

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro

**APLICAÇÃO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS EM
GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS**

Sérgio Augusto Barbosa

Orientador: Prof. Dr. Chang Hung Kiang

Dissertação de Mestrado elaborada junto ao Curso de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente - Área de Concentração em Geociências e Meio Ambiente, para obtenção do Título de Mestre em Geociências e Meio Ambiente.

Rio Claro - SP

2007

551.49 Barbosa, Sérgio Augusto
B238a Aplicação de Sistemas de Informações
 Geográficas em Gestão de Recursos Hídricos
 Subterrâneos / Sérgio Augusto Barbosa. – Rio Claro :
 [s.n.], 2008
 68 f. : il., figs., gráfs., tabs., mapas

 Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual
 Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas
 Orientador: Chang Hung Kiang

 1. Águas Subterrâneas. 2. SIG. 3. Sistemas
 Aqüíferos Guarani e Bauru. 4. Pontal do
 Paranapanema. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Chang Hung Kiang - Orientador

Profa. Dra. Mônica Ferreira do Amaral Porto

Prof. Dr. Cláudio Antonio de Mauro

Sérgio Augusto Barbosa

Rio Claro, 04 de dezembro de 2007.

Resultado: Aprovado com distinção e louvor

*Dedico este trabalho,
À Alda, minha esposa e grande amor,
aos meus filhos, Tiago e Gabriel,
aos meus irmãos João, Marina, Benedito,
Francisco e Helena.*

*In memoriam
Aos meus pais, Egídio e Maria Aparecida,
à minha irmã Maria Salete.*

“Ribeirão passa no meio,”

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Dr. Chang Hung Kiang pela orientação, pelo profissionalismo, pelo constante incentivo em todos os momentos dessa jornada, pela amizade e principalmente por ter sido o precursor de todo esse processo.

À Profa. Dra. Maria Rita Caetano Chang, pela leitura dos originais e sugestões.

Aos geólogos e amigos Dr. Flávio de Paula e Silva, Dr. Didier Gastmans, Msc. Fernando Santos Correa e Msc. Eduardo de Mio, pelo convívio, incentivo, discussões e sugestões.

Aos analistas de sistemas e amigos José Mauro Claudino, Alexandre Massaharu Hashimoto, Valdevino Siqueira Campos Neto e Marcelo Ribeiro dos Santos pelo apoio e colaboração no desenvolvimento dos aplicativos.

A todo o pessoal do LEBAC, Andresa, Dagmar, Joseli, Júlio, Juliana, Miguel, Eliana, Márcia, Elias, Marco, Wilhelm, Débora, Bruno, Mauricio, David e especialmente Cristiane Wiechmann.

Ao programa de Pós Graduação por esta oportunidade única.

Aos professores Dr. Silvio Jorge Coelho Simões e Dr. George de Paula Bernardes pelo incentivo.

Aos Diretores da Agência Nacional de Águas - ANA, Dr. José Machado, Dr. Dalvino Troccoli Franca, Dr. Benedito Braga, Dr. Bruno Pagnoccheschi, Dr. Oscar de Moraes Cordeiro Netto pelo apoio.

A todos que contribuíram na elaboração desse trabalho, especialmente Clayton, Alexandre, Sandra e Ângelo.

SUMÁRIO

ÍNDICE	I
ÍNDICE DE FIGURAS	IV
ÍNDICE DE TABELAS	V
ÍNDICE DE SIGLAS	VI
RESUMO.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVO	4
3 ÁREA GEOGRÁFICA DE APLICAÇÃO.....	5
4 ARCABOUÇO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO.....	10
5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
6 MATERIAIS E MÉTODOS	26
7 O SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS APLICADO À GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS.....	46
8 CONCLUSÕES.....	62
9 BIBLIOGRAFIA	64
ANEXO I MODELO DE DADOS DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS APLICADO À GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS	
ANEXO II DICIONÁRIO DE DADOS DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS APLICADO À GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS	
ANEXO III REQUERIMENTO DE OUTORGA DE AUTORIZAÇÃO DE IMPLANTAÇÃO DE EMPREENDIMENTO, COM UTILIZAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS	
ANEXO IV TERMO DE REFERÊNCIA PARA ELABORAÇÃO DO ESTUDO DE VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO – EVI – DE EMPREENDIMENTOS QUE DEMANDAM RECURSOS HÍDRICOS	
ANEXO V REQUERIMENTO DE OUTORGA DE LICENÇA DE EXECUÇÃO DE POÇO TUBULAR PROFUNDO	

ANEXO VI AVALIAÇÃO HIDROGEOLÓGICA PRELIMINAR

ANEXO VII PROJETO DE POÇO TUBULAR PROFUNDO

ANEXO VIII REQUERIMENTO DE OUTORGA DE DIREITO DE USO DE RECURSOS HÍDRICOS

ANEXO IX FICHA DE CADASTRO DE POÇO

ANEXO X TERMOS DE REFERÊNCIA PARA ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DE EFICIÊNCIA – R.A.E – DO USO DE RECURSOS HÍDRICOS

ANEXO XI ESPECIFICAÇÃO DE REQUISITOS DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS APLICADO À GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Contextualização.....	1
1.2	Sistemas de Informações Geográficas (SIG) na gestão de recursos hídricos.....	2
2	OBJETIVO	4
3	ÁREA GEOGRÁFICA DE APLICAÇÃO	5
3.1	Localização	5
3.2	Caracterização da área de trabalho.....	6
3.2.1	Municípios pertencentes à UGRHI	6
3.2.2	Clima	7
3.2.3	Pluviometria	8
3.2.4	Relevo e Hidrografia	8
4	ARCABOUÇO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO	10
4.1	Arcabouço Geológico	10
4.2	Arcabouço Hidrogeológico	13
5	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
5.1	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos	15
5.2	Gestão de recursos hídricos – Legislação Federal	16
5.3	Gestão de recursos hídricos – Resoluções do CNRH	18
5.4	Gestão de recursos hídricos – Legislação do Estado de São Paulo.....	19
5.5	Sistemas de Informações Geográficas	21
5.6	RUP – Rational Unified Process	23
6	MATERIAIS E MÉTODOS	26
6.1	Software Básico SIG – ArcGIS ArcView®.....	26
6.1.1	ArcMap.....	26
6.1.2	ArcCatalog	27
6.1.3	ArcToolbox.....	28

6.2	O Modelo de Dados Geodatabase	28
6.3	Base de dados	30
6.4	Modelagem do banco de dados.....	31
6.5	Modelo de dados	34
6.6	Dicionário de dados	34
6.7	Criando o banco de dados	34
6.8	Carga dos dados	34
6.9	Unidades Hidroestratigráficas	38
6.9.1	Parâmetros Hidrodinâmicos e Geométricos	38
6.9.1.1	Topo da unidade	38
6.9.1.2	Base da unidade	38
6.9.1.3	Superfície potenciométrica.....	38
6.9.1.4	Espessura da unidade.....	39
6.9.1.5	Espessura saturada	39
6.9.1.6	% Espessura saturada	39
6.9.1.7	Carga Piezométrica.....	40
6.9.1.8	%Carga Piezométrica.....	40
6.9.1.9	Condutividade Hidráulica	40
6.9.1.10	Coefficiente de armazenamento	40
6.9.1.11	Porosidade Efetiva	40
6.9.1.12	Tempo	41
6.9.1.13	Transmissividade	41
6.9.1.14	Rebaixamento	41
6.9.1.15	Espessura Saturada no Tempo t	42
6.9.1.16	Reserva Reguladora	42
6.9.2	Cálculos Hidrodinâmicos	43
6.9.3	Cálculo do Raio de Interferência.....	43
6.9.3.1	Sistema Aqüífero Guarani.....	43
6.9.3.2	Sistema Aqüífero Bauru	43

6.9.4	Cálculo da Vazão Explorável.....	44
6.9.4.1	Sistema Aquífero Guarani.....	44
6.9.4.2	Sistema Aquífero Bauru.....	45
7	O SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS APLICADO À GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS.....	46
7.1	Fluxo de processo de Outorga no estado de São Paulo.....	46
7.2	Funcionalidades do Sistema de Informações.....	48
7.3	Exemplo de aplicação do sistema.....	59
8	CONCLUSÕES.....	62
9	BIBLIOGRAFIA.....	64
9.1	Referências.....	64
9.2	Documentos Legais.....	67
9.3	Referências Consultadas.....	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI	5
Figura 2 - Localização da Área de Estudos.....	6
Figura 3 – Municípios que integram a UGRHI 22.....	7
Figura 4 - Divisão Climática da UGRHI 22	7
Figura 5 - Chuva média plurianual (período 1914-1970).....	8
Figura 6 - Relevo.....	9
Figura 7 - Coluna estratigráfica do intervalo mesozóico da Bacia do Paraná, na UGRHI 22.....	11
Figura 8 - Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGREH	15
Figura 9 - Arquitetura do Processo RUP	24
Figura 10 - Estrutura Estática do RUP	24
Figura 11 - ArcGIS ArcMap	27
Figura 12 - ArcGIS ArcCatalog.....	27
Figura 13 - ArcGIS ArcToolbox	28
Figura 14 – Localização do banco e seleção do tema para carga	35
Figura 15 – Seleção das opções de carga	36
Figura 16 – Seleção do arquivo fonte para carga.....	36
Figura 17 – Tela em que se relacionam os campos do arquivo fonte com os atributos da tabela.....	37
Figura 18 – Esquema de níveis potenciométricos – Sistemas Aqüíferos Bauru e Guarani	39
Figura 19 – Fluxo de processo de outorga – DAEE	47
Figura 20 – Barra de ferramentas do sistema de informações.....	48
Figura 21 – Interface de Análises de Consistências.....	49
Figura 22 – Interface Informar Coordenadas.....	49
Figura 23 – Interface Análises de Consistências – Analisar Hidroestratigrafia	50
Figura 24 – Interface Análises de Consistências – Analisar Vazão Explorada	51
Figura 25 – Interface Consultar Poços	52
Figura 26 – Interface Cadastrar Poço – Localização.....	53
Figura 27 – Interface Teste Bombeamento	54
Figura 28 – Interfaces Cadastrar Teste Bombeamento.....	54

Figura 29 – Interface Condições de Exploração e Funcionamento	55
Figura 30 – Interface Calcular Raio Interferência	56
Figura 31 – Interface Calcular Vazão Explorável	57
Figura 32 – Interface Analisar Raio Interferência	58
Figura 33 – Interface Informar Coordenadas.....	59
Figura 34 – Interface Análises de Consistências – Validar Localização.....	59
Figura 35 – Interface Análises de Consistências – Analisar Hidroestratigrafia	60
Figura 36 – Interface Análises de Consistências – Analisar Vazão Explorada	61
Figura 37 – Interface Calcular Raio de Interferência	61
Figura 38 – Interface Calcular Vazão Explorável	62

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Atribuições das entidades que compõem o SINGREH	16
Tabela 2 - Legislação do estado de São Paulo	19
Tabela 3 - Tabela de sufixos aplicados na modelagem de dados.....	32

ÍNDICE DE SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
CASE	Computer Aided Software Engineering
CBERS	China-Brazil Earth Resources Satellite (Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres)
CERH	Conselho Estadual de Recursos Hídricos
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CTAS	Câmara Técnica de Águas Subterrâneas
DAEE	Departamento de Águas e Energia Elétrica da Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento do Estado de São Paulo
ESRI	Environmental Systems Research Institute
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
MDE	Modelo Digital de Elevação
OMG	Object Management Group
PEC	Projeto de Emenda à Constituição
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
RUP	Rational Unified Process
SGBD	Sistema Gerenciador de Banco de Dados
SIG	Sistemas de Informações Geográficas
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SIRH-PE	Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos de Pernambuco
SNIRH	Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos
SRHU/MMA	Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano do Ministério do Meio Ambiente
SRTM	Shuttle Radar Topographic Mission
SSD	Sistema de Suporte à Decisão
UGRHI	Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo
UML	Unified Modeling Language
XMI	XML Metadata Interchange
XML	EXtensible Markup Language

RESUMO

Sistemas de informações geográficas permitem a visualização, manipulação e análise de dados espaciais, que podem incorporar diversos modelos hidrológicos. Esta dissertação apresenta a aplicação de Sistemas de Informações Geográficas em Gestão de Recursos Hídricos Subterrâneos, desenvolvendo funcionalidades de análises que possibilitam consistir as coordenadas de implantação de um poço contra temas da base cartográfica da aplicação; consistir a profundidade projetada para o poço contra as espessuras das unidades hidroestratigráficas; analisar dentro de um raio de proximidade do poço projetado a existência de outros poços e as vazões outorgadas; calcular o raio de interferência do poço; calcular a vazão explorável em função do tempo de bombeamento; analisar espacialmente a sobreposição dos raios de interferências entre poços e cadastrar as análises efetuadas. Foi utilizado o *software ArcGIS* como plataforma de SIG. O banco de dados foi implementado em formato *Personal Geodatabase*. A documentação de desenvolvimento de *software* utilizada seguiu os padrões estabelecidos pelo *RUP – Rational Unified Process*. O sistema foi aplicado e testado na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Pontal do Paranapanema (UGHRI-22), no estado de São Paulo, tendo sido incorporadas as unidades hidroestratigráficas dos sistemas aquíferos Bauru e Guarani.

Palavras Chave: Águas Subterrâneas, Gestão de Recursos Hídricos Subterrâneos, Sistemas de Informações Geográficas, Sistemas Aquíferos Bauru e Guarani, Pontal do Paranapanema.

ABSTRACT

The geographic information systems (GIS) are capable of visualization, manipulation and analysis of georeferenced data, providing interface capability with different hydrological models. This dissertation focus on the application of geographic information systems in the context of groundwater management, providing functionalities of analysis which allow to link and check the coordinates and the depths of a projected water well to the various thematic database. It analyzes within a range of the radius of influence of the projected well the number and total discharge of the existing wells. Furthermore, it calculates the interference radius of the well and the maximum rate of production as function of pumping time. It analyzes the overlapping of wells and records the results of the analysis. The dissertation uses the ArcGIS software system as working platform for GIS. The database was implemented in the Personal Geodatabase format. The documentation of software development followed the protocols established by RUP – Rational Unified Process. The system was applied and tested in the Water Resource Management Unit of Pontal do Paranapanema (UGHRI-22), in the state of Sao Paulo, incorporating hydrostratigraphical units of the Bauru and Guarani aquifer systems.

Key Words: Groundwater, Groundwater Resource Management, Geographic Information Systems, Bauru and Guarani Aquifer Systems, Pontal do Paranapanema.

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O desenvolvimento do país acelera o crescimento urbano, industrial e agrícola, tornando mais intenso o uso dos recursos hídricos e os potenciais conflitos gerados pelo binômio disponibilidade-demanda, além dos preocupantes avanços da degradação ambiental gerada pelas atividades antrópicas.

O intenso uso e a escassez de água superficial em quantidade e qualidade em muitas regiões brasileiras, não apenas as caracterizadas como semi-áridas ou áridas, tem provocado aumento considerável no uso dos recursos hídricos subterrâneos (CIRILO *et al.*, 2000).

Essa crescente demanda gera a necessidade de uma gestão mais eficiente do uso dos recursos hídricos subterrâneos e um melhor conhecimento das unidades hidroestratigráficas e de sua exploração atual. Esse aprimoramento do conhecimento somente será possível por meio de pesquisas científicas.

Uma gestão mais eficiente do uso dos recursos hídricos subterrâneos ocorrerá quando as informações existentes e as produzidas nos estudos científicos estiverem organizadas e disponíveis aos gestores para tomada de decisão. Esse objetivo será alcançado com o uso de sistemas de informações.

A Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei das Águas (Lei Federal 9.433/97), estabelece como um de seus instrumentos o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (Capítulo IV, Art. 5º, Inciso VI).

A gestão de recursos hídricos subterrâneos, embasado no conhecimento científico sobre as unidades hidroestratigráficas, necessita trabalhar com informações espaciais como limites municipais, estaduais e federais, rede hidrográfica, mapeamentos das unidades hidroestratigráficas, modelos digitais de terrenos, modelos hidrológicos, imagens de satélites, entre outras.

Os sistemas de informações geográficas (SIG) possuem a capacidade de visualização, manipulação e análise de dados espaciais, além da possibilidade de se conectar a esses sistemas diversos modelos hidrológicos (KOKA, 2004).

Essas razões foram consideradas na elaboração da proposta dessa dissertação, que objetiva organizar as informações existentes em um repositório de dados e

prover o gestor de ferramentas computacionais ágeis e de fácil manipulação, auxiliando-o na tomada de decisão de um processo de outorga.

Também foram consideradas, essas razões, na definição do uso de uma plataforma de sistema de informação geográfica (SIG) para suportar as ferramentas de análises e consultas espaciais propostas nesta dissertação.

1.2 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG) NA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

Um sistema de informação geográfica (SIG) é um conjunto de *softwares*, métodos e dados integrados, que possibilita o desenvolvimento de uma aplicação capaz de coletar, armazenar e processar dados georreferenciados.

A utilização de sistemas de informações geográficas tomou uma proporção muito grande nas duas últimas décadas, sendo possível hoje melhorar o gerenciamento de informações e evoluir nos processos de tomada de decisão nas áreas de transporte, proteção ambiental e planejamento municipal, estadual e federal (SILVA, 2004).

O uso de sistemas de informações geográficas na gestão de recursos hídricos ocorreu por força da necessidade de dinamizar o processo de gestão. Dois termos de uma equação a ser resolvida surgiram: a crescente complexidade 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). A junção desses termos leva aos sistemas de informações sobre recursos hídricos (CIRILO *et al.*, 2000).

A primeira experiência nesse tipo de processo, em nível de órgão gestor no Brasil, foi conduzida pela Secretaria da Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente do Estado de Pernambuco, então gestora dos recursos hídricos nesse estado.

O Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos do estado de Pernambuco (SIRH-PE) foi resultado de pesquisas da Universidade Federal de Pernambuco (Grupo de Recursos Hídricos do Departamento de Engenharia Civil), que desenvolvia o embrião desse sistema desde o início dos anos 90, agregando modelos em Sistemas de Suporte à Decisão (SSD), que genericamente compreendem uma abordagem de auxílio à tomada de decisões, baseada na intensa utilização de base de dados e modelos matemáticos, bem como na facilitação do diálogo entre o usuário e o computador (PORTO e AZEVEDO, 1997).

O processo de tomada de decisões é dividido em três fases: inteligência, projeto e escolha, auxiliados pelos três componentes do SSD: informações (base de dados), concepção intelectual do sistema (modelos) e interface de diálogo (FONTANE, 1995).

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 ao setor a partir do desenvolvimento da primeira versão do sistema, em 1995.

A utilização de SIG's em Recursos Hídricos ocorre principalmente na gestão das águas superficiais, tratando das informações da rede hidrográfica e sua topologia, das bacias hidrográficas como unidade de planejamento, dos usuários dos recursos hídricos, das redes de monitoramento das águas superficiais etc. Um exemplo bem recente é o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), previsto na Lei 9433/97 como um dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, que deve ser implementada pelo Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos – SINGREH. Esse sistema está sendo desenvolvido pela Agência Nacional de Águas (ANA), e as informações já disponíveis podem ser acessadas pela *internet*, no *link* <http://snirh.ana.gov.br>.

2 OBJETIVO

O objetivo principal desse estudo é o desenvolvimento de um Sistema de Informações Geográficas aplicado à gestão de Recursos Hídricos Subterrâneos, mais especificamente às análises técnicas quantitativas necessárias para a concessão de outorga de direito de usos de recursos hídricos subterrâneos. Essa dissertação apresenta uma proposta de estruturação do módulo de suporte à decisão, contemplando:

- i) subsistema para analisar e consistir a localização geográfica do pedido de construção de um poço, das informações cadastrais das unidades hidroestratigráficas, analisar a vazão de exploração do pedido de outorga comparando-a com os usos efetivos de toda a unidade hidroestratigráfica e também dentro de um raio de análise definido pelo gestor;
- ii) subsistema para calcular o raio de interferência de um poço;
- iii) subsistema para calcular a vazão explorável em um poço;
- iv) subsistema para a análise geográfica do raio de interferência dos poços de uma unidade hidroestratigráfica;
- v) subsistema para cadastrar um poço, integrando as funcionalidades de cadastro ao *software* básico de SIG;
- vi) subsistema para consultar o cadastro de poços;
- vii) modelagem e carga de um banco de dados geográficos;
- viii) produção da documentação do sistema proposto.

3 ÁREA GEOGRÁFICA DE APLICAÇÃO

Para desenvolvimento das funcionalidades propostas no Sistema de Informações Geográficas aplicado à Gestão de Recursos Hídricos Subterrâneos, objeto desta dissertação, foi escolhida a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Pontal do Paranapanema (UGRHI 22), no Estado de São Paulo.

A base territorial para o planejamento e a gestão dos recursos hídricos no estado de São Paulo é a bacia hidrográfica. O território paulista está dividido em 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHIs (Figura 1).

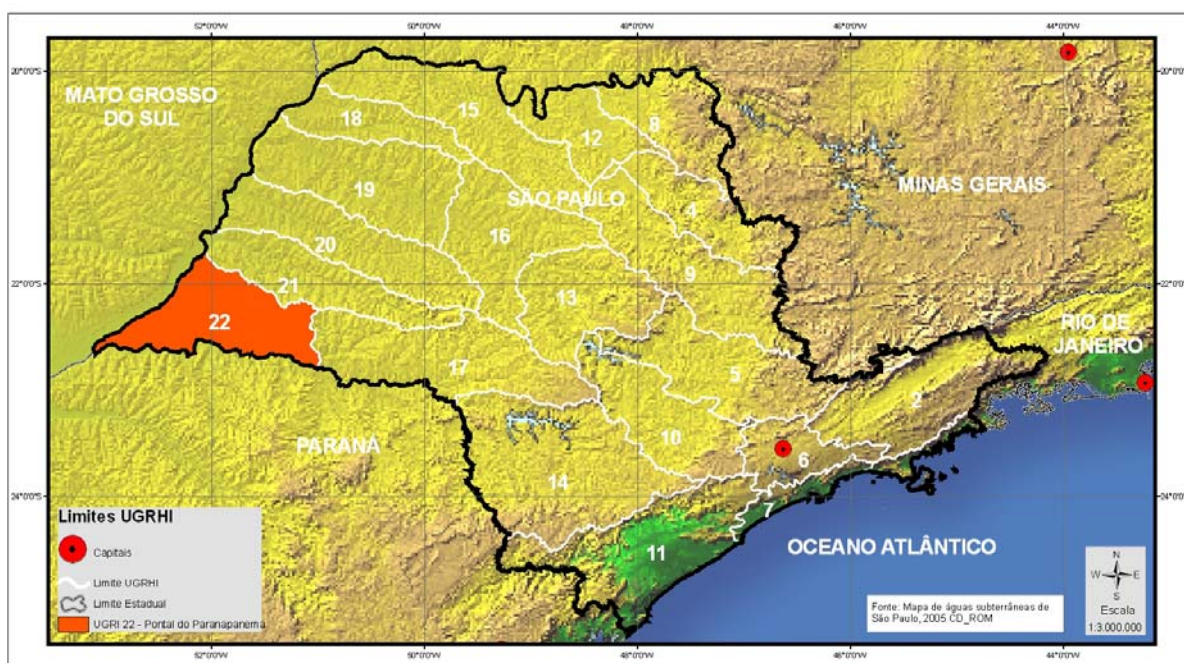


Figura 1 - Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI

3.1 LOCALIZAÇÃO

A UGRHI 22 – Pontal do Paranapanema localiza-se no oeste do estado de São Paulo, entre os paralelos 21°30' e 23°00'S e os meridianos 50°30' e 53°30'W, tendo aproximadamente 12.477 km² de área. Está localizada na divisa do estado de São Paulo com os estados do Paraná e Mato Grosso do Sul. Seus principais limites hidrográficos são os rios Paranapanema e Paraná (Figura 2).

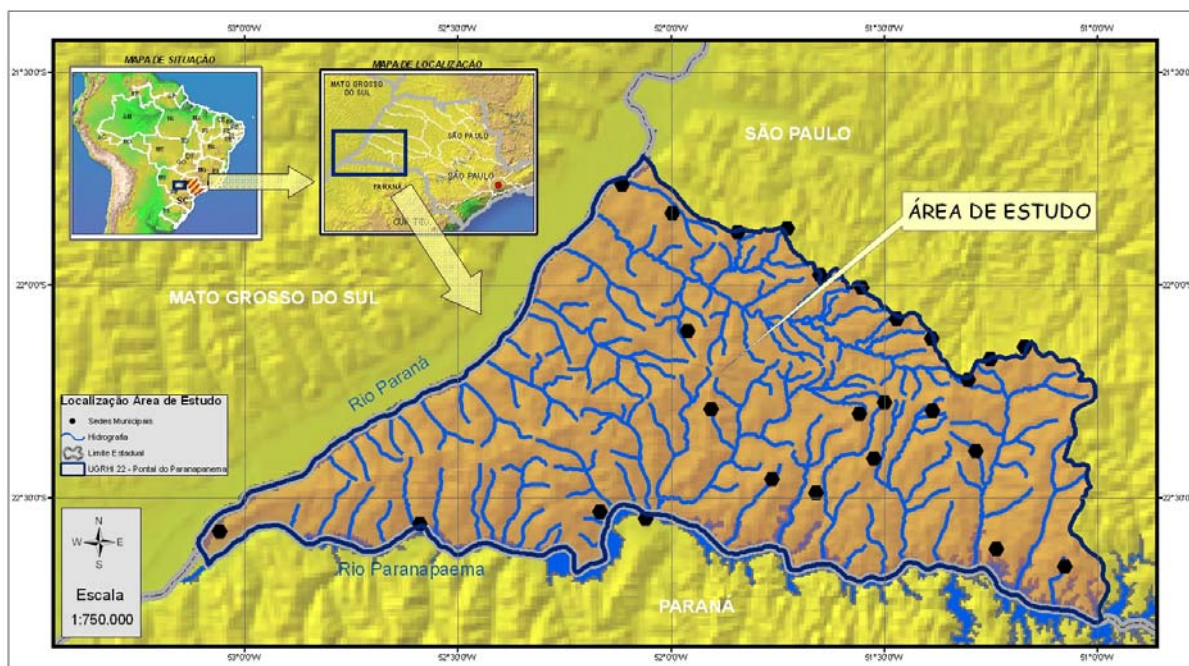


Figura 2 - Localização da Área de Estudos

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE TRABALHO

3.2.1 Municípios pertencentes à UGRHI

Todos os 25 municípios que integram a UGRHI 22 – Pontal do Paranapanema pertencem à região administrativa de Presidente Prudente. São eles: 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 e Teodoro Sampaio (Figura 3).

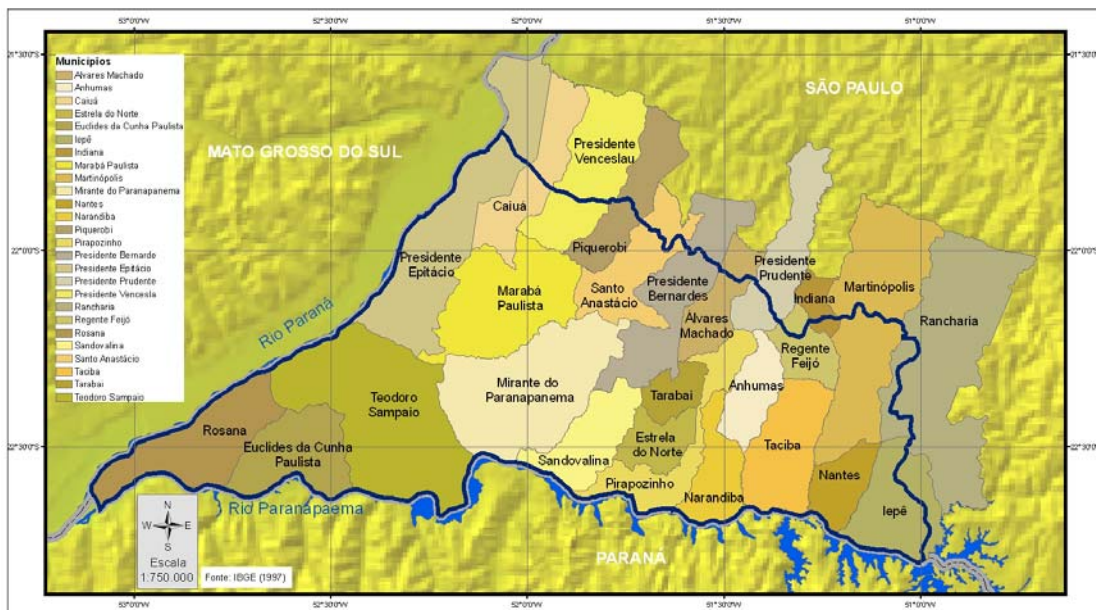


Figura 3 – Municípios que integram a UGRHI 22

3.2.2 Clima

Segundo Rocha *et al.* (2005), o zoneamento climatológico do estado de São Paulo foi realizado por Setzer, em 1966, adotando o sistema internacional de W. Köppen.

Na UGRHI 22 – Pontal do Paranapanema predomina o clima quente com inverno seco, ocorrendo também o tropical com inverno seco e o quente úmido, sem estação seca (Figura 4).

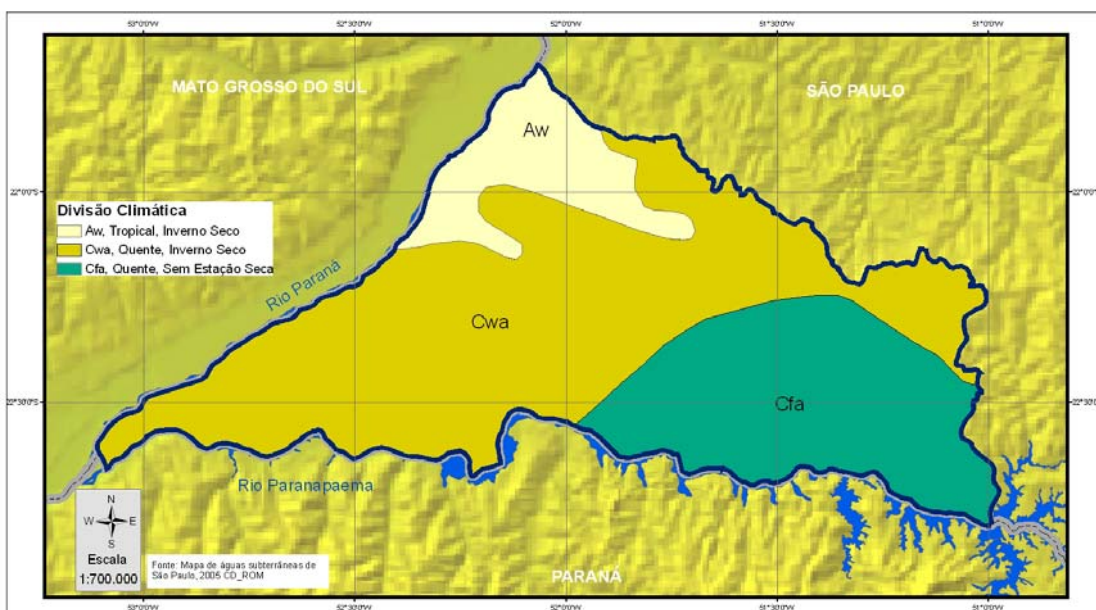


Figura 4 - Divisão Climática da UGRHI 22

3.2.3 Pluviometria

As chuvas são naturalmente abundantes no estado de São Paulo, com índices anuais médios entre 1100 e 2000 mm (ROCHA *et al.*, 2005).

Na UGRHI 22 – Pontal do Paranapanema os índices pluviométricos predominantes situam-se entre 1200 e 1300 mm, ocorrendo também áreas com índices entre 1100 e 1200 mm, e entre 1300 e 1400 mm(Figura 5).

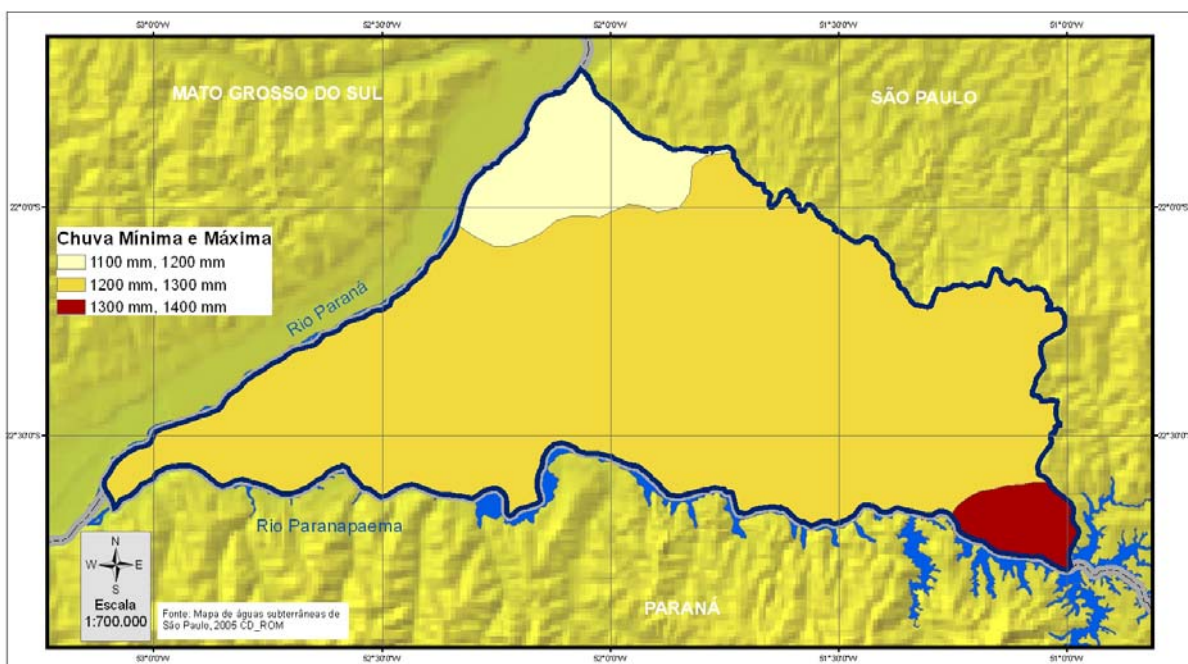


Figura 5 - Chuva média pluri-anual (período 1914-1970)

3.2.4 Relevo e Hidrografia

Segundo Rocha *et al.* (2005), “A modelagem do relevo do território paulista foi fortemente influenciada pela geologia e pelo clima. As províncias fisiográficas maiores foram delineadas por Monbeig (1949), Ab’Saber (1956) e Almeida (1964): a Planície Costeira, o Planalto Atlântico, a Depressão Periférica, as Cuestas Basálticas e o Planalto Ocidental. Posteriormente, o IPT (1981b) elaborou o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo, no qual delimita zonas e sub-zonas geomorfológicas em cada uma das cinco províncias, com base em sistemas de relevo”.

A área de estudo localiza-se na porção oeste do estado de São Paulo, na província fisiográfica do Planalto Ocidental, que ocupa quase metade do território paulista (Figura 6).

A província do Planalto Ocidental possui um relevo ondulado, com predomínio de colinas e morrotes, esculpidos nos arenitos do Grupo Bauru. Destacam-se na paisagem os planaltos de Marília - Garça - Echaporã, de Monte Alto e de Catanduva, com desníveis de 150 m em relação às altitudes médias de 500 m dos relevos vizinhos. No conjunto, o Planalto Ocidental é uma extensa plataforma com caimento topográfico suave até a calha do rio Paraná, onde as altitudes estão na faixa de 250 a 300 m (ROCHA *et al.*,2005).

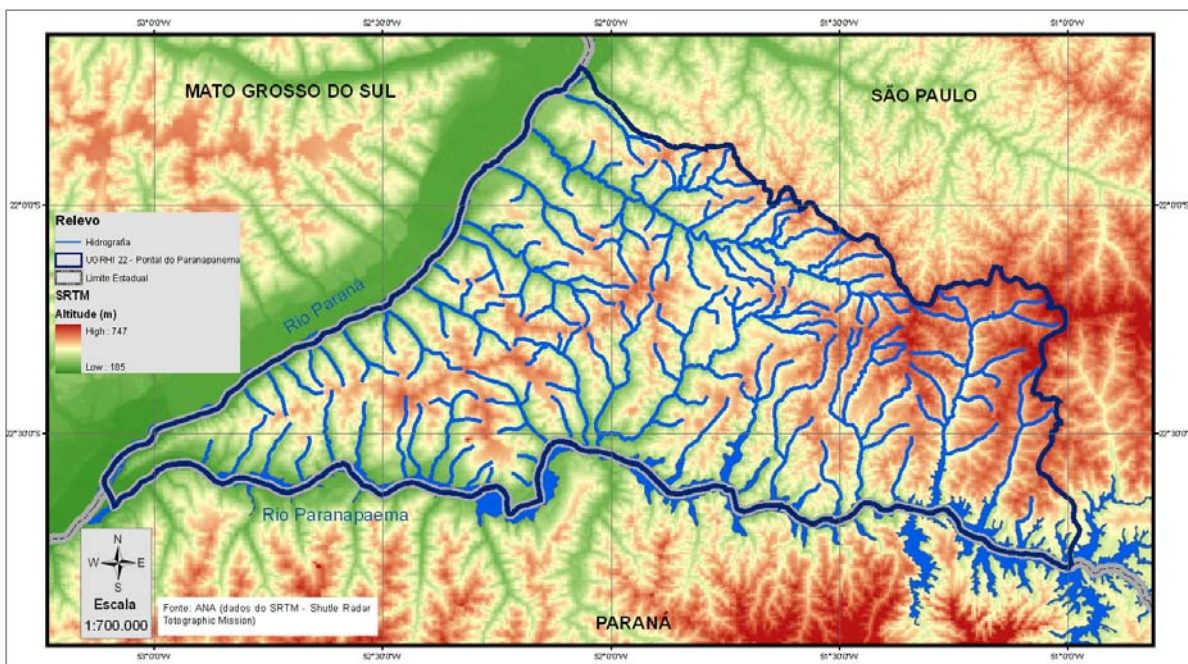


Figura 6 - Relevo

4 ARCABOUÇO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO

4.1 ARCABOUÇO GEOLÓGICO

A Bacia do Paraná é uma unidade geotectônica estabelecida inteiramente sobre a crosta continental da Plataforma Sul-Americana, e preenchida por rochas sedimentares e vulcânicas, cujas idades variam do Ordoviciano ao Cretáceo (ZALÁN *et al.*, 1987). Sua principal área de ocorrência concentra-se em território brasileiro, onde alcança 1.100.000 km², distribuídos pelos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul; o restante de sua área distribui-se por países vizinhos, como Argentina, Paraguai e Uruguai, alcançando cerca de 300.000 km². Sua cobertura rochosa ultrapassa 6.000 metros de espessura, conforme atestado pela perfuração de poços para prospecção petrolífera.

Para Zalán *et al.* (1990), o empilhamento estratigráfico da Bacia do Paraná representa a superposição de sucessões depositadas em, no mínimo, três ambientes tectônicos diferentes, originados pela dinâmica de placas associada à evolução do Gondwana, razão pela qual os limites da bacia variaram muito no tempo.

Segundo Milani (1997), o pacote magmático-sedimentar da Bacia do Paraná pode ser arranjado em seis grandes seqüências limitadas por discordâncias regionais: Ordovício-Siluriana, Devoniana, Carbonífera-Eotriássica, Neotriássica, Jurássica-Eocretácea e Neocretácea. As três primeiras correspondem a ciclos de sedimentação transgressivos-regressivos de 2^a ordem; as demais são constituídas por sedimentos continentais e, no caso da seqüência jurássica-eocretácea, também pelos basaltos da Formação Serra Geral.

Do ponto de vista do potencial hídrico subterrâneo da Bacia do Paraná, as unidades geológicas mais importantes são aquelas reunidas nas seqüências mesozóicas. Em São Paulo, as rochas mesozóicas da Bacia do Paraná estão distribuídas em área de 165.000 km², equivalente a 66% do estado, e reunidas nos grupos São Bento, em posição estratigráfica inferior, e Bauru, superior. A Figura 7 representa a coluna estratigráfica do intervalo mesozóico da UGHRI 22.

O Grupo Bauru, com área de ocorrência estimada em 117.000 km², é constituído pelas formações Caiuá, Pirapozinho, Santo Anastácio, Birigüi, Araçatuba,

Adamantina e Marília (PAULA e SILVA, 2003). Esta unidade aflora em aproximadamente 47% do território paulista e tem como substrato os basaltos da Formação Serra Geral, sobre os quais se assenta discordantemente; este substrato exerceu forte controle na localização e migração dos depocentros associados à acumulação dos sedimentos Bauru (PAULA e SILVA, 2003). Litologicamente, esta sucessão é caracterizada por arenitos, arenitos argilosos, carbonatados ou não, siltitos, lamitos e argilitos, apresentando localmente conglomerados e camadas calcárias (DAEE, 1976). Com exceção da Formação Marília, todas as demais unidades do Grupo Bauru estão representadas nos domínios da UGRHI 22, onde alcançam espessura global máxima de 270 metros.

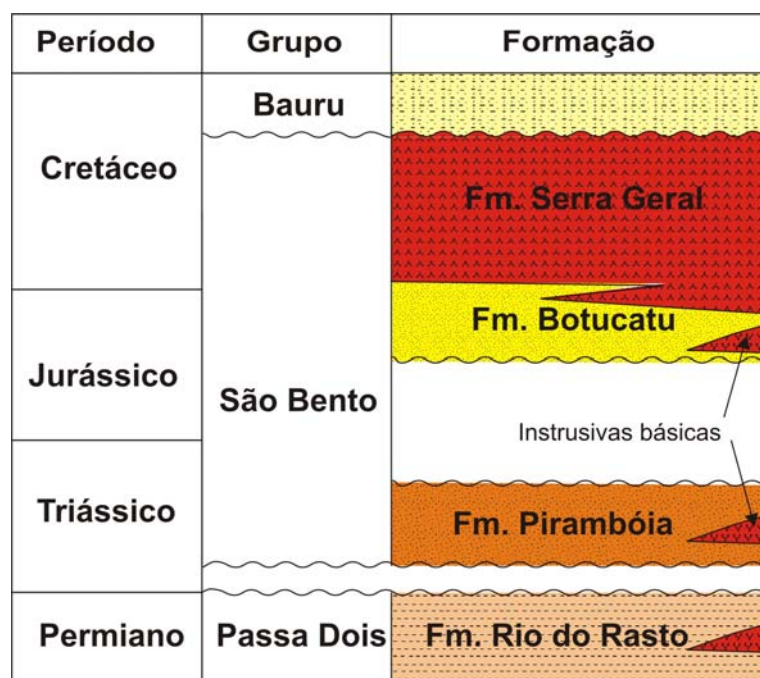


Figura 7 - Coluna estratigráfica do intervalo mesozóico da Bacia do Paraná, na UGRHI 22.

O Grupo São Bento reúne as formações Serra Geral, Botucatu e Pirambóia.

A Formação Serra Geral, constituída por termos petrológicos dominados por basaltos toleíticos e andesitos basálticos, com subordinadas quantidades de riolitos e riodacitos (PEATE *et al.*, 1992, *apud* MILANI, 1997), aflora em faixa de 32.000 km², estando no restante da área de ocorrência coberta pelos sedimentos do Grupo Bauru. Esta unidade é composta por espessa cobertura de lavas que chega próximo de 2.000 metros, intrincada rede de diques que cortam toda a coluna sedimentar da

bacia e múltiplos níveis de soleiras (MILANI, 1997). Seu contato inferior é feito com a Formação Botucatu, com a qual pode se interdigitar. Segundo Soares (1975), complicações operacionais estão presentes na determinação desse contato em diversas partes da bacia, em razão da dificuldade de se identificar se os magmatitos aos quais se intercalam corpos arenosos são extrusivos ou intrusivos. Em subsuperfície, a Formação Serra Geral pode estar ausente, por erosão ou não deposição. Na área da UGRHI 22, esta unidade aflora em pontos localizados próximos de talvegues de drenagens principais e alcança espessura máxima da ordem de 1.600 metros.

As formações Botucatu e Pirambóia, juntas, ocupam área de 60% do Estado de São Paulo; afloram segundo faixa central, estreita e alongada na direção NE-SW, mergulhando em direção a oeste por sob os derrames da Formação Serra Geral, onde são encontradas a mais de 1.800 metros de profundidade, como nas proximidades do Rio Paraná. A área de afloramentos desta sucessão perfaz aproximadamente 16.000 km², enquanto sua área encoberta atinge cerca de 106.000 km², ou seja, encontra-se confinada pelos magmatitos em 90% de sua extensão (DAEE, 1990). Em conjunto, as formações Botucatu e Pirambóia alcançam espessura máxima da ordem de 300 metros na UGRHI 22.

A Formação Botucatu foi definida formalmente por Soares (1973,1975), sendo constituída predominantemente por arenitos finos a médios, com estratificações cruzadas de grande e médio portes, depositados por processos eólicos em ambiente desértico. Na unidade predominam fácies de *foresets* de dunas eólicas, de interdunas secas e de lençóis de areia (CAETANO-CHANG, 1997).

A espessura dessa unidade, segundo Soares (1975), é bastante variável, porém inferior a 150 metros.

O contato basal com a Formação Pirambóia representa uma discordância regional, para grande parte dos autores (ZALÁN *et al.*, 1987; MILANI *et al.*, 1994; MILANI, 1997; CAETANO-CHANG, 1997)

A Formação Pirambóia foi formalmente definida por Soares (1973,1975), que atribuiu à unidade deposição em ambiente fluvial meandrante psamítico. A Formação Pirambóia teve sua gênese revista por Caetano-Chang (1997), que demonstrou a predominância da deposição eólica sobre a deposição fluvial. De constituição essencialmente arenosa, a formação foi depositada em ambiente desértico, onde se intercalam fácies de dunas com *foresets* de pequeno a grande

portes, em arenitos geralmente finos, regular a bem selecionados; fácies de interdunas úmidas, predominantes, compostas por arenitos siltsos; fácies de interdunas secas e lençóis de areia, mais freqüentes nas porções média e superior da unidade; fácies de interdunas aquáticas, em geral compostas por lamitos arenosos, mais freqüentes na porção inferior da formação, onde se associam a fácies fluviais de rios temporários.

Caetano-Chang (1997) e Caetano-Chang e Wu (1993, 2006) descreveram arenitos conglomeráticos e conglomerados de sistema fluvial entrelaçado, intercalados a arenitos finos a grossos, eólicos, compondo uma sucessão que atinge cerca de 45 metros de espessura, pertencente à porção superior da Formação Pirambóia, no centro-leste paulista. Esta fácies foi denominada Arenitos Itirapina por Caetano-Chang e Wu (2006).

Para Schneider (1974), a Formação Pirambóia apresenta espessura máxima, em superfície, de 270 metros na região de Anhembi (SP) e São Pedro (SP), e de 350 metros, em subsuperfície, no poço TQ-1-MT (MT).

No estado de São Paulo, a Formação Pirambóia assenta-se em contato discordante erosivo sobre formações permianas da Bacia do Paraná (Teresina, Corumbataí e Rio do Rasto), conforme aceito pela maioria dos pesquisadores (SOARES, 1973, 1975, 1981; ZALÁN *et al.*, 1987; MILANI *et al.*, 1994; CAETANO-CHANG, 1997).

4.2 ARCABOUÇO HIDROGEOLÓGICO

Os sistemas aquíferos principais localizados em domínios da UGRHI 22 são os reservatórios subterrâneos de idade mesozóica, representados pelos sistemas aquíferos Guarani, Serra Geral e Bauru.

O Sistema Aquífero Serra Geral, formado predominantemente por rochas cristalinas básicas extrusivas e definido como de natureza fissural, de porosidade secundária por fraturas e caráter descontínuo e heterogêneo. Devido à grande variabilidade espacial de suas propriedades hidráulicas, esse sistema é aqui considerado um aquífero.

O Sistema Aquífero Bauru aflora amplamente na área UGRHI 22, onde apresenta espessura saturada da ordem de 150 metros. Trabalho desenvolvido nesta UGRHI por Paula e Silva *et al.* (2005) identificou os aquíferos Adamantina, Santo Anastácio e Caiuá, e os aquíferos Araçatuba e Pirapozinho, neste sistema. O

Sistema Aqüífero Bauru é considerado uma unidade hidrogeológica de extensão regional, contínua, livre a semiconfinada, de produtividade extremamente variável em virtude da diversidade litofaciológica (DAEE, 1976; 1979). Dados de transmissividade apontaram valores acima de 100 m²/dia para a região de ocorrência da Formação Caiuá, e entre 1 e 20 m²/dia para o restante do Grupo Bauru (IRITANI *et al.*, 2000). A condutividade hidráulica deste sistema varia de 0,002 a 3,66 m/d, enquanto a porosidade efetiva situa-se entre 5% e 15 %, sendo que os maiores valores referem-se aos aqüíferos Caiuá e Santo Anastácio (ROCHA *et al.*, 2005).

De acordo com zoneamento do potencial exploratório a partir da espessura do aqüífero e de suas características litológicas, a área mais extensa de ocorrência da unidade Bauru, onde predominam sedimentos das formações Marília e Adamantina, mostra vazões variando de 3 a 20 m³/h (DAEE, 1990). Em áreas mais restritas, onde predominam os sedimentos da Formação Santo Anastácio, as vazões atingem valores mais significativos, variando de 20 a 50 m³/h, enquanto na área de ocorrência da Formação Caiuá as vazões dos poços variam entre 20 a 200 m³/h (DAEE, 1990). Rebouças (1988) registrou que vazões específicas deste sistema situam-se entre 0,03 e 3 m³/h/m.

O Sistema Aqüífero Guarani, denominação dada ao reservatório de água subterrânea materializado pelos sedimentos das formações Pirambóia e Botucatu, ocorre na UGRHI 22 somente em subsuperfície, capeado por cerca de 1800 metros de lavas vulcânicas e sedimentos do Grupo Bauru. De porosidade granular, relativamente homogêneo e contínuo, este sistema apresenta-se confinado regionalmente. Sua espessura varia de 200 a 300 metros com base em registros de poços perfurados para pesquisa petrolífera. A superfície do topo do Sistema Aqüífero Guarani mergulha para sudoeste, em cotas que variam de -700 a -1300 metros na UGRHI 22. A superfície potenciométrica atinge cotas próximas de 400 metros e o traçado das equipotenciais indica fluxo regional de leste para sudoeste (ROCHA *et al.*, 2005). O gradiente hidráulico médio na porção confinada é de 0,1%.

A condutividade hidráulica do Sistema Aqüífero Guarani foi calculada em 2,6 m/d e o coeficiente de armazenamento foi estimado em 10⁻³ e 10⁻⁴ para a porção confinada (DAEE, 1974). Com base em sua espessura e características hidráulicas, a transmissividade do aqüífero foi calculada em cerca de 1200 m²/d.

5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

5.1 SISTEMA NACIONAL DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS

As organizações que compõem o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) e suas inter-relações, conforme esquematizado na Figura 8, são os principais atores da negociação, envolvendo os usuários de água superficial e subterrânea. A Tabela 1 traz sucinta descrição das atribuições desses atores.

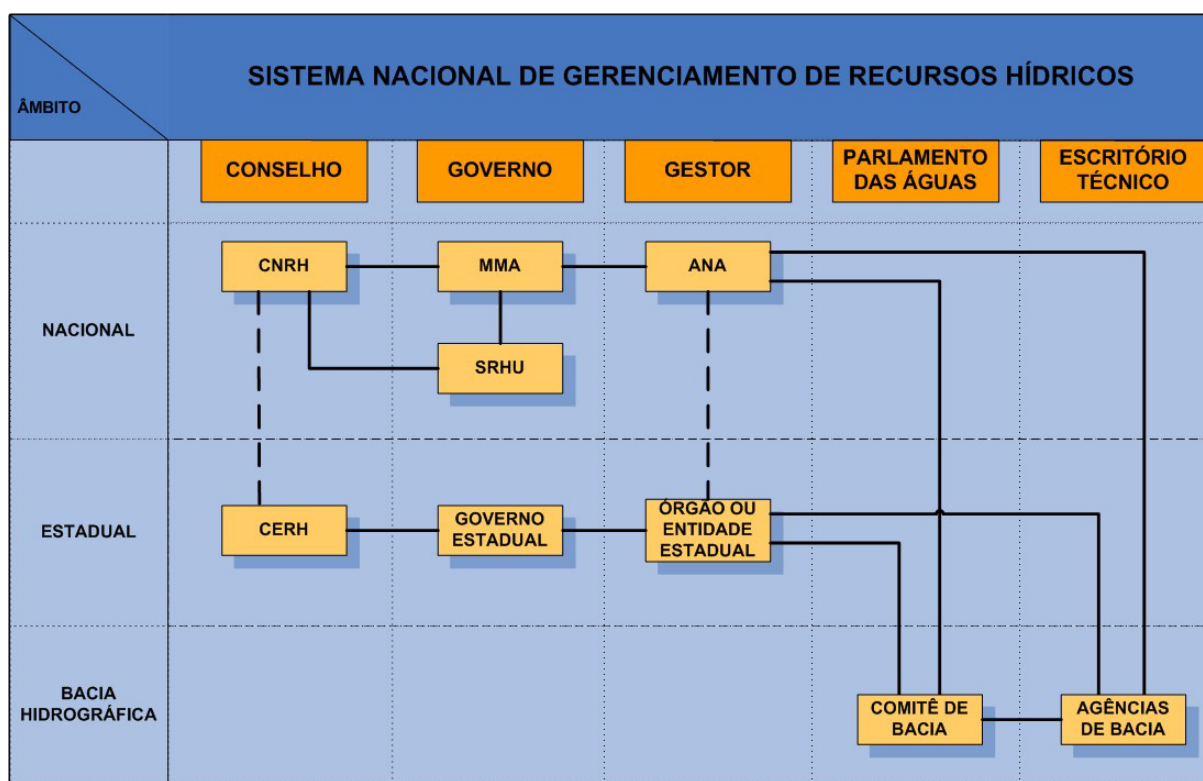


Figura 8 - Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGREH

Tabela 1 - Atribuições das entidades que compõem o SINGREH

Entidade	Atribuições Principais
CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos	Subsidiar a formulação da Política Nacional de Recursos Hídricos e dirimir conflitos. Possui caráter consultivo e deliberativo
SRHU/MMA – Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano do Ministério do Meio Ambiente	Formular a Política Nacional de Recursos Hídricos e subsidiar a formulação do Orçamento do União
ANA – Agência Nacional de Águas	Implementar o Sistema Nacional de Recursos Hídricos, outorgar e fiscalizar o uso de recursos hídricos de domínio da União
CERH – Conselhos Estaduais	Subsidiar a formulação da Política Estadual de Recursos Hídricos e dirimir conflitos em seu âmbito de atuação
Gestor Estadual	Outorgar e fiscalizar o uso de recursos hídricos de domínio estadual
Comitê de Bacia	Arbitrar conflitos, aprovar o Plano de Recursos Hídricos da bacia e acompanhar sua execução
Agência de Bacia	Escritório técnico do Comitê de Bacia e agente local para implementação do SINGREH por meio de contratos acordados entre o Comitê, a ANA e os Órgãos Gestores Estaduais

Fonte: MMA, 2003

5.2 GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS – LEGISLAÇÃO FEDERAL

A Constituição Federal (BRASIL, 1988) traz dois artigos que estabelecem especificamente no que concerne aos recursos hídricos, os bens da União e os bens do Estado:

“Art. 20. São bens da União:

III – os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio, ou que banhem mais de um Estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais”.

“Art. 26. Incluem-se entre os bens do Estado:

I – as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes ou emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União”.

Da leitura destes dois artigos pode-se interpretar que as águas superficiais possuem domínios distintos, o estadual e o federal (da União), enquanto que as águas subterrâneas possuem somente o estadual (dos Estados).

Ainda na esfera federal, a Lei nº 9433/97 (BRASIL, 1997), estabelece como um de seus fundamentos *“que a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos”* (Art. 1º, Inciso V).

Embora a legislação assim estabeleça o domínio das águas subterrâneas, é sabido que os limites das unidades hidroestratigráficas não respeitam os limites estaduais, internacionais ou mesmo os de bacias hidrográficas.

Apesar das ações e intervenções iniciadas com a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) terem dado ênfase, num primeiro momento, às águas “visíveis” (REBOUÇAS, 2002a), o texto da lei não faz dissociação entre águas superficiais e subterrâneas.

O grande desafio é conseguir promover a articulação institucional e também entre as Unidades Federadas envolvidas, visando a gestão integrada. É necessário que os sistemas aquíferos que ultrapassem os limites de uma bacia hidrográfica, como é o caso das formações aquíferas mais importantes do Brasil (REBOUÇAS, 2002b), sejam gerenciados em conjunto pelas bacias hidrográficas que se utilizam ou venham a utilizar esse recurso.

Há no meio técnico entendimento de que há necessidade de legislação federal específica para as águas subterrâneas, apesar do reconhecimento do caráter de avanço e inovação da Lei Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9433/97). Sendo as águas subterrâneas de domínio dos estados, as Leis Estaduais de Recursos Hídricos devem dispor também sobre as águas subterrâneas, como ocorre em algumas Unidades Federadas, contemplando as especificidades de cada estado. Há um Projeto de Emenda à Constituição – PEC nº 43/00 (BRASIL, 2000b) –, que propõe a mudança de domínio dos corpos hídricos subterrâneos subjacentes a mais de uma unidade federada, ou que ultrapassem a fronteira com outros países (caso do Sistema Aquífero Guarani, compartilhado por quatro países da América do Sul), para a União, similarmente ao que ocorre para os corpos hídricos superficiais.

5.3 GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS – RESOLUÇÕES DO CNRH

A **Resolução nº 15, de 11 de janeiro de 2001** (BRASIL, 2004b), dispõe sobre as águas subterrâneas, entendendo que a gestão deve ser partilhada entre bacias sobrejacentes a um mesmo aquífero, considerando a interdependência das águas superficiais e subterrâneas. As resoluções do CNRH estabelecem diretrizes complementares para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos.

A resolução em referência destaca, em seu art. 3º, como os instrumentos previstos na Lei nº 9.433 devem ser aplicados às águas subterrâneas, conforme registrado em cada inciso do referido artigo:

I - Nos Planos de Recursos Hídricos deverão constar, no mínimo, os dados e informações necessários ao gerenciamento integrado das águas, em atendimento ao art. 7º da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997;

II - O enquadramento dos corpos de água subterrânea em classes dar-se-á segundo as características hidrogeológicas dos aquíferos e os seus respectivos usos preponderantes, a serem especificamente definidos;

III - Nas outorgas de direito de uso de águas subterrâneas deverão ser considerados critérios que assegurem a gestão integrada das águas, visando evitar o comprometimento qualitativo e quantitativo dos aquíferos e dos corpos de água superficiais a eles interligados;

IV - A cobrança pelo uso dos recursos hídricos subterrâneos deverá obedecer a critérios estabelecidos em legislação específica;

V - Os Sistemas de Informações de Recursos Hídricos no âmbito federal, estadual e do Distrito Federal deverão conter, organizar e disponibilizar os dados e informações necessários ao gerenciamento integrado das águas.”

A **Resolução nº 22, de 24 de maio de 2002** (BRASIL, 2004c), estabelece diretrizes sobre a abordagem das águas subterrâneas nos planos de recursos hídricos e, em particular em seu art. 2º, que “os *Planos de Recursos Hídricos devem promover a caracterização dos aquíferos e definir as inter-relações de cada aquífero com os demais corpos hídricos superficiais e subterrâneos e com o meio ambiente, visando à gestão sistêmica, integrada e participativa das águas*”.

A **Resolução nº 9/00, de 21 de junho de 2000** (BRASIL, 2004a), que instituiu a Câmara Técnica de Águas Subterrâneas (CTAS), tem como missão prioritária a busca de mecanismos legais que permitam o gerenciamento integrado das águas superficiais e subterrâneas.

5.4 GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS – LEGISLAÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO

São Paulo possui um histórico de organização e uma estrutura de apoio ao gerenciamento dos recursos hídricos de domínio do estado bem consolidados, sendo o Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) o órgão gestor de seus recursos hídricos.

A Tabela 2 a seguir apresenta as leis sobre a Política e Sistema de Gerenciamento estadual e as regulamentações.

Tabela 2 - Legislação do estado de São Paulo

Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) site : www.daee.sp.gov.br
<p style="text-align: center;">Leis sobre Política e Sistema de Gerenciamento</p> <p>Lei n.º 898, de 18 de dezembro de 1975 - Disciplina o uso do solo para a proteção dos mananciais, cursos e reservatórios de água e demais recursos hídricos de interesse da Região Metropolitana da Grande São Paulo e dá providências correlatas (ver Leis 1.172/76 e 3.286/82).</p> <p>Lei nº 6.134, de 02 de junho de 1988 - Dispõe sobre a preservação dos depósitos naturais de águas subterrâneas do Estado de São Paulo (regulamentada pelo Decreto nº 32.955/91).</p> <p>Lei n.º 7.663 de 30 de dezembro de 1991 - Estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos (alterada pela Lei nº 9.034/94).</p> <p>Lei nº 9.034, de 27 de dezembro de 1994 - Dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos 1994/1995 (altera a Lei nº 7.663/91).</p> <p>Lei nº 9.866, de 28 de novembro de 1997 - Dispõe sobre diretrizes e normas para a proteção e recuperação das bacias hidrográficas dos mananciais de interesse regional do Estado.</p> <p>Lei nº 10.020 de 03 de julho de 1998 - Autoriza o Poder Executivo a participar das Agências de Bacias do Estado de São Paulo.</p>

(continuação: Tabela 2)

Regulamentação

Decreto nº 27.576, de 11 de novembro de 1987 - Cria o Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CRH (modificado pelo Decreto nº 36.787/93).

Decreto nº 28.489, de 9 de junho de 1988 - Considera como Modelo Básico para fins de Gestão de Recursos Hídricos a Bacia do Rio Piracicaba, e dá outras providências.

Decreto nº 32.954, de 07 de fevereiro de 1991 - Aprova o Primeiro Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH

Decreto nº 32.955, de 7 de fevereiro de 1991 - regulamenta a Lei nº 6.134, de 02 de junho de 1988, que dispõe sobre a preservação dos depósitos naturais de águas subterrâneas do Estado de São Paulo.

Decreto nº 36.787, de 18 de maio de 1993 - Adapta o Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CRH e o Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos - CORHI, criados pelo

Decreto nº 27.576, de 11 de novembro de 1987, às disposições da Lei nº 7.663 de 30 de dezembro de 1991.

Decreto nº 37.300, de 25 de agosto de 1993 - Regulamenta o Fundo Estadual de Recursos Hídricos - FEHIDRO, criado pela Lei nº 7.663/91.

Decreto nº 38.455, de 21 de março de 1994 - Dá nova redação ao artigo 2º do Decreto nº 36.787, de 18 de maio de 1993, que dispõe sobre o Conselho Estadual de Recursos Hídricos e dá providências correlatas.

Decreto nº 40.815, de 07 de maio de 1996 - Dispõe sobre normas para indicação dos representantes do Estado no Comitê para integração da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul - CEIVAP.

Decreto nº 41.258, de 31 de outubro de 1996 - Regulamenta a Outorga de Direitos de Uso dos Recursos Hídricos e a Fiscalização de Usos de Recursos Hídricos - artigos 9º a 13 da Lei nº 7.663/91.

Decreto nº 43.022, de 7 de abril de 1998 - Regulamenta a Lei nº 9.866/97.

Decreto nº 43.265, de 30 de junho de 1998 - Dá nova redação a dispositivos que especifica do

Decreto nº 36.787, de 18 de maio de 1993, que dispõe sobre o Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CRH.

Portaria DAEE nº 717, de 12 de dezembro de 1996 - Aprova a Norma e os Anexos que disciplinam o uso dos recursos hídricos (Portaria sobre outorga de uso da água).

Portaria DAEE nº 01, de 03 de janeiro de 1998 - Aprova a Norma e os Anexos que disciplinam a fiscalização, as infrações e as penalidades.

5.5 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) surgiram há mais de quatro décadas e têm se tornado ferramentas valiosas nas mais diversas áreas de conhecimento. Tais sistemas constituem um ambiente tecnológico e organizacional que tem, cada vez mais, ganho adeptos no mundo todo. O emprego do conceito de computação para o processamento de dados geográficos reporta-se ao século passado, quando Herman Hollerith, funcionário do Bureau of Census americano, criou e empregou cartões perfurados e uma máquina tabuladora para agilizar as atividades relativas ao censo de 1890 (UNESP, 2006).

A história relata diversas iniciativas efetivas no sentido de empregar a tecnologia computacional no processamento de dados espaciais. Entretanto, o primeiro SIG que se tem notícia surgiu em 1964 no Canadá (Canada Geographic Information System), por iniciativa do Dr. Roger Tomlinson, que embora tenha construído os módulos básicos de *software*, impulsionando o desenvolvimento de *hardware*, e elaborado uma complexa base de dados, só publicou seus trabalhos uma década depois. Na verdade, somente no final da década de 70 é que a indústria dos SIG's começou a amadurecer, favorecendo inclusive, no início dos anos 80, o surgimento da versão comercial dos primeiros sistemas, que passaram a ter aceitação mundial.

Entre o final da década passada e o início da atual houve um crescimento acentuado das aplicações de SIG's, o que se deve, em parte, ao advento e à disseminação do microcomputador pessoal, além da introdução de tecnologia de relativo baixo custo e alta capacidade de processamento, tais como as estações de trabalho.

As primeiras definições de Sistemas de Informações Geográficas, de acordo com autores conceituados internacionalmente são:

"classe ou categoria de sistema de informações caracterizada pela natureza espacial das informações, tais como a identificação, descrição e localização de entidades, atividades, limites e objetivos" (TOMLINSON, 1972).

"sistemas voltados à aquisição, análise, armazenamento, manipulação e apresentação de informações referenciadas espacialmente" (MARBLE, 1984).

Geographical Information Systems constituem "um conjunto de ferramentas para coleta, armazenamento, recuperação, transformação e exibição de dados espaciais do mundo real para um conjunto particular de propósitos" (BURROUGH, 1989).

Conhecidos autores brasileiros definem SIG como:

"Sistema Geográfico de Informação (SGI) constitui o tipo de estrutura mais importante em termos de viabilização do Geoprocessamento, este último sendo um conjunto de procedimentos computacionais que, operando sobre bases de dados geocodificados ou mais evoluidamente, sobre bancos de dados geográficos executa análise, reformulações e sínteses sobre os dados ambientais disponíveis" (SILVA e SOUZA, 1987).

"Sistemas de Informações Geográficas são modelos do mundo real úteis a um certo propósito; subsidiam o processo de observação (atividades de definição, mensuração e classificação), a atuação (atividades de operação, manutenção, gerenciamento, construção etc...) e a análise do mundo real" (RODRIGUES e QUINTANILHA, 1991).

"SIG's são constituídos por uma série de programas e processos de análise, cuja característica principal é focalizar o relacionamento de determinado fenômeno da realidade com sua localização espacial; utilizam uma base de dados computadorizada que contém informação espacial, sobre a qual atuam uma série de operadores espaciais; baseia-se numa tecnologia de armazenamento, análise e tratamento de dados espaciais, não-espaciais e temporais e na geração de informações correlatas" (TEIXEIRA *et al.*, 1992).

SIG's são sistemas cujas principais características são: "integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados de censo e de cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno; combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação, para gerar mapeamentos derivados; consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo da base de dados geocodificados" (CÂMARA, 1993).

Uma questão fundamental é que um SIG é, antes de tudo, um sistema de informações. E como tal, o seu desenvolvimento deve ser orientado por uma metodologia de desenvolvimento de *software*.

A documentação de desenvolvimento de *software* utilizada para especificar a aplicação objeto dessa dissertação, seguiu os padrões estabelecidos pelo RUP – Rational Unified Process.

Um outro ponto muito importante que deve ser observado no desenvolvimento de um SIG é a integração de diferentes tipos de informações, não apenas com relação a conteúdo, mas também com relação a sua própria natureza, como é o caso de informações geográficas. Essa integração é chamada de interoperabilidade. Interoperabilidade é a capacidade que um sistema possui de compartilhar e trocar informações (BISHR,1997).

5.6 RUP – RATIONAL UNIFIED PROCESS

Rational Unified Process (RUP) é um processo proprietário de desenvolvimento de *software* criado pela IBM Rational Software Corporation. O RUP é um processo bem estruturado para desenvolver *software* com alta qualidade, de modo repetível e previsível (KRUCHTEN, 2003).

Um processo é um conjunto de passos ordenados com a intenção de atingir um determinado objetivo. Em engenharia de *software*, o objetivo é entregar, de forma previsível e eficiente, um produto de *software* capaz de atender às necessidades de seu negócio (BOOCH *et al.*, 2000).

A arquitetura global do RUP está organizada em duas dimensões, o eixo horizontal e o eixo vertical (Figura 9).

O eixo horizontal evidencia o aspecto dinâmico do processo, descrevendo como ocorre o desenvolvimento ao longo do tempo em termos de fases, iterações e marcos. Também mostra como a ênfase varia ao longo do tempo. Por exemplo, nas iterações iniciais (repetições), gasta-se mais tempo com modelagem de negócio, requisitos, análise e projeto; enquanto nas iterações finais gasta-se mais tempo com implementação, teste e distribuição.

O eixo vertical representa o aspecto estático do processo, organizado em termos de disciplinas. No RUP, processo é definido como sendo uma descrição de

quem está fazendo o quê, como e quando – estes quatro elementos estruturais, correspondem a Papel (quem), Atividade (como), Artefato (o quê) e Fluxo (quando).

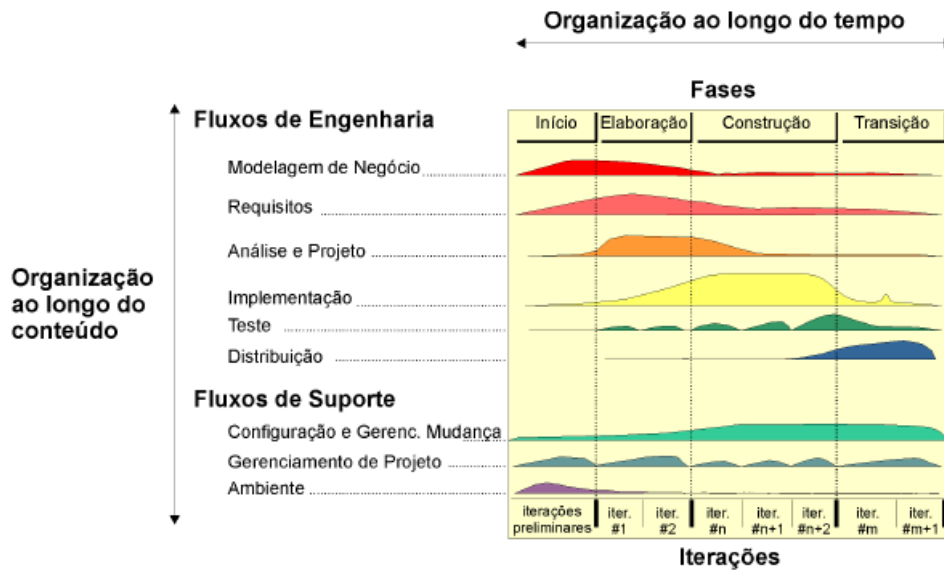


Figura 9 - Arquitetura do Processo RUP

Na Figura 10 são apresentados todos os conceitos-chave, os elementos estruturais estáticos definidos no RUP.

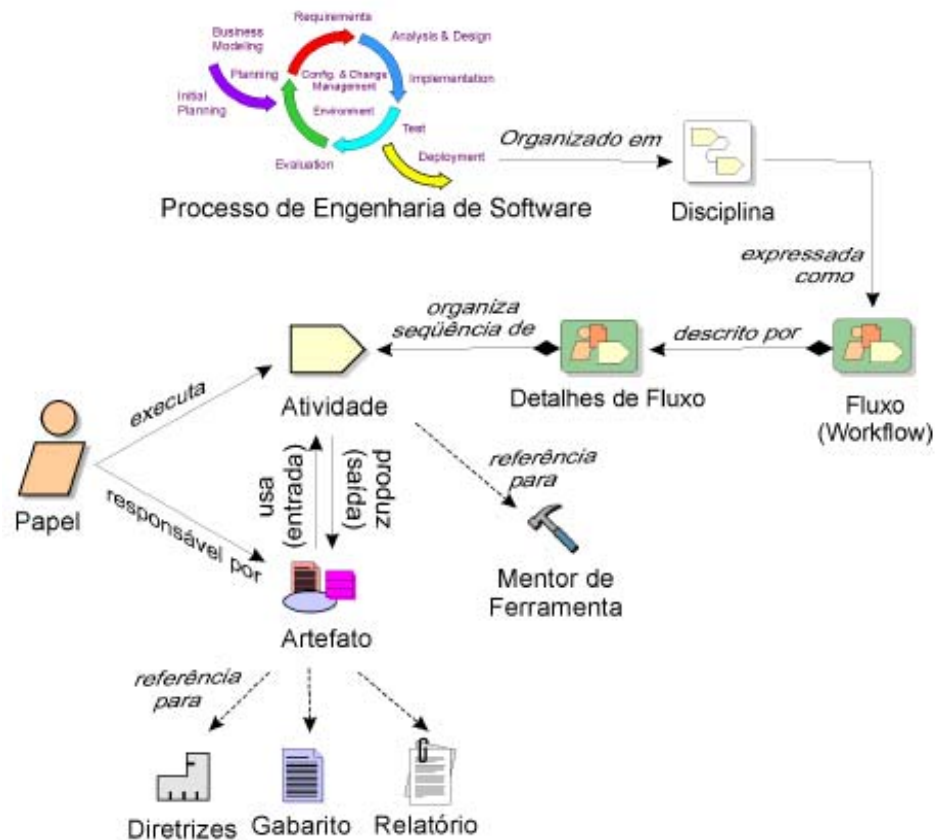


Figura 10 - Estrutura Estática do RUP

Fluxo: é a seqüência de atividades que produz um resultado de valor observável. No RUP, o fluxo é expresso como um diagrama de atividade da Unified Modeling Language (UML).

Há muitas maneiras de se organizar o conjunto de atividades em fluxos num processo de engenharia de *software*. No RUP, os fluxos são organizados em dois níveis: Fluxo central (Disciplina) e Detalhes de Fluxo.

Atividade: é o trabalho executado para produzir um resultado significativo no contexto do projeto; consiste, geralmente, na criação ou atualização de artefatos. A toda atividade é atribuído um papel específico. Mentor de Ferramenta fornece diretrizes de como usar uma ferramenta de *software* específica na execução da atividade.

Papel: define o comportamento e as responsabilidades de um indivíduo ou grupo de indivíduos trabalhando em equipe. O comportamento é expresso em termos de atividades a serem executadas. Responsabilidades são expressas em termos de artefatos que o papel cria, modifica ou controla.

Artefato: é um produto do projeto; pode ser um documento, um modelo, um código-fonte, um programa-executável etc. Um artefato é de responsabilidade de um único papel, embora possa ser usado por vários papéis. Artefatos são usados, produzidos ou modificados em atividades. Gabarito (Template) é um 'modelo' do artefato a ser usado em sua criação. Os gabaritos são ligados à ferramenta que será usada. Por exemplo, um *template* do Microsoft Word® pode ser usado como gabarito de um artefato que seja um documento ou relatório. Um Relatório consiste em informações que são extraídas de um ou vários artefatos.

Diretrizes são informações sobre como desenvolver, avaliar e usar os artefatos. Uma atividade representa o trabalho a ser feito enquanto as diretrizes expressam como fazer o trabalho. São regras, recomendações ou métodos para auxiliar a realização de atividades. Descrevem técnicas específicas para criar certos artefatos, transformar um artefato em outro, ou avaliar a qualidade de um artefato.

6 MATERIAIS E MÉTODOS

6.1 SOFTWARE BÁSICO SIG – ARCGIS ARCVIEW®

O desenvolvimento das funcionalidades propostas para o Sistema de Informações Geográficas aplicado à Gestão de Recursos Hídricos Subterrâneos, objeto dessa dissertação, foi realizado sobre a plataforma do *software* de SIG ArcGIS ArcView®, versão 9.0, desenvolvido pela ESRI – Environmental Systems Research Institute.

A camada de apresentação do Sistema de Informações Geográficas aplicado à Gestão de Recursos Hídricos Subterrâneos, através da qual os usuários utilizarão o Sistema de Suporte à Decisão, o aplicativo de Cadastro de Poços e os aplicativos de consultas, impressão de relatórios e de mapas, será integrada ao *software* ArcGIS ArcView®.

O *software* básico ArcGIS ArcView, assim como os demais componentes *desktop* da família ArcGIS (ArcEditor e ArcInfo) encontram-se estruturados sobre um mesmo conjunto comum de aplicações, denominadas ArcCatalog, ArcMap e ArcToolbox.

Utilizando conjuntamente estas três aplicações, pode-se realizar qualquer tarefa em geoprocessamento, desde a mais simples até a mais sofisticada, incluindo geração de *layout* de impressão, gerência de dados, análises geográficas, edição de dados etc.

6.1.1 ArcMap

O ArcMap é o módulo central e fundamental do ArcGIS Desktop Clients. É a aplicação GIS, utilizada para todas as tarefas orientadas e centradas em mapas, a exemplo de coleta e edição de dados georreferenciados, produção cartográfica, análises espaciais, visualização de mapas etc (Figura 11).

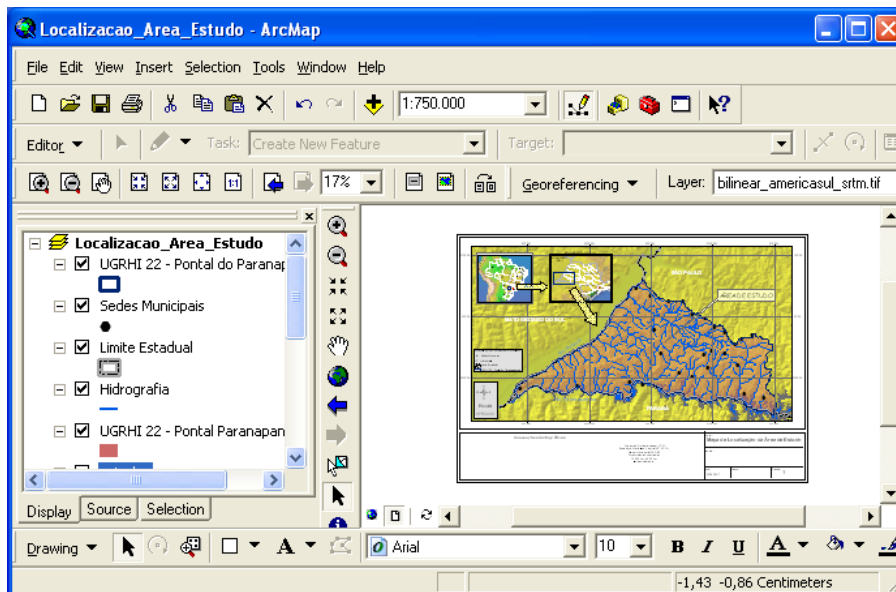


Figura 11 - ArcGIS ArcMap

6.1.2 ArcCatalog

A aplicação ArcCatalog auxilia na organização e gerência dos dados georreferenciados. Ela inclui o ferramental necessário para investigar (*browsing*) e localizar informações geográficas, bem como para armazenar e visualizar metadados. Possibilita, ainda, uma rápida visualização dos dados existentes, bem como a inclusão e exclusão de atributos dos *layers* geográficos (Figura 12).

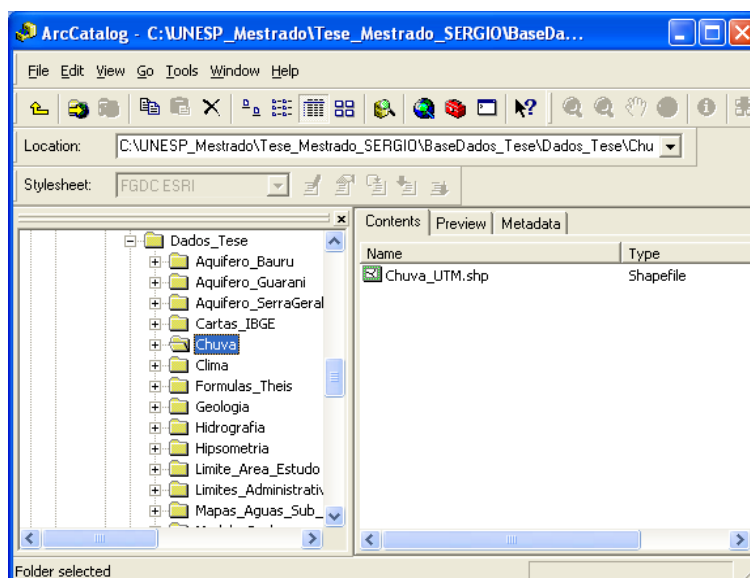


Figura 12 - ArcGIS ArcCatalog

6.1.3 ArcToolbox

Esta aplicação apresenta e possibilita o acesso, de uma forma bastante simples e intuitiva, a todas as ferramentas de geoprocessamento disponibilizadas pelos *softwares* ArcGIS Desktop. Apresenta as ferramentas disponíveis em cada nível de licenciamento do ArcGIS, podendo ser habilitada tanto na aplicação ArcMap quanto na aplicação ArcCatalog (Figura 13).

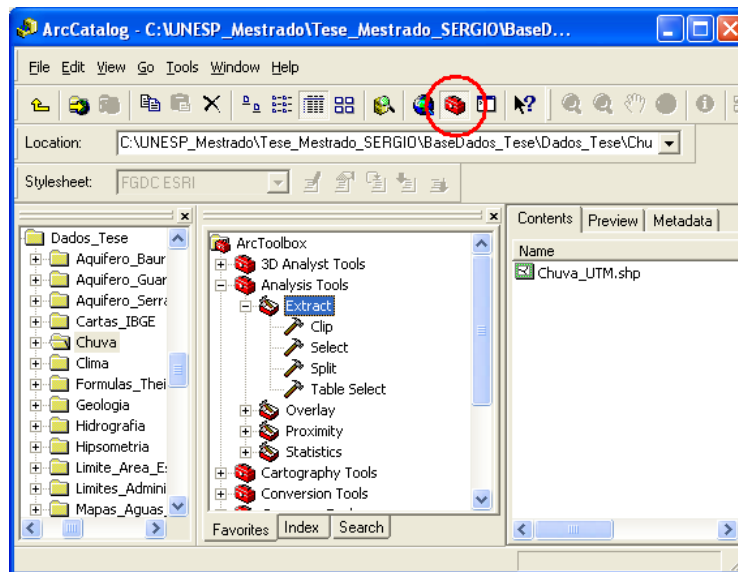


Figura 13 - ArcGIS ArcToolbox

6.2.0 MODELO DE DADOS GEODATABASE

Todo SIG encontra-se fundamentado sobre uma modelagem de dados georreferenciados, orientada para a representação de realidades geográficas, utilizando para esta finalidade feições vetoriais, alimétricas, células ou *grids*, e vários outros tipos de dados. Estes vários formatos ou tipos de dados podem ser armazenados em arquivos isolados ou em bancos de dados.

O banco de dados geográfico utilizado para suportar o desenvolvimento do Sistema de Informações Geográficas Aplicado à Gestão de Recursos Hídricos foi o modelo Personal Geodatabase.

Geodatabase é um modelo de dados objeto-relacional, cuja finalidade é permitir o armazenamento de objetos ou feições inteligentes e melhorar funcionalidades de edições desses objetos ou feições. Objetos ou feições inteligentes podem ter propriedades, comportamentos e relacionamentos com outros objetos ou feições (ESRI, 1999-2001).

O Geodatabase possui estruturas de armazenamento específicas para feições (features class), coleções de feições (feature datasets), atributos, relacionamentos entre atributos e relacionamentos entre feições.

O Geodatabase possibilita o armazenamento de regras para validações de atributos, opções de armazenamento mais eficiente dos dados espaciais, além da habilidade de se programar comportamentos para os objetos armazenados.

Uma das grandes vantagens deste modelo de dados é a capacidade de desenvolver soluções escalonáveis, com implementações de vários níveis de projetos SIG, abrangendo desde pequenas plataformas, por meio do Personal Geodatabase, até plataformas corporativas, por meio do ArcSDE Geodatabase (multiusuário).

Algumas características do Geodatabase são reunidas a seguir:

- gerenciamento centralizado de uma grande variedade de informações geográficas em um sistema gerenciador de banco de dados (ArcSDE Geodatabase);
- gerenciamento de grandes volumes de dados em um ambiente integrado (raster e vetor);
- suporte completo para edições (versioning) em ambiente multiusuário (disponível apenas para ArcSDE Geodatabase, em conjunto com ArcGIS ArcEditor/ArcInfo);
- entrada de dados mais eficiente e mais rápida, com regras e relacionamentos;
- criação e edição de anotações conectadas à feições;
- criação e edição de redes geométricas;
- relacionamentos com fontes de dados tabulares armazenados em um sistema gerenciador de banco de dados (SGBD) padrão de mercado (ex.: SQL Server); e
- criação de subtipos e domínios para manutenção da integridade da base de dados.

O *Geodatabase* pode ser criado em uma estrutura “Personal” ou em uma estrutura Multiusuário. Essas estruturas possuem três diferenças básicas, abaixo especificadas.

- A primeira diferença refere-se ao formato dos dados. Um “*Personal Geodatabase*” utiliza o formato Microsoft JET e é armazenado em um arquivo do Microsoft Access. Já em um *Geodatabase Multiusuário*, os dados são armazenados em um sistema gerenciador de banco de dados (SGBD) do tipo SQL Server e são gerenciados pelo *software* ArcSDE.
- A segunda diz respeito ao gerenciamento de versões descrito anteriormente, que é suportado somente pelo *Geodatabase Multiusuário*.
- A terceira diferença é que o *Personal Geodatabase* tem uma limitação de tamanho Máximo de 2 Gb, enquanto que o *Geodatabase Multiusuário* não possui limitação de tamanho.

6.3 BASE DE DADOS

Os dados geográficos adequados ao modelo de dados do Personal Geodatabase, e que formam a Base Cartográfica de Referência do sistema de informações, são apresentados a seguir. Foram obtidos do Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo (ROCHA *et al.*, 2005), do *site* da Agência Nacional de Águas, acessado em 25/03/2007 e também de sua base de dados corporativa. São eles:

- Limite da Área de Aplicação
- Limites Municipais
- Sedes Municipais
- Hidrografia
- Bacia Hidrográfica
- Geologia
- Curvas de Nível
- Pontos Cotados
- Unidades Hidroestratigráficas
- Poços

Além dessas informações, o Personal Geodatabase possui também os seguintes temas cartográficos de referência:

- Mosaico do modelo digital do terreno (MDE), produzido na Missão Topográfica por Radar Interferométrico (Shuttle Radar Topographic Mission – SRTM; US Geological Survey, EROS Data Center, Sioux Falls, SD);
- Mosaico de imagens do Satélite CBERS;
- Mosaico das Cartas Topográficas do IBGE, na escala 1:250.000, cobrindo a área de aplicação.

6.4 MODELAGEM DO BANCO DE DADOS

A modelagem do banco de dados Personal Geodatabase, utilizado como suporte no desenvolvimento do Sistema de Informações Geográficas aplicado à Gestão de Recursos Hídricos Subterrâneos, foi realizada utilizando a ferramenta CASE Microsoft Visio, o modelo UML utilizado pelo *software* ArcGIS para modelagem de banco de dados espaciais padrão ESRI, o ArcINFO UML Model, os requisitos do sistema e os procedimentos descritos no manual ArcGIS 9 – Designing Geodatabase with Visio (ESRI, 1999 - 2004).

A modelagem seguiu regras para nomear as tabelas e os atributos do banco de dados, criando padronização no processo de criação de objetos e seus atributos.

Objetos são elementos que armazenam dados alfanuméricos ou espaciais, tais como tabelas, *feature class*, entre outros.

Regras gerais para nomes de objetos:

- um objeto deve ter um nome composto preferencialmente por um substantivo que identifique o seu conteúdo (Exemplo: MUNICIPIO, HIDROGRAFIA_LINEAR);
- definir nomes no singular;
- nomes de objetos devem sempre iniciar com letras;
- não utilizar acentuação ou cedilha;
- não utilizar caracteres especiais, com exceção do *underline* “_”;
- não utilizar preposições, artigos, conectivos (Exemplo: HIDROGRAFIA_DE_POLIGONO);
- números podem ser utilizados;

- evitar nomes extensos, utilizando no máximo trinta caracteres; caso necessário, abreviar o nome do objeto, conservando a facilidade de identificação de seu conteúdo (Exemplo: HIDRO_LINEAR).

Regras gerais para nomes de atributos (campos) de objetos:

- atributos são itens que descrevem ou qualificam um objeto (Exemplo: nome, classe, *status*);
- definir a ordenação dos nomes dos atributos segundo a importância dos mesmos (Exemplo: o código de um objeto deve anteceder seu nome, e assim por diante);
- utilizar nomes no singular;
- nomes de atributos devem sempre iniciar com letras;
- não utilizar acentuação ou cedilha;
- não utilizar caracteres especiais, com exceção do *underline* “_”;
- não utilizar preposições, artigos, conectivos etc (Exemplo: nome_**do**_município);
- números podem ser utilizados;
- atributos do mesmo objeto não devem possuir nomes iguais, entretanto, atributos de objetos diferentes podem possuir o mesmo nome;
- evitar nomes extensos, utilizando no máximo trinta caracteres; caso necessário, abreviar o nome do atributo, conservando a facilidade de identificação de seu conteúdo;
- utilizar, sempre que possível, o seguinte formato para nomenclatura de atributos: [trigrama do nome do objeto] + [sufixo] + [complemento (opcional)] (Exemplo: MunCd (código do município), MunNm (nome do município));
- sufixos auxiliam na organização e rápida identificação dos atributos.

A Tabela 3 apresenta a lista dos sufixos mais utilizados, e deve ser expandida conforme necessidade.

Tabela 3 - Tabela de sufixos aplicados na modelagem de dados

Natureza do Atributo	Sufixo	Observação
Ano	aa	Definir tipo numérico (<i>number</i> ou variantes) para este atributo.
Área	ar	Tipo numérico para m ² ou km ² .
Categoria	ca	
Classe	cl	
Código	cd	Sempre que possível, utilizar tipo numérico para este atributo.
Constante	ct	
Complemento	cp	
Cota	co	
Data completa	dt	Definir tipo data (<i>date</i>) para este atributo. Se possível definir o formato da data como “dd/mm/yyyy”.
Data reduzida (mês/ano)	dr	Definir tipo carácter (<i>string</i> ou variantes) para este atributo.
Descrição	ds	

(continuação: Tabela 3)

Dia	dd	Definir tipo numérico (<i>number</i> ou variantes) para este atributo.
Digito	dg	
Dimensão	dm	
Endereço	ed	
Escala	es	
Fonte	ft	
Grade	gd	
Grupo	gp	
Hora	hr	Se o formato da hora for “hh:mi:ss” ou “hh:mi”, utilizar o tipo caracter (<i>string</i> ou variantes) para este atributo. Se o formato utilizado for “hh” utilizar o tipo numérico (<i>number</i> ou variantes).
Identificador	id	
Imagem	im	
Índice	ix	
Item	it	
Jurisdição	jd	Atributo normalmente utilizado em dados de sistema viário.
Limite	lm	
Matrícula	mt	
Minuto	mi	Definir tipo numérico (<i>number</i> ou variantes) para este atributo.
Mês	mm	Definir tipo caracter (<i>string</i> ou variantes) quando o conteúdo do atributo for a descrição do mês (ex: janeiro); caso contrário, utilizar tipo numérico (<i>number</i> ou variantes).
Metódo	md	
Nome	nm	
Nomenclatura	nc	
Número	no	
Percentual	pc	Não cadastrar o símbolo “%” junto com os valores do atributo.
Perímetro	pm	
Ponto	pt	
Qualidade	ql	
Quantidade	qt	
Sigla	sg	
Situação	si	
Status	st	
Subclasse	sc	
Tamanho	tm	
Tipo	tp	
Unidade de medida	um	Definir tipo numérico (<i>number</i> ou variantes) para este atributo. Não cadastrar a unidade de medida juntamente com os valores. Se possível, definir a unidade no nome do atributo (Exemplo: um solo area m2).
Valor	vl	
Vazão	vz	
Volume	vo	

6.5 MODELO DE DADOS

O modelo de dados gerado no *software* Visio, para o banco de dados do Sistema de Informações Geográficas aplicado à Gestão de Recursos Hídricos Subterrâneos consta do Anexo I dessa dissertação.

6.6 DICIONÁRIO DE DADOS

Dicionário de dados é um dos artefatos de sistema que apresenta uma visão organizada e detalhada de todo o banco de dados.

O dicionário de dados foi gerado a partir do banco de dados, utilizando as aplicações Geodatabase Designer integrada ao ArcCatalog do ArcGIS. O dicionário de dados consta do Anexo II desta dissertação.

6.7 CRIANDO O BANCO DE DADOS

Concluído o modelo de dados do sistema de informações, apresentado no Anexo I, foi então criado o banco de dados do sistema de informações utilizando o modelo de dados construído.

Esse processo foi realizado em 2 etapas. Na primeira, o modelo foi exportado utilizando as ferramentas do *software* Visio para o arquivo intermediário formato XMI (ESRI, 1999 - 2004). XMI (eXtensible Markup Language (XML) Metadata Interchange) é um padrão OMG (Object Management Group – organização internacional que aprova padrões abertos para aplicações orientadas a objetos).

Na segunda etapa, foi criado o banco de dados propriamente, utilizando o arquivo XMI e a aplicação ArcCatalog do *software*.

Criada a estrutura do banco de dados, foram definidas as propriedades de suas tabelas e relacionamentos.

Criado o banco de dados e configuradas suas propriedades, passou-se então para a etapa de carga dos dados levantados.

6.8 CARGA DOS DADOS

Os dados levantados, que formaram a base de dados do Sistema de Informações Geográficas aplicado à Gestão de Recursos Hídricos Subterrâneos, foram adequados ao modelo de dados elaborado, para serem carregados para a estrutura do Personal Geodatabase.

A carga dos dados geográficos, bem como a carga de dados alfanuméricos no Personal Geodatabase, foi realizada através da aplicação ArcCatalog do ArcGIS.

Os procedimentos seguidos para carga no banco de dados de cada um dos temas inicia-se pela localização do banco de dados na estrutura de diretórios do computador e, em seguida, pela seleção do tema a ser carregado (Figura 14).

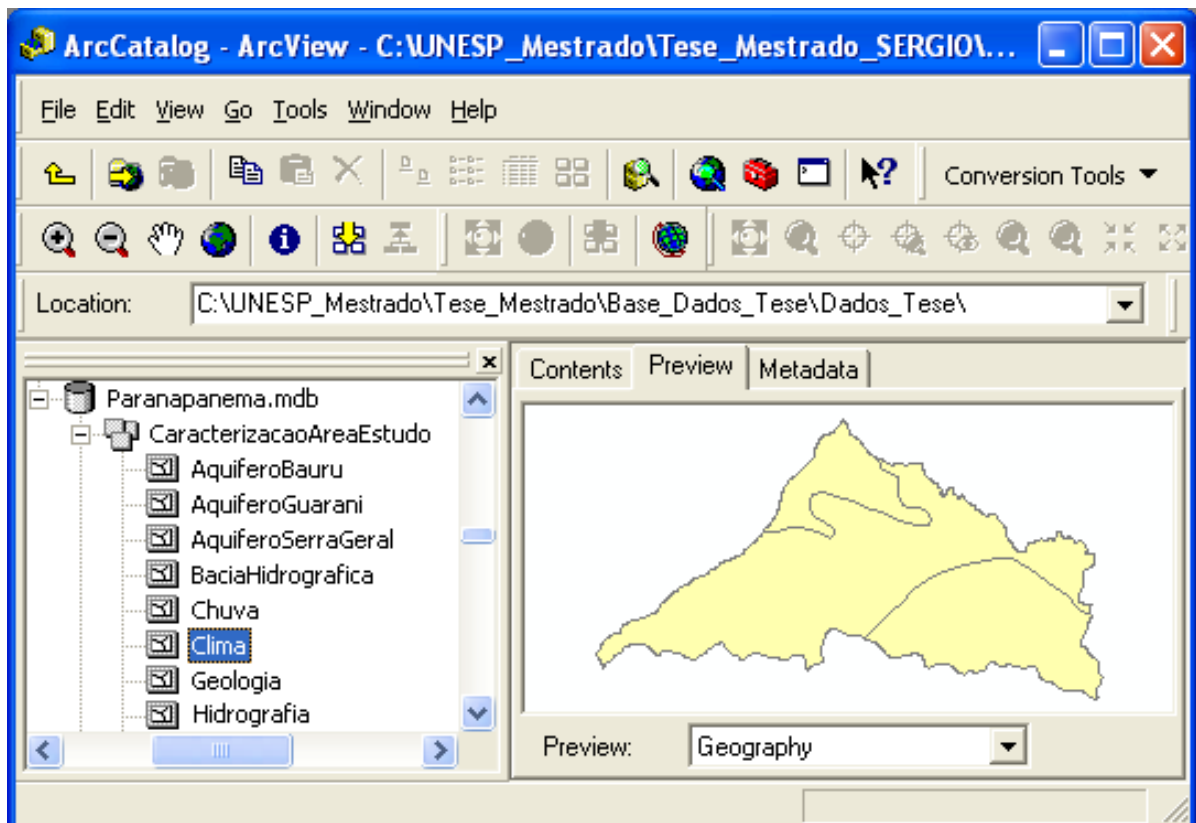


Figura 14 – Localização do banco e seleção do tema para carga

Com o botão direito sobre o tema, seleciona-se a opção “Load” e em seguida “Load data...” (Figura 15).

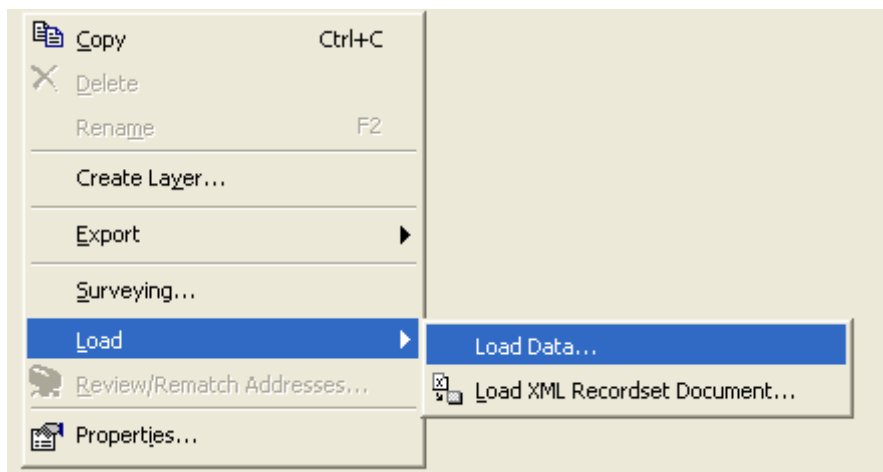


Figura 15 – Seleção das opções de carga

Em seguida, deve-se avançar o processo, selecionando o tema fonte que será utilizado para carregar as informações para o Personal Geodatabase (Figura 16).

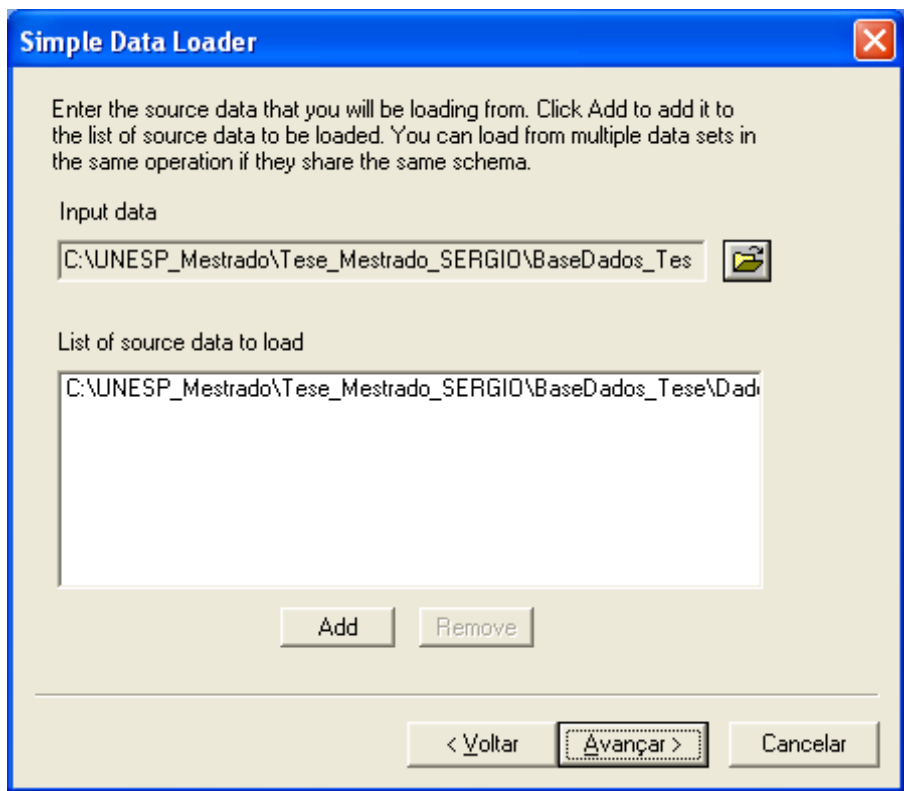


Figura 16 – Seleção do arquivo fonte para carga

Avança-se novamente, relacionando os campos de destino (tabela do banco de dados) com os campos fontes (tabela de atributos do arquivo a ser carregado) (Figura 17).

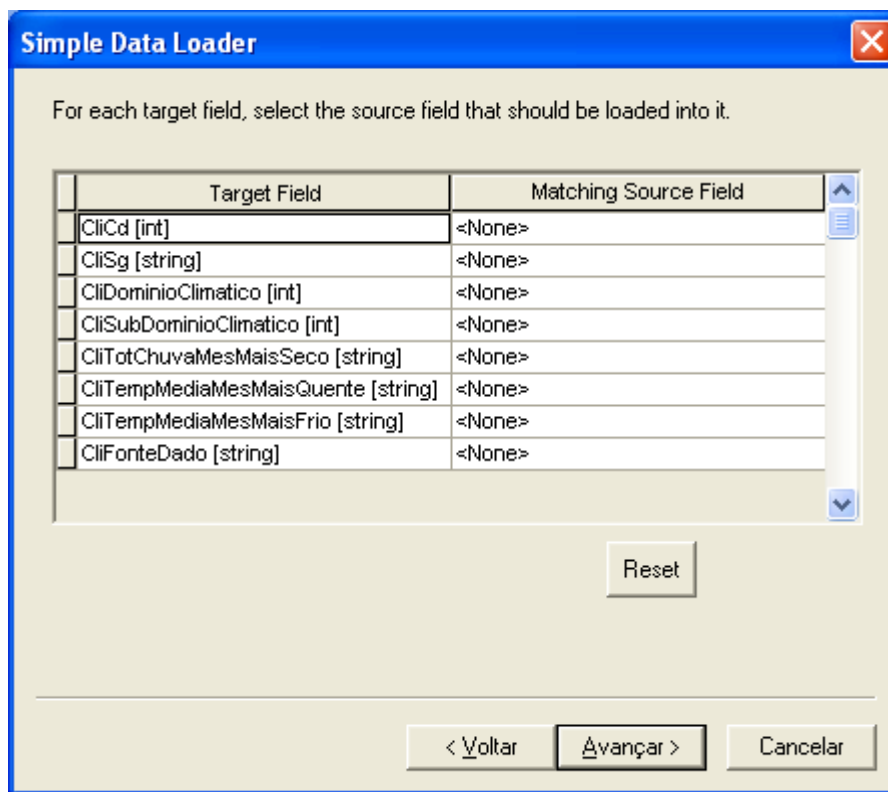


Figura 17 – Tela em que se relacionam os campos do arquivo fonte com os atributos da tabela

Esse procedimento foi repetido para cada um dos temas e para cada uma das tabelas de dados alfanuméricos que foram carregadas no banco de dados.

6.9 UNIDADES HIDROESTRATIGRÁFICAS

6.9.1 Parâmetros Hidrodinâmicos e Geométricos

6.9.1.1 Topo da unidade

O *grid* de topo do Sistema Aquífero Bauru foi extraído do modelo digital de elevação (MDE) do SRTM – *Shuttle Radar Topographic Mission*, resolução original de 90m reamostrada para 500 metros.

O *grid* de topo do Sistema Aquífero Guarani foi construído a partir das isocurvas de contorno estrutural do topo do Grupo São Bento, utilizando os dados disponíveis em Rocha *et al.* (2005), com 500 m de resolução.

6.9.1.2 Base da unidade

O *grid* da base do Sistema Aquífero Bauru foi construído a partir das cotas topográficas do contorno estrutural da base do Grupo Bauru, utilizando os dados disponíveis em Rocha *et al.* (2005), com 500 m de resolução.

O *grid* da base do Sistema Aquífero Guarani foi construído a partir da subtração do *grid* de topo e do *grid* de espessura de sedimentos da unidade. O *grid* de espessura de sedimentos, com 500 m de resolução, foi construído a partir de isolinhas de espessuras dos sedimentos do Sistema Aquífero Guarani, utilizando os dados disponíveis em Rocha *et al.* (2005).

6.9.1.3 Superfície potenciométrica

O *grid* da superfície potenciométrica do sistema aquífero Bauru foi gerado a partir das curvas equipotenciais desse aquífero, utilizando os dados disponíveis em Rocha *et al.* (2005), com 500 m de resolução.

O *grid* da superfície potenciométrica do sistema aquífero Guarani foi gerado a partir das curvas equipotenciais desse aquífero, utilizando os dados disponíveis no projeto Aquífero Guarani, com 500 m de resolução.

Os *grids* foram gerados utilizando o método de interpolação Topogrid (WAHBA, 1990) do *software* ArcGIS. Todos os *grids* foram convertidos para polígonos, utilizando o *software* ArcGIS, gerando arquivos formato *shapefile*, que é um formato público de dados vetoriais.

Foi realizada a análise espacial "união" envolvendo todos os temas poligonais, gerando o tema final da unidade. Todos os valores passaram a ser atributos de banco de dados para dar suporte às funcionalidades propostas para o sistema de informações.

6.9.1.4 **Espessura da unidade**

É a diferença entre os valores de topo e base dos sistemas aquíferos Bauru e Guarani, calculado em banco de dados.

6.9.1.5 **Espessura saturada**

Para o Sistema Aquífero Bauru, livre, a espessura saturada é a diferença entre os valores da superfície potenciométrica e da base da unidade (Figura 18).

Para o Sistema Aquífero Guarani, a espessura saturada é igual à espessura da unidade.

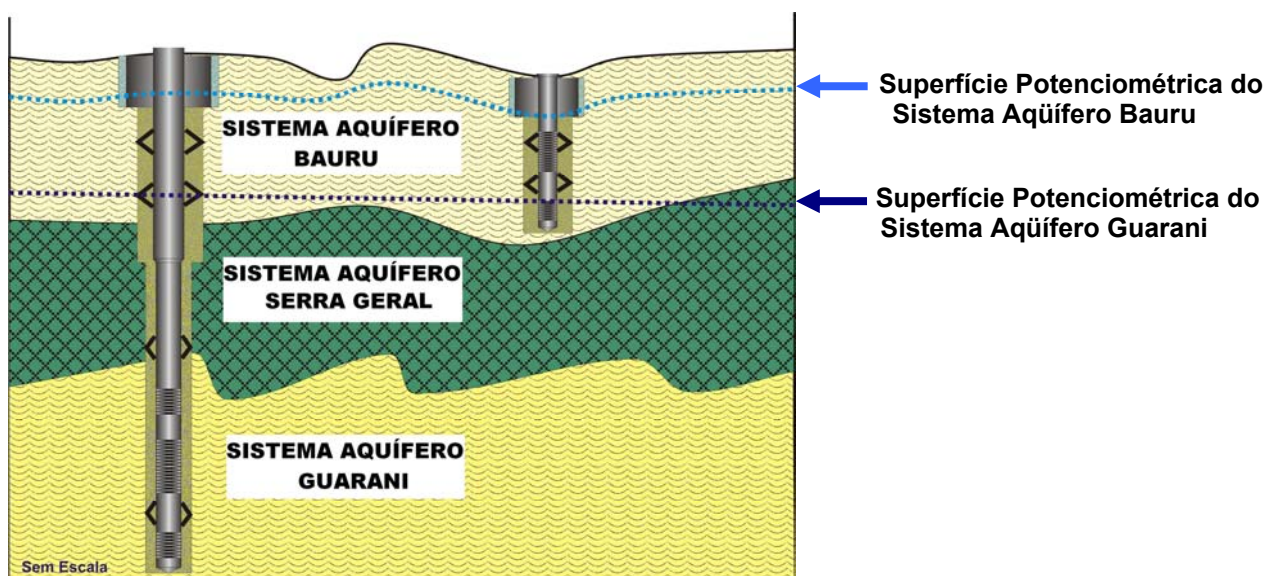


Figura 18 – Esquema de níveis potenciométricos – Sistemas Aquíferos Bauru e Guarani

6.9.1.6 **% Espessura saturada**

Nas funcionalidades de análise do sistema de informação, admitiu-se, para o Sistema Aquífero Bauru, livre, um rebaixamento máximo de 25% da espessura saturada, podendo ser alterado pelo gestor de recursos hídricos.

6.9.1.7 Carga Piezométrica

Aplicado somente ao Sistema Aqüífero Guarani, confinado. Corresponde à diferença entre o nível potenciométrico e o topo da unidade aqüífera (Figura 18).

6.9.1.8 %Carga Piezométrica

Aplicado somente ao Sistema Aqüífero Guarani, confinado.

Nas funcionalidades de análise do sistema de informação, admitiu-se, para o Sistema Aqüífero Guarani, confinado, um rebaixamento máximo de 12% da carga piezométrica, podendo ser alterado pelo gestor de recursos hídricos.

6.9.1.9 Condutividade Hidráulica

O valor da condutividade hidráulica do Sistema Aqüífero Bauru varia de 0,002 m/d a 3,66 m/d segundo dados de ensaio realizados em 103 poços (ROCHA *et al.*, 2005). Este valor deve ser fornecido pelo gestor de recursos hídricos. Para as funcionalidades de análise, foi considerado o valor padrão de 0,50 m/d, que corresponde a 0,0208 m/h para as funcionalidades de análise, podendo ser alterado pelo gestor de recursos hídricos.

O valor da condutividade hidráulica do Sistema Aqüífero Guarani, segundo Rocha *et al.* (2005), é de 2,6 m/d para a área confinada e 3,0 m/d para a área não confinada. A área de estudo localiza-se na área confinada do aqüífero, sendo considerado o valor de 0,1084 m/h para as funcionalidades de análise, podendo ser alterado pelo gestor de recursos hídricos.

6.9.1.10 Coeficiente de armazenamento

No Sistema Aqüífero Guarani o intervalo do coeficiente de armazenamento (S) para a porção confinada da unidade, fornecido pelo DAEE (1974), é 10^{-3} e 10^{-5} .

Para as funcionalidades de análise, foi considerado o valor padrão 10^{-4} , podendo ser alterado pelo gestor de recursos hídricos.

6.9.1.11 Porosidade Efetiva

No Sistema Aqüífero Bauru, a porosidade efetiva varia de 5% a 15% (DAEE, 1979). Este valor deve ser fornecido pelo gestor de recursos hídricos. Para as funcionalidades de análise, foi considerado o valor padrão de 10% (10^{-1}), podendo ser alterado pelo gestor de recursos hídricos.

6.9.1.12 Tempo

Período de bombeamento em horas, fixado o valor padrão de 24 horas para as duas unidades, podendo ser alterado pelo gestor de recursos hídricos.

6.9.1.13 Transmissividade

O valor de transmissividade é calculado utilizando a expressão:

$$T = K.b$$

onde:

T = transmissividade (m^2/h);

K = condutividade hidráulica (m/h); e

b = espessura saturada, que para o Sistema Aquífero Guarani, confinado, corresponde à carga piezométrica (m).

6.9.1.14 Rebaixamento

O valor de rebaixamento máximo para o Sistema Aquífero Guarani, confinado, corresponde à porcentagem de exploração da carga potenciométrica, que é calculado utilizando a expressão:

$$s = h.\%h$$

onde:

s = rebaixamento máximo (m);

h = carga piezométrica (m); e

$\%h$ = porcentagem da carga piezométrica explorada (%).

O valor de rebaixamento máximo para o Sistema Aquífero Bauru, livre, corresponde à porcentagem de exploração da espessura saturada, que é calculado utilizando a expressão:

$$s = Ho.\%Ho$$

onde:

s = rebaixamento máximo (m);

Ho = espessura saturada da unidade hidroestratigráfica (m); e

$\%Ho$ = porcentagem da espessura saturada explorada (%).

6.9.1.15 *Espessura Saturada no Tempo t*

O valor da espessura saturada no tempo t (m) é calculado para o Sistema Aquífero Bauru, livre, pela diferença entre a espessura saturada e o rebaixamento máximo, utilizando a expressão:

$$h = Ho - s$$

onde:

h = espessura saturada no tempo t (m);

Ho = espessura saturada; e

s = rebaixamento máximo (m);

6.9.1.16 *Reserva Reguladora*

É a reserva da unidade mantida pelo volume de água infiltrado para o aquífero a partir da precipitação que ocorre na bacia. Esse volume equivale à recarga média multianual do aquífero ou ainda ao potencial renovável de água subterrânea de uma bacia.

A quantidade de água subterrânea possível de ser retirada de um aquífero é de difícil determinação. São necessários estudos específicos sobre a unidade aquífera, envolvendo a interação com os usos de recursos hídricos superficiais e as aptidões de desenvolvimento dos municípios localizados sobre a área de ocorrência da unidade.

São questões técnicas e econômicas que levam à tomada de decisão de se influenciar no escoamento básico e, por conseguinte, nas vazões mínimas dos rios da bacia.

Para as funcionalidades de análise do sistema de informação, não foram assumidos valores para esta informação no banco de dados da aplicação.

6.9.2 Cálculos Hidrodinâmicos

6.9.3 Cálculo do Raio de Interferência

Raio de interferência é a distância em que o efeito do bombeamento de um poço é nulo, ou seja, é a distância limite do cone de rebaixamento (FEITOSA e MANOEL FILHO, 1997).

6.9.3.1 Sistema Aqüífero Guarani

Para este cálculo no Sistema Aqüífero Guarani, confinado, é utilizada a expressão modificada de Jacob:

$$r = \sqrt{\frac{2,25.T.t}{S}}$$

onde:

r = raio de interferência (m);

T = transmissividade (m^2/h);

t = tempo de bombeamento, adotado o padrão de 24 horas; e

S = coeficiente de armazenamento (adimensional).

6.9.3.2 Sistema Aqüífero Bauru

Para este cálculo no Sistema Aqüífero Bauru, livre, é utilizada a expressão:

$$r = \sqrt{\frac{2,25.K.H_0.t}{S_y}}$$

onde:

r = raio de interferência (m);

K = condutividade hidráulica (m/h)

H_0 = espessura saturada (m);

t = tempo de bombeamento, adotado o padrão de 24 horas; e

S_y = porosidade efetiva (adimensional).

6.9.4 Cálculo da Vazão Explorável

Vazão explorável é aquela que pode ser extraída do aquífero de forma sustentável, com rebaixamentos moderados (ROCHA *et al.*, 2005).

6.9.4.1 Sistema Aquífero Guarani

Para este cálculo no Sistema Aquífero Guarani, confinado, é utilizada a expressão de Theis (1935 *in* CUSTODIO *et al.*, 1983):

$$Q = \frac{s4\pi T}{W(u)}$$

onde:

Q = vazão explorável (m³/h);

s = rebaixamento (m);

T = transmissividade (m²/h); e

W(u) = função de u para o poço.

A função W(u) é calculada pela expressão:

$$W(u) = -0,5772 - \ln(u) + u - \frac{u^2}{2 * 2!} - \frac{u^3}{3 * 3!} + \frac{u^4}{4 * 4!} - \frac{u^5}{5 * 5!}$$

u é calculado pela expressão:

$$u = \frac{r^2 S}{4Tt}$$

onde:

r = distância radial (m);

S = coeficiente de armazenamento (adimensional);

T = transmissividade (m²/h); e

t = tempo de bombeamento, padrão de 24 horas;

6.9.4.2 Sistema Aqüífero Bauru

Para este cálculo no Sistema Aqüífero Bauru, livre, é utilizada a expressão:

$$Q = \frac{(H_0^2 - h^2) \cdot 2\pi \cdot K}{\ln\left(\frac{2,25 \cdot K \cdot H_0 t}{S_y \cdot r^2}\right)}$$

onde:

Q = vazão explorável (m³/h);

H_0 = espessura Saturada

h = espessura saturada no tempo t ;

K = condutividade hidráulica (m/h);

t = tempo de bombeamento, padrão de 24 horas;

S_y = porosidade efetiva (adimensional); e

r = distância radial (m);

7 O SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS APLICADO À GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS

O do Sistema de Informações Geográficas aplicado à Gestão de Recursos Hídricos Subterrâneos, objeto dessa dissertação, é uma ferramenta computacional de apoio aos gestores nas análises das solicitações de exploração dos recursos hídricos subterrâneos.

7.1 FLUXO DE PROCESSO DE OUTORGA NO ESTADO DE SÃO PAULO

O órgão gestor recebe um requerimento solicitando autorização para implantação de um empreendimento com uso de água subterrânea, compreendendo os documentos:

- Requerimento de Outorga de autorização de implantação de empreendimento, com utilização de recursos hídricos (Anexo III);
- Termos de Referência para elaboração do Estudo de Viabilidade de Implantação – EVI – de empreendimentos que demandam Recursos Hídricos (Anexo IV);
- Requerimento de Outorga de Licença de execução de Poço Tubular Profundo (Anexo V);
- Avaliação Hidrogeológica Preliminar (Anexo VI); e
- Projeto de Poço Tubular Profundo (Anexo VII).

O órgão gestor irá analisar os dados contidos nos documentos e avaliar a viabilidade técnica da implantação do poço, podendo deferir ou não a solicitação.

As funcionalidades de análise de consistências do sistema de informação objetivam auxiliar o gestor de recursos hídricos na etapa de análise (Figura 19).

Após o deferimento pelo órgão gestor do requerimento de autorização para implantação de um empreendimento com uso de água subterrânea e implantação do poço profundo (perfuração do poço), o usuário encaminha ao órgão gestor a solicitação de outorga de direito de uso de recursos hídricos subterrâneos, com os seguintes documentos:

- Requerimento de Outorga de direito de uso de Recursos Hídricos (Anexo VIII);
- Ficha de cadastro de poço (Anexo IX); e
- Termos de referência para elaboração do Relatório de Avaliação de Eficiência – RAE – do uso de recursos hídricos (Anexo X).

O órgão gestor irá analisar novamente os dados contidos nos documentos e proceder à emissão da outorga de direito de uso de recursos hídricos subterrâneos.

As funcionalidades de analisar raio de interferência e consultar poços (que habilita as funcionalidades de cadastrar poço (editar), excluir poço, visualizar poço, calcular raio de interferência e calcular vazão explorável) objetivam auxiliar o gestor de recursos hídricos na etapa de análise técnica do processo de concessão de outorga de direito de uso de recursos hídricos (Figura 19).

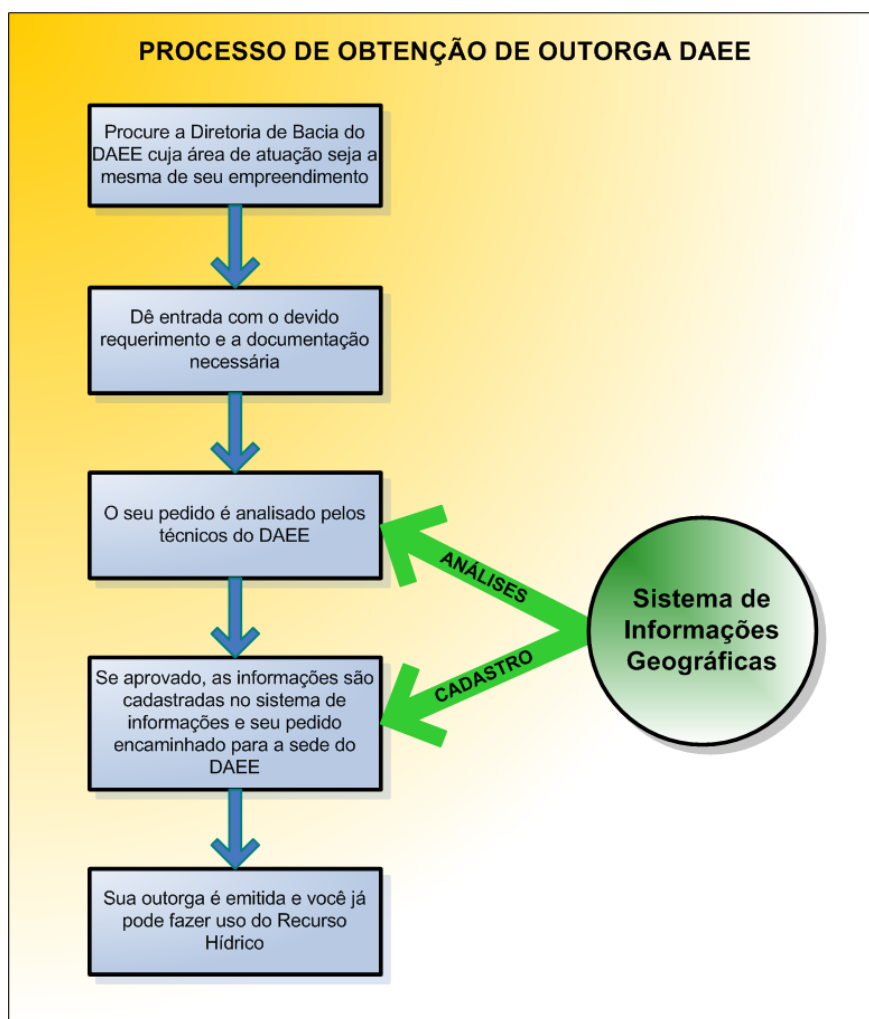


Figura 19 – Fluxo de processo de outorga – DAEE

7.2 FUNCIONALIDADES DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES

O sistema de informações geográficas com aplicação em gestão de recursos hídricos subterrâneos, objeto dessa dissertação, terá funcionalidades propostas de análise e de cadastro.

Essas funcionalidades propostas serão acessadas através de uma barra de ferramentas desenvolvida especificamente para esse fim e estará integrada ao software ArcGIS ArcView (Figura 20).

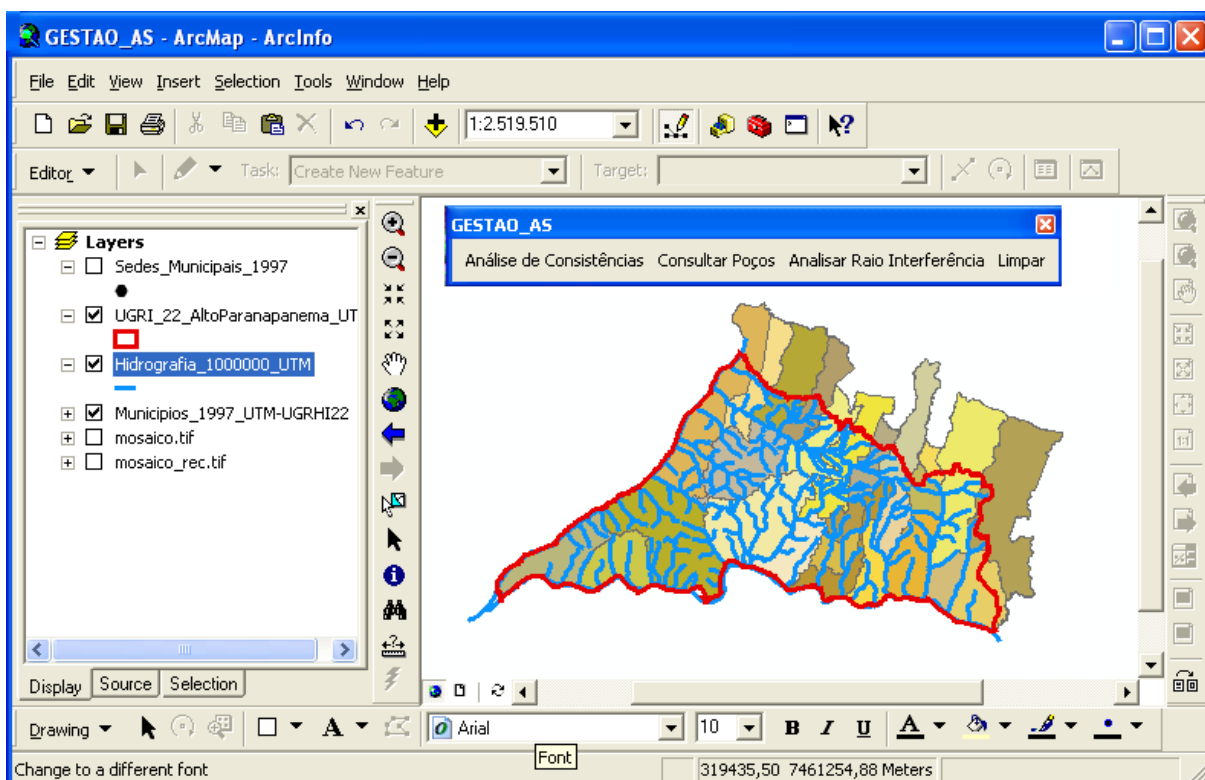


Figura 20 – Barra de ferramentas do sistema de informações

O ícone Análises de Consistências **Análises de Consistências** da barra de ferramentas aciona a interface Análises de Consistências (Figura 21).

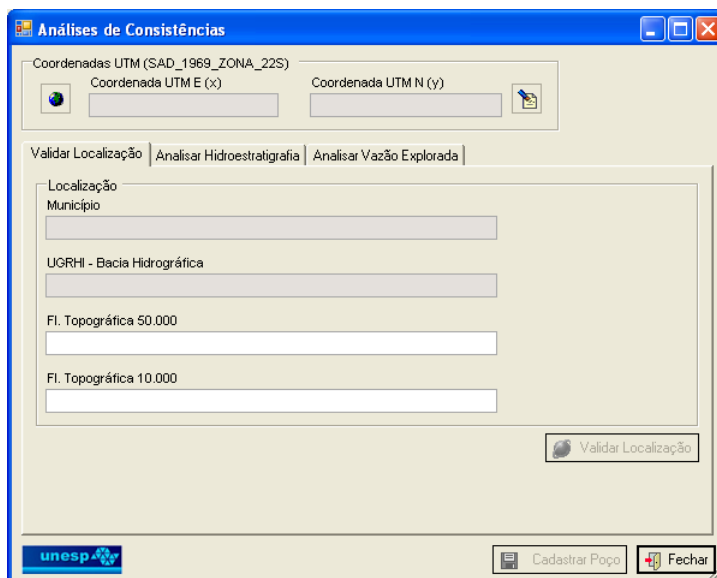




Figura 21 – Interface de Análises de Consistências

Através dessa interface, o gestor tem duas possibilidades de localizar o poço.

Selecionando o ícone , o gestor pode utilizar visualmente os temas da base cartográfica como referência, para livremente com o mouse marcar a posição geográfica do poço, para o qual está sendo solicitada a outorga de licença de execução de poço tubular profundo, até que as coordenadas do mesmo sejam levantadas em campo.

Selecionando o ícone de entrada de coordenadas , o gestor informa as coordenadas (Figura 22) do poço, para o qual está sendo solicitada a outorga de licença de execução de poço tubular profundo.

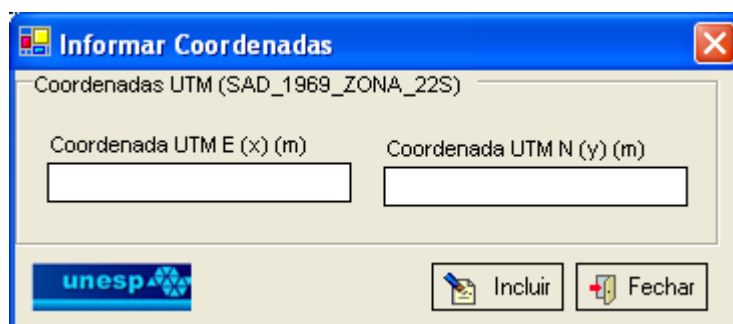


Figura 22 – Interface Informar Coordenadas

Digitando as coordenadas e clicando no ícone Incluir, o sistema faz uma validação das coordenadas, verificando se as mesmas estão dentro do limite da área de estudo.

Se não estiverem, o sistema emite uma mensagem ao gestor informando que as coordenadas estão fora da área de trabalho. O gestor solicita ao usuário que corrija as coordenadas do poço.

Se estiverem, o sistema inclui a coordenada na interface de Análise de Consistências, e volta o controle para esta interface, habilitando a aba Validar Localização.

Esta aba permite validar a localização das coordenadas. O gestor clica no ícone Validar Localização, o sistema utiliza as coordenadas e faz uma análise espacial com o tema de municípios e bacia hidrográfica, trazendo o nome do município e da bacia hidrográfica.

Clicando na aba Analisar Hidroestratigrafia, o gestor procede à uma análise dos parâmetros hidrodinâmicos e geométricos da unidade aquífera explorada (Figura 23).

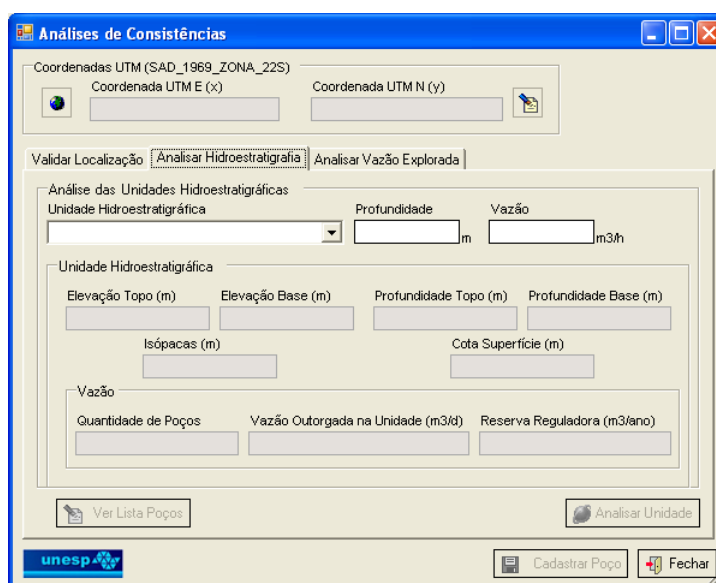



Figura 23 – Interface Análises de Consistências – Analisar Hidroestratigrafia

O gestor informa os dados preenchidos pelo usuário nos formulários de solicitação, selecionando a unidade hidroestratigráfica, informando a profundidade do poço e a vazão solicitada, habilitando o ícone Analisar Unidade .

O sistema vai executar uma análise espacial com o tema da unidade selecionada, na coordenada informada, e trazer as informações de elevação de topo e base da unidade, de profundidade de topo e base da unidade, a espessura total da unidade na coordenada solicitada e a elevação da superfície. O sistema trará

também a quantidade de poços cadastrados em toda a unidade hidroestratigráfica, existentes no banco de dados, o total de vazão outorgada e o valor da reserva reguladora, se existir este atributo no banco dados.

O gestor pode avaliar imediatamente se as informações fornecidas pelo usuário em seu requerimento são válidas para a coordenada informada.

A próxima aba, Analisar Vazão Explorada (Figura 24), permite ao gestor fazer uma análise espacial, buscando informações sobre poços existentes no banco de dados que estejam dentro de um raio de distância da coordenada fornecida.

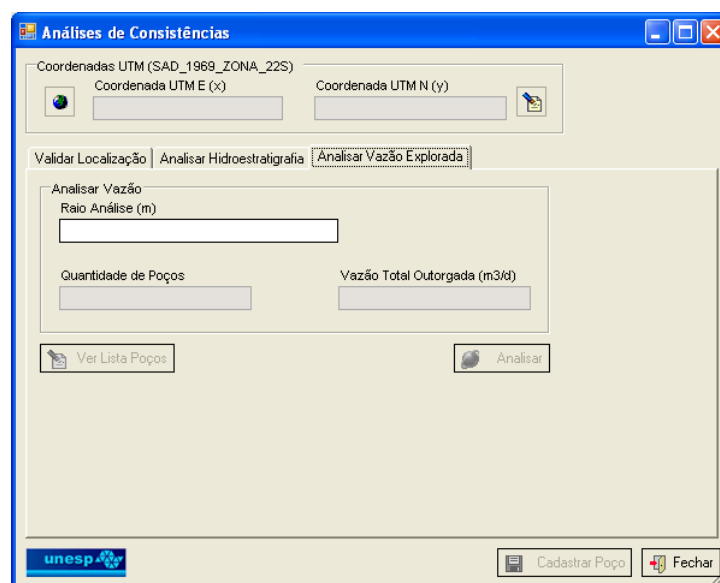
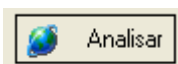


Figura 24 – Interface Análises de Consistências – Analisar Vazão Explorada

O gestor fornece o raio para a análise. O sistema habilita o ícone Analisar



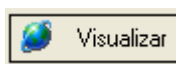
. O gestor clica neste ícone e o sistema faz um *buffer* com o valor do raio fornecido em torno da coordenada do poço, fazendo um cruzamento espacial com este círculo criado, localizando os poços existentes dentro desse raio de análise. O sistema apresentará a quantidade de poços encontrados e a vazão total

outorgada para esses poços, habilitando o ícone Ver Lista Poços



Clicando neste ícone, a interface da Figura 25 apresentará a lista de poços localizados dentro do raio de análise. O gestor poderá selecionar um poço da lista e,

clicando no ícone Visualizar



, irá visualizá-lo na interface gráfica do *software* ArcGIS, interagindo com os demais temas da base de dados da aplicação.

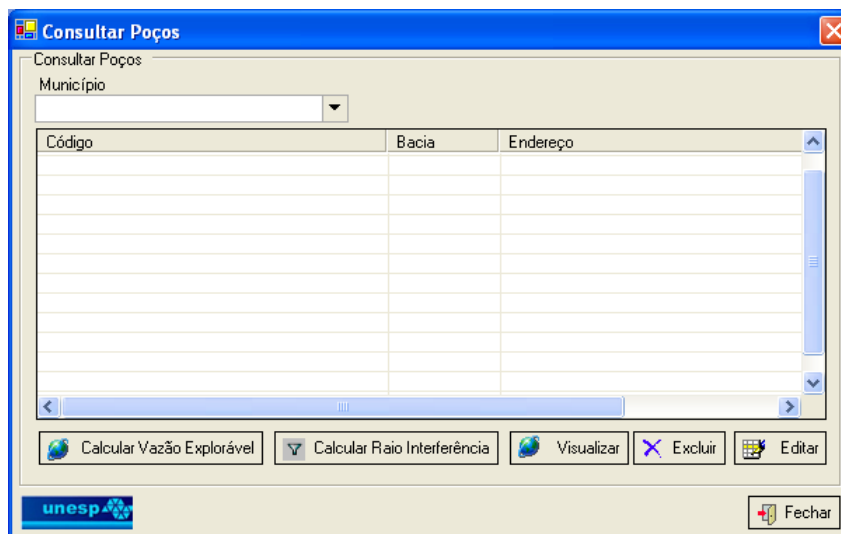
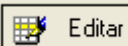
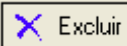
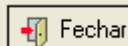
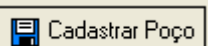


Figura 25 – Interface Consultar Poços

Poderá ainda, tendo selecionado um poço na lista, clicando no ícone Editar , abrir a ficha de cadastro, ou clicando no ícone Excluir , eliminar este poço do banco de dados da aplicação. As demais funcionalidades não serão utilizadas nesta etapa do fluxo de trabalho.

Finalizando a consulta dos poços, o gestor fecha a aplicação no ícone Fechar , e o sistema retorna o controle da aplicação para a interface de Análises de Consistências (Figura 24).

O gestor pode cadastrar as informações das análises, clicando no ícone Cadastrar Poço .

O sistema apresentará as interfaces para cadastrar poços (Figura 26). As informações constantes nas abas de teste de bombeamento e condições de exploração e funcionamento não serão cadastradas nesta etapa do fluxo de processo, pois o usuário entrou com requerimento de outorga de licença de execução de poço tubular profundo (Anexo V). Nesta etapa, o poço deve ser cadastrado com *status* “em análise”.

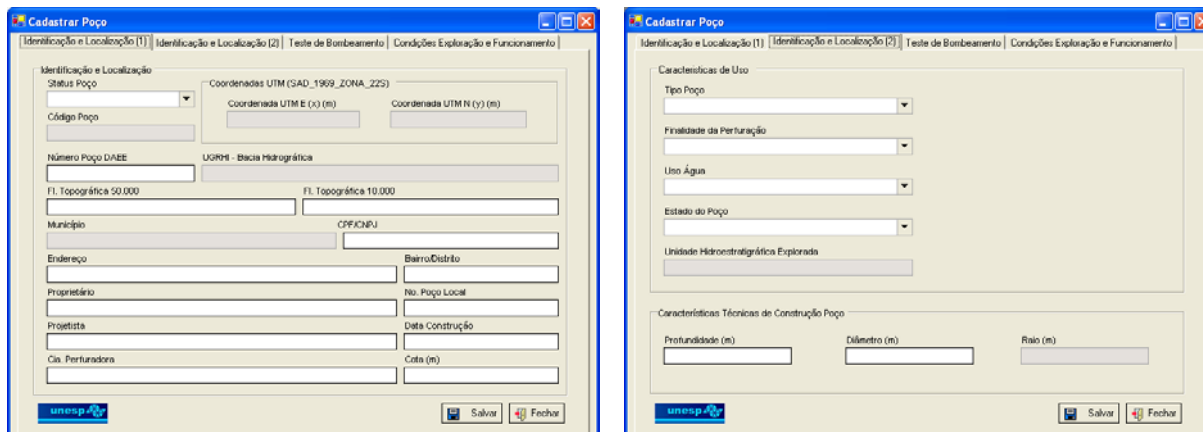

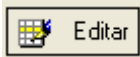


Figura 26 – Interface Cadastrar Poço – Localização

Após a implantação do poço, o usuário entra com requerimento para outorga de direito de uso de recursos hídricos (Anexo VIII) e seus anexos. O gestor aciona novamente a aplicação (Figura 20), e seleciona na barra de ferramentas o ícone Consultar Poços .

O sistema apresenta a interface de Consultar Poços (Figura 25) com todas as funcionalidades disponíveis. O gestor pode aplicar o filtro de consulta selecionando um município específico, que o sistema apresenta a lista de poços do município selecionado. O gestor localiza o poço, e clica no ícone Editar  para concluir o cadastro com as informações apresentadas pelo usuário no requerimento para outorga de direito de uso de recursos hídricos (Anexo VIII) e seus anexos.

O sistema apresenta a interface Cadastrar Poço da Figura 26, e o gestor inicia o cadastro.

Passando pelas informações cadastrais das abas de localização (1) e (2), o gestor chega na aba Teste de Bombeamento (Figura 27). Esta aba apresenta uma lista onde serão cadastrados os testes de bombeamentos.

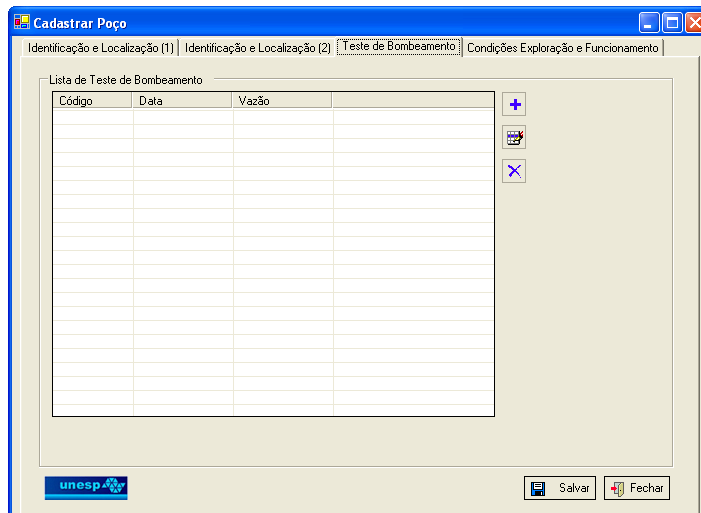





Figura 27 – Interface Teste Bombeamento

Clicando no ícone Incluir  o sistema abre a interface cadastrar teste de bombeamento que possui as abas de Teste de Bombeamento, Resumo do Teste e Interpretação dos Testes (Figura 28). Os demais ícones dessa interface permitem editar  um teste de bombeamento e excluir  um teste cadastrado.

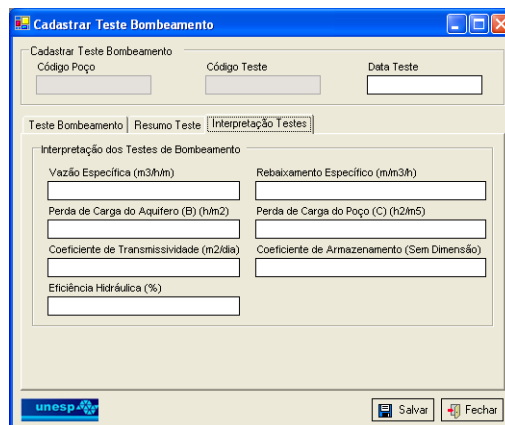
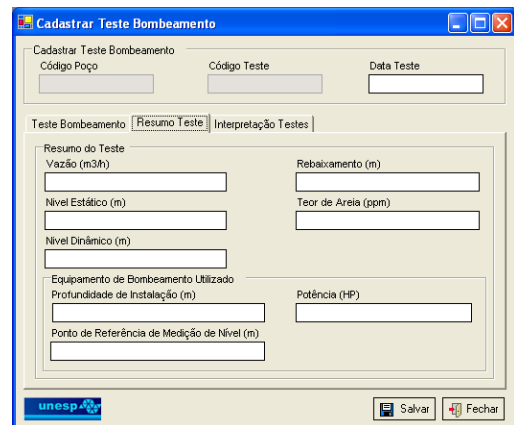
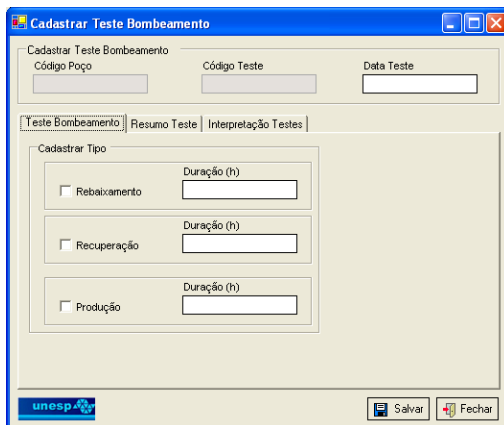
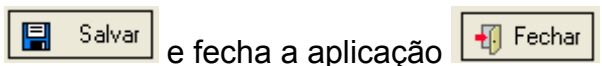


Figura 28 – Interfaces Cadastrar Teste Bombeamento

Finalizando o cadastramento dos testes, o gestor salva as informações



e fecha a aplicação

O sistema devolve o controle para a interface Cadastrar Poços, na aba Teste de Bombeamento da Figura 27. O gestor passa para a aba de Condições de Exploração e Funcionamento (Figura 29).

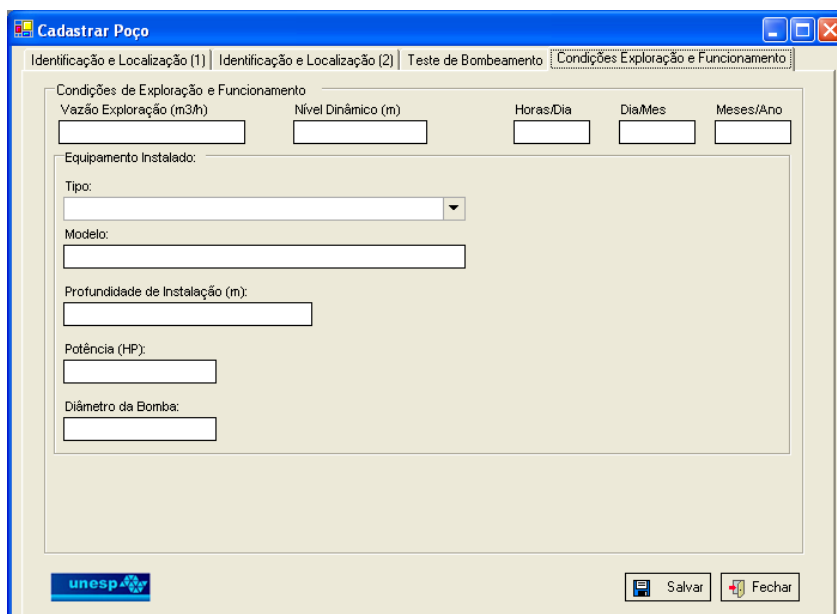



Figura 29 – Interface Condições de Exploração e Funcionamento

Algumas dessas informações serão preenchidas após a emissão da outorga, e o poço deve ter seu *status* alterado de “em análise” para “outorgado”.

Tendo finalizado o cadastramento do poço, salvo as informações e fechada a interface, o sistema devolve o controle para a interface Consultar Poços da Figura 25.

O gestor pode então, selecionando o poço na lista, calcular o raio de interferência e a vazão explorável.

Clicando no ícone Calcular Raio Interferência , o sistema abre a interface Calcular Raio Interferência (Figura 30).

Sistema Aquífero Bauru – Livre

Sistema Aquífero Guarani - Confinado

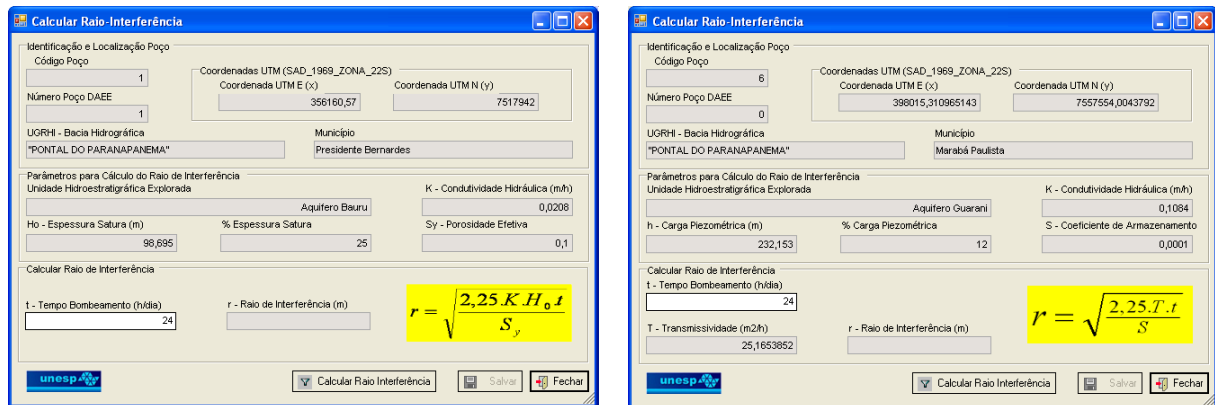



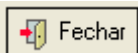
Figura 30 – Interface Calcular Raio Interferência

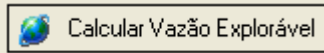
O sistema faz uma consulta ao banco de dados e traz os campos que estão com fundo cinza preenchidos. Nesses, campos o gestor não pode fazer alterações.

Os campos de condutividade hidráulica, coeficiente de armazenamento e tempo de bombeamento vêm preenchidos com os valores padrões estabelecidos pelo gestor, e cadastrados no banco de dados. Preenchidos os campos, o gestor

clica no ícone Calcular Raio Interferência  e o sistema faz os cálculos, utilizando as expressões apresentadas nas interfaces, para aquífero livre ou confinado.

O gestor clicando no ícone Salvar , o sistema salva os valores apresentados na interface e o raio de interferência calculado no banco de dados.

Clicando no ícone Fechar , o sistema fecha a interface e devolve o controle para a interface Consultar Poços da Figura 25.

Para calcular a vazão explorável, o gestor deve selecionar o poço e clicar no ícone Calcular Vazão Explorável . O sistema abre a interface Calcular Vazão Explorável (Figura 31).

Aquífero Bauru – Livre

Aquífero Guarani – Confinado

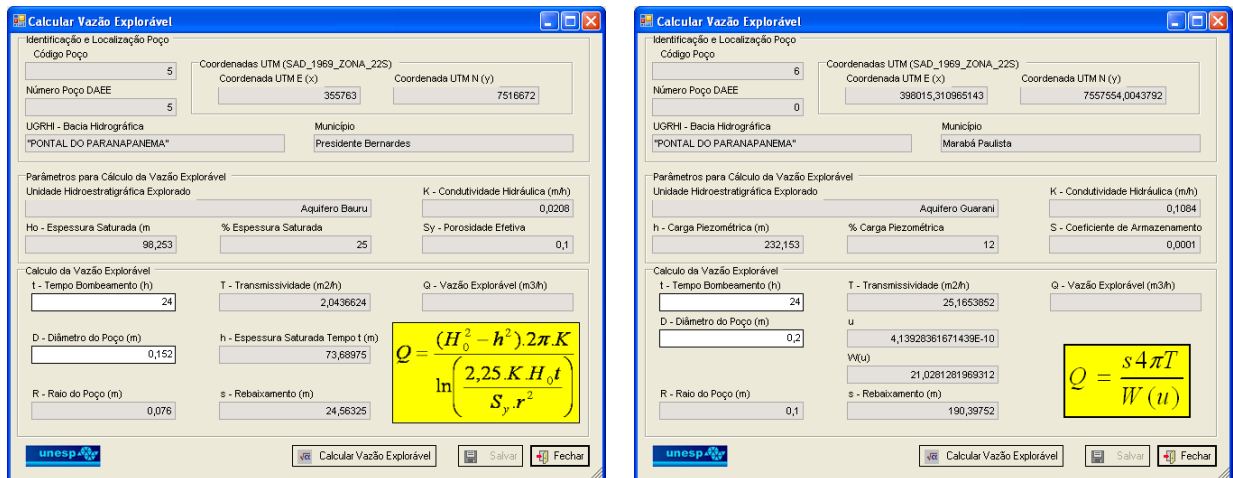
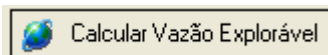


Figura 31 – Interface Calcular Vazão Explorável

O sistema faz uma consulta ao banco de dados e traz os campos que estão com fundo cinza preenchidos. Nesses campos o gestor não pode fazer alterações.

Os campos de condutividade hidráulica, coeficiente de armazenamento e tempo de bombeamento vêm preenchidos com os valores padrões estabelecidos pelo gestor, e cadastrados no banco de dados. O campo diâmetro do poço traz o valor preenchido do banco de dados. Se o valor for igual a zero, a funcionalidade preenche este campo com o valor padrão de 0,152 m (6 polegadas).


Preenchidos os campos, o gestor clica no ícone Calcular Vazão Explorável



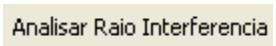
e o sistema faz os cálculos, utilizando as expressões apresentadas nas interfaces, para aquífero livre ou confinado.

Para o cálculo da vazão do aquífero confinado, o sistema calcula também a função $W(u)$, u e o coeficiente de rebaixamento.

O gestor clicando no ícone Salvar , o sistema salva os valores apresentados na interface e a vazão explorável no banco de dados.

Clicando no ícone Fechar , o sistema fecha a interface e devolve o controle para a interface Consultar Poços da Figura 25.

A próxima funcionalidade proposta é analisar raio de interferência.

O gestor aciona novamente a aplicação (Figura 20), e seleciona na barra de ferramentas o ícone Analisar Raio de Interferência .

O sistema apresenta a interface Analisar Raio de Interferência (Figura 32).



Figura 32 – Interface Analisar Raio Interferência

Essa funcionalidade gera para todos os poços da unidade hidroestratigráfica selecionada, um tema poligonal (círculo), utilizando os valores do raio de interferência calculado pela funcionalidade apresentada na Figura 30.

Esse tema poligonal é adicionado na interface gráfica do *software* ArcGIS para que o gestor possa verificar se estão ocorrendo sobreposição dos polígonos (círculos), que indica a interferência de funcionamento de um poço em outro. Se necessário, pode-se imprimir o mapa com as interferências, sobrepondo os polígonos (círculos) com o tema de poços e com outros temas da base de dados da aplicação.

Essas funcionalidades apresentadas contemplam a proposta da Aplicação de “Sistemas de Informações Geográficas na Gestão de Recursos Hídricos Subterrâneos”.

7.3 EXEMPLO DE APLICAÇÃO DO SISTEMA

Utilizando o sistema desenvolvido, foi simulada a entrada de um processo de solicitação de outorga de licença de execução de poço tubular profundo. Foram utilizadas as coordenadas $x = 394675,00$ e $y = 7550796,00$, digitadas na interface Informar Coordenadas (Figura 33):

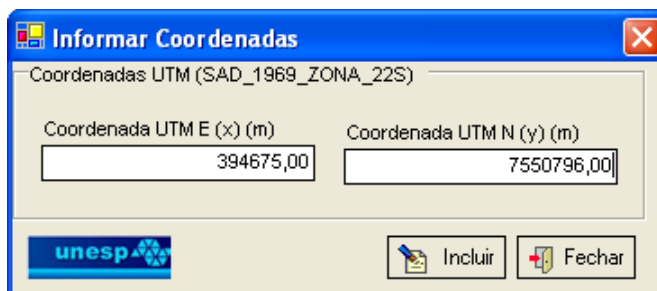


Figura 33 – Interface Informar Coordenadas

Clicando no ícone Incluir, o sistema validou as coordenadas como estando dentro da área de estudo da aplicação, devolvendo o controle para a interface Análises de Consistências, habilitando o ícone Validar Localização.

Clicando nesse ícone, o sistema validou as informações de localização das coordenadas com município e bacia hidrográfica, apresentando-as na interface Análises de Consistências, aba Validar Localização (Figura 34).

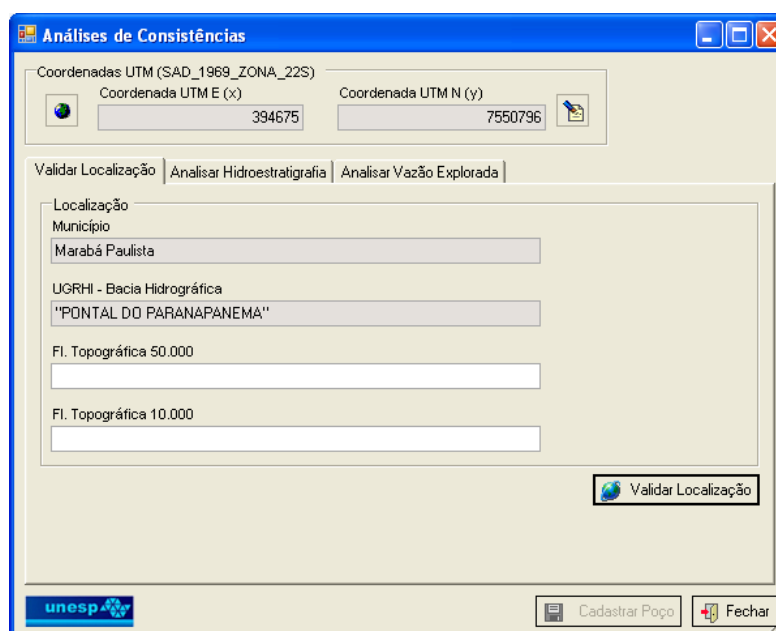


Figura 34 – Interface Análises de Consistências – Validar Localização

Passando para aba Analisar Hidroestratigrafia (Figura 35), selecionou-se a unidade hidroestratigráfica Aquífero Bauru para implantação do poço, com profundidade de 250 metros e 15 m³/h de vazão, habilitando o ícone Analisar Unidade. Clicando neste ícone, o sistema analisou os parâmetros geométricos, a quantidade de poços e a somatória de vazão outorgada nestes poços. A reserva reguladora da unidade hidroestratigráfica não foi considerada nesta análise.

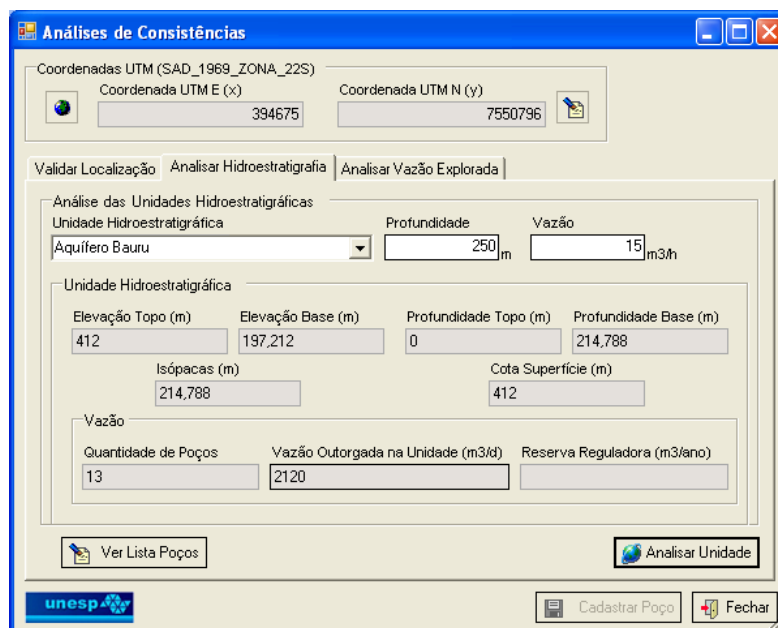


Figura 35 – Interface Análises de Consistências – Analisar Hidroestratigrafia

Passando para aba Analisar Vazão Explorada (Figura 36), forneceu-se o raio de análise de 1000 metros, habilitando o ícone Analisar. Clicando nesse ícone, o sistema fez uma análise espacial, gerando um *buffer* (círculo) com o valor do raio de análise e localizando os poços existentes dentro desse raio.

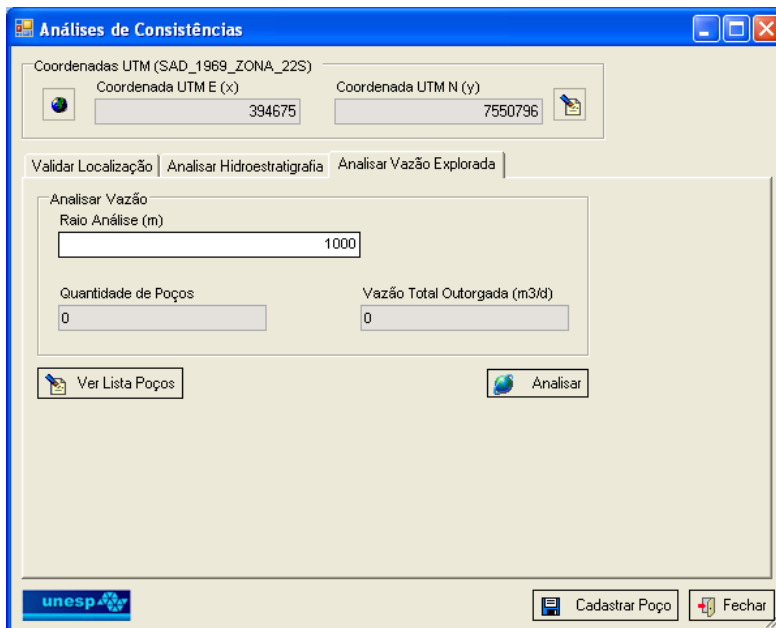


Figura 36 – Interface Análises de Consistências – Analisar Vazão Explorada

Concluindo as análises e cadastrando o poço com essas informações, seguindo os fluxos descritos no capítulo 7, item 7.2, passou-se para o cálculo do raio de interferência e da vazão explorável.

A interface Calcular Raio Interferência (Figura 37) apresentou os parâmetros hidrodinâmicos da unidade. Clicando no ícone Calcular Raio Interferência, o sistema fez o cálculo apresentando o resultado na mesma interface da Figura 37. O raio de interferência calculado foi de 33,70 m.

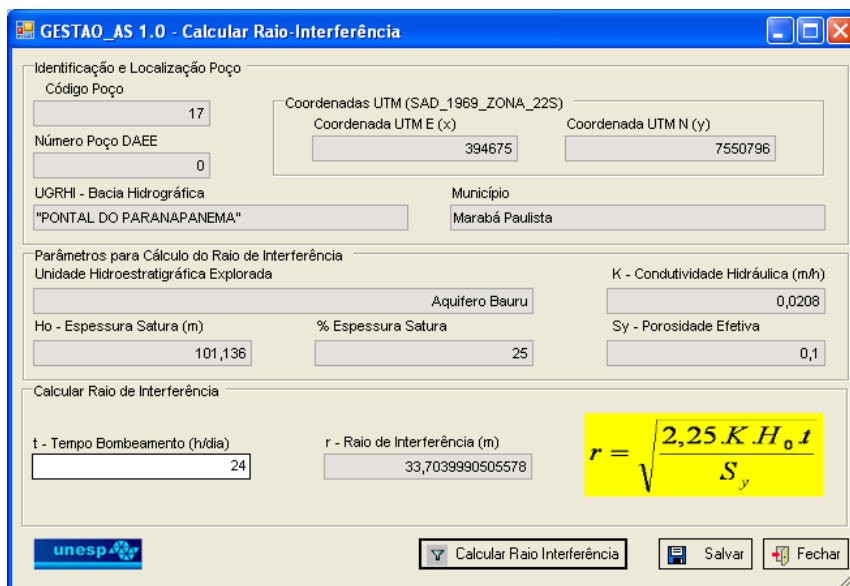


Figura 37 – Interface Calcular Raio de Interferência

Salvando essas informações, passou-se para o cálculo da vazão explorável. A interface Calcular Vazão Explorável (Figura 38) apresentou os parâmetros hidrodinâmicos da unidade. Clicando no ícone Calcular Vazão Explorável, o sistema fez o cálculo apresentando o resultado na interface da Figura 38. A vazão explorável calculada na coordenada fornecida foi de 47,97 m³/h.

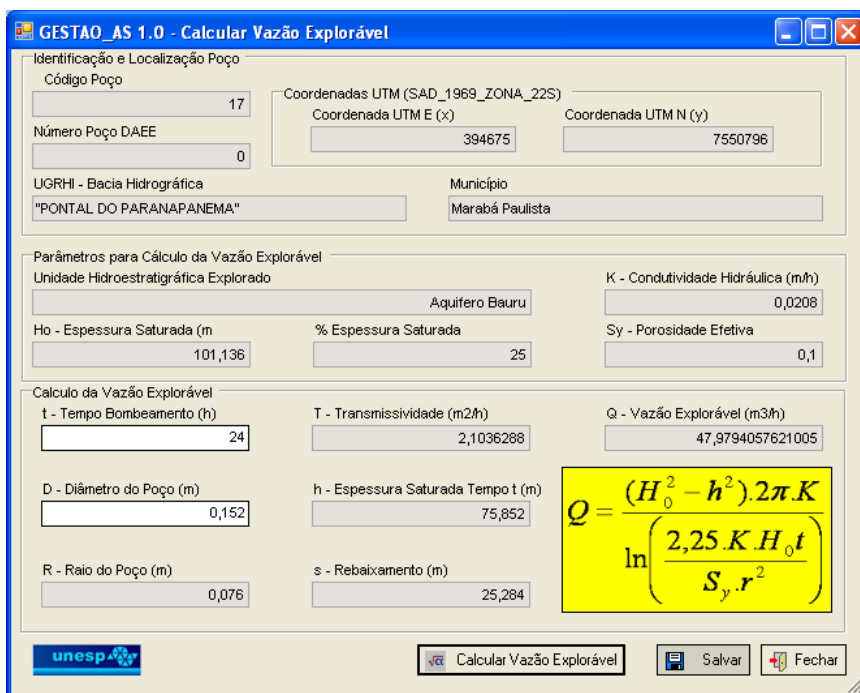


Figura 38 – Interface Calcular Vazão Explorável

8 CONCLUSÕES

O sistema desenvolvido é uma importante ferramenta de sistema de informações geográficas, aplicada à gestão de recursos hídricos subterrâneos, mostrando-se capaz de agilizar a avaliação técnica do gestor de recursos hídricos no processo de concessão de outorga de uso de recursos hídricos subterrâneos.

O sistema demanda a existência de levantamentos básicos, para compor um acervo imprescindível de dados geológicos e informações hidrogeológicas, possibilitando a implementação das análises quantitativas do uso de recursos hídricos subterrâneos, desenvolvidas neste estudo. Pode, ainda, evoluir para análises qualitativas e integrar outros módulos, como, por exemplo, o de gerenciamento do fluxo de processo de outorga.

A documentação do sistema descreve todas as etapas do desenvolvimento, contemplando as tabelas envolvidas, as interfaces, a relação de campos nas interfaces com atributos no banco de dados e a descrição do fluxo básico e alternativo de cada funcionalidade.

A modelagem do banco de dados gerou como produtos o modelo do banco e o dicionário de dados, que documentam todo o processo de modelagem dos temas, construção dos domínios e dos relacionamentos.

O banco de dados, construído para suportar as aplicações, permite padronizar e organizar os dados levantados, centralizando o armazenamento das informações. Possibilita a expansão geográfica da área de aplicação, com a inclusão de outras unidades hidroestratigráficas, e também a inclusão de novas informações.

O sistema desenvolvido, além de possibilitar a incorporação de novos módulos, pode evoluir da estrutura de banco de dados Personal Geodatabase para uma estrutura corporativa, em ambiente *web*, mantendo-se a mesma estrutura de banco de dados implantada.

9 BIBLIOGRAFIA

9.1 REFERÊNCIAS

BISHR, Y. **Semantic Aspect of Interoperable GIS**. 1997. Ph.D. Thesis: Wageningen Agricultural University, The Netherlands. 1997

BOOCH, G.; RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I. **Unified Modeling Language - UML: Guia do usuário**. Rio de Janeiro: Campus, 2000

BÓSIO, N. J. **Geologia da área de São Pedro, SP**. 1973. 125f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Rio Claro, Rio Claro, 1973.

BURROUGH, P. **Principles of geography information systems for land resources assessment**. Oxford: Clarendon Press, 1989.

CAETANO-CHANG, M. R. **A Formação Pirambóia no centro-leste do Estado de São Paulo**. 1997. 196f. Tese (Livre-docência) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, São Paulo. 1997.

CAETANO-CHANG, M. R.; WU, F. T. Arenitos flúvio-eólicos da porção superior da Formação Pirambóia, na porção centro-leste paulista. **Revista Brasileira de Geologia**. São Paulo: SBG, v.36, 2006 (no prelo).

CAETANO-CHANG, M. R.; WU, F. T. A composição faciológica das formações Pirambóia e Botucatu no centro-leste paulista e a delimitação do contato entre as unidades. In: SIMPÓSIO DE CRONOESTRATIGRAFIA DA BACIA DO PARANÁ, 1., 1993, Rio Claro (SP). **Bol. Res. Expandidos...** Rio Claro: UNESP-SBG, 1993. 93p.

CÂMARA, G. Anatomia de sistemas de informações geográficas: visão atual e perspectivas de evolução. In: ASSAD, E.; SANO, E., **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. Brasília, DF: EMBRAPA, 1993.

CIRILO, A.; OLIVEIRA, B.; AZEVEDO, J.; ALVES, R. **Sistemas de Informações sobre Recursos Hídricos: o estado da arte**. In: RELATÓRIO OFICINA PROÁGUA Semi-árido. MMA/SRH, 2000.

CUSTODIO, E.; LLAMAS, M. R. **Hidrologia Subterrânea**. 2. ed. Barcelona: Omega, 1983. v. 2.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - DAEE. **Estudo de águas subterrâneas**: Região Administrativa 6 - Ribeirão Preto - SP. São Paulo, 1974. 4 v.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA – DAEE. **Estudo de águas subterrâneas**: Regiões Administrativas 7, 8 e 9: Bauru, São José do Rio Preto e Araçatuba. São Paulo, 1976. v.1 - 2.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA – DAEE. **Estudo de águas subterrâneas**: Regiões Administrativas 10 e 11: Presidente Prudente e Marília. São Paulo, 1979. v.1 - 2.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA – DAEE. **Plano estadual de recursos hídricos**: Primeiro Plano do Estado - Síntese. São Paulo, 1990.

ESRI. **ArcGIS 9** - Designing Geodatabase with Visio. 1999-2004, p.43 - 60.

ESRI. **Understanding ArcSDE**. 1999-2001, p.15 - 30.

FEITOSA, F.; MANOEL FILHO, J. (Org.) **Hidrologia**: conceitos e aplicações. Fortaleza: CPRM, LABHID-UFPE, 1997. 412p.

FONTANE, D.G. **Improved computer support could help decision makers evaluate alternative solutions to changing demands**. Colorado: Water Resources Research. 1995. (Water Balance Report Series n.2 aug.).

IRITANI, M. A.; ODA, G. H.; KAKAZU, M. C.; CAMPOS, J. E.; FERREIRA, L. M. R.; SILVEIRA, E. L.; AZEVEDO, A. A. B. Zoneamento das características hidrodinâmicas do Sistema Aquífero Bauru no Estado de São Paulo - Brasil. In: CONGRESSO MUNDIAL INTEGRADO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 1., 2000, Fortaleza. **Boletim de Resumos...**, Fortaleza: ABAS, 11 e ALHSUD, 5, 2000.

KOKA, S. **Integration of Stream and Watershed Data for Hydrologic Modeling**, Masters thesis, Dept. of Civil Engineering, Texas A&M University, 2004.

KRUCHTEN, P. **Rational Unified Process**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2003.

MARBLE, D. Geographical information system: an overview. In: PECORA CONFERENCE, 9.1984, Sioux Falls, S D, **Proceedings...** 1984. v.1. p.18 -24.

MILANI, E. J. **Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana sul-ocidental**. 1997. 255f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

MILANI, E. J.; FRANÇA, A. B.; SCHNEIDER, R. L. Bacia do Paraná. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, Rio de Janeiro, v. 8, n.1, p. 69-82, 1994.

PAULA E SILVA, F. **Geologia de subsuperfície e hidroestratigrafia do Grupo Bauru no Estado de São Paulo**. 2003. 166f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

PAULA E SILVA, F.; CHANG, H. K.; CAETANO-CHANG, M. R. Hidroestratigrafia do Grupo Bauru (K) no Estado de São Paulo. **Águas Subterrâneas**, v.19, n.2, p.19 - 36, 2005.

PORTO, R. L. L., AZEVEDO, L. G. T Sistemas de suporte a decisões aplicados a problemas de recursos hídricos. In: PORTO, R.L.L. (Org.) **Técnicas Quantitativas para o Gerenciamento de Recursos Hídricos**. Porto Alegre: Ed. da Universidade – UFRGS / ABRH, 1997. cap.2, p. 43 - 95.

REBOUÇAS, A. C. Águas Subterrâneas. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Org), **Águas Doces do Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação**, 2.ed., cap. 4, São Paulo: Escrituras. 2002a.

REBOUÇAS, A. C. Groundwater in Brazil. **Episodes**. v. 11, n.3,set., p.209 - 214, 1988.

REBOUÇAS, A. C., Aspectos Relevantes do Problema da Água. In: REBOUÇAS, A. C., BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Org), **Águas Doces do Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação**, 2. ed., cap. 22, São Paulo: Escrituras, 2002b.

ROCHA, G. (Coord). **Mapa de águas subterrâneas do Estado de São Paulo**, DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica, IG - Instituto Geológico, IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, CPRM - Serviço Geológico do Brasil. São Paulo, 2005. Escala 1:1.000.000. 1 CD ROM.

RODRIGUES, M., QUINTANILHA, J. A. A seleção de *software* SIG para gestão urbana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 15, 1991, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SBC, 1991. v.3., p. 513 - 519.

SCHNEIDER, R. L. ; MUHLMANN, H.; TOMMASI, E.;MEDEIROS, R. A.; DAEMON, R. F.; NOGUEIRA, A. A. Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28. 1974, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBG, 1974. v.1, p. 41-65.

SETZER, J. **Atlas Climático e Ecológico do Estado de São Paulo**. São Paulo, 1966. Escala 1:2.000.000.

SILVA, J. X. da; SOUZA, M. **Análise ambiental**. Rio de Janeiro: Ed. da UFRJ, 1987.

SILVA, E. **Introdução a Sistema de Informações Geográficas**. 2004. Disponível em:<http://www.sqlmagazine.com.br/Colunistas/EvaldoOliveira/03_IntrSistInformGeogr.asp>. Acesso em: 27 mar. 2006.

SOARES, P.C. Estratigrafia das formações jurássico-cretáceas na Bacia do Paraná - Brasil. In: Volkheimer, W., Musacchio, E.A. (Ed.). **Cuencas sedimentarias del Jurásico y Cretácico de América del Sur**. Buenos Aires: Comité Sudamericano del Jurásico y Cretácico, 1, 1981. p. 271-304.

SOARES, P. C. Divisão estratigráfica do Mesozóico no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 5., n. 4: 229 - 251, 1975.

SOARES, P. C. **O mesozóico gondwânico no estado de São Paulo**. 1973. 153f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Rio Claro, Rio Claro (SP). 1973.

SUGUIO, K.; FULFARO, V. J.; AMARAL, G.; GUIDORZI, L. A. Comportamentos estratigráfico e estrutural da Formação Bauru nas regiões administrativas 7 (Bauru), 8 (São José do Rio Preto) e 9 (Araçatuba) no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 1., São Paulo. **Atas...** São Paulo: SBG, 1977. p.231 - 247

TEIXEIRA, A. L., MORETTI, E., CHRISTOFOLETTI, A. **Introdução aos sistemas de informação geográfica**. Rio Claro: Ed. do Autor, 1992.

TOMLINSON, R. F. Introduction to symposium edition. In: GEOGRAPHICAL DATA HANDLING, 1972, Ottawa. **Proceedings...** Ottawa: IGU/UNESCO, 1972. v.1, p.1 -34.

TREMBLAY, J. P.; BUNT, R. **Ciência dos computadores**: uma abordagem algorítmica. São Paulo: McGraw Hill, 1983.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. **Histórico do Geoprocessamento**: Courseware em Ciências Cartográficas. Presidente Prudente. Disponível em: <<http://www.multimedia.prudente.unesp.br/courseware/intgeo.htm>> Acesso em: 09 jan. 2006.

WAHBA, G. **Spline models for observational data**. Philadelphia: SIAM, 1990. 169p. (CBMS-NSF Regional Conference Series in Applied Mathematics, v.59).

ZALÁN, P. V.; WOLF, S.; CONCEIÇÃO, J. C. J.; ASTOLFI, M. A. M.; VIEIRA, I. S.; APPI, V. T.; ZANOTTO, O. A. - Tectônica e sedimentação da Bacia do Paraná. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3, 1987, Curitiba, **Atas...** 1987, p. 441 - 477.

ZALÁN, P. V.; WOLF, S.; CONCEIÇÃO, J. C. J.; MARQUES, A.; ASTOLFI, M. A. M.; VIEIRA, I. S.; APPI, V. T.; ZANOTTO, O. A. **Bacia do Paraná**: Origem e evolução de bacias sedimentares. Rio de Janeiro: Publicação Petróleo Brasileiro S.A., 1990. p. 135 -168.

9.2 DOCUMENTOS LEGAIS

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal, 1988.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília: Câmara dos Deputados, 1997.

BRASIL. **Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000**. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Brasília: Câmara dos Deputados, 2000a

BRASIL. **Proposta de Emenda à Constituição nº 43 de 21 de novembro de 2000**, que modifica a redação dos artigos 20, III, e 26, I, da Constituição Federal para definir a titularidade das águas subterrâneas. Brasília: Senado Federal, 2000b

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. **Resolução nº 9, de 21 de junho de 2000**. Institui a Câmara Técnica Permanente de Águas Subterrâneas do Conselho Nacional de Recursos Hídricos. In: RECURSOS HÍDRICOS: conjunto de normas legais. 3. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004a. p.101-102.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. **Resolução nº 15, de 11 de janeiro de 2001**, que estabelece diretrizes gerais para a gestão das águas subterrâneas. In: RECURSOS HÍDRICOS: conjunto de normas legais. 3. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004b. p.113-115.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. **Resolução nº 22, de 24 de maio de 2002**. Estabelece diretrizes para a inserção da águas subterrâneas no instrumento Plano de Recursos Hídricos. In: RECURSOS HÍDRICOS: conjunto de normas legais. 3. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004c. p.133-135.

9.3 REFERÊNCIAS CONSULTADAS

ACSELRAD, M. V. **Incorporação da água subterrânea à política nacional de gerenciamento de recursos hídricos**: uma metodologia preliminar para implementação do instrumento de outorga. 2005. 88f. Exame de Qualificação (Doutorado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2005.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. **Técnica de Abastecimento e Tratamento de Água**: abastecimento de água. 2. ed. rev. São Paulo, 1978. v.1, 549p.

FETTER, C. W. **Applied Hydrogeology**. 4th ed. New Jersey: Prentice Hall. 2001. 598p.

JACOB, B. **Hydraulics of Groundwater**: water resources and environmental engineering. New York: McGraw-Hill, 1979. 569p. (Series Book Program).

TODD, D. K. **Groundwater Hydrology**. New York: John Wiley & Sons, 1959. 336p.

UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION - UNESCO; **Groundwater Resources of the world and their use**. Paris, 2004. 346p. (IHP-VI, Series on Groundwater n.6).

UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION - UNESCO. **Groundwater Studies**: an international guide for hidrogeological investigations. Paris, 2004. 403p. (IHP-VI, Series on Groundwater n.3).

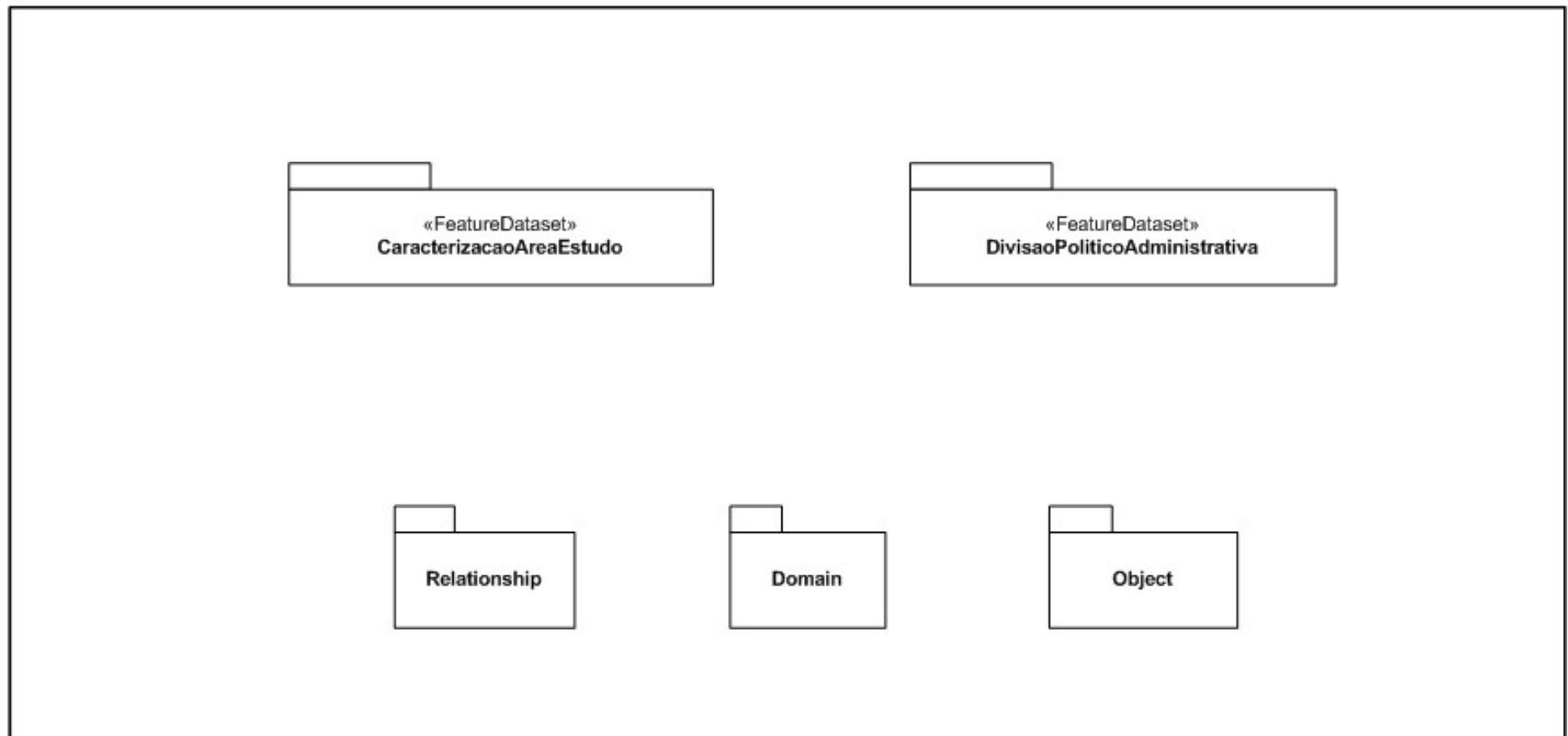
VERRUIJT, A. **Theory of Groundwater Flow**. 2nd ed. London: The Macmillan Press, 1982. 144p.

ANEXO I

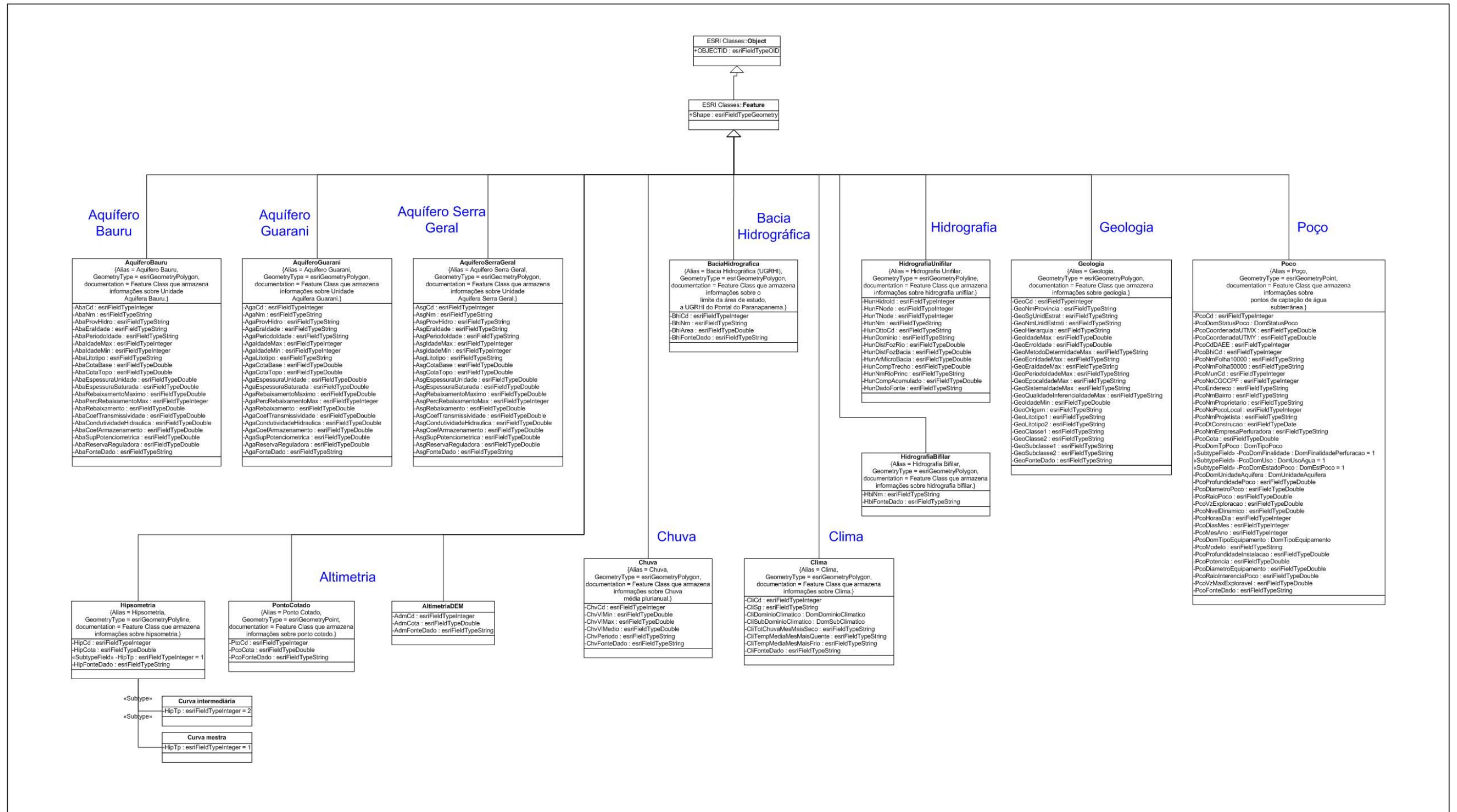
Modelo de Dados do Sistema de Informações Geográficas aplicado à gestão de Recursos Hídricos Subterrâneos

Packages de Modelos do Projeto GESTÃO_AS

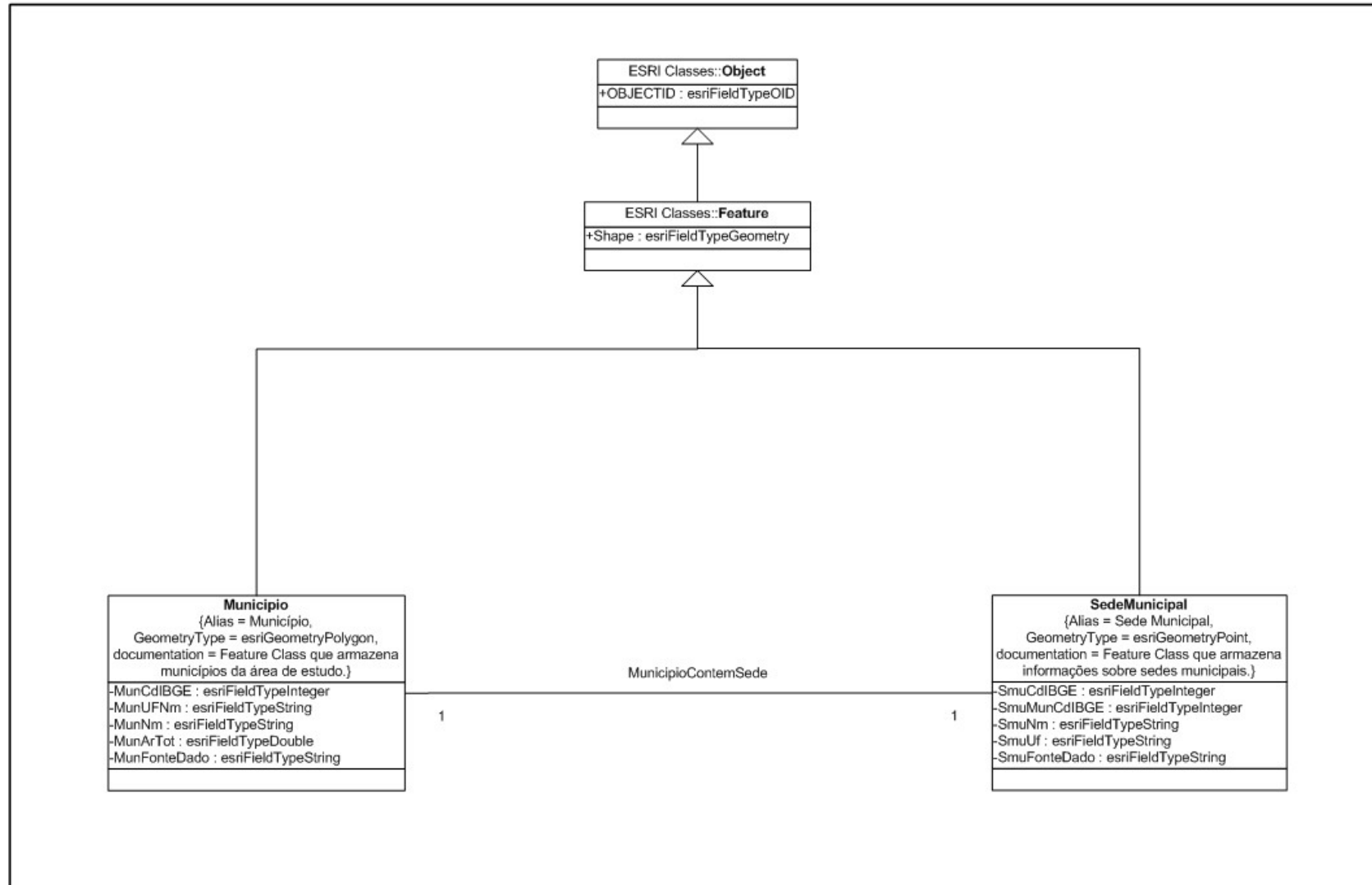
Sérgio Augusto Barbosa
UNESP - Campus Rio Claro



Caracterização Área de Estudo



Divisão Político-Administrativa



ANEXO II

Dicionário de Dados do Sistema de Informações Geográficas aplicado à gestão de Recursos Hídricos Subterrâneos

Geodatabase Designer

Developed by The Applications Prototype Lab, [ESRI®](#) Redlands

Schema Creation

Creation Date 2008-01-14 19:31:04
 Creator Sérgio Augusto Barbosa

Geodatabase

Workspace Type Personal
 Flavor Access
 Version 2.0.1

Connection Properties

DATABASE C:\UNESP_Mestrado\GDB_GESTAO_AS.mdb

Table Of Contents

Listing of Coded Value and Range Domains.
Listing of Tables and FeatureClasses.
Listing of Geodatabase Relationships.
Listing of Standalone and FeatureDataset Spatial References.

- [Domains](#)
- [ObjectClasses](#)
- [Relationships](#)
- [Spatial References](#)

[Back to Top](#)

Domains

Domain Name	Owner	Domain Type
DomBoolean		Coded Value
DomDominioClimatico		Coded Value
DomEstPoco		Coded Value
DomFinalidadePerfuracao		Coded Value
DomStatusPoco		Coded Value
DomSubClimatico		Coded Value
DomTipoAquifero		Coded Value
DomTipoAquiferoHidraulica		Coded Value
DomTipoEquipamento		Coded Value
DomTipoPoco		Coded Value
DomTstBomb		Coded Value
DomUnidadeAquifera		Coded Value
DomUsoAgua		Coded Value

[Back to Top](#)

DomBoolean

Owner

Description
Domain Type Coded Value
Field Type Integer
Merge Policy Default Value
Split Policy Default Value

Domain Members

Name	Value
Não	0
Sim	1

Associations

ObjectClass	Subtype	Field
TesteBombeamento	-	TsbDomProducao
TesteBombeamento	-	TsbDomRebaixamento
TesteBombeamento	-	TsbDomRecuperacao

[Back to Top](#)

DomDominioClimatico

Owner

Description
Domain Type Coded Value
Field Type Integer
Merge Policy Default Value
Split Policy Default Value

Domain Members

Name	Value
Quente	1
Temperado	2
Tropical	3

Associations

ObjectClass	Subtype	Field
Clima	-	CliDominioClimatico

[Back to Top](#)

DomEstPoco

Owner

Description
Domain Type Coded Value
Field Type Integer
Merge Policy Default Value
Split Policy Default Value

Domain Members

Name	Value
Equipado	1
Abandonado	2
Não equipado utilizável	3
Soterrado	4
Jorrante equipado	5
Outro	6

Associations

ObjectClass	Subtype	Field
Poco	-	PocoDomEstadoPoco

[Back to Top](#)

DomFinalidadePerfuracao

Owner

Description

Domain Type	Coded Value
Field Type	Integer
Merge Policy	Default Value
Split Policy	Default Value

Domain Members

Name	Value
Exploração de água	1
Exploração de petróleo	2
Piezômetro	3
Recarga de aquífero	4
Outro	5

Associations

ObjectClass	Subtype	Field
Poco	-	PcoDomFinalidade

[Back to Top](#)

DomStatusPoco

Owner	
Description	
Domain Type	Coded Value
Field Type	Integer
Merge Policy	Default Value
Split Policy	Default Value

Domain Members

Name	Value
Em análise	1
Outorgado	2

Associations

ObjectClass	Subtype	Field
Poco	-	PcoDomStatusPoco

[Back to Top](#)

DomSubClimatico

Owner	
Description	
Domain Type	Coded Value
Field Type	Integer
Merge Policy	Default Value
Split Policy	Default Value

Domain Members

Name	Value
Inverno Seco	1
Sem Estação de Seca	2

Associations

ObjectClass	Subtype	Field
Clima	-	CliSubDominioClimatico

[Back to Top](#)

DomTipoAquifero

Owner	
Description	
Domain Type	Coded Value
Field Type	Integer
Merge Policy	Default Value
Split Policy	Default Value

Domain Members

Name	Value
Livre (L)	1
Semi-confinado (SC)	2
Confinado (C)	3
Sedimentar (S)	4
Fraturado (F)	5
Cárstico (K)	6

[Back to Top](#)

DomTipoAquiferoHidraulica

Owner	
Description	
Domain Type	Coded Value
Field Type	Integer
Merge Policy	Default Value
Split Policy	Default Value

Domain Members

Name	Value
Livre	1
Semi-confinado	2
Confinado	3

[Back to Top](#)

DomTipoEquipamento

Owner	
Description	
Domain Type	Coded Value
Field Type	Integer
Merge Policy	Default Value
Split Policy	Default Value

Domain Members

Name	Value
Bomba Submersa	1
Eixo Prolongado	2
Air Lift	3
Outros	4

Associations

ObjectClass	Subtype	Field
Poco	-	PcoDomTipoEquipamento

[Back to Top](#)

DomTipoPoco

Owner
Description
Domain Type Coded Value
Field Type Integer
Merge Policy Default Value
Split Policy Default Value

Domain Members

Name	Value
Tubular	1
Escavado/Cisterna/Cacimba	2
Ponteira	3
Outro	4

Associations

ObjectClass	Subtype	Field
Poco	-	PcoDomTpPoco

[Back to Top](#)

DomTstBomb

Owner
Description
Domain Type Coded Value
Field Type Integer
Merge Policy Default Value
Split Policy Default Value

Domain Members

Name	Value
Rebaixamento	1
Recuperação	2
Produção	3

[Back to Top](#)

DomUnidadeAquifera

Owner
Description
Domain Type Coded Value
Field Type Integer
Merge Policy Default Value
Split Policy Default Value

Domain Members

Name	Value
Aquifero Bauru	1
Aquifero Guarani	2

Associations

ObjectClass	Subtype	Field
Poco	-	PcoDomUnidadeAquifera

[Back to Top](#)

DomUsoAgua

Owner
Description
Domain Type Coded Value
Field Type Integer
Merge Policy Default Value
Split Policy Default Value

Domain Members

Name	Value
Abastecimento público	1
Industrial/Sanitário	2
Doméstico	3
Recreação	4
Irrigação	5
Criação animal	6
Industrial/Processo	7
Não utilizada	8
Outro	9

Associations

ObjectClass	Subtype	Field
Poco	-	PcoDomUso

[Back to Top](#)

ObjectClasses

ObjectClass Name	Type	Geometry	Subtype
CaracterizacaoAreaEstudo			SR
AltimetriaDEM	FeatureClass	Polygon	-
AquiferoBauru	FeatureClass	Polygon	-
AquiferoGuarani	FeatureClass	Polygon	-
AquiferoSerraGeral	FeatureClass	Polygon	-
BaciaHidrografica	FeatureClass	Polygon	-
Buffer	FeatureClass	Polygon	-
Chuva	FeatureClass	Polygon	-
Clima	FeatureClass	Polygon	-
Geologia	FeatureClass	Polygon	-
HidrografiaBifilar	FeatureClass	Polygon	-
HidrografiaUnifilar	FeatureClass	Polyline	-
Hipsometria	FeatureClass	Polyline	Curva intermediária Curva mestra
Poco	FeatureClass	Point	-
PontoCotado	FeatureClass	Point	-
DivisaoPoliticoAdministrativa			SR
Municipio	FeatureClass	Polygon	-
SedeMunicipal	FeatureClass	Point	-
Stand Alone ObjectClass(s)			
Demografia	Table	-	-
TesteBombeamento	Table	-	-

[Back to Top](#)

AltimetriaDEM

Alias	Altimetria DEM	Geometry: Polygon						
Dataset Type	FeatureClass	Average Number of Points: 0						
FeatureType	Simple	Has M: No						
		Has Z: No						
		Grid Size: 1000						
Field Name	Alias	Type	Precn. Scale	Length Edit	Null	Req.	Domain Fixed	
OBJECTID	OBJECTID	OID	0 0	4	No	No	Yes No	
Shape	Shape	Geometry	0 0	0	Yes	Yes	Yes No	
AdmCd	Código	Integer	0 0	4	Yes	Yes	No No	
AdmCota	Código	Double	0 0	8	Yes	Yes	No No	
AdmFonteDado	Fonte Dado	String	0 0	100	Yes	Yes	No No	

Subtype Name	Default Value	Domain	
ObjectClass			
Index Name	Ascending	Unique	Fields
FDO_OBJECTID	Yes	Yes	OBJECTID
Shape_INDEX	Yes	Yes	Shape

[Back to Top](#)

AquiferoBauru

Alias	Aquifero Bauru	Geometry: Polygon						
Dataset Type	FeatureClass	Average Number of Points: 0						
FeatureType	Simple	Has M: No						
		Has Z: No						
		Grid Size: 1000						
Field Name	Alias	Type	Precn.Scale	LengthEdit	Null	Req.	Domain Fixed	
OBJECTID	OBJECTID	OID	0 0	4	No	No	Yes No	
Shape	Shape	Geometry	0 0	0	Yes	Yes	Yes No	
AbaCd	Código	Integer	0 0	4	Yes	Yes	No No	
AbaNm	Nome	String	0 0	100	Yes	Yes	No No	
AbaProvHidro	Provincia Hidrogeológica	String	0 0	255	Yes	Yes	No No	
AbaEraldade	Era Geológica	String	0 0	100	Yes	Yes	No No	
AbaPeriodoldade	Idade Geológica	String	0 0	100	Yes	Yes	No No	
AbaIdadeMax	Idade Máxima	Integer	0 0	4	Yes	Yes	No No	
AbaIdadeMin	Idade Mínima	Integer	0 0	4	Yes	Yes	No No	
AbaLitotipo	Litologia Predominante	String	0 0	100	Yes	Yes	No No	
AbaCotaBase	Cota Base (m)	Double	0 0	8	Yes	Yes	No No	
AbaCotaTopo	Cota Topo (m)	Double	0 0	8	Yes	Yes	No No	
AbaEspessuraUnidade	Espessura Unidade (m)	Double	0 0	8	Yes	Yes	No No	
AbaEspessuraSaturada	b - Espessura Saturada (m)	Double	0 0	8	Yes	Yes	No No	
AbaRebaixamentoMaximo	Rebaixamento Máximo (m)	Double	0 0	8	Yes	Yes	No No	
AbaPercRebaixamentoMax	Percentual Rebaixamento Máximo (%)	Integer	0 0	4	Yes	Yes	No No	
AbaRebaixamento	s - Rebaixamento (m)	Double	0 0	8	Yes	Yes	No No	
AbaCoefTransmissividade	T - Transmissividade (m2/h)	Double	0 0	8	Yes	Yes	No No	
AbaCondutividadeHidraulica	K - Condutividade Hidraulica (m/h)	Double	0 0	8	Yes	Yes	No No	
AbaCoefArmazenamento	S - Coeficiente Armazenamento	Double	0 0	8	Yes	Yes	No No	
AbaSupPotenciometrica	Superficie Potenciométrica	Double	0 0	8	Yes	Yes	No No	
AbaReservaReguladora	Reserva Reguladora (m3/ano)	Double	0 0	8	Yes	Yes	No No	
AbaFonteDado	Fonte Dados	String	0 0	100	Yes	Yes	No No	

Subtype Name	Default Value	Domain	
ObjectClass			
Index Name	Ascending	Unique	Fields
Shape_INDEX	Yes	No	Shape

[Back to Top](#)

AquiferoGuarani

Alias	Aquifero Guarani	Geometry: Polygon						
Dataset Type	FeatureClass	Average Number of Points: 0						
FeatureType	Simple	Has M: No						
		Has Z: No						
		Grid Size: 1000						
Field Name	Alias	Type	Precn.Scale	LengthEdit	Null	Req.	Domain Fixed	
OBJECTID	OBJECTID	OID	0 0	4	No	No	Yes No	
Shape	Shape	Geometry	0 0	0	Yes	Yes	Yes No	
AgaCd	Código	Integer	0 0	4	Yes	Yes	No No	
AgaNm	Nome	String	0 0	100	Yes	Yes	No No	
AgaProvHidro	Provincia Hidrogeológica	String	0 0	255	Yes	Yes	No No	
AgaEraldade	Era Geológica	String	0 0	100	Yes	Yes	No No	
AgaPeriodoldade	Idade Geológica	String	0 0	100	Yes	Yes	No No	
AgaIdadeMax	Idade Máxima	Integer	0 0	4	Yes	Yes	No No	
AgaIdadeMin	Idade Mínima	Integer	0 0	4	Yes	Yes	No No	
AgaLitotipo	Litologia Predominante	String	0 0	100	Yes	Yes	No No	
AgaCotaBase	Cota Base (m)	Double	0 0	8	Yes	Yes	No No	
AgaCotaTopo	Cota Topo (m)	Double	0 0	8	Yes	Yes	No No	
AgaEspessuraUnidade	Espessura Unidadel (m)	Double	0 0	8	Yes	Yes	No No	
AgaEspessuraSaturada	b - Espessura Saturada (m)	Double	0 0	8	Yes	Yes	No No	
AgaRebaixamentoMaximo	Rebaixamento Máximo (m)	Double	0 0	8	Yes	Yes	No No	
AgaPercRebaixamentoMax	Percentual Rebaixamento Máximo (%)	Integer	0 0	4	Yes	Yes	No No	
AgaRebaixamento	s - Rebaixamento (m)	Double	0 0	8	Yes	Yes	No No	
AgaCoefTransmissividade	T - Transmissividade (m2/h)	Double	0 0	8	Yes	Yes	No No	
AgaCondutividadeHidraulica	K - Condutividade Hidraulica (m/h)	Double	0 0	8	Yes	Yes	No No	
AgaCoefArmazenamento	S - Coeficiente Armazenamento	Double	0 0	8	Yes	Yes	No No	
AgaReservaReguladora	Reserva Reguladora (m3/ano)	Double	0 0	8	Yes	Yes	No No	
AgaSupPotenciometrica	Superficie Potenciométrica	Double	0 0	8	Yes	Yes	No No	
AgaFonteDado	Fonte Dados	String	0 0	100	Yes	Yes	No No	

Subtype Name	Default Value	Domain	
ObjectClass			
Index Name	Ascending	Unique	Fields
FDO_OBJECTID	Yes	Yes	OBJECTID
Shape_INDEX	Yes	Yes	Shape

[Back to Top](#)

AquiferoSerraGeral

Alias	Aquifero Serra Geral	Geometry: Polygon						
Dataset Type	FeatureClass	Average Number of Points: 0						
FeatureType	Simple	Has M: No						
		Has Z: No						
		Grid Size: 1000						
Field Name	Alias	Type	Precn.Scale	LengthEdit	Null	Req.	Domain Fixed	
OBJECTID	OBJECTID	OID	0 0	4	No	No	Yes No	
Shape	Shape	Geometry	0 0	0	Yes	Yes	Yes No	
AsgCd	Código	Integer	0 0	4	Yes	Yes	No No	
AsgNm	Nome	String	0 0	100	Yes	Yes	No No	
AsgProvHidro	Provincia Hidrogeológica	String	0 0	255	Yes	Yes	No No	
AsgEraldade	Era Geológica	String	0 0	100	Yes	Yes	No No	
AsgPeriodoldade	Idade Geológica	String	0 0	100	Yes	Yes	No No	

AsgIdadeMax	Idade Máxima	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No	No
AsgIdadeMin	Idade Mínima	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No	No
AsgLitotipo	Litologia Predominante	String	0	0	100	Yes	Yes	No	No
AsgCotaBase	Cota Base (m)	Double	0	0	8	Yes	Yes	No	No
AsgCotaTopo	Cota Topo (m)	Double	0	0	8	Yes	Yes	No	No
AsgEspessuraUnidade	Espessura Unidade (m)	Double	0	0	8	Yes	Yes	No	No
AsgEspessuraSaturada	b - Espessura Saturada (m)	Double	0	0	8	Yes	Yes	No	No
AsgRebaixamentoMaximo	Rebaixamento Máximo (m)	Double	0	0	8	Yes	Yes	No	No
AsgPercRebaixamentoMax	Percentual Rebaixamento Máximo (%)	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No	No
AsgRebaixamento	s - Rebaixamento (m)	Double	0	0	8	Yes	Yes	No	No
AsgCoeftTransmissividade	T - Transmissividade (m2/h)	Double	0	0	8	Yes	Yes	No	No
AsgConductividadeHidraulica	K - Condutividade Hidraulica (m/h)	Double	0	0	8	Yes	Yes	No	No
AsgCoeftArmazenamento	S - Coeficiente de armazenamento	Double	0	0	8	Yes	Yes	No	No
AsgSupPotenciometrica	Superfície Potenciométrica	Double	0	0	8	Yes	Yes	No	No
AsgReservaReguladora	Reserva Reguladora (m3/ano)	Double	0	0	8	Yes	Yes	No	No
AsgFonteDado	Fonte Dados	String	0	0	100	Yes	Yes	No	No

Subtype Name	Default Value	Domain	
ObjectClass			
Index Name	Ascending	Unique	Fields
FDO_OBJECTID	Yes	Yes	OBJECTID
Shape_INDEX	Yes	Yes	Shape

[Back to Top](#)

BaciaHidrografica

Alias	Bacia Hidrográfica (UGRHI)	Geometry: Polygon
Dataset Type	FeatureClass	Average Number of Points: 0
FeatureType	Simple	Has M: No
		Has Z: No
		Grid Size: 1000

Field Name	Alias	Type	Precn.	Scale	Length Edit	Null	Req.	Domain
OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No	No	Yes No
Shape	Shape	Geometry	0	0	0	Yes	Yes	Yes No
BhiCd	Código Bacia Hidrográfica	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No No
BhiNm	Nome Bacia Hidrográfica	String	0	0	100	Yes	Yes	No No
BhiArea	Área (km2)	Double	0	0	8	Yes	Yes	No No
BhiFonteDado	Fonte Dados	String	0	0	100	Yes	Yes	No No

Subtype Name	Default Value	Domain	
ObjectClass			
Index Name	Ascending	Unique	Fields
FDO_OBJECTID	Yes	Yes	OBJECTID
Shape_INDEX	Yes	Yes	Shape

[Back to Top](#)

Chuva

Alias	Chuva	Geometry: Polygon
Dataset Type	FeatureClass	Average Number of Points: 0
FeatureType	Simple	Has M: No
		Has Z: No
		Grid Size: 1000

Field Name	Alias	Type	Precn.	Scale	Length Edit	Null	Req.	Domain
OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No	No	Yes No

Shape	Shape	Geometry	0	0	0	Yes	Yes	Yes	No
ChvCd	Código	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No	No
ChvVIMin	Valor Mínimo (mm)	Double	0	0	8	Yes	Yes	No	No
ChvVIMax	Valor Máximo (mm)	Double	0	0	8	Yes	Yes	No	No
ChvVIMedio	Valor Médio (mm)	Double	0	0	8	Yes	Yes	No	No
ChvPeriodo	Período considerado	String	0	0	255	Yes	Yes	No	No
ChvFonteDado	Fonte Dados	String	0	0	100	Yes	Yes	No	No

Subtype Name	Default Value	Domain	
ObjectClass			
Index Name	Ascending	Unique	Fields
Shape_INDEX	Yes	No	Shape

[Back to Top](#)

Clima

Alias	Clima	Geometry: Polygon
Dataset Type	FeatureClass	Average Number of Points: 0
FeatureType	Simple	Has M: No
		Has Z: No
		Grid Size: 1000

Field Name	Alias	Type	Precn.	Scale	Length Edit	Null	Req.	Domain
OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No	No	Yes No
Shape	Shape	Geometry	0	0	0	Yes	Yes	Yes No
CliCd	Código	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No No
CliSg	Sigla	String	0	0	10	Yes	Yes	No No
CliDominioClimatico	Domínio Climático	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No No
CliSubDominioClimatico	Subdomínio Climático	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No No
CliTotChuvaMesMaisSeco	Total de chuvas do mês mais seco	String	0	0	35	Yes	Yes	No No
CliTempMediaMesMaisQuente	Temperatura média do mês mais quente (°C)	String	0	0	35	Yes	Yes	No No
CliTempMediaMesMaisFrio	Temperatura média do mês mais frio (°C)	String	0	0	35	Yes	Yes	No No
CliFonteDado	Fonte Dado	String	0	0	100	Yes	Yes	No No

Subtype Name	Default Value	Domain	
ObjectClass			
CliDominioClimatico		DomDominioClimatico	
CliSubDominioClimatico		DomSubClimatico	
Index Name	Ascending	Unique	Fields
Shape_INDEX	Yes	No	Shape

[Back to Top](#)

Demografia

Alias	Demografia	Geometry: Polygon
Dataset Type	Table	Average Number of Points: 0
FeatureType	-	Has M: No
		Has Z: No
		Grid Size: 1000

Field Name	Alias	Type	Precn.	Scale	Length Edit	Null	Req.	Domain
OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No	No	Yes No
DemMunCaiBGE	Código IBGE Município	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No No
DemPopTot	População Total	Double	0	0	8	Yes	Yes	No No
DemPopUrb	População Urbana	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No No
DemPopRur	População Rural	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No No
DemDensDemografica	Densidade Demográfica	Double	0	0	8	Yes	Yes	No No

DemTaxaUrbanizacao	Taxa Urbanização	Single	0	0	4	Yes	Yes	No	No
DemMedTaxaCresceDem	Taxa Média Anual Crescimento Demográfico	Single	0	0	4	Yes	Yes	No	No
DemFonteDado	Fonte Dados	String	0	0	100	Yes	Yes	No	No

Subtype Name	Default Value	Domain
--------------	---------------	--------

Index Name	Ascending	Unique	Fields
FDO_OBJECTID	Yes	Yes	OBJECTID
GDB_1_DemMunCdIB	Yes	No	DemMunCdIBGE

[Back to Top](#)

Geologia

Alias	Geologia	Geometry: Polygon
Dataset Type	FeatureClass	Average Number of Points: 0
FeatureType	Simple	Has M: No Has Z: No Grid Size: 1000

Field Name	Alias	Type	Precn.	Scale	Length Edit	Null	Req.	Domain Fixed
OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No	No	Yes No
Shape	Shape	Geometry	0	0	0	Yes	Yes	Yes No
GeoCd	Código	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No No
GeoNmProvincia	Provincia	String	0	0	200	Yes	Yes	No No
GeoSgUnidEstrat	Sigla Unidade Estratigráfica	String	0	0	100	Yes	Yes	No No
GeoNmUnidEstrati	Nome Unidade Estratigráfica	String	0	0	200	Yes	Yes	No No
GeoHierarquia	Enquadramento Hierárquico	String	0	0	100	Yes	Yes	No No
GeoIdadeMax	Idade Cronoestratigráfica Máxima	Double	0	0	8	Yes	Yes	No No
GeoErroldade	Erro Idade Máxima	Double	0	0	8	Yes	Yes	No No
GeoMetodoDeterminldadeMax	Método Determinação Idade Máxima	String	0	0	200	Yes	Yes	No No
GeoEonldadeMax	Eon Idade Máxima	String	0	0	200	Yes	Yes	No No
GeoEraldadeMax	Era Idade Máxima	String	0	0	200	Yes	Yes	No No
GeoPeriodoldadeMax	Período Idade Máxima	String	0	0	200	Yes	Yes	No No
GeoEpocaldadeMax	Época Idade Máxima	String	0	0	200	Yes	Yes	No No
GeoSistemaldadeMax	Sistema Idade Máxima	String	0	0	200	Yes	Yes	No No
GeoQualidadeInferencialdadeMax	Qualidade Inferência Idade Máxima	String	0	0	200	Yes	Yes	No No
GeoIdadeMin	Idade Cronoestratigráfica Mínima	Double	0	0	8	Yes	Yes	No No
GeoOrigem	Origem	String	0	0	200	Yes	Yes	No No
GeoLitotipo1	Litotipo 1	String	0	0	255	Yes	Yes	No No
GeoLitotipo2	Litotipo 2	String	0	0	255	Yes	Yes	No No
GeoClasse1	Classe 1	String	0	0	200	Yes	Yes	No No
GeoClasse2	Classe 2	String	0	0	200	Yes	Yes	No No
GeoSubclasse1	Subclasse 1	String	0	0	200	Yes	Yes	No No
GeoSubclasse2	Subclasse 2	String	0	0	200	Yes	Yes	No No
GeoFonteDado	Fonte Dado	String	0	0	100	Yes	Yes	No No

Subtype Name	Default Value	Domain
--------------	---------------	--------

Index Name	Ascending	Unique	Fields
Shape_INDEX	Yes	No	Shape

[Back to Top](#)

HidrografiaBifilar

Alias	Hidrografia Bifilar	Geometry: Polygon
--------------	---------------------	--------------------------

Dataset Type	FeatureClass	Average Number of Points: 0
FeatureType	Simple	Has M: No Has Z: No Grid Size: 1000

Field Name	Alias	Type	Precn.	Scale	Length Edit	Null	Req.	Domain Fixed
OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No	No	Yes No
Shape	Shape	Geometry	0	0	0	Yes	Yes	Yes No
HbiNm	Nome	String	0	0	100	Yes	Yes	No No
HbiFonteDado	Fonte Dados	String	0	0	100	Yes	Yes	No No

Subtype Name	Default Value	Domain
--------------	---------------	--------

Index Name	Ascending	Unique	Fields
Shape_INDEX	Yes	No	Shape

[Back to Top](#)

HidrografiaUnifilar

Alias	Hidrografia Unifilar	Geometry: Polyline
Dataset Type	FeatureClass	Average Number of Points: 0
FeatureType	Simple	Has M: No Has Z: No Grid Size: 1000

Field Name	Alias	Type	Precn.	Scale	Length Edit	Null	Req.	Domain Fixed
OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No	No	Yes No
Shape	Shape	Geometry	0	0	0	Yes	Yes	Yes No
HunHidrold	Identificação Trecho	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No No
HunFNNode	From Node	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No No
HunTNNode	To Node	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No No
HunNm	Nome	String	0	0	100	Yes	Yes	No No
HunOttoCd	Código Otto	String	0	0	50	Yes	Yes	No No
HunDominio	Domínio	String	0	0	50	Yes	Yes	No No
HunDistFozRio	Distância Foz Rio	Double	0	0	8	Yes	Yes	No No
HunDistFozBacia	Distância Foz Bacia	Double	0	0	8	Yes	Yes	No No
HunArMicroBacia	Área Microbacia Trecho Rio	Double	0	0	8	Yes	Yes	No No
HunCompTrecho	Comprimento Trecho	Double	0	0	8	Yes	Yes	No No
HunNmRioPrinc	Nome Rio Principal	String	0	0	100	Yes	Yes	No No
HunCompAcumulado	Comprimento Acumulado de Montante para Jusante	Double	0	0	8	Yes	Yes	No No
HunDadoFonte	Fonte Dados	String	0	0	100	Yes	Yes	No No

Subtype Name	Default Value	Domain
--------------	---------------	--------

Index Name	Ascending	Unique	Fields
Shape_INDEX	Yes	No	Shape

[Back to Top](#)

Hipsometria

Alias	Hipsometria	Geometry: Polyline
Dataset Type	FeatureClass	Average Number of Points: 0
FeatureType	Simple	Has M: No Has Z: No Grid Size: 1000

Field Name	Alias	Type	Precn.	Scale	Length Edit	Null	Req.	Domain Fixed
OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No	No	Yes No
Shape	Shape	Geometry	0	0	0	Yes	Yes	Yes No

HipCd	Código	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No	No
HipCota	Cota	Double	0	0	8	Yes	Yes	No	No
HipTp	Tipo Hipsometria	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No	No
HipFonteDado	Fonte Dados	String	0	0	100	Yes	Yes	No	No

Subtype Name	Default Value	Domain
ObjectClass		
Curva intermediária (HipTp=2)		
Curva mestra (HipTp=1) [Default]		

Index Name	Ascending	Unique	Fields
FDO_OBJECTID	Yes	Yes	OBJECTID
Shape_INDEX	Yes	Yes	Shape

[Back to Top](#)

Município

Alias	Município	Geometry: Polygon
Dataset Type	FeatureClass	Average Number of Points: 0
FeatureType	Simple	Has M: No
		Has Z: No
		Grid Size: 1000

Field Name	Alias	Type	Precn.	Scale	Length Edit	Null	Req.	Domain	Fixed
OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No	No	Yes	No
Shape	Shape	Geometry	0	0	0	Yes	Yes	Yes	No
MunCdIBGE	Código IBGE Município	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No	No
MunUFNm	Nome UF	String	0	0	100	Yes	Yes	No	No
MunNm	Nome	String	0	0	200	Yes	Yes	No	No
MunArTot	Área Total (km2)	Double	0	0	8	Yes	Yes	No	No
MunFonteDado	Fonte Dados	String	0	0	100	Yes	Yes	No	No

Subtype Name	Default Value	Domain
ObjectClass		

Index Name	Ascending	Unique	Fields
GDB_17_MunCdIBGE	Yes	No	MunCdIBGE
Shape_INDEX	Yes	No	Shape

[Back to Top](#)

Poco

Alias	Poço	Geometry: Point
Dataset Type	FeatureClass	Average Number of Points: 0
FeatureType	Simple	Has M: No
		Has Z: No
		Grid Size: 1000

Field Name	Alias	Type	Precn.	Scale	Length Edit	Null	Req.	Domain	Fixed
OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No	No	Yes	No
Shape	Shape	Geometry	0	0	0	Yes	Yes	Yes	No
PcoCd	Código	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No	No
PcoDomStatusPoco	PcoDomStatusPoco	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No	No
PcoCoordenadaUTMX	Coordenada UTM X	Double	0	0	8	Yes	Yes	No	No
PcoCoordenadaUTMY	Coordenada UTM Y	Double	0	0	8	Yes	Yes	No	No
PcoCdDAEE	Código DAEE	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No	No
PcoBhiCd	Código bacia hidrográfica	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No	No
PcoNmFolha10000	Folha topográfica 10.000	String	0	0	50	Yes	Yes	No	No
PcoNmFolha50000	Folha topográfica 50.000	String	0	0	50	Yes	Yes	No	No
PcoMunCd	Código Município	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No	No

PcoNoCGCCPF	CGC/CPF	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No	No
PcoEndereco	Endereço	String	0	0	100	Yes	Yes	No	No
PcoNmBairro	Bairro	String	0	0	50	Yes	Yes	No	No
PcoNmProprietario	Proprietário	String	0	0	50	Yes	Yes	No	No
PcoNoPocoLocal	No. Poço Local	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No	No
PcoNmProjetista	Projetista	String	0	0	50	Yes	Yes	No	No
PcoDtConstrucao	Data Construção	Date	0	0	8	Yes	Yes	No	No
PcoNmEmpresaPerfuradora	Companhia perfuradora	String	0	0	75	Yes	Yes	No	No
PcoCota	Cota (m)	Double	0	0	8	Yes	Yes	No	No
PcoDomTpPoco	PcoDomTpPoco	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No	No
PcoDomFinalidade	Finalidade perfuração	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No	No
PcoDomUso	Uso da água	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No	No
PcoDomEstadoPoco	Uso da água	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No	No
PcoDomUnidadeAquifera	Unidade Aquifera	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No	No
PcoProfundidadePoco	Profundidade (m)	Double	0	0	8	Yes	Yes	No	No
PcoDiámetroPoco	Diámetro (m)	Double	0	0	8	Yes	Yes	No	No
PcoRaioPoco	Raio (m)	Double	0	0	8	Yes	Yes	No	No
PcoVzExploracao	Vazão de Exploracao (m3/h)	Double	0	0	8	Yes	Yes	No	No
PcoNivelDinamico	Nível dinâmico (m)	Double	0	0	8	Yes	Yes	No	No
PcoHorasDia	Qtde horas/dia	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No	No
PcoDiasMes	Qtde dias/mes	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No	No
PcoMesAno	Qtde meses/ano	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No	No
PcoDomTipoEquipamento	PcoDomTipoEquipamento	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No	No
PcoModelo	Modelo	String	0	0	50	Yes	Yes	No	No
PcoProfundidadeInstalacao	Profundidade Instalação (m)	Double	0	0	8	Yes	Yes	No	No
PcoPotencia	Potência (HP)	Double	0	0	8	Yes	Yes	No	No
PcoDiámetroEquipamento	Diâmetro Bomba (pol")	Double	0	0	8	Yes	Yes	No	No
PcoRaioInterferenciaPoco	Raio Interferencia (m)	Double	0	0	8	Yes	Yes	No	No
PcoVzMaxExploravel	Vazão Máxima Explorável (m3/h)	Double	0	0	8	Yes	Yes	No	No
PcoFonteDado	Fonte Dados	String	0	0	100	Yes	Yes	No	No

Subtype Name	Default Value	Domain
ObjectClass		

PcoDomStatusPoco		DomStatusPoco
PcoDomTpPoco		DomTpPoco
PcoDomFinalidade	1	DomFinalidadePerfuracao
PcoDomUso	1	DomUsoAgua
PcoDomEstadoPoco	1	DomEstPoco
PcoDomUnidadeAquifera		DomUnidadeAquifera
PcoDomTipoEquipamento		DomTipoEquipamento

Index Name	Ascending	Unique	Fields
Shape_INDEX	Yes	No	Shape

[Back to Top](#)

PontoCotado

Alias	Ponto Cotado	Geometry: Point
Dataset Type	FeatureClass	Average Number of Points: 0
FeatureType	Simple	Has M: No
		Has Z: No
		Grid Size: 1000

Field Name	Alias	Type	Precn.	Scale	Length Edit	Null	Req.	Domain	Fixed
OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No	No	Yes	No
Shape	Shape	Geometry	0	0	0	Yes	Yes	Yes	No
PtoCd	Código	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No	No

PcoCota	Cota	Double	0	0	8	Yes	Yes	No	No
PcoFonteDado	Fonte Dados	String	0	0	100	Yes	Yes	No	No

Subtype Name **Default Value** **Domain**

ObjectClass

Index Name	Ascending	Unique	Fields
FDO_OBJECTID	Yes	Yes	OBJECTID
Shape_INDEX	Yes	Yes	Shape

[Back to Top](#)

SedeMunicipal

Alias Sede Municipal **Geometry:Point**
Dataset Type FeatureClass **Average Number of Points:0**
FeatureType Simple **Has M:No**
Grid Size:1000

Field Name	Alias	Type	Precn.	Scale	Length	Edit	Null	Req.	Domain
OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No	No	Yes	No
Shape	Shape	Geometry	0	0	0	Yes	Yes	Yes	No
SmuCdiBGE	Código IBGE Municipio	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No	No
SmuMunCdiBGE	Código IBGE Municipio	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No	No
SmuNm	Nome	String	0	0	255	Yes	Yes	No	No
SmuUf	Unidade Federativa	String	0	0	20	Yes	Yes	No	No
SmuFonteDado	Fonte Dados	String	0	0	100	Yes	Yes	No	No

Subtype Name **Default Value** **Domain**

ObjectClass

Index Name	Ascending	Unique	Fields
GDB_16_SmuMunCdi	Yes	No	SmuMunCdiBGE
Shape_INDEX	Yes	No	Shape

[Back to Top](#)

TesteBombeamento

Alias Teste de Bombeamento
Dataset Type Table
FeatureType -

Field Name	Alias	Type	Precn.	Scale	Length	Edit	Null	Req.	Domain
OBJECTID	OBJECTID	OID	0	0	4	No	No	Yes	No
TsbCd	Código Teste Bombeamento	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No	No
TsbPcoCd	Código Poco	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No	No
TsbDt	Data teste	Date	0	0	8	Yes	Yes	No	No
TsbDomRebaixamento	Rebaixamento	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No	No
TsbHsDuracaoRebaixamento	Duração Teste Rebaixamento (h)	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No	No
TsbDomRecuperacao	Recuperação	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No	No
TsbHsDuracaoRecuperacao	Duração Teste Recuperação(h)	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No	No
TsbDomProducao	Produção	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No	No
TsbHsDuracaoProducao	Duração Teste Recuperação(h)	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No	No
TsbVzTeste	Vazão teste (m3/h)	Double	0	0	8	Yes	Yes	No	No
TsbVIRebaixamento	Rebaixamento Teste (m)	Double	0	0	8	Yes	Yes	No	No
TsbNivelEstatico	Nível estático (m)	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No	No
TsbNivelDinamico	Nível dinâmico (m)	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No	No
TsbTeorAreia	Teor Areia (ppm)	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No	No

TsbProfundidadeInstalacao	Profundidade equipamento (m)	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No	No
TsbPotencia	Potência equipamento (hp)	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No	No
TsbPontoReferencia	Ponto medição nível (m)	Integer	0	0	4	Yes	Yes	No	No
TsbVzEspecifica	Vazão Especifica (m3/h/m)	Double	0	0	8	Yes	Yes	No	No
TsbVIRebaixamentoEspecifico	Rebaixamento Especifico (m/m3/h)	Double	0	0	8	Yes	Yes	No	No
TsbVIPerdaCargaAquifero	Perda Carga Aquífero (h/m2)	Double	0	0	8	Yes	Yes	No	No
TsbVIPerdaCargaPoco	Perda Carga Poço (h2/m5)	Double	0	0	8	Yes	Yes	No	No
TsbCoeftTransmissividade	Coefficiente Transmissividade (m2/dia)	Double	0	0	8	Yes	Yes	No	No
TsbCoeftArmazenamento	Coefficiente Armazenamento	Double	0	0	8	Yes	Yes	No	No
TsbEficienciaHidraulica	Eficiência Hidráulica (%)	Double	0	0	8	Yes	Yes	No	No
TsbFonteDado	Fonte Dados	String	0	0	100	Yes	Yes	No	No

Subtype Name **Default Value** **Domain**

ObjectClass

TsbDomRebaixamento [DomBoolean](#)
 TsbDomRecuperacao [DomBoolean](#)
 TsbDomProducao [DomBoolean](#)

Index Name	Ascending	Unique	Fields
FDO_OBJECTID	Yes	Yes	OBJECTID
GDB_2_TsbPcoCd	Yes	No	TsbPcoCd

[Back to Top](#)

Relationships

Name	Origin	Destination	Attributed	Composite	Rules
MunicipioContemDemografia	Municipio	Demografia	No	No	No
MunicipioContemSede	Municipio	SedeMunicipal	No	No	No
PocoContemTesteBombeamento	Poco	TesteBombeamento	No	No	No

MunicipioContemDemografia

Composite No
Cardinality One To Many
Notification None
Attributed No

Origin **Destination**
ObjectClass Municipio Demografia
Key MunCdiBGE (Origin Primary Key) DemMunCdiBGE (Origin Foreign Key)
Labels Demografia Municipio

[Back to Top](#)

MunicipioContemSede

Composite No
Cardinality One To One
Notification None
Attributed No

Origin **Destination**
ObjectClass Municipio SedeMunicipal
Key MunCdiBGE (Origin Primary Key) SmuMunCdiBGE (Origin Foreign Key)
Labels SedeMunicipal Municipio

[Back to Top](#)

PocoContemTesteBombeamento

Composite	No		
Cardinality	One To Many		
Notification	None		
Attributed	No		
	Origin		Destination
ObjectClass	Poco		TesteBombeamento
Key	PcoCd (<i>Origin Primary Key</i>)		TsbPcoCd (<i>Origin Foreign Key</i>)
Labels	TesteBombeamento		Poco

[Back to Top](#)

Spatial References

Dimension	Minimum	Precision
CaracterizacaoAreaEstudo		
X	-143014,095568551	1953,12499818101
Y	7001248,83147124	
M	0	100000
Z	0	100000
Coordinate System Description		
PROJCS["SAD_1969_UTM_Zone_22S",GEOGCS["GCS_South_American_1969",DATUM["D_South_American_1969",SPHEROID["GRS_1967_Truncated",6378160.0,298.25]],PRIMEM["Greenwich",0.0],UNIT["Degree",0.0174532925199433]],PROJECTION["Transverse_Mercator"],PARAMETER["False_Easting",500000.0],PARAMETER["False_Northing",1000000.0],PARAMETER["Central_Meridian",-51.0],PARAMETER["Scale_Factor",0.9996],PARAMETER["Latitude_Of_Origin",0.0],UNIT["Meter",1.0]]		
DivisaoPoliticoAdministrativa		
X	-143014,095568551	1953,12499818101
Y	7001248,83147124	
M	0	100000
Z	0	100000
Coordinate System Description		
PROJCS["SAD_1969_UTM_Zone_22S",GEOGCS["GCS_South_American_1969",DATUM["D_South_American_1969",SPHEROID["GRS_1967_Truncated",6378160.0,298.25]],PRIMEM["Greenwich",0.0],UNIT["Degree",0.0174532925199433]],PROJECTION["Transverse_Mercator"],PARAMETER["False_Easting",500000.0],PARAMETER["False_Northing",1000000.0],PARAMETER["Central_Meridian",-51.0],PARAMETER["Scale_Factor",0.9996],PARAMETER["Latitude_Of_Origin",0.0],UNIT["Meter",1.0]]		

[Back to Top](#)

ANEXO III

Requerimento de Outorga de autorização de implantação de empreendimento, com utilização de recursos hídricos

Requerimento de Outorga de Autorização de Implantação de Empreendimento, com Utilização de Recursos Hídricos
Ao Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE

1 - DADOS CADASTRAIS DO USUÁRIO/REQUERENTE

ANEXO I

Nome/Razão Social _____
 Nome de Fantasia _____
 CGC: _____ CPF: _____ RG: _____
 CGC (unidade local): _____ Atividade: _____
 Endereço p/ correspondência: _____
 Bairro: _____ Município: _____ CEP _____
 Caixa Postal: _____ Fone: (____) _____ Fax: _____

2 - CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO

Empreend. Novo Ampliação Novo Uso

2.1 - Localização do empreendimento

Endereço: _____
 Bairro/Distrito _____ Município: _____
 Nome da Propriedade _____
 Bacia hidrográfica _____ UGRHI _____

2.2 - Usos pretendidos dos recursos hídricos

Recurso Hídrico	Uso	Finalidade	Vazão (m³/h)	período (h/d)	Coordenadas UTM KM N	Coordenadas UTM KM E	M.C.

Recurso hídrico: nome do rio / nome do aquífero, etc.

Uso: CA: Captação / LA: Lançamento / BA: Barramento / CN: Canalização / RE: Retificação / TR: Travessia, etc.

Finalidade: SAN: Sanitário / IND: Industrial / SAN e IND / HID: Hidrográfrica / AGR: Agricultura / etc.

OBSERVAÇÕES: _____

Responsabilizo-me, solidariamente ao requerente, pelas informações no Quadro 2 deste requerimento.

Assinatura do Responsável Técnico _____

Nome _____

CREA Nº _____

ART Nº _____

Requiro por este instrumento a outorga de autorização de implantação de empreendimento, com uso de recursos hídricos, conforme características descritas neste requerimento, de acordo com o que estabelece a Lei Estadual 7663, de 30/12/91 e seu regulamento
 Temos em que,
 P. Deferimento

_____ de _____ de _____

Assinatura Proprietário/Requerente

Nome: _____

RG/CPF: _____

DOCUMENTOS ANEXOS A ESTE REQUERIMENTO:

OBS: Preenchimento exclusivo do DAEE

- Estudo de Viabilidade de Implantação (EVI): completo simplificado
 Cronograma de implantação
 Cópia da ART do Responsável Técnico
 Cópia do CPF e do RG (para pessoa Física) ou cartão do CGC (para pessoa Jurídica).
 Comprovante de pagamento da taxa de implantação do empreendimento.

Croqui do empreendimento

ANEXO IV

**Termo de referência para elaboração do
Estudo de Viabilidade de Implantação – EVI –
de empreendimentos que demandam recursos hídricos**

ANEXO II

TERMOS DE REFERÊNCIA PARA ELABORAÇÃO DO
ESTUDO DE VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO - EVI
DE EMPREENDIMENTOS QUE DEMANDAM RECURSOS HÍDRICOS

OBJETIVO

O Estudo de Viabilidade de Implantação - *EVI* de empreendimentos, públicos e privados, que demandem a utilização de recursos hídricos, superficiais ou subterrâneos, tem por objetivo servir de instrumento auxiliar ao DAEE, para análise de solicitações de manifestação prévia do órgão, conforme estabelece o Artigo 6º da Lei Estadual 7.663, de 30 de dezembro de 1991.

CONTEÚDO GERAL

Os Estudos de Viabilidade de Implantação - *EVI*s deverão conter os estudos de alternativas de abastecimento de água e de descarte de efluentes líquidos para novos empreendimentos, ou ampliação dos já existentes, que necessitem de derivações de recursos hídricos próprias, superficiais e/ou subterrâneas.

Deverão ser caracterizadas todas as possibilidades de aproveitamento de recursos hídricos viáveis técnica e economicamente ao empreendimento em análise, destacando-se, principalmente, todas as alternativas estudadas e os motivos que levaram o empreendedor a optar por uma delas.

Também devem constar dos Estudos de Viabilidade de Implantação - *EVI*s as demandas a serem atendidas, principalmente aquelas que irão ocorrer dentro do prazo de validade de uma futura outorga de direito de uso de recursos hídricos.

Será de fundamental importância que o Estudo de Viabilidade de Implantação - *EVI* contemple as derivações de recursos hídricos do empreendimento num contexto regional, avaliando as interferências com outros usuários, as disponibilidades hídricas no local da derivação, a inserção do empreendimento em planos regionais e o enquadramento das condições previstas para as derivações de recursos hídricos nos objetivos, diretrizes e critérios fixados pelo órgão regulador e pelos respectivos Comitês de Bacias, em seus Planos de Bacias Hidrográficas.

Deverão ser esclarecidos que tipos de obras serão executadas, suas características físicas preliminares, as condições de operação das derivações de recursos hídricos e os usos que se darão às águas derivadas.

Para a elaboração dos Estudos de Viabilidade de Implantação - *EVI*s os empreendedores poderão utilizar-se, além de estudos e levantamentos próprios, de dados e informações constantes em todos os trabalhos desenvolvidos pelo DAEE, para a região de implantação do empreendimento. Além disso, poderá o empreendedor, consultar os bancos de dados cadastrais e de recursos hídricos (superficiais e subterrâneos) do DAEE, para a obtenção de informações a serem empregadas no *EVI*.

APRESENTAÇÃO DO *EVI*

Os Estudos de Viabilidade de Implantação - *EVI*s deverão ser apresentados ao DAEE em 1 (uma) via, facultando-se ao interessado a apresentação de uma segunda via para ser-lhe devolvida com o protocolo de recebimento. O protocolo do *EVI* se dará quando do protocolo do requerimento de autorização de implantação de empreendimento no DAEE.

Os *EVI*s deverão ser entregues no formato A4 (210 mm x 297 mm), sem encadernação, com suas folhas numeradas sequencialmente e rubricadas pelo seu Responsável Técnico e pelo requerente da autorização de implantação, do DAEE. Os desenhos deverão estar dobrados no formato A4 e, sempre que possível, apresentados em folhas de tamanho menor ou igual ao do formato A1 (540 mm x 594 mm).

Deverá acompanhar o *EVI*, cópia da ART-Anotação de Responsabilidade Técnica do CREA, do profissional que o elaborou.

COMPONENTES DO *EVI*

Os *EVI*s deverão constituir-se dos seguintes elementos:

CAPA - identificando o requerente, o empreendimento, o local do empreendimento (bacia hidrográfica, UGRHI, município, propriedade e curso d'água onde haverá derivação), data da elaboração e o responsável técnico (nome e registro no CREA) - 1 página.

fls.1/2

ANEXO II

APRESENTAÇÃO - indicando os objetivos do empreendimento e das derivações de recursos hídricos, coordenadas UTM e distância da foz das derivações de recursos hídricos, a qualificação completa do requerente e outras informações de caráter geral - 1 página.

ÍNDICE - indicando cada um dos itens do relatório e o número da página para sua localização - 1 página.

ELEMENTOS DE AVALIAÇÃO - contendo os elementos necessários para análise da implantação do empreendimento com todas as derivações de recursos hídricos em estudo, de acordo com o disposto no item **CONTEÚDO GERAL**, destes Termos de Referência, podendo ser desdobrado em quantos sub-itens o requerente desejar - máximo de 15 páginas.

CONCLUSÃO - apresentando resumo com a alternativa de implantação adotada, com as derivações de recursos hídricos necessárias, com a identificação e assinaturas do requerente e do responsável técnico pela elaboração do *EVI* - 1 página.

ANEXOS - contendo a cópia da ART do responsável técnico pelo *EVI*, mapas, gráficos, tabelas e figuras complementares - máximo de 6 páginas.

Durante a análise do *EVI*, o requerente, a pedido do DAEE, poderá requerer a inclusão, a alteração e a exclusão de dados e informações constantes do *EVI* inicialmente apresentado, mesmo que com isto sejam ultrapassados os limites de número de páginas aqui fixados. Da mesma forma, o requerente, por sua iniciativa, poderá requerer modificações ao *EVI*, desde que sejam devido a:

- por falha na impressão do relatório, constatando-se ausência de partes de informações (números, unidades, fórmulas, tabelas, frases ou páginas);
- por constatação de erro técnico na elaboração do *EVI*.

INFORMAÇÕES BÁSICAS PARA COMPOSIÇÃO DO *EVI*

Deverão constar dos *EVI*s informações sobre:

- características típicas do empreendimento a ser implantado;
- apresentação das demandas de água e sua evolução no tempo;
- índices indicativos da demanda de água, tais como cotas de consumo de água (por habitante, por funcionário, por tonelada de produto, por hectare plantado, etc.);
- caracterização das alternativas de abastecimento de água e de descarte de efluentes estudadas;
- descrição e locação das obras necessárias, com base em estudos preliminares;
- levantamento de dados hidroclimáticos para os estudos de disponibilidade hídrica dos mananciais a serem explorados;
- estudos comparativos entre disponibilidade hídrica e demandas;
- levantamento de dados de usuários de recursos hídricos que poderão estar sob influência do novo empreendimento (ou ampliação);
- descrição da utilização da água (períodos de utilização, função da água, destino final da água, etc.);
- descrição de possíveis interferências com outros usuários devido às derivações de recursos hídricos a serem implantadas;
- possibilidades de sistemas alternativos de utilização da água, com seus reflexos na captação, para situações de emergências, ou para períodos de estagnação;
- cronogramas físicos de implantação do empreendimento e das derivações de recursos hídricos necessárias;

As informações relacionadas acima deverão ser adaptadas, para inclusão no *EVI*, de acordo com o tipo de empreendimento usuário das águas, bem como, poderá, o empreendedor, acrescentar outras, julgadas importantes, para ilustrar a viabilidade de implantação de seu empreendimento, quanto ao aspecto relacionado com recursos hídricos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O *EVI*

Os *EVI*s foram instituídos para auxiliar, o DAEE, no conhecimento e na avaliação do grau de interferência, nos recursos hídricos de uma determinada bacia hidrográfica, que se dará com a implantação de novos, ou ampliação, empreendimentos que demandem a utilização de águas de domínio do Estado de São Paulo, sendo, portanto, de fundamental importância para a futura outorga, pelo empreendedor, da outorga de direito de uso dos recursos hídricos que necessitar. Deste modo, é de fundamental importância que as informações nele contidas sejam sucintas e bastante claras quanto à sua compreensão, visando permitir sua análise de modo rápido e preciso.

fls.2/2

ANEXO V

Requerimento de Outorga de licença de execução de Poço Tubular Profundo

Requerimento de Outorga de Licença de Execução de Poço Tubular Profundo

Ao Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE

1 - DADOS CADASTRAIS DO USUÁRIO/REQUERENTE

ANEXO III

Nome/Razão Social _____
Nome de Fantasia _____
CGC: _____ CPF: _____ RG: _____
CGC (unidade local): _____ Atividade: _____
Endereço p/ correspondência _____
Bairro: _____ Município: _____ CEP _____
Caixa Postal: _____ Fone: (____) _____ Fax _____

2 - CARACTERÍSTICAS DO LOCAL

2.1 - Localização do empreendimento:

Endereço _____
Bairro/Distrito _____ Município _____
Nome da propriedade _____
Bacia hidrográfica _____ UGRHI _____
Coordenadas UTM: _____ Km N ; _____ Km E ; MC: _____

Requeiro por este instrumento, a outorga de licença de execução de perfuração de poço tubular profundo, conforme características descritas neste requerimento, de acordo com o que estabelecem as Leis Estaduais 7663, de 30/12/91, e 6134, de 02/06/88, e seus regulamentos

Termos em que,
P. Deferimento

_____ de _____ de _____

Assinatura Proprietário/Requerente _____

Assinatura Responsável Técnico _____

Nome: _____

Nome: _____

R.G./CPF: _____

CREA: _____

DOCUMENTOS ANEXOS A ESTE REQUERIMENTO:

Obs: **Preenchimento exclusivo do DAEE**

- Projeto de perfuração de poço tubular profundo (duas vias)
- Avaliação hidrogeológica (duas vias)
- Cópia do RG/CPF (para pessoa Física, ou cartão do CGC (para pessoa Jurídica).
- Cópia da ART do responsável técnico do projeto
- Comprovante de pagamento da taxa de licença de Execução de Poço Tubular Profundo.

ANEXO VI

Avaliação Hidrogeológica Preliminar

ANEXO IV

AVALIAÇÃO HIDROGEOLÓGICA PRELIMINAR

MUNICÍPIO:

Geologia:

Aqüífero (s):

Possibilidade (s) de Captação de Água Subterrânea:

Parecer:

Execução hidrogeológica:

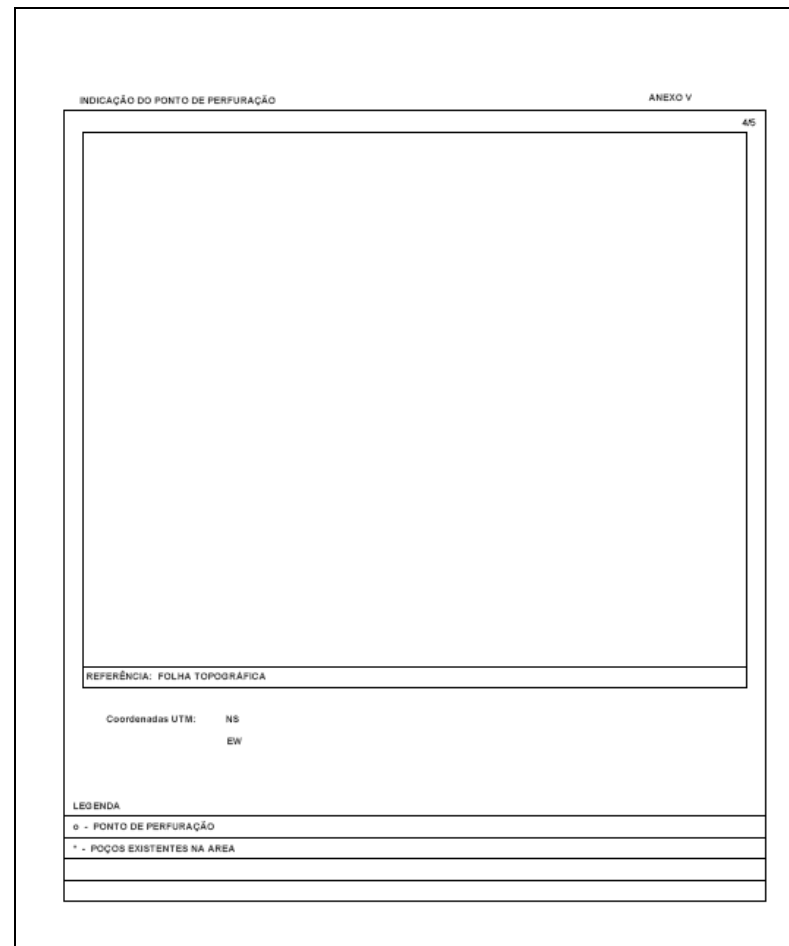
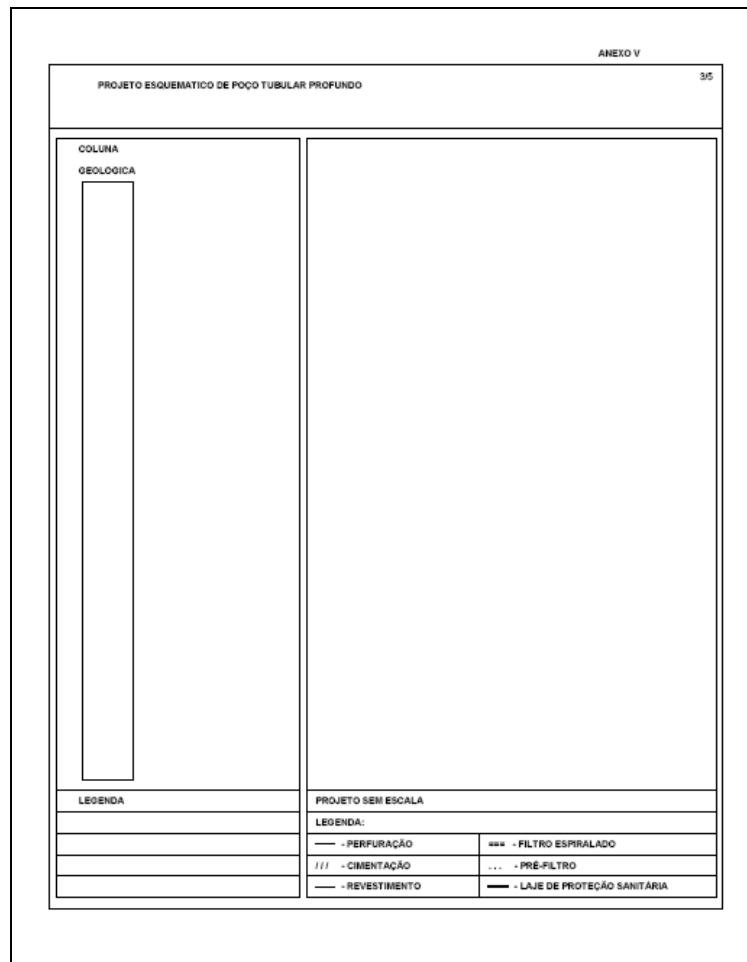
| Data:

ANEXO VII

Projeto de Poço Tubular Profundo

ANEXO V						
PROJETO DE POÇO TUBULAR PROFUNDO						1/5
ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS CONSTRUTIVAS						
1 DADOS						
Município:				Distrito:		
INTERESSADO:				Tipo de Poço:		
Ponto de Perfuração:				Cota:		
2 ELEMENTOS DE PROJETO - PREVISÃO						
PERFIL GEOLOGICO:						
de (m)	a (m)	Formação	Aquífero Captado	Nível Estático (m)	Vazão (m3/h)	Retalhamento (m)
3 ESPECIFICAÇÕES:						
Capacidade do equipamento (m):				Profundidade a ser perfurada (m):		
Perfuração:						
de (m)	a (m)	Método de Perfuração	Diam (pol)	Diam (mm)	Litologia	
AMOSTRAGEM DURANTE A PERFURAÇÃO						
Material Perfurado		Intervalo		Análises a serem efetuadas		
Água da Formação		Intervalo		Análises a serem efetuadas		
PERFILAGEM ELÉTRICA						
de (m)	a (m)	Perfil				
TESTES PRELIMINARES DE BOMBEAMENTO						
Profundidade do Poço (m)		Situação do Poço	Sistema de Bombeamento	Duração (hora)	Observações	

ANEXO V						
REVESTIMENTO - TUBOS LISOS						2/5
Tipo de Material	Tipo de União	Esp.(pol)	Esp.(mm)	Diam.(pol)	Diam.(mm)	Comprimento (m)
REVESTIMENTO - FILTROS						
Tipo de Material	Tipo de União	% de Área Aberta	Diam.(pol)	Diam.(mm)	Comprimento (m)	
PRÉ-FILTRO						
Granulometria	Tipo	Volume (m3)		Método de Injeção		
DESENVOLVIMENTO						
Método	Tipo de Equipamento	Produtos Químicos	Duração (horas)	Observações		
TESTES DE BOMBEAMENTO						
Tipo de Teste	Tipo de Equipamento	Duração (horas)		Produtos Químicos		
IMENTAÇÃO						
Intervalo (m)	Espaço anular (pol)	Volume (m3)	Método de Injeção			
ACABAMENTO						
Limpeza: conforme norma						
Desinfecção: hipoclorito de cálcio						
Laje de Proteção Sanitária: 1.0 x 1.0 x 0.15 m						
Tampa: conforme norma						



ANEXO VIII

Requerimento de Outorga de direito de uso de Recursos Hídricos

Requerimento de Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos

Ao Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE

Tipo: **Captação de Água Subterrânea**

1 - DADOS CADASTRAIS DO USUÁRIO/REQUERENTE

ANEXO VI

Nome/Razão Social _____
 Nome de Fantasia _____
 CGC: _____ CPF: _____ RG: _____
 CGC (midade local): _____ Atividade: _____
 Endereço p/ correspondência: _____
 Bairro: _____ Município: _____ CEP _____
 Caixa Postal: _____ Fone: (____) _____ Fax _____

2 - CARACTERÍSTICAS DO USO

- Nova Regularização Desativação Renovação

2.1 - Localização do empreendimento:

Endereço _____
 Bairro/Distrito _____ Município _____
 Nome da propriedade _____

2.2 - Dados da Captação:

Aqüífero principal a ser explorado _____
 Bacia hidrográfica _____ UGRHI _____
 Coordenadas UTM: _____ Km N; _____ Km E; MC: _____
 Finalidade da obra: _____
 Tipo de obra: _____
 Uso da água: _____
 Profundidade do poço _____ m; Nível Dinâmico _____ m; Nível Estático _____ m

2.2.1 - Valores atuais:

Vazão de exploração _____ m³/h
 Período de bombeamento: _____ h/dia

2.2.2 - Valores futuros: previsão para: 5 anos 10 anos

Vazão máxima a ser captada: _____ m³/h, _____ h/dia, _____ dia/mês
 Vazão média diária a ser captada: _____ m³/h, 24 h/dia, _____ dia/mês

2.3 - Dispositivos Especiais Instalados para:

Medição de Vazão _____ Tipo _____
 m³/h

Medição do Nível _____ Tipo _____
 d' água

Registro do volume diário _____ Tipo _____
 d' água extraído

Requeiro por este instrumento a outorga de direito de uso de recursos hídricos e Licença de Operação, conforme características descritas neste requerimento, de acordo com o que estabelecem as Leis Estaduais 7663, de 30/12/91, e 6134, de 02/06/88, e seus regulamentos

Temos em que,

P. Deferimento

_____ de _____ de _____

Assinatura Proprietário/Requerente

Nome: _____

R.G/CPF: _____

DOCUMENTOS ANEXOS A ESTE REQUERIMENTO:

OBS: **Preenchimento exclusivo do DAEE**

- Análise físico-química atual da água
 Relatório final de execução do poço (duas vias).
 Cópia do R.G/CPF (para pessoa Física) ou cartão do CGC (para pessoa Jurídica).
 Relatório de Avaliação de Eficiência de Uso da Água.
 Comprovante de pagamento da taxa de Captação de Água Subterrânea
 Cópia da ART da obra relativa ao uso do recurso hídrico pretendido.
 Cópia da Licença de execução.

ANEXO IX

Ficha de Cadastro de Poço

SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS - SIDAS
FICHA DE CADASTRO DE POÇOS

ANEXO VII
1/5

I - IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO

U/GRHI Folha topográfica 1:10.000 Folha topográfica 1:50.000 Nº poço DAEE

Município

Bairro / Distrito CGC / CPF

Endereço

Proprietário Nº poço local

Projetista Data const.

Coordenadas: N/S E/O MC Cota (m)

Cia perfuradora Código

Tipo de poço 1. Tubular 2. Escavado / Cisterna / Caxumba 3. Poço artesiano 4. Outro

Finalidade da perfuração 1. Exploração de água 2. Exploração de petróleo 3. Planejamento 4. Recarga de aquífero 5. Outro

Uso da água 1. Abastecimento público 2. Industrial / Sanitário 3. Doméstico 4. Recreação 5. Irrigação
6. Criação animal 7. Industrial / Processo 8. Não utilizada 9. Outro

Estado do poço 1. equipado 2. Abandonado 3. Não equipado utilizável 4. Soterrado 5. Jorante equipado 6. Outro

Aquífero Explorado Código

II - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE CONSTRUÇÃO

Poço		Drenos		Galerias	
Profundidade	Comprimento	Comprimento	Largura	Comprimento	Largura
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

DÍAMETRO DE PERFURAÇÃO

De (m)	A (m)	Diâm. (mm)	Diâm. (pol.)	Método	Fluido	Fluido
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1- Água
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2- Barrocin
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3- Polímeros
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4- Mist
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Método
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1- Rotativo direto
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2- Rotativo reverso
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3- Percussão
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4- Roto percussão

TUBO DE BOCA

Profundidade (m) Diâm. (mm) Espessura (mm)

ANEXO VII
2/5

II.1 - REVESTIMENTO (TUBO LISO)

De (m)	A (m)	Diâm. (mm)	Diâm. (pol.)	Material	Código do material
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	1- Aço preto
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	2- Aço inox
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	3- PVC
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	4- Galvanizado
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	5- Outros

II.2 - REVESTIMENTO (FILTRO)

De (m)	A (m)	Diâm. (mm)	Diâm. (pol.)	Material	Código do material
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	1- Espiridade galvanizado
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	2- Espiridade inox
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	3- PVC
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	4- Estampado preto
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	5- Estampado galvanizado
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	6- Tubo ranhurado
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	7- Outros

II.3 - PRE-FILTRO

Tipo 1- Inercial 2- Flocula 3- Peneira

Granulometria (mm) Volume (m³)

II.4 - CIMENTAÇÃO

Prof. (m) Traço 1- Calda 2- Argamassa

Volume (m³)

II.5 - PERFILAGEM ELÉTRICA

Tipo

1- Ratos gama 2- Potencial espontâneo 3- Resistência 4- Resistividade 5- Calliper 6- Sônico 7- Densidade 8- Outros

Empresa Código

ANEXO VII
3/5

III - PERFIL GEOLOGICO

De (m)	A (m)	LITOLOGIA

IV - PERFIL ESTRATIGRAFICO

De (m)	A (m)	Grupo ou Formação	Código

ANEXO VII
4/5

V - ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E BACTERIOLÓGICA

Data Laboratório Código

VI - TESTE DE BOMBEAMENTO

Tipo de Teste Realizado:

Rebaixamento DURAÇÃO (Horas)

Recuperação DURAÇÃO (Horas)

Produção DURAÇÃO (Horas)

VI.1 - RESUMO DO TESTE

VAZÃO m³/h. REBAIXAMENTO m.

NÍVEL ESTÁTICO m. TEOR DE AREIA ppm

NÍVEL DINÂMICO m.

EQUIPAMENTO DE BOMBEAMENTO UTILIZADO:

profundidade de instalação m. Potência HP.

Ponto de Referência de Medição de Nível m.

VI.2 - INTERPRETAÇÃO DOS TESTES DE BOMBEAMENTO

VAZÃO ESPECÍFICA: m³/h/m

REBAIXAMENTO ESPECÍFICO: m/m³/h.

PERDA DE CARGA DO AQUIFERO (B): h/m²

PERDA DE CARGA DO POÇO (C): h²/m⁴

EFICIÊNCIA HIDRÁULICA: %

COEFICIENTE DE TRANSMISSIVIDADE: m²/dia

COEFICIENTE DE ARMAZENAMENTO: sem dimensão

VII - CONDIÇÕES DE EXPLORAÇÃO E FUNCIONAMENTO

VAZÃO DE EXPLORAÇÃO m³/h.

NÍVEL DINÂMICO m.

HORAS/DIA DIAS/MES MES/ANO

EQUIPAMENTO INSTALADO:

TIPO: 1 - BOMBA SUBMERSA 2 - EIXO (PROLONGADO) 3 - AIR LIFT 4 - OUTROS

MODELO: POTÊNCIA HP

PROFUNDIDADE DE INSTALAÇÃO m. DIÂMETRO DA BOMBA pol"

ANEXO X

Termos de referência para elaboração do Relatório de Avaliação de Eficiência – R.A.E – do uso de recursos hídricos

ANEXO IX

TERMOS DE REFERÊNCIA PARA ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DE EFICIÊNCIA DO USO DE RECURSOS HÍDRICOS

OBJETIVO

O Relatório de Avaliação de Eficiência - *RAE* do uso de recursos hídricos, superficiais ou subterrâneos, tem por objetivo servir de instrumento complementar, para o DAEE, para análise de solicitações e estabelecimento das condições de outorga de direito de uso de recursos hídricos, por empreendimentos públicos ou privados.

CONTEÚDO GERAL

Os Relatórios de Avaliação de Eficiência - *RAE*s deverão conter todos os elementos necessários para a identificação dos usos que se farão das águas derivadas de suas condições naturais e para a avaliação do grau de eficiência com o qual estas águas serão utilizadas.

O grau de eficiência de uso das águas deverá ser avaliado com base nas perdas e nos desperdícios de uso existentes; no avanço tecnológico, na racionalização e no controle da utilização; nas condições de monitoramento da derivação de recursos hídricos e no grau de alteração das condições naturais do corpo hídrico explorado.

Todas as propostas de melhorias futuras das condições iniciais de uso dos recursos hídricos deverão estar contempladas nos *RAE*s, onde será obrigatório a apresentação de cronogramas físicos e financeiros para sua implementação, e posterior fiscalização pelo DAEE. Entende-se como condições iniciais de uso de recursos hídricos, aquelas existentes quando da solicitação da outorga. Para a apresentação do detalhamento das melhorias futuras das condições iniciais de uso, deve-se abranger, no mínimo, o período de validade da outorga.

Poderão ser apresentadas condições de uso alternativas, para serem consideradas nos atos de outorga, para situações críticas ou emergenciais nos corpos d'água explorados, tais como, ocorrência de vazões de estigagem severa ou de acidentes diversos que prejudiquem a qualidade ou quantidade de água disponível na derivação.

APRESENTAÇÃO DO *RAE*

Os Relatórios de Avaliação de Eficiência - *RAE*s deverão ser apresentados ao DAEE em 1 (uma) via, facultando-se ao interessado a apresentação de uma segunda via para ser-lhe devolvida com o protocolo de recebimento.

Os *RAE*s deverão ser entregues no formato A4 (210 mm x 298 mm), sem encadernação, com suas folhas numeradas sequencialmente e rubricadas pelo seu Responsável Técnico e pelo requerente da outorga. Os desenhos deverão estar dobrados no formato A4, e sempre que possível, apresentados em folhas de tamanho menor ou igual ao do formato A1 (840 mm x 594 mm).

O protocolo do *RAE* se dará quando do protocolo do requerimento de outorga de direito de uso de recursos hídricos, ou posteriormente, se o DAEE vier a exigí-lo durante a análise da outorga requerida.

Deverá acompanhar o *RAE*, cópia da ART-Anotação de Responsabilidade Técnica do CREA, do profissional que o elaborou.

COMPONENTES DO *RAE*

Os *RAE*s deverão constituir-se dos seguintes elementos:

CAPA - identificando o requerente, o empreendimento, o local da derivação (bacia hidrográfica, UGRHI, município, propriedade e curso d'água), data da elaboração e o responsável técnico (nome e registro no CREA) - 1 página;

APRESENTAÇÃO - indicando os objetivos da derivação de recursos hídricos, coordenadas UTM e distância da foz, a qualificação completa do requerente e outras informações de caráter geral - 1 página;

ÍNDICE - indicando todos os itens do relatório e o número da página para sua localização - 1 página;

fls.1/2

ANEXO IX

ELEMENTOS DE AVALIAÇÃO - contendo os elementos necessários para análise da derivação em estudo, de acordo com o disposto no item CONTEÚDO GERAL, destes Termos de Referência, podendo ser desdobrado em quantos sub-itens o requerente desejar - máximo de 15 páginas;

CONCLUSÃO - apresentando resumo da solicitação de derivação de recursos hídricos requerida ao DAEE, com a identificação e assinaturas do requerente e do responsável técnico pela elaboração do *RAE* - 1 página;

ANEXOS - contendo a cópia da ART do responsável técnico pelo *RAE*; mapas, gráficos, tabelas e figuras complementares - máximo de 6 páginas.

Durante a análise do *RAE* da solicitação de outorga de direito de uso dos recursos hídricos, o requerente, a pedido do DAEE, poderá solicitar a inclusão, a alteração e a exclusão de dados e informações constantes do *RAE* inicialmente apresentados. Da mesma forma, o requerente, por sua iniciativa, poderá requerer modificações ao *RAE*, desde que sejam devido a:

- por falta na impressão do relatório, constatando-se ausência de partes de informações (números, unidades, fórmulas, tabelas, frases ou páginas);
- por constatação de erro técnico na elaboração do *RAE*;

INFORMAÇÕES BÁSICAS PARA COMPOSIÇÃO DO *RAE*

Deverão constar dos *RAE*s informações sobre:

- características típicas do empreendimento usuário da água;
- detalhamento das demandas de água para as situações inicial e futura;
- levantamento de índices indicativos da demanda de água, tais como cotas de consumo de água (por habitante, por funcionário, por tonelada de produto, por hectare plantado, etc.);
- descrição dos sistemas de captação, reservação e distribuição de água, para as situações inicial e futura;
- descrição da utilização da água (períodos de utilização, função da água, equipamentos e/ou sistemas de uso da água, destino final da água, etc.), nas situações inicial e futura;
- descrição de possíveis prejuízos ao usuário, no caso de falta da água, quando de ocasiões esporádicas e/ou emergenciais;
- explicitação das perdas de água e as propostas de seu equacionamento;
- descrição e/ou proposição de sistemas de controle e monitoramento da captação e do uso das águas;
- fluxograma de uso da água para as situações inicial e futura;
- explicitação de desperdícios de água e propostas de redução de consumo;
- caracterização de sistemas alternativos de utilização da água, com seus reflexos na captação, para situações de emergência, ou para períodos de estagnação;
- demonstrativos de evolução da demanda de água, e dos demais índices indicativos dessa demanda, principalmente durante o período de validade da outorga;
- descrição de sistemas de recirculação e/ou reúso de água;
- sistemas de tratamento da água, afluente e efluente do empreendimento, bem como, da qualidade dessas águas, nas situações inicial e futura;
- cronogramas físicos e financeiros de implantação das ações referentes às propostas, para períodos futuros dentro do prazo de validade da outorga, de racionalização de uso das águas, feitas no *RAE*;
- descrição de programas visando a conscientização e o treinamento da população ou de funcionários, quanto à racionalização do uso da água.

As informações relacionadas acima deverão ser adaptadas, para inclusão no *RAE*, de acordo com o tipo de empreendimento usuário das águas, bem como, poderá, o usuário, acrescentar outras, julgadas importantes, para ilustrar a forma com que serão utilizadas as águas derivadas dos mananciais superficial e subterrâneo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O *RAE*

Os *RAE*s foram instituídos para permitir ao DAEE, o conhecimento e a avaliação do grau de eficiência com que se dará a utilização dos recursos hídricos de domínio do Estado de São Paulo, sendo, portanto, parte integrante, e de fundamental importância, na análise das solicitações de outorga de direito de uso de recursos hídricos, ou para a atuação do DAEE em casos de necessidade de racionamento ou de restrição ao uso de recursos hídricos.

Deste modo, é de fundamental importância que as informações nele contidas sejam sucintas e bastante claras quanto à sua compreensão, visando permitir sua análise de modo rápido e preciso.

fls.2/2

ANEXO XI

Especificação de Requisitos do Sistema de Informações Geográficas aplicado à gestão de Recursos Hídricos Subterrâneos

Especificação de Requisitos

Versão 1.0

Projeto: Dissertação de Mestrado de Sérgio Augusto Barbosa

“Aplicação de Sistemas de Informações Geográficas em Gestão de Recursos Hídricos Subterrâneos”

**UNESP – Universidade Estadual Paulista
CAMPUS DE RIO CLARO**

Revisões

Título do documento		Especificação de Requisitos do <i>Software</i> da Tese de Mestrado de Sérgio Augusto Barbosa	
Autor(es)		Sérgio Augusto Barbosa	
Comentários			
Nome do arquivo		MOD_Especificacao_v0.pdf	
Histórico de Revisões			
Revisão	Data	Descrição	Autor
01	15/06/2007	Elaboração da primeira versão do documento	Sérgio Augusto Barbosa
02	10/07/2007	Incluídos atributos na tabela de poços	Sérgio Augusto Barbosa
03	15/08/2007	Atualizadas informações nas tabelas dos temas das unidades hidroestratigráficas e de poços	Sérgio Augusto Barbosa
04	20/08/2007	Inserção dos protótipos de interfaces nos casos de uso consultar e cadastrar poços	Sérgio Augusto Barbosa
05	20/02/2008	Correções para entrega final, com as atualizações das interfaces e ajustes nas fórmulas.	Sérgio Augusto Barbosa

SUMÁRIO

1	Introdução	5
1.1	OBJETIVO	5
1.2	PRODUTO	5
1.3	MATERIAIS DE REFERÊNCIA	5
1.4	DEFINIÇÕES E SIGLAS	5
1.5	ESCOPO	5
2	Modelo de Casos de Uso Pacote Gestao_AS	6
2.1	ATORES	6
2.2	DIAGRAMA	6
2.3	CASO DE USO CONSULTAR POÇOS	7
2.3.1	Descrição	7
2.3.2	Pré-Condições	7
2.3.3	Pós-Condições	7
2.3.4	Protótipo de Interface – Interface Consultar Poços	7
2.3.5	Fluxo Principal	8
2.3.6	Fluxo Alternativo Calcular vazão explorável	8
2.3.7	Fluxo Alternativo Calcular Raio de Interferência	8
2.3.8	Fluxo Alternativo Visualizar	8
2.3.9	Fluxo Alternativo Excluir	8
2.3.10	Fluxo Alternativo Editar	9
2.4	CASO DE USO CALCULAR VAZÃO EXPLORÁVEL	9
2.4.1	Descrição	9
2.4.2	Pré-Condições	9
2.4.3	Pós-Condições	9
2.4.4	Protótipo de Interface – Interface Cadastrar Poços	9
2.4.5	Fluxo Principal	12
2.4.6	Fluxo Alternativo Salvar	12
2.5	CASO DE USO CALCULAR RAIOS DE INTERFERÊNCIA	12
2.5.1	Descrição	12
2.5.2	Pré-Condições	12
2.5.3	Pós-Condições	12
2.5.4	Protótipo de Interface – Interface Calcular Raio de Interferência	12
2.5.5	Fluxo Principal	14
2.5.6	Fluxo Alternativo Salvar	14
2.6	CASO DE USO CADASTRAR POÇO	14
2.6.1	Descrição	14
2.6.2	Pré-Condições	15
2.6.3	Pós-Condições	15
2.6.4	Protótipo de Interface – Interface Identificação e Localização (1)	15
2.6.5	Protótipo de Interface – Interface Identificação e Localização (2)	16
2.6.6	Protótipo de Interface – Interface Teste de Bombeamento	17
2.6.7	Protótipo de Interface – Interface Condições Exploração e Funcionamento	18
2.6.8	Fluxo Principal (Novo)	19
2.6.9	Fluxo Principal (Editar)	19
2.6.10	Fluxo Alternativo Cadastrar Teste de Bombeamento	19
2.7	CASO DE USO CADASTRAR TESTE DE BOMBEAMENTO	19
2.7.1	Descrição	19
2.7.2	Pré-Condições	20
2.7.3	Pós-Condições	20
2.7.4	Protótipo de Interface – Interface Teste Bombeamento	20
2.7.5	Protótipo de Interface – Interface Resumo Teste	21
2.7.6	Protótipo de Interface – Interface Interpretação Teste	22
2.7.7	Fluxo Principal (Novo)	23
2.7.8	Fluxo Principal (Editar)	23
2.8	CASO DE USO ANÁLISES DE CONSISTÊNCIAS	23

2.8.1	Descrição	23
2.8.2	Pré-Condições	24
2.8.3	Pós-Condições	24
2.8.4	Protótipo de Interface – Interface Validar Localização	24
2.8.5	Protótipo de Interface – Interface Analisar Hidrostratigrafia	25
2.8.6	Protótipo de Interface – Interface Analisar Vazão Explorada	27
2.8.7	Protótipo de Interface – Interface Informar Coordenadas	28
2.8.8	Fluxo Principal	28
2.8.9	Fluxo Alternativo Validar Localização	28
2.8.10	Fluxo Alternativo Analisar Hidrostratigrafia	29
2.8.11	Fluxo Alternativo Analisar Vazão Explorada	29
2.8.12	Fluxo Alternativo Ver Lista Poços	29
2.8.13	Fluxo Alternativo Cadastrar Poços	29
2.9	CASO DE USO ANALISAR RAIOS DE INTERFERÊNCIA	30
2.9.1	Descrição	30
2.9.2	Pré-Condições	30
2.9.3	Pós-Condições	30
2.9.4	Protótipo de Interface – Interface Analisar Raio de Interferência	30
2.9.5	Fluxo Principal	31
3	Requisitos não Funcionais	31
4	Modelo de Banco de Dados	33
5	Dicionário de Banco de Dados	33

1 Introdução

1.1 Objetivo

Este documento apresenta os requisitos de *software* do projeto de Tese de Mestrado de Sérgio Augusto Barbosa, elaborada junto ao curso de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente – Área de Concentração em Geociências e Meio Ambiente da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Rio Claro, com o título “*Aplicação de Sistemas de Informações Geográficas em Gestão de Recursos Hídricos Subterrâneos*”, divididos em requisitos funcionais (casos de uso), não funcionais e de interfaces (protótipos).

1.2 Produto

O produto será denominado GESTAO_AS.

1.3 Materiais de Referência

Número de ordem	Tipo do Material	Observação/Referência Bibliográfica
1	Anotações	Anotações efetuadas durante as etapas de definição de requisitos da primeira e segunda etapa do projeto.
2	Formulários	Formulários de requerimento de outorga DAEE.

1.4 Definições e siglas

Número de ordem	Sigla	Definição
1	GESTAO_AS	Sistema de Informações Geográficas aplicado em Gestão de Recursos Hídricos Subterrâneos.
2		
3		

1.5 Escopo

Este documento será utilizado para avaliar e aprovar os requisitos especificados e o protótipo de interface. Ele também será utilizado para orientar o desenvolvimento das funcionalidades do sistema.

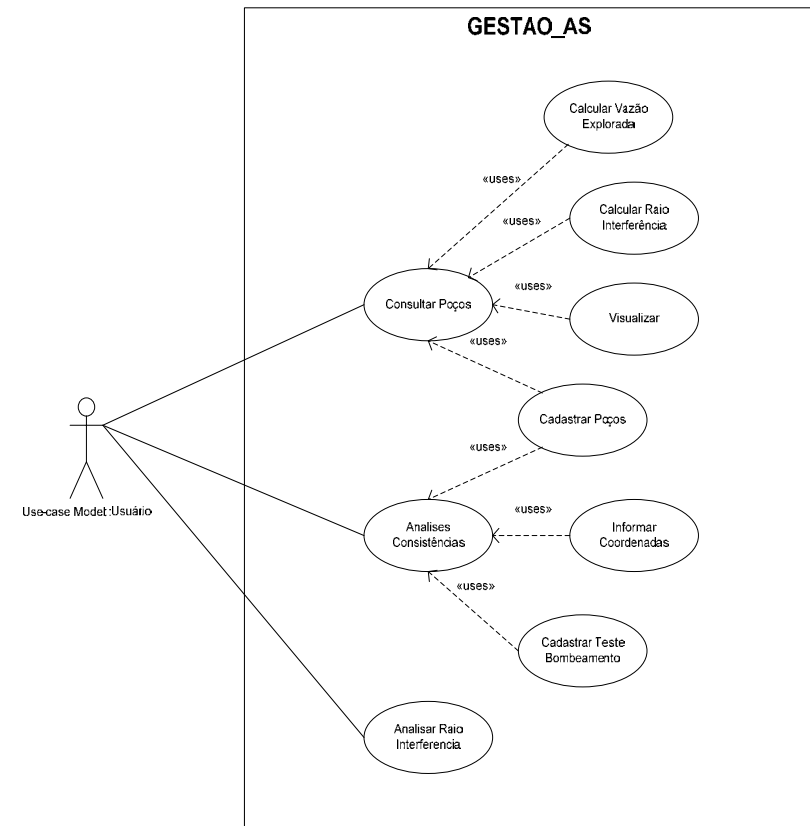
2 Modelo de Casos de Uso Pacote Gestao_AS

Agrupar os casos de usos que descrevem as funcionalidades do sistema “*Aplicação de Sistemas de Informações Geográficas em Gestão de Recursos Hídricos Subterrâneos*”.

2.1 Atores

Usuário: responsável pela manutenção e consulta das informações do sistema.

2.2 Diagrama



2.3 Caso de Uso Consultar Poços

2.3.1 Descrição

Permite selecionar um conjunto de poços aplicando o filtro de municípios.

2.3.2 Pré-Condições

Os temas: Poço, Município, Bacia Hidrográfica, Aquífero Bauru e Aquífero Guarani têm que estar ativos na área de visualização do *software*.

2.3.3 Pós-Condições

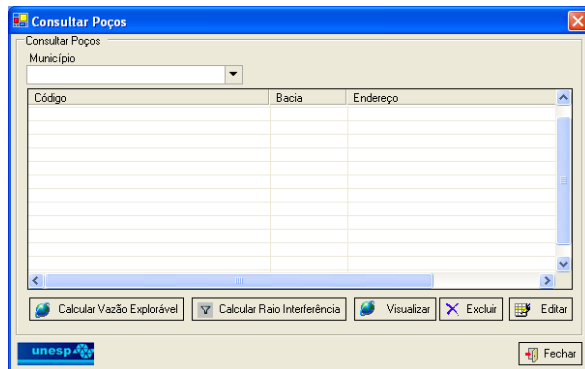
O resultado da consulta será apresentado em uma **lista**. O usuário estará apto para selecionar um poço e executar as seguintes operações (casos de usos incorporados):

- Calcular vazão explorável;
- Calcular raio de interferência;
- Visualizar espacialmente no mapa;
- Excluir; e
- Editar (Cadastrar).

2.3.4 Protótipo de Interface – Interface Consultar Poços

• Relação de Tabelas Envolvidas

Lógico	Físico	Trigrama
Poço	Poco	Pco
Município	Município	Mun



• Relação de Campos da Interface X Atributos do Banco de Dados

Rótulo	Atributo Físico	Observação
Código Poço	PcoCd	
Número Poço DAEE	PcoCdDAEE	
Data Construção	PcoDtConstrucao	
Proprietário	PcoNmProprietario	
Município	MunNm	Join de "PcoMunCd" com "MunCd"
UGRHI – Bacia Hidrográfica	BhiNm	Join de "PcoBhiCd" com "BhiCd"

2.3.5 Fluxo Principal

1. **Usuário** aciona a ferramenta "Consultar Poços";
2. **Sistema** disponibiliza a interface de consulta para o **usuário**, habilitando o botão "Localizar";
3. **Usuário** fornece o filtro;
4. **Sistema** limpa a lista;
5. **Usuário** efetua um clique sobre o botão "Localizar";
6. **Sistema** apresenta o resultado da consulta em uma lista e habilita os botões: "Calcular vazão explorável", "Calcular raio de interferência", "Visualizar", "Editar" e "Excluir";
7. **Usuário** seleciona um poço na lista;
8. **Usuário** clica na operação desejada; e
9. **Sistema** executa operação selecionada pelo **usuário**.

2.3.6 Fluxo Alternativo Calcular vazão explorável

1. **Usuário** aciona o botão "Calcular Vazão Explorável"; e
2. **Sistema** executa Caso de Uso Calcular vazão explorável.

2.3.7 Fluxo Alternativo Calcular Raio de Interferência

1. **Usuário** aciona o botão "Calcular Raio de Interferência"; e
2. **Sistema** executa Caso de Uso Calcular raio de interferência.

2.3.8 Fluxo Alternativo Visualizar

1. **Usuário** aciona o botão "Visualizar"; e
2. **Sistema** apresenta no mapa o poço selecionado.

2.3.9 Fluxo Alternativo Excluir

1. **Usuário** aciona o botão "Excluir";
2. **Sistema** apresenta uma mensagem pedindo a confirmação de exclusão do poço selecionado;
3. **Usuário** confirma exclusão ou cancela a operação; e
4. **Sistema** executa a operação selecionada.

2.3.10 Fluxo Alternativo Editar

1. **Usuário** aciona o botão “Editar”; e
2. **Sistema** executa Caso de Uso Cadastrar Poço.

2.4 Caso de Uso *Calcular Vazão Explorável*

2.4.1 Descrição

Permite calcular a vazão explorável do poço selecionado. Vazão explorável é aquela pode ser extraída de forma sustentável por longos períodos e com rebaixamentos moderados da espessura saturada da unidade hidroestratigráfica.

2.4.2 Pré-Condições

O usuário deverá selecionar um Poço no resultado da consulta “Consultar Poços”.

2.4.3 Pós-Condições

- Os resultados do cálculo de vazão explorável estarão disponíveis para visualização; e
- O usuário poderá salvar a vazão explorável do poço selecionado.

2.4.4 Protótipo de Interface – Interface Cadastrar Poços

• Relação de Tabelas Envolvidas

Lógico	Físico	Trigrama
Poço	Poco	Pco
Município	Município	Mun
Bacia Hidrográfica	Poco	Bhi
Aqüífero Bauru	AquiferoBauru	Aba
Aqüífero Guarani	AquiferoGuarani	Aga

Aqüífero Bauru – Livre

Aqüífero Guarani – Confinado

• Relação de Campos da Interface X Atributos do Banco de Dados

Rótulo	Atributo Físico	Observação
Código do Poço	PcoCd	PK
Coordenada UTM E(x)	PcoCoordenadaUTMX	
Coordenada UTM E(y)	PcoCoordenadaUTMY	
Número Poço DAEE	PcoCdDAEE	
UGRHI – Bacia Hidrográfica	BhiNm	Join de “PcoBhiCd” com “BhiCd”
Município	MunNm	Join de “PcoMunCd” com “MunCd”
Unidade Hidroestratigráfica	PcoDomUnidadeAquifera	
Condutividade Hidráulica (K)	CondutividadeHidraulica	Trigrama Aba ou Aga (Cruzamento espacial com as coordenadas do poço e a unidade hidroestratigráfica informada)
Rebaixamento Máximo Admissível	RebaixamentoMaximo	Trigrama Aba ou Aga (Cruzamento espacial com as coordenadas do poço e a unidade hidroestratigráfica informada)
Percentual Rebaixamento Máximo Admissível(%)	PercRebaixamentoMax	Trigrama Aba ou Aga (Cruzamento espacial com as coordenadas do poço e a unidade hidroestratigráfica informada)
Coefficiente Armazenamento(S)	CoefArmazenamento	Trigrama Aba ou Aga (Cruzamento espacial com as coordenadas do poço e a unidade hidroestratigráfica informada)
Tempo Bombeamento		Traz o valor padrão de 24 horas. Campo pode ser alterado pelo usuário

Rótulo	Atributo Físico	Observação
Diâmetro Poço	PcoDiâmetroPoco	Quando não existir no banco, deve trazer o valor padrão de 0,152 m, que é igual a 6 pol"
Raio Poço (r)	PcoRaioPoco	Quando não existir no banco, calcular pela fórmula = Diâmetro do Poço / 2
Transmissividade (T)	CoefTransmissividade	Trigrama Aba ou Aga (Cruzamento espacial com as coordenadas do poço e a unidade hidroestratigráfica informada)
Rebaixamento(s)	Rebaixamento	Trigrama Aba ou Aga (Cruzamento espacial com as coordenadas do poço e a unidade hidroestratigráfica informada)
Vazão Explorável	PcoVzMaxExploravel	Vazão máxima explorável pelo poço. Calcular pela aplicação, conforme as fórmulas abaixo, para aquífero livre e confinado. Após cálculo, cadastrar na tabela de Poços. $Q = \frac{(H_0^2 - h^2) \cdot 2\pi \cdot K}{\ln\left(\frac{2,25 \cdot K \cdot H_0 t}{S_y \cdot r^2}\right)}$ $Q = \frac{s4\pi T}{W(u)}$

Rótulo	Observação
U	Calcular pela aplicação conforme fórmula: $u = \frac{r^2 S}{4Tt}$
W(u)	Calcular pela aplicação conforme fórmula: $W(u) = -0,5772 - \ln(u) + u - \frac{u^2}{2 \cdot 2!} - \frac{u^3}{3 \cdot 3!} + \frac{u^4}{4 \cdot 4!} - \frac{u^5}{5 \cdot 5!}$

2.4.5 Fluxo Principal

- Usuário** aciona o botão "Calcular Vazão Explorável" na interface "Cadastrar Poço";
- Sistema** disponibiliza a interface para o **usuário**, preenchendo as informações de Identificação e Localização do poço selecionado e os parâmetros para o Cálculo da Vazão Explorável;
- Usuário** fornece o tempo de bombeamento e o diâmetro;
- Usuário** clica no botão Calcular;
- Sistema** efetua o cálculo da Vazão Explorável; e
- Usuário** apresenta os resultados.

2.4.6 Fluxo Alternativo Salvar

- Usuário** clica no botão Salvar; e
- Sistema** salva as informações: Diâmetro, raio e Vazão Explorável do poço selecionado.

2.5 Caso de Uso *Calcular Raio de Interferência*

2.5.1 Descrição

Permite calcular o raio de interferência do cone de rebaixamento provocado na unidade hidroestratigráfica pelo funcionamento poço selecionado.

2.5.2 Pré-Condições

O usuário deverá selecionar um Poço no resultado da consulta "Consultar Poços".

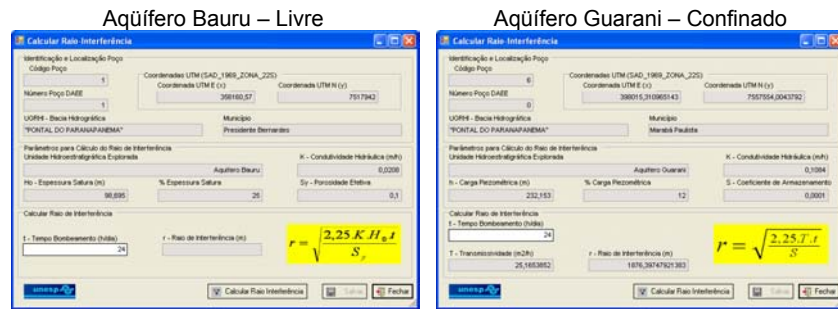
2.5.3 Pós-Condições

- Os resultados do cálculo do raio de interferência estarão disponíveis para visualização; e
- O usuário poderá salvar o Raio de Interferência.

2.5.4 Protótipo de Interface - Interface Calcular Raio de Interferência

• Relação de Tabelas Envolvidas

Lógico	Físico	Trigrama
Poço	Poco	Pco
Município	Município	Mun
Bacia Hidrográfica	BaciaHidrografica	Bhi
Aquífero Bauru	AquiferoBauru	Aba
Aquífero Guarani	AquiferoGuarani	Aga



• Relação de Campos da Interface X Atributos do Banco de Dados

Rótulo	Atributo Físico	Observação
Código do Poço	PcoCd	PK
Coordenada UTM E(x)	PcoCoordenadaUTMX	
Coordenada UTM E(y)	PcoCoordenadaUTMY	
Número Poço DAEE	PcoCdDAEE	
UGRHI – Bacia Hidrográfica	BhiNm	Join de "PcoBhiCd" com "BhiCd"
Município	MunNm	Join de "PcoMunCd" com "MunCd"
Unidade Hidroestratigráfica	PcoDomUnidadeAquifera	
Condutividade Hidráulica (K)	CondutividadeHidraulica	Trigrama Aba ou Aga (Cruzamento espacial com as coordenadas do poço e a unidade hidroestratigráfica informada)
Espessura Saturada (b)	EspessuraSaturada	Trigrama Aba ou Aga (Cruzamento espacial com as coordenadas do poço e a unidade hidroestratigráfica informada)
Coefficiente Armazenamento(S)	CoefArmazenamento	Trigrama Aba ou Aga (Cruzamento espacial com as coordenadas do poço e a unidade hidroestratigráfica informada)
Transmissividade(T)	CoefTransmissividade	Trigrama Aba ou Aga (Cruzamento espacial com as coordenadas do poço e a unidade hidroestratigráfica informada)
Tempo Bombeamento		Traz o valor padrão de 24 horas. Campo pode ser alterado pelo usuário

Rótulo	Atributo Físico	Observação
Raio de Interferência (r)	PcoRaiInterferenciaPoco	Raio de interferência dos poços. Calcular pela aplicação conforme as fórmulas abaixo, para aquífero livre e confinado. Após cálculo, cadastrar na tabela de Poços. $r = \sqrt{\frac{2,25.K.H_0.t}{S_y}}$ $r = \sqrt{\frac{2,25.T.t}{S}}$

2.5.5 Fluxo Principal

1. **Usuário** aciona o botão "Calcular Raio de Interferência" na interface "Cadastrar Poço";
2. O **sistema** disponibiliza a interface para o **usuário**, preenchendo as informações de Identificação e Localização do Poço selecionado e os parâmetros para o Cálculo do Raio de Interferência. O valor *default* do tempo de bombeamento = 24 horas;
3. **Usuário** pode alterar o tempo de bombeamento;
4. **Usuário** clica no botão Calcular;
5. **Sistema** efetua o cálculo do raio de interferência; e
6. **Usuário** apresenta os resultados.

2.5.6 Fluxo Alternativo Salvar

1. **Usuário** clica no botão Salvar; e
2. **Sistema** salva o raio de interferência do poço selecionado.

2.6 Caso de Uso Cadastrar Poço

2.6.1 Descrição

Permite inserir ou editar poços. Um poço é construído para a captação de água subterrânea.

2.6.2 Pré-Condições

Para inserir um poço será necessário fazer as análises de consistências. Para editar um poço será necessário fazer a consulta Consultar Poços.

2.6.3 Pós-Condições

As informações são inseridas ou atualizadas do sistema.

2.6.4 Protótipo de Interface – Interface Identificação e Localização (1)

- Relação de Tabelas Envolvidas

Lógico	Físico	Trigrama
Poço	Poco	Pco
Município	Município	Mun
Bacia Hidrográfica	BaciaHidrografica	Bhi

- Relação de Campos da Interface X Atributos do Banco de Dados

Rótulo	Atributo Físico	Observação
Código do Poço	PcoCd	PK
Coordenada UTM E(x)	PcoCoordenadaUTMX	
Coordenada UTM E(y)	PcoCoordenadaUTMY	
Número Poço DAEE	PcoCdDAEE	
UGRHI – Bacia Hidrográfica	BhiNm	Join de "PcoBhiCd" com "BhiCd"

Rótulo	Atributo Físico	Observação
Fl. Topográfica 50.000	PcoNmFolha50000	
Fl. Topográfica 10.000	PcoNmFolha10000	
Município	MunNm	Join de "PcoMunCd" com "MunCd"
CPF/CNPJ	PcoNoCGCCPF	
Endereço	PcoEndereco	
Bairro/Distrito	PcoNmBairro	
Proprietário	PcoNmProprietario	
No. Poço Local	PcoNoPocoLocal	
Projetista	PcoNmProjetista	
Data Construção	PcoDtConstrucao	
Cia. Perfuradora	PcoNmEmpresaPerfuradora	
Cota (m)	PcoCota	

2.6.5 Protótipo de Interface – Interface Identificação e Localização (2)

- Relação de Tabelas Envolvidas

Lógico	Físico	Trigrama
Poço	Poco	Pco
Aqüífero Bauru	AquiferoBauru	Aba
Aqüífero Guarani	AquiferoGuarani	Aga

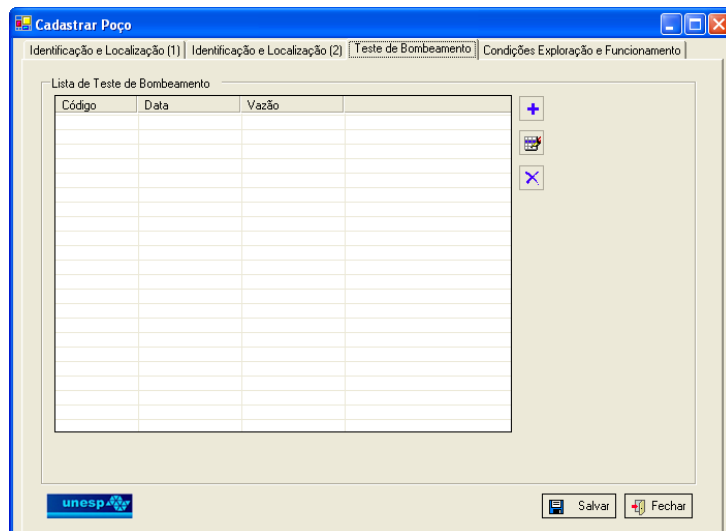
• Relação de Campos da Interface X Atributos do Banco de Dados

Rótulo	Atributo Físico	Observação
Tipo Poço	PcoDomTpPoco	DomTipoPoco
Finalidade Perfuração	PcoDomFinalidade	DomFinalidadePerfuracao
Uso Água	PcoDomUso	DomUsoAgua
Estado Poço	PcoDomEstadoPoco	DomEstPoco
Unidade Hidroestratigráfica	PcoDomUnidadeAquifera	DomUnidadeAquifera
Profundidade	PcoProfundidadePoco	
Diâmetro	PcoDiametroPoco	
Raio	PcoRaioPoco	Calcular = Diâmetro / 2

2.6.6 Protótipo de Interface – Interface Teste de Bombeamento

• Relação de Tabelas Envolvidas

Lógico	Físico	Trigrama
Poço	Poco	Pco
Teste de Bombeamento	TesteBombeamento	Tsb



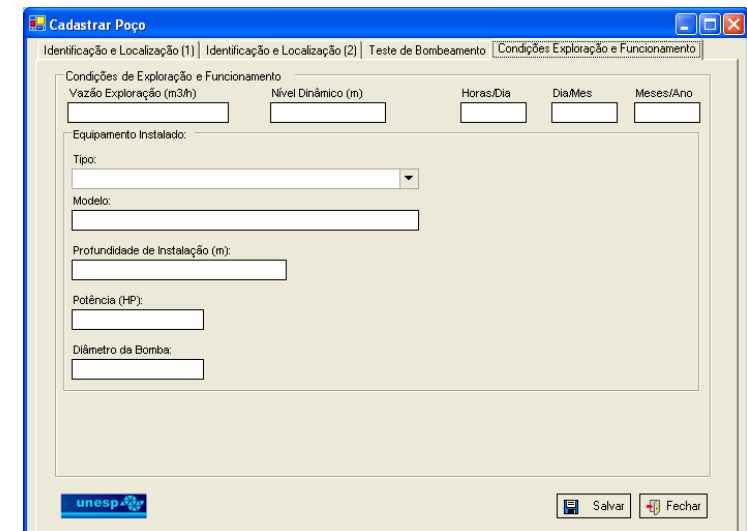
• Relação de Campos da Interface X Atributos do Banco de Dados

Rótulo	Atributo Físico	Observação
Código Teste	TsbCd	Campo que deve aparecer na lista
Data Teste	TsbDt	Campo que deve aparecer na lista
Código Poço	TsbPcoCd	FK – PcoCd

2.6.7 Protótipo de Interface – Interface Condições Exploração e Funcionamento

• Relação de Tabelas Envolvidas

Lógico	Físico	Trigrama
Poço	Poco	Pco



• Relação de Campos da Interface X Atributos do Banco de Dados

Rótulo	Atributo Físico	Observação
Vazão Exploração	PcoVzExploracao	
Nível Dinâmico	PcoNivelDinamico	
Horas/Dia	PcoHorasDia	
Dias/Mês	PcoDiasMes	
Mês/Ano	PcoMesAno	

Rótulo	Atributo Físico	Observação
Tipo	PcoDomTipoEquipamento	DomTipoEquipamento
Modelo	PcoModelo	
Profundidade Instalação	PcoProfundidadeInstalacao	
Potência	PcoPotencia	
Diâmetro da Bomba	PcoDiametroEquipamento	

2.6.8 Fluxo Principal (Novo)

1. **Usuário** aciona a ferramenta “Cadastrar Poço” na interface “Análises de Consistências”;
2. O **sistema** disponibiliza a interface “Cadastrar Poço” com as seguintes informações de análise preenchidas: código poço, coordenadas, UGRHI – Bacia Hidrografia, município e unidade hidroestratigráfica explorada;
3. **Usuário** informa os dados de identificação e localização (1) e (2), teste de bombeamento e condições de exploração e funcionamento;
4. **Usuário** efetua um clique sobre o botão “Salvar”; e
5. **Sistema** salva as informações no banco de dados.

2.6.9 Fluxo Principal (Editar)

1. **Usuário** aciona a ferramenta “Consultar Poço” na interface “Consultar Poço”;
2. **Usuário** aciona a ferramenta “Editar Poço” na interface “Consultar Poço”;
3. O **sistema** disponibiliza a interface “Cadastrar Poço” com as informações cadastradas na base de dados;
4. **Usuário** altera os dados de identificação e localização, teste de bombeamento e condições de exploração e funcionamento;
5. **Usuário** efetua um clique sobre o botão “Salvar”; e
6. **Sistema** salva as informações no banco de dados.

2.6.10 Fluxo Alternativo Cadastrar Teste de Bombeamento

1. **Usuário** aciona a ferramenta “Adicionar” ou a ferramenta “Editar” Teste de Bombeamento na interface Cadastrar Poço – Aba Teste de Bombeamento; e
2. **Sistema** executa Caso de Uso Cadastrar Teste de Bombeamento.

2.7 Caso de Uso Cadastrar Teste de Bombeamento

2.7.1 Descrição

Permite cadastrar ou editar testes de bombeamento realizados em um poço.

2.7.2 Pré-Condições

- Para inserir um teste de bombeamento será necessário clicar na ferramenta “Adicionar” na interface Cadastrar Poço – Aba Teste de Bombeamento; e
- Para editar um teste de bombeamento será necessário selecionar um teste de bombeamento na lista e clicar na ferramenta “Editar” na interface Cadastrar Poço – Aba Teste de Bombeamento.

2.7.3 Pós-Condições

As informações são inseridas ou atualizadas na lista de teste de bombeamento.

2.7.4 Protótipo de Interface – Interface Teste Bombeamento

• Relação de Tabelas Envolvidas

Lógico	Físico	Trigrama
Poço	Poco	Pco
Teste de Bombeamento	TesteBombeamento	Tsb

• Relação de Campos da Interface X Atributos do Banco de Dados

Rótulo	Atributo Físico	Observação
Código do Poço	TsbPcoCd	FK - PcoCd
Código Teste	TsbCd	
Data Teste	TsbDt	
Rebaixamento	TsbDomRebaixamento	DomBoolean
Duração	TsbHsDuracaoRebaixamento	
Recuperação	TsbDomRecuperacao	DomBoolean
Duração	TsbHsDuracaoRecuperacao	
Produção	TsbDomProducao	DomBoolean
Duração	TsbHsDuracaoProducao	

2.7.5 Protótipo de Interface – Interface Resumo Teste

• Relação de Tabelas Envolvidas

Lógico	Físico	Trigrama
Poço	Poco	Pco
Teste de Bombeamento	TesteBombeamento	Tsb

• Relação de Campos da Interface X Atributos do Banco de Dados

Rótulo	Atributo Físico	Observação
Código do Poço	TsbPcoCd	FK - PcoCd
Código Teste	TsbCd	
Data Teste	TsbDt	
Vazão	TsbVzTeste	
Rebaixamento	TsbVIRebaixamento	
Nível Estático	TsbNivelEstatico	
Nível Dinâmico	TsbNivelDinamico	
Teor de Areia	TsbTeorAreia	
Profundidade Instalação	TsbProfundidadeInstalacao	
Potência	TsbPotencia	
Ponto de Referência de Medição Nível	TsbPontoReferencia	

2.7.6 Protótipo de Interface – Interface Interpretação Teste

• Relação de Tabelas Envolvidas

Lógico	Físico	Trigrama
Poço	Poco	Pco
Teste de Bombeamento	TesteBombeamento	Tsb

• Relação de Campos da Interface X Atributos do Banco de Dados

Rótulo	Atributo Físico	Observação
Código do Poço	TsbPcoCd	FK - PcoCd
Código Teste	TsbCd	
Data Teste	TsbDt	
Vazão Específica	TsbVzEspecifica	
Rebaixamento Específico	TsbVIREbaixamentoEspecifico	
Perda Carga do Aquífero	TsbVIPerdaCargaAquifero	
Perda Carga do Poço	TsbVIPerdaCargaPoco	
Coefficiente Transmissividade	TsbCoefTransmissividade	
Coefficiente Armazenamento	TsbCoefArmazenamento	
Eficiência Hidráulica	TsbEficienciaHidraulica	

2.7.7 Fluxo Principal (Novo)

1. **Usuário** aciona botão “Incluir” na interface “Cadastrar Poço – Teste Bombeamento”;
2. **Sistema** disponibiliza a interface “Cadastrar Teste de Bombeamento”;
3. **Usuário** informa os dados de Teste de Bombeamento, Resumo Teste e Interpretação Teste;
4. **Usuário** efetua um clique sobre o botão “Salvar”;
5. **Sistema** salva as informações.

2.7.8 Fluxo Principal (Editar)

1. **Usuário** aciona botão “Editar” na interface “Cadastrar Poço – Teste Bombeamento”;
2. **Sistema** disponibiliza a interface “Cadastrar Teste de Bombeamento” com suas respectivas informações;
3. **Usuário** altera os dados de Teste de Bombeamento, Resumo Teste e Interpretação Teste;
4. **Usuário** efetua um clique sobre o botão “Salvar”;
5. **Sistema** salva as informações.

2.8 Caso de Uso Análises de Consistências

2.8.1 Descrição

Permite fazer análises de consistências das coordenadas do poço com o limite municipal, com o limite da UGRHI – Bacia Hidrográfica, com a unidade hidroestratigráfica e de proximidade de poços a partir de um raio.

2.8.2 Pré-Condições

Os temas: Poço, Município e Bacia Hidrográfica, Aquífero Bauru e Aquífero Guarani tem que estar ativos na área de visualização do *software*.

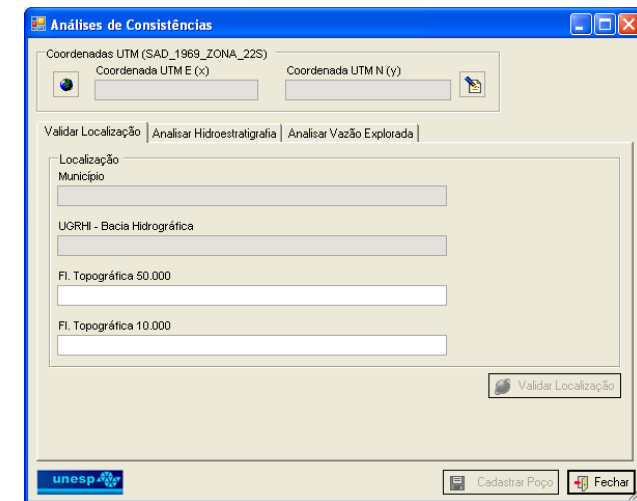
2.8.3 Pós-Condições

O usuário poderá efetuar o cadastro do poço.

2.8.4 Protótipo de Interface - Interface Validar Localização

• Relação de Tabelas Envolvidas

Lógico	Físico	Trigrama
Poço	Poco	Pco
Município	Municipio	Mun
Bacia Hidrográfica	Bacia Hidrográfica	Bhi



• Relação de Campos da Interface X Atributos do Banco de Dados

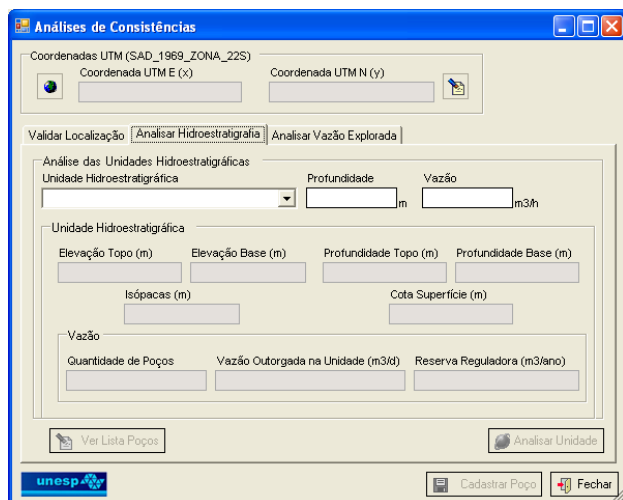
Rótulo	Atributo Físico	Observação
Coordenada UTM E(x)		Campo preenchido pelo usuário na interface “Informar Coordenadas”
Coordenada UTM E(y)		Campo preenchido pelo usuário na interface “Informar Coordenadas”

Rótulo	Atributo Físico	Observação
UGRHI – Bacia Hidrográfica	BhiNm	Cruzamento espacial com as coordenadas fornecidas pelo usuário
Fl. Topográfica 50.000	PcoNmFolha50000	
Fl. Topográfica 10.000	PcoNmFolha10000	

2.8.5 Protótipo de Interface - Interface Analisar Hidroestratigrafia

• Relação de Tabelas Envolvidas

Lógico	Físico	Trigrama
Poço	Poco	Pco
Aqüífero Bauru	AqüíferoBauru	Aba
Aqüífero Guarani	AqüíferoGuarani	Aga
Altimetria	AltimetriaDEM	Adm



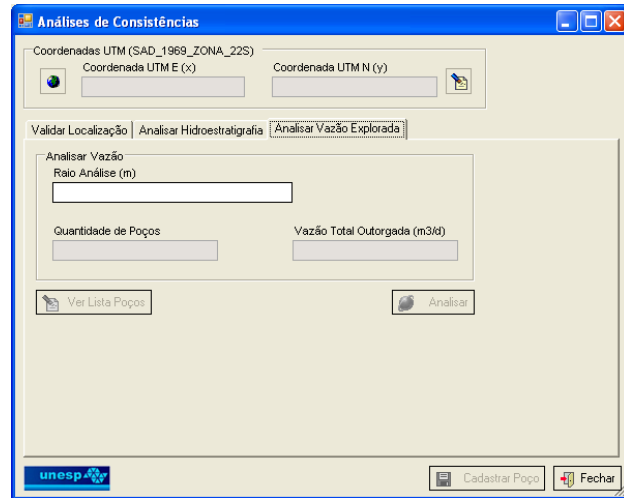
• Relação de Campos da Interface X Atributos do Banco de Dados

Rótulo	Atributo Físico	Observação
Coordenada UTM E(x)		Campo preenchido pelo usuário na interface "Informar Coordenadas"
Coordenada UTM E(y)		Campo preenchido pelo usuário na interface "Informar Coordenadas"
Unidade Hidroestratigráfica	PcoDomUnidadeAquifera	
Profundidade	PcoProfundidadePoco	
Vazão	PcoVzExploracao	
Elevação Topo	CotaTopo	Trigrama Aba ou Aga
Elevação Base	CotaBase	Trigrama Aba ou Aga
Profundidade Topo		Calcular pela aplicação = Altimetria.CotaSuperfície – CotaTopo (considerar os sinais – de CotaTopo
Profundidade Base		Calcular pela aplicação = Altimetria.CotaSuperfície – CotaBase (considerar os sinais – de CotaTopo
Espessura		Calcular pela aplicação = Cotabase – CotaTopo Considerar o resultado como valor absoluto, sem o sinal negativo Na operação considerar os sinais negativo e positivo
Elevação Superfície	AdmCota	
Quantidade Poços		Somatório de poços na Unidade Hidroestratigráfica Válido somente para poços outorgados
Vazão Outorgada na Unidade	PcoVzExploracao x PcoHorasDias	Somatório de vazão calculada pela fórmula ao lado, na Unidade Hidroestratigráfica Válido para poços outorgados somente
Reserva Reguladora	ReservaReguladora	Trigrama Aba ou Aga

2.8.6 Protótipo de Interface - Interface Analisar Vazão Explorada

- Relação de Tabelas Envolvidas

Lógico	Físico	Trigrama
Poço	Poco	Pco



- Relação de Campos da Interface X Atributos do Banco de Dados

Rótulo	Atributo Físico	Observação
Coordenada UTM E(x)		Campo preenchido pelo usuário na interface "Informar Coordenadas"
Coordenada UTM E(y)		Campo preenchido pelo usuário na interface "Informar Coordenadas"
Raio Análise		Fornecido pelo usuário
Quantidade Poços		Somatório de poços dentro do raio informado (cruzamento espacial) Válido somente para poços outorgados
Vazão Total Outorgada	PcoVzExploracao x PcoHorasDias	Somatório de vazão calculada pela fórmula ao lado, dentro do raio informado. (cruzamento espacial) Válido somente para poços outorgados

2.8.7 Protótipo de Interface - Interface Informar Coordenadas

- Relação de Tabelas Envolvidas

Sem tabelas envolvidas.



- Relação de Campos da Interface X Atributos do Banco de Dados

Rótulo	Atributo Físico	Observação
Coordenada UTM E(x)		Campo preenchido pelo usuário
Coordenada UTM E(y)		Campo preenchido pelo usuário

2.8.8 Fluxo Principal

1. **Usuário** aciona a ferramenta "Análises de Consistências";
2. **Sistema** disponibiliza a interface "Análise de Consistências";
3. **Usuário** clica no botão "Informar Coordenadas";
4. **Sistema** disponibiliza Interface "Informar Coordenadas";
5. **Usuário** fornece as coordenadas UTM e clica no botão "Incluir";
6. **Sistema** valida se a coordenada fornecida está dentro da área do projeto;
7. **Sistema** emite mensagem se a coordenada fornecida estiver fora da área do projeto; e
8. **Sistema** fecha a interface e escreve as coordenadas na interface Análise de Consistências se as coordenadas estiverem dentro da área do projeto.

2.8.9 Fluxo Alternativo Validar Localização

1. **Usuário** clica na aba "Validar Localização";
2. **Usuário** fornece as folhas topográficas;
3. **Usuário** clica no botão "Validar Localização"; e
4. **Sistema** faz cruzamento espacial dos temas município e bacia hidrográfica com as coordenadas UTM informadas para apresentar o nome do município e o nome da bacia.

2.8.10 Fluxo Alternativo Analisar Hidroestratigrafia

1. **Usuário** clica na aba “Analisar Hidroestratigrafia”;
2. **Usuário** fornece a unidade hidroestratigráfica na qual o poço será instalado, a profundidade do poço e a vazão a ser explorada;
3. **Usuário** clica no botão “Analisar Unidade”;
4. **Sistema** faz cruzamento espacial dos aquíferos com as coordenadas UTM informadas para apresentar as informações calculadas da unidade hidroestratigráfica;
5. **Sistema** calcula vazão total outorgada para os poços existentes em toda a unidade hidroestratigráfica (somatória da vazão calculada de cada poço selecionado, onde a vazão calculada é igual: vazão do poço multiplicado pelas horas por dia de bombeamento); e
6. **Sistema** informa o total de poços e o total de vazão outorgada.

2.8.11 Fluxo Alternativo Analisar Vazão Explorada

1. **Usuário** clica na aba “Analisar Vazão Explorada”;
2. **Usuário** fornece o raio de análise;
3. **Usuário** clica no botão “Analisar”;
4. **Sistema** faz círculo com o raio informado (“*buffer*”), tendo como centro a coordenada do poço;
5. **Sistema** faz cruzamento espacial do polígono (círculo) com o tema de poços e seleciona apenas os poços que estejam contidos dentro do polígono (círculo), que tenham o atribuo status do poço igual a outorgado;
6. **Sistema** calcula vazão total outorgada para os poços selecionados (somatória da vazão calculada de cada poço selecionado, onde a vazão calculada é igual: vazão do poço multiplicado pelas horas por dia de bombeamento); e
7. **Sistema** informa o total de poços e o total de vazão outorgada.

2.8.12 Fluxo Alternativo Ver Lista Poços

1. **Usuário** clica no botão “Ver lista poços”; e
2. **Sistema** executa caso de uso “Consultar Poços” apresentando a lista de poços dentro do raio informado.

2.8.13 Fluxo Alternativo Cadastrar Poços

1. **Usuário** clica no botão “Cadastrar poços”; e
2. **Sistema** executa caso de uso “Cadastrar Poços” passando as informações presentes na interface “Análises de Consistências”.

2.9 Caso de Uso *Analisar Raio de Interferência*

2.9.1 Descrição

Permite analisar graficamente o raio de interferência dos poços de uma unidade hidroestratigráfica, verificando se há sobreposição do raio de interferência, o que representa que um poço está interferindo no funcionamento de outro.

2.9.2 Pré-Condições

Os temas: Poço, Aquífero Bauru e Aquífero Guarani tem que estar ativos na área de visualização do *software*.

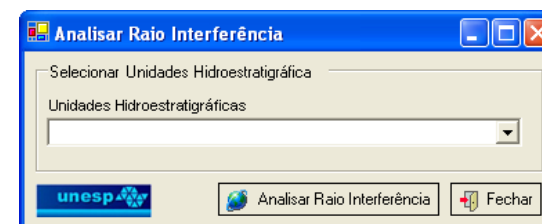
2.9.3 Pós-Condições

Nenhuma.

2.9.4 Protótipo de Interface – Interface Analisar Raio de Interferência

• Relação de Tabelas Envolvidas

<i>Lógico</i>	<i>Físico</i>	<i>Trigrama</i>
Poço	Poco	Pco
Aquífero Bauru	AquiferoBauru	Aba
Aquífero Guarani	AquiferoGuarani	Aga



• Relação de Campos da Interface X Atributos do Banco de Dados

<i>Rótulo</i>	<i>Atributo Físico</i>	<i>Observação</i>
Unidade Hidroestratigráfica Explorada	PcoDomUnidadeAquifera	
Código do Poço	PcoCd	PK

Rótulo	Atributo Físico	Observação
Raio de Interferência (r)	PcoRaioInterferenciaPoco	Análise espacial "Buffer" (círculo) com o valor do raio de interferência sobre a localização do poço (coordenada x, y)

2.9.5 Fluxo Principal

1. **Usuário** aciona a ferramenta "Analisar Raio de Interferência";
2. **Sistema** disponibiliza a interface "Analisar Raio de Interferência";
3. **Usuário** seleciona a unidade hidroestratigráfica;
4. **Usuário** clica no botão "Analisar Raio de Interferência";
5. **Sistema** faz análise espacial, gerando um círculo (*buffer*) em torno de cada poço, com o raio de interferência calculado; e
6. **Usuário** analisa os polígonos (círculo) gerados e verifica se está ocorrendo interferência de um poço em outro, nas condições de funcionamento outorgadas para o poço. Essa verificação é visual, e a interferência ocorrerá quando um polígono (círculo) sobrepor ao outro.

3 Requisitos não Funcionais

Os requisitos não funcionais do sistema estão divididos em usabilidade, confiabilidade, segurança, e requisitos de implementação.

1. **Usabilidade:** refere-se à facilidade de uso da interface com o usuário, material de treinamento e documentação do sistema. O sistema deve prover:
 - a. Interface amigável: interfaces gráficas compostas por elementos gráficos, tais como: *menus*, botões, caixas de textos, etc., tornando-a visualmente agradável e fácil de ser utilizada; e
 - b. Documentação: material explicativo sobre o funcionamento técnico do sistema.
2. **Confiabilidade:** refere-se à frequência e severidade de falhas do sistema. O sistema deve prover:

As informações exibidas na interface serão seguras e confiáveis.
3. **Segurança:** refere-se à integridade, privacidade e autenticidade dos dados do sistema. O sistema deve prover:
 - a. O acesso ao sistema será efetuado pelo usuário da rede, portanto para abrir o aplicativo apenas será necessário estar conectado ao ambiente de rede;
 - b. Os dados do projeto permanecerão íntegros; e
 - c. Os dados cadastrados serão validados para garantir a integridade do sistema.

4. Requisitos de Implementação

- a. **Hardware:** configuração física necessária para o funcionamento do sistema. Por este motivo os critérios abaixo devem ser respeitados:
 - i. Velocidade o processador:
 1. Pré-requisito: 800 MHz; e
 2. Recomendável: 1.0 GHz ou superior.
 - ii. Processador: Pentium ou Xeon Processors (i.e. Intel Workstation ou Server);
 - iii. Memória para o uso do ArcGIS ArcView: o mínimo necessário é 256 MB, mas o recomendável é 512 MB ou superior; e
 - iv. Espaço em disco:
 1. NTFS: 605 MB; e
 2. FAT32: 695 MB.
- b. Sistema Operacional:

Para o uso do ArcGIS ArcView poderão ser utilizados os sistemas operacionais: Windows 2000 Professional ou Windows 2000 Advanced Server ou Windows NT 4.0 – Service Pack 6 ou Windows Server 2003 ou Windows XP Home Edition ou Windows XP Professional Edition.
- c. **Software:**
 - i. Para o uso do "**Sistema**": Access 2000 ou superior, Internet Explorer 6.0 ou superior e ArcGIS ArcView 9.0.
- d. Banco de dados:
 - i. A arquitetura de servidor proposta compreende um banco de dados espacial *Personal Geodatabase* com conexão (*link*) ao banco de dados do sistema de administração tributária. A estrutura da base de dados espacial será baseada em *Personal Geodatabase*. Esse formato de armazenamento é uma versão do *Geodatabase*, formato nativo do ArcGIS, que introduz uma nova geração de modelo de dados para representação das informações geográficas. O *Geodatabase* (abreviação de *geographic database*) suporta um modelo de integração topológica similar aos modelos baseados em arquivos *Coverages* e *Shapefiles*. O *Personal Geodatabase* utiliza o formato Microsoft Jet e é armazenado em um arquivo Microsoft Access; e
 - ii. A base de dados espacial armazenará todos os temas espaciais pertinentes ao projeto.

e. Desenvolvimento:

- i. O *software* “**GESTAO_AS**” será personalizado para o ambiente ArcGIS ArcView utilizando a linguagem de programação MS Visual Basic .NET e o componente ESRI ArcObjects.

4 Modelo de Banco de Dados

Anexo I.

5 Dicionário de Banco de Dados

Anexo II.