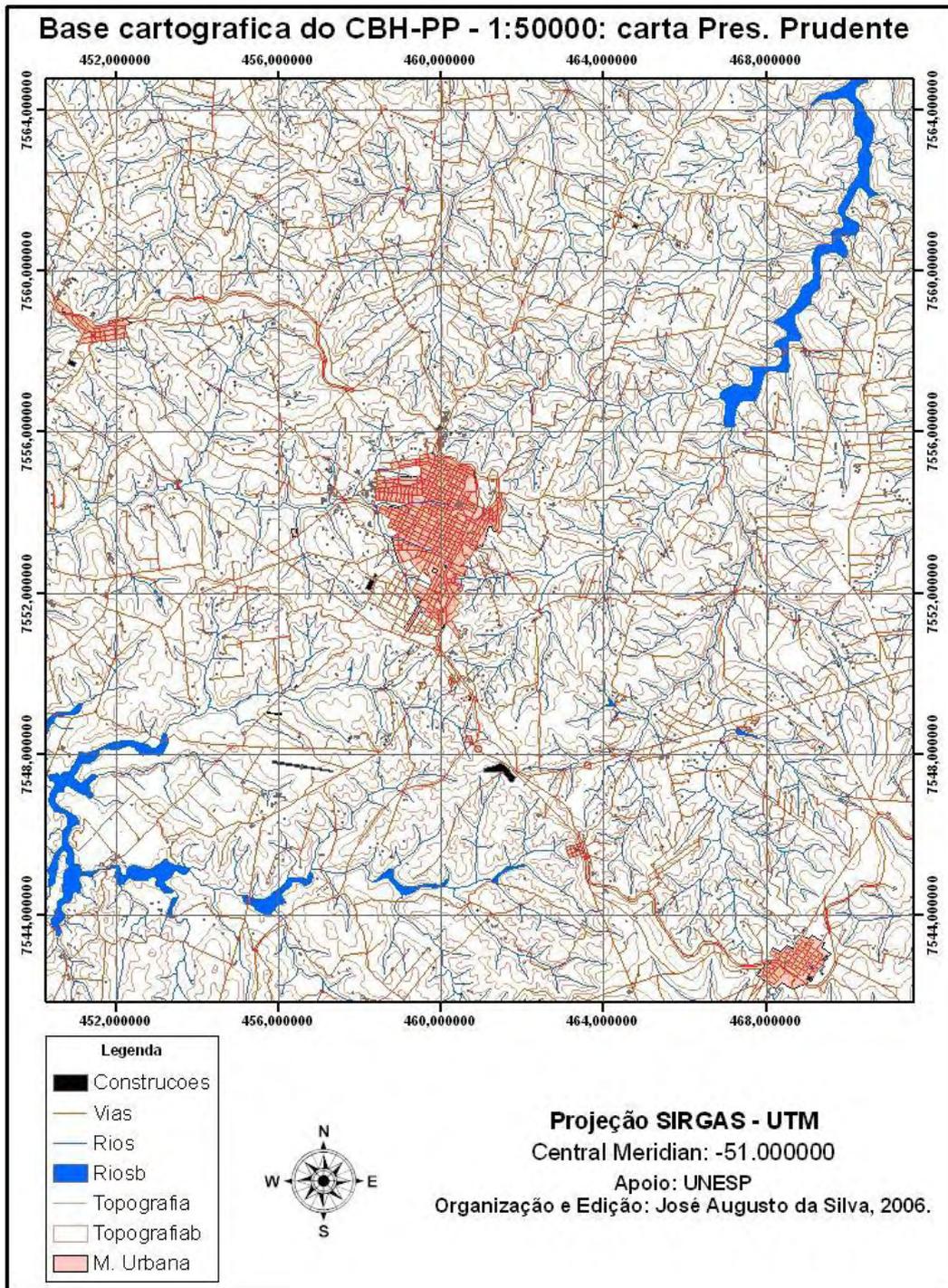
Da mesma forma essa articulação das escalas pode ser pensada para o uso direto nos monitores de vídeos. Na escala de 1:250000, o mapa pode ser visualizado na sua íntegra, embora a escala tenha sido reduzida para adequar as feições cartográficas ao espaço do monitor de vídeo, porém como a redução é pequena ainda é possível identificar bem, visualmente, as informações. E com a escala de 1:50000 isso não é possível. Se tentar um enquadramento de toda a área aparecerá um borrão, pois teriam sido reduzidas as feições geoespaciais que estavam distribuídas em um aérea de 14,4 m<sup>2</sup> para a área do monitor de vídeo, independente da polegada do mesmo.

No Mapa 9.3.1, base cartográfica do CBH-PP na escala de 1:50000, carta da região de Presidente Prudente, fica evidente a quantidade de feições espaciais, para uma área geograficamente pequena dentro da UGRHI-22. No entanto, excelente para tratamentos temáticos que demandam uma visualização mais apurada de um determinado fenômeno geográfico, tanto dos aspectos físicos quanto do social. Um exemplo que pode ser citado é o estudo das bacias hidrográficas de pequeno porte para projetos de recuperação de bacias hidrográficas. Toda vez que se desenvolve um projeto de bacia hidrográfica, na área da UGRHI-22, é necessário produzir a base cartográfica da bacia, na escala de 1:50000, pois nessa escala é possível representar todos os pequenos afluentes e trabalhar com mais precisão os aspectos topográficos do relevo. Enquanto na escala de 1:250000, base cartográfica de uso atual do CBH-PP, dependendo do tamanho da bacia hidrográfica, nem

sequer aparece no mapa quando se refere a tratamentos temáticos mais pontuais; a exemplo do cadastro de usuários, seria impossível visualizar adequadamente as informações.

O que este autor pôde observar, participando do sistema de gestão junto ao CBH-PP, representando a Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Presidente Prudente (1998 a 2005) é que a maioria dos usuários de recursos hídricos e órgãos que trabalham com problemáticas ambientais, a exemplo da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), Polícia Ambiental etc., necessitam de informações especializadas, no mínimo, de um escala de 1:50000, para maior. Isso justifica o pedido de várias pessoas, órgãos e instituições da produção da base cartográfica da UGRHI-22 na referida escala.

Mapa 9.3.1: Base Cartográfica do CBH-PP: escala 1:50000 – região de Pres. Prudente.

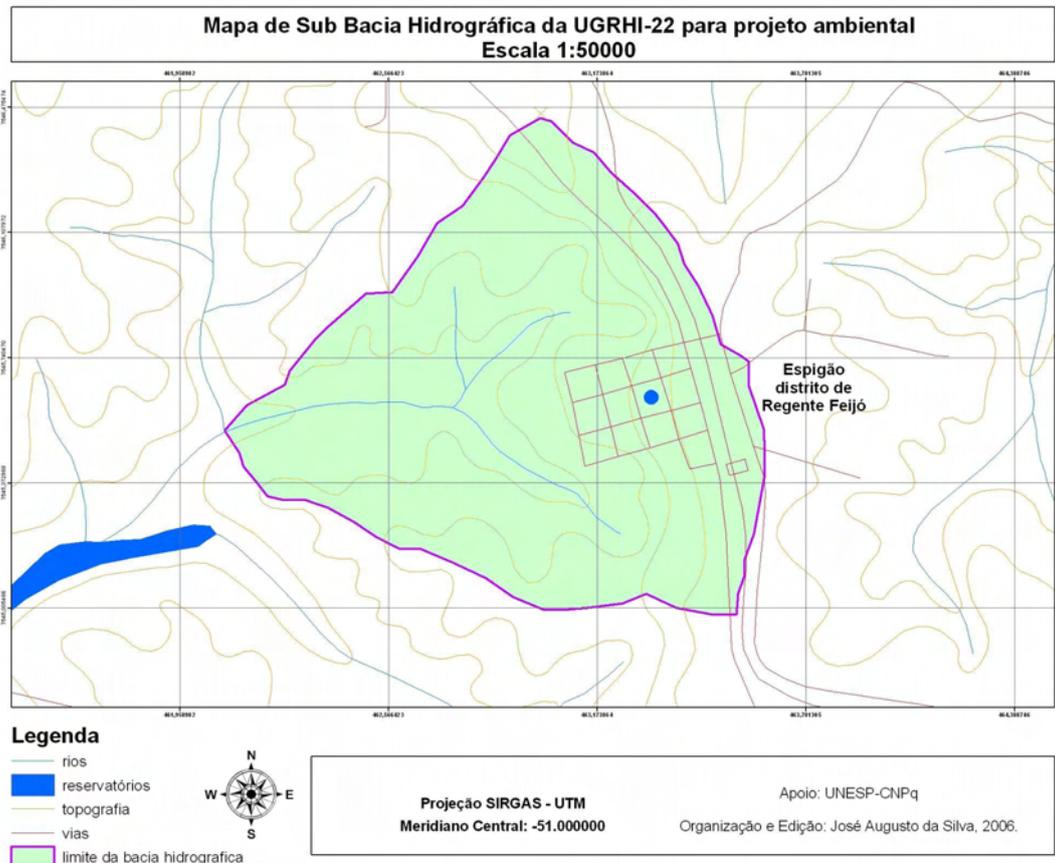


Org.: J. A. SILVA, 2006.

O Mapa 9.3.2, escala 1:50000, referente a uma pequena bacia hidrográfica no Distrito de Espigão, município de Regente Feijó, pedido por um órgão ambiental qualquer (situação fictícia), para desenvolvimento de projeto de recuperação de bacia hidrográfica urbana, reflete a necessidade da adoção de uma base cartográfica na referida escala.

Neste mapa pode-se visualizar o resultado de um produtos de informação do SIG-CBHPP, produzido a partir dos cruzamentos de dados geoespecializados no ambiente de edição do *ArxMap*, na escala de 1:50000. Produtos como esses podem ser gerados para qualquer área geográfica de abrangência da UGRHI-22. Seria redundante explicitar, novamente, aqui, a variedade de informações temáticas que podem ser geradas a partir desta base e o cruzamento com os dados tabulares da CGIRH.

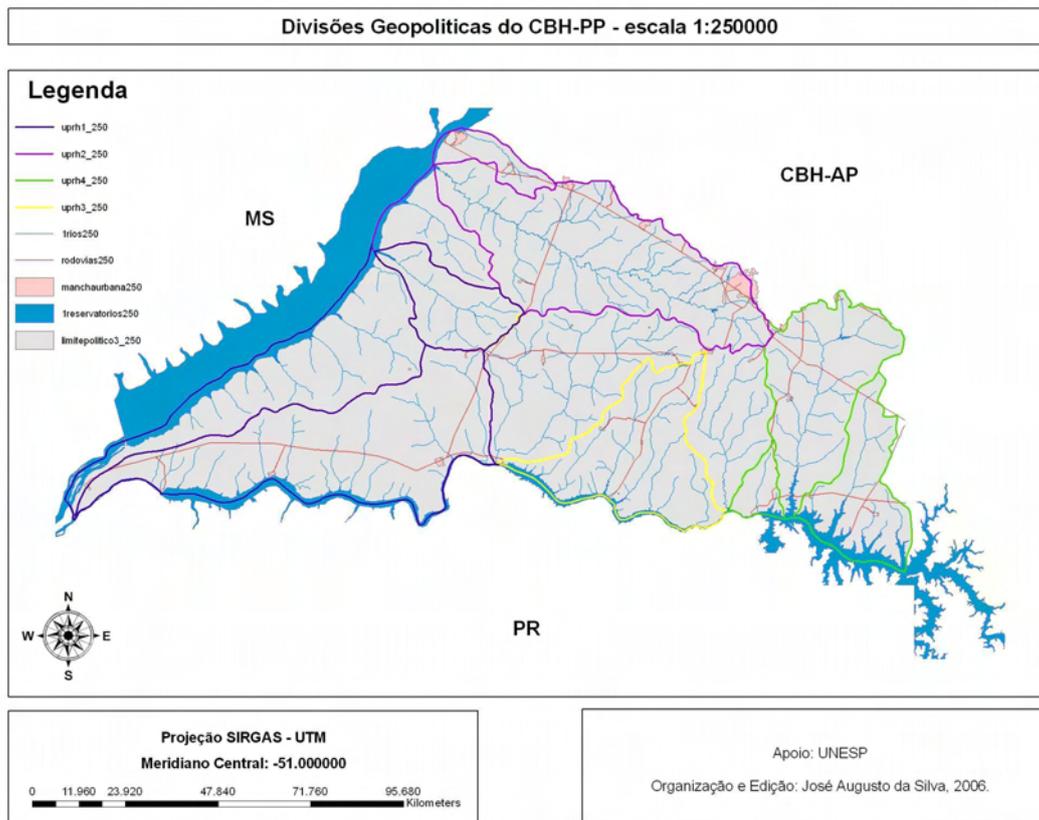
Mapa 9.3.2: Sub Bacia Hidrográfica da UGRHI-22 - Distrito de Espigão (Regente Feijó).



Org.: J. A. SILVA, 2006.

No Mapa 9.3.3, sobre a divisão geopolítica do CBH-PP, na escala de 1:250000, pode-se ter uma visão completa da UGRHI-22, porém com um grau de generalização bem maior das informações temáticas. Este mapa reproduz os limites da UGRHI-22, a rede de drenagem com os reservatórios, as principais rodovias, manchas urbanas e as Unidades de Planejamento de Recursos Hídricos (UPRH's), criadas na Elaboração do Plano de Bacia Hidrográfica do CH-PP-2002-2003, do qual este pesquisador participou da coordenação regional. Embora esta escala seja mais genérica, na demonstração das feições cartográficas, permite uma visão integradora dos fenômenos geográficos, sendo excelente para as ações geopolíticas do CBH-PP.

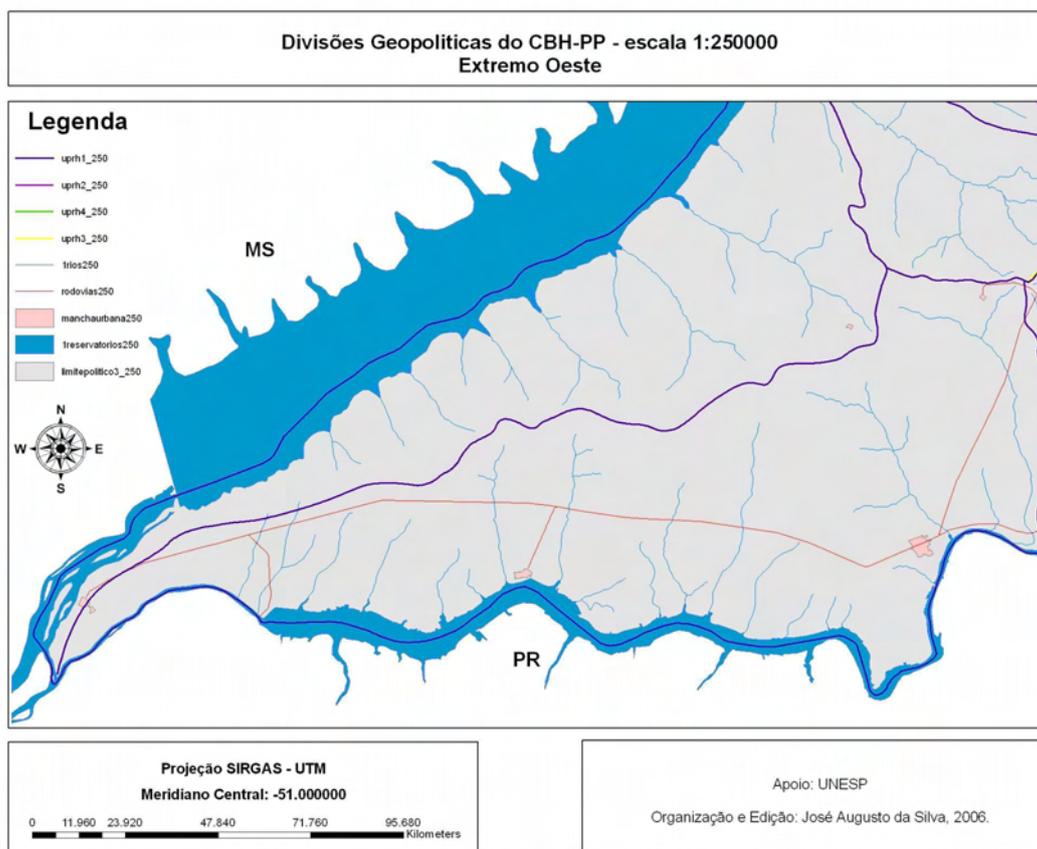
Mapa 9.3.3: Divisão Geopolítica do CBH-PP – escala 1:250000.



Org.: J. A. SILVA, 2006.

No Mapa 9.3.4, divisão geopolítica do CBH-PP - zoom para o Extremo Oeste Paulista, foi reproduzida uma possibilidade de ampliação da informação, para melhor definição das informações demonstradas, porém, para isso, foi necessária a fragmentação da área total. Esse procedimento é interessante para os estudos individuais das UPRH's, pois permite um adensamento maior de dados, portanto uma síntese mais apurada das informações.

Mapa 9.3.4: Divisão Geopolítica do CBH-PP: zoom para o Extremo Oeste Paulista.

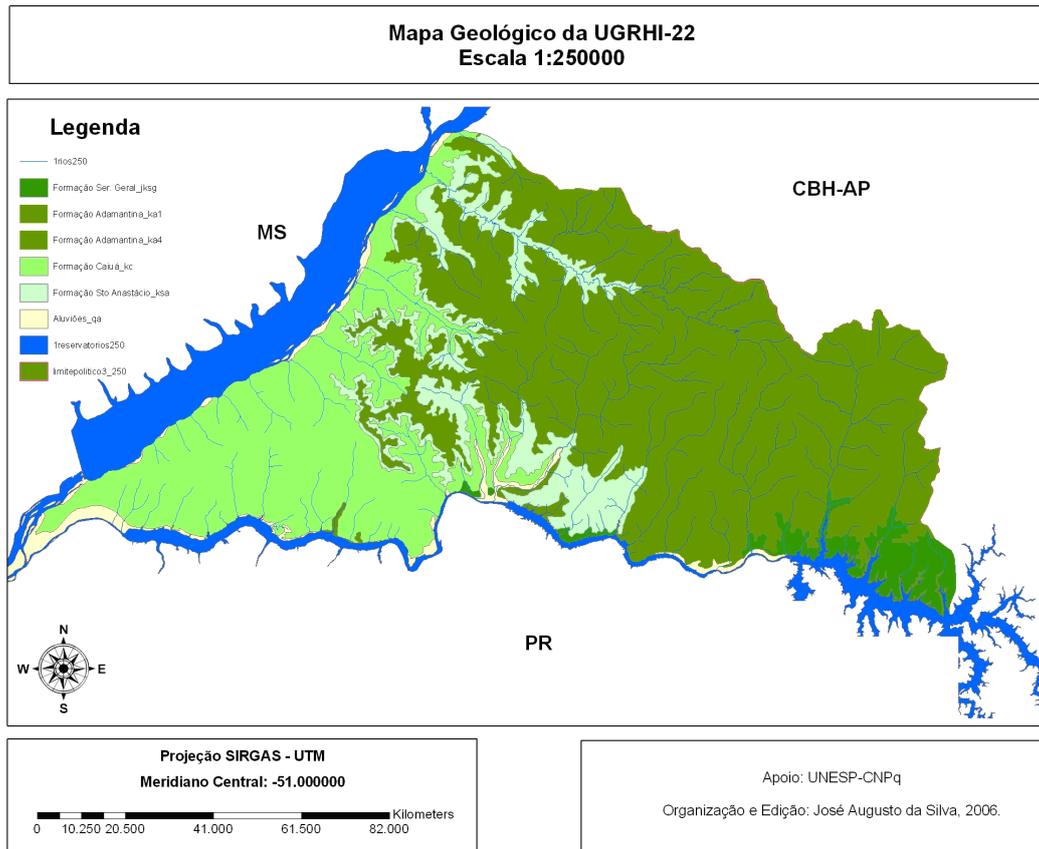


Org.: J. A. SILVA, 2006.

No Mapa 9.3.5, reproduziu-se a geologia da UGRHI-22, na escala de 1:250000. Como abordado no capítulo 8 desta tese, a geologia do Extremo Oeste Paulista é constituída, na sua maior parte, por rochas sedimentares com idade aproximada de 65 milhões de anos (Era Mesozóica) e também por coberturas mais recentes entre 11 e 15 milhões de anos (Era Cenozóica) compostas por aluviões (depósitos de cascalho, areia e argila transportados por ações das chuvas, dos ventos e dos rios) e coluviões (solos das vertentes formados de detritos transportados pela gravidade). As formações geológicas são constituídas pelo Grupo Bauru (Formação Caiuá, Santo Anastácio, Adamantina), pelo Grupo São Bento (Formação Serra Geral) e por sedimentos Cenozóicos (aluviões em geral). (CPTI,1999).

Como pode ser visto, esta variável temática pode ser muito bem abordada em mapas com escalas mais genéricas, a exemplo de 1:250000, como apresentado aqui.

Mapa 9.3.5: Mapa Geológico da UGRHI-22 – 1:250000.



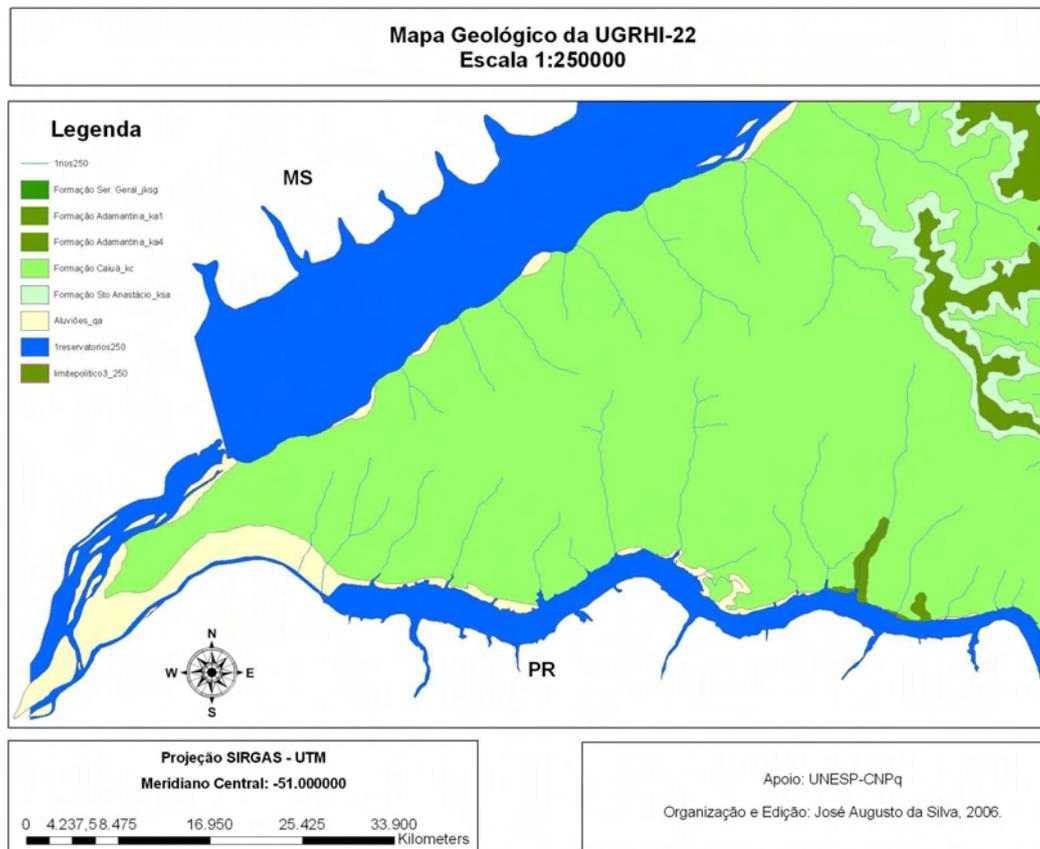
Org.: J. A. SILVA, 2006.

Da mesma forma das abordagens anteriores, no Mapa 9.3.6, apresenta-se uma ampliação de uma porção da geologia da UGRHI-22 - 1:250000, com destaque para o Extremo Oeste Paulista, onde é possível visualizar as informações com melhor definição, embora as informações sejam as mesmas.

Acredita-se que ao longo deste capítulo pôde ser demonstrado os procedimentos metodológicos para se pensar a estruturação de SIG's para o Sistema Integrado de Informações para Gestão de Recursos Hídricos do Estado de São, utilizando-se dos recursos tecnológicos disponíveis no aplicativo *ArçGis 9*. Como demonstrado anteriormente, um aplicativo que permite ao usuário comum fácil interatividade, possibilitando que o treinamento seja mais rápido e eficiente.

Não se pode deixar de ressaltar que um empreendimento dessa natureza favorece o desenvolvimento da sociedade regional como um todo. Essas bases cartográficas desenvolvidas podem e devem ser socializadas para outros órgãos e instituições para que, da mesma forma, possam pensar e desenvolver sistemas de informações que venham auxiliar as tomadas de decisões e/ou gestão de suas atividades.

Mapa 9.3.6: Mapa Geológico da UGRHI-22 - 1:250000 - Extremo Oeste Paulista.



Org.: J. A. SILVA, 2006.

O CBH-PP, como um órgão da sociedade, tem, além da gestão dos recursos hídricos, papel estratégico para o desenvolvimento da sociedade regional e para isso faz-se importante a organização da sua base de dados que pode gerar as informações necessárias para se pensar e tomar decisões a respeito das águas e de outras questões sociais.

O SIG é, simplesmente, um instrumento de apoio às tomadas de decisões, tanto por pessoas como pelos órgãos e instituições. A mudança mais profunda deve acontecer no modo como as pessoas envolvidas no Sistema de Gestão lidam com as informações do ponto de vista da sua organização, socialização e reconhecimento do seu valor para a organização da sociedade. Jamais se deve esquecer que as informações geradas dentro das CGIRH são produtos das pessoas e por isso devem servir a elas.

## 10. CONCLUSÕES

O propósito deste trabalho foi o de discutir a importância e a viabilidade dos Sistemas de Informações Sobre Recursos Hídricos (SISRH) e os Sistemas de Informação Geográfica (SIG's) como tecnologias de apoio para a gestão dos recursos hídricos no Estado de São Paulo. Para tanto, foi necessário trilhar vários caminhos para entender não só a importância dos SIG's mas, no contexto atual de gerenciamento dos recursos hídricos no Brasil, qual, de fato, é a parcela de colaboração destas ferramentas tecnológicas para a gestão dos recursos hídricos.

Nas pesquisas realizadas no Estado pode-se constatar que, embora os SISRH e SIG's sejam tecnologias avaliadas como meios importantes para se gerenciar os recursos hídricos não tem havido de forma suficiente e adequada a incorporação das mesmas no Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo.

Como sugestão metodológica, foi construído um protótipo de SIG para a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Pontal do Paranapanema (UGRHI-22) utilizando o aplicativo *ArcGis 9* da ESRI. A todo o momento, na organização de um SIG, é evidente a necessidade de equipes multidisciplinares preparadas para lidar com os aplicativos. Não basta querer um bom SIG, é necessário investir e qualificar pessoal.

É de conhecimento de toda a comunidade científica que, no ritmo em que se encontra o estágio de impactos sobre os recursos hídricos, e cientes da importância da água para a existência e desenvolvimento das formas de vida na Terra, faz-se urgente a providência de conteúdos, formas e processos que permita a sociedade rever o seu comportamento na forma de lidar com a água. No Brasil já foram elaborados vários instrumentos e mecanismos legais nos níveis federal e estadual, porém sua implementação ainda não se deu por completo. Mas também é evidente, na última década, uma conscientização dos problemas ambientais, ainda que pequena, por parte da população, sobretudo nos programas educacionais, que vêm de certa forma colaborar no processo de gestão integrada dos recursos hídricos.

O uso racional da água envolve muitas variáveis! A sociedade evolui a cada dia e a forma nos processos de produção para o seu conforto e bem-estar só recentemente, não mais que três décadas, passou a ser preocupação dentro dos sistemas de produção à custa da diminuição do próprio ritmo de produção em função da escassez de determinados recursos naturais, entre eles a água potável. Diante desse quadro, faz-se urgente pensar e acomodar um novo ideário comportamental no trato para com o meio ambiente.

Aqui se discutem os Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) como uma das dimensões importantes dos SISRH, pois através dos SIG's consegue-se organizar de forma lógica e apropriada os conteúdos necessários para a gestão das temáticas ambientais, entre as quais, os recursos hídricos. É verdade que os conteúdos por si só não interessam e sim o uso que se pode fazer dos mesmos. E isso depende de uma visão política, social, cultural e ambiental dos gestores dos recursos hídricos de cada comitê de bacia, uma práxis ainda problemática dentro do Sistema Paulista de Gestão dos Recursos Hídricos, onde os caprichos pessoais e políticos muitas vezes falam mais alto do que o interesse da sociedade.

Falar em meio ambiente na atualidade sem considerar os recursos da informática é quase impossível. Nos dias atuais a velocidade da informação é muito grande e a movimentação das sociedades no espaço geográfico tem se dado de forma muito dinâmica.

Os recursos hídricos tendem a uma preocupante escassez no mundo todo. O fato que mais influencia essa trajetória é a demanda progressiva por água, o que é devido, entre outras variáveis, ao crescimento demográfico e aos padrões pouco racionais de uso e de exploração das fontes naturais.

O SISRH brasileiro e os SIG's constituem ferramentas indispensáveis no processo de organização, hierarquização, avaliação e divulgação da informação. O uso dessas tecnologias de apoio permite a integração de grande quantidade de dados e inúmeras análises, possibilitando aos usuários diversas opções para a visualização final do resultado, por disponibilizar um número denso de informações confiáveis às ações de tomadas de decisões no processo de gestão dos recursos hídricos.

As alternativas para a escolha de aplicativos de SIG's, como instrumento de apoio à melhoria do processo de gestão dos recursos hídricos, em escala federal e estadual, devem permitir um software poderoso que leia e aceite informações de diversos aplicativos menores.

Os órgãos federais e estaduais devem ter pessoal qualificado com grande diversificação de aplicativos que permite a compabilização dos dados e informações para a integração do processo de gestão dos recursos hídricos nas

diferentes escalas geográficas do território brasileiro. Além disso, esses órgãos devem oferecer diversas opções de aplicativos de SIG's que possam ser escolhidos pelos CBH's de acordo com a qualificação do seu pessoal.

Os comitês devem ter a liberdade de escolher qualquer software oferecido pelo órgão central (estadual ou federal) e necessita ser um software leve e de fácil acesso pelos operadores dos CBH's que têm pouca qualificação.

O desenvolvimento do SISRH demanda uma forte interação entre os gestores estaduais e a União para discutir e definir as formas de ação integrada e para o estabelecimento de uma modelagem de dados comum a todos os atores e de protocolos para a troca de dados. Isso demanda uma ação integrada entre os governos e os técnicos do sistema nacional e os dos sistemas estaduais. Neste sentido a conjuntura atual tem praticamente tudo a fazer. Poucos comitês paulistas têm de alguma forma integrado suas ações de gestão, a exemplo dos Comitês de Bacias Hidrográficas do Pontal do Paranapanema, Rios Aguapeí e Peixe, Médio e Alto Paranapanema.

Para implementação da cobrança pelo uso da água já instituída no Estado de São Paulo, baseada na Lei nº. 12.183/2005, as referidas tecnologias têm extraordinária importância na organização do cadastro dos usuários de recursos hídricos. Se efetivou no Brasil o esforço no sentido da implementação do processo de cobrança pelo uso da água, em 2003, com a experiência do Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul e mais recentemente, 2006, com o início do processo de implementação no Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. A tendência é que este instrumento de gestão, a cobrança pelo uso da água, em função do grave quadro ambiental seja, verdadeiramente, efetivado no Estado. Apesar das dificuldades a serem enfrentadas para a implementação dos sistemas de cobrança pelo uso da água como, por exemplo, resistência por parte de setores que nunca consideraram a água como uma variável importante em suas análises de custo-benefício; dificuldade para operacionalização, desatualização dos órgãos fiscalizadores quanto às reais quantidades de água e quanto às quantidades e características dos efluentes geradores, considera-se que só a penalização econômica terá a eficácia necessária para reverter o quadro atual.

É preciso dizer, principalmente pensando no quadro sócio-ambiental do Pontal do Paranapanema, que há a necessidade de uma mudança de postura com respeito ao meio ambiente e, particularmente, quanto à água, o que tem sido conseguido, de forma ainda lenta mas progressiva, com a introdução do tema em todos os níveis da educação formal (escolas, empresas públicas e privadas com cursos de capacitação e campanhas de educação

ambiental) e informal (comunidades urbana e rural em geral). Porém, dada a urgência de se recuperar a qualidade da maioria dos cursos d'água existentes na UGRHI-22, a introdução de penalização econômica será inevitável, para que haja, de fato, uma conscientização e um convencimento da importância dos recursos hídricos e principalmente da realidade de sua escassez que, hoje, já se configura como uma fator limitante à implantação e ao desenvolvimento de determinadas atividades na referida UGRHI.

Diante de tal situação, o Comitê da Bacia Hidrográfica do Pontal do Paranapanema (CBHPP) assim como os demais comitês paulistas têm a necessidade de preparar um quadro de pessoal técnico para implementar ao Sistema de Gestão dos Recursos Hídricos Paulista o SISRH, pensando os portais individuais para cada um dos comitês (hoje, disponível só nos Comitês Alto Tietê, Litoral Norte, Mogi-Guaçu, Piracicaba/Capivari/Jundiá, Pontal do Paranapanema, Serra da Mantiqueira e Turvo/Grande, mesmo assim com necessidade de reestruturação), a implementação dos SIG's e uma maior interação destes comitês com o SigRH.

O SigRH tem desempenhado um papel importante na cultura inicial de uso deste meio de apoio ao SISRH no Estado de São Paulo. Os comitês ainda não têm uma política de organização do quadro de pessoal para atender adequadamente esse setor. Falta pessoal qualificado em diversas áreas do conhecimento para assumir a demanda na organização das informações para gerenciamento dos recursos hídricos.

Os SISRH são de fundamental importância para que o planejamento e a administração dos recursos hídricos possam ser exercidos de forma racional e dinâmica. Com isso a existência de informações sistematizadas e, sobretudo, de sistemas que articulem essas informações de modo a processá-las para gerar subsídios às intervenções porventura necessárias e sua adequada operação, bem como a previsão e controle dos processos naturais ou induzidos pela ação do homem nas bacias hidrográficas, é o caminho para uma gestão mais adequada dos recursos hídricos.

Faz-se necessário acompanhar, mais de perto, as ações voltadas para a produção de informações para a gestão de recurso hídricos e a organização dos SISRH no Brasil. São muitas experiências isoladas. O essencial em um Sistema de Informação são as possibilidades de acessar os conteúdos, de diversas naturezas temáticas, dispostos em um banco de dados, e mostrá-los em uma base cartográfica georreferenciada em papel ou no monitor de vídeo para consulta.

Objetivamente a importância de um sistema de informações de recursos hídricos está no suporte à administração da água, visando ao uso racional, à minimização de

conflitos e a proteção dos mananciais; suporte ao planejamento das ações de intervenção porventura necessárias; possibilidade de composição de informações para o desenvolvimento de estudos, planos e programas. (CIRILO; AZEVEDO, 2000).

O desenvolvimento de qualquer sistema de informação, sobretudo público, que pretende levar em conta a organização sócio-espacial e a participação democrática da comunidade precisa abrir os canais adequados para a sua participação. Com a implementação do SIG-CBHPP e aprimoramento do seu sistema de informações on-line, parte desse processo (abertura para participação social) passa a ser realidade. Poderá haver uma melhor prestação de serviço para a comunidade, usuária dos recursos hídricos, e um retorno dessa para atualização dos dados e informações do sistema, ou seja, um processo permanente e dinâmico para a melhoria do processo de gestão e resolução dos problemas sócio-ambientais da região.

Como lembrado no capítulo anterior, o CBH-PP, como um órgão da sociedade, tem, além da gestão dos recursos hídricos, papel estratégico para o desenvolvimento da sociedade regional e para isso se faz importante a organização da sua base de dados que podem gerar as informações necessárias para se pensar e tomar decisões na gestão dos recursos hídricos desta forma colaborando para o desenvolvimento da comunidade regional.

Apesar das dificuldades apontadas nesta pesquisa, no sentido da incorporação das novas tecnologias como subsídio ao SISRH, o SIGRH do Estado de São Paulo iniciou uma cultura positiva nesse sentido, sendo o SigRH a porta de entrada para o amadurecimento de tal cultura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS/BIBLIOGRAFIA DE APOIO

AB'SABER, A. N. **(Re) conceituando educação ambiental**. Rio de Janeiro: CNPq, MAST, 1991. (Folder de divulgação).

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA (ANA)/GERÊNCIA DE ARRECADAÇÃO (GEARR). **Informativo GEARR**. nº. 008/2004.

ARONOFF, S. **Geographic information systems**. Ohawa: WDL Publications, 1989.

BARTH, Flávio Terra. **Um percurso na história através da água**. São Paulo: 2000.

BARTH, Flávio Terra; POMPEU, Cid Tomanik. Fundamentos para gestão de recursos hídricos. In: **Modelos para gerenciamento de recursos hídricos**. São Paulo: Nobel, ABRH, 1987.

BERMAN, Marshall. **Tudo que é sólido desmancha no ar**. São Paulo: Companhia das Letras, 1987.

BIO: **Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Ano XIV, n.31, Julho/Setembro, 2004. 52p.

BOBBIO, Noberto. **“Ensaio sobre Gramsci e o conceito de sociedade civil”**. Editora Paz e Terra. São Paulo – SP. 1999.

BOIN, M. N. **Chuvvas e erosões no oeste paulista: uma análise climatológica aplicada**. Rio Claro, 2000. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - IGCE - Universidade Estadual Paulista. CD-ROM.

BRASIL. Congresso Nacional. **Decreto 24.643 de 10 de julho de 1934**. Diário Oficial da União, Brasília, 1934.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. 27.ed. São Paulo: Saraiva, 2001.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Recursos Hídricos. **Recursos hídricos: conjunto de normas legais**. 3ed.: Brasília, 2004.

BURROUGH, P.A. **Principles of geographical information systems for resources assessment.** Oxford: Clarendon, 1989.

BURROUGH, P.A. **Principles of geographical information systems for land resources assessment.** Editora: Londres, Clarendon Press, 1987. 193p.

CAMARA, G. **Anatomia de sistemas de informações geográficas: visão atual e perspectivas de evolução.** In: ASSAD, E., SANO, E., ed. Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura. Brasília, DF: Embrapa, 1993.

CÂMARA, G. et al. **Anatomia de sistemas de informação geográfica.** Campinas, São Paulo. Instituto de Computação, UNICAMP. 1996.

CARLOS, Ana Fani A. **O lugar no/do mundo.** São Paulo: Hucitec, 1996.

CHAUÍ, Marilena. **“Convite à filosofia”.** Editora Ática. São Paulo – SP. 1997.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em geografia.** Ed. Hucitec. São Paulo, 1979.

CHRISTOFOLETTI, A. **Significância da teoria de sistemas em geografia.** Boletim da Geografia Teorética, 1986-1987.

CIRILO, J. A., ASFORA, M. C., I.L.F. **Concepção de sistemas de informações sobre recursos hídricos.** In: O Estado das Águas no Brasil 2001-2002. Ed. Brasília: Agência Nacional de Águas, 2003, v.01, p.335-345.

CIRILO, J. A., AZEVEDO, J. R. G. **Sistemas de informações sobre recursos hídricos: o estado da arte.** Recife: 2000, v.1. 232p.

CIRILO, J. A., MENDES, C. A. B. **Geoprocessamento em recursos hídricos: princípios, integração e aplicação.** Porto Alegre: ABRH, 2001, v.01. 533p.

CIRILO, J. A., SAMPAIO JUNIOR, R. A., AGRA, M. C. M., CUNHA, F. A. G. C., TORRES, C. O. **Um sistema de informações de recursos hídricos.** In: Centro Interamericano de Recursos da Água ed. Salvador: Universidade Católica do Salvador - UCSAL, 1996, v.01, p.492-508.

COIMBRA, Roberto, et al. **Recursos hídricos: conceitos, desafios, capacitação.** Brasília: ANEEL, 1999.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PONTAL DO PARANAPANEMA (CBH-PP). **Plano de bacia hidrográfica do Pontal do Paranapanema – 2002/2003**. Presidente Prudente: CBH-PP, 2002. CD-ROM.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PONTAL DO PARANAPANEMA (CBH-PP). **Ata da 1ª reunião ordinária de 2005**. Presidente Prudente: CBH-PP, 2005.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PONTAL DO PARANAPANEMA (CBH-PP). **Diagnóstico de situação dos recursos hídricos (relatório zero)**. CBH-PP, 1999.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PONTAL DO PARANAPANEMA (CBH-PP). **Pontal do Paranapanema: educação ambiental**. Presidente Prudente: CBH-PP, 2000. CD-ROM.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PONTAL DO PARANAPANEMA. **Estatuto e regimento interno**. Presidente Prudente: CBH-PP, 1999.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO (CBH-SF). **Plano de recursos hídricos da bacia do Rio São Francisco – resumo executivo**. CBH-SF, Juazeiro-BA, 2004.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS AGUAPEÍ E PEIXE (CBH-AP). **Manual do professor: práticas pedagógicas em educação ambiental**. Marília: CBH-AP, 2003.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS AGUAPEÍ E PEIXE (CBH-PP)/UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP). **Termo de referência**. Presidente Prudente: CBH-PP/UNESP, 2005.

COOPERATIVA DE SERVIÇOS, PESQUISAS TECNOLÓGICAS E INDUSTRIAIS (CPTI). **Diagnóstico da situação dos recursos hídricos da UGRHI – 22 Pontal do Paranapanema: Relatório Zero**. São Paulo: CPTI, 1999. CD-ROM.

COOPERATIVA DE SERVIÇOS, PESQUISAS TECNOLÓGICAS E INDUSTRIAIS (CPTI). **Plano de bacia hidrográfica do Pontal do Paranapanema – 2002/2003**. São Paulo: CPTI, 2002. CD-ROM.

CORRÊA, Oscar Dias. **A Constituição de 1988: contribuição crítica**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1991.

- CORRÊA, Roberto Lobato. **Região e organização espacial**. Ática, 4.ed. 1991.
- COUGO, P. **Modelagem conceitual e projetos de bancos de dados**. Rio de Janeiro, Ed. Campus, 1997.
- CUNHA, Sandra Baptista da, GUERRA, Antonio José Teixeira. **A questão ambiental: diferentes abordagens**. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil: 2003.
- D' ALMEIDA, M. L. O. e VILHENA, A. (Coord.). **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**. 2.ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo: compromisso empresarial para reciclagem, 2000.
- DEVID, Alexandre Frayze. Reuso da água e o estatuto da cidade. In: Congresso Internacional de Direito Ambiental (7, 2003: São Paulo, SP). **Direito, água e vida = Law, water and the web of life**. Organizado por Antonio Herman Benjamin. São Paulo: Imprensa Oficial, 2003. v2, 520p.
- DORFMAN, R. **O papel do estado na gestão dos recursos hídricos**. Administração Pública. Rio de Janeiro, v.27, n.2, p.19-26, abr./jun., 1993.
- DUKE ENERGY BRASIL. **Geração total**. São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.duke-energy.com.br/>>. Acesso em: janeiro de 2005.
- EAGLETON, Terry. "MARX". Série: **Os grandes filósofos**. Editora Unesp. São Paulo, 1999.
- Environmental Systems Research Institute (ESRI). **ArcGis 9**. Copyright 1992-2004. GEMPI, São Paulo – Brasil, 2004.
- Environmental Systems Research Institute (ESRI). **ArcGis 9.2**. Copyright 1992-2006. GEMPI, São Paulo – Brasil, 2006.
- FERNANDES, B. M. **Questão agrária, pesquisa e MST**. São Paulo: Cortez Editora, 2001.
- FERRARI, Roberto. **Viagem ao SIG: planejamento estratégico, viabilização, implantação e gerenciamento de sistemas de informação geográfica**. Curitiba: Sagres, 1997. 171p.
- FILHO, Eduardo Ferreira e FILHO, Rogério Pecci. **Esgoto sanitário sem tratamento: ainda o vilão da poluição das águas doces**. In: CONGRESSO INTERNACIONAL

DE DIREITO AMBIENTAL (7, 2003: São Paulo, SP). Direito, água e vida = Law, water and the web of life. Organizado por Antonio Herman Benjamin. São Paulo: Imprensa Oficial, 2003. v2, 520p.

FOOTE, K.; CRUM, S. **Cartographic communication: the geographer's craft project. department of geography.** Austin: University of Texas, 1997.

FRIGOTTO, Gaudêncio. **O enfoque da dialética materialista histórica na pesquisa educacional.** In: FAZENDA, Ivani (Org.). Metodologia da pesquisa educacional. São Paulo: Cortez, 1989.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo demográfico 2000: resultados preliminares.** Rio de Janeiro: IBGE, 2000. CD-ROM.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Contagem estimada da população.** Rio de Janeiro: IBGE, 2005. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: abril 2006.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo demográfico 2000: resultados preliminares.** Rio de Janeiro: IBGE, 2000. CD-ROM.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Atlas de Saneamento.** Rio de Janeiro: IBGE, 2000.

IMPrensa Oficial do Estado de São Paulo – IMESP. **Caderno cidadania 2 - volume 113, n. 51.** São Paulo: IMESP, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Diretrizes de pesquisa aplicada ao planejamento e gestão ambiental.** Brasília: IBAMA, 1994.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. **Base de dados geoambientais do estado de São Paulo em SIG, como subsídio à avaliação e regulamentação de áreas de proteção ambiental, planejamento e gerenciamento de bacias hidrográficas e zoneamento ambiental:** São Paulo 1999. (Relatório 39295).

INSTITUTO FLORESTAL – IF/SMA. **Levantamento da vegetação natural e reflorestamento e constituição de base georreferenciada da bacia hidrográfica do Pontal do Paranapanema.** IF/SMA, Relatório Técnico, Contrato FEHIDRO 283/2000. São Paulo, julho de 2001, CD-ROM.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Previsão do tempo**. Brasília, 2004. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/>>. Acesso em 2005.

JAPIASSU, Hilton, MARCONDES, Danilo. **Dicionário básico de filosofia**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1989.

JOLY, F. **A cartografia**. Campinas: Ed. Papirus, 1990.

JORNAL Folha de São Paulo. **Cidades de SP, RJ e MG pagarão por usar rio**. São Paulo, 15/03/2002, folhacotidiano, p. 1.

KLEINER, R. **Atlas digital interativo: protótipo para disponibilização via www**. P. Prudente, 2000. Dissertação (Mestrado em Ciências Cartográficas) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista. 2000.

KURAK, M. **Proposta alternativa para atualização de base digital de dados espaciais: o caso de Presidente Prudente, SP**. P. Prudente, 2000, Dissertação (Mestrado em Ciências Cartográficas) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista. 2000.

LACOSTE, Y. **A geografia: isso serve em primeiro lugar para fazer a guerra**. Campinas: Papirus, 1988.

LANNA, A.E.L. **Gestão dos recursos hídricos**. In: TUCCI, C.E.M. (Org.). Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre: Ed. da Universidade: ABRH: EDUSP, 1997.

LANNA, A.E.L., DORFMANN, R. Sistemas de gerenciamento de recursos hídricos: críticas a algumas propostas. **Administração Pública**, Rio de Janeiro, v.27, n.2, p.63-73, abr./jun., 1993.

LANNA, Antonio Eduardo. Gestão de recursos hídricos. In: **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2.ed. Porto Alegre: Ed. Universidade, ABRH, 1997.

LASKI, Harold J. **“O manifesto comunista de 1848”**. Zahar Editores. Rio de Janeiro, 1967.

LEAL, A. C. e GUIMARÃES, E. M. A. **Gestão das águas e educação ambiental em bacias hidrográficas**. Presidente Prudente: 2000. CD-ROM.

LEAL, A. C. et al. **Resíduos sólidos no Pontal do Paranapanema**. Presidente Prudente, Ed. Viena, 2004.

LEAL, A. C. **Gestão das águas no Pontal do Paranapanema - São Paulo**. Campinas, 2000. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas.

LEFF, E. **Epistemologia ambiental**. Cortez: São Paulo, 2001.

LEI FEDERAL. **Lei federal n. 9.433 de 8 de janeiro de 1997 que institui a política nacional de recursos hídricos**. Brasília. Legislação Ambiental/MMA, 1997.

LEITE, J.F. **A ocupação do Pontal do Paranapanema**. Presidente Prudente, 1981. 256p. Tese (Livre-docência) - Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista.

LISBOA FILHO, J.; IOCHPE, C. **Introdução a sistemas de informações geográficas com ênfase em banco de dados e análise de modelos conceituais para SIG**. Porto Alegre-RS: UFRGS, 1997

LOWY, M. **As aventuras de Karl Marx contra o Barão de Münchhausen**. São Paulo, Cortez, 1998.

LOWY, M. **Ideologia e ciência social**. São Paulo, Cortez, 1998.

LUCHINI, A. de M. **Os desafios à implementação da gestão dos recursos hídricos estabelecidos pela lei 9.433/97**. In. Rio de Janeiro, 2000.

MARIANO, M. **Uma análise da participação da sociedade civil na gestão de recursos hídricos no Estado de São Paulo**. 1996. 144p. dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos.

MARTINELLI, Marcelo. **Curso de cartografia temática**. São Paulo: Contexto, 1991.

MARX & ENGELS. Karl e Friederich. **“A ideologia alemã (Feuerbach)”**. 6.ed. HUCITEC. São Paulo – SP. 1997.

MARX, Karl. **“A questão judaica”**. Editora Moraes. São Paulo – SP. 1989.

MATSUURA, Koïchiro A água já não flui naturalmente. In: **DIÁRIO OFICIAL (ESTADO DE SÃO PAULO)**. Água: os comitês que cuidam da sua conservação em São Paulo. Ed. IMESP. Caderno Cidadania 2 – Volume 113, n. 51: São Paulo, 2003.

MEIRELLES, F. **Informática: novas aplicações com microcomputadores**. 2.ed. S. Paulo: Makron Books, 1994.

MENEGUETTE, A. A. C. **Introdução ao geoprocessamento**. Presidente Prudente-SP: FCT/UNESP, 1994.

MENEGUETTE, A. A. C. **Atlas interativo do Pontal do Paranapanema: uma contribuição à educação ambiental**. Presidente Prudente: Unesp, 2000. (Tese de Livre-Docência).

MENEGUETTE, Arlete A.C. A abordagem tradicional às ciências do mapeamento. In: **Courseware em ciências cartográficas**. Disponível em: < [www.prudente.unesp.br/dcartog/arlete/hp\\_arlete/courseware](http://www.prudente.unesp.br/dcartog/arlete/hp_arlete/courseware) >. Acesso em 2000.

MIGLIARI JÚNIOR, A. **Crimes ambientais, 9.605/98**. Interlex Informações Jurídicas. Campinas, 2001.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA (MCT). **Chamada pública MCT/FINEP/Ação transversal – desenvolvimento de aplicativos – SNIRH – 09/2004**. Brasília, 2004.

MOTA, S. **Preservação e conservação de recursos hídricos**. 2.ed. Rio de Janeiro: ABES, 1999.

OLIVEIRA, D. de P. R.. **Planejamento estratégico: conceitos, metodologias e práticas**. São Paulo, 10.ed., Ed. Atlas, 1996, 293p.

PAIVA, Ana Claudia de. **Sistema de informação geográfica - SIG como instrumento para gestão de bacia hidrográfica estudo de caso**. Presidente Prudente: [s.n.], 2000. 79p.

RODRIGUES, M. **Geoprocessamento**. São Paulo 1987. Tese de Livre-Docência - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

ROSS, Jurandyr L. S. (org.); OLIVEIRA, A. U.; SCARLATO, F. C.; CONTI, J. B.; FURLAN, S. A. **Geografia do Brasil**. São Paulo: Edusp, 1996.

SANTOS, M. **Por uma geografia nova** . 4.ed. São Paulo: Hucitec, 1996.

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço**. São Paulo: Hucitec, 1997.

SANTOS, Milton. **Metamorfoses do espaço habitado**. São Paulo: Hucitec, 1994.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. **Dar valor à água é preservar a vida**. São Paulo: CRH, s.d.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. **Legislação sobre recursos hídricos**. São Paulo: DAEE, 1997.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. **Legislação sobre recursos hídricos: consolidação – 1987-2001**. São Paulo: DAEE, 2002.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. **Lei nº 9.034 de 27 de dezembro de 1994**: Plano Estadual de Recursos Hídricos 1994-1995. São Paulo: CRH, s.d.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. **Deliberação CRH nº. 55, de 15 de abril de 2005**. São Paulo: CRH, 2005.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente, Coordenadoria de Planejamento Estratégico e Educação Ambiental / Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Coordenadoria de Planejamento Estratégico e Educação Ambiental, Departamento de Educação Ambiental. **Gestão participativa das águas**. São Paulo: SMA/CPLEA, 2004.

SÃO PAULO. (Estado). Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. **Lei n. 9034, 27 dez. 1994**. Dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos/PERH, a ser implantado no período 1994 e 1995, em conformidade com a Lei n. 7.663, de 30 dez. 1991, que instituiu normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos. São Paulo: SRHSO: CRH, 1995. 29p.

SÃO PAULO. (Estado). Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. **Lei nº. 12.183, de 29 de dezembro de 2005**. São Paulo: SRHSO, 2005.

SECRETARIA DE ENERGIA, RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO (SERHS). **SIGRH – sistema integrado de gerenciamento de recursos hídricos de São Paulo: manual do usuário**. São Paulo, 2004.

SENSORIAMENTO REMOTO E AGRONOMIA S.A. LTDA. (SENAGRO). **Pontal do Paranapanema: Zoneamento Ecológico-Econômico**. Curitiba: SENAGRO, 1998. CD-ROM.

SETTI, Arnaldo Augusto et al. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos** - Edição 2.ed. - Brasília: ANNEL: ANA, 2001, 327p.

SILVA, José Augusto da. **Recursos de apoio didático-pedagógico na educação ambiental**. Presidente Prudente - SP, 2001. 252p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista.

SPOSITO, Eliseu Savério. **Contribuições à metodologia de ensino do pensamento geográfico**. Presidente Prudente - SP, 2000. Tese (livre-docência) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista.

SUDO, H. **Estudo geomorfológico da alta bacia do rio Santo Anastácio**. São Paulo, 1980. 237 p. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas/Dep. de Geografia, Universidade de São Paulo.

TEIXEIRA, A. L. de A.; CHRISTOFOLETTI, A. **Sistemas de informação geográfica: dicionário ilustrado**. São Paulo: Hucitec, 1997.

TEIXEIRA, A. L. de A.; MORETTI, E. e CHRISTOFOLETTI, A. **Introdução sistemas de informação geográfica**. Rio Claro/SP, Edição do Autor, 1992.

THAME, A. (Org.). **Comitês de bacias hidrográficas; uma revolução conceitual**. São Paulo: Iqual, 2002.

TRISÓGLIO, Maria José e DEGASPARI, Sílvia Dias. **Manual de normalização documentária para apresentação do trabalho acadêmico (de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT)**. Presidente Prudente, 2002. 44p. (apostilha).

TUCCI, C.E.M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2ed. Editora da UFRGS, ABRH, 2000.

TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil**. Organização e coordenação, Editora Escrituras, São Paulo, 1999.

TUNDISI, J. G. **Águas no século XXI: enfrentando a escassez**. RiMa, IIE, 2.ed., São Carlos, 2005.

## **ANEXOS**

## **ANEXO 01**

### **QUESTIONÁRIO DE PESQUISA**

#### **Título da Pesquisa**

Gestão de Recursos Hídricos e Sistemas de Informações Geográficas: Contribuições Para a Organização Sócio-Espacial do Pontal do Paranapanema-SP

#### **Instituição**

Universidade Estadual Paulista  
Faculdade de Ciências e Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação

#### **Pesquisador**

José Augusto da Silva  
[jafferreirasilva@gmail.com](mailto:jafferreirasilva@gmail.com)

#### **Orientação**

Prof. Dr. Antonio Cezar Leal  
[cezar@prudente.unesp.br](mailto:cezar@prudente.unesp.br)

**Nome do Comitê de Bacia:**

**Nome do responsável pelas repostas:**

**Função na secretaria executiva do Comitê:**

#### **1 - Sobre o Sistema de Informações para Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (SigRH).**

O SigRH tem papel importante na organização, divulgação e disseminação de informações sobre a gestão dos recursos hídricos dos Estado de São Paulo, para toda a sociedade. Pretende ser o principal portal de informações. Para tanto se faz necessário e fundamental a interação dos Comitês com o Sistema.

A - Este Comitê têm alimentado periodicamente de informações o referido portal? ( ) sim ( ) não.

B - O Comitê tem encontrado dificuldade na transferência de informações para o portal? ( ) sim ( ) não. Quais?

C - Considerando layout, interatividade, facilidades para transferir e copiar documentos de 0 (zero) a 10 (dez) qual a nota que este Comitê atribui ao referido portal? ( )

#### **2 - Sobre a organização de banco de dados para o gerenciamento de informações.**

Como funciona o sistema de informação deste Comitê?

A - Possui site? ( ) sim ( ) não.

B - Possui algum tipo de banco de dado (coleção integrada de dados inter-relacionados)? ( ) sim ( ) não. Qual (is)?

C - Utiliza aplicativo de SIG (SPRING, MAPINFO, ARCVIEW etc.)? ( ) sim ( ) não ( ). Qual (is)?

### **3 - Sobre implementação de Sistemas de Informação Geográfica (SIG).**

Houve, em 2001, uma orientação e incentivo às secretarias executivas dos comitês de bacias pelo SIGRH no sentido de usar o aplicativo de SIG – MapInfo.

A - O aplicativo foi adquirido pelo Comitê? ( ) sim ( ) não.

B - Tem sido utilizado? ( ) sim ( ) não.

C - O Comitê possui SIG implantado? ( ) sim ( ) não.

D - Quanto tempo faz que o Sistema foi implantado? ( ) anos ( ) meses.

E - Houve capacitação de pessoal? ( ) sim ( ) não. Quantos funcionários? ( ). Qual aplicativo de SIG?

F - Há dificuldades no uso do aplicativo? ( ) sim ( ) não. O que falta?

G - Outras informações que julgarem necessárias:

### **4 - Sobre o SIG e a gestão dos recursos hídricos.**

Foi atestado cientificamente que o SIG no planejamento e gestão dos recursos hídricos permite maior racionalização e dinâmica na organização das informações, facilitando a previsão e controle dos processos naturais ou induzidos pela ação do homem nas bacias hidrográficas.

A - Para este Comitê o SIG tem auxiliado na tomada de decisões? ( ) sim ( ) não. De 0 (zero) a 10 (dez), quanto? ( ).

B - Quais as vantagens que o SIG tem proporcionado para a gestão das informações de recursos hídricos? Cite 5 vantagens mais significativas:

Todos sabemos das dificuldades encontradas pelos comitês de bacias e demais órgãos responsáveis pela gestão dos recursos hídricos que a falta de informação e a sua adequada sistematização tem sido um dos grandes dilemas no momento das tomadas de decisões. As ações desencadeadas para efetivação, de um dos principais instrumentos de gestão, a cobrança pelo uso da água, por exemplo, requer um conjunto denso de informações.

C - Este Comitê tem projeto de cadastramento geral de usuários?  sim  não

**5 - Sobre equipamentos de informática para o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (SIGRH).**

Quais os equipamentos de informática disponível para o SIGRH?

- A - Quantos computadores? ( )
- B - Quais as configurações (processador/velocidade)?
- C - Os computadores estão dispostos em rede? ( ) sim ( ) não
- D - Os periféricos (impressora/scanner/ploter) atende a demanda? ( ) sim ( ) não. O que falta?
- E - Possui aparelhos GPS? Quantos? ( ).
- F - Outros equipamentos:

**6 - Sobre a utilização de materiais cartográficos**

Para planejamento e tomada de decisões pela secretaria executiva do Comitê faz-se importante material cartográfico de qualidade e em escala adequada.

- A - Em que escala cartográfica este Comitê tem baseado seus trabalhos? ( ) 1:50.000 ( ) 1:100.000 ( ) 1:250.000 ( ) Outras.
- B - No entender desta secretaria qual seria a escala mais adequada para gerenciar os recursos hídricos? ( ) 1:50.000 ( ) 1:100.000 ( ) 1:250.000 ( ) Outras.
- C - O Comitê possui imagens de satélite de sua área de abrangência? ( ) sim ( ) não ( ) ano. Qual escala?
- D - O Comitê possui levantamento aéreo de sua área de abrangência? ( ) sim ( ) não ( ) ano. Qual a escala?

**7 - Sobre a participação dos segmentos Estado, Sociedade Civil e Municípios no Sistema de Gestão.**

Como tem sido a participação tripartite neste comitê em Assembléias Gerais? Marque o PERCENTUAL de participação dos segmentos Estado, Sociedade Civil e Municípios nos últimos cinco anos.

- A - Estado ( )
- B - Sociedade Civil ( )
- C - Municípios ( )

**8 - Sobre os instrumentos de gestão**

- A - Possui Relatórios de Situação? ( ) sim ( ) não. Anos ( )

B - Possui Plano de Bacia Hidrográfica?  sim  não

## ANEXO 02

### Levantamento dos grupos de pesquisa cadastrados no CNPq com atualização de 10/04/2006.

Tabela: Relação dos grupos de pesquisas cadastrados no CNPq, ano de formação e instituições.

<b>Ano de formação</b>	<b>Nome do grupo</b>	<b>Instituição</b>
1980	ENGENHARIA AMBIENTAL	PUC-PR
1982	PLANEJAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS	USP
1986	GRUPO DE RECURSOS HÍDRICOS	UFPE
1990	GRUPO DE ESTUDOS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA	UFC
1993	ECONOMIA DOS RECURSOS HÍDRICOS	UFBA
1993	SISTEMAS DE SUPORTE A DECISAO EM RECURSOS HÍDRICOS	UNICAMP
1994	AVALIAÇÃO E CONTROLE AMBIENTAL	UNB
1994	ESTUDOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS	UNB
1994	RECURSOS HÍDRICOS	UFPR
1995	ÁGUAS RESIDUARIAS	UNICAMP
1995	ENGENHARIA AMBIENTAL E RECURSOS HÍDRICOS	UFAL
1995	RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL	UFRN
1995	SOCIEDADE E RECURSOS HÍDRICOS	UFSCAR
1996	GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS	FURB
1996	NÚCELO DE ESTUDOS GEOAMBIENTAIS E RECURSOS HÍDRICOS	UFMG
1997	GERENCIAMENTO DE IMPACTOS AMBIENTAIS NO APROVEITAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS E ATMOSFÉRICOS	UFRGS
1998	LIMNOLOGIA	IIE
1999	GEOHIDRO (GRUPO DE ESTUDOS EM RECURSOS HÍDRICOS E GEOPROCESSAMENTO)	UFMT
1999	CONTROLE DA POLUIÇÃO URBANA E INDUSTRIAL	UERJ
2000	ANÁLISE DE SISTEMAS HÍDRICOS	UFMS
2000	GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS E DESENVOLVIMENTO	UNESC
2000	GESTÃO INTEGRADA DOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEOS	UFCG
2000	GRUPO DE PESQUISA GESTÃO AMBIENTAL E DINÂMICA SÓCIO-ESPACIAL	UNESP
2000	PLANEJAMENTO E OTIMIZAÇÃO DE SISTEMAS DE RECURSOS HÍDRICOS E MEIO AMBIENTE	UFCG
2002	GEOMÁTICA E PLANEJAMENTO AMBIENTAL	UERJ
2002	PLANEJAMENTO E GESTÃO DE BACIAS URBANAS	USP

Fonte: CNPq (2006).

## Detalhamento dos grupos:

- **Nome do grupo: Águas Residuárias** / Ano de formação: 1995 / Líder (es) do grupo: Roberto Feijo de Figueiredo - nsfigueiredo@uol.com.br, Bruno Coraucci Filho - bruno@fec.unicamp.br / Área predominante: Engenharias; Engenharia Sanitária / Instituição: Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP / Órgão: Faculdade de Engenharia Civil / Linha de Pesquisa: Águas Residuárias, Planejamento e Gerenciamento Ambiental, Química ambiental, Resíduos Sólidos, Saneamento e Ambiente;
- **Nome do grupo: Análise de Sistemas Hídricos** / Ano de formação: 2000 / Líder (es) do grupo: Robert Schiaveto de Souza - rssouza@nin.ufms.br / Área predominante: Engenharias; Engenharia Civil / Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS / Linhas de pesquisa: Recursos Hídricos: Modelação, Simulação e Otimização;
- **Nome do grupo: Avaliação e Controle Ambiental** / Ano de formação: 1994 / Líder (es) do grupo: Oscar de Moraes Cordeiro Netto - omcn@uol.com.br, Marco Antonio Almeida de Souza - souzafam@opendf.com.br / Área predominante: Engenharias; Engenharia Sanitária / Instituição: Universidade de Brasília – UNB / Linhas de pesquisa: Gestão Ambiental, Qualidade e Controle de Poluição da Água, Resíduos Sólidos;
- **Nome do grupo: Controle da Poluição Urbana e Industrial** / Ano de formação: 1999 / Líder (es) do grupo: Thereza Christina de Almeida Rosso - rosso@uerj.br, João Alberto Ferreira - joaf@uerj.br / Área predominante: Engenharias; Engenharia Sanitária / Instituição: Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ / Linhas de pesquisa: Controle de Efluentes Líquidos e Emissões Atmosféricas, Gestão Sustentável dos Recursos Hídricos, Tratamento e Destino Final de Resíduos Sólidos;
- **Nome do grupo: Economia dos Recursos Hídricos** / Ano de formação: 1993 / Data da última atualização: 07/06/2000 15:30 / Líder (es) do grupo: José Carrera-Fernandez - carrera@ufba.br / Área predominante: Ciências Sociais Aplicadas; Economia / Instituição: Universidade Federal da Bahia - UFBA / Linhas de pesquisa: Cobrança pelo uso dos recursos hídricos em sistemas de bacias hidrográficas, Gerenciamento e gestão dos recursos hídricos, O custo social da energia elétrica no Brasil, Otimização de usos múltiplos dos recursos hídricos, Outorga de direito de uso dos recursos hídricos;
- **Nome do grupo: Engenharia Ambiental** / Ano de formação: 1980 / Líder (es) do grupo: Carlos Mello Garcias - garcias@rla01.pucpr.br / Área predominante: Engenharias; Engenharia Sanitária / Instituição: Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUC-PR / Linhas de pesquisa: Estruturação Ambiental Urbana, Gestão Ambiental, Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos, Gestão de Recursos Hídricos, Informática Aplicada ao Saneamento Ambiental, Política Ambiental, Química Analítica Ambiental, Recuperação Ambiental de Áreas Degradadas, Tratamento de Águas Residuárias;
- **Nome do grupo: Engenharia Ambiental e Recursos Hídricos** / Ano de formação: 1995 / Líder (es) do grupo: Roberaldo Carvalho de Souza - rcsouza@fapeal.br, Valmir de Albuquerque Pedrosa - valmirpedrosa@aol.com.br / Área predominante:

Engenharias; Engenharia Sanitária / Instituição: Universidade Federal de Alagoas - UFAL / Linhas de pesquisa: Engenharia Sanitária e Ambiental, Estuários, rios e litoral, oceanografia física;

- **Nome do grupo: Estudos Hidrológicos e Hidráulicos** / Ano de formação: 1994 / Líder (es) do grupo: Sergio Koide - skoide@unb.br / Área predominante: Engenharias; Engenharia Sanitária / Instituição: Universidade de Brasília – UNB / Linhas de pesquisa: Geoprocessamento em Recursos Hídricos, Hidrologia Superficial e Subterrânea, Métodos e Modelos para Análise Ambiental e de Recursos Hídricos, Sistemas Hidráulicos de Saneamento;
- **Nome do grupo: GEOHIDRO (Grupo de estudos em Recursos Hídricos e Geoprocessamento)** / Ano de formação: 1999 / Líder (es) do grupo: Peter Zeilhofer - pitalike@terra.com.br / Área predominante: Engenharias; Engenharia Sanitária / Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT / Linhas de pesquisa: Qualidade da Água, Recursos Hídricos e Geoprocessamento, Saneamento e Saúde Ambiental;
- **Nome do grupo: Geomática e Planejamento Ambiental** / Ano de formação: 2002 / Líder (es) do grupo: Margareth Simões Penello Meirelles - maggie@eng.uerj.br / Área predominante: Ciências Exatas e da Terra; Geociências / Instituição: Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ / Linhas de pesquisa: Gestão espacial de recursos naturais, Tecnologia da Geoinformação;
- **Nome do grupo: Gerenciamento de Impactos Ambientais no Aproveitamento de Recursos Hídricos e Atmosféricos** / Ano de formação: 1997 / Líder (es) do grupo: Sérgio João de Luca - dlk@vortex.ufrgs.br / Área predominante: Engenharias; Engenharia Sanitária / Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS / Linhas de pesquisa: Avaliação da Contaminação Atmosférica na Região Metropolitana de P. Alegre, Desinfecção de Águas e Efluentes, Membranas Aplicadas a Tratamento de Água e Ar, Reuso de Águas Residuárias de Culturas de Soja e Arroz Contaminadas por Compostos Orgânicos Traços, Simulação da Qualidade da Água de Reservatórios de Usos Simples e Múltiplos;
- **Nome do grupo: Gestão de bacias hidrográficas** / Ano de formação: 1996 / Líder (es) do grupo: Beate Frank - beate@furb.br, Noemia Bohn - noemia@furb.br / Área predominante: Engenharias; Engenharia Sanitária / Instituição: Fundação Universidade Regional de Blumenau – FURB / Linhas de pesquisa: Arranjo institucional para a gestão de bacia hidrográfica, Planejamento de bacia hidrográfica;
- **Nome do grupo: Gestão dos Recursos Hídricos e Desenvolvimento** / Ano de formação: 2000 / Líder (es) do grupo: Álvaro José Back - ajb@epagri.rct-sc.br / Vanilde Citadini-Zanette - vcz@unescc.rct-sc.br / Área predominante: Engenharias; Engenharia Civil / Instituição: Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC / Linhas de pesquisa: GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS E DESENVOLVIMENTO;
- **Nome do grupo: Gestão Integrada dos Recursos Hídricos Superficiais e Subterrâneos** / Ano de formação: 2000 / Líder (es) do grupo: Janiro Costa Rêgo - janiro@dec.ufpb.br, Márcia Maria Rios Ribeiro - marcia@dec.ufpb.br / Área predominante: Engenharias; Engenharia Sanitária / Instituição: Universidade Federal

de Campina Grande - UFCG / Linhas de pesquisa: Gestão de recursos hídricos em regiões semi-áridas;

- **Nome do grupo: Grupo de Estudos de Água Subterrânea** / Ano de formação: 1990 / Líder (es) do grupo: Marco Aurélio Holanda de Castro - marco@ufc.br, Marisete Dantas de Aquino - marisete@ufc.br / Área predominante: Engenharias; Engenharia Sanitária / Instituição: Universidade Federal do Ceará – UFC / Linhas de pesquisa: Aplicação de Métodos Numéricos Computacionais em problemas de Recursos Hídricos, Desenvolvimento e Conservação Ambiental, Gestão Ambiental: Instrumentos e Práticas, Hidrogeologia: Modelagem Computacional de Aquíferos, Hidráulica Computacional, Recursos Hídricos do Cariri (Fontes, Água Subterrânea), Uso Conjunto de Recursos Hídricos Superficiais e Subterrâneos;
- **Nome do grupo: Grupo de Pesquisa Gestão Ambiental e Dinâmica Sócio-espacial** / Ano de formação: 2000 / Líder (es) do grupo: Antonio Cezar Leal - cezar@prudente.unesp.br, João Lima Sant'Anna Neto - joalima@prudente.unesp.br / Área predominante: Ciências Humanas; Geografia / Instituição: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP / Linhas de pesquisa: Dinâmica Climática e Gestão do Território, Educação Ambiental e Cidadania, Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, Gestão de Recursos Hídricos, Mobilidade Populacional e Exclusão Social, Poder Local e Agropecuária, Trabalho e Movimentos Sociais;
- **Nome do grupo: Grupo de Recursos Hídricos** / Ano de formação: 1986 / Líder (es) do grupo: Jose Almir Cirilo - almir.cirilo@terra.com.br, Jaime Joaquim da Silva Pereira Cabral - jcabral@ufpe.br / Área predominante: Engenharias; Engenharia Sanitária / Instituição: Universidade Federal de Pernambuco - UFPE / Linhas de pesquisa: Drenagem Urbana, Fluxo e Transporte em Meio Poroso, Geoprocessamento em Recursos Hídricos, Gestão Ambiental de Bacias, Hidrográficas, Modelagem Hidrológica, Mudança Climática, Salinidade da água no solo, Sistemas de informações em Recursos Hídricos;
- **Nome do grupo: Limnologia** / Ano de formação: 1998 / Líder (es) do grupo: José Galizia Tundisi - jgt.iie@iie.com.br, Takako Matsumura Tundisi - tmt.iie@iie.com.br / Área predominante: Ciências Biológicas; Ecologia / Instituição: Instituto Internacional de Ecologia - IIE / Linhas de pesquisa: Bacterioplankton e picofitoplankton, Biodiversidade, Ecologia de reservatórios, Ecologia do fitoplankton, Ecologia do zooplankton, Ecotoxicologia, Eutrofização, Gerenciamento de Bacias Hidrográficas e de Reservatórios, Limnologia de reservatórios, Qualidade de água dos sistemas hídricos urbanos, Seqüestro de carbono, Transferência de conhecimento e inovação;
- **Nome do grupo: Núcleo de Estudos Geoambientais e Recursos Hídricos** / Ano de formação: 1996 / Líder (es) do grupo: Cristina Helena Ribeiro Rocha Augustin - chaugust@igc.ufmg.br / Área predominante: Ciências Exatas e da Terra; Geociências / Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG / Linhas de pesquisa: Avaliação de Recursos Hídricos, Efeitos da topografia nos padrões climáticos regionais, Estudo da Dinâmica das Geocoberturas Superficiais e Subsuperficiais, Estudo de Degradação Ambiental, Evolução de Relevos/Paisagens, Geofísica Aplicada ao Estudo Ambiental;
- **Nome do grupo: Planejamento de Recursos Hídricos** / Ano de formação: 1982 / Líder (es) do grupo: Fazal Hussain Chaudhry - fazal@sc.usp.br, Luisa Fernanda Ribeiro

Reis - fernanda@sc.usp.br / Área predominante: Engenharias; Engenharia Civil / Instituição: Universidade de São Paulo - USP / Linhas de pesquisa: Análise de Sistemas, Aspectos Sociais do Planejamento de Recursos Hídricos, Controle Operacional de Sistemas de Saneamento Básico, Controle de Perdas por Vazamento em Redes de Distribuição de Águas para Abastecimento Urbano, Drenagem Urbana, Hidrologia, Hidráulica, Irrigação e Drenagem, Operação de Sistemas de Reservatórios.

- **Nome do grupo: Planejamento e Gestão de Bacias Urbanas** / Ano de formação: 2002 / Líder (es) do grupo: Mario Thadeu Leme de Barros - mtbarros@usp.br / Área predominante: Engenharias; Engenharia Civil / Instituição: Universidade de São Paulo - USP / Linhas de pesquisa: drenagem urbana, gestão de águas urbanas, hidrologia quantitativa, qualidade da água, sedimentos em áreas urbanas, sistemas de alerta a inundações;
- **Nome do grupo: Planejamento e Otimização de Sistemas de Recursos Hídricos e Meio Ambiente** / Ano de formação: 2000 / Líder (es) do grupo: Wilson Fadlo Curi - wcuri@df.ufpb.br, Rosires Catão Curi - rosires@dec.ufcg.edu.br / Área predominante: Engenharias; Engenharia Sanitária / Instituição: Universidade Federal de Campina Grande - UFCG / Linhas de pesquisa: Dimensionamento Ótimo de Redes Hidráulicas Pressurizadas, Modelagem Determinística ou Estocástica da Qualidade da Água em Rios, Planejamento Integrado de Sistemas de Recursos Hídricos, Planejamento Ótimo da Implantação ou Operação da Agricultura Irrigada, Simulação e Previsão em Tempo Real do Fluxo de Marés em Águas Rasas, Teoria de Sistemas Físicos Aplicada a Sistemas de Recursos Hídricos;
- **Nome do grupo: Recursos Hídricos** / Ano de formação: 1994 / Líder (es) do grupo: Ernani Francisco da Rosa Filho - ernani@ufpr.br, André Virmond Lima Bittencourt - andre@geologia.ufpr.br / Área predominante: Ciências Exatas e da Terra; Geociências / Instituição: Universidade Federal do Paraná - UFPR / Linhas de pesquisa: Avaliação, Zoneamento e Gestão de Bacias Hidrográficas, Geofísica Aplicada à Exploração de Água Subterrânea, Hidroquímica, Monitoramento e conservação de aquíferos, Águas Subterrâneas;
- **Nome do grupo: Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental** / Ano de formação: 1995 / Líder (es) do grupo: Manoel Lucas Filho - lucas@ct.ufrn.br, Arthur Mattos - armattos@ct.ufrn.br / Área predominante: Engenharias; Engenharia Sanitária / Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN / Linhas de pesquisa: Gestão dos Recursos Hídricos, Otimização de sistemas hidráulicos, Produção e transporte de sedimentos, Reutilização de água residuária na agricultura, Tratamento de Esgotos;
- **Nome do grupo: Sistemas de Suporte a Decisão em Recursos Hídricos** / Ano de formação: 1993 / Líder (es) do grupo: Paulo Sergio Franco Barbosa - franco@fec.unicamp.br, Renato Soliani - soliani@fec.unicamp.br / Área predominante: Ciências Agrárias; Engenharia Agrícola / Instituição: Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP / Linhas de pesquisa: Engenharia Hidráulica;
- **Nome do grupo: Sociedade e Recursos Hídricos** / Ano de formação: 1995 / Líder (es) do grupo: Norma Felicidade Lopes da Silva Valencio - normaf@terra.com.br / Área predominante: Ciências Humanas; Sociologia / Instituição: Universidade Federal de São Carlos - UFSCAR / Linhas de pesquisa: Conflitos sociais no acesso e uso da

água, Percepção social da Qualidade, Quantidade e custo da água, Políticas para setor hidroelétrico/pesca continental/direitos humanos/recursos hídricos, hidroenergia.