

UNESP – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
IGCE – Instituto de Geociências e Ciências Exatas
PPGGMA – Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente

**GESTÃO INTEGRADA DAS ÁGUAS DO SISTEMA AQUÍFERO
BAURU NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS AGUAPEÍ E
PEIXE / SP**

Aluno: Emílio Carlos Prandi

Orientador: Prof. Dr. Chang Hung Kiang

Tese elaborada junto ao Programa de Pós-
Graduação em Geociências e Meio
Ambiente para obtenção do título de Doutor

RIO CLARO - SP

2010

551.49 Prandi, Emilio Carlos
P899g Gestão integrada das águas do sistema aquífero Bauru nas
bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe / SP / Emilio
Carlos Prandi. - Rio Claro : [s.n.], 2010
192 f. : il., figs.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista,
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: Chang Hung Kiang

1. Águas subterrâneas. 2. Gestão ambiental. 3.
Hidrografia. I. Título.

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

DEDICATÓRIA

Este trabalho dedico a:

*Pedro, Larissa, Melissa, Daniel, Flávia e Maitê, meus filhos, por quem faço
tudo para que estudem;*

Toninha e Prandi, meus pais, que fizeram tudo para que eu estudasse;

*A Deus Uno e Trino que, além de ter me permitido chegar até aqui, me deu Sílvia,
esposa e amiga inseparável.*

A todos, muito obrigado.

ETA PEIXE

<i>Eta Peixe!</i>	<i>Deixando o planalto, vê o largo</i>	<i>Indo para oeste, vai para o norte</i>
<i>Rio pulão, nasce lá na Serra</i>	<i>horizonte das colinas na terra</i>	<i>E ele vai descendo</i>
<i>Lá perto de Garça e Marília</i>	<i>Em Varpa, olhos cansados</i>	<i>Já o Paranasão o chama</i>
<i>Vera Cruz, café e branca terra</i>	<i>observam em seu passar o</i>	<i>Ele ouve e volta ao seu natural</i>
<i>E ele vai descendo</i>	<i>passado</i>	<i>curso</i>
<i>Já sem tanta alegria</i>	<i>De caçadas e pescarias</i>	<i>De novo para oeste, sul e</i>
<i>Antes fresco, fundo, peixe e</i>	<i>De passeios e confrarias</i>	<i>definitivamente para o colo das</i>
<i>mato, bicho e gente</i>	<i>E no presente sujeiras, plásticos</i>	<i>águas mãe</i>
<i>Hoje sozinho, esgoto, areia, raso</i>	<i>e porcarias</i>	<i>Já todo ferido, sujo, meio morto,</i>
<i>e quente</i>	<i>E ele vai descendo</i>	<i>mas não tão torto</i>
<i>Lá pela Br, encontro alegre</i>	<i>Triste clube de veraneio</i>	<i>Tem destino</i>
<i>Água fresca, limpa do Ribeirão</i>	<i>Às suas margens insiste teimoso</i>	<i>Passa grandes paisagens</i>
<i>Alegre moleque</i>	<i>Ai duas vias se cruzam: a seca</i>	<i>Grandes várzeas, novos lagos</i>
<i>Dura pouco o frescor</i>	<i>negra e esburacada e a de água</i>	<i>nas margens, mais matas</i>
<i>De novo areia, esgoto e calor</i>	<i>rasa, suja e depauperada</i>	<i>Flancos protegidos, ao norte</i>
<i>Mesmo não tão limpo, sujo, dá</i>	<i>Já se prepara ai seu grande</i>	<i>pelo Ribeirão das Marrecas</i>
<i>de beber a Marília</i>	<i>salto, Quatiara está chegando</i>	<i>Ao sul pelo Ribeirão dos Veados</i>
<i>E ele vai descendo</i>	<i>Mas, o pequeno lago e está</i>	<i>Quem já viu uma guarda feita</i>
<i>Já com mais água, mas ainda</i>	<i>domado o salto</i>	<i>por Marrecas e Veados?</i>
<i>sem alegria</i>	<i>Resta a energia mandada</i>	<i>Mas é assim</i>
<i>Antes, com seu andar lento</i>	<i>embora do velho Peixe, não mais</i>	<i>E ele vai descendo</i>
<i>Quando havia lagoas que</i>	<i>saltando</i>	<i>Cada vez mais lento, mata, bicho</i>
<i>malária dava</i>	<i>E ele vai descendo</i>	<i>e peixe</i>
<i>Não era bento, mas encantava</i>	<i>Ribeirão confusão</i>	<i>Longe das corredeiras e saltos</i>
<i>Hoje dragas e tratores</i>	<i>Dos japoneses de Bastos,</i>	<i>do rio menino como brincadeiras</i>
<i>Arrancam do seu leito areias e</i>	<i>Parapuã e Rancharia</i>	<i>de crianças</i>
<i>dores</i>	<i>Japoneses trabalhadores,</i>	<i>Agora velho e lento</i>
<i>Dores das cercas que o</i>	<i>grandes pescadores</i>	<i>Cheio de lembranças</i>
<i>acompanham para evitar o beber</i>	<i>Cadê Piau, Dourado, Cachorra e</i>	<i>Vai dormir na Primavera</i>
<i>E ele vai descendo</i>	<i>Jurupoca?</i>	<i>Vivendo seu longo inverno</i>
<i>Árvores, algumas na margem, na</i>	<i>Nada mais nada, só é</i>	<i>Sem ter a vida que tinha,</i>
<i>encosta pasto e erosão</i>	<i>transportado pelas águas lentas</i>	<i>Mas voltará a ter, com</i>
<i>Algum milho e algodão</i>	<i>Areia e águas barrentas</i>	<i>esperança...</i>
<i>Mais abandono vai se vendo</i>	<i>Perto de Mariápolis e Pracinha</i>	
<i>E ele vai descendo</i>	<i>recebe o Mandaguari</i>	
<i>Quando dá suas costas para a</i>	<i>Tão forte impacto que o</i>	
<i>Serra</i>	<i>Mandaguari faz o Peixe curvar</i>	

AGRADECIMENTOS

O autor agradece aos que, direta e indiretamente, contribuíram para este trabalho.

Principalmente ao Professor Dr. Chang Hung Kiang pela atenção, orientação e apoio.

Ao Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), minha segunda casa, pela disponibilização dos dados.

Ao Centro Universitário de Lins (UNILINS), nas pessoas dos Engenheiros Milton Leo, Luiz Fernando Leo, Emílio Shizuo Fujikawa, Luiz Bernardo Fumio, Ângelo Antônio Sadi e Moises Teodoro Messi, pelo apoio técnico e material.

Aos engenheiros João Carlos Polegato e João Augusto de Oliveira Filho, pelos muitos trabalhos desenvolvidos juntos.

Ao Engenheiro Edson Geraldo Sabbag, diretor da Bacia do Peixe Paranapanema, do DAEE, pelo apoio.

À Engenheira Suraya de Oliveira Modaelli, pela amizade e incentivo.

Ao Geólogo Dr. Flávio de Paula e Silva, pelas longas discussões sobre o Sistema Aquífero Bauru.

Ao Geólogo Dr. Didier Gastmans, pelas sugestões ao longo do trabalho.

À Prof^a. Dr^a. Maria Rita Caetano-Chang, pela correção e utilíssimas sugestões para a montagem desta tese.

Aos colegas: Técnico Ambiental Cilso Ferreira, Engenheiro Rafael Carrion Montero e Geógrafo Carlos Eduardo Camargo, pela ajuda na coleta e tratamento dos dados.

Aos Geólogos Pedro Lifter Rodrigues Prandi e Felipe Ferroni, pela ajuda na montagem da tese.

Aos colegas do DAEE: Alberto Badiz, Alessandra de Oliveira Davoli, Ana Freitas da Silva, Antônio Feliciano dos Santos, Carlos André Rêmolli, Carolina Mota Aguiar, David Mature Martins, Denis Emanuel de Araujo, Fábio Mascarim, Fernando Antônio Rodrigues Netto, Fernando Rangel, Jéssica Nascimento, João Lennon Freitas, Juliana Martinhão Ignácio, Kátia Juliane Sebastião, Lauro Oshiro, Luiz Antônio do Silva, Luiz Fernando Oliveira, Marcos Montes, Mário Fernando Riekstin, Mário Luiz Modaelli, Mauro Camargo, Milton Laperuta, Osvaldo de Godoi, Paulo Roberto Pereira, Reginaldo

Oliveira de Souza, Ricardo Albino de Souza e Ulisses Acarine de Campos, por tudo que temos passado juntos.

Aos colegas do Centro Tecnológico de Hidráulica (CTH - USP) Engenheiro Gré de Araujo Lobo, Engenheira Maria Laura Goi e Técnico José Gonçalves de Aguiar, pelo apóio com os dados de hidrometria.

Aos colegas da Diretoria de Procedimentos de Outorgas (DPO - DAEE) Engenheira Leila de Carvalho Gomes e Geólogo Sérgio Lúcio Torres, pela ajuda nos assuntos relativos à outorga.

Às colegas da UNESP Cristiane Wiechmann e Rosangela Vacello, pela paciência com que me atenderam todas as vezes que delas precisei.

Aos colegas do Laboratório de Análise de Bacias (LEBAC), pelo companheirismo, apoio e sugestões, principalmente aos geólogos Márcia Regina Stradioto e Marcio Costa Alberto.

À Beatris, minha irmã; Álvaro, meu cunhado; e Marcelo, meu sobrinho, pelo estímulo e por serem exemplo de muito trabalho.

RESUMO

O uso racional das águas de uma região depende do entendimento da sua disponibilidade no tempo e no espaço. Nas Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe, Unidades de Gestão de Recursos Hídricos que compõem um Comitê de Bacias Hidrográficas, as principais demandas são atendidas por águas subterrâneas captadas do Sistema Aquífero Bauru (SAB) e subordinadamente por águas superficiais.

A avaliação do comportamento das Unidades Aquíferas que compõem o Sistema Aquífero Bauru e a inter-relação entre as águas destes aquíferos e as águas superficiais foram os focos deste trabalho.

Após a verificação da geologia de superfície e de sub-superfície e da análise dos dados de mais de 500 poços, foram estabelecidos os comportamentos dos aquíferos que compõem o SAB sendo possível estabelecer, em função dos fluxos entre os aquíferos e daí para os corpos de águas superficiais, Blocos de Gestão de Recursos Hídricos.

Foram propostos quatro Blocos de Gestão, sendo o Bloco de Gestão 1 (alto Aguapeí e Peixe) as áreas onde o aquífero Marília se sobrepõe ao Adamantina. Neste bloco não há fluxo entre os aquíferos e o Aquífero Marília controla os escoamentos dos rios nos períodos de recessão. No Bloco de Gestão 2 (médio Aguapeí e Peixe) ocorre apenas o Aquífero Adamantina que controla os escoamentos de base. No Bloco de Gestão 3 (baixo Aguapeí e Peixe) ocorrem os Aquíferos Adamantina e Caiuá / Santo Anastácio, isolados um do outro, ora pela Formação Araçatuba, ora por fácies pelíticas da Formação Adamantina que funcionam como aquíferos. No Bloco de Gestão 4 (foz dos rios Aguapeí e Peixe), ocorrem as Formações Caiuá e Santo Anastácio, conectadas hidráulicamente e comportando-se como um único aquífero, depositado sobre os basaltos da Formação Serra Geral e condicionando os fluxos superficiais no período de recessão.

As disponibilidades totais aumentam de Leste para Oeste, não apenas pela maior área de drenagem dos rios principais, mas também pelas características dos Aquíferos.

Palavras chave: Gestão Integrada; Sistema Aquífero Bauru; Aguapeí e Peixe

ABSTRACT

The rational use of waters of an area depends on the understanding of its availability in time and space. In the watersheds of the Aguapeí and Peixe Rivers, the main demands are met by groundwater collected from the Bauru Aquifer System (BAS).

The production capacity of the aquifers units that compose the Bauru Aquifer System and the interrelationship between the waters of these aquifers and surface water were the focus of this work.

After examining the surface and subsurface geology and incorporating the data from more than five hundred wells, the production of the aquifers that compose the BAS was established and, according to the flows between the aquifers surface waters, it was possible to established the Water Resources Management Blocks.

Four Management Blocks were proposed: Management Block 1 (Upper Aguapeí and Peixe) is the areas where the Marília Aquifer overlaps Adamantina Aquifer. In this block there is no cross flow between aquifers and Marília Aquifer controls the river discharge during recession periods. In Management Block 2 (Medium Aguapeí and Peixe) only Adamantina Aquifer controls the flow base. In Management Block 3 (Lower Aguapeí and Peixe) there are Adamantina and Caiuá / Santo Anastacio Aquifers, one isolated from each other, occasionally by the Araçatuba Formation, and at times by pelitic facies of Adamantina Formation that act as aquitard. In Management Block 4 (Mouth of the Aguapeí and Peixe Rivers), there are Caiuá and Santo Anastácio Formations, hydraulically connected and they behave as single aquifer, overlying the basalts of Serra Geral Formation and conditioning the surface flows during the recession periods.

The total amount of available water increase from East to West, not only for the largest drainage area of the main rivers, but also due to the aquifers hydraulic characteristics.

Keywords: Integrated Management; Bauru Aquifer System; Aguapeí and Peixe Rivers.

ÍNDICE GERAL	
DEDICATÓRIA	i
AGRADECIMENTOS	iii
RESUMO	v
ABSTRACT	vi
ÍNDICE GERAL	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABELAS	xiv
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Considerações Gerais	1
1.2. Área de Estudo	2
1.3 Justificativa e Objetivos	4
2. MATERIAIS E MÉTODOS	6
2.1 Trabalhos de Escritório	8
2.2 Trabalhos de Campo	8
2.2.1 Poços estratigráficos	8
2.2.2 Poços para medidas de interferência	10
2.2.3 Piezômetros para controle da variação do lençol freático	11
2.2.4 Postos fluviométricos	12
2.2.5 Expedição do Rio do Peixe	13
2.3 Gestão de Recursos Hídricos	14
2.3.1 – Gestão no Brasil e no Estado de São Paulo	14
2.3.1 - Sistema de Outorgas no Estado de São Paulo	16
2.3.2 - Procedimentos para emissão de outorgas de águas subterrâneas.	17
3. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO	19
3.1. Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHIs)	19
3.1.1 Bacia Hidrográfica do Rio Aguapeí	19
3.1.2 Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe	20
3.1.3 Aspectos sócio-econômicos e uso e ocupação dos solos das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe	23
4. O MEIO FÍSICO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS AGUAPEÍ E PEIXE	25
4.1. Geomorfologia	25

4.2. Geologia	25
4.3. Pedologia	27
4.4. Hidrometeorologia	28
5. GRUPO BAURU	32
5.1. Geologia do Grupo Bauru	32
5.2. Sistema Aquífero Bauru (SAB)	36
6. GRUPO BAURU NAS BACIAS DOS RIOS AGUAPEÍ E PEIXE	40
6.1. Formação Caiuá	42
6.2. Formação Pirapozinho	44
6.3. Formação Santo Anastácio	45
6.4. Formação Birigui	46
6.5. Formação Araçatuba	47
6.6. Formação Adamantina	49
6.7. Formação Marília	50
7. DISTRIBUIÇÃO DAS UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS DO GRUPO BAURU NAS BACIAS DOS RIOS AGUAPEÍ E PEIXE	53
7.1. Distribuição da Formação Birigui	53
7.2. Distribuição da Formação Araçatuba no Vale do Rio do Peixe	54
7.2.3 - Ocorrência da Formação Araçatuba em superfície no Vale do Rio do Peixe.	56
8. HIDROLOGIA INTEGRADA	61
8.1. Balanço Hídrico de uma Bacia Hidrográfica	61
8.2. Descarga e Recarga dos Aquíferos nas Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe.	64
8.2.1 Cálculo da infiltração nas Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe	64
8.2.2 Recargas Artificiais	67
8.3. Divisão Estratigráfica e Hidrogeológica do Grupo Bauru	68
8.3.1 Unidade Hidroestratigráfica – uma definição	68
8.4. O Sistema Aquífero Bauru nas Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe.	68
8.4.1 Aquífero Caiuá	68
8.4.2 Aquitardo Pirapozinho	72
8.4.3 Aquífero Santo Anastácio	72
8.4.4 Aquífero Birigui	75
8.4.5 Aquitardo Araçatuba	76
8.4.6 Aquífero Adamantina	76

8.4.7 Aquífero Marília	79
8.4.7.1 - Solos de alteração da Formação Marília e seu comportamento aquífero.	79
9. RESERVAS HÍDRICAS SUBTERRÂNEAS	82
9.1. Reservas Reguladoras ou Renováveis no Sistema Aquífero Bauru	85
9.2. Reservas Permanentes para o Sistema Aquífero Bauru nas Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe	90
10. GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS	92
10.1. Outorgas nas Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe	92
10.2. A distribuição das Chuvas nas Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe e Outorgas de Captação Superficial	94
10.2.1 – O balanço hídrico e as vazões dos rios Aguapeí e Peixe	97
10.3. Sustentabilidade do Sistema Aquífero Bauru nas Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe	100
11. INTER-RELAÇÃO ENTRE AS UNIDADES AQUÍFERAS DO SISTEMA AQUÍFERO BAURU NAS BACIAS DOS RIOS AGUAPEÍ E PEIXE	102
11.1. Relações hidráulicas entre a Formação Caiuá e a Formação Santo Anastácio.	104
11.2. Relações hidráulicas entre o Aquífero Caiuá / Santo Anastácio e o Aquífero Adamantina.	105
11.3. Relações hidráulicas entre o Aquífero Adamantina e o Aquífero Marília.	109
12. MODELO DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS AGUAPEÍ E PEIXE.	113
12.1. Bloco de Gestão 1 - Alto Aguapeí e Peixe	114
12.2. Bloco de Gestão 2 – Médio Aguapeí e Peixe	118
12.3. Bloco de Gestão 3 – Baixo Aguapeí e Peixe	121
12.4. Bloco de Gestão 4 – Barra do Aguapeí e Peixe	125
12.5. A Qualidade dos Recursos Hídricos condicionando a Gestão	128
13. CONCLUSÕES	129
14. RECOMENDAÇÕES	133
15. ANEXOS	145

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da área de estudos	4
Figura 2 – Fluxograma das etapas de desenvolvimento dos trabalhos	7
Figura 3– Equipamento para perfuração de poços estratigráficos (Piacatu)	9
Figura 4– Sondas utilizadas nos poços estratigráficos (Piacatu)	9
Figura 5– Amostras indeformadas dos poços estratigráficos (Piacatu)	10
Figura 6 – Instalação de piezômetro em Herculândia	11
Figura 7 – Poço piezométrico na Bacia do Arrependido	12
Figura 8 – Vertedouro instalado no Ribeirão do Arrependido	13
Figura 9 – Afloramento de siltitos arenosos cinza-esverdeados às margens do Rio do Peixe	13
Figura 10 – Evolução das outorgas no Estado de São Paulo	17
Figura 11 – Mapa topográfico das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe	26
Figura 12 – Distribuição das isoietas anuais nas Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe	29
Figura 13 – Chuvas mensais médias na Bacia do Rio Aguapeí	30
Figura 14 - Chuvas médias mensais na Bacia do Rio do Peixe	31
Figura 15 – Estratigrafia do Grupo Bauru, segundo Soares et al. (1980)	34
Figura 16 – Estratigrafia da Bacia Bauru, segundo Fernandes (1998)	35
Figura 17 – Unidades litoestratigráficas do Grupo Bauru no Estado de São Paulo (PAULA E SILVA, 2003)	36
Figura 18 - Hidroestratigrafia do Aquífero Bauru (PAULA e SILVA, 2003)	39
Figura 19 – Profundidade do topo da Formação Serra Geral nas Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe	40
Figura 20 - Espessura do Sistema Aquífero Bauru nas Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe	41
Figura 21 – O Grupo Bauru em subsuperfície nas Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe (modificado de PAULA E SILVA, 2003)	42
Figura 22 - Ocorrência da Formação Caiuá nas Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe	44
Figura 23 - Ocorrência da Formação Santo Anastácio nas Bacias Hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe	46

Figura 24 - Ocorrência da Formação Birigui nas Bacias hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe	47
Figura 25 - Ocorrência da Formação Araçatuba nas Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe	48
Figura 26 - Ocorrência da Formação Adamantina nas Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe	50
Figura 27 - Ocorrência da Formação Marília nas Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe	52
Figura 28 – Perfilagem geofísica do poço estratigráfico de Piacatu	54
Figura 29– Perfilagem geofísica do poço estratigráfico de Martinópolis	55
Figura 30 – Afloramento da Formação Araçatuba no Vale do Rio do Peixe	56
Figura 31 - Ocorrência de siltitos cinza-esverdeados da Formação Araçatuba na foz de pequenos afluentes do rio do Peixe	57
Figura 32 - Poços perfurados pelo DAEE na cidade de Marília (zona sul)	57
Figura 33 – Composição dos perfis geofísicos de poços em Marília	58
Figura 34 - Perfil esquemático com a Formação Araçatuba no Vale do Rio do Peixe	59
Figura 35 - Mapa geológico da área das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe	60
Figura 36 – Hidrógrafa com recessão na África (modificado de Fetter, 2001)	62
Figura 37 – Curva de recessão (modificado de Domenico e Schwartz, 1998)	63
Figura 38 - Localização dos postos de fluviometria para cálculo de recarga	65
Figura 39 – Hidrograma do Rio do Peixe adotado para cálculo de recarga	66
Figura 40 – Áreas com cana nas Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe, passíveis de fertirrigação	67
Figura 41 - Poços cadastrados explotando o Aquífero Caiuá	69
Figura 42 – Rebaixamentos nos poços bombeado e monitorado em Panorama	71
Figura 43 - Posição esquemática dos poços em Panorama	71
Figura 44 – Distância entre o poço bombeado e o monitorado em Panorama	72
Figura 45 - Posição dos poços medidos em Dracena	73
Figura 46 - Rebaixamentos nos poços em Dracena	74
Figura 47 - Poços cadastrados explotando o Aquífero Santo Anastácio	75
Figura 48 - Poços cadastrados explotando o Aquífero Adamantina	77
Figura 49– Localização dos poços de Herculândia e os níveis registrados nos piezômetros	78

Figura 50 – Perfil da coluna de produção do poço Jardim Marajó - Marília	80
Figura 51 - Poços cadastrados explorando o Aquífero Marília	81
Figura 52 - Aquífero em equilíbrio (ALLEY et al. 1999)	83
Figura 53 - Aquífero em desequilíbrio (ALLEY et al. 1999)	84
Figura 54 - Relação entre fonte de água e tempo de bombeamento de um poço (ALLEY et al. 1999)	85
Figura 55 – Poços de monitoramento no Córrego do Arrependido	86
Figura 56 - Variação do nível de água nos poços da Bacia do Arrependido	86
Figura 57 - Variação dos níveis nos poços mais profundos no Alto Aguapeí e Peixe	87
Figura 58 – Variação dos níveis de águas subterrâneas em relação às chuvas	88
Figura 59 - Variação do nível de água nos piezômetros de Garça	89
Figura 60 - Distribuição das outorgas nas bacias dos rios Aguapeí e Peixe	92
Figura 61 – Tipos de outorgas emitidas nas bacias dos rios Aguapeí e Peixe	92
Figura 62 – Usos de águas subterrâneas nas bacias dos rios Aguapeí e Peixe	93
Figura 63 – Poços para abastecimento público sem outorga	93
Figura 64 – Isoietas de chuvas médias mensais (janeiro a junho) em São Paulo (fonte INFOSECA, 2009)	95
Figura 65 – Isoietas de chuvas médias mensais (julho a dezembro) em São Paulo (fonte INFOSECA, 2009)	96
Figura 66 - Vazões no Alto Rio do Peixe (posto 7D010)	98
Figura 67 - Vazões no Alto Rio Aguapeí (posto 7C002)	99
Figura 68 - Relação entre o Aquífero Serra Geral e o Sistema Aquífero Bauru na Bacia do Alto Peixe	103
Figura 69 – Localização e NE em poços nos Aquíferos Caiuá e Santo Anastácio	104
Figura 70 - Variação do NE nos Aquíferos Caiuá / Santo Anastácio e Adamantina	106
Figura 71 – Afloramentos de arenitos cimentados da Formação Adamantina em Irapuru	107
Figura 72 - Variação do NE em poços nos Aquíferos Adamantina e Marília	109
Figura 73 – Representação do poço bombeado e do piezômetro em Pompéia	110
Figura 74 – Níveis estáticos de poços explorando o Aquífero Adamantina no Planalto de Marília	111

Figura 75 - Blocos de Gestão de Recursos Hídricos para as Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe	114
Figura 76 - Localização do Bloco de Gestão 1	115
Figura 77 – Escoamento das águas subterrâneas no Bloco de Gestão 1	116
Figura 78 – Fluxograma para avaliação de Outorgas no Bloco de Gestão 1	117
Figura 79 – Localização do Bloco de Gestão 2	118
Figura 80 – Escoamento das águas subterrâneas no Bloco de Gestão 2	119
Figura 81 – Fluxograma para avaliação de Outorgas no Bloco de Gestão 2	120
Figura 82 – Localização do Bloco de Gestão 3	122
Figura 83 – Escoamento das águas subterrâneas no Bloco de Gestão 3	123
Figura 84 – Fluxograma para avaliação de Outorgas no Bloco de Gestão 3	124
Figura 85 - Localização do Bloco de Gestão 4	125
Figura 86 – Escoamento das águas subterrâneas no Bloco de Gestão 4	126
Figura 87 – Fluxograma para avaliação de Outorgas no Bloco de Gestão 4	127

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Localização dos poços para análise de interferência	10
Tabela 2 – Postos fluviométricos do DAEE nas Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe	12
Tabela 03 - Limites para outorga de captação de águas superficiais	15
Tabela 4 – Municípios com área rural e urbana contidas na Bacia do Aguapeí, mas não inclusos na UGRHI 20 (Fonte – CETEC 2008)	20
Tabela 5 – Municípios com área rural contidas na Bacia do Aguapeí, mas não inclusos na UGRHI 20 (Fonte – CETEC 2008)	21
Tabela 6 – Municípios com áreas rural e urbana contidas na Bacia do Rio do Peixe, mas não inclusos na UGRHI 21 (Fonte – CETEC 2008)	21
Tabela 7 – Municípios com área rural contidas na Bacia do Rio do Peixe, mas não inclusos na UGRHI 21 (Fonte – CETEC 2008)	22
Tabela 8 – Municípios no divisor de águas dos Rios Aguapeí e Peixe	22
Tabela 9 - Balanço Hídrico nas Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe (LIAZI et al, 2006).	64
Tabela 10 - Postos fluviométricos adotados	65
Tabela 11 - Parâmetros hidrodinâmicos do teste em Dracena	74
Tabela 12 - Poços no Aquífero Serra Geral	103
Tabela 13 – Variação do NE e as cotas dos poços em Panorama	105
Tabela 14 – Variação do NE nos poços explorados em Irapuru, Junqueirópolis e Dracena	108
Tabela 15 – Poços de abastecimento público perfurados em Marília	111
Tabela 16 – Variação do NE nos aquíferos Marília e Adamantina, explorados em Garça, Marília, Oriente e Vera Cruz	112

1. INTRODUÇÃO

1.1. Considerações Gerais

Para Alley e Leake (2004), embora o volume de água em um sistema hidrológico possa ser medido, quantificado ou estimado por vários métodos, a disponibilidade de água é uma questão mais complexa, pois envolve aspectos relativos às estruturas físicas da bacia hidrográfica, dos aquíferos, bem como aspectos legais, sócio- econômicos e normas que regulamentam o seu uso.

A necessidade do controle dos usos da água no Brasil levou à implantação de várias ferramentas de gestão desse recurso. Estas foram instituídas tanto pela política nacional quanto pelas políticas estaduais de Gestão de Recursos Hídricos. Uma dessas ferramentas é a Outorga para uso da água. Muitas vezes, no entanto, essas ferramentas não consideram a integração das várias fases do ciclo hidrológico, tratando de maneira dissociada as águas subterrâneas, superficiais e atmosféricas.

Se no Estado de São Paulo adota-se como vazão de referência, para a emissão de Outorgas para a captação de águas superficiais, o Q 7.10 (Vazão mínima de 7 dias de duração com um período de retorno de 10 anos), em outros Estados e na União também existem limites bem definidos para a emissão de outorgas para captação destas águas. Para a captação de águas subterrâneas estes parâmetros são vagos.

Existem condicionantes para os projetos de captação de águas subterrâneas, mas não há limites bem definidos para os volumes passíveis de serem extraídos e, tampouco, parâmetros que determinem o quanto os volumes captados interferem nos volumes de escoamento das águas superficiais.

Na região oeste do Estado de São Paulo, onde os principais usos de água são para abastecimento público, a principal fonte de abastecimento é o Sistema Aquífero Bauru. Este sistema é formado pelo pacote sedimentar do Grupo Bauru que cobre, segundo DAEE (1990), aproximadamente 117 mil quilômetros quadrados do território do Estado de São Paulo, sendo o principal responsável pelo abastecimento de água, tanto público como privado, além de ser responsável pela vazão dos rios durante os períodos de estiagem.

O presente estudo das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe buscou determinar as características de cada Unidade Aquífera do Grupo Bauru, definir os volumes armazenados de águas subterrâneas e a inter-relação entre estas águas e as águas superficiais e propor um modelo para sua gestão.

Estabeleceu-se uma ferramenta de apoio a decisões para a emissão de outorgas para captação de águas superficiais, ressaltando a necessidade da análise de licenças de uso de águas subterrâneas, emitidas para a exploração de aquíferos. Mas, sendo a sequência sedimentar que constitui o Sistema Aquífero Bauru bastante heterogênea, em que se intercalam pacotes de sedimentos com alta permeabilidade (aquíferos) com pacotes sedimentares com baixa permeabilidade (aquitardos), foram analisados quais os pacotes aquíferos que interferem no escoamento de cursos de água no local da outorga solicitada.

1.2. Área de Estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio Aguapeí, segundo CETEC (2008), limita-se a norte com a Bacia do Rio Tietê, a oeste com o Estado do Mato Grosso do Sul, tendo como divisa o Rio Paraná, a leste seu limite é a Serra dos Agudos e ao sul encontra-se a Bacia do Rio do Peixe. É formada pelo Rio Aguapeí (Feio), que nasce a uma altitude de 600 metros, entre as cidades de Gália e Presidente Alves, e pelo Rio Tibiriça, que nasce a uma altitude de 480 metros, junto à cidade de Garça. A bacia possui extensão aproximada de 420 km até sua foz no Rio Paraná, a uma altitude de 260 metros, entre o Porto Labirinto e o Porto Independência. A área dessa bacia, segundo o Plano Estadual de Recursos Hídricos (DAEE, 2006), é de 13.196 km², sendo sua Vazão Média de Longo Período (QLP) da ordem de 97 m³/s. As vazões mínima média de 7 dias consecutivos e 10 anos de período de retorno (Q_{7.10}) [referência para emissão de outorgas de captação de águas superficiais no Estado de São Paulo] e mínima de 95% de permanência no tempo (Q_{95%}) são, respectivamente, 28 m³/s e 41m³/s.

Por sua vez, a Bacia do Rio do Peixe (CETEC, 2008) limita-se com a Bacia do Rio Aguapeí ao norte, ao sul com a Bacia do Rio Paranapanema, a oeste com o Rio Paraná e a leste com a Serra dos Agudos e a Serra do Mirante. O Rio do Peixe forma-se da junção do Ribeirão da Garça, que nasce na Serra dos Agudos na cidade de Garça, a uma altitude de aproximadamente 670 metros, e do Ribeirão do Alegre, que nasce no Município de Alvilândia, a uma cota média de 680 metros. Percorrendo uma extensão de 380 km, o Rio do Peixe desemboca no Rio Paraná a um altitude de 240 metros. Possui área de drenagem de 10.769 km² (DAEE, 2006), sendo sua QLP da ordem de 82 m³/s. As vazões mínimas são: Q_{7.10} de 29 m³/s e Q_{95%} de 38 m³/s.

Neste estudo considerou-se o território abrangido pela junção das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe. Tais bacias, por serem muito similares sob o ponto de vista do meio físico e por terem seus principais municípios instalados no divisor de águas entre as duas bacias, com profundas interferências nas duas Unidades de Gestão, são geridos pelo Comitê de Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe. A área estudada localiza-se entre os paralelos 20°25'45,17" e 22°25'16,82", latitude Sul e os meridianos 49°26'16,98" e 52°05'28,36" de longitude Oeste. Seus limites estão apresentados na figura 1.

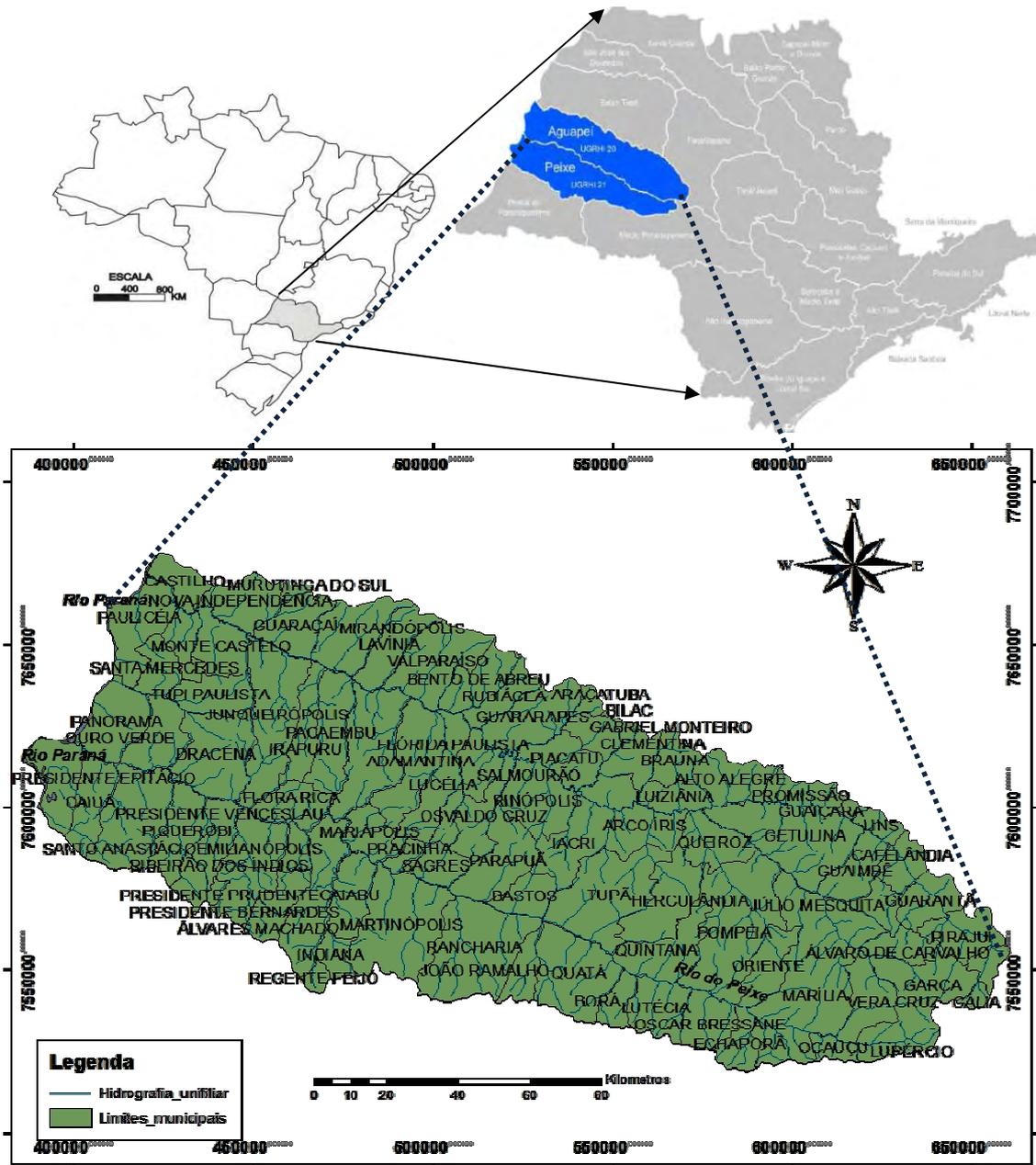


Figura 1 – Localização da área de estudos

1.3 Justificativa e Objetivos

As Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe, Unidades de Gerenciamento 20 e 21, respectivamente, compõem o território de abrangência do Comitê de Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe. As principais cidades na região são Marília, Tupã, Adamantina e Dracena. A instalação de seus núcleos urbanos se deu a partir da década de 30, ao longo da antiga Ferrovia Paulista, instalada no divisor de águas dessas duas bacias hidrográficas (CETEC, 1998). Esses núcleos urbanos são a principal fonte de consumo de

água e, por conta da posição geográfica, as águas superficiais foram preteridas e se capta preferencialmente águas subterrâneas. A principal fonte de água subterrânea para essa região é o Sistema Aquífero Bauru.

No entanto, com o desenvolvimento da indústria bioenergética e o aumento da demanda de águas superficiais, principalmente para irrigação, surgem questões de gerenciamento de recursos hídricos da maior relevância, tais como:

- Como é a relação de interferência entre as águas subterrâneas e superficiais nestas bacias hidrográficas?
- Os volumes de água atualmente extraídos do Sistema Aquífero Bauru provocam alterações nas vazões de base dos recursos hídricos superficiais das Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe?

O Sistema Aquífero Bauru é composto por várias formações litoestratigráficas com características de aquíferos e aquícludes, na região das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe.

Para o desenvolvimento deste trabalho foram considerados os efeitos da exploração desse sistema, tendo por objetivo determinar os níveis de interferência entre as águas subterrâneas e superficiais e propor um modelo de gestão integrada. Isto porque o Sistema Aquífero Bauru, que aflora na área em estudos, apresenta, segundo Paula e Silva (2003), características muito distintas, em suas várias unidades. As heterogeneidades dessas unidades levam a comportamentos muito distintos na inter-relação com as águas superficiais, exigindo o gerenciamento de cada unidade em relação às águas superficiais.

Por exemplo, na região da cidade de Marília onde a Formação Marília, importante aquífero para abastecimento de pequenas necessidades, deve ter as vazões exploradas consideradas na emissão de outorga de captação de águas superficiais desses cursos de água. Isto porque a exploração de água desse aquífero interfere no escoamento de base destes rios.

Por outro lado, os poços que captam água do Aquífero Adamantina em Marília, não precisam ser considerados nas outorgas de captação de águas superficiais de rios do Planalto, mas devem ser considerados na outorga de rios que fluam nas porções inferiores do Planalto, pois as águas do Aquífero Adamantina contribuem para o seu escoamento de base. Nesses casos devem ser considerados também os poços explorados na Formação Marília.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para Sophocleous (2002), águas subterrâneas e águas superficiais não são componentes isolados do sistema hidrológico, e entre elas há uma complexa interação que depende da topografia, geologia e clima. Para Winter (1999) a interação de cursos de água, lagos e áreas úmidas com a água subterrânea é governada pela posição dos corpos de água em relação aos sistemas de fluxo de águas subterrâneas, características geológicas das camadas aquíferas e condições climáticas. Entender essa inter-relação depende do entendimento da hidrogeologia e do clima de uma região e, principalmente, de estudos que permitam compreender os mecanismos condicionadores do fluxo das águas subterrâneas. Para tanto, é necessária a compreensão do aquífero não apenas como um reservatório de água, mas também como um conduto desta água. Com o entendimento então dos processos de escoamento superficial e subterrâneo de uma bacia hidrográfica, condicionados também pela hidrometeorologia, pode-se elaborar um modelo conceitual das inter-relações de águas subterrânea e superficial para a gestão integrada da água nessas Unidades de Gerenciamento.

Para o desenvolvimento das ações que levassem ao entendimento destas inter-relações na Bacia Hidrográfica dos Rios Aguapeí e Peixe, planejou-se as etapas de trabalho, apresentadas na figura 2.

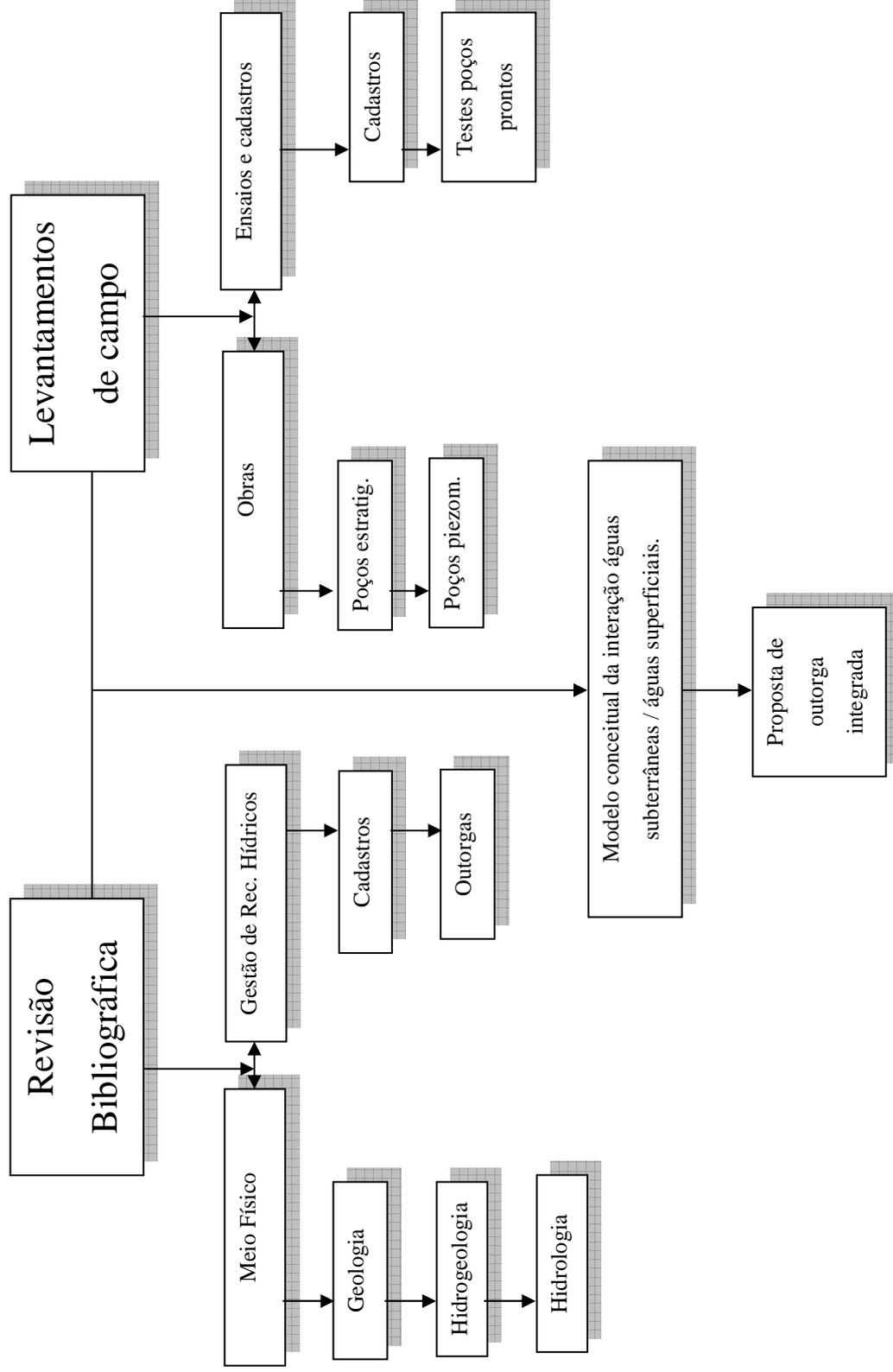


Figura 2 – Fluxograma das etapas de desenvolvimento dos trabalhos

Para consecução desta tese foram necessários levantamentos para confirmação da geologia em pontos onde estudos anteriores não esclareciam todos os aspectos estratigráficos, levantamento de dados hidráulicos e hidrometeorológicos para composição do balanço hídrico da área, análise de parâmetros hidrodinâmicos dos aquíferos e definição das vazões disponíveis, tanto dos aquíferos, quanto dos recursos hídricos superficiais.

2.1 Trabalhos de Escritório

Foram levantados dados bibliográficos da área de estudo, sua infra-estrutura hídrica, levantamentos de dados pluviométricos e fluviométricos de postos instalados. Também, com base em estudos anteriores, foi definido seu substrato geológico e hidrogeológico básico.

Para a definição da máxima alimentação da vazão dos rios pelos aquíferos, adotou-se nove postos de medidas fluviométricas, sendo quatro na Bacia do Rio do Peixe, quatro na Bacia do Rio Aguapeí e um em um afluente direto do Rio Paraná, a norte da Bacia do Aguapeí. Obteve-se a hidrógrafa destes pontos.

Os dados de captação de águas superficiais e subterrâneas foram obtidos dos arquivos de outorga do DAEE para as Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe.

2.2 Trabalhos de Campo

2.2.1 Poços estratigráficos

Para a confirmação dos dados geológicos foram perfurados, por limitação de recursos, apenas dois poços estratigráficos dentro dos limites da área estudada. Estes poços foram perfilados para verificação de parâmetros geológicos e testados para verificação dos parâmetros hidrodinâmicos. Os poços estratigráficos foram perfurados nos municípios de Piacatu e Martinópolis. A perfuração foi executada pelo método rotativo direto (Figura 3), com utilização de fluido à base de polímeros orgânicos e sem sólidos em suspensão.



Figura 3– Equipamento para perfuração de poços estratigráficos (Piacatu)

Nos poços estratigráficos foram corridas as ferramentas de Resistividade e SP (IEL), Raios Gama (API GR) e Sônico / Porosidade (BCS), com as sondas mostradas na figura 4.



Figura 4– Sondas utilizadas nos poços estratigráficos (Piacatu)

Com a utilização de brocas construídas com tubos e cortadores cônicos, foram recuperadas amostras indeformadas (Figura 5).



Figura 5– Amostras indeformadas dos poços estratigráficos (Piacatu)

2.2.2 Poços para medidas de interferência

Para determinação do comportamento das unidades hidroestratigráficas que compõem o Sistema Aquífero Bauru, foram perfurados cinco poços piezométricos, ao lado de poços em operação, distribuídos na área em estudo de forma a representarem as diferentes zonas aquíferas exploradas.

Os poços piezométricos perfurados para verificação de interferência entre camadas aquíferas estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1 – Localização dos poços para análise de interferência

Poço	Coord. N/S	Coord. E/W	Prof. (m)	Aquífero Perfurado	Aquífero Controlado
Marília	7537,45	608,90	60	Adamantina	Serra Geral
Pompéia	7557,16	583,53	60	Marília	Adamantina
Herculândia	7566,23	563,08	60	Adamantina	Adamantina
Adamantina	7603,95	491,95	60	Adamantina	Adamantina
Panorama	7637,40	410,19	60	Sto Anastácio	Caiuá

Tentou-se manter a menor distância possível entre o poço bombeado e o poço observado. Esta distância nunca foi maior que 30 metros, como verificado na figura 6.



Figura 6 – Instalação de piezômetro em Herculândia

2.2.3 Piezômetros para controle da variação do lençol freático

Foram utilizados, para definição das variações sazonais dos níveis do aquífero, vários piezômetros localizados principalmente na região de afloramento das formações Marília, Adamantina e Araçatuba. Esses poços estão principalmente no Alto Rio do Peixe, área compreendida entre as nascentes do Rio do Peixe e o ponto de captação de água para abastecimento de Marília, na Bacia do Córrego do Arrependido, que é usado como fonte de abastecimento para o Município de Marília. Foram perfurados 5 poços em Garça e 3 poços em Marília com diâmetro de revestimento de 4 polegadas.

Além disso, foram utilizados 19 poços, perfurados a trado pelo convênio DAEE/IPT, com diâmetro de revestimento de 2", para o controle do lençol freático,. A figura 7 mostra um desses poços na Bacia do Arrependido.



Figura 7 – Poço piezométrico na Bacia do Arrependido

Foram usados poços abandonados para acompanhamento dos níveis freáticos regionais, sendo 3 em Herculândia, 4 em Pompéia e dois em Marília.

2.2.4 Postos fluviométricos

Para a análise dos dados de vazão dos rios ao longo das bacias dos rios Aguapeí e Peixe, foram avaliados dados de nove postos operados pelo DAEE. A tabela 2 apresenta as características dos postos fluviométricos considerados.

Tabela 2 – Postos fluviométricos do DAEE nas Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe

Município	Prefixo	Município	Latitude	Longitude	Área controlada (Km ²)
Andradina	8C-009	Nova Independencia	21°00'12"	51°25'11"	398 [Pequena Bacia (BAG)]
Luisiania	7C-002	Fazenda Bom Retiro	21°42'52"	50°17'27"	3670 [Médio Aguapeí (BMP)]
Valparaíso	8C-004	Adamantina	21°25'53"	51°00'54"	8643 [Baixo Aguapeí (BBA)]
Bastos	7C-015	Granja Ono	21°56'05"	50°39'49"	65 [Pequena Bacia (MPX)]
Guaimbe	6C-005	Nova Fatima	21°46'49"	49°48'33"	1092 [Alto Aguapeí (BAA)]
Echapora	7D-009	Oscar Bressani	22°16'00"	50°08'52"	1061 [Médio Peixe (BMP)]
Marília	7D-010	Marília	22°18'25"	50°01'38"	734 [Alto Peixe (BAP)]
Flora Rica	8C-003	Flora Rica	21°44'38"	51°26'41"	7422 [Baixo Peixe (BBP)]
Marília	7D-004	Marília	22°22'22"	50°00'12"	32 [Pequena Bacia (APX)]

Para análise da vazão de rios de pequena área de drenagem, foi instalado o sétimo posto, um medidor de vazão tipo vertedouro, no Córrego Arrependido (Figura 8).



Figura 8 – Vertedouro instalado no Ribeirão do Arrependido

2.2.5 Expedição do Rio do Peixe

Foram utilizados dados da expedição de reconhecimento do Rio do Peixe (CETEC, 2007), onde foram feitos levantamentos das condições ambientais do Rio do Peixe e verificadas as rochas que compõem o leito do rio (Figura 9).



Figura 9 – Afloramento de siltitos arenosos cinza-esverdeados às margens do Rio do Peixe

2.3 Gestão de Recursos Hídricos

Segundo Cunha et. al. (1980), principalmente nos países de língua inglesa, desenvolveu-se sistema de gestão em que prevalecia o direito de propriedade da água para aqueles que habitavam as margens dos rios. Nos Estados Unidos, este sistema evoluiu nos estados do Oeste, dada a escassez de recursos hídricos, para a doutrina que concede o direito sobre a água para o primeiro usuário que dela se apropriar, sendo que este direito é privado e pode ser herdado, trocado ou vendido.

Em alguns países, como na Austrália, e Chile, são utilizados leilões para alocação de água para casos em que haja maior demanda do que oferta. Estes casos são para usuários particulares que usam a água para usos que não usam de abastecimento público (LEE E JOURAVLEV, 1998).

Na França, cujo modelo foi inicialmente a inspiração para os modelos desenvolvidos no Brasil, existem vários domínios: águas particulares, dentro de propriedades e onde os direitos do proprietário são totais; águas comuns, em rios em cujas margens existe população ribeirinha; e águas públicas cujo uso depende de outorga pelo governo (BRASIL, 1997).

2.3.1 – Gestão no Brasil e no Estado de São Paulo

A Constituição Federal, quando institui em seu artigo 20, inciso III, que *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* são bens da União e, em seu artigo 26, inciso I, que *as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União*, incluem-se entre os bens dos Estados e do Distrito Federal, cria uma dicotomia que interfere grandemente na gestão integrada das águas.

Com foram estabelecidos dois domínios para a Gestão de Recursos Hídricos no Brasil, houve a necessidade da instalação de instrumentos legais que determinassem a autorização do uso destes recursos hídricos na forma de uma concessão denominada Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos.

A outorga é, então, o instrumento que tem como objetivo assegurar o controle pela federação e pelos estados de fatores quantitativos e qualitativos dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água.

Segundo a Lei Federal nº 9.433/97, a outorga, que é um instrumento de comando e controle, está condicionada às prioridades de uso estabelecidas nos planos de bacias e deve respeitar a classe de uso em que o corpo de água estiver enquadrado e a manutenção das condições adequadas ao transporte aquaviário.

Segundo Lanna (2000), a função da outorga será ratear a água disponível entre as demandas existentes ou potenciais, de forma a que os melhores resultados sejam gerados para a sociedade.

Existem, graças à dominialidade, sistemas correlatos a cada um destes domínios.

No caso dos recursos hídricos de domínio federal, a Agência Nacional de Águas (ANA), com base na Lei nº 9.433, determina os critérios para emissão desta outorga, mas apenas para recursos hídricos superficiais.

Com relação aos critérios adotados para emissão de outorga de uso de águas superficiais pelas entidades gestoras nacional, estaduais e do Distrito Federal, Brasil (2005) indica uma grande diversidade de vazões de referência adotadas, bem como percentuais considerados outorgáveis. Para captações superficiais, os critérios adotados para outorga são aprovados por legislação. Os critérios de vazões permissíveis para outorga em alguns estados (BRASIL, 2006) são mostrados na tabela 3.

Tabela 03 - Limites para outorga de captação de águas superficiais

ENTIDADE OUTORGANTE	LIMITES PARA CAPTAÇÃO SUPERFICIAL
ANA	70% da Q95
SRH-BA	80% da Q90
SRH-CE	90% da Q90reg
SEMARH-GO	70% da Q95
IGAM-MG	30% da Q7,10
AAGISA-PB	90% da Q90reg.
SUDERHSA-PR	50% da Q95
SEMAR-PI	80% da Q95
DAEE-SP	50% da Q7,10

A utilização da água pode ser classificada em : uso consuntivo, em que a água captada ou derivada pode ser totalmente consumida, incorporada a um produto ou perder-se na atmosfera e não mais retornar ao corpo hídrico em que foi captada, ou seja, há perdas entre o que é derivado e o que retorna ao curso natural do corpo hídrico; e uso não consuntivo, em que a água é apenas derivada de seu curso natural, podendo ser lançada de volta posteriormente, não havendo efetivamente um consumo deste recurso.

As águas subterrâneas, por serem de domínio dos Estados, conforme determina a Constituição Federal de 1988, têm a outorga emitida pelos estados. Mas, no geral, não existem critérios consolidados para estas outorgas. A falta desses critérios se deve principalmente ao desconhecimento do comportamento dos aquíferos e principalmente pelo não entendimento das inter-relações águas subterrâneas e águas superficiais.

Para Brodie et al. (2007) as interações águas superficiais e subterrâneas são complexas e de difícil entendimento. Para estes autores, as medidas do nível dos aquíferos são usadas para definir o gradiente hidráulico e a direção do fluxo de águas subterrâneas em direção aos rios; já as medidas de vazão ao longo dos rios podem estimar a magnitude dos ganhos e das perdas de água com os aquíferos limítrofes. Podem ser usadas várias técnicas para verificação desta interação, inclusive piezômetros nos leitos dos rios.

Liazi et al. (2005) mencionam que dado ao aumento da demanda de água e à forte interferência entre águas subterrâneas e superficiais, este recurso deve ser gerido em conjunto, de forma a permitir sua manutenção.

Trabalhos realizados pelo DAEE (1979, 1987) dão conta da impossibilidade da gestão isolada de cada um destes recursos e da necessidade desta análise para o cálculo das disponibilidades hídricas totais numa determinada bacia hidrográfica.

2.3.1 - Sistema de Outorgas no Estado de São Paulo

No Estado de São Paulo, a entidade responsável pela emissão de outorgas é o Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), criado pela Lei nº 1.350, de 12/12/51. O sistema de outorga foi regulamentado pelo Decreto nº 52.636, de 3/2/71.

A Constituição Paulista de 1989 determinou o estabelecimento de uma Política Estadual de Recursos Hídricos que foi implantada pela Lei nº 7.663, de 31/12/91.

Tal lei estabelece normas e orientação para a Política Estadual de Recursos Hídricos, bem como para o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

O Decreto Estadual nº 41.258/96 regulamenta os artigos da Lei nº 7.663/91 que tratam da outorga, e as Portarias DAEE nº 717/96 e nº 1/98, que estabelecem normas para outorga e para a fiscalização dos recursos hídricos.

São passíveis de outorga no Estado de São Paulo as seguintes atividades:

- Implantação de empreendimento que demande a utilização de recursos hídricos superficiais e subterrâneos;
- Obras hidráulicas;

- Barramentos para: 1-Regularização de vazão, 2-Controle de cheias, 3-Geração de energia, 4- Aquicultura, 5- Outros;
- Poços profundos;
- Canalizações, retificações e proteção de leito;
- Travessias;
- Serviços;
- Desassoreamento, limpeza de margens e proteção de leito;
- Extração de minérios;
- Captações e lançamentos de efluentes líquidos para: 1-Saneamento urbano, 2-Industrial, 3-Irrigação, 4-Geração de energia, 5-Rural, 6-Outros

Foram emitidas mais de 35.000 outorgas desde 1992, sendo que existe uma estagnação na evolução das emissões desde o início da década, como fica evidente na figura 10.

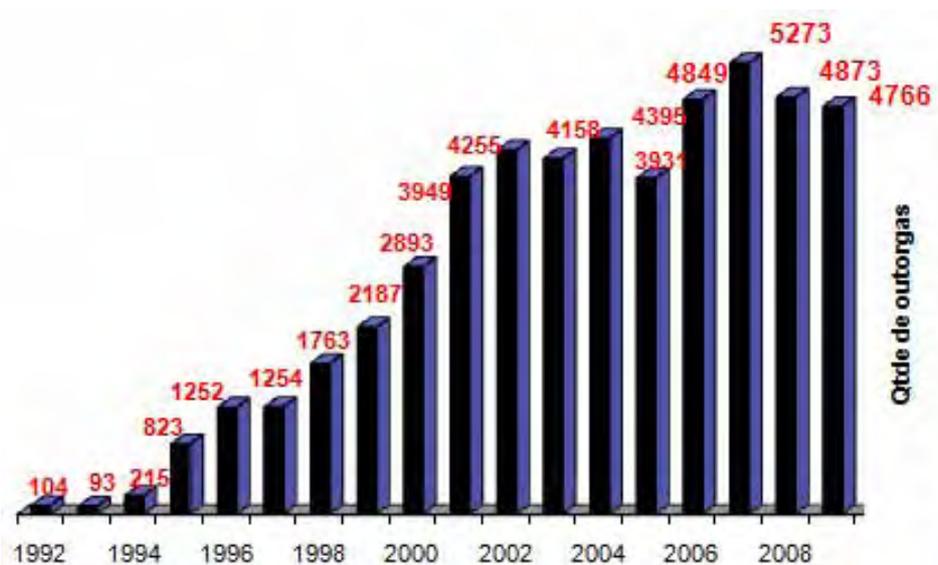


Figura 10 – Evolução das outorgas no Estado de São Paulo

2.3.2 - Procedimentos para emissão de outorgas de águas subterrâneas.

Para a obtenção de outorgas para captação de águas subterrâneas no Estado de São Paulo são várias as exigências, tanto de ordem burocrática quanto de ordem técnica. Os detalhes são obtidos no “site” www.dae.sp.gov.br. É exigido um Relatório Final de execução de obras que contemple profundidades e diâmetros de perfuração, em que devem constar testes de bombeamento com especificação de vazão explorada, níveis estático e dinâmico, vazão e rebaixamento específico. Devem ser indicados nesse

relatório os aquíferos explorados. Além disto, é exigido um relatório de avaliação de eficiência do uso da água (R.A.E.).

Para a definição da potabilidade da água requer-se análise, segundo a portaria 518 do Ministério da Saúde. Poços que não sejam atestados por estas análises como de água potável não recebem outorga de uso. Apenas quando o elemento encontrado na água, que a torna não potável, é proveniente do próprio aquífero, por exemplo, Bário nas águas subterrâneas do Sistema Aquífero Bauru, a outorga poderá ser emitida.

O principal motivo que impede a emissão de outorgas em um ponto específico, ou a cassação de outorgas já emitidas para poços, está vinculado a fatores de qualidade de água. Poços com água que não atendam à portaria 518 MS, ou que estejam próximos de áreas contaminadas estão sob estas condições.

Existem condições especiais que definem Áreas de Restrição para emissão de outorgas. Por exemplo, por determinação do DAEE, quando em uma Bacia Hidrográfica os volumes outorgados superam 50% do $Q_{7.10}$, esta bacia é declarada, por decisão do Comitê de Bacias Hidrográficas daquela região, como Bacia Crítica.

Para o caso de águas subterrâneas, áreas contaminadas são declaradas áreas de restrição à perfuração de novos poços, como é o caso da região do Jurubatuba, onde foi definida “Área de Restrição e Controle Temporário” da água subterrânea na região do Aquífero Jurubatuba, delimitada pela Portaria DAEE n.º 1594, de 05/10/2005.

Também se caracterizam como áreas de restrição à perfuração aqueles locais onde haja uma concentração de poços em uma área restrita. Isto pode levar a uma somatória de rebaixamentos provocados pelas interferências, gerando um extenso e profundo cone de interferência. Consequentemente, a construção de novos poços agravaria a situação, alterando as características hidrogeológicas da região. Foi o que aconteceu em Ribeirão Preto, levando o Comitê de Bacias Hidrográficas do Pardo a emitir uma Deliberação (Deliberação n.º 004/06 do CBH-Pardo de 09/06/2006), definindo critérios técnicos para novas perfurações e áreas de restrição.

Não há, no entanto, procedimentos que estabeleçam as interferências entre as águas superficiais e subterrâneas, nem em caso de Bacias Críticas, nem em caso de Áreas de Restrição à perfuração de poços.

3. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO

3.1. Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHIs)

A Lei nº 9034 de 1994, que estabelece o Plano de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo, definiu as Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos e inseriu como municípios componentes das unidades apenas aqueles cujas sedes estivessem incluídas na área da UGRHI.

No entanto, para o escopo deste trabalho e para efeitos da emissão de outorgas no Estado de São Paulo, a área de abrangência das UGRHIs 20 e 21 coincide com a área de abrangência das bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe.

3.1.1 Bacia Hidrográfica do Rio Aguapeí

São 32 os municípios que segundo a Lei nº 9034, de 1994, pertencem à UGRHI 20 (Aguapeí) por terem suas sedes dentro da Bacia do Rio Aguapeí (CETEC, 2008). Vinte têm sede e 100% do território contidos nessa bacia hidrográfica: Álvaro de Carvalho, Arco Íris, Clementina, Gabriel Monteiro, Getulina, Guaimbê, Julio Mesquita, Luiziânia, Monte Castelo, Nova Guataporanga, Nova Independência, Paulicéia, Piacatu, Queiróz, Rinópolis, Salmourão, Santa Mercedes, Santópolis do Aguapeí, São João do Pau D'Alho, Tupi Paulista.

Outros 12 municípios têm a sede nessa bacia hidrográfica, mas apenas parte do território contido na mesma: Dracena, com 37,11% do território contido na Bacia do Aguapeí; Garça, com 53,27%; Herculândia, com 67,86%; Iacri, com 86,16%; Lucélia, com 71,14%; Pacaembu, com 70,37%; Panorama, com 36,57%; Parapuã, com 29,18%; Pompéia, com 70,45%; Quintana, com 23,91%; Tupã, com 43,02% ; e Vera Cruz, com 39,45%.

Existem ainda municípios que, apesar de possuírem área contida na bacia hidrográfica e, por consequência, exercerem alguma interferência na área da bacia, não pertencem, segundo a Lei 9034, à UGRHI 20. Os que possuem área rural e urbana contida na Bacia Hidrográfica do Aguapeí estão indicados na tabela 4, bem como as características destas áreas que interferem nos recursos hídricos da Bacia do Rio Aguapeí.

Tabela 4 – Municípios com área rural e urbana contidas na Bacia do Aguapeí, mas não inclusos na UGRHI 20 (Fonte – CETEC 2008)

Município	% Área Contida	Interferências na Bacia do Aguapeí
Alto Alegre UGRHI (19)	81,37	Áreas susceptíveis à erosão / Áreas ocupadas por cana / Captações e lançamentos de água
Mirandópolis UGRHI (19)	39,17	Áreas susceptíveis à erosão / Áreas ocupadas por cana / Vulnerabilidade dos aquíferos / Captações e lançamentos de água
Valparaíso UGRHI (19)	47,86	Áreas susceptíveis à erosão / Áreas ocupadas por cana / Captações e lançamento de água

A tabela 5 indica os municípios onde apenas parte da área rural pertence à Bacia Hidrográfica do Rio Aguapeí.

3.1.2 Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe

Conforme define a Lei nº 9034 de 1994, a UGRHI 21 (Peixe) é composta por 26 municípios, sendo que 13 possuem 100% de seus territórios inseridos na Bacia do Rio do Peixe: Alfredo Marcondes, Bastos, Borá, Caiabu, Emilianópolis, Flora Rica, Lutécia, Mariópolis, Oscar Bressane, Pracinha, Ribeirão dos Índios, Sagres e Santo Expedito. Outros 13 possuem a sede na bacia hidrográfica, mas apenas parte do território municipal: Adamantina, com 22,00% do território contido na Bacia do Rio do Peixe; Álvares Machado, com 32,66%; Flórida Paulista, com 26,22%; Indiana, com 75,33%; Inúbia Paulista, com 36,58%; Irapuru, com 28,18%; Junqueirópolis, com 32,25%; Marília, com 41,48%; Martinópolis, com 50,02%; Oriente, com 48,66%; Osvaldo Cruz, com 26,76%; Ouro Verde, com 68,63%; e Piquerobi, com mais de 20% (CETEC, 2008).

Municípios que possuem área contida na Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe, inclusive parte da área urbana mas que segundo a Lei 9034 não pertencem à UGRHI 21 são: Echaporã, Lupércio, Presidente Bernardes, Presidente Prudente, Presidente Venceslau, Quatá, Rancharia, Regente Feijó, Santo Anastácio. As áreas contidas e as interferências desses municípios sobre a bacia estão descritos na tabela 6.

Tabela 5 – Municípios com área rural contidas na Bacia do Aguapeí, mas não inclusos na UGRHI 20 (Fonte – CETEC 2008)

Município	% Área Contida	Interferências na Bacia do Aguapeí
Bento de Abreu UGRHI (19)	75,25	Áreas susceptíveis à erosão / Áreas ocupadas por cana / Vulnerabilidade dos aquíferos
Bilac UGRHI (19)	21,01	Áreas susceptíveis à erosão
Braúna UGRHI (19)	72,96	Áreas susceptíveis à erosão / Áreas ocupadas por cana / Vulnerabilidade dos aquíferos
Cafelândia UGRHI (16)	18,30	Áreas susceptíveis à erosão / Vulnerabilidade dos aquíferos
Castilho UGRHI (19)	14,13	Vulnerabilidade dos aquíferos
Guaiçara UGRHI (16)	11,34	Áreas susceptíveis à erosão
Guaraçaí UGRHI (19)	44,56	Áreas susceptíveis à erosão / Áreas ocupadas por cana, Vulnerabilidade dos aquíferos
Guarantã UGRHI (16)	48,24	Áreas susceptíveis à erosão
Guararapes UGRHI (19)	37,56	Áreas susceptíveis à erosão / Áreas ocupadas por cana / Lançamentos / Vulnerabilidade dos aquíferos
Lavínia UGRHI (19)	45,47	Áreas susceptíveis à erosão / Áreas ocupadas por cana
Lins UGRHI (16)	14,46	Áreas susceptíveis à erosão / Áreas ocupadas por cana / Lançamentos / Vulnerabilidade dos aquíferos
Murutinga Sul UGRHI (19)	7,71	Áreas susceptíveis à erosão
Pirajuí UGRHI (16)	28,70	Áreas susceptíveis à erosão / Captações e lançamentos / Vulnerabilidade dos aquíferos
Presidente Alves UGRHI (16)	28,78	Áreas susceptíveis à Erosão
Promissão UGRHI (19)	20,37	Áreas susceptíveis à erosão / Áreas ocupadas por cana / Vulnerabilidade dos aquíferos
Rubiácea UGRHI (19)	61,02	Áreas susceptíveis à erosão / Áreas ocupadas por cana / Vulnerabilidade dos aquíferos

Tabela 6 – Municípios com áreas rural e urbana contidas na Bacia do Rio do Peixe, mas não inclusos na UGRHI 21 (Fonte – CETEC 2008)

Município	% Área Contida	Interferências na Bacia do Rio do Peixe
Echaporã UGRHI (17)	30,42	Captação e lançamento / Áreas susceptíveis à erosão
Lupércio UGRHI (17)	36,73	Captação e lançamento / Áreas susceptíveis à erosão
Presidente Bernardes UGRHI (22)	29,92	Áreas susceptíveis à erosão / Lançamento de esgotos
Presidente Prudente UGRHI (22)	80,84	Captação e lançamento / Áreas susceptíveis à erosão / Áreas com cana
Presidente Venceslau UGRHI (22)	68,53	Captação e lançamento / Vulnerabilidade dos aquíferos
Quatá UGRHI (17)	77,09	Captação e lançamento / Áreas susceptíveis à erosão / Áreas com cana / Vulnerabilidade dos aquíferos
Rancharia UGRHI (17)	44,01	Áreas ocupadas por cana / Vulnerabilidade dos aquíferos
Regente Feijó UGRHI (22)	20,91	Áreas susceptíveis à erosão / Áreas ocupadas por cana
Santo Anastácio UGRHI (22)	24,46	Áreas susceptíveis à erosão / Vulnerabilidade dos aquíferos

Na tabela 7 estão indicados os municípios que possuem parte do território rural inserido na Bacia do Rio do Peixe, e as interferências desses municípios sobre a bacia.

Tabela 7 – Municípios com área rural contidas na Bacia do Rio do Peixe, mas não inclusos na UGRHI 21 (Fonte – CETEC 2008)

Município	% Área Contida	Interferências na Bacia do Rio do Peixe
Caiuá UGRHI (22)	50,86	Vulnerabilidade dos aquíferos
Gália UGRHI (17)	10,75	Áreas susceptíveis à erosão
João Ramalho UGRHI (17)	35,74	Captação e lançamento / Vulnerabilidade dos aquíferos
Ocaçu UGRHI (17)	28,15	Áreas susceptíveis à erosão
Presidente Epitácio UGRHI (22)	27,82	Vulnerabilidade dos aquíferos / Inundação

Muitos municípios dessas duas Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos têm área nas bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe, com áreas urbanas no divisor de águas, localizado ao longo da Companhia Paulista de Estrada de Ferro. Ao longo desta ferrovia os municípios exercem forte influência em ambas as bacias hidrográficas, captando águas e/ou lançando efluentes. A tabela 8 indica os municípios que estão nos divisores de águas, em quais unidades de gerenciamento estão inseridos e qual a área do município em cada uma das bacias hidrográficas.

Tabela 8 – Municípios no divisor de águas dos Rios Aguapeí e Peixe

Município	Ugrhi	% área no aguapeí	% área no peixe
Adamantina	Peixe	78,00	22,00
Dracena	Aguapeí	37,11	62,89
Flórida Paulista	Peixe	73,78	26,22
Garça	Aguapeí	53,27	46,73
Herculândia	Aguapeí	67,86	32,14
Iacri	Aguapeí	86,16	13,84
Inúbia Paulista	Peixe	63,42	36,58
Irapuru	Aguapeí	28,18	71,82
Junqueirópolis	Peixe	67,75	32,25
Lucélia	Aguapeí	71,14	28,86
Marília	Peixe	58,52	41,48
Oriente	Peixe	51,34	48,66
Pacaembu	Aguapeí	70,37	29,63
Panorama	Peixe	63,43	36,57
Parapuã	Aguapeí	29,18	70,82
Pompéia	Aguapeí	71,45	28,55
Quintana	Aguapeí	23,91	76,09
Oswaldo Cruz	Peixe	73,24	26,76
Ouro Verde	Peixe	31,37	68,63
Tupã	Aguapeí	43,02	56,98
Vera Cruz	Aguapeí	39,45	60,55

3.1.3 Aspectos sócio-econômicos e uso e ocupação dos solos das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe

A ocupação e o crescimento demográfico registrados nas duas bacias hidrográficas são muito semelhantes. Segundo CETEC (2008), a região em estudo é composta por municípios com pequena densidade demográfica, com pequenas taxas de crescimento populacional e tendência, nas últimas décadas, de diminuição da população.

Dos 32 municípios da UGRHI do Rio Aguapeí, 21 possuem menos que 10 mil habitantes. Em 8 deles a população está entre 10 e 20 mil habitantes e somente Dracena, Garça e Tupã têm mais que 20 mil habitantes. Tupã é o município com maior população, com 67.704 habitantes. O crescimento populacional na bacia como um todo, no período entre 1980 e 2007, foi de 6,13%, passando de 339.592 habitantes para 361.763 habitantes; sua densidade demográfica é de 33,85 hab/km², segundo dados do SEADE (2007).

O crescimento populacional na UGRHI do Rio do Peixe, no mesmo período considerado, cresceu 27,69%, passando de 328.103 habitantes para 453.749 habitantes. Sua densidade demográfica é de 40,23 hab/km². Dos 26 municípios que integram a bacia, Flórida Paulista e Junqueirópolis têm população entre 10 mil e 20 mil habitantes; Álvares Machado, Bastos e Martinópolis possuem população entre 20 mil e 30 mil habitantes. Adamantina e Osvaldo Cruz possuem população entre 30 mil e 40 mil habitantes, e Marília é o maior município, com mais de 225.259 habitantes. Todos os outros 18 municípios têm menos de 10 mil habitantes.

As atividades econômicas da região dos rios Aguapeí e Peixe estão, conforme CETEC (2008), baseadas na prestação de serviços, na exploração da pecuária extensiva, suinocultura, avicultura e na produção de algodão, amendoim, arroz, cana-de-açúcar, feijão, mamona, mandioca, milho, tomate, abacate, banana, borracha, café, caqui, coco, laranja, limão, maracujá, tangerina, uva, dentre outras. A atividade industrial está concentrada em torno das maiores cidades (Dracena, Garça, Marília e Tupã), destacando-se as indústrias de alimentos, metalúrgica, química e moveleira.

Os indicadores sociais expressos pelo Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS) enquadram a maioria dos municípios nas Classes 3 e 4, indicando baixos níveis de riqueza e níveis intermediários de longevidade e escolaridade (SEADE, 2007). Com relação ao Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) (IBGE, 2000), as bacias são caracterizadas como de médio desenvolvimento humano, com índices que

vão de 0,500 a 0,800. A média dos IDHM dos municípios integrantes da UGRHI do Aguapeí foi de 0,762, com o município de Arco Íris recebendo a menor “nota”, 0,708, e o município de Pompéia a maior, 0,816. A UGRHI do Peixe obteve média de 0,769, com os municípios de Sagres e Ouro Verde apresentando o menor índice da bacia, 0,723, e Marília o maior, 0,821.

Da população da Bacia do Aguapeí, 83,72% vivem nas cidades, e da Bacia do Peixe, 82,66%, o que reflete um alto índice de urbanização (SEADE, 2007).

Essas altas taxas de urbanização são um reflexo do uso do solo agrícola na região, com cerca de 31,54% da área da UGRHI-20 e 32,10% da UGRHI-21 ocupadas por pastagens, segundo dados do Levantamento Censitário de Unidades de Produção Agropecuária da Secretaria Estadual de Agricultura e Abastecimento (LUPA, 2008).

As áreas ocupadas por culturas temporárias representam 14,64% e 11,45% das UGRHIs 20 e 21, respectivamente, sendo que a área ocupada por cana corresponde a 20,68 % e 19,69% dessas áreas em cada bacia, indicando a expressiva ocupação dessa cultura e o avanço das usinas de álcool na região. Já as culturas perenes e áreas com reflorestamento por pinus e eucalipto correspondem, respectivamente, a 2,22% e 0,38% da área da Bacia do Rio Aguapeí e 0,87% e 0,36% da área da Bacia do Rio do Peixe. As áreas com cobertura vegetal nativa cobrem pouco mais de 2,59% do território da Bacia do Rio Aguapeí e 2,49% da Bacia do Rio do Peixe.

4. O MEIO FÍSICO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS AGUAPEÍ E PEIXE

4.1. Geomorfologia

Segundo CETEC (1998), as UGRHI 20 e 21 estão inseridas na unidade morfológica do Planalto Ocidental. Este planalto constitui a continuidade física do reverso das Cuestas Basálticas, sendo que o relevo desta província guarda forte obediência à estrutura regional, onde as camadas sub-horizontais, com suave caimento para oeste, constituem uma plataforma nivelada em cotas próximas a 500 metros nos limites orientais, atingindo na foz do Rio do Peixe 247 metros de altitude (Figura 11).

A drenagem da região caracteriza-se por ser organizada predominantemente por rios consequentes, com desenvolvimento essencialmente dentro dos limites da província. A rede de drenagem principal é paralela à direção NW-SE e são comuns planícies aluviais de dimensões variadas.

O Planalto Ocidental apresenta relevos de colinas e morrotes, com destaque para a região mais acidentada de Marília-Garça-Echaporã, que foi individualizada por Ponçano et al. (1979) como Planalto de Marília, dentro do Planalto Ocidental.

4.2. Geologia

O substrato geológico aflorante nas Bacias dos Rios do Peixe e Aguapeí é constituído por rochas vulcânicas e sedimentares da Bacia do Paraná, de idade mesozóica, e por depósitos aluvionares cenozóicos (IPT, 1980).

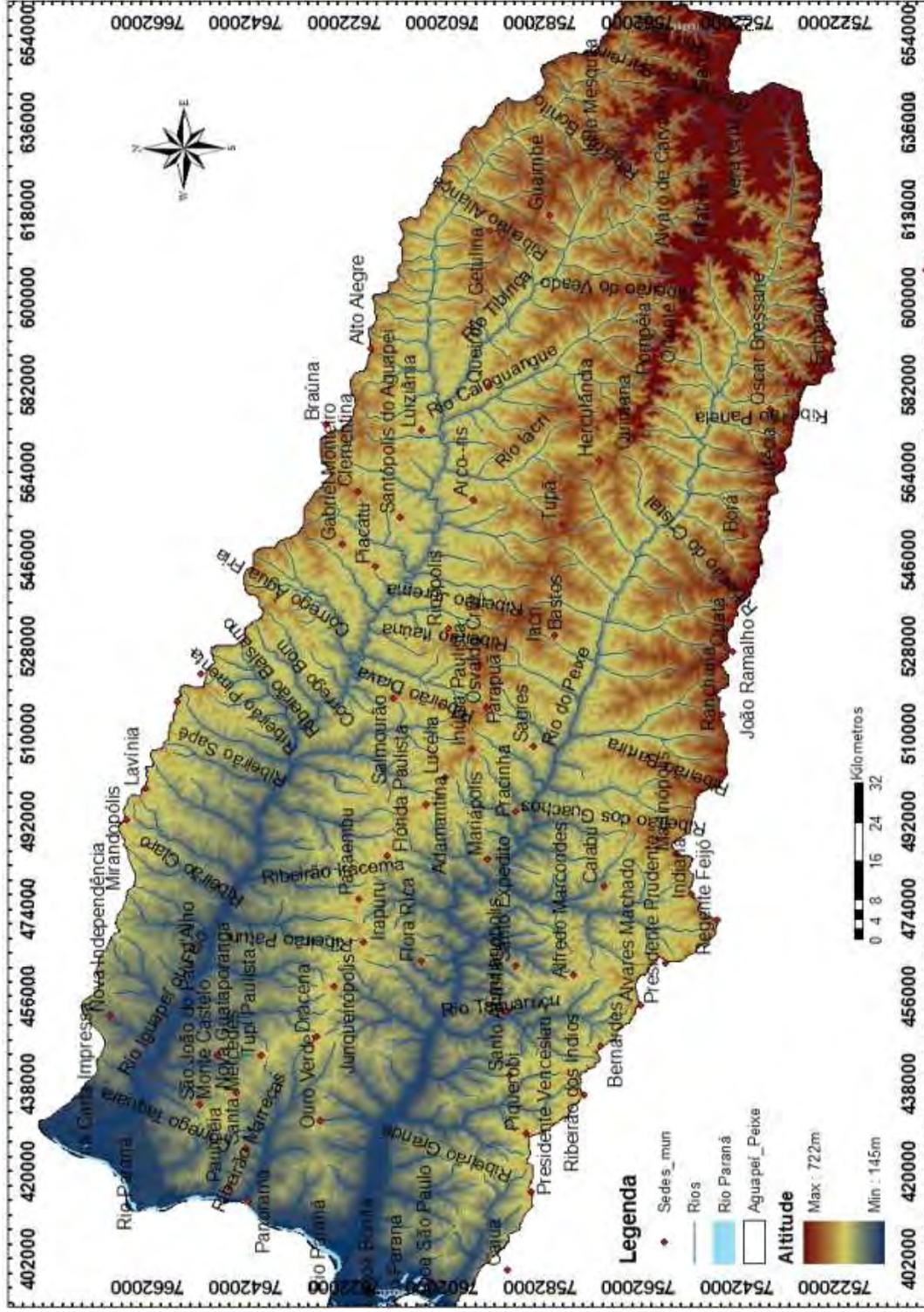


Figura 11 – Mapa topográfico das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe

A Formação Serra Geral (Grupo São Bento) é composta por rochas vulcânicas juro-cretácicas que compreendem um conjunto de derrames de basaltos toleíticos, entre os quais se intercalam arenitos com as mesmas características dos pertencentes à Formação Botucatu. Corpos intrusivos (diques e sills) de mesma composição que os basaltos cortam rochas mais antigas.

Nas UGRHI 20 e 21, a Formação Serra Geral ocorre em áreas restritas; na calha do Rio Aguapeí, entre os municípios de Guararapes e Salmourão e entre Piacatu e Rinópolis; na calha do Rio do Peixe, no ponto onde está instalada a PCH Quatiara, ocorre entre os municípios de Parapuã e Rancharia.

No final dos eventos deposicionais e vulcânicos generalizados na Bacia do Paraná, ocorreu, segundo IPT (1980), um soerguimento epirogênico em toda a Plataforma Sul-Americana em território brasileiro. A porção norte da Bacia do Paraná, entretanto, comportou-se como área negativa relativamente aos soerguimentos marginais e à zona central da bacia, marcando o início de uma fase de embaciamentos localizados em relação à área da bacia como um todo. Nessa área deprimida, acumulou-se o Grupo Bauru, no Cretáceo Superior, que aparece em grande parte do Estado de São Paulo recobrando as lavas basálticas do Planalto Ocidental.

Recebem a designação de Depósitos Cenozóicos as deposições em terraços suspensos e as deposições recentes de encostas e associados às calhas atuais.

Cobrando os atuais divisores de água e as encostas, ocorrem colúvios com espessuras e composições variáveis ao longo da área. São mais profundos nos relevos mais aplainados, atingindo algumas dezenas de metros nas porções planas com influência do Rio Paraná.

4.3. Pedologia

Os tipos de solos das UGRHIs foram indicados por IPT (1987), a partir da compilação do Projeto Radam-Brasil, Folha do Rio de Janeiro, em escala regional 1:250.000.

Na área de estudo são encontradas as seguintes associações pedológicas mais expressivas: Latossolo Vermelho Escuro, Podzólico Vermelho Amarelo, Litólico, Planossolo, Glei Pouco Húmico e Areias Quartzosas (CETEC, 1997).

O Latossolo Vermelho Escuro compreende solos minerais não hidromórficos com horizonte B latossólico e coloração vermelha escura. A textura varia de argilosa a média, sendo sempre acentuadamente drenados. A textura desses solos apresenta íntima

relação com as características granulométricas e mineralógicas do substrato pedogenético. Nesse sentido, quando subordinados a arenitos adquirem textura média, e quando associados a siltitos, argilitos, folhelhos e rochas cristalinas feldspáticas e micáceas, apresentam textura argilosa.

O Podzólico Vermelho Amarelo é um solo moderadamente drenado, variando de raso a profundo e textura variando de arenosa média a argilosa e muito argilosa. A relação textural é também muito variável, ocorrendo solos com mudança textural abrupta entre os horizontes A e B, até solos com pequena variação de teor de argila ao longo do perfil. Na região estudada, segundo IPT (1987), ocorrem subordinados a materiais de diversas origens, só não ocorrendo onde predominam rochas básicas ou rochas muito ricas em ferro. Distribuem-se em relevos com encostas declivosas, predominando relevos de colinas médias e morrotes alongados. Em geral, observa-se certa relação entre a profundidade dos perfis, textura e declividade de encostas.

Os solos do tipo Litólico são pouco desenvolvidos, com aproximadamente 20 cm a 40 cm de profundidade, sobrepostos a rochas consolidadas, com pouco intemperismo.

Os Planossolos são solos com B Textural, em que ocorrem constantes mudanças texturais. A coloração dos horizontes subsuperficiais é variada, predominando cores marrons e acinzentadas. Tais cores refletem a condição da drenagem imperfeita do perfil, decorrente da situação topográfica baixa, com excesso de umidade durante as chuvas.

Ocorrem também solos hidromórficos, mal drenados, caracterizados pela intensa redução de ferro durante o seu desenvolvimento, evidenciado por cores naturais ou próximo de neutras na matriz do solo, com ou sem mosqueamento. Restringem-se a planícies aluviais, limitados a áreas de aporte de sedimentos.

As Areias Quartzosas são solos arenosos pouco desenvolvidos, constituídos essencialmente por minerais de quartzo, excessivamente drenados, profundos e de baixa fertilidade natural. Sua ocorrência na região estudada limita-se a planícies aluviais, próximas às drenagens atuais (OLIVEIRA, 1999).

4.4. Hidrometeorologia

A região do extremo sudoeste do Estado de São Paulo, na qual se localizam as UGRHIs em estudo, encontra-se sob a influência das massas de ar Tropical Continental, seca e quente, e Polar Antártica, fria e úmida, segundo CETEC (1978).

O regime pluviométrico e térmico é tropical típico, com um período chuvoso iniciando em outubro e findando em abril, e um período de estiagem de maio a setembro. O período de inverno, quando a atividade da massa de ar polar é mais intensa, é geralmente seco, com quedas de temperatura, variando entre 14°C e 22°C nos períodos em que a atuação da massa polar é mais intensa. O verão, geralmente sob influência da massa Tropical Atlântica, é quente e úmido, com chuvas fortes. Os valores de temperatura média oscilam entre 24°C e 30°C, observando-se que nas áreas mais elevadas os valores são menores.

A pluviosidade média anual varia no Estado de São Paulo, por consequência também nas Bacias Hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe (Figura 12), de leste para oeste. A chuva anual média na UGRHI 20 é da ordem de 1.250 mm/ano ($512 \text{ m}^3/\text{s}$) e na UGRHI 21 1.300 mm/ano ($515 \text{ m}^3/\text{s}$), enquanto para o Estado de São Paulo tem-se uma média de 1.380 mm/ano ($10.840 \text{ m}^3/\text{s}$). As distribuições médias anuais de chuvas ao longo das duas bacias hidrográficas estão mostradas nas figuras 13 e 14.

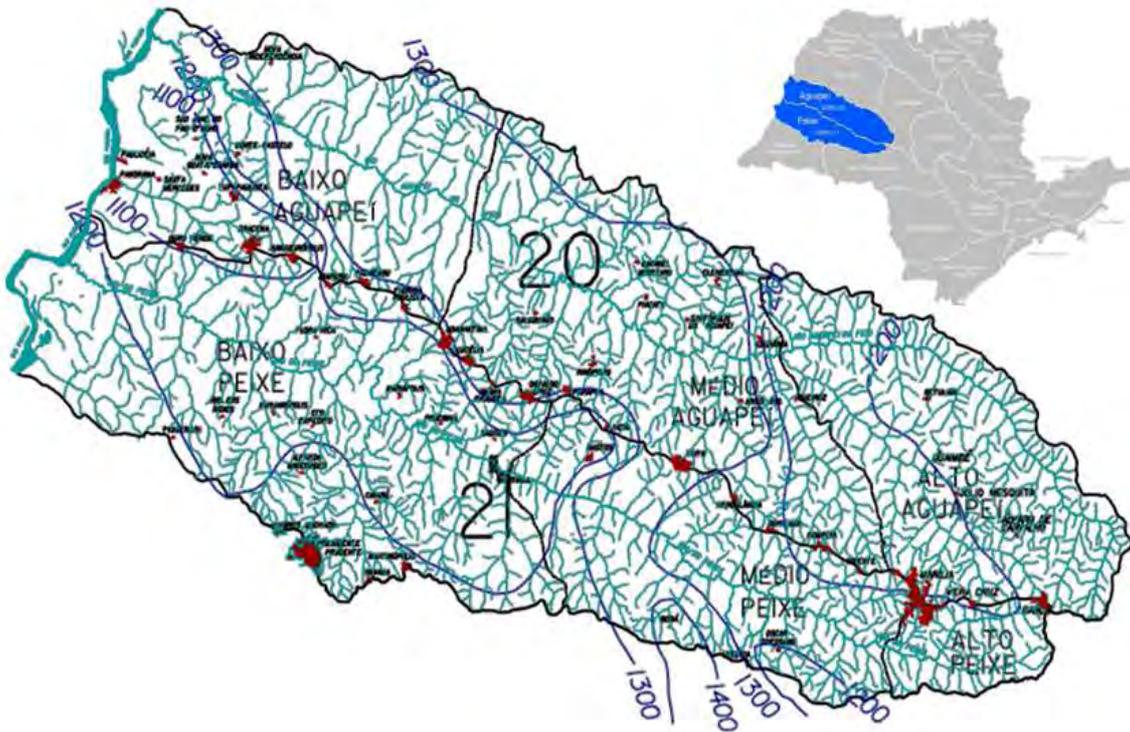


Figura 12 – Distribuição das isoietas anuais nas Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe (modificado de CETEC, 1998)

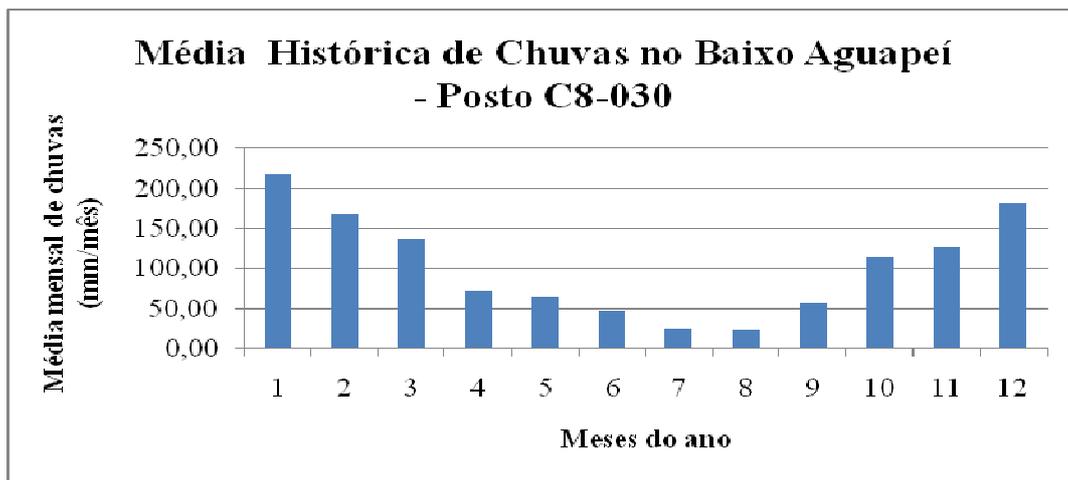
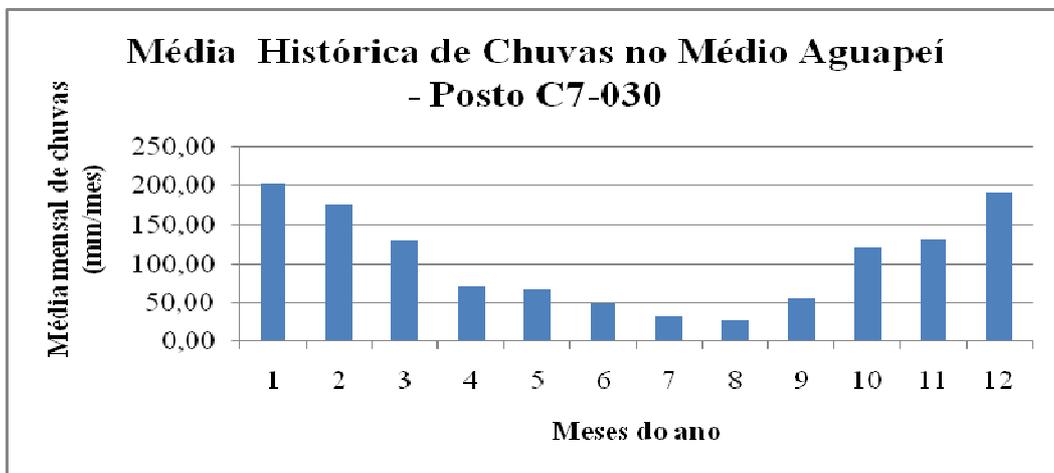


Figura 13 – Chuvas mensais médias na Bacia do Rio Aguapeí

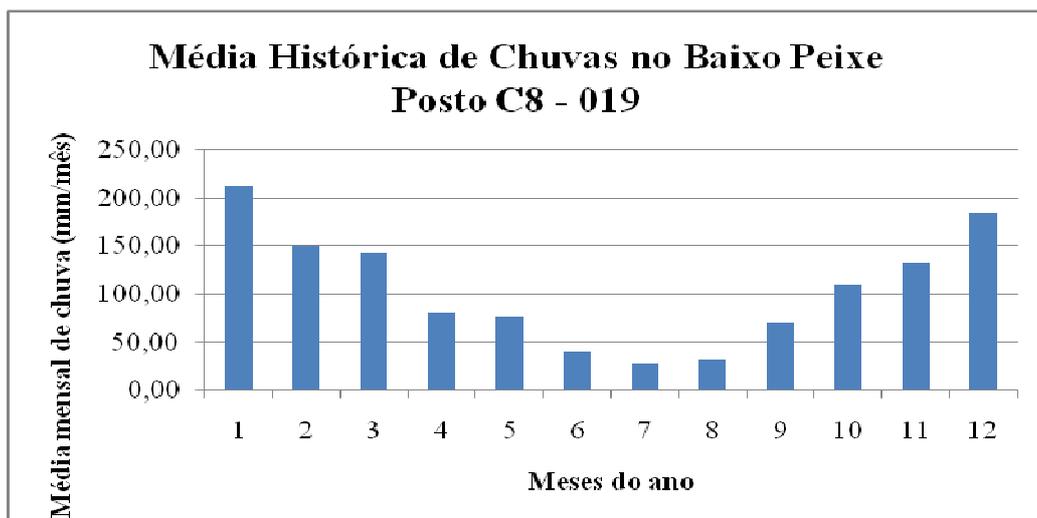
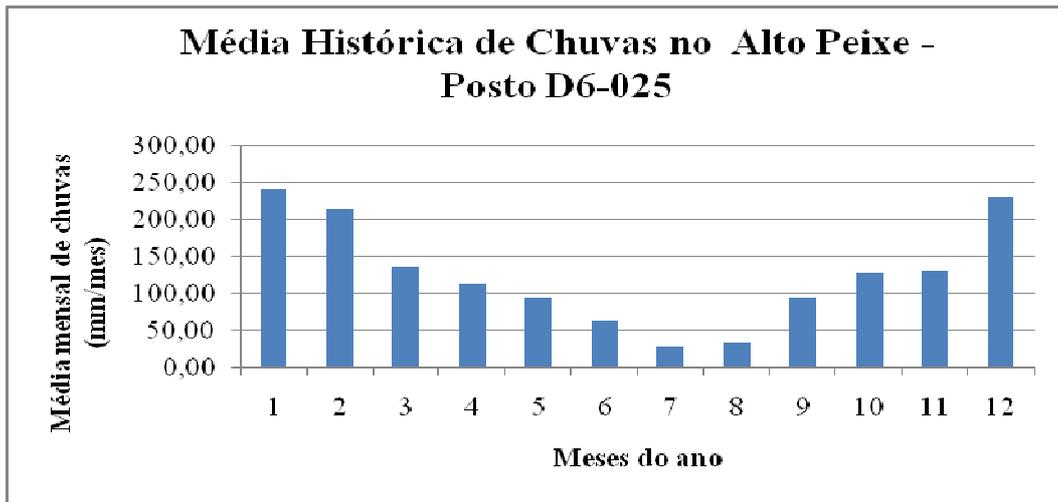


Figura 14 - Chuvas médias mensais na Bacia do Rio do Peixe

5. GRUPO BAURU

5.1. Geologia do Grupo Bauru

Segundo Coimbra et al. (1981, apud PAULA E SILVA, 2009), os sedimentos do Grupo Bauru estão distribuídos sobre, aproximadamente, 370.000 km² do território brasileiro. A espessura máxima preservada desses sedimentos é de 300 metros, sendo a média de espessura em torno de 100 metros. É composto principalmente por arenitos de granulometria variando de fina a grossa, esparsamente conglomerático, pouco argiloso e contendo cimento calcítico, segundo DAEE (1976, apud PAULA E SILVA, 2009), que podem estar intercalados por siltitos, folhelhos e calcários arenosos. Existe ainda, no Estado de São Paulo, segundo Coimbra et al. (1981, apud PAULA E SILVA, 2009), um corpo de rochas analcimíticas, representando atividade de vulcanismo alcalino contemporâneo.

A não ser por pequenas áreas de ocorrência de basaltos nos médios cursos dos Rios Aguapeí e Peixe, em toda a área de estudos afloram os sedimentos do Grupo Bauru.

Desde Campos (1905, apud IPT, 1981) que o denominou “Grés de Bauru”, e os “delta-like sandstones” ou “Cayuá sandstone” de Baker (1923, apud IPT, 1981) e Washburne (1930, apud IPT, 1981), o Grupo Bauru sofreu várias mudanças em sua hierarquia estratigráfica, principalmente na tentativa de se estabelecer a inter-relação das diversas unidades sedimentares supra basálticas cretáceas.

Setzer (1943, apud MEZZALIRA, 1981) apresenta a subdivisão da "Formação Bauru" em Bauru Superior e Bauru Inferior, a partir de estudos sobre solos da região noroeste do estado. Almeida e Barbosa (1953), estudando a “Série Bauru” na região das serras de Rio Claro, Itaqueri, Santana, São Carlos e Cuscuzeiro, propôs sua divisão em

Formação Itaqueri (inferior) e Formação Marília (superior). Freitas (1955, apud PAULA E SILVA, 2003) distingue o membro inferior ou Itaqueri e o membro superior ou Bauru. Em estudos realizados no Pontal do Paranapanema, Mezzalira e Arruda (1965, apud IPT,1981), foram os primeiros a admitir a possibilidade do Arenito Caiuá vir a ser considerado como fácies do Grupo Bauru.

Segundo IPT (1981), os mapeamentos geológicos regionais do oeste do estado, realizados a partir de 1975, permitiram uma melhor definição da estratigrafia dos depósitos suprabasálticos. Suguio et al. (1977) subdividiu a "Formação Bauru" em três litofácies distintas.

Landim e Soares (1976) utilizaram pela primeira vez a denominação Santo Anastácio, referindo-se a sedimentos encontrados no vale do Rio Santo Anastácio, considerados como pertencentes a uma fácies de transição entre as formações Caiuá e Bauru.

Soares et al. (1979) e Stein et al. (1979) redescobriram os "Arenitos Santo Anastácio" e os mapearam por grande extensão da porção oeste do Estado de São Paulo. Soares et al. (1980) e Almeida et al. (1980) propuseram que a designação Grupo Bauru abarcasse as formações Caiuá, Santo Anastácio e Adamantina.

Para Suguio (1980), o Grupo Bauru seria constituído pelas seguintes unidades litoestratigráficas: Formação Caiuá (WASHBURNE 1930), Formação Santo Anastácio (LANDIM E SOARES 1976), Formação Araçatuba (SUGUIO et al. 1977), Formação São José do Rio Preto (SUGUIO et al. 1977), Formação Uberaba (HASUI 1968) e Formação Marília (ALMEIDA E BARBOSA 1953).

Almeida et al. (1980, apud IPT,1981) adotou a subdivisão do Grupo Bauru com quatro formações: Caiuá, Santo Anastácio, Adamantina e Marília (com a Formação Itaqueri em sua base) e utilizando a subdivisão da Formação Adamantina em três unidades de mapeamento, quais sejam Litofácies Taciba, Ubirajara e São José do Rio Preto, conforme a figura 15.

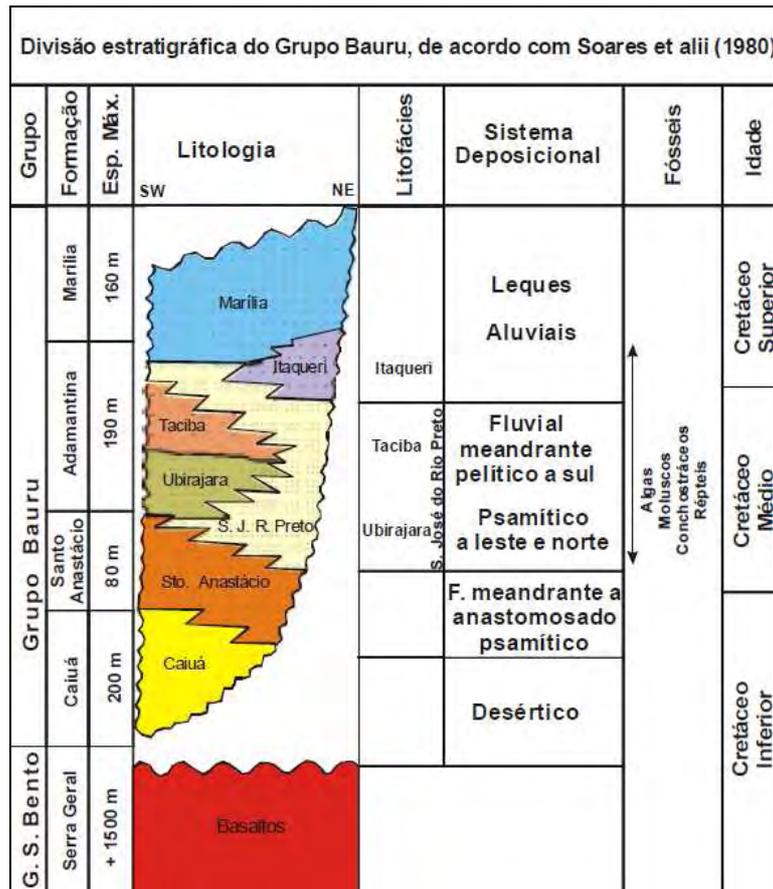


Figura 15 – Estratigrafia do Grupo Bauru, segundo Soares et al. (1980)

A Formação Araçatuba descrita inicialmente como litofácies Araçatuba por Suguio et al. (1977), foi redefinida por Batezelli et al. (1999), que atribuíram a este pacote rochoso, constituído por siltitos arenosos cinza esverdeados, uma extensão maior que a originalmente definida e a incluíram no Grupo Bauru.

Contraopondo-se a teorias anteriores, quanto à gênese do Grupo Bauru, Fernandes (1992) considerou a correlação cronológica das fácies dos sedimentos em questão, tratando-os como formados em ambientes específicos de um mesmo trato de sistemas deposicionais. Esse autor dividiu a unidade Caiuá em formações Goio Erê e Rio Paraná, elevando-a à categoria de Grupo.

Fernandes e Coimbra (1994, 2000) estabeleceram, no Estado de São Paulo, o Grupo Caiuá como sendo composto pelas formações Rio Paraná e Santo Anastácio. O Grupo Bauru, para esses mesmos autores, seria formado pelas formações Vale do Rio do Peixe, Presidente Prudente, São José do Rio Preto, Araçatuba e Echaporã, incluindo os analcimitos Taiuva (rochas magmáticas intrusivas na Formação Vale Rio do Peixe) e excluindo a denominação Formação Adamantina. A figura 16 indica as relações

estratigráficas estabelecidas para a sequência que compõe a Bacia Bauru de Fernandes (1998).

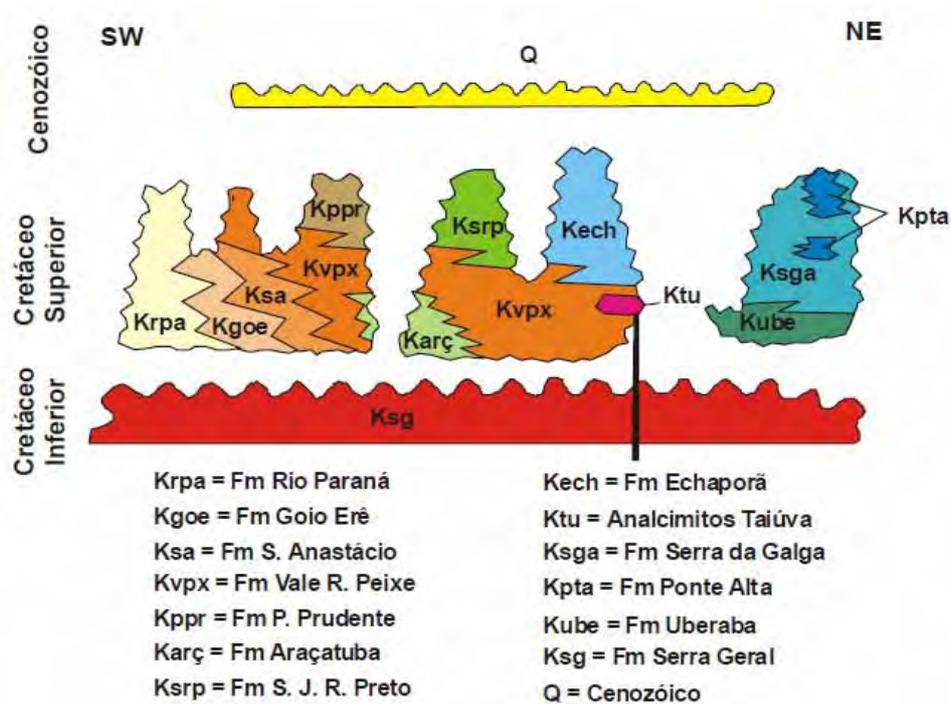


Figura 16 – Estratigrafia da Bacia Bauru, segundo Fernandes (1998)

Em análise utilizando dados de poços e perfis geofísicos, Paula e Silva (2003) estabeleceu o arcabouço estratigráfico e hidroestratigráfico do Grupo Bauru. Segundo esse autor a deposição dos sedimentos do Grupo Bauru foi condicionada pelas migrações controladas pela tectônica dos depocentros estabelecidos sobre a Formação Serra Geral.

Paula e Silva (2003) e Paula e Silva et al. (2005, 2009) mantiveram a subdivisão proposta para o Grupo Bauru por Soares et al. (1980), com inclusão da Formação Araçatuba, e reconheceram duas novas unidades litoestratigráficas denominadas formações Pirapozinho e Birigui (Figura 17).

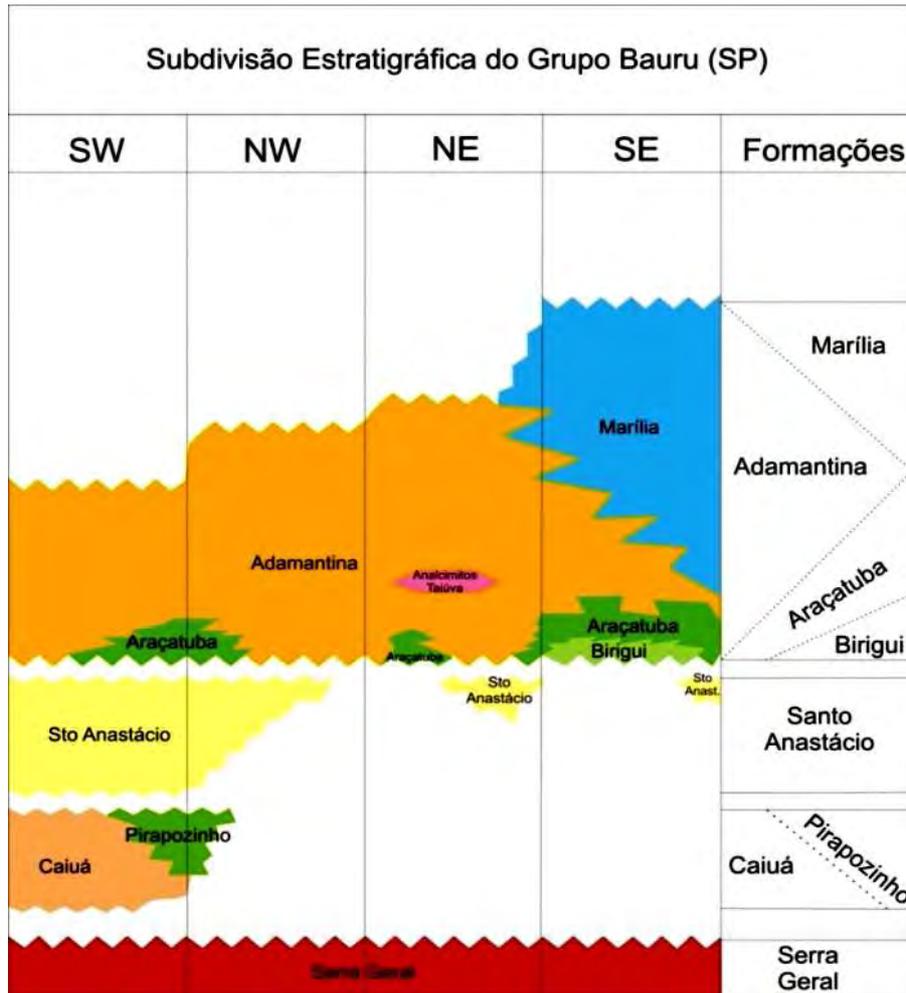


Figura 17 – Unidades litoestratigráficas do Grupo Bauru no Estado de São Paulo (PAULA E SILVA, 2003)

5.2. Sistema Aquífero Bauru (SAB)

O Grupo Bauru, segundo Rebouças (1976), é um sistema hidrogeológico de rochas sedimentares, de comportamento predominante granular livre, sobreposto a rochas cristalinas magmáticas, com interações hidráulicas inexistentes ou muito localizadas. As inter-relações entre o Sistema Aquífero Bauru e os aquíferos subjacentes, no sentido de estabelecer fluxos ascendentes, são mencionadas por Mezzalira (1974), que relata o aumento de vazão de poços que atingem os basaltos, e por Carvalho (1980), que menciona uma comunicação hidráulica entre os sistemas aquíferos Guarani e Bauru, através de fraturas no basalto.

Considerando os limites, condições de armazenamento e circulação de água e a abrangência regional, o DAEE (1979) separou as rochas do Sistema Aquífero Bauru em Bauru Médio / Superior, composto pelas unidades geológicas Fácies Marília e Fácies

Taciba, e Bauru Inferior / Caiuá, composto pelas unidades geológicas Fácies Taciba, Fácies Santo Anastácio e Formação Caiuá. Para a Unidade Aquífero Bauru Médio/Superior, atribuiu valores de permeabilidade aparente variando de 0,1 a 0,4 m/dia e transmissividade aparente variando de 10 a 50 m²/dia, variando de livre a localmente confinado. Para a Unidade Bauru Inferior/Caiuá atribuiu permeabilidade aparente variando de 1 a 3 m/dia e Transmissividade Aparente variando de 100 a 300 m²/dia.

Com relação à geometria, DAEE (1974, 1976 e 1979) refere-se a um controle duplo para o Sistema Bauru / Caiuá. Tanto a topografia de superfície, com adelgaçamento da espessura em vales e espessamento nos interflúvios, quanto o substrato basáltico, com embaciamentos e altos, determinados nesses trabalhos como altos estruturais, condicionam a espessura do sistema aquífero. Interessantes considerações são feitas nesses trabalhos, já denotando as diferenças hidrogeológicas condicionadas não apenas pelas diferenças de espessuras, mas pelas características hidrodinâmicas verificadas pelos pacotes sedimentares em subsuperfície. Mencionam que nas regiões do Médio Vale do Rio Aguapeí, próximo a Queiroz, embora haja diminuição da espessura saturada, as características hidrogeológicas do pacote são favoráveis, com a capacidade específica média para poços superiores a 0,4.

Barcha (1980), analisando amostras coletadas de poços perfurados no Sistema Aquífero Bauru, no município de São José do Rio Preto, indicou para a Formação Santo Anastácio valores de porosidade maiores que 25%. De acordo com a classificação de Chilingar et al. (1972, apud BARCHA, 1980) esses valores indicam porosidade muito alta a alta. Foram encontrados também valores de permeabilidade muito variáveis nas amostras analisadas, variando de 100 a 1000 milidarcies, o que é considerado bastante alto.

Para Barcha et al. (1981), a variação da produtividade dos poços perfurados no SAB deve-se prioritariamente às variáveis naturais deste aquífero, tais como porosidade, permeabilidade da rocha, teor de cimento, entre outras, e menos a fatores que condicionam o resultado final da obra de captação, como condições técnicas e construtivas. Porcentagens de silte e argila acima de 10% são suficientes para reduzir consideravelmente a permeabilidade das rochas, tornando-as impermeáveis do ponto de vista prático. De modo semelhante, o cimento carbonático exerce influência sobre a permeabilidade, sendo que concentrações acima de 10% podem representar uma eficaz barreira à movimentação da água. Denson, Shindale e Fenn (1968, in CUSTÓDIO E

LLAMAS, 1983) ressaltam que um teor de apenas 3% de argila montmorilonítica pode reduzir em 50% a permeabilidade de um arenito.

Utilizando dados de testes de bombeamento realizados pelo DAEE entre 1973 e 1982, Iritani (2000) apresentou mapas de isolinhas de capacidade específica e transmissividade para o Grupo Bauru. Os valores de transmissividade obtidos variaram de 1 a 20 m²/dia para as porções mais a leste e, na área de ocorrência dos Arenitos da Formação Cauá, para oeste, foram obtidos valores muito superiores, da ordem de 300 m²/dia

Para o DAEE (1990), o Sistema Aquífero Bauru é separado do Aquífero Caiuá, constituído de arenitos finos e mal selecionados na base, e de arenitos argilosos e calcíferos no topo. Caracteriza uma unidade hidrogeológica de extensão regional, contínua, livre a semiconfinada, com espessura média de 100 metros, mas que pode chegar aos 250 metros.

Estima-se que venha sendo explotado por cerca de 10 mil poços tubulares, utilizados basicamente para o abastecimento público, em propriedades rurais e pelo setor industrial; na área mais extensa, onde predomina a sedimentação intermediária e de topo, a vazão varia de 3 a 20 m³/h e, em áreas mais restritas, onde predomina a sedimentação da base do Grupo Bauru, com espessura da ordem de 100 metros, a vazão atinge valores mais significativos, variando de 20 a 50 m³/h. Para esta sequência estima-se que a vazão média geral dos poços é de 8 m³/h.

Para DAEE (1990), no extremo sudoeste do Estado de São Paulo, o SAB ocorre interdigitado ao Aquífero Caiuá, composto por arenitos finos a médios, bem selecionados, apresentando boa permeabilidade. Sua capacidade de produção é maior que a do SAB e as vazões variam de 20 a 200 m³/h, com média de 30 m³/h. A espessura saturada é, em média, de 80 metros.

Na elaboração do Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo (DAEE, 2005), o estudo da superfície de contato com os basaltos da Formação Serra Geral, espessura saturada, potenciometria e potencialidade, baseou-se nos dados de 1099 poços extraídos de cadastro do DAEE. O mapeamento da superfície de contato com o basalto deveu-se à análise de 827 poços que apresentaram penetração total no Sistema Aquífero Bauru, atingindo a Formação Serra Geral. Segundo esse trabalho, o resultado está em concordância com dados de CAMPOS et al. (2000). As cotas topográficas da base do SAB são de aproximadamente 600 m de altitude nas áreas próximas às Cuestas

Basálticas, com tendência de diminuição no sentido oeste da área de ocorrência, atingindo até 100 m na região de Presidente Epitácio.

Para Paula e Silva (2003), a definição das características hidrodinâmicas do Grupo Bauru devem ser avaliadas a partir do arcabouço litoestratigráfico de subsuperfície. As particularidades litológicas presentes em cada unidade e usadas para determinar a litoestratigrafia governam as propriedades hidráulicas das unidades que compõem o Grupo Bauru. Com isto, o autor admitiu uma correspondência entre unidades litoestratigráficas e hidroestratigráficas e subdividiu o Sistema Aquífero Bauru em unidades hidroestratigráficas regionais, distinguidas em perfis geofísicos de poços tubulares profundos perfurados para captação de água subterrânea no Estado de São Paulo. Assim, subdividiu o Sistema Aquífero Bauru nos aquíferos Marília, Adamantina, Birigui, Santo Anastácio e Caiuá, e aquíferos Araçatuba e Pirapozinho (Figura 18).

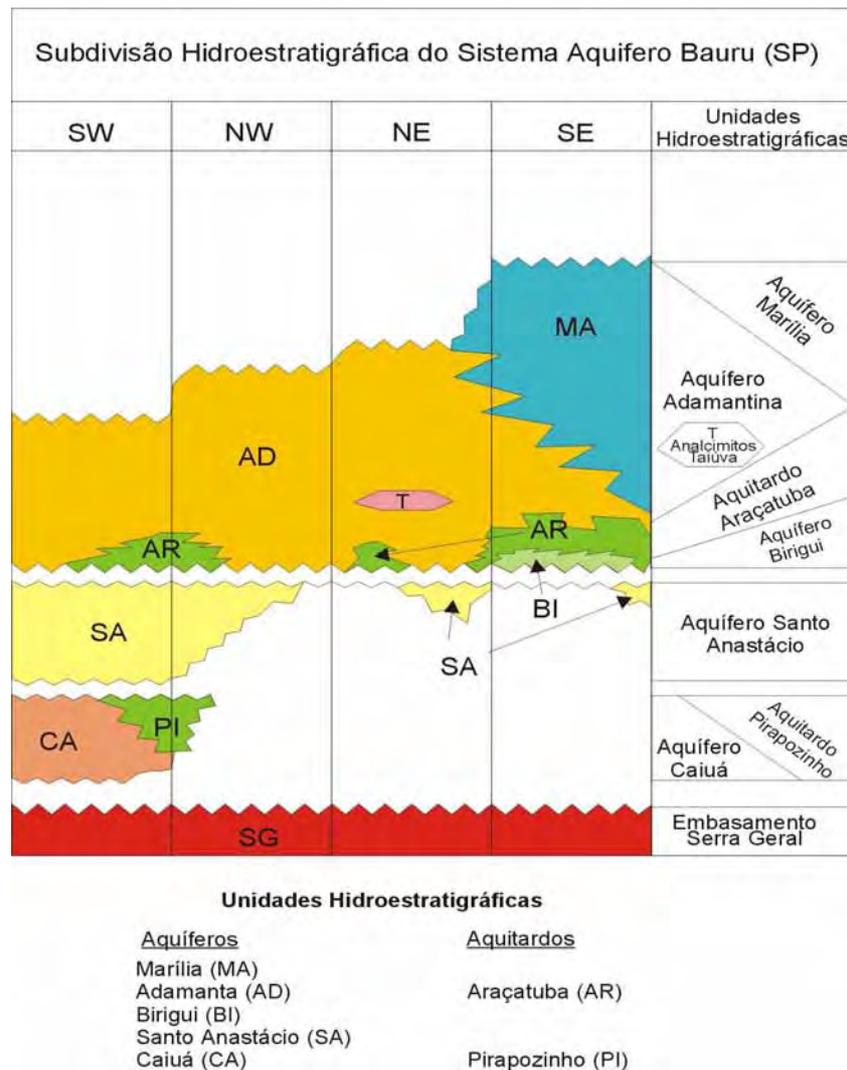


Figura 18 - Hidroestratigrafia do Aquífero Bauru (PAULA e SILVA, 2003)

6. GRUPO BAURU NAS BACIAS DOS RIOS AGUAPEÍ E PEIXE

Adotando-se a estratigrafia do Grupo Bauru de Paula e Silva (2003), o Sistema Aquífero Bauru é composto pelos aquíferos Caiuá, Santo Anastácio, Birigui, Adamantina e Marília e pelos aquíferos Pirapozinho e Araçatuba.

Considerando-se que a disponibilidade de água está intrinsecamente relacionada à distribuição superficial dessas unidades e às suas espessuras e posições relativas em subsuperfície, o conhecimento da distribuição espacial do conjunto é fundamental.

As rochas do Grupo Bauru na área de estudo têm como substrato as rochas basálticas da Formação Serra Geral, segundo informações obtidas por Paula e Silva (2003), a partir da análise de poços perfurados na área (Figura 19).

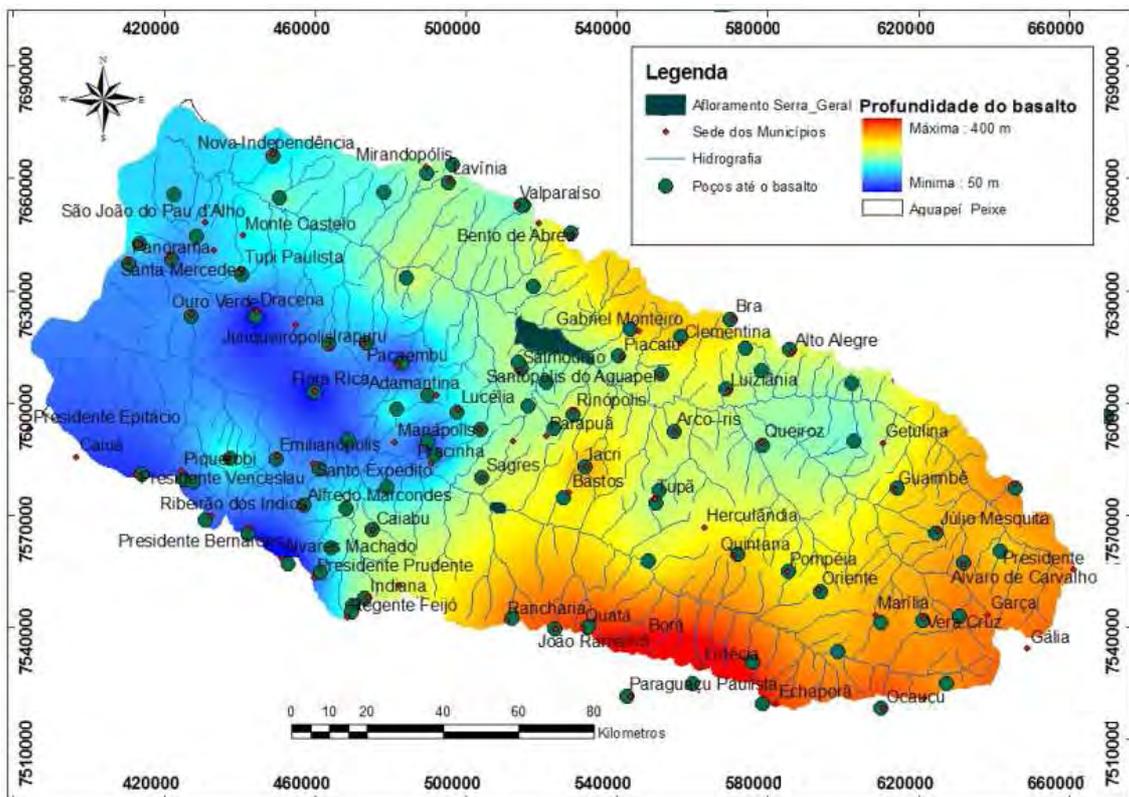


Figura 19 – Profundidade do topo da Formação Serra Geral nas Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe (modificado de Paula e Silva, 2003)

As maiores profundidades do topo do basalto ocorrem na região do Planalto de Marília, enquanto no Vale do Rio Aguapeí, entre o Canal do Inferno (municípios de Salmourão e Guararapes) e o Salto Botelho (municípios de Lucélia e Rubiácea), e no Vale do Rio do Peixe no Salto de Guatiara (municípios de Parapuã e Rancharia), os basaltos afloram.

Quando se cruza o mapa ipsométrico com o mapa do topo do basalto da figura 19, tem-se a espessura média do Sistema Aquífero Bauru (Figura 20).

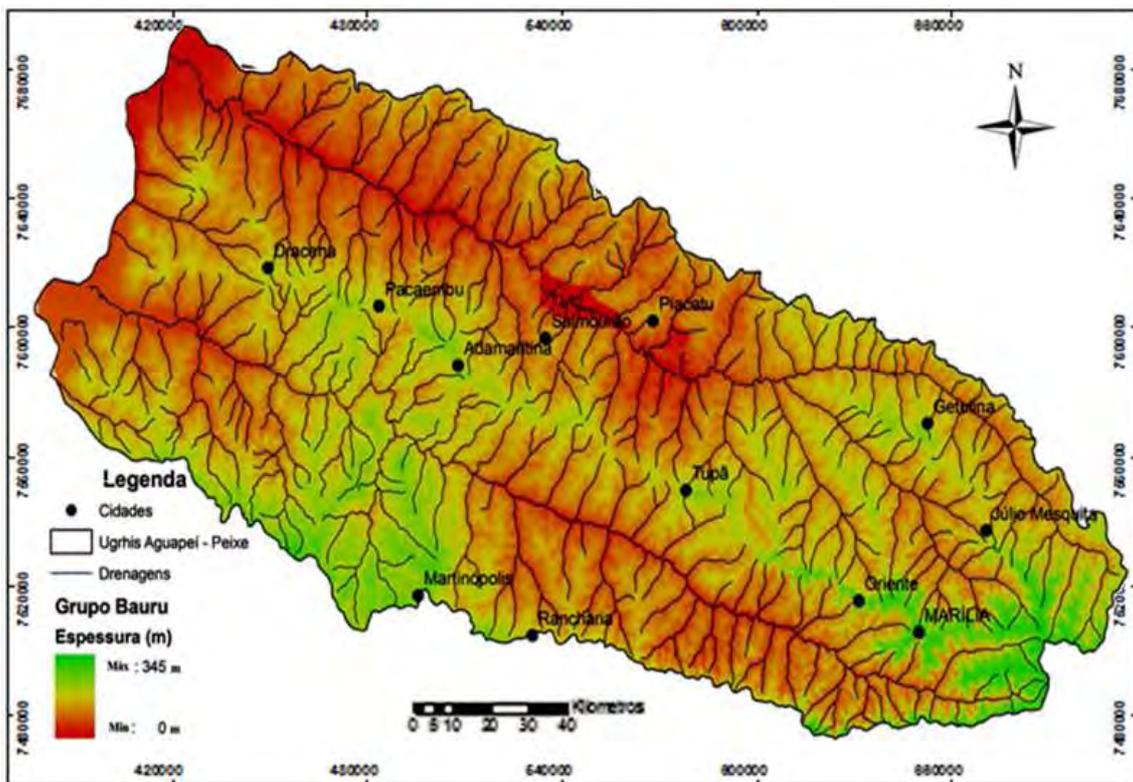


Figura 20 - Espessura do Sistema Aquífero Bauru nas Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe (modificado de Paula e Silva, 2003)

Apesar de em superfície ocorrerem apenas as Formações Marília, adamantina, Araçatuba, Santo Anastácio e Caiuá, em subsuperfície ocorrem também as Formações Birigui, no centro norte da área estudada, e a Formação Pirapózinho, no sudoeste da área. Todas estas Unidades foram identificadas na área, através de estudos de Paula e Silva (2003) que analisou perfis geofísicos em poços perfurados no Sistema Aquífero Bauru.

A seção apresentada na figura 21 estende-se ao longo do divisor de águas, entre as bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe.

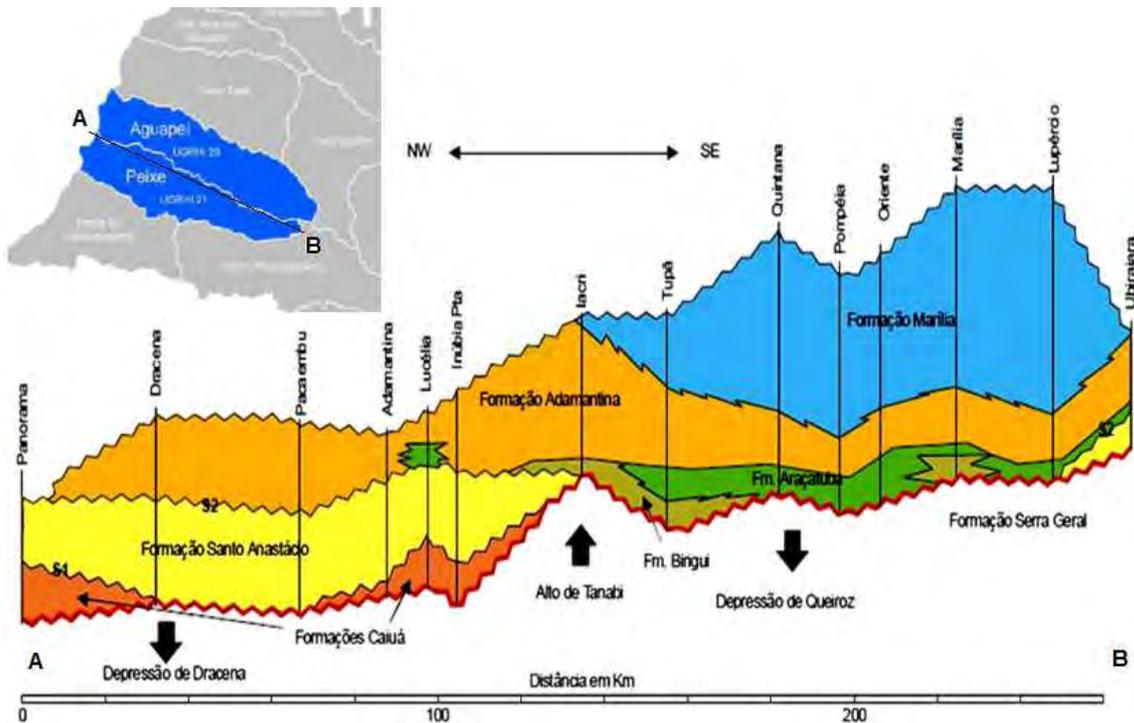


Figura 21 – O Grupo Bauru em sub-superfície nas Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe (modificado de PAULA E SILVA, 2003)

A distribuição espacial e as espessuras das Formações que compõem o Sistema Aquífero Bauru nas Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe foram obtidas tanto dos levantamentos do SAB em sub superfície (PAULA E SILVA, 2003), quanto dos poços listados no Anexo I.

6.1. Formação Caiuá

Depositada diretamente sobre os basaltos da Formação Serra Geral, a Formação Caiuá, definida por Soares et al. (1980), é composta essencialmente de arenitos e representa a base do Grupo Bauru.

Apresenta, em afloramentos, notável uniformidade litológica, sendo constituída predominantemente por arenitos de coloração arroxeadada, causada por cimentação ferruginosa, com marcante estratificação cruzada de grande porte, tangencial na base, de granulação fina a média, bem selecionados ao longo do mesmo estrato, com grãos arredondados a subarredondados (LANDIM E SOARES, 1976; MELO, STEIN E ALMEIDA, 1982; CAMPOS, BLAKE E ROMANO, 1982; RICCOMINI et al., 1981). Os arenitos apresentam quartzo, feldspatos, calcedônia e opacos, definindo tipos

quartzosos, ocasionalmente com caráter subarcoseano (MELO, STEIN E ALMEIDA, 1982 e RICCOMINI et al, 1981). É muito comum ocorrer pequena quantidade de matriz fina, enquanto só ocasionalmente apresenta cimento carbonático ou silicoso. Segundo Landim e Soares (1976), estes arenitos possuem fácil desagregação devido à elevada porosidade e pouco cimento. A espessura máxima conhecida da Formação Caiuá no Estado de São Paulo é de cerca de 200 m no Morro do Diabo, segundo Almeida et al. (1981).

Considerando a homogeneidade textural e as estratificações cruzadas de grande porte, Soares et al. (1980) identificaram ambiente de deposição eólico para a Formação Caiuá. Fernandes e Coimbra (1996) também atribuíram à unidade origem eólica, em que as estratificações cruzadas de grande porte indicariam uma provável área de paleodeserto.

Em análises de subsuperfície, Paula e Silva (2003) verificou que o pacote de rochas que ocupam as depressões de Presidente Bernardes e Dracena, está limitado na base pelo substrato basáltico e, na porção superior, por uma superfície de descontinuidade denominada S1, que a coloca em contato com a Formação Santo Anastácio, conforme mostrado na figura 21. Da avaliação de perfis geofísicos o autor verificou uma sequência de fácies em padrão *fining upward*, inferindo dessas evidências uma origem subaquosa, em sistemas fluviais. Esse pacote sedimentar apresenta uma variação faciológica em direção a leste, gradando para sedimentos com termos mais siltico-argilosos que, por não se encaixarem na definição clássica da Formação Caiuá, foram denominados Formação Pirapozinho.

A Formação Caiuá ocorre, em superfície, restrita ao extremo sudoeste da área, às margens do Rio Paraná, ao sul da confluência deste rio com o Rio do Peixe e em uma faixa bastante estreita, conforme IPT (1981) e Paula e Silva (2003, 2009). Em subsuperfície, ocorre em todo o sudoeste da Bacia do Rio do Peixe e em seu limite norte coincide com o divisor de águas das Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe. No extremo oeste segue de sul a norte em um eixo com espessura máxima em Nova Independência, segundo Paula e Silva et al. (2009). Sua espessura atinge 40 metros em Panorama.

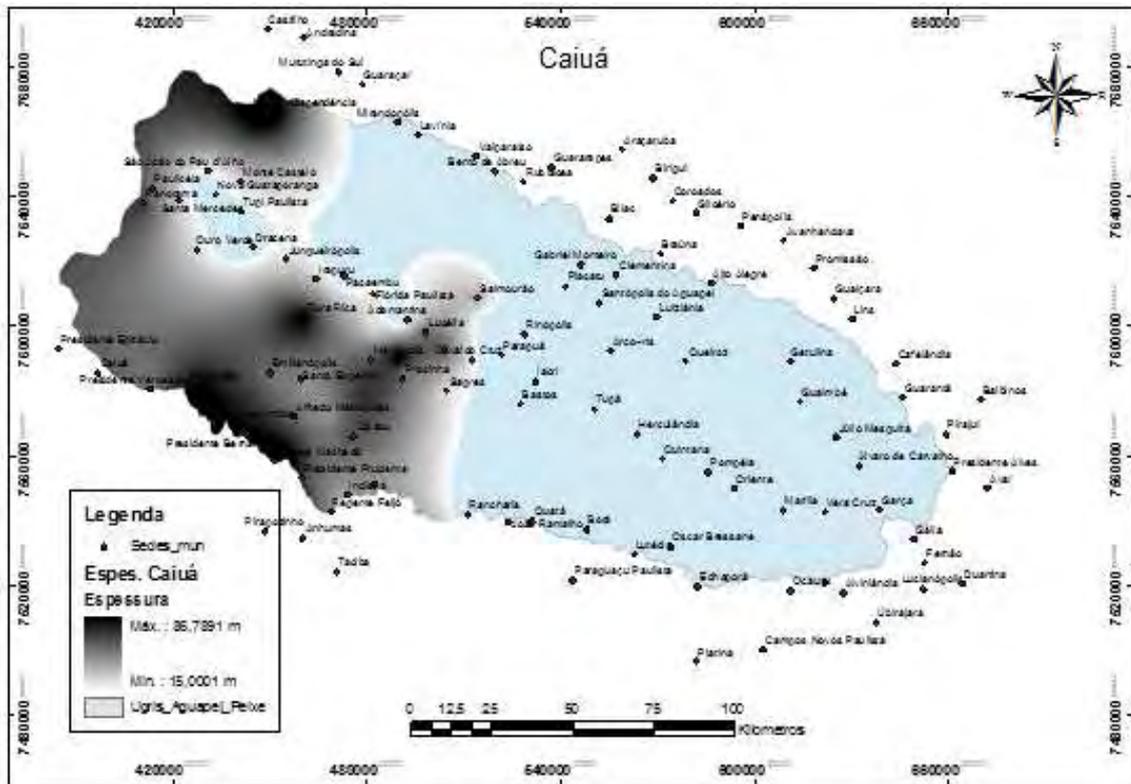


Figura 22 - Ocorrência da Formação Caiuá nas Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe (modificado de Paula e Silva, 2003)

6.2. Formação Pirapozinho

Conforme Paula e Silva (2003, 2009), esta unidade é correlata à Formação Caiuá e está limitada na base e no topo pelos mesmos elementos que limitam a Formação Caiuá. Em subsuperfície esta formação estende-se em uma faixa norte-sul, entre Pacaembu e Parapuã, com espessura máxima de 40 metros na altura de Lucélia, conforme mapa de isópacas apresentado por Paula e Silva et al. (2009).

A Formação Pirapozinho é constituída por uma sucessão clástica com predomínio das fácies pelíticas sobre as fácies arenosas, de ocorrência restrita à subsuperfície. Trata-se de uma sucessão sedimentar composta preponderantemente por espessos pacotes de siltitos, lamitos arenosos e argilitos, de cores vermelha e castanha e tons acinzentados a esverdeados, em geral carbonáticos. Ocorrem intercalações de camadas lenticulares de arenitos finos, raramente médios a grossos, em parte sílticos, marrom-acastanhados a vermelhos, argilosos, compondo padrões granulométricos do tipo *fining upward*, indicativos de depósitos de transbordamento de pequenos canais ou de rompimento de diques marginais (PAULA E SILVA et al., 1992, 1994).

6.3. Formação Santo Anastácio

Soares et al. (1979) estendem a área de ocorrência dos termos litológicos englobados sob a denominação de Santo Anastácio por uma grande porção do extremo oeste do estado. A total extensão deste pacote sedimentar está representada no mapa do DAEE (1979).

A formação é constituída predominantemente de arenitos de granulação muito fina a média, com pouca matriz (inferior a 15%), grãos arredondados a subangulares, cor marrom-avermelhada, cimentação ferruginosa e localmente carbonática. A seleção dos arenitos é de regular a boa, com pouca variação textural. Predominam estratos maciços com espessuras métricas a decimétricas, com incipiente estratificação plano-paralela ou cruzada de baixo ângulo (5° a 10°), planar tangencial na base (SOARES et al., 1980, ALMEIDA et al., 1980 e FERNANDES E COIMBRA, 1994).

O ambiente de deposição da Formação Santo Anastácio, para Soares et al. (1980), é fluvial meandrante e transicional para anastomosado, com fonte de material essencialmente psamítico. Para esses autores, o basalto foi uma das fontes de sedimentos da Formação Santo Anastácio, principalmente nas áreas em que o embasamento desta última é a própria Formação Serra Geral.

Para IPT (1981), as características da textura e das estruturas sedimentares da Formação Santo Anastácio sugerem ambiente fluvial predominantemente anastomosado para a deposição desta unidade, resultando no pronunciado conteúdo arenoso e na raridade das fácies de transbordamento e de diques marginais. As áreas-fonte do material constituinte da Formação Santo Anastácio foram basicamente as mesmas da Formação Caiuá, juntamente com os produtos de alteração e retrabalhamento dos basaltos.

Segundo Paula e Silva et al. (2003), a Formação Santo Anastácio é formada por três sucessões: superior, intermediária e inferior. Na sucessão inferior, destacam-se arenitos com granulometria variando de fina a média, com estrutura geralmente maciça e intensa bioturbação; a sucessão intermediária distingue-se pelas intercalações de arenitos argilosos, com gradação para arenitos pouco argilosos em direção ao topo; na sucessão superior os arenitos possuem texturas similares ao pacote inferior.

Analisando os padrões de variação granulométrica, registrados pelos perfis geofísicos, Paula e Silva (2003) e Paula e Silva et al. (2005) sugerem que a unidade Santo Anastácio foi depositada em ambiente fluvial, inicialmente do tipo meandrante,

com fácies de canal e de transbordamento bem delineadas, evoluindo para modelo entrelaçado com carga psamítica dominante e escassez de fácies pelíticas.

Na região das bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe essa formação, cuja cota do topo encontra-se entre as altitudes de 350 m e 400 m, aflora nos vales dos rios do Peixe e Aguapeí e de alguns de seus afluentes. Estende-se do extremo oeste da área, nas margens do Rio Paraná, até a altura do município de Adamantina. Em subsuperfície, segundo Paula e Silva et al. (2009), esta unidade se estende do oeste até o município de Iacri, possuindo espessura máxima entre Dracena e Pacaembu (Figura 23).

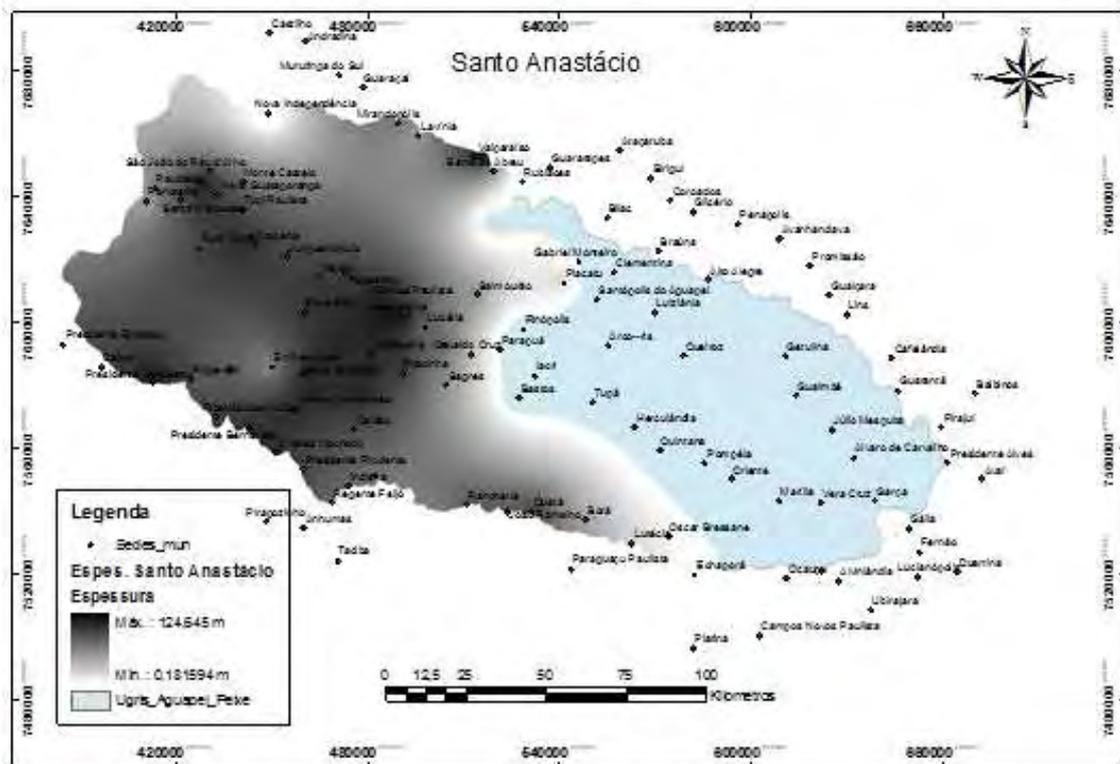


Figura 23 - Ocorrência da Formação Santo Anastácio nas Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe (modificado de Paula e Silva, 2003)

6.4. Formação Birigui

Barcha (1980, apud PAULA E SILVA, 2003), em análise de testemunhos de sondagem no município de Avanhandava, notou a presença de um pacote de arenito fino a médio, maciço, apresentando níveis com concreções carbonáticas. Este autor também descreveu um pacote de arenitos cinza-escuro a amarelado, compacto, fino, com granulação mais grossa em determinados intervalos e com nódulos de calcita com até 5 cm, no município de Penápolis.

Paula e Silva (2003), analisando o pacote de sedimentos com posição estratigráfica bem definida, em discordância erosiva sobre os basaltos e em contato aparentemente concordante sob os sedimentos da Formação Araçatuba, que responde à geofísica apresentando padrões granulométricos predominantes do tipo cilíndrico, com raras intercalações de material mais fino e de ocorrência apenas em subsuperfície, denominou-o Formação Birigui.

Com espessura de aproximadamente 40 metros (PAULA E SILVA et al. 2009), estes sedimentos ocorrem na área em estudos apenas na parte norte da região do Médio Aguapeí (Figura 24). A norte perpassa o divisor de águas entre esta bacia e a bacia do Rio Tietê penetrando até sua ocorrência mais ao sul, na cidade de Tupã. Estende-se de oeste para leste de Piacatu até as proximidades da cidade de Getulina.

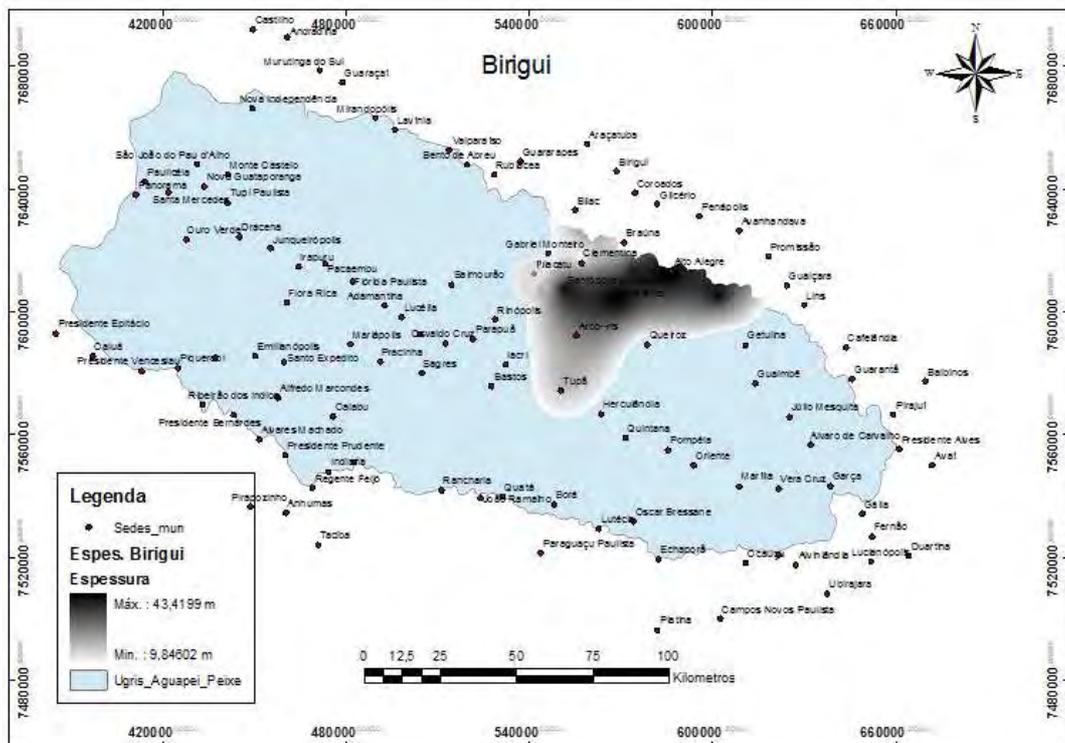


Figura 24 - Ocorrência da Formação Birigui nas Bacias hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe (modificado de Paula e Silva, 2003)

6.5. Formação Araçatuba

Descrita como litofácies Araçatuba por Suguio et al. (1977), este pacote sedimentar é constituído por siltitos arenosos cinza-esverdeados, normalmente maciços, mas podendo ocorrer estratificações planoparalelas e cruzadas e variando lateralmente para siltitos argilosos e arenitos lamíticos e intercalados a bancos de arenitos muito finos.

Soares et al. (1979, 1980) referiram-se a essa unidade como um corpo com espessura de até 15 metros, de lamitos, lamitos arenosos e siltitos de cor castanho-claro-acinzentado.

Fernandes (1998, apud BATEZELLI et al. 2003), redefinindo as unidades litoestratigráficas do Grupo Bauru, classificou-a como Formação. Batezelli (1998, apud Batezelli et al. 2003), após estudos realizados no Vale do Rio do Peixe, entre Marília e Sagres, redefiniu suas características faciológicas.

Batezelli et al. (2003) redefiniram sua área de ocorrência, até então restrita aos vales dos Rios Tietê e Aguapeí, considerando-a coexistente com as planícies flúvio-aluviais que seriam os ambientes de deposição das formações Adamantina e Marília.

Paula e Silva (2003), em análise de subsuperfície, por meio de perfis geofísicos, verificou ser a unidade uma sucessão de sedimentos pelíticos, sugerindo ambiente de deposição lacustre de águas rasas, com intercalações esporádicas de corpos arenosos finos, e pequenos canais. Nesse trabalho, o autor mostrou uma descontinuação na ocorrência das rochas dessa Formação no limite Sul do Aguapeí e Peixe, enquanto Batezelli et al (1999) apresentaram um mapa de fácies argiloso dessa unidade que se estende como um único corpo sedimentar por toda área (Figura 25).

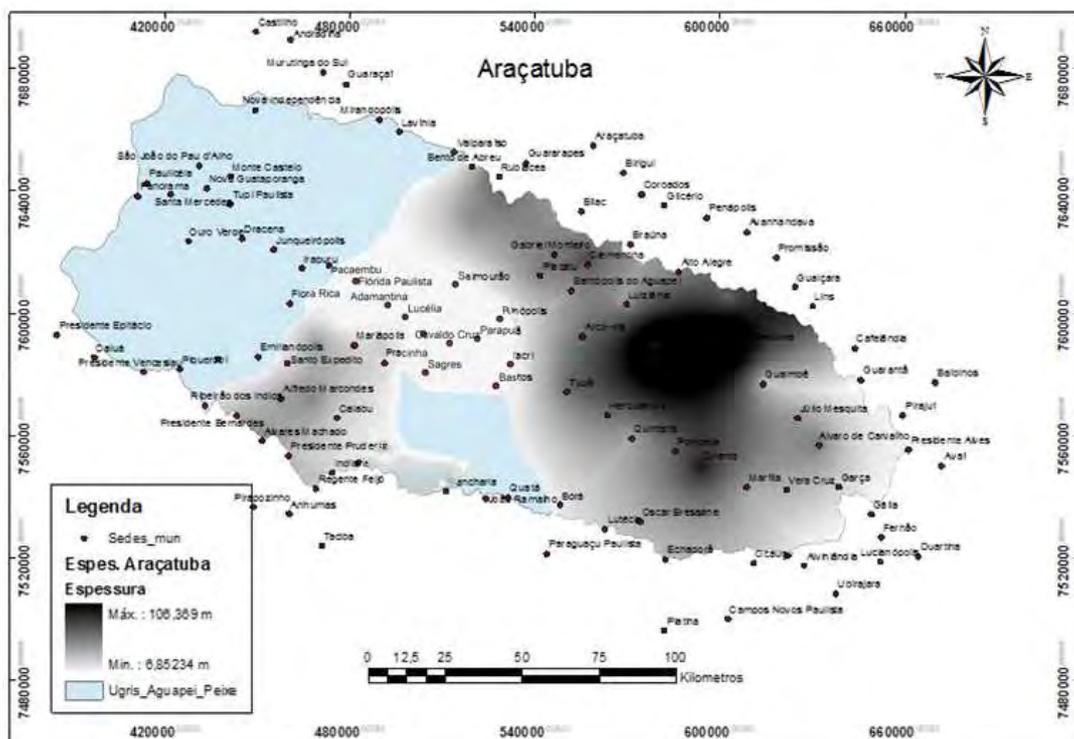


Figura 25 - Ocorrência da Formação Araçatuba nas Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe (modificado de Paula e Silva, 2003)

6.6. Formação Adamantina

Para Soares et al. (1980), a Formação Adamantina sofreu deposição em sistema fluvial meandrante predominantemente pelítico a sul, gradando para psamítico a leste e norte e com transição para anastomosado”.

A constituição principal dos sedimentos da Formação Adamantina é de arenitos de granulometria fina a muito fina, cor rósea a castanha, ocorrendo estratificações cruzadas, alternadas com lamitos, siltitos e arenitos lamíticos, castanho-avermelhados a cinza-acastanhados, maciços ou com acamamento plano-paralelo grosseiro, frequentemente com marcas de onda e microestratificações cruzadas e ocorrências de seixos de argilito, cimento e nódulos carbonáticos (SOARES et al. 1980).

Paula e Silva et al (1992, 1994) descreveram esse pacote sedimentar como composto por arenitos avermelhados e acastanhados, finos a muito finos, argilosos, carbonáticos, quartzosos, com intercalação de lamitos marrons a avermelhados.

Paula e Silva (2003), avaliando os perfis geofísicos obtidos nessa formação, distinguiu fácies com padrão “fining upward”, indicativas de depósitos em canais meandrantés com pouco material pelítico. Para este autor, na região aqui estudada, os perfis geofísicos refletem a grande variabilidade dos depósitos continentais de origem fluvial.

A Formação Adamantina é a de mais ampla distribuição, em área, dentre as formações do Grupo Bauru (PAULA E SILVA et al. 2009). Estende-se pela superfície de quase toda a área em estudo, estando sobreposta apenas pela Formação Marília, na porção leste das bacias dos rios Aguapeí e Peixe.

Nos vales dos principais rios e no extremo oeste da área, esta formação foi suprimida pela erosão. Sua máxima espessura ocorre na região central da área, onde no município de Iacri chega a ter mais de 100 metros de espessura, conforme mostrado na figura 26.

da unidade os nódulos carbonáticos, que aparecem dispersos nos sedimentos, ou concentrados em níveis ou zonas; cimento carbonático também é muito frequente.

Soares et al. (1980) reconheceram a Formação Marília nas áreas já consagradas na região da cidade que lhe empresta o nome, e também em outras áreas, algumas delas antes tidas como Formação Itaqueri.

Segundo Suguio et al. (1979), a Formação Marília exhibe várias características indicativas de clima semi-árido, quando fluxos de escoamento de água com grande capacidade de transporte de sedimentos ensejaram a formação de depósitos rudáceos de leques aluviais, em regime torrencial.

Paula e Silva (2003), descrevendo o comportamento deste pacote sedimentar quando perfurado por geofísica, verificou os formatos serrilhados e lineares das curvas de resistividade e raio gama, indicando a presença de depósitos arenosos predominantes e finas intercalações de material pelítico e pouca matriz argilosa. Esse autor mencionou a tendência de diminuição dos teores de argila em direção ao topo da formação considerando-os indicativos do assoreamento da bacia de sedimentação.

Sua localização na área em estudos é bem definida. Sustenta escarpas características, com até uma centena de metros de desnível, definindo uma superfície aplainada denominada Planalto de Marília-Garça-Echaporã (ou Planalto de Marília). A Formação Marília depositou-se em um embaciamento localizado, desenvolvido ao término da deposição do Grupo Bauru, em situação parcialmente marginal, repousando geralmente sobre a Formação Adamantina e, mais para leste, diretamente sobre os basaltos da Formação Serra Geral (IPT,1981).

Muito resistente à erosão, seus limites formam escarpas íngremes e morros testemunhos. Suas maiores espessuras ocorrem no centro do Planalto de Marília, onde um poço perfurado às coordenadas UTM 7545,49 NS e 607,39 EW (MC 51) apresentou espessura de 188 metros. Suas menores espessuras ocorrem na porção oeste de seus afloramentos, onde restam apenas pequenos morros testemunhos, como nas regiões de Quatá, Tupã e Getulina.

A figura 27 mostra a distribuição e a espessura dessas rochas nas bacias dos rios Aguapeí e Peixe.

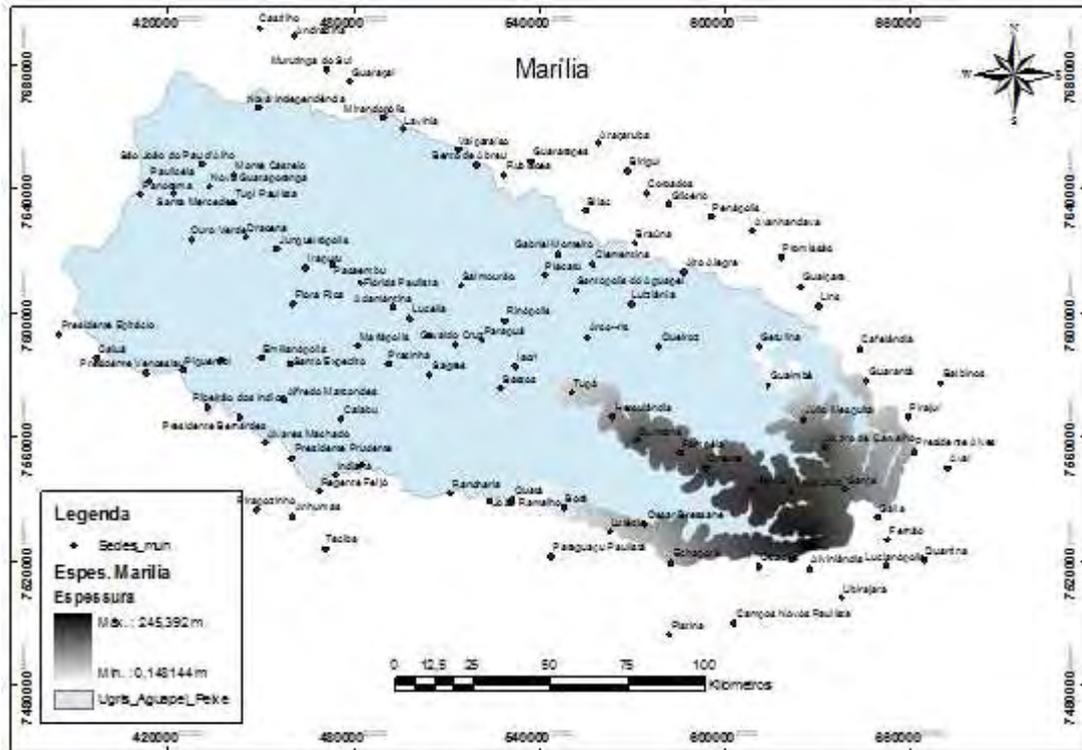


Figura 27 - Ocorrência da Formação Marília nas Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe (modificado de Paula e Silva, 2003)

7. DISTRIBUIÇÃO DAS UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS DO GRUPO BAURU NAS BACIAS DOS RIOS AGUAPEÍ E PEIXE

As perfurações dos poços estratigráficos propostos para este trabalho e levantamentos de campo realizados modificam a distribuição espacial anteriormente aceita para algumas unidades estratigráficas do Grupo Bauru nas bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe, principalmente para as formações Birigui e Araçatuba. Essa distribuição espacial é fator importante para definição das disponibilidades de recursos hídricos no Sistema Aquífero Bauru.

7.1. Distribuição da Formação Birigui

O poço estratigráfico, cujos perfis de raio gama, indução elétrica e sônico estão mostrados na figura 28, perfurado até a profundidade de 167 metros no município de Piacatu, às coordenadas UTM 7612,870 NS e 542,380 EW (mc 51), mostra evidências que ampliam, para oeste em relação às constatações de Paula e Silva (3003), a área de ocorrência destes sedimentos.

Nesse poço, a Formação Araçatuba se sobrepõe a sedimentos arenosos que apresentam comportamento geofísico típico da Formação Birigui, constituída por arenitos médios a grossos, medianamente selecionados, com a granulometria em “fining upward”. Outro dado importante, confirmado por esse poço estratigráfico, foi a espessura do pacote de sedimentos que formam o Sistema Aquífero Bauru, estando o substrato basáltico, neste local, à profundidade de 165 metros.

Essas informações indicam um aquífero com boas características hidrodinâmicas, mas com recargas dificultadas por seu confinamento. Como está sobreposto à Formação Santo Anastácio, pode sofrer recarga por fluxos interformacionais.

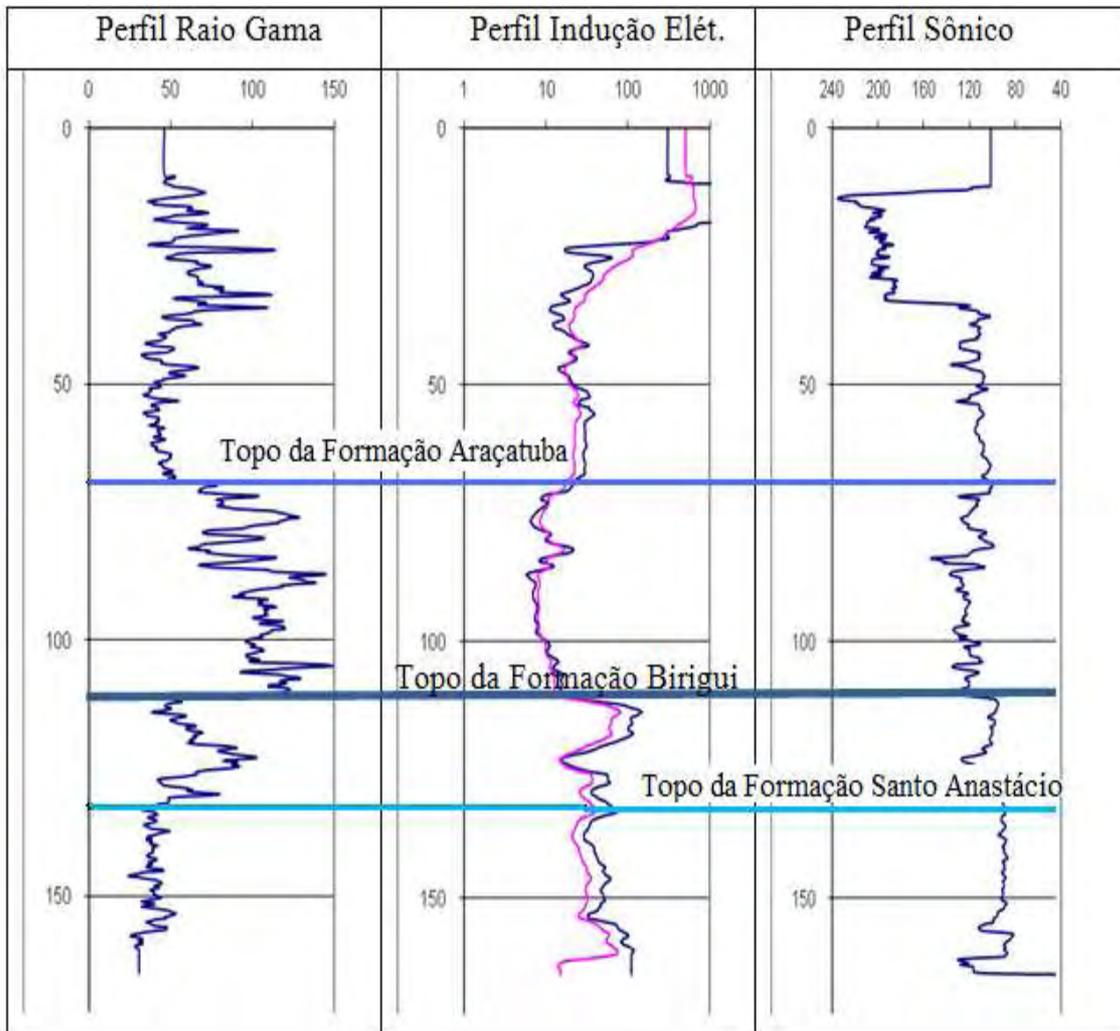


Figura 28 – Perfilagem geofísica do poço estratigráfico de Piacatu

7.2. Distribuição da Formação Araçatuba no Vale do Rio do Peixe

A Formação Araçatuba é classificada como um aquitardo, devido à disponibilidade hídrica muito baixa, próxima de nula, constituindo a base para a infiltração de águas subterrâneas onde ocorre.

Os dados levantados para este trabalho indicam haver uma continuidade desta formação, apesar de apresentar espessuras muito pequenas, entre os municípios de Iacri e Pacaembu. Também, com base no poço estratigráfico perfurado em Martinópolis e em poços perfurados em Rancharia, pode-se afirmar que a mesma se estende até este município, no limite sul das bacias dos rios Aguapeí e Peixe.

Os perfis de raio gama, indução elétrica e sônico (Figura 29) indicam a ocorrência da Formação Araçatuba no município de Martinópolis, separando as formações Adamantina e Santo Anastácio e, na porção basal da Formação Santo Anastácio, a

ocorrência de sedimentos pelíticos, provavelmente relacionados à Formação Pirapozinho, conforme proposto por Paula e Silva (2003).

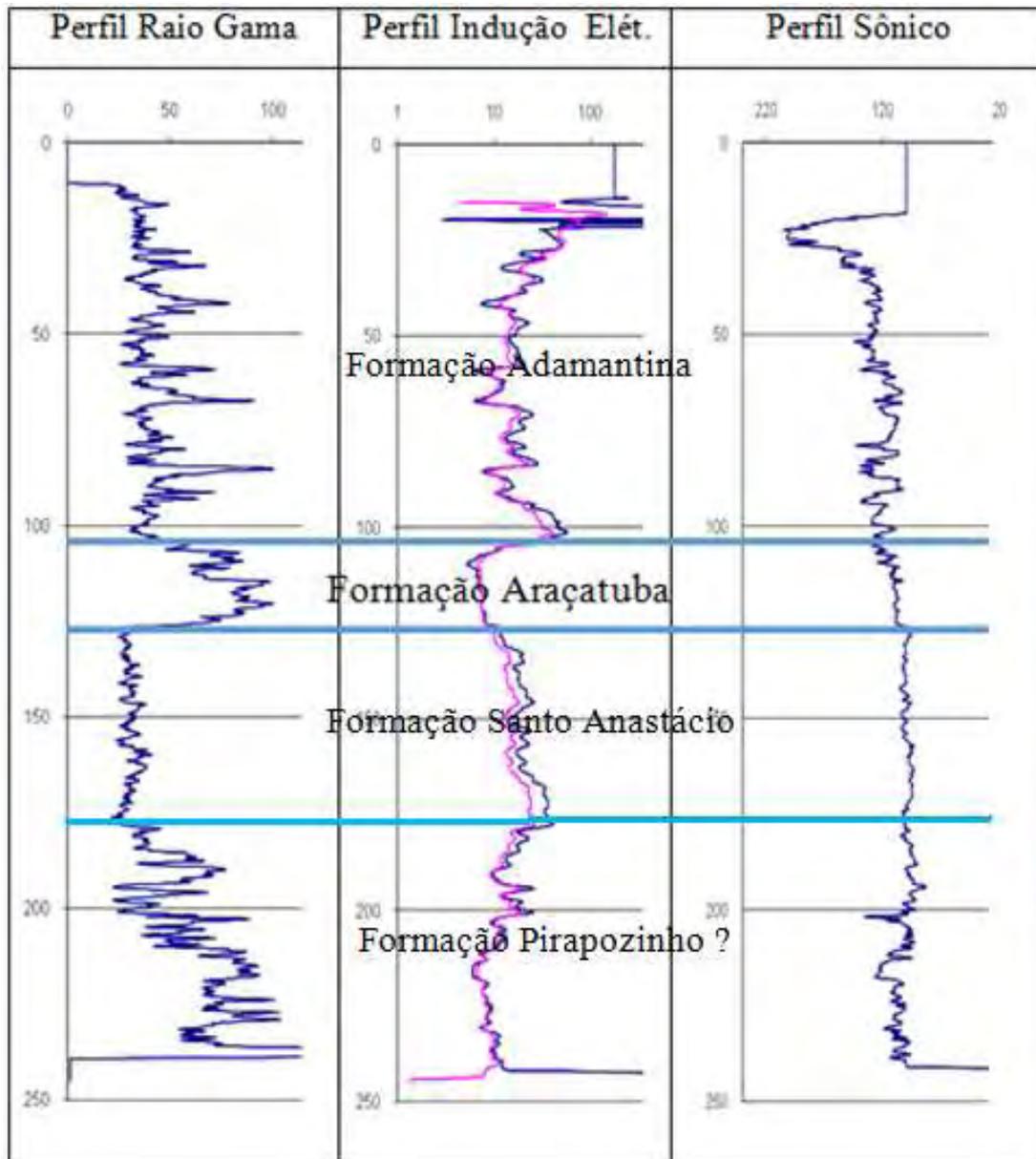


Figura 29– Perfilagem geofísica do poço estratigráfico de Martinópolis

Há indícios de ausência desta sequência de rochas pelíticas ao sul da cidade de Bastos, o que colocaria a Formação Santo Anastácio em contato direto com a Formação Adamantina nessa região.

7.2.3 - Ocorrência da Formação Araçatuba em superfície no Vale do Rio do Peixe.

Apesar de Batezelli et al. (1999) mencionarem a ocorrência de afloramentos da Formação Araçatuba em superfície no Vale do Rio do Peixe, os mapeamentos realizados (IPT, 1980, DAEE, 1982 e PERROTA et al. 2005) não indicam sua ocorrência.

No entanto, levantamentos de campo para este trabalho, constataram a ocorrência de afloramentos da unidade na área. A figura 30 indica zonas de ocorrência da Formação Araçatuba, em superfície, no Vale do Rio do Peixe. Ao longo da SP 333 ocorre um perfil típico, com presença de siltitos cinza-esverdeados já em processo de intemperização. Em muitos pontos ao longo do Rio do Peixe ocorrem cavas abandonadas de argila usada para confecção de tijolos e existe ainda uma olaria em operação, próxima à ponte da rodovia sobre o Córrego da Formiga.



Figura 30 – Afloramento da Formação Araçatuba no Vale do Rio do Peixe

A ocorrência das rochas pelíticas da Formação Araçatuba, com baixíssima permeabilidade, controla o escoamento de base no Vale do Rio do Peixe; são rochas resistentes a processos erosivos e, dada a declividade dos afluentes do Alto Rio do Peixe, são entalhadas muito lentamente e formam corredeiras e pequenos degraus entre os afluentes, que têm menor capacidade erosiva, e o Rio do Peixe (Figura 31).



Figura 31 - Ocorrência de siltitos cinza-esverdeados da Formação Araçatuba na foz de pequenos afluentes do rio do Peixe

As cotas destes afloramentos, entre as altitudes 410 m e 420 m, coincidem com o topo da formação, quando analisados os perfis geofísicos de três poços recentes perfurados na cidade de Marília, como mostrado nas figuras 32 e 33. Estes poços foram perfurados ao longo de uma mesma rua e com distância entre eles da ordem de 400 metros.

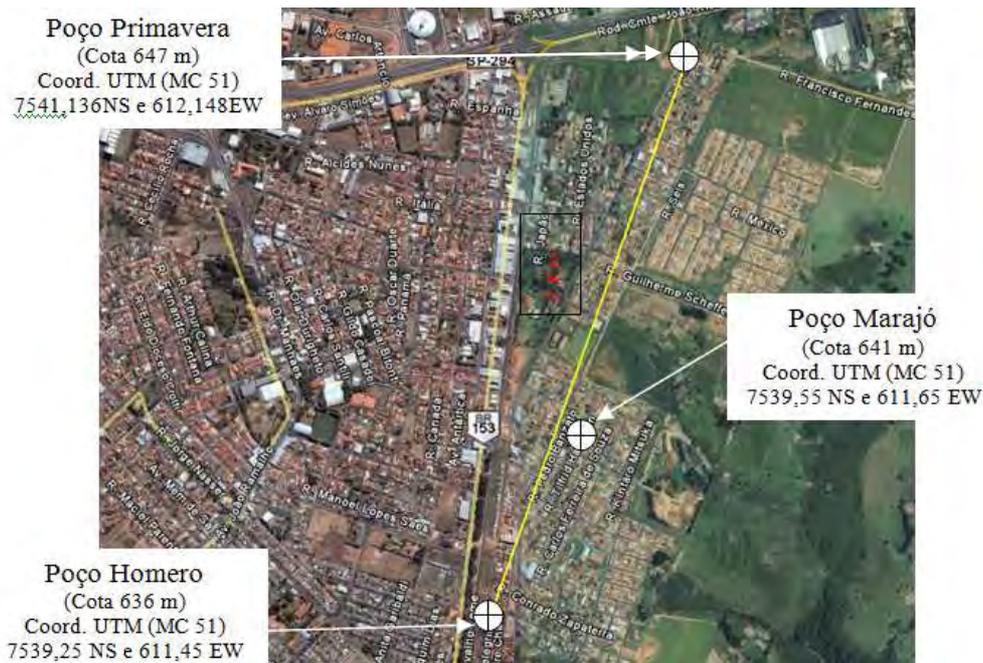


Figura 32 - Poços perfurados pelo DAEE na cidade de Marília (zona sul)

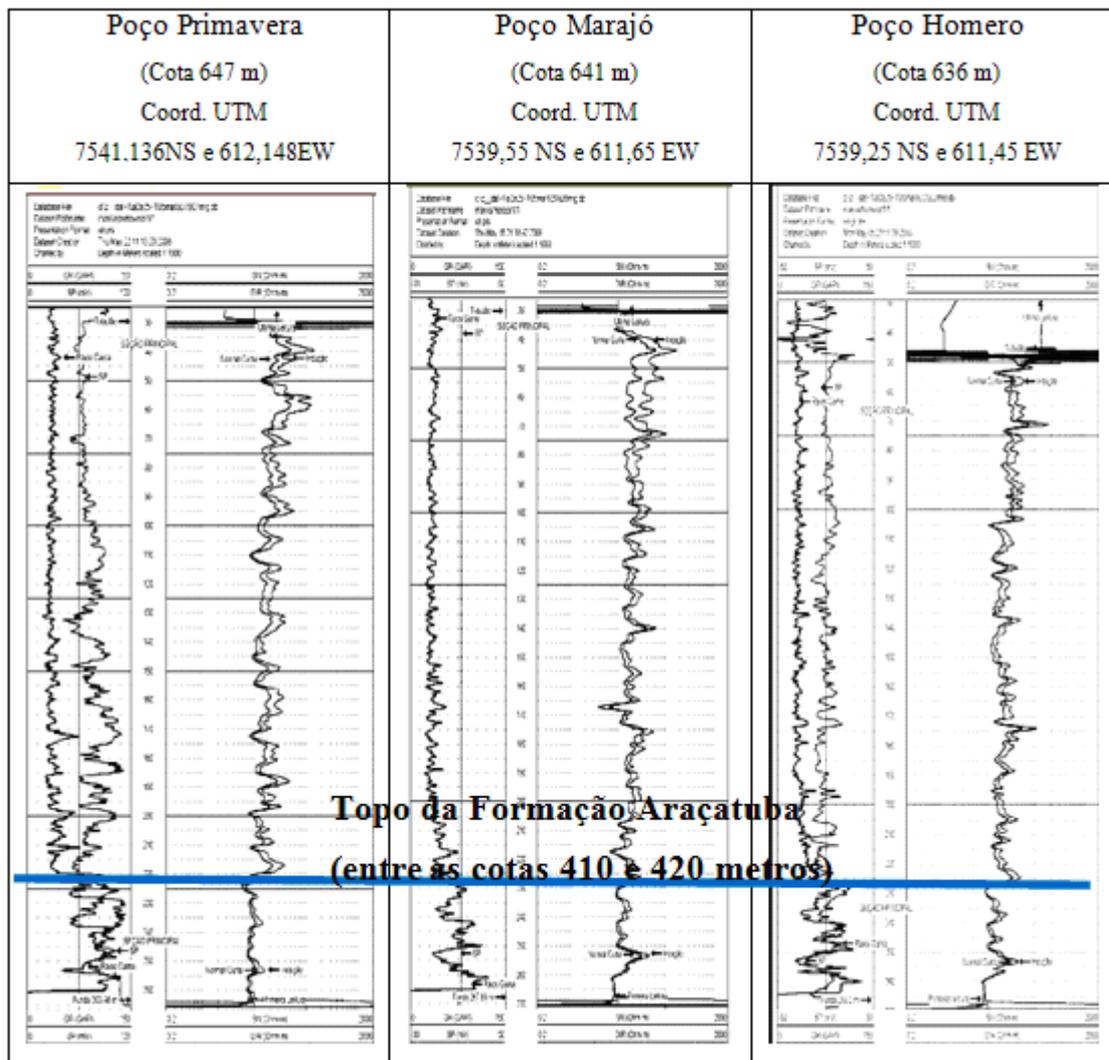


Figura 33 – Composição dos perfis geofísicos de poços em Marília

Os perfis geofísicos destes três poços, perfurados entre as cotas 636 m e 647 m, indicam uma resposta típica de materiais argilosos nas profundidades onde alcançou a Formação Araçatuba, e amostras de calha recolheram fragmentos de um material pelítico, de cor variando de cinza a cinza-esverdeada. Estas características são indicativas de rochas que compõem a Formação Araçatuba.

Confirma-se então a existência de afloramentos da Formação Araçatuba no Vale do Rio do Peixe, conforme mostrado no perfil esquemático da figura 34. A figura 35 apresenta o mapa geológico da área das bacias dos rios Aguapeí e Peixe. Tal mapa foi obtido com base no Mapa Geológico do Estado de São Paulo Perrota et al. (2005), modificado por observações dos poços do Anexo I e levantamentos geológicos realizados para este trabalho.

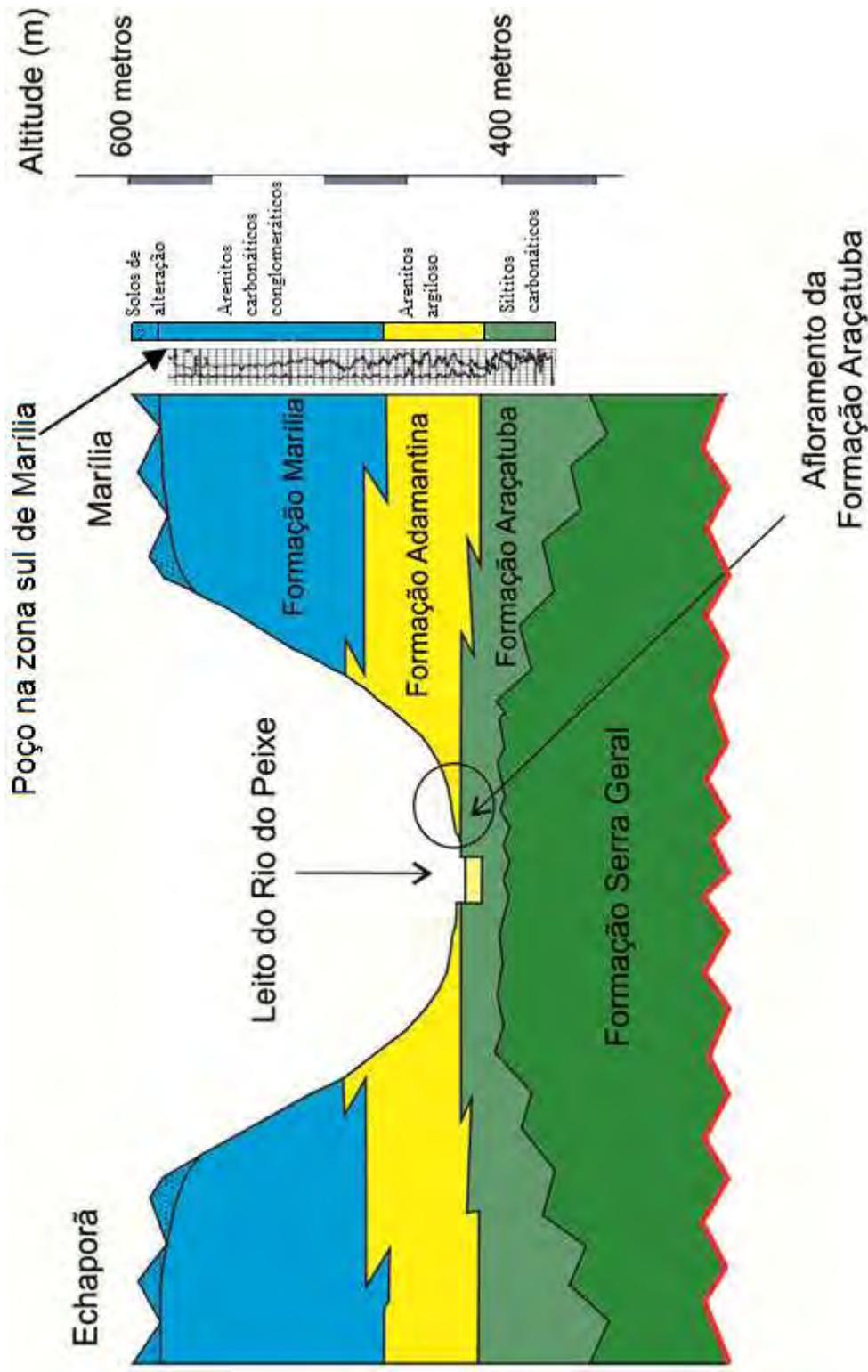


Figura 34 - Perfil esquemático com a Formação Araçatuba no Vale do Rio do Peixe

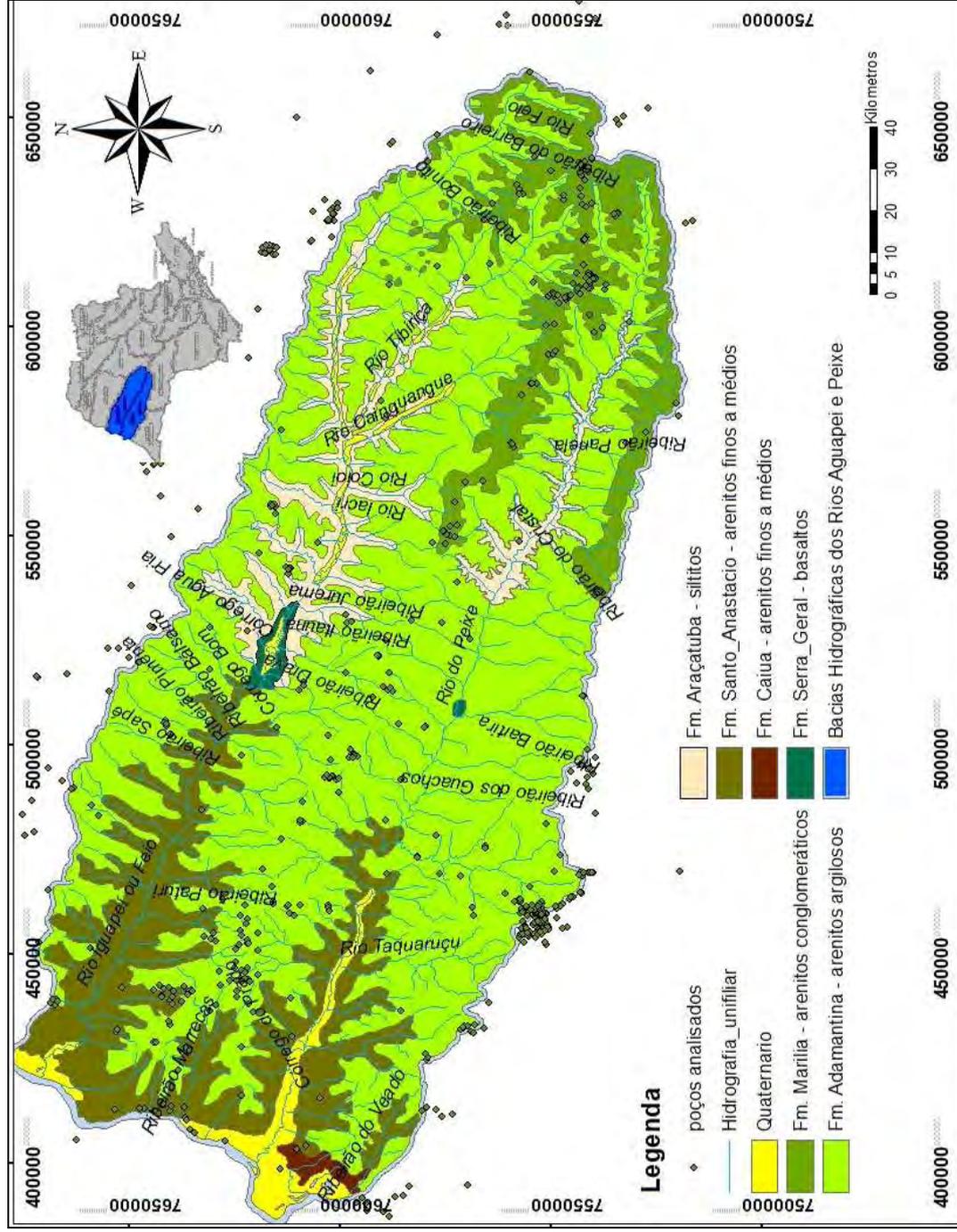


Figura 35-Mapa geológico das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe e Poços Usados (Modificado de Perrota et al, 2005)

8. HIDROLOGIA INTEGRADA

8.1. Balanço Hídrico de uma Bacia Hidrográfica

O Balanço Hídrico em uma bacia hidrográfica, considerando as variáveis do ciclo hidrológico, é uma rede de fluxos que entram e saem desta bacia hidrográfica. Para Dingman (2002), este fluxo é descrito pela seguinte equação:

$$P + G_{in} - (Q + ET + G_{out}) = \Delta S \quad (1),$$

onde P é a precipitação, ET é a evapotranspiração, Q é a vazão dos canais de escoamento, G_{in} é a água subterrânea que entra de outra bacia hidrográfica contígua, G_{out} é a saída de água subterrânea da bacia hidrográfica considerada. Domenico e Schwartz (1998), isolando o ciclo para uma bacia hidrográfica, mas não excluindo as fases de conexão deste subsistema com o ciclo global, consideram que a conexão de entrada é feita pela precipitação (P) e a conexão de saída é feita pelo escoamento superficial (R_o). A Evaporação é representada pelo termo E e a transpiração pelo termo T. Para esses autores a equação hidrológica é:

$$P - E - T - R_o = \Delta S \quad (2).$$

Segundo Dingman (2002), o balanço hídrico de uma bacia hidrográfica é representado pela diferença entre a chuva na bacia somada à água subterrânea advinda de bacias contíguas, menos a água que escoar nos canais somada à água da evapotranspiração. Parte da água percola para zonas profundas dos aquíferos e para áreas vizinhas.

Fatores climáticos são os que condicionam a chuva e a evapotranspiração, portanto a existência de água no sistema. Nos períodos chuvosos, o que controla o escoamento das águas na superfície da bacia hidrográfica são fatores relacionados à geomorfologia, tais como a forma da bacia e a declividade.

Nos períodos de recessão de chuva, toda a água que flui pela bacia, o escoamento de base, é originada da água que infiltrou para os aquíferos. A quantidade de água que infiltra e que escoam para os rios no período de recessão é controlada pelas características destes corpos rochosos.

Em zonas não saturadas com permeabilidade uniforme, a percolação se dá verticalmente (FETTER, 2001), ocorrendo interfluxo quando são interceptadas camadas impermeáveis. A água que atinge o nível de água subterrâneo fica armazenada no aquífero. Este armazenamento não é estático, pois enquanto há água entrando no aquífero há também água saindo, constituindo o escoamento de base que descarrega em uma corrente superficial. A quantidade de fluxo deste escoamento de base é diretamente proporcional ao gradiente hidráulico na direção da corrente.

Quando há períodos sem precipitações em uma bacia hidrográfica, o hidrograma que representa o escoamento de um rio em função do tempo é uma curva descendente exponencial, indicando que a vazão do rio neste período é composta somente pela contribuição das águas subterrâneas. Esta curva é chamada de curva de recessão (Figura 36) e se estende por um período desde a última chuva até o início de outra estação chuvosa, período em que toda a vazão do rio é descarga de água subterrânea.

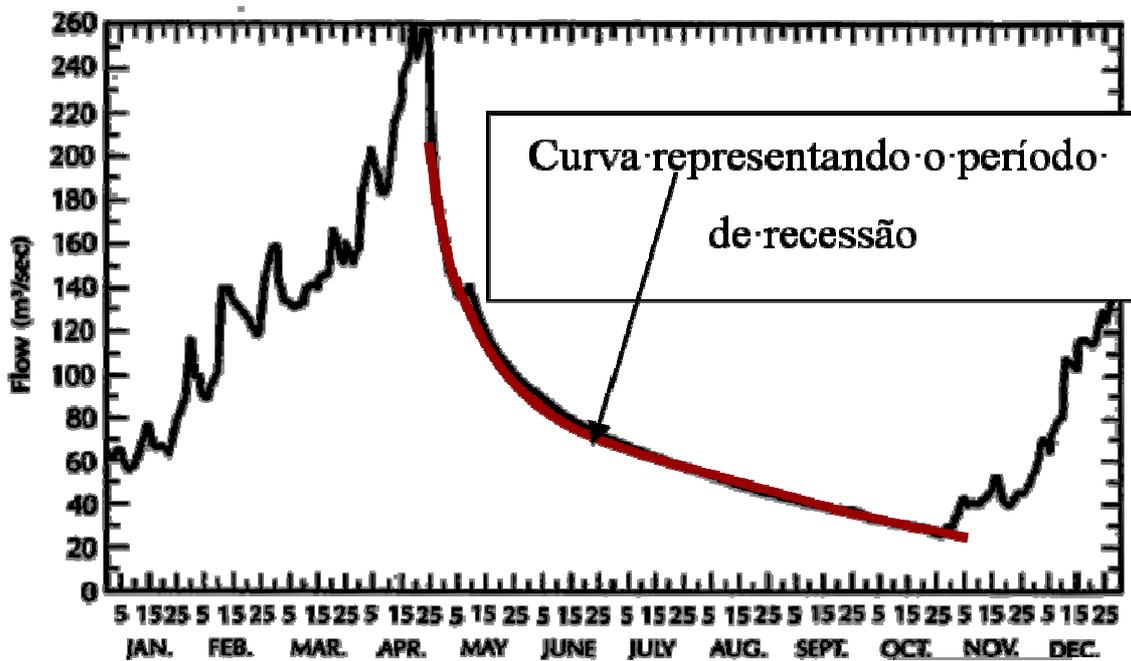


Figura 36 – Hidrógrafa com recessão na África (modificado de Fetter, 2001)

Considerando-se um tempo t a partir do qual a vazão total do rio é fruto da descarga das águas subterrâneas, pode-se, segundo Domenico e Schwartz (1998), descrever a recessão como:

$$Q = Q_0 e^{-kt} \quad (3)$$

onde Q_0 é a vazão no tempo t_0 ; Q é a vazão a qualquer tempo; k é a constante da recessão; e t é o tempo desde a recessão iniciada. Nesta equação, o tempo varia de zero ao infinito, caso em que $Q=Q_0$. Para um tempo maior que zero (T^*), Q diminui e segue a lei de decaimento exponencial da eq. 4.

A constante de recessão pode ser escrita:

$$k = \left(\frac{1}{t}\right) \ln\left(\frac{Q}{Q_0}\right) \quad (4)$$

Um gráfico vazão x tempo, usando-se escala logarítmica para a vazão, fornece uma reta cuja inclinação define a constante da recessão, como mostrado na figura 37.

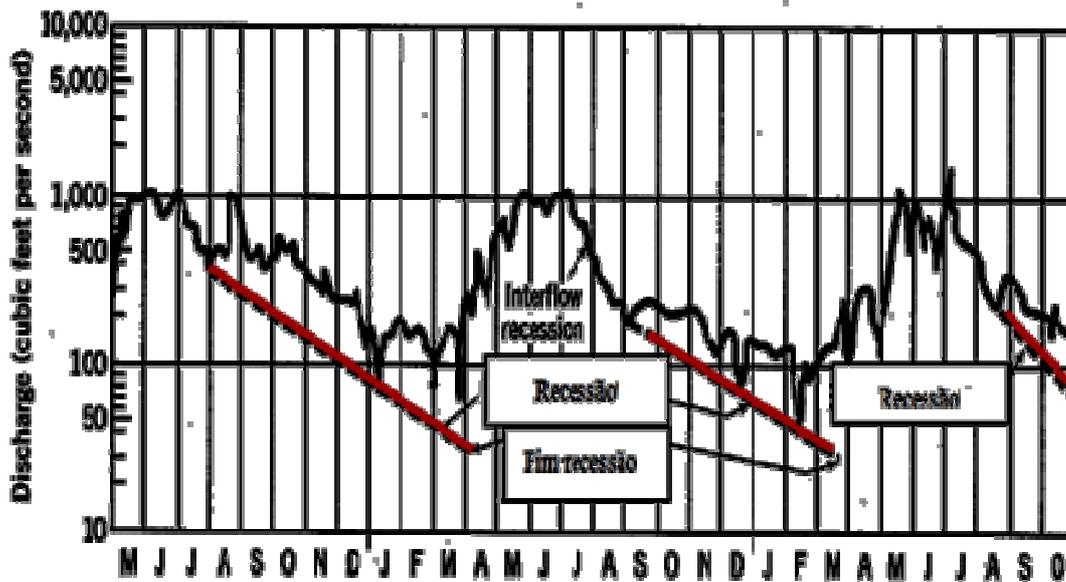


Figura 37 – Curva de recessão (modificado de Domenico e Schwartz, 1998)

Para o caso descrito acima, ainda segundo Domenico e Schwartz (1998), a equação da recessão pode ser:

$$Q = \frac{Q_0}{10^{\frac{t}{t_1}}} \quad (5)$$

onde Q_0 é a vazão no tempo $t=0$, t_1 é o tempo um ciclo logarítmico depois e t é qualquer tempo de interesse para o qual se quer Q .

O volume total da descarga de base, correspondente a uma dada recessão, encontra-se se integrando a equação 6 pelo tempo de interesse:

$$Vol = \int_{t_0}^t Q dt = -\frac{Q_0 t_1}{10^{\frac{t}{t_1}}} \quad (6)$$

onde t_0 é o início do tempo de interesse.

Segundo Meyboom (1961, apud DOMENICO E SCHWARTZ, 1998), adotando-se t_0 igual a zero e t infinito tem-se:

$$Vol = \frac{Q_0 t_1}{2} . 3 \quad (7)$$

que define a descarga potencial total de águas subterrâneas durante um período de recessão. A diferença entre o potencial da descarga de águas subterrâneas, no fim da recessão, e o potencial de descarga de águas subterrâneas, no início da recessão, pode ser considerada a recarga que acontece entre as recessões.

8.2. Descarga e Recarga dos Aquíferos nas Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe.

Para as Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe, os valores dos componentes do balanço hídricos apresentados pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos (SÃO PAULO, 2006), indicam que o volume evapotranspirado é de 81% das chuvas médias anuais e o restante se transforma em escoamento, conforme mostrado na tabela 9.

Tabela 9 - Balanço Hídrico nas Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe (LIAZI et al, 2006).

Bacia Hidrográfica	Chuvas médias anuais	Evapotranspiração média anual	Escoamento	
			Q(méd.)	Q 7.10
	Mm	Mm	(m3/s)	(m3/s)
Aguapeí	1220 (100%)	988 (81%)	97 (19%)	43
Peixe	1250 (100%)	1010 (81%)	82 (19%)	45

8.2.1 Cálculo da infiltração nas Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe

Nesta análise foram utilizados os postos de fluviometria instalados (Tabela 10), de forma a obter informações sobre o escoamento de base em vários pontos das bacias hidrográficas, além de postos que medissem pequenas bacias afluentes aos rios mais

importantes, com menor área de drenagem, e que sofressem influência de apenas um aquífero.

Tabela 10 - Postos fluviométricos adotados

Município	Prefixo	Latitude	Longitude	Área (Km ²)	Curso d'Água	Recarga Calculada (% da chuva)
Guaimbe	6C-005	21°46'49"	49°48'33"	1092	Rio Aguapeí (AP)	8,1%
Marília	7D-010	22°18'25"	50°01'38"	734	Rio do Peixe (AA)	8,4%
Luisiania	7C-002	21°42'52"	50°17'27"	3670	Rio Aguapei (MA)	8,2%
Echapora	7D-009	22°16'00"	50°08'52"	1061	Rio do Peixe (MP)	4,7%
Valparaíso	8C-004	21°25'53"	51°00'54"	8643	Rio Aguapeí (BA)	7,9%
Flora Rica	8C-003	21°44'38"	51°26'41"	7422	Rio do Peixe (BP)	8,4%
Marília	7D-004	22°22'22"	50°00'12"	32	Córrego Arrependido (PB)	1,3%
Bastos	7C-015	21°56'05"	50°39'49"	65	Ribeirão Copaiba (PB)	14,6%
Andradina	8C-009	21°00'12"	51°25'11"	398	Ribeirão Abrigo (PB)	3,6%

A localização e a distribuição dos postos utilizados nas bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe é mostrada na figura 38

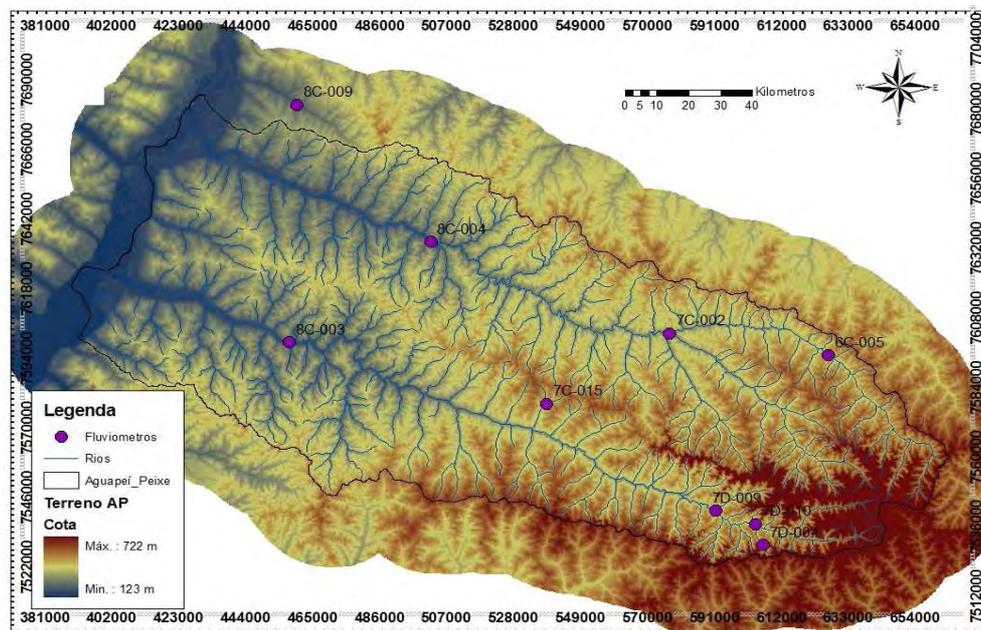


Figura 38 - Localização dos postos de fluviometria para cálculo de recarga

Os resultados da recarga, obtidos dos cálculos a partir dos gráficos de recessão dos postos fluviométricos indicam que a recarga média nas bacias dos rios Aguapeí e Peixe é de aproximadamente 8 % da pluviosidade anual para toda a extensão da área. A

figura 39 apresenta o hidrograma dos resultados do posto 7d010, no rio do Peixe. Os gráficos dos demais postos são apresentados no Anexo III.

Apenas o posto localizado no Município de Echaporã, onde apenas o cálculo de um intervalo de recarga pôde ser realizado, apresentou recarga de 4,7% da pluviosidade média da região.

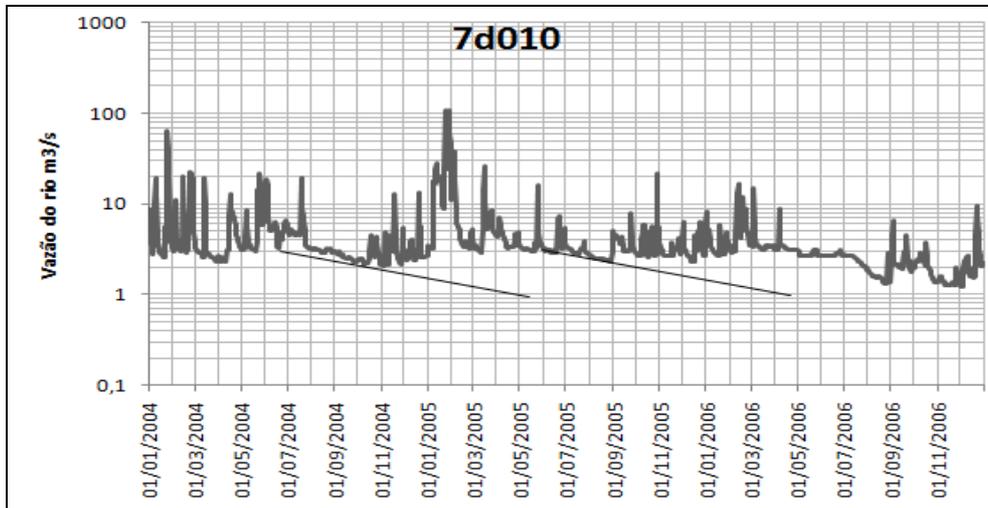


Figura 39 – Hidrograma do Rio do Peixe adotado para cálculo de recarga

Para Farvolden (1963), há um controle do escoamento de base por fatores geológicos, tais como litologia e estrutura. Os resultados obtidos, muito semelhantes, indicam uma homogeneidade destes fatores condicionantes do escoamento de base para as bacias dos rios Aguapeí e Peixe.

Apesar da variação litológica das formações que compõem o Grupo Bauru em subsuperfície, grande parte da área de estudo está coberta pela Formação Adamantina, como mostra o mapa geológico apresentado na figura 35, indicando que esta unidade condiciona o escoamento em larga escala.

Quando se verifica a recarga em bacias menores, sujeitas à interferência apenas local, como é o caso nos postos 7c 015 e 7d 004, nota-se maior variação. No caso do posto 7d 004, localizado em uma pequena bacia, onde predominam arenitos calcíferos da Formação Marília, tem-se recarga muito menor, da ordem de 1,3 % da pluviosidade.

Por outro lado, no posto 7c 015, localizado em terrenos planos, com predomínio de porções arenosas da Formação Adamantina, provavelmente conectadas hidráulicamente com arenitos da Formação Santo Anastácio, os cálculos efetuados indicam valor de recarga de 14,6 % da pluviosidade. Considera-se, então, para efeito de gestão, o valor de 8% da pluviosidade para a recarga da região estudada.

8.2.2 Recargas Artificiais

Custódio e Llamas (1983) indicam que existem dois tipos de recargas artificiais para aquíferos. A “recarga induzida” e a “recarga artificial”, propriamente dita. A recarga induzida estabelece procedimentos que facilitam a recarga, como o estabelecimento de terraceamentos em áreas agrícolas. Já a recarga artificial cria dispositivos projetados especialmente para esta recarga, que podem se localizar em superfície, em profundidade ou mistos.

Nas bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe tem ocorrido um avanço na cultura da cana, com práticas de fertirrigação que podem induzir recargas. Um dos problemas verificados por esta prática, apontado por Custódio e Llamas (1983), é a colmatação dos solos. A prática da fertirrigação, que pode recarregar aquíferos em um primeiro momento, pode, se não controlada, levar à colmatação dos solos.

A figura 40 indica as áreas com plantação de cana de açúcar nas bacias dos rios Aguapeí e Peixe e suas áreas de influência, onde a prática da fertirrigação tem largo alcance, certamente interferindo nas recargas dos aquíferos.

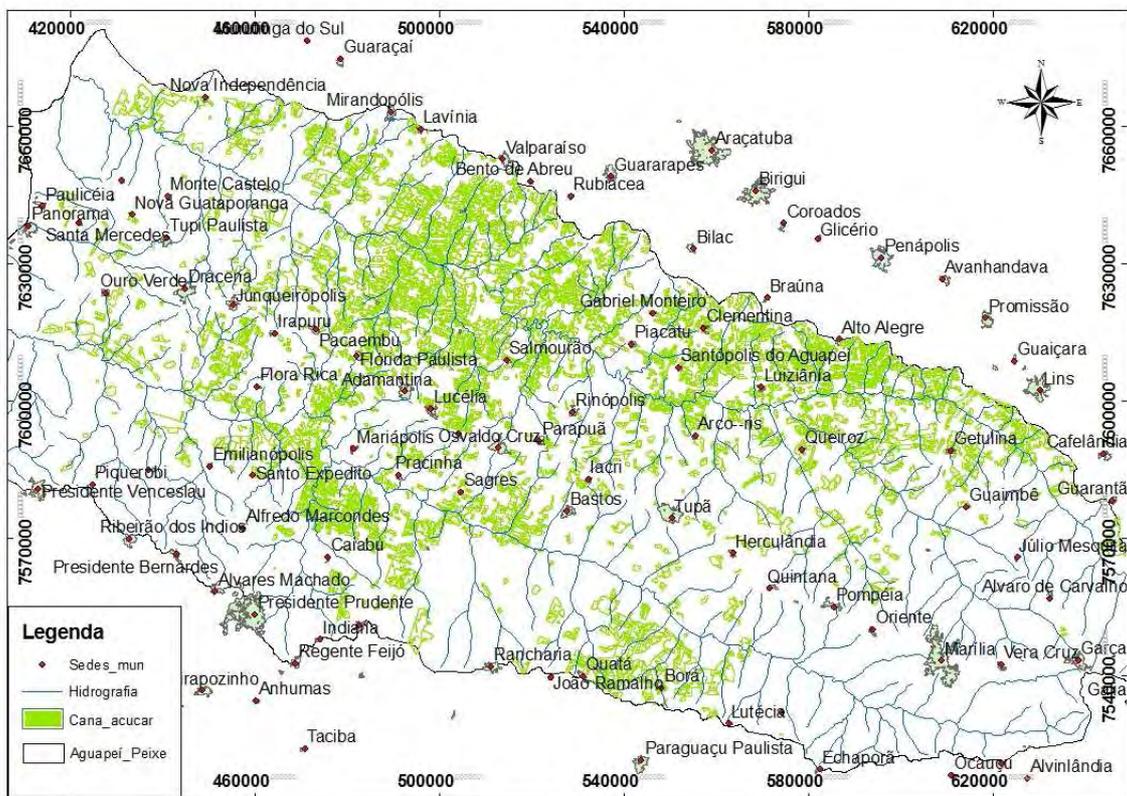


Figura 40 – Áreas com cana nas Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe, passíveis de fertirrigação

8.3. Divisão Estratigráfica e Hidrogeológica do Grupo Bauru

8.3.1 Unidade Hidroestratigráfica – uma definição

Uma Unidade Hidroestratigráfica pode ser definida como a parte de um corpo rochoso que forma uma unidade hidrogeológica distinta em relação ao fluxo de água (MAXEY, 1964, apud SEABER, 1988). Para Seaber (1988), é “um corpo rochoso distinguido e caracterizado por sua porosidade e permeabilidade”. Desse modo, o arcabouço geológico pode ser subdividido em porções mais permeáveis ou menos permeáveis (aquíferos e aquitardos, respectivamente), auxiliando na determinação do sistema de fluxo

Definir uma unidade hidroestratigráfica em escala regional envolve: conceitos estratigráficos, de modo a estabelecer-se o arcabouço conceitual geral dos depósitos; mapeamento de subsuperfície utilizando informações de testemunhos, perfis geofísicos, amostras de calha e dados de perfuração, de modo a identificar-se as litofácies; testes de laboratório em amostras de testemunhos dos aquíferos e aquitardos; testes de bombeamento “in situ” dos aquíferos e aquitardos, para determinação de suas características hidrodinâmicas; e pesquisa sobre os efeitos modificadores derivados dos processos diagenéticos e tectônicos nas propriedades dos aquíferos, ao longo de sua história evolutiva.

8.4. O Sistema Aquífero Bauru nas Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe.

Foram escolhidos 646 poços (Anexo I) dos 1090 outorgados e ou cadastrados pelo DAEE para avaliar o comportamento do SAB nas bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe e principalmente para definir as inter-relações hidráulicas de suas unidades estratigráficas. O parâmetro escolhido para isto foi o nível estático dos poços, uma vez que poços explotando água de aquíferos diferentes, que não tenham conexão hidráulica, tendem a apresentar níveis estáticos diferentes quando localizados em cotas topográficas próximas.

8.4.1 Aquífero Caiuá

O Aquífero Caiuá ocorre no extremo oeste da área e é importante zona produtora de água. Trabalhos realizados pelo DAEE (1979) o consideram livre a semi confinado. A condição de aquífero livre é encontrada à margens do Rio Paraná, onde o mesmo é aflorante. Está semiconfinado na região em estudo, quando recoberto por outras unidades aquíferas do SAB. Paula e Silva *et al.* (2002, 2003, 2005) mencionam que o

inter-relacionamento entre fácies arenosas e fácies pelíticas, observado nos perfis geofísicos disponíveis, torna o Aquífero Caiuá heterogêneo e anisotrópico. A interdigitação entre as fácies psamíticas do Aquífero Caiuá e as fácies pelíticas do Aquitardo Pirapozinho é também fator condicionante para o semiconfinamento do primeiro. As fácies psamíticas e pelíticas compreendem um inter-relacionamento cíclico de um pacote de arenitos depositados em ambiente fluvial, com eventuais interações eólicas, e pacotes argilo-siltosos depositados em ambiente lacustre.

Considerando-se que são sedimentos psamíticos intercalados com sedimentos mais finos da Formação Pirapozinho, a soma das isólitais (PAULA E SILVA, 2003) de elevada e moderada permeabilidade, na porção mais a oeste e basal da ocorrência das rochas do Grupo Bauru na área em estudo, representa a espessura do Aquífero Caiuá. As espessuras máximas destas isólitais indicam camadas aquíferas de até 40 metros, ao longo do eixo do Rio do Peixe, desde a divisa entre Caiabu e Mariápolis até sua foz.

Mendonça e Gutierrez (2000) indicam, com base em estudos históricos realizados pelo DAEE (1976, 1979), vazões que podem chegar a 120 m³/h para poços perfurados no Aquífero Caiuá. São indicadas, por estes autores, transmissividades variando de 100 a 300 m²/dia e vazões específicas entre 1 e 4 m³/h/m.

Os poços explotando água exclusivamente do Aquífero Caiuá possuem os níveis estáticos controlados pelo nível de base por serem seus sedimentos muito permeáveis. Nas cotas mais altas, os poços têm níveis estáticos mais profundos. A localização e os níveis estáticos medidos para os poços cadastrados encontram-se na figura 41.

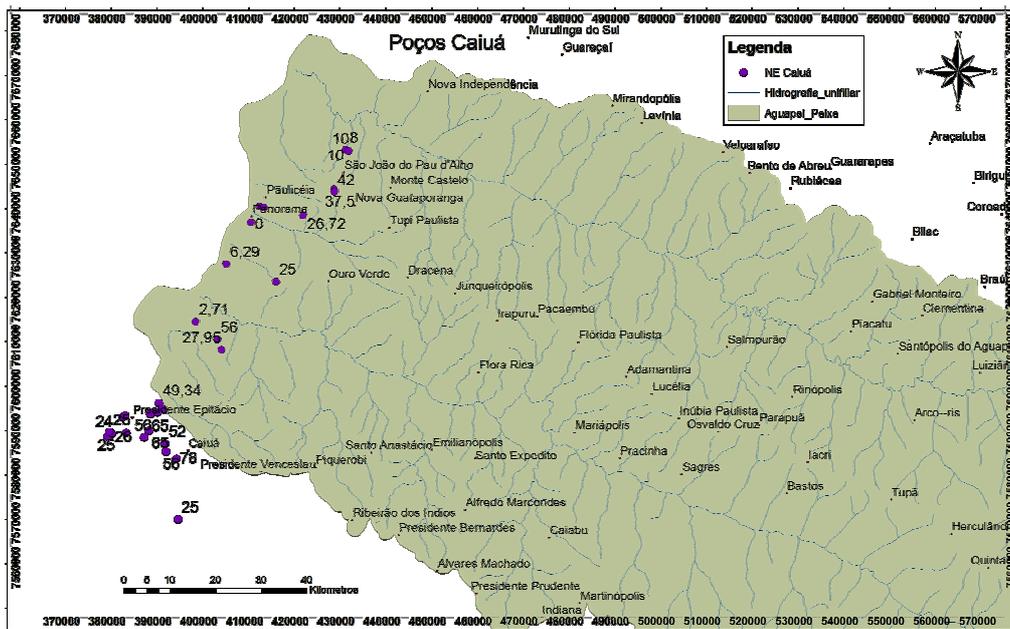


Figura 41 - Poços cadastrados explotando o Aquífero Caiuá

A média das vazões específicas para os poços analisados é de $1,5 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$. Como alguns poço apresentam até $6 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ de vazão específica, fatores relacionados à perdas de carga na construção das obras de captação devem ter influenciado para a média mais baixa.

Este aquífero é o conduto basal das águas subterrâneas do Sistema Aquífero Bauru e geralmente encontra-se sotoposto ao Aquífero Santo Anastácio, raramente aflorando. Seu fluxo regional é de descarga para o Rio Paraná, mas pode contribuir para o escoamento de base de rios que o interceptam como o Rio do Peixe, próximo à sua foz.

Testes realizados por Rosa Filho (1982) em poços perfurados neste aquífero no Estado do Paraná, usando o método de Theis Simplificado, indicam cones de interferência que superam 1000 metros de raio.

Medidas tomadas em Panorama indicam que, quando o poço principal estava em bombeamento, mesmo que por curto período de tempo (2 horas) e com vazões baixas ($7,5 \text{ m}^3/\text{h}$), houve interferência com o poço monitorado, como mostrado na figura 42. Esses poços estão instalados em local onde ocorrem, entre a superfície e profundidades próximas a 60 metros, os arenitos da Formação Santo Anastácio, como pode-se notar da descrição das amostras de calha de poços perfurados na aérea e indicados no Anexo I. A partir destas profundidades até o contato com os basaltos da Formação Serra Geral, ocorrem os arenitos da Formação Caiuá.

Como se pode notar pelas figuras 42, 43 e 44, o poço bombeado, localizado a 8 metros de distância do poço monitorado, possui filtros apenas na porção mais profunda, explotando águas do Aquífero Caiuá, e o piezômetro, poço monitorado com 60 metros de profundidade, possui o último filtro acima do contato entre a Formação Caiuá e a Formação Santo Anastácio.

Evidencia-se, neste local, por conta dos dados obtidos do teste de bombeamento apresentado na figura 42, a interconexão entre os aquíferos.

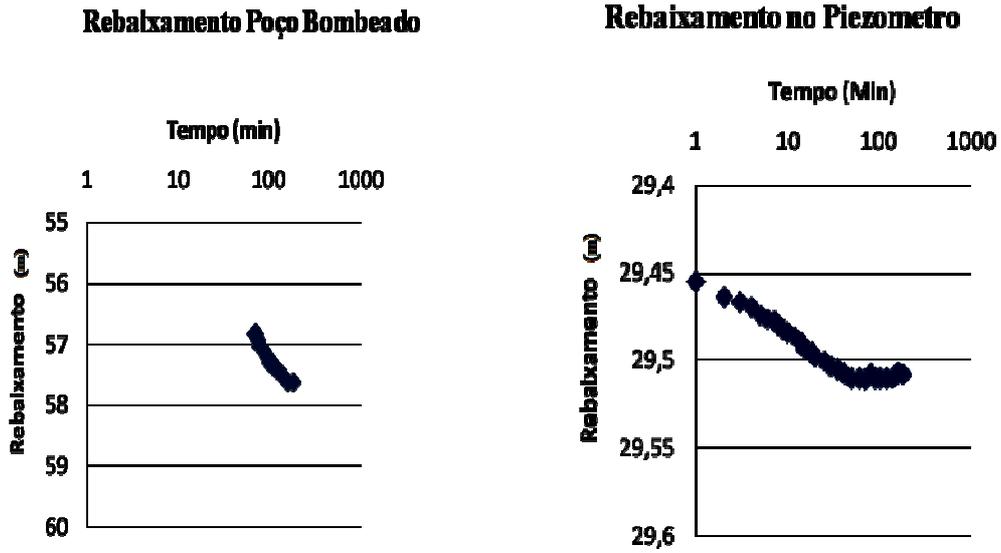


Figura 42 – Rebaixamentos nos poços bombeado e monitorado em Panorama

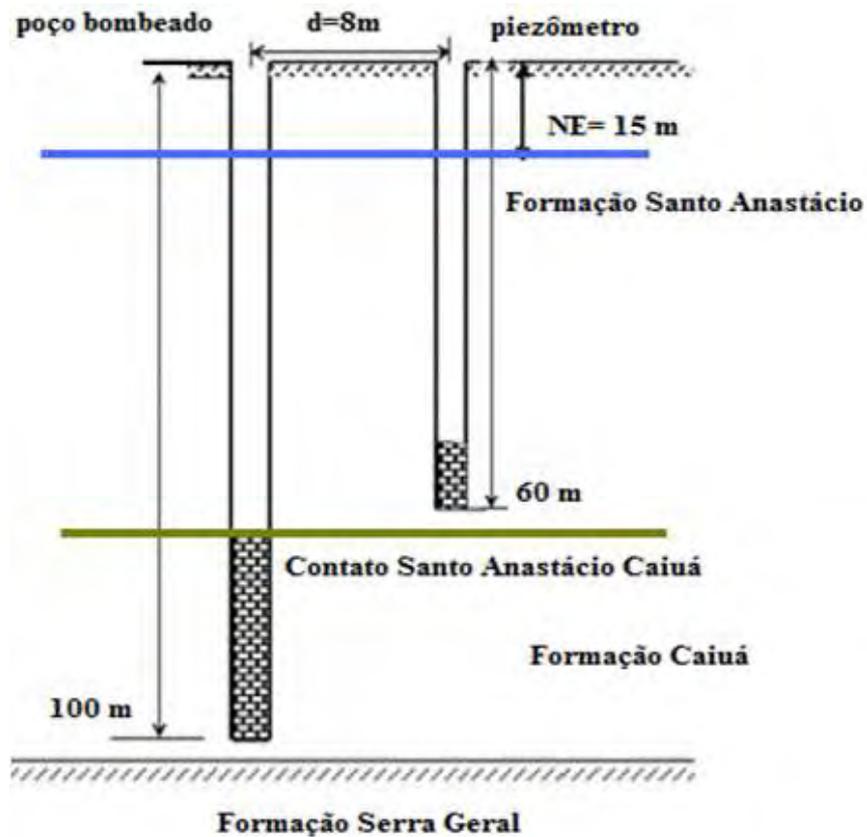


Figura 43 - Posição esquemática dos poços em Panorama



Figura 44 – Distância entre o poço bombeado e o monitorado em Panorama

8.4.2 Aquitardo Pirapozinho

Paula e Silva (2003) considera este pacote de rochas sedimentares de baixa permeabilidade como um aquitardo. Por serem interdigitados com os sedimentos que formam o Aquífero Caiuá, este pacote pelítico reduz a disponibilidade de água do pacote localizado abaixo do Aquífero Santo Anastácio e pode provocar efeitos de confinamento em camadas do Aquífero Caiuá.

Representadas pelas isóliticas de sedimentos impermeáveis, sua expressão máxima na região das bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe, dá-se segundo o eixo SSW/NNE que se estende de Presidente Prudente a Adamantina, passando por Flora Rica e Mariápolis.

Poucas são as informações obtidas deste pacote de sedimentos que impede a infiltração mais profunda das águas subterrâneas, funcionando como base de escoamento destas águas para o fluxo de base dos recursos hídricos superficiais. Mas, pôde-se identificar seu comportamento quando perfilado no município de Martinópolis.

8.4.3 Aquífero Santo Anastácio

Segundo estudos do IPT (1981), observa-se que houve diminuição de energia do ambiente deposicional da base para o topo, atestada tanto pelas estruturas observadas como pela diminuição granulométrica que ocorre rumo ao topo. Tanto as características do ambiente deposicional, quanto as variações nas energias de deposição definiram o caráter aquífero deste pacote rochoso.

O Aquífero Santo Anastácio foi considerado de extensão regional, livre a semi confinado e contínuo (DAEE, 1976, 1979; Paula e Silva, 2003). Possui condições de semiconfinamento nas porções onde está recoberto pelo Aquitardo Araçatuba ou por camadas pelíticas e/ou muito cimentadas, atribuídas ao Aquífero Adamantina.

São atribuídos para esta unidade aquífero, por Mendonça e Gutierrez (2000), valores de vazões variando de 5 a 20 m³/h, transmissividades variando de 20 a 200 m²/dia e vazões específicas entre 0,3 e 1 m³/h/m. Já o cadastro dos poços do DAEE indica vazões superiores a 50 m³/h.

O Aquífero Santo Anastácio possui área de afloramentos (Figura 35), no extremo oeste da área em estudo e ao longo dos vales dos rios Aguapeí (até a região do Salto Botelho onde afloram os basaltos da Formação Serra Geral) e Peixe (na divisa entre os municípios de Presidente Prudente, Alfredo Marcondes e Mariápolis).

Em subsuperfície, conforme Paula e Silva (2003), este aquífero tem maior expressão na UGRH do Rio do Peixe, onde se estende até as regiões que constituem o Alto de Paraguaçu Paulista. O maior potencial hídrico na área em estudos, relacionado às isóclinas de arenito de elevada permeabilidade, ocorre entre as cidades de Florida Paulista e Dracena.

Na cidade de Dracena realizou-se teste de interferência em poços posicionados conforme se vê na figura 45, utilizando-se o Método de Theis Simplificado.



Figura 45 - Posição dos poços medidos em Dracena

Obtiveram-se, por meio desse teste, os rebaixamentos apresentados na figura 46.

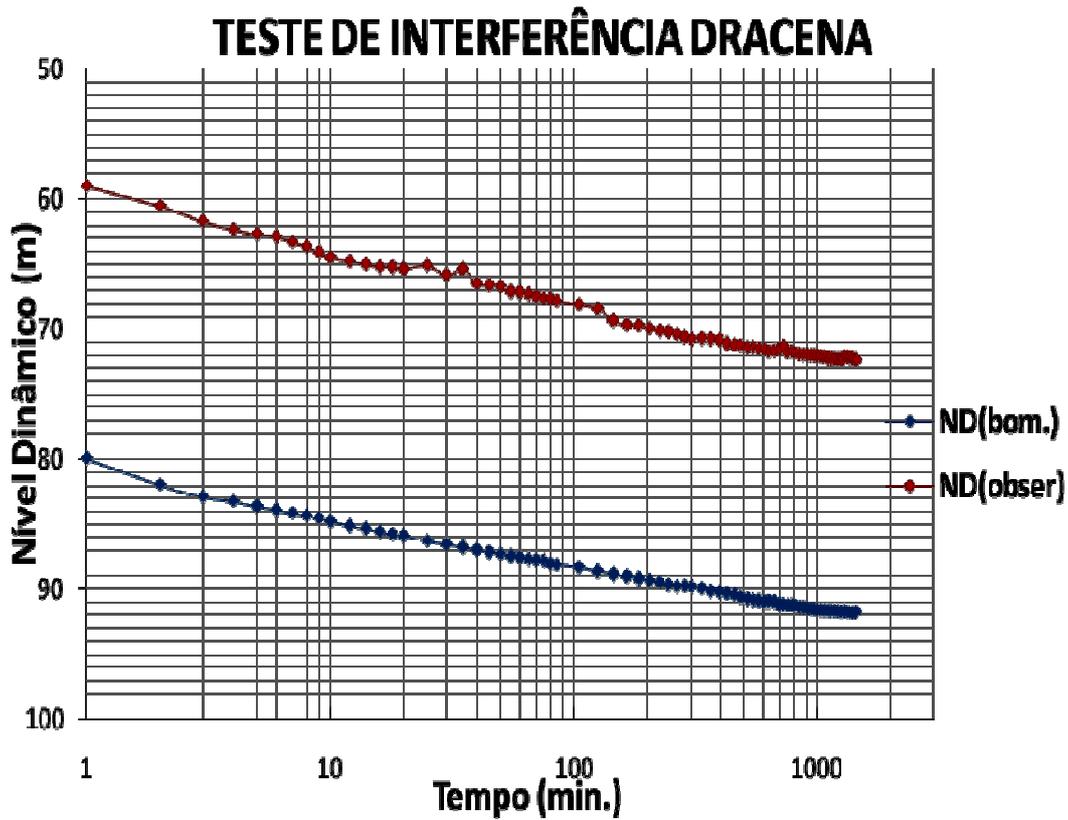


Figura 46 - Rebaixamentos nos poços em Dracena

Os parâmetros obtidos são mostrados na tabela 11.

Tabela 11 - Parâmetros hidrodinâmicos do teste em Dracena

Poço	Prof. (m)	N.E. (m)	T (m ² /dia)	S (m/s)
Rua Irradiação	212	57,10	180	1,62 . 10 ⁻³

Os poços cadastrados que exploram águas deste aquífero, mostrados na figura 47, apresentam o mesmo nível de águas que os poços que captam do aquífero Caiuá quando sobrepostos, mas apresentam níveis mais baixos quando comparados com os poços que captam do Aquífero Adamantina, quando este se sobrepõe ao Aquífero Santo Anastácio.

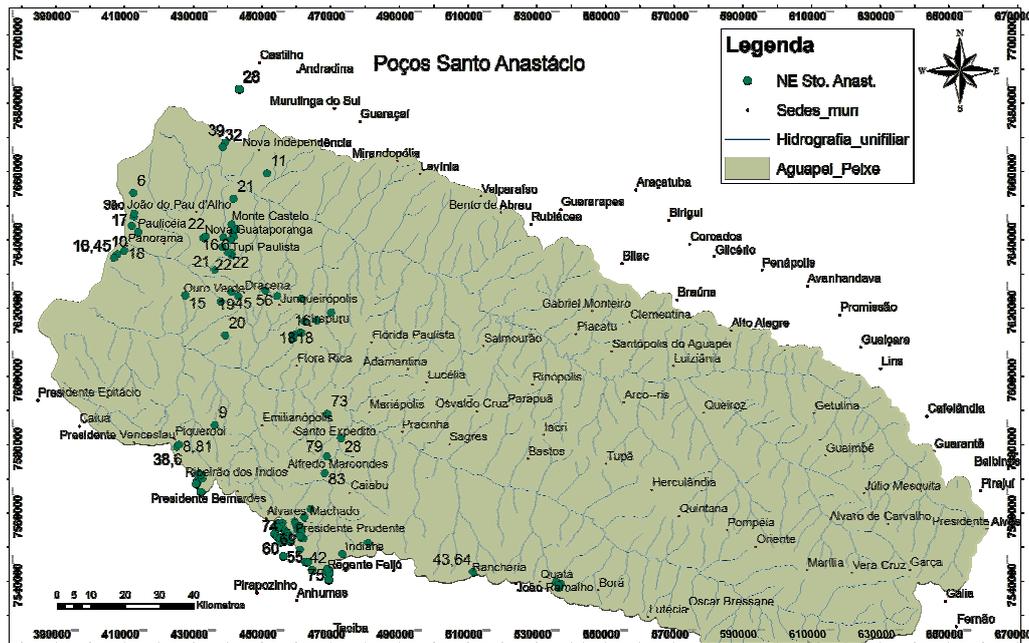


Figura 47 - Poços cadastrados explorando o Aquífero Santo Anastácio

A vazão específica média para os poços perfurados neste aquífero é de 0,9 m³/h/m. Esperava-se que este valor fosse mais próximo do valor de 1,5 m³/h/m obtido para a média do Aquífero Caiuá, mas esta diferença pode estar relacionada a problemas construtivos dos poços que são mais profundos onde o Aquífero Adamantina está sobre o Santo Anastácio.

8.4.4 Aquífero Birigui

Descrito por Paula e Silva (2003) como um aquífero composto por sedimentos psamíticos de granulometria variando de arenitos finos até conglomeráticos, denotando ambiente de sedimentação de elevada energia em ambiente fluvial, este aquífero ocorre apenas em subsuperfície na região centro-norte da área em estudo, dentro do Médio Aguapeí.

Considerado confinado pelo Aquitardo Araçatuba em toda a sua extensão na área em estudos, o Aquífero Birigui é contínuo e heterogêneo (devido às suas variações granulométricas), o que confere caráter anisotrópico aos parâmetros hidrodinâmicos desta unidade hidroestratigráfica.

A execução do poço no Município de Piacatu alcançou 10 metros de espessura de material arenoso (Figura 28) neste pacote aquífero, coincidente com o mapa de isólitais de arenitos de elevada permeabilidade apresentado por Paula e Silva (2003). Nesse trabalho o autor detectou espessura máxima de isólitais para estes sedimentos na região

de Piacatu da ordem de 20 metros, coincidente com o perfil geofísico obtido do poço perfurado que indica 20 m de sedimentos atribuídos à Formação Birigui. A confirmação da presença deste aquífero em áreas mais extensas das bacias dos rios Aguapeí e Peixe representa maior disponibilidade hídrica. Na região de Piacatu, onde a SABESP carece de fontes de abastecimento, a indicação dada pelo poço estratigráfico perfurado propiciou nova alternativa de abastecimento.

O aquífero que ocorre abaixo dos sedimentos pelíticos da Formação Araçatuba possui características de aquífero confinado na área de estudo. Paula e Silva (2003) aponta a possibilidade de uma lente destes sedimentos na região do Alto Aguapeí e Peixe, constituído por material mais grosso, com menor emissão de raios gama, confinado entre a Formação Araçatuba e os basaltos da Formação Serra Geral.

Enquanto na região de Piacatu a unidade apresenta boas características de aquífero, não há indicação de que tenha produtividade acentuada na região de Marília. Sua recarga deve ocorrer de forma lenta e sua exploração deverá provocar a exaustão de suas reservas.

8.4.5 Aquitardo Araçatuba

Representado pelos sedimentos finos que compõem a Formação Araçatuba, este aquífero ocorre em toda a porção leste da área estudada, servindo como base para o escoamento das águas das bacias dos rios Aguapeí e Peixe. No leito do Rio do Peixe, aflora até o limite entre os municípios de Borá e Quintana; no Vale do Rio Aguapeí, aflora até os limites entre os municípios de Piacatu e Santópolis do Aguapeí. Controla, com a sua baixa permeabilidade, a infiltração nas bacias. Estas características o fazem um limite impermeável (barreira hidráulica negativa) que isola as unidades hidroestratigráficas subjacentes.

A máxima espessura dos sedimentos finos deste aquífero, na área em estudos, ocorre na área da depressão do substrato basáltico de Queiroz (PAULA E SILVA, 2003), entre os municípios de Marília, Getulina e Guaiambé.

8.4.6 Aquífero Adamantina

Como se pode notar pelo mapa geológico da figura 35, a Formação Adamantina é aquela de maior ocorrência em superfície na área em estudos. Só não ocorre onde foi suprimida pela erosão, como nos vales dos rios Paraná, Peixe e Aguapeí, e quando

recoberta pelos arenitos da Formação Marília ou por sedimentos cenozóicos. Em subsuperfície só não ocorre nos vales dos grandes rios.

Este aquífero, formado pela intercalação frequente entre fácies pelíticas e psamíticas, é contínuo e considerado de livre a semiconfinado. De caráter fortemente heterogêneo e anisotrópico, este aquífero, segundo Mendonça e Gutierrez (2000), apresenta vazões variando de 5 a 50 m³/h, vazões específicas entre 0,5 e 3 m³/h/m e transmissividades entre 10 e 100 m²/dia. A figura 48 apresenta a localização dos poços perfurados no Aquífero Adamantina e os níveis estáticos medidos. A média das vazões específicas obtida dos poços cadastrados é de 0,33 m³/h/m, significativamente mais baixa que aquelas dos Aquíferos Caiuá e Santo Anastácio. Em áreas de produção anômalas, como as que ocorrem nos eixos Júlio Mesquita/ Guaimbe/ Getulina e Herculândia /Tupã, as vazões específicas são mais altas.

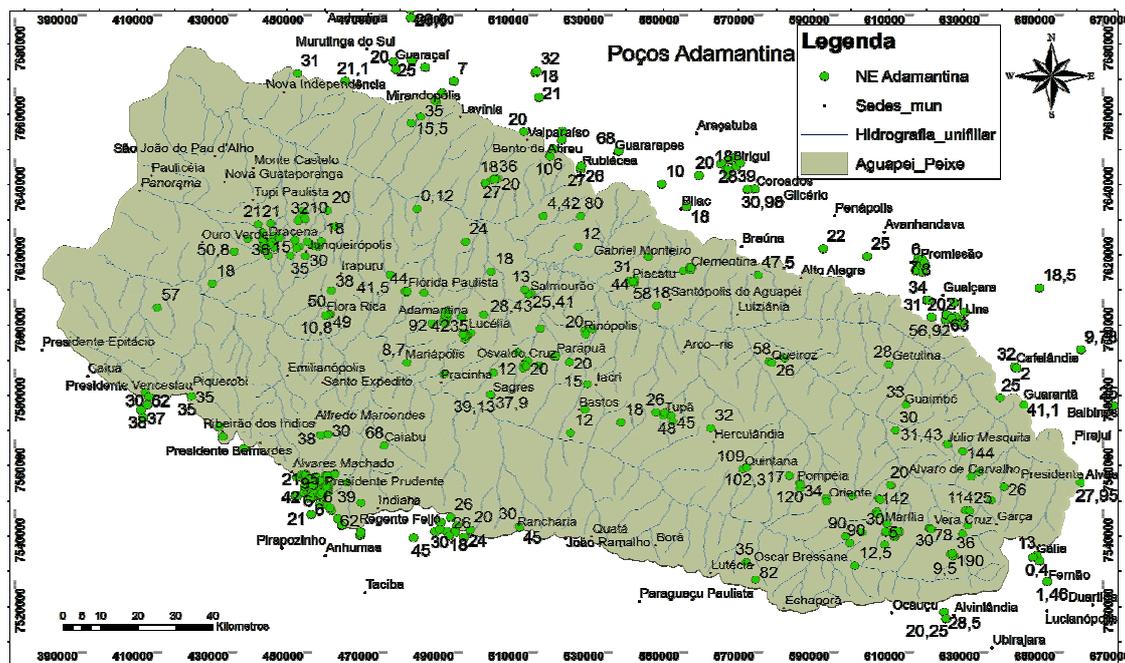


Figura 48 - Poços cadastrados explorando o Aquífero Adamantina

As maiores espessuras deste aquífero na área em estudos ocorrem junto à depressão de Queiroz, justamente onde possui as maiores espessuras de arenitos de elevada e moderada permeabilidade. Tais dados coincidem com os melhores valores apresentados para suas características hidrodinâmicas entre os municípios de Getulina e Guaimbê. Também entre Herculândia e Tupã apresenta características hidrodinâmicas

bastante favoráveis, com vazões atingindo o máximo apontado por Mendonça e Gutierrez (2000).

Como estas áreas apresentam características hidráulicas favoráveis, com maiores produções de água com menores rebaixamentos, portanto com cones de interferência de maior diâmetro em superfície, a interferência entre poços provocada por sua exploração é significativa. Foram realizados monitoramentos em Herculândia com acompanhamento de três pontos.

Os piezômetros monitoram poços de abastecimento público, com características construtivas muito semelhantes (Profundidade de 100 metros e diâmetro útil de seis polegadas) . O P1 monitora o poço da Caixa D'Água, instalado a 20 metros dele, que capta $36 \text{ m}^3/\text{h}$, tendo em repouso o NE = 27 m. O P2 monitora o Poço do Laticínio, instalado a 16 metros dele, com produção de $26 \text{ m}^3/\text{h}$ e NE= 24 m. O P3 monitora o poço do Conjunto Habitacional, localizado a 8 metros, com vazão de $30 \text{ m}^3/\text{h}$, e NE= 27 m. Os períodos de funcionamento estão condicionados pelo preço da energia no horário de pico e não passam de 12 horas por dia. São instalados em região muito plana com as cotas de boca muito próximas (P1 e P3 cota 519 m e P2 cota 515 m). Os níveis estáticos medidos nos piezômetros eram iguais aos dos poços de abastecimento.

Todos os piezômetros apresentaram variações sensíveis no nível de água quando os poços monitorados estavam em operação, como mostrado na figura 49. Os níveis medidos e mostrados na figura foram obtidos nos piezômetros, em momentos em que os poços de abastecimento estavam ligados a mais de 6 horas.

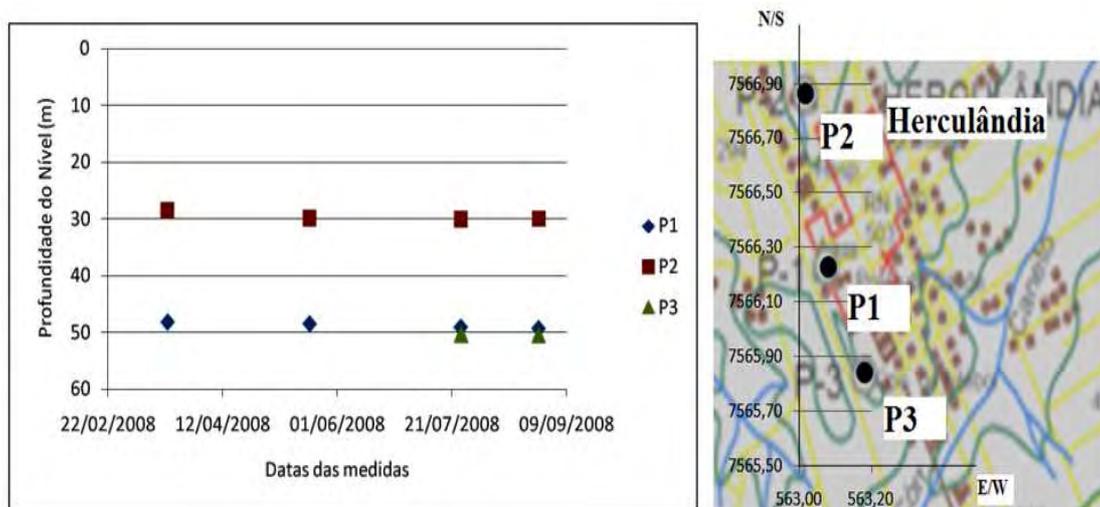


Figura 49– Localização dos poços de Herculândia e os níveis registrados nos piezômetros

8.4.7 Aquífero Marília

Nas bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe a Formação Marília mantém os relevos mais elevados, cujo alto topográfico no Município de Garça divide as bacias hidrográficas dos rios Aguapeí, Peixe e Batalha (Bacia do Tietê Batalha) e do Rio Antas (Bacia do Médio Paranapanema). Sua espessura varia muito pouco por tratar-se de um arenito muito cimentado, cuja erosão estabelece platôs separados por escarpas íngremes. Aflora nas porções das nascentes dos rios Aguapeí e Peixe, no extremo leste da área em estudo. Sua ocorrência é evidenciada pelas escarpas que sustenta, formando o Planalto de Marília. Apesar de formado por arenitos de grossos a conglomeráticos, com grãos angulosos, o Aquífero Marília possui características hidrodinâmicas bastante desfavoráveis se comparadas às unidades aquíferas subjacentes, devido à forte cimentação por carbonatos tipo caliche, que tornou seus sedimentos impermeáveis. São pacotes de estrutura maciça, bastante homogênea, predominantemente arenosa, de granulometria fina a grossa, com pouca argila.

Segundo Mendonça e Gutierrez (2000), suas vazões específicas variam de 0,1 a 1 m³/h/m e as transmissividades variam de 10 a 50 m²/dia.

O aquífero tem extensão regional, é livre a semiconfinado e contínuo. Frequentemente, nesta sucessão há formação de aquíferos suspensos nas zonas de alteração superficiais da unidade, devido à presença de estratos subjacentes, relativamente impermeáveis, isolando o corpo aquoso principal (PAULA e SILVA, 2003).

8.4.7.1 - Solos de alteração da Formação Marília e seu comportamento aquífero.

Muitas vezes as rochas da Formação Marília comportam-se como um aquífugo.

Por ser um arenito muito cimentado, resistente e pouquíssimo permeável, estas rochas possuem pouca permeabilidade e transmissividade, estando a produção mais importante condicionada às suas zonas intemperizadas. Estas são caracterizadas por um solo arenoso, com espessuras que podem atingir mais de 30 metros. Tais camadas são geralmente isoladas, quando da perfuração de poços, por tubos de proteção sanitária para impedir a contaminação pelas águas superficiais. Tal é o caso da maioria dos poços que captam água do Aquífero Adamantina no Planalto de Marília, com projetos realizados pelo DAEE.

A figura 50 mostra o poço perfurado pelo DAEE para a prefeitura Municipal de Marília, para abastecimento público, localizado no Bairro Jardim Marajó (Coord. UTM 7539,55 NS e 611,65 EW, MC 51). Tal poço teve toda a porção alterada da Formação Marília revestida com tubos selantes (30 metros) e, como havia indicações de camadas mais arenosas entre os arenitos típicos da Formação Marília, optou-se por instalar filtros entre as profundidades de 65,63 m e 77,52 m.

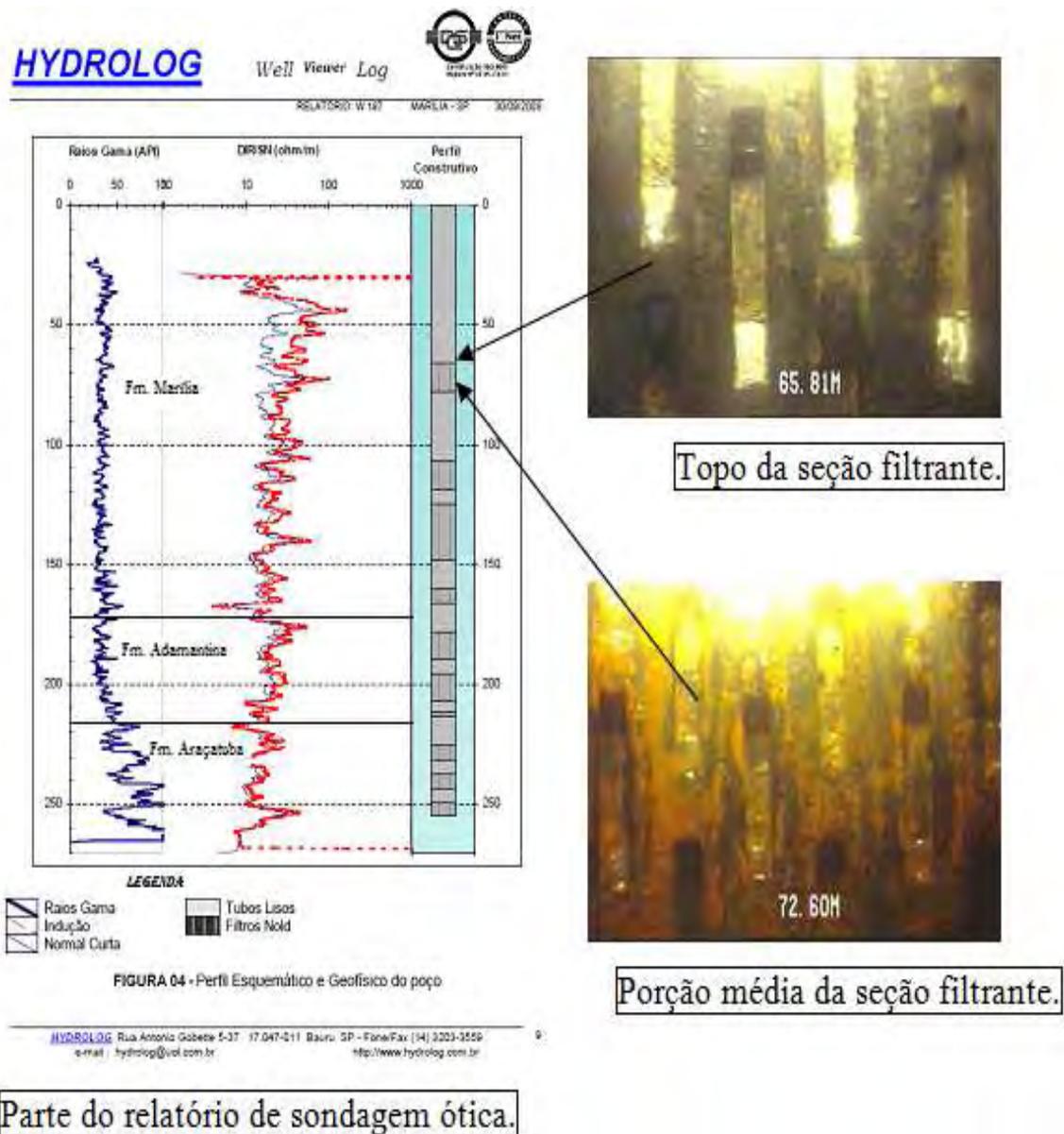


Figura 50 – Perfil da coluna de produção do poço Jardim Marajó - Marília

Fotogramas obtidos destas seções mostram que os filtros instalados nas profundidades de ocorrência das rochas da Formação Marília apresentam-se secos. Mostram também que o nível estático do poço está bem abaixo desta profundidade, o

que indica que a Formação Adamantina está controlando os níveis regionais, mas indica também que não há quaisquer entradas de água nesta seção. Todos os outros poços perfurados que têm isolada a porção alterada da Formação Marília, tendo filtros apenas nos arenitos não alterados, não mostram evidência (ruídos de queda de água) de produção nesta zona.

Conclui-se que a presença de água no Aquífero Marília restringe-se às suas porções alteradas e a camadas isoladas de arenitos que se comportariam como aquíferos suspensos, com recargas muito lentas ou condicionadas à presença e interconexão de eventuais descontinuidades nessas rochas.

As baixas profundidades verificadas nos níveis estáticos dos poços captando água deste aquífero, como mostrado na figura 51, parecem corroborar a idéia de que o Aquífero Marília é produtivo apenas na região de alteração de suas rochas, onde se formam os solos de alteração, com no máximo 40 metros de espessura.

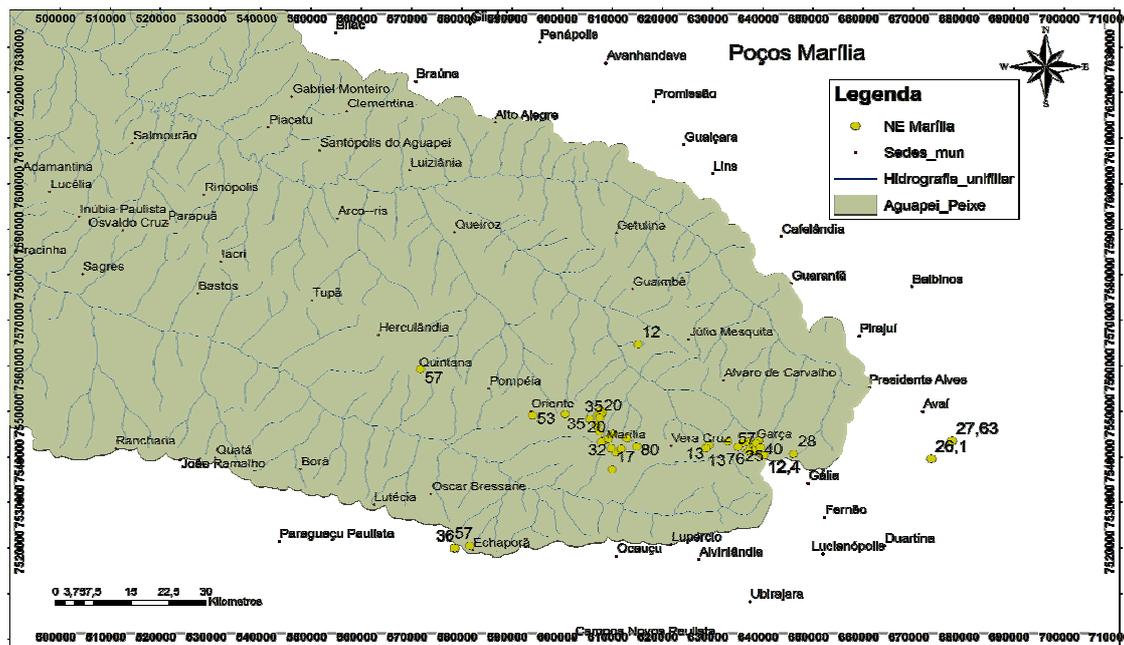


Figura 51 - Poços cadastrados explotando o Aquífero Marília

9. RESERVAS HÍDRICAS SUBTERRÂNEAS

Se para a análise das disponibilidades hídricas superficiais apenas séries históricas de medidas de vazões de rios são suficientes, considerando-se para cada região qual o volume poderia ser outorgado em função destas vazões históricas, no caso das águas subterrâneas o maior problema é definir quais são os volumes armazenados nos aquíferos.

Para Costa (2000 in FEITOSA E MANOEL FILHO 2000), a questão de reservas é conceitual e está vinculada à potencialidade e à disponibilidade. O autor indica quatro tipos de reservas, abaixo delineadas.

- a) Reservas Reguladoras ou Renováveis: são as águas da variação do lençol freático durante um ciclo hidrológico. Estão submetidas a uma variação inter-anual das chuvas e seu cálculo pode ser feito com base na observação da oscilação do nível freático ao longo de um ano. A variação do nível de água nos poços ao longo de um ano, multiplicado pelo valor da porosidade efetiva do aquífero e pela sua área de ocorrência (A , em m^2) define a reserva renovável (m^3/ano).
- b) Reservas Permanentes: são constituídas pelos volumes armazenados que não variam durante o ano; estão situadas abaixo do intervalo de variação dos níveis sazonais. Para os aquíferos intergranulares não confinados, a reserva permanente é igual ao volume de saturação.
- c) Reservas naturais ou Totais: são todas as águas acumuladas em um aquífero.
- d) Reservas Explotáveis: constituídas pelo volume total de água que pode ser explotado mantendo a sustentabilidade do sistema, sem causar rebaixamentos irreversíveis. Este conceito de reserva corresponde ao conceito de “safe yield”,

usado pela primeira vez por Lee (1915, apud FETTER, 2001), adotada pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (REILLY et al., 2008).

O que se pretende explorar de um aquífero é uma decisão política e uma vez que as necessidades de água variam grandemente, a decisão pode ser de depletá-lo totalmente.

A sustentabilidade de um aquífero passa, principalmente, pela possibilidade da quebra do equilíbrio deste aquífero, causada por rebaixamentos, redução nos volumes de escoamento dos rios, extinção de nascentes, perda de ambientes riparianos e pantanosos, subsidência, intrusão de cunhas salinas e variação na qualidade das águas subterrâneas (ALLEY et al. , 1999).

Um aquífero em equilíbrio é aquele em que as quantidades de água que entram e saem são constantes a ponto de se estabelecer um balanço de massas. Este equilíbrio, no entanto, não é uma condição fixa. Ele pode mudar mesmo quando o aquífero está em estado natural, ou seja, quando não há bombeamentos, por exemplo, em função dos regimes de chuvas que se verificam. Neste estágio, segundo Alley et al. (1999), a taxa média de recarga é igual à taxa média de descarga, não havendo variação no armazenamento (Figura 52).

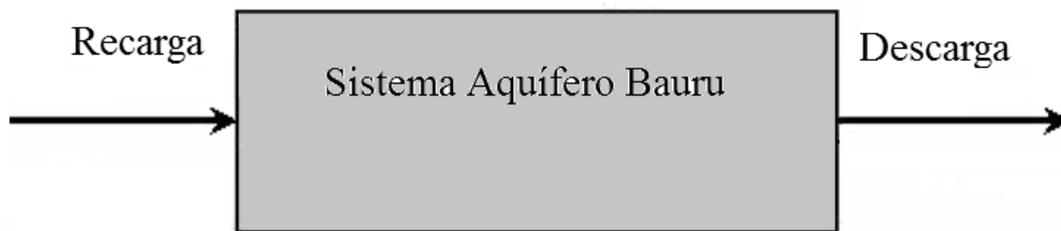


Figura 52 - Aquífero em equilíbrio (ALLEY et al. 1999)

No entanto, quando se introduz ao sistema exploração de água o equilíbrio muda muito. O desequilíbrio determinado pelo bombeamento introduz o conceito de superexploração, em que os volumes iniciais armazenados no aquífero são diminuídos (ALLEY et al., 1999) (Figura 53).

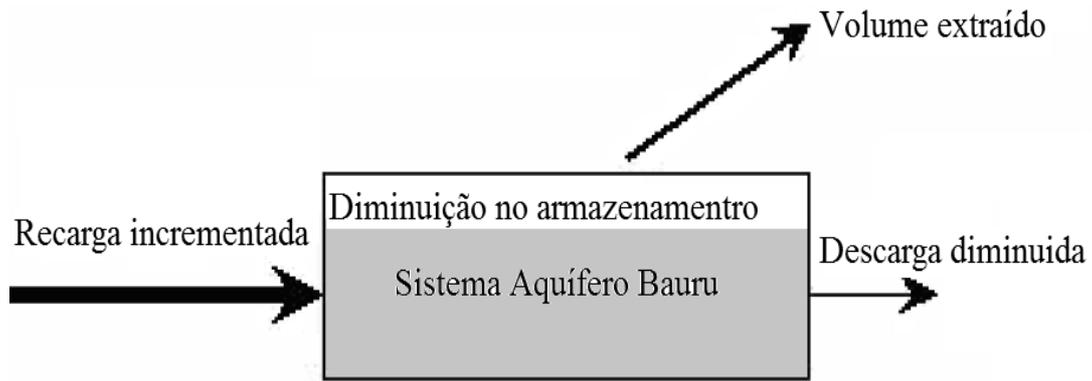


Figura 53 - Aquífero em desequilíbrio (ALLEY et al. 1999)

Para definir um volume sustentável de água passível de ser removido do aquífero, sem causar depleção nas reservas permanentes, Lee (1915, apud FETTER, 2000) usou o termo “safe yield”. Costa (2000) define esta quantidade como Reserva Reguladora.

Segundo esta concepção, os bombeamentos dentro de uma bacia hidrográfica não devem superar a recarga dos aquíferos bombeados.

Bredehoeft (2002) menciona essa concepção como o “mito do balanço hídrico”, considerando-o inadequado para a gestão dos recursos hídricos subterrâneos, pois, respondendo às pressões de exploração, um aquífero reage, alterando os regimes de fluxo e compensando os bombeamentos com uma maior capacidade de recarga. Para este autor, não existe base para supor que apenas as taxas de recarga sejam suficientes para determinar a sustentabilidade do aquífero. A captura, que é um processo dinâmico que ocorre em um aquífero, é a entidade que determina como o sistema bombeado alcança um novo equilíbrio.

Reilly et al. (2008) definem dois momentos na resposta de um aquífero frente ao bombeamento (Figura 54): no primeiro, ao início do bombeamento, 100 % da água vem do armazenamento e, no segundo, com o tempo do bombeamento aumentando, a fonte de água passa a ser também das correntes e reservatórios próximos.

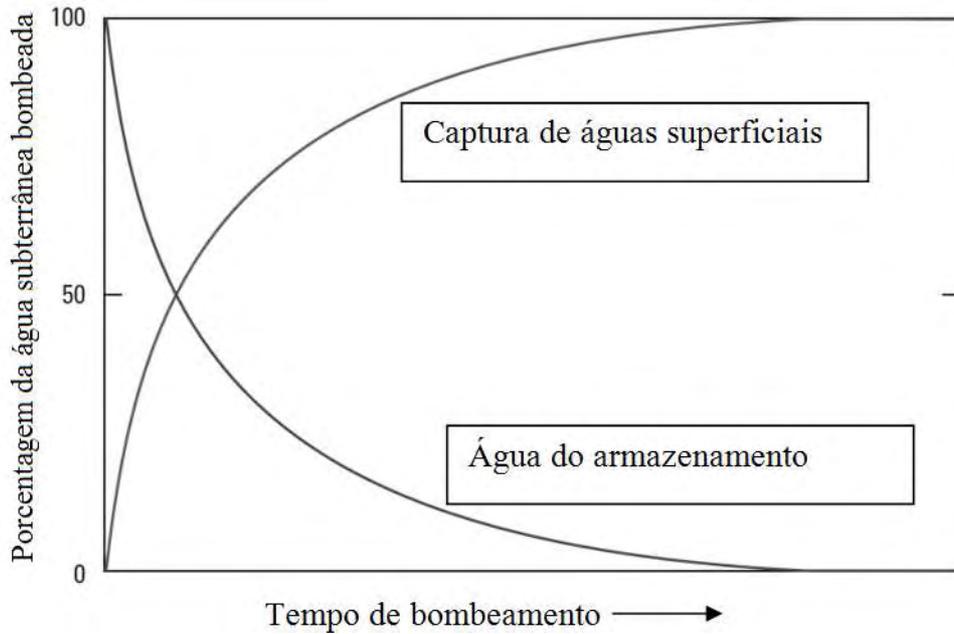


Figura 54 - Relação entre fonte de água e tempo de bombeamento de um poço (ALLEY et al. 1999)

Reilly et al. (2008) indicam que toda água removida por poços é balanceada por perdas de água em algum lugar e que para grandes sistemas aquíferos os extensos caminhos dos fluxos e longos tempos de transito da água podem ter interferência em sua sustentabilidade.

9.1. Reservas Reguladoras ou Renováveis no Sistema Aquífero Bauru

Vários poços piezométricos foram instalados nas bacias dos rios Aguapeí e Peixe para acompanhamento dos níveis das águas subterrâneas e análise das reservas reguladoras nas porções mais à montante nessas bacias.

As figuras 55 e 56 mostram a localização dos poços de monitoramento e a variação dos níveis na Bacia do Arrependido. Nesse local, a variação dos níveis do lençol freático, em períodos de chuvas normais entre os anos de 2005 e 2009, raramente superou 1 metro.

Variações mais acentuadas são verificadas entre julho de 2009 e março de 2010, quando ocorreram grandes volumes de chuvas.

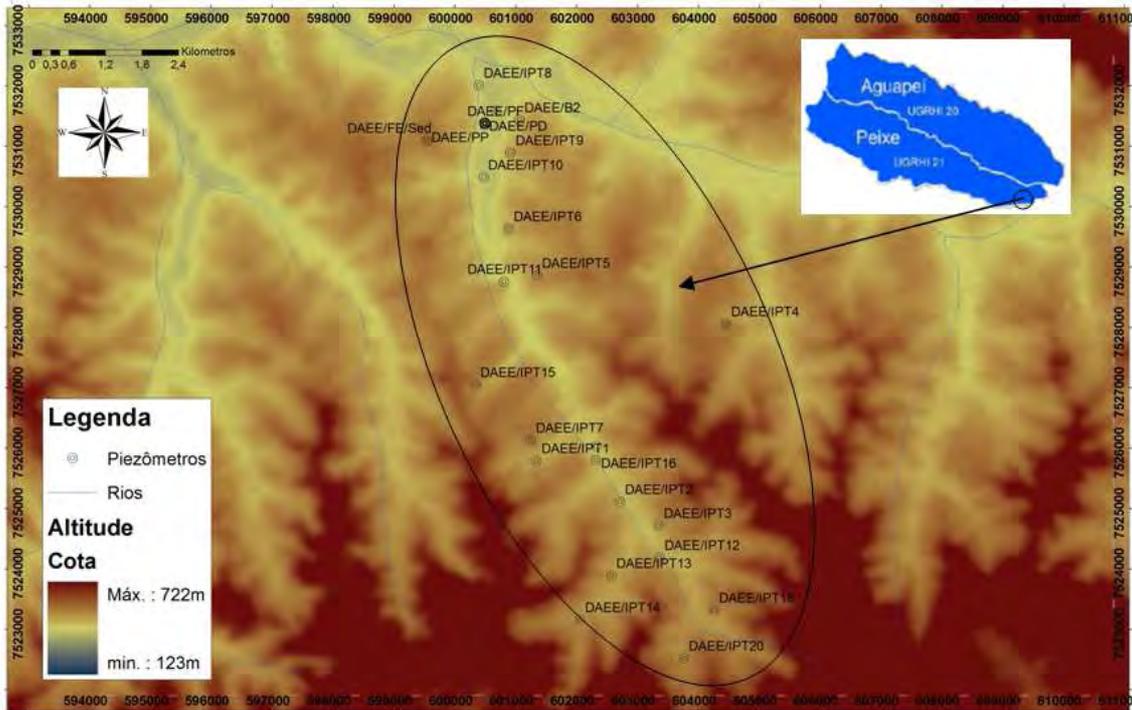


Figura 55 – Poços de monitoramento no Córrego do Arrependido

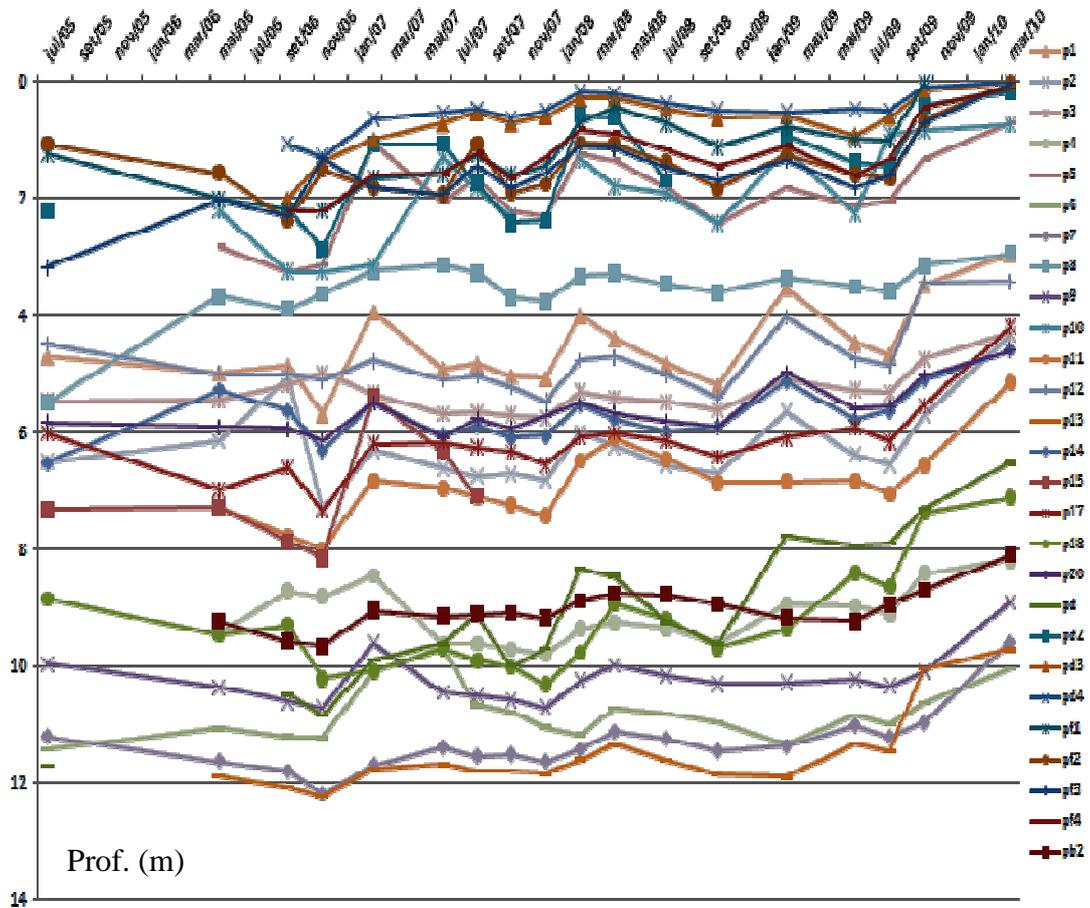


Figura 56 - Variação do nível de água nos poços da Bacia do Arrependido

Nesta bacia hidrográfica também está localizado o fluviômetro tipo calha do Posto 7d004. Sua localização na Fazenda São Fernando permite controlar as vazões do Arrependido em uma área livre de interferências.

Os poços rasos, com profundidade variando de 2 a 12 metros, reagem com elevação dos níveis freáticos quase imediatamente após os períodos chuvosos. Assim que as chuvas iniciam-se, o atraso na resposta é de apenas alguns dias. Terminado o período de chuvas, também mediante pequeno atraso, começam os rebaixamentos dos níveis do lençol freático, como se pode notar na figura 56.

Mesmo poços instalados em cotas mais elevadas apresentam variações de nível com mais de 1 metro apenas após as intensas chuvas que foram registradas entre julho de 2009 e fevereiro de 2010, como se pode verificar pela figura 57. Exemplos são os poços que monitoram o Aquífero Marília na ETA de Garça e na sede do DAEE em Marília, e o poço da Fazenda Santa Emília, na Bacia do Arrependido, que monitora o Aquífero Adamantina.

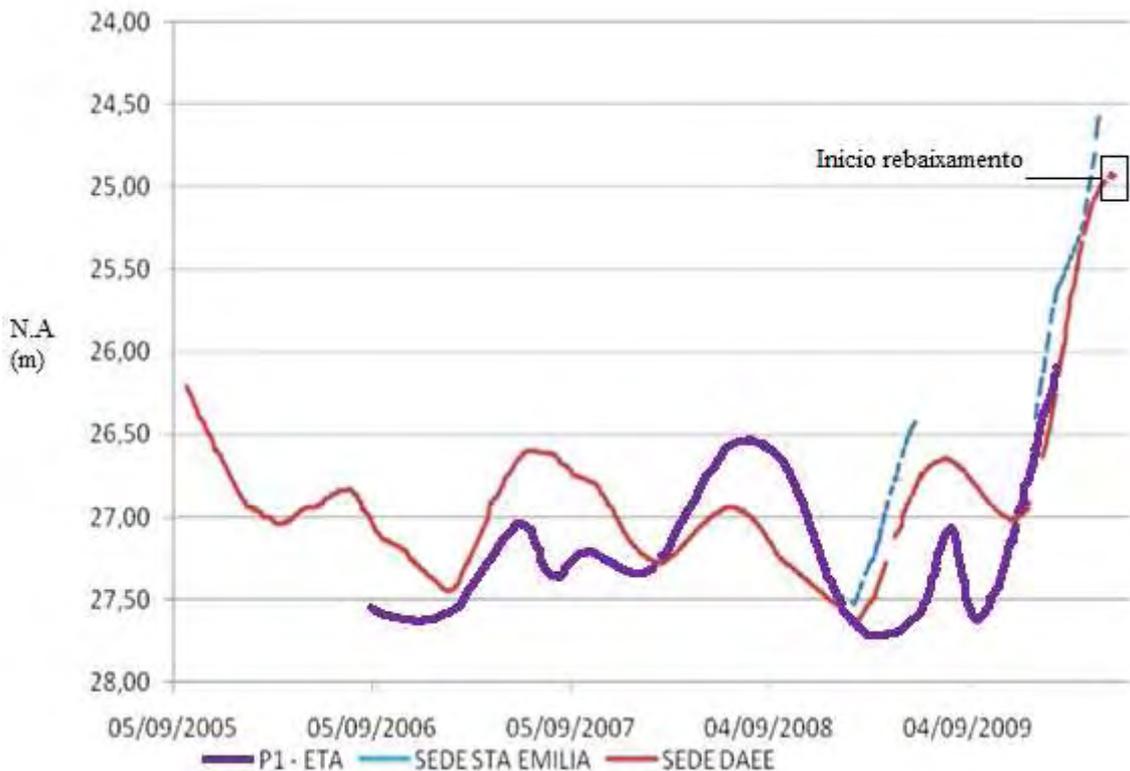


Figura 57 - Variação dos níveis nos poços mais profundos no Alto Aguapeí e Peixe

Notável é o atraso na resposta da variação em relação ao tempo da chuva registrada nestes poços, cujas profundidades são maiores que os piezômetros do ribeirão

do Arrependido. Na figura 58 verifica-se que os níveis mais altos do lençol acontecem quando as chuvas (registradas pelo CIIAGRO) são menos intensas, ou seja, no inverno.

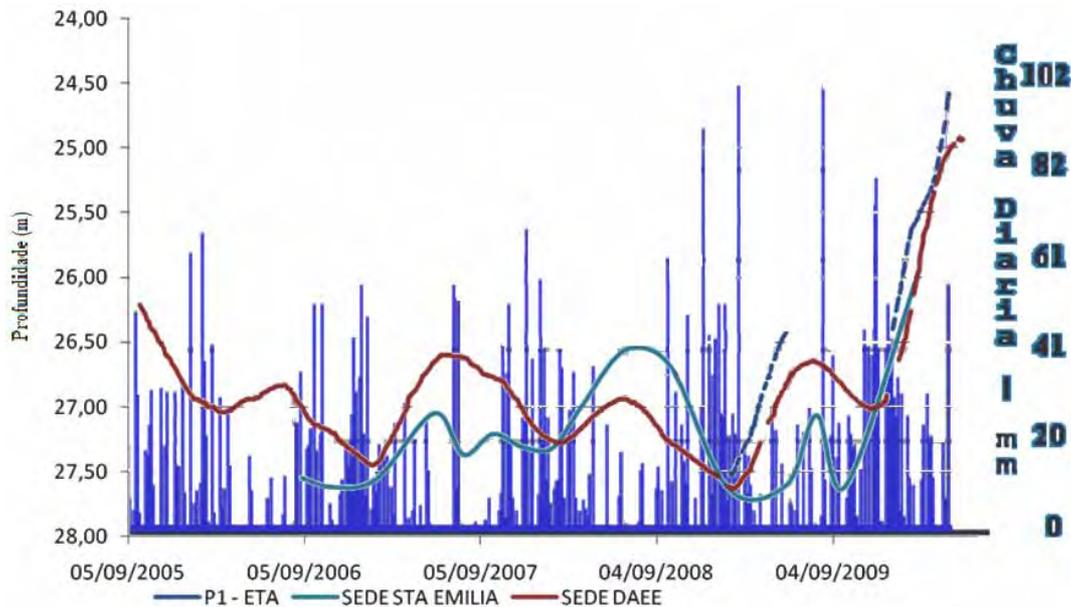


Figura 58 – Variação dos níveis de águas subterrâneas em relação às chuvas

Enquanto os gráficos de chuvas registram máxima intensidade de chuvas entre os períodos de novembro e fevereiro, os níveis registrados nos poços estão nos seus pontos mais baixos, começando a se recuperar apenas em meados de janeiro. Ou seja, um atraso de mais de dois meses.

E notável a existência de um evento chuvoso, anômalo para a época, em julho de 2007, com chuvas tanto em Marília quanto em Garça superiores a 60 mm diários durante dois ou três dias. As respostas verificadas nos poços da Fazenda Santa Emília e do DAEE foram registradas entre os meses de outubro e novembro.

Este “delay” é função da profundidade do lençol freático. Em poços onde o nível é mais raso, a resposta às chuvas e períodos de estiagem é mais rápida. Em Garça, para poços muito próximos, como são os poços do SAAE e do Lago, mas com níveis de água em várias profundidades, fica evidenciado este atraso para poços mais profundos (Figura 59).

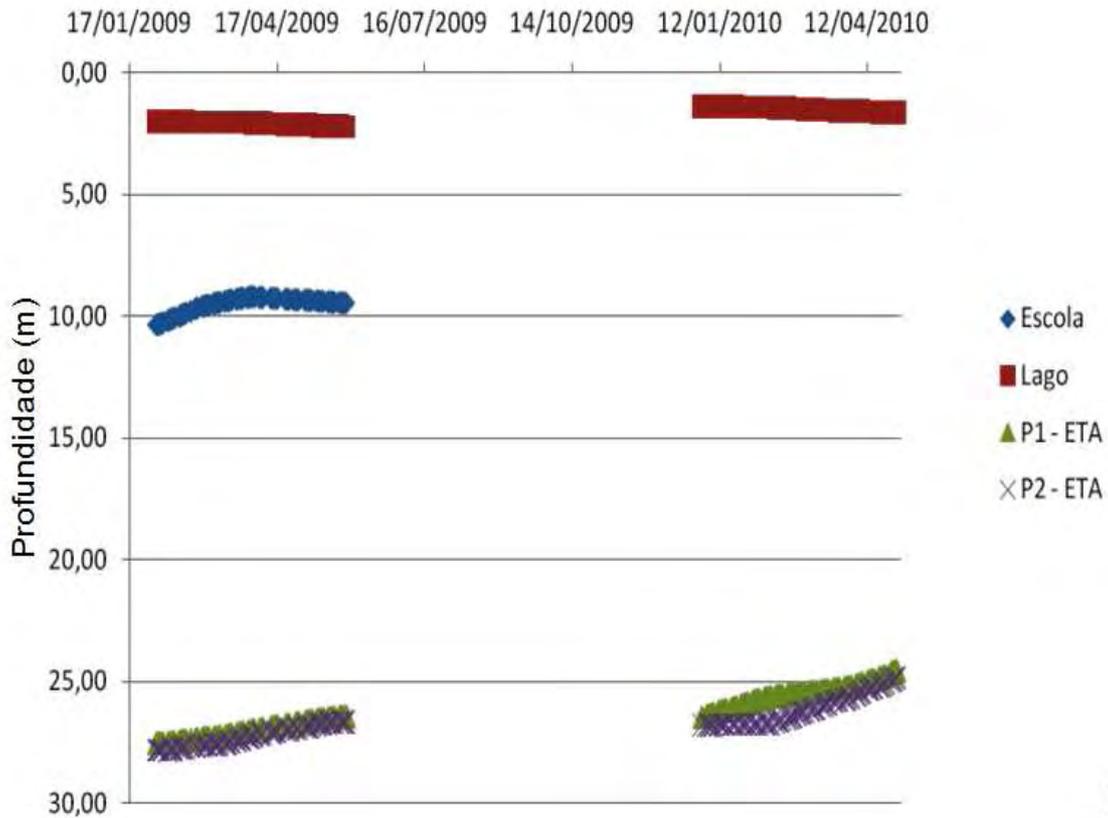


Figura 59 - Variação do nível de água nos piezômetros de Garça

Com as chuvas ocorridas entre 2009 e 2010 teve-se um aumento significativo da recarga. Rapidamente, no entanto, os níveis voltaram a rebaixar depois de cessada a recarga, como mostrado no trecho final da curva de variação do nível do poço da SEDE do DAEE, indicado na figura 57 como “Início do rebaixamento”. Isto provavelmente por conta dos altos gradientes que se formaram, facilitando o escoamento subterrâneo, e pode ser um indício de que esta porção monitorada do aquífero apresente características favoráveis a recargas artificiais, quando necessárias.

Considerando-se que as variações registradas nos poços de Marília e Garça são as variações sazonais do Aquífero Marília, podem-se estimar, a partir dos dados obtidos, as reservas reguladoras para este aquífero. Para tanto, adotou-se a metodologia apresentada por Costa (2000), onde:

$$VEN. = A\Delta h\eta_e$$

sendo VEN= Vazão de Escoamento Natural, A= área de ocorrência do aquífero, Δh a variação do nível de água.

Como a área de ocorrência do Aquífero Marília é de aproximadamente 1649 km² para as bacias do Aguapeí e Peixe, o $\Delta h=1,0$ metro como média para os anos medidos e

adotando-se porosidade efetiva de 15% (0,15), conforme sugerido por Freeze e Cherry (1979), tem-se que a reserva reguladora para o Aquífero Marília nas bacias dos rios Aguapeí e Peixe é de 0,248 km³.

Como o condicionante desta reserva reguladora é o solo superficial e considerando-se que os solos originados pelo intemperismo das rochas das formações que compõem o Grupo Bauru são muito semelhantes em toda a área das bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe, pode-se adotar os parâmetros de Δh observado no Alto Rio do Peixe e os valores de porosidade efetiva sugeridos por Freeze e Cherry (1979) para calcular a reserva reguladora para estas bacias. Como a área total avaliada é de 24.800 km², obtém-se o volume de reserva reguladora de 3,72 km³.

Na área em estudo chove em média 1200 mm por ano; com os cálculos baseados em Meyboom (1961), que considera que 8% da chuva recarrega o aquífero, obtém-se o volume de 2,48 km³. Ou seja, se considerados estes cálculos, há uma disponibilidade que varia de 2,48.10⁹ a 3,72.10⁹ m³ no ano. Na pior hipótese 287.037 m³/h.

Estes números fornecem uma ordem de grandeza da reserva reguladora da área estudada.

A vazão superficial mínima, passível de outorga ($Q_{7.10}$) somada para as bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe, segundo São Paulo (2006), é de 57 m³/s, ou 205.000 m³/h.

9.2. Reservas Permanentes para o Sistema Aquífero Bauru nas Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe

A reserva permanente de um aquífero é dada por toda a água acumulada, que não varia em função das precipitações anuais. Esta reserva é obtida multiplicando-se a área de ocorrência do aquífero pela espessura saturada deste aquífero e pela sua porosidade efetiva, e considerando-se que o Sistema Aquífero Bauru é composto por várias unidades, para o cálculo desta reserva deve-se somar as reservas permanentes de cada unidade que o compõe. Estes números são aproximados, mas indicam as reservas de água do SAB nas bacias dos rios Aguapeí e Peixe.

O Aquífero Caiúá / Santo Anastácio, cuja área de ocorrência nas bacias dos rios Aguapeí e Peixe é da ordem de 3.500 Km², espessura média de 80 metros e porosidade efetiva estimada em 10% na região estudada, tem o volume de água disponível em sua reserva permanente é da ordem de 27,5 Km³ de água.

O Aquífero Birigui abrange 1.800 km² da área estudada. Estima-se que tenha espessura média de 30 metros e porosidade efetiva de 5%, portanto acumula como reserva permanente 2,7 km³ de água.

O Aquífero Adamantina tem a maior distribuição na área, com cerca de 19.800 km². Possui, em média, 100 metros de espessura saturada, considerando-se que tenha porosidade efetiva de 5 %, sua reserva permanente é superior a 99 km³.

Para o Aquífero Marília uma nova abordagem é apresentada aqui, com relação ao comportamento de suas rochas como aquífero. Considerando as características de cimentação na faixa de ocorrência de rochas sãs, esta formação comporta-se como um aquífugo, como mostrado no item 8.4.7.1. Apenas as porções alteradas têm comportamento de aquíferos, portanto, a espessura saturada correspondente aos solos de alteração que ocorrem no Planalto de Marília é de 20 metros em média. A área de ocorrência deste aquífero é de aproximadamente 20 km² na área estudada. A reserva permanente de água para esse aquífero é de aproximadamente 6,5 km³.

A soma das reservas permanentes para o Sistema Aquífero Bauru nas bacias dos rios Aguapeí e Peixe é de 135,7 km³. Esse valor é concordante com o apresentado por Paula e Silva et al. (2003).

10. GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

10.1. Outorgas nas Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe

Dentre as várias modalidades de outorgas emitidas pelo DAEE para a área das bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe, serão consideradas aqui apenas aquelas que interferem diretamente no balanço hídrico.

Entre lançamentos e captações de águas subterrâneas e superficiais são mais de 4.000 usos outorgados, distribuídos conforme as figuras 60 e 61.

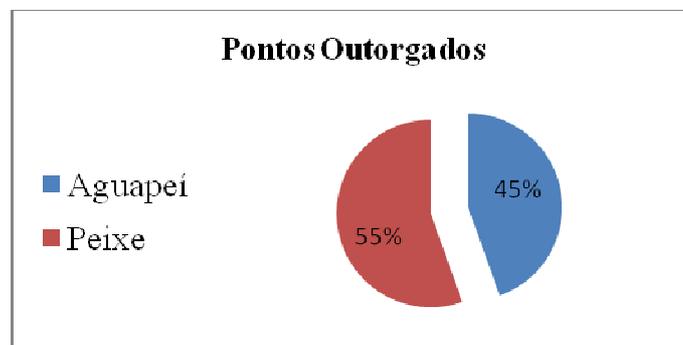


Figura 60 - Distribuição das outorgas nas bacias dos rios Aguapeí e Peixe

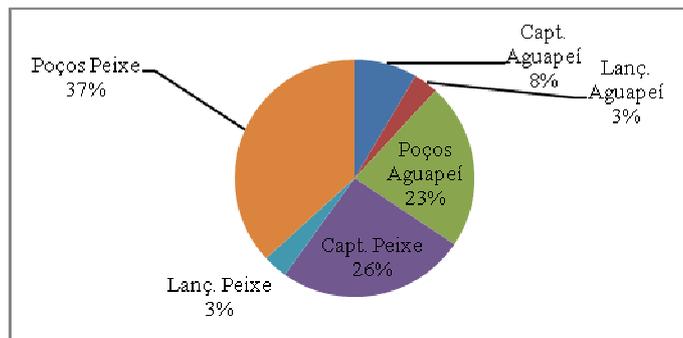


Figura 61 – Tipos de outorgas emitidas nas bacias dos rios Aguapeí e Peixe

As águas subterrâneas são a principal fonte de abastecimento para as mais diversas atividades nas bacias dos rios Aguapeí e Peixe (Figura 62)

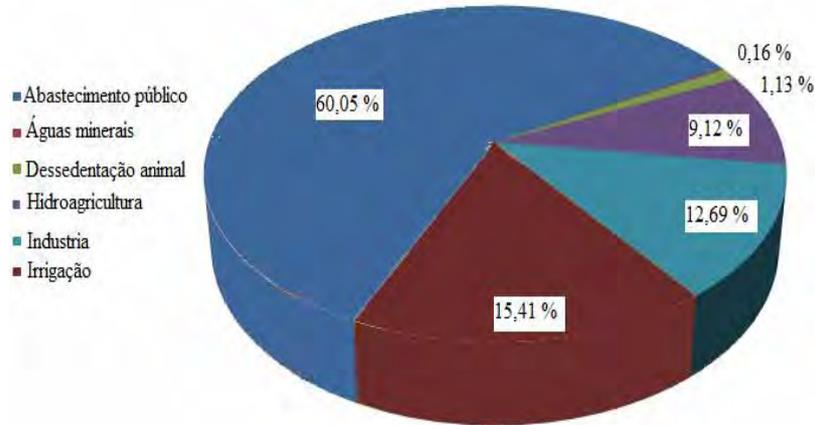


Figura 62 – Usos de águas subterrâneas nas bacias dos rios Aguapeí e Peixe

Apesar do grande número de outorgas emitidas muito usos são clandestinos, principalmente de águas subterrâneas. Em sua maioria os poços para abastecimento público não são outorgados; os principais são mostrados na figura 63. A tabela com todos os poços encontra-se no Anexo I.

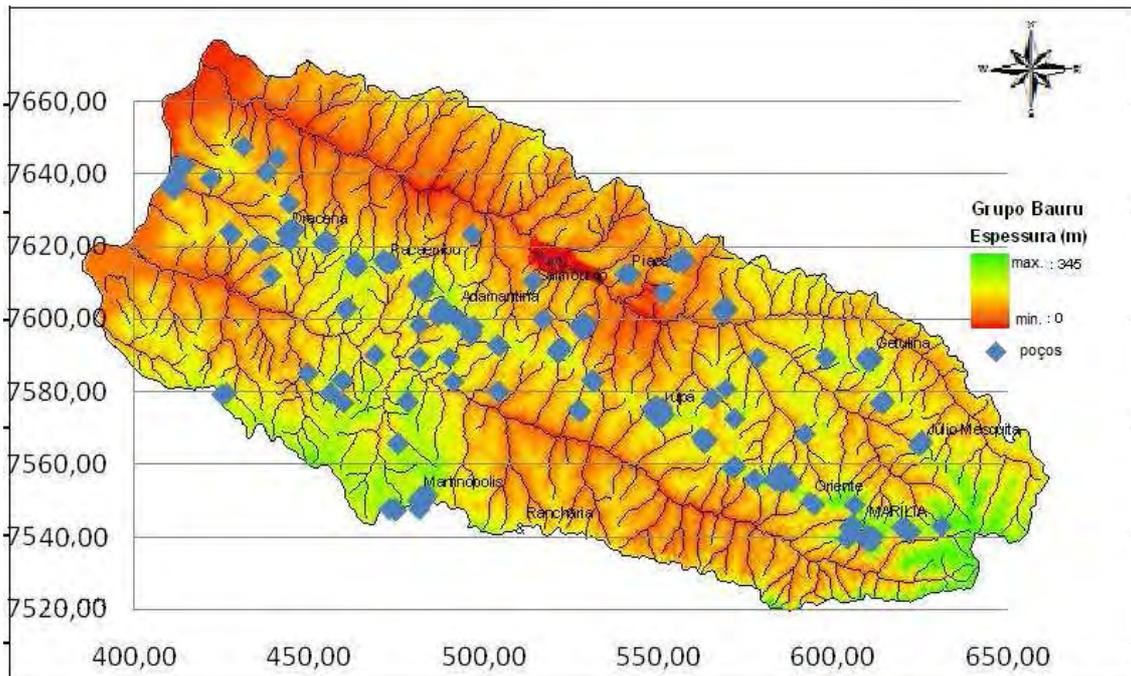


Figura 63 – Poços para abastecimento público sem outorga

Além disso, também não são outorgados os lançamentos públicos, o que torna difícil a definição da disponibilidade hídrica atual. Dados levantados pelo CETEC (1998) indicam haver, por conta dos lançamentos de efluentes dos serviços públicos, saldo hídrico positivo para os rios Aguapeí e Peixe. Por exemplo, a cidade de Marília lança os esgotos de uma população de aproximadamente 60.000 pessoas em afluentes do Rio Aguapeí, sem que seja captada água deste manancial para o seu abastecimento.

E assim ocorre para todos os municípios localizados principalmente no divisor de águas entre as duas bacias que lançam seus efluentes ou na bacia do Peixe ou na bacia do Aguapeí, quando não nas duas. Ressalte-se que, excluindo se os municípios de Garça, Marília e Osvaldo Cruz que possuem captação superficial, todos os outros captam apenas águas subterrâneas e em sua maioria do Sistema Aquífero Bauru.

10.2. A distribuição das Chuvas nas Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe e Outorgas de Captação Superficial

Enquanto nas bacias hidrográficas estudadas a média da precipitação anual varia de leste para oeste, como mostrado no item 4.4, dados obtidos do INFOSECA (2009) indicam que estas variações ocorrem de norte para sul quando são avaliados apenas os períodos chuvosos e secos. Conforme mostrado pelas figuras 64 e 65, enquanto no sul do estado, e também nas bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe as chuvas são mais bem distribuídas durante o ano, na região norte os invernos são mais secos e os verões mais chuvosos, portanto, com concentração de chuvas no verão. Isto certamente interfere nas demandas de água, principalmente nas demandas para irrigação que, ao contrário de outras unidades de gestão no Estado de São Paulo, não é o uso prioritário nas bacias estudadas.

Esta melhor distribuição de chuvas pereniza pequenos reservatórios, diminuindo a demanda de água captada a fio d'água para uso agrícola.

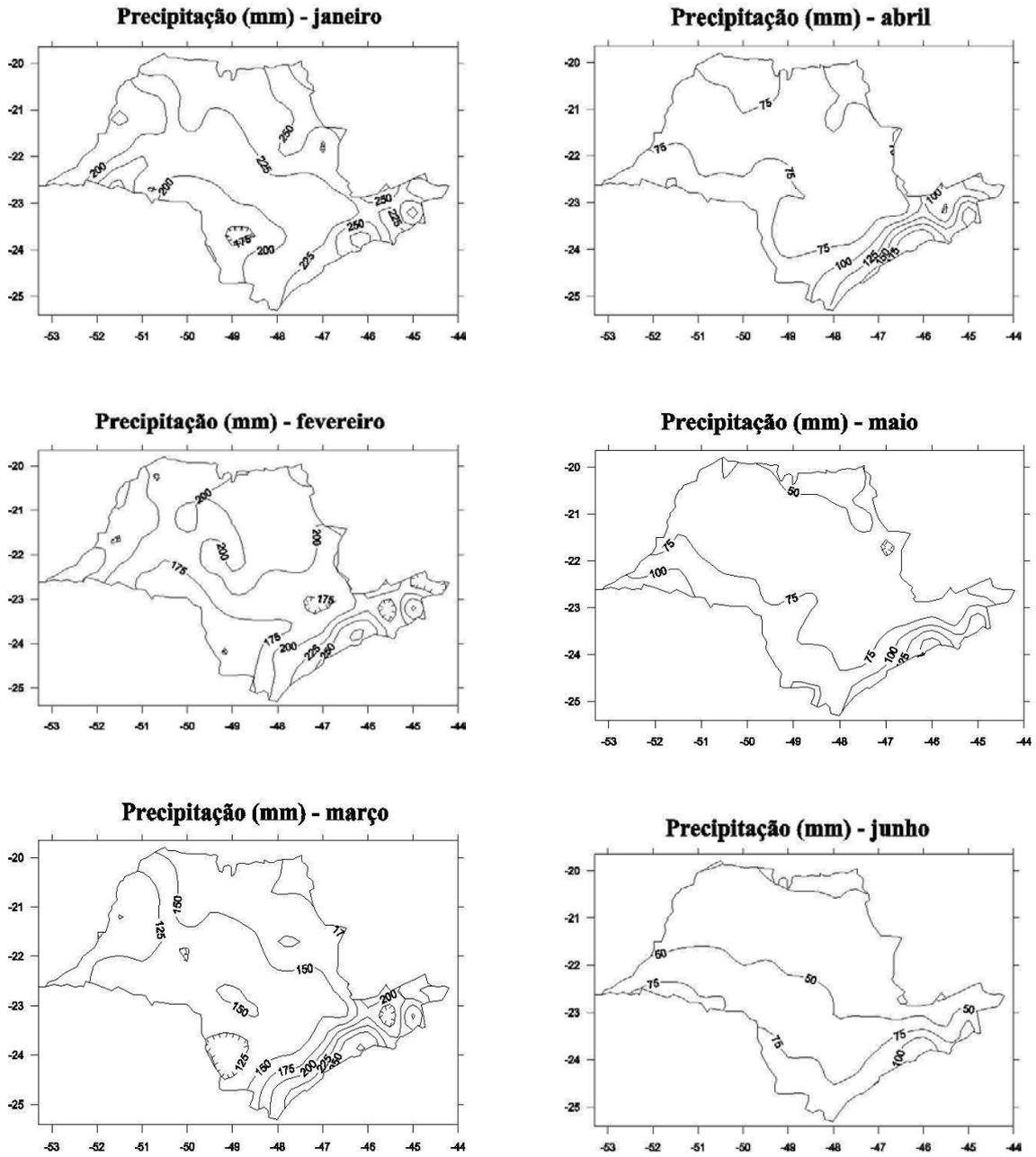


Figura 64 – Isoietas de chuvas médias mensais (janeiro a junho) em São Paulo (fonte INFOSECA, 2009)

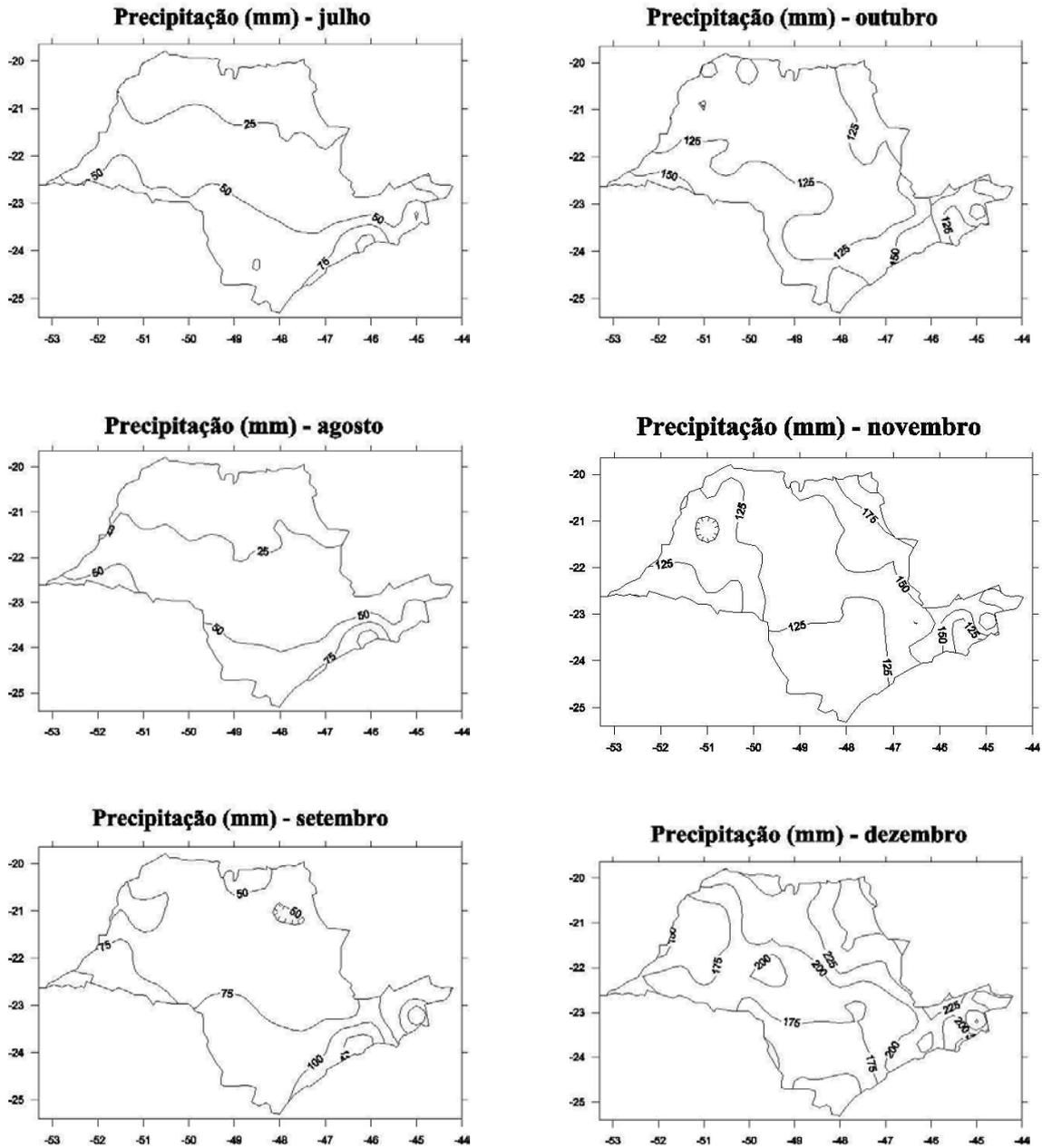


Figura 65 – Isoietas de chuvas médias mensais (julho a dezembro) em São Paulo (fonte INFOSECA, 2009)

10.2.1 – O balanço hídrico e as vazões dos rios Aguapeí e Peixe

Na área em estudos, as perdas por evapotranspiração (SÃO PAULO, 2006), calculadas pelas diferenças entre as precipitações e o escoamento total, são de aproximadamente 991 mm/ano para a UGRHI 20, e de 1.013 mm/ano para a UGRHI 21, um pouco acima das calculadas para o estado todo, que é da ordem de 980 mm/ano.

Quando se leva em consideração a precipitação pluviométrica na UGRHI 20, somente 19%, em média, ou seja, cerca de 98 m³/s transforma-se em escoamento superficial.

Na UGRHI 21, por sua vez, somente 16% da precipitação pluviométrica, em média, ou seja, cerca de 84 m³/s transforma-se em escoamento superficial.

O escoamento básico que aflui aos corpos de águas superficiais (rios, lagoas, barramentos e similares), correspondente à contribuição dos aquíferos subterrâneos nas UGRHI's 20 e 21, é de 45 m³/s (1,4 bilhões de m³/ano) e de 47 m³/s (1,5 bilhões de m³/ano), respectivamente. Esta vazão representa a taxa de renovação das águas subterrâneas e foi estimada, segundo Liazzi et al (2006), por modelos hidrogeológicos para cada uma das 22 UGRHI do Estado de São Paulo.

A vazão mínima média de 7 dias consecutivos, com 10 anos de recorrência, é de 31 m³/s, para a UGRHI 20, e de 32 m³/s, para a UGRHI 21, o que representa 32% e 38% do escoamento total e 69% e 68% do escoamento básico das bacias, respectivamente, evidenciando a importância da contribuição dos fluxos subterrâneos para a perenização dos rios. Já a vazão mínima de 95% de duração (Q_{95%}) atinge 43 m³/s e 41 m³/s, respectivamente.

Postos localizados nas cabeceiras destes rios, para controle da vazão fluviométrica, indicam vazões muito baixas nos períodos de estiagem para as áreas controladas nesses postos. Há indícios de diminuição das vazões mínimas quando se analisa os dados do fim da década de 1960 e os últimos anos, principalmente no posto 7d010, no Alto Rio do Peixe. Por outro lado, as vazões máximas mostram uma tendência a serem mais altas nos períodos de chuva. A figura 66 mostra esta tendência para o posto avaliado no rio do Peixe, com área de drenagem de 734 km².

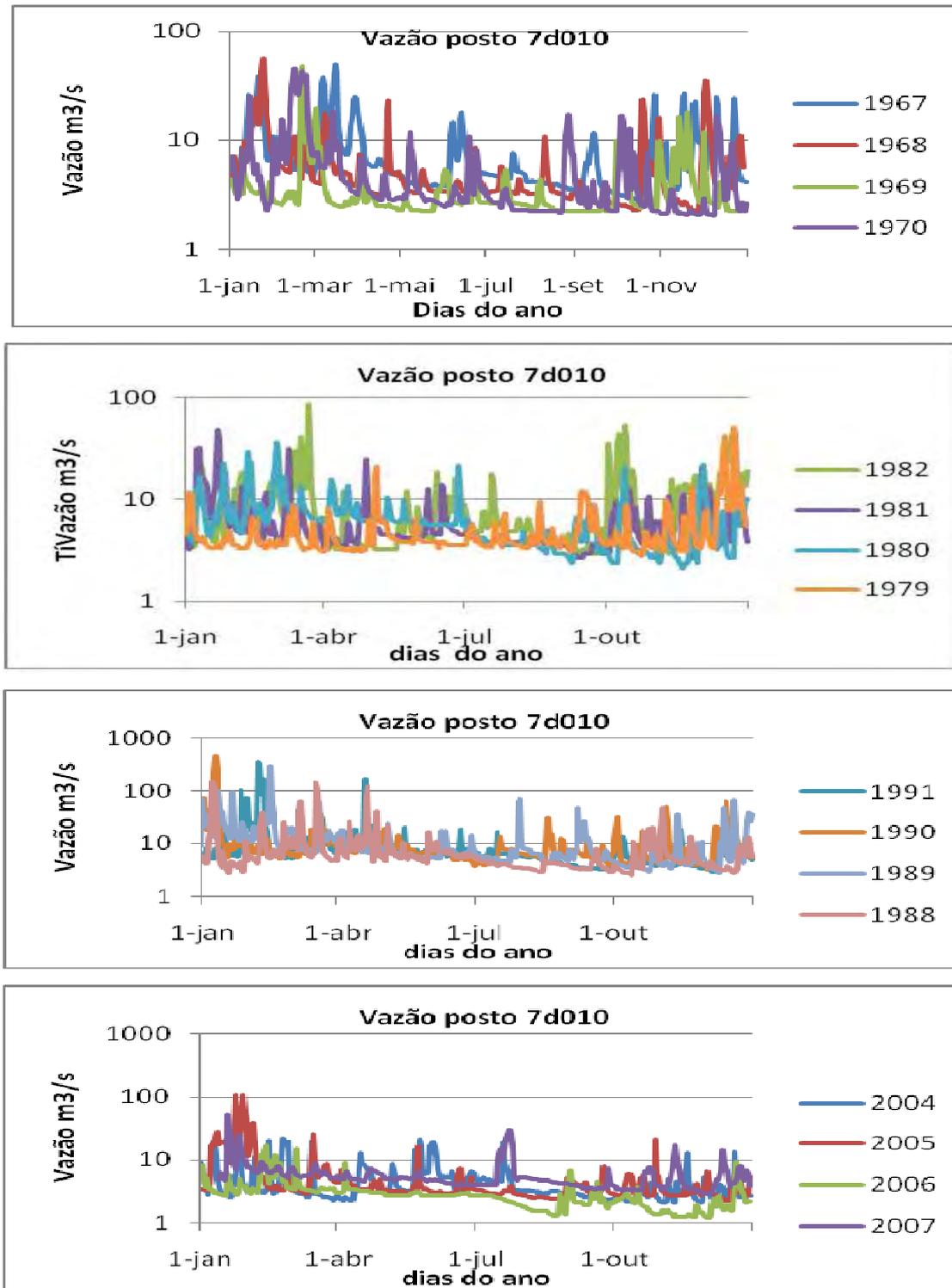


Figura 66 - Vazões no Alto Rio do Peixe (posto 7D010)

Para a região do alto Rio Aguapeí, estas variações se repetem, como se pode notar pelos gráficos apresentados na figura 67, mesmo em um posto (7c002) que controla uma área de drenagem de 3670 km², bastante maior que a do Rio do Peixe.

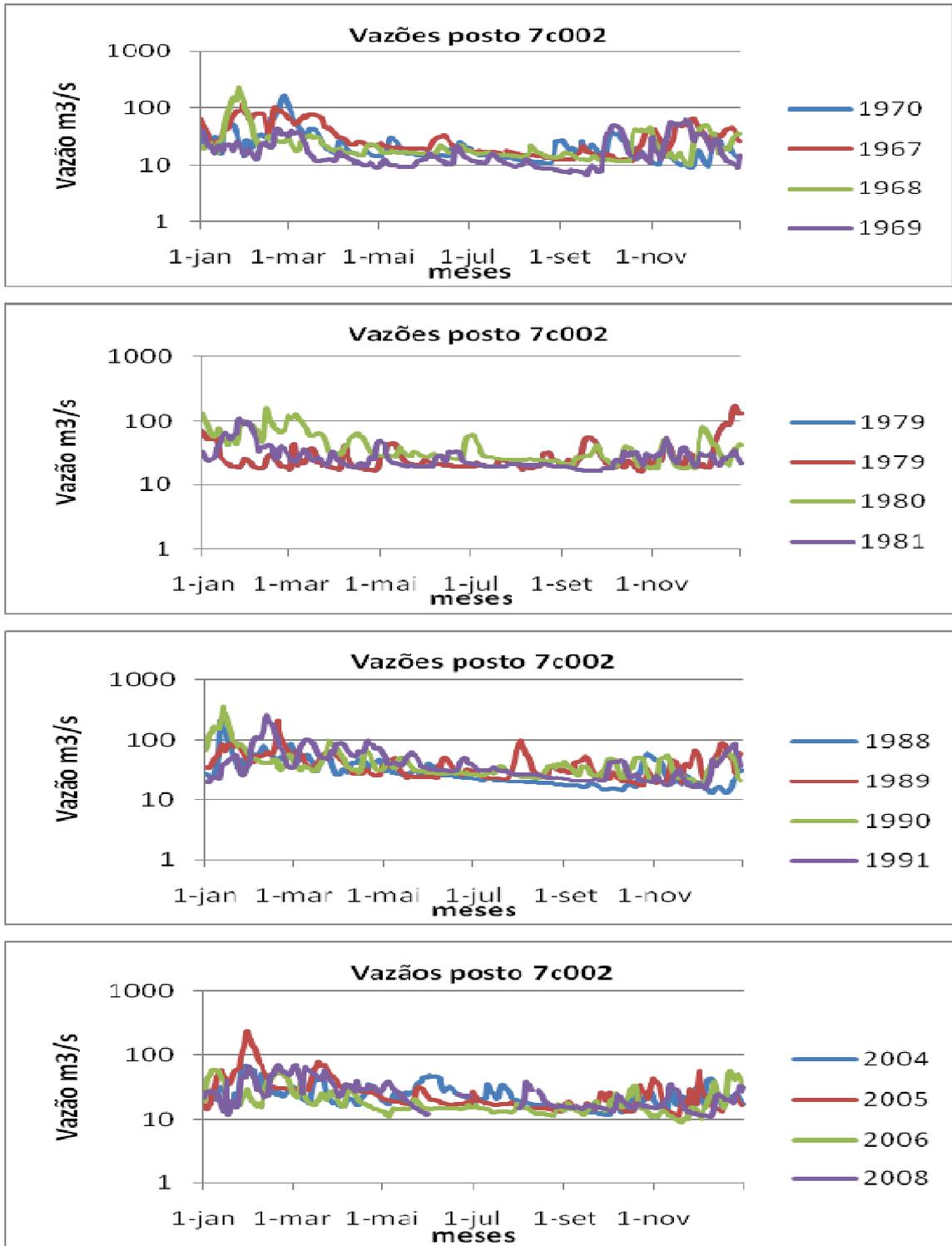


Figura 67 - Vazões no Alto Rio Aguapeí (posto 7C002)

Esta tendência se repete em todos os postos que apresentam dados históricos longos e merecem um estudo mais aprofundado, podendo indicar, como não tem havido aumentos significativos nas captações superficiais, diminuição na disponibilidade de águas superficiais para as bacias dos rios Aguapeí e Peixe.

10.3. Sustentabilidade do Sistema Aquífero Bauru nas Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe

As bacias dos rios Aguapeí e Peixe dependem, para o seu desenvolvimento econômico e social, das águas do Sistema Aquífero Bauru. O que se nota, apesar do grande volume de água bombeado e do longo tempo de exploração, é que não se verificam problemas que até aqui afetem a sustentabilidade desses aquíferos na região. Esses aquíferos são, em estado natural, de equilíbrio dinâmico responsáveis pelo escoamento de base dos rios da área em estudo

O pacote sedimentar que compõe o SAB nas bacias dos rios Aguapeí e Peixe não é homogêneo e as interferências entre os vários pacotes sedimentares e as águas superficiais determinam as disponibilidades hídricas. Quando se avalia a disponibilidade de água de um aquífero deve-se considerar que a água pode vir de três possíveis fontes: recarga; armazenamento e de fluxos interformacionais, ou seja, de fluxos que perpassam de um aquífero para o outro. Segundo Sophocelus e Wilson (2000), a recarga, além de vir das chuvas, pode vir da contribuição de rios que cortam o aquífero quando os níveis do aquífero são topograficamente inferiores aos níveis da água dos rios.

Não é o caso dos aquíferos do SAB nas bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe. As recargas vêm diretamente das precipitações sobre a bacia e podem ser incrementadas com aumento da disponibilidade, como mostrado no item 9.1. , uma vez que as chuvas acima da média provocaram aumento dos níveis de água subterrâneas, e a área de recarga dos aquíferos é grande.

Por conta das baixas demandas e da localização das mesmas, principalmente no divisor dos corpos de água, ou seja, nas cotas mais altas, dificilmente os volumes bombeados dos aquíferos podem provocar diminuição nas vazões de escoamento dos rios. Segundo dados de CETEC (1998), os lançamentos aumentam a disponibilidade de águas superficiais.

Localizadamente, principalmente em algumas áreas municipais onde se captam grandes volumes de águas subterrâneas, está sendo captada água das reservas permanentes.

Neste trabalho, considera-se os aquíferos com semelhanças que permitem sua gestão por blocos, mas para a gestão dos conflitos localizados, tais como possíveis rebaixamentos nas áreas urbanas, que venham a ser detectados, deve-se considerar as heterogeneidades locais e criar-se modelos para a gestão destes conflitos.

Os bombeamentos podem provocar problemas, tais como subsidências, principalmente em aquíferos que contenham pacotes pelíticos intercalados, caso do Aquífero Adamantina, além de mobilização de contaminantes de sítios contaminados.

Como os efeitos destes bombeamentos podem levar vários anos para se manifestar, é importante a implantação de um sistema de informações, a partir de monitoramento dos aquíferos.

11. INTER-RELAÇÃO ENTRE AS UNIDADES AQUÍFERAS DO SISTEMA AQUÍFERO BAURU NAS BACIAS DOS RIOS AGUAPEÍ E PEIXE

O entendimento das inter-relações entre águas atmosféricas, superficiais e subterrâneas é fundamental para o eficiente gerenciamento dos recursos hídricos das bacias hidrográficas em questão. Mas a base para a gestão nas bacias dos rios Aguapeí e Peixe é o entendimento da inter-relação entre as camadas aquíferas e entre as camadas aquíferas e o escoamento superficial.

As formações sedimentares que compõem o Sistema Aquífero Bauru são os aquíferos (Caiuá, Santo Anastácio, Adamantina e Marília) e aquíferos (Pirapozinho e Araçatuba) que apresentam características hidrodinâmicas particulares. Estas particularidades permitem sua separação como unidades aquíferas isoladas. Como tais unidades se superpõem espacialmente dentro da área geográfica definida pela Unidade de Gestão de Recursos Hídricos do Aguapeí e Peixe, propõe-se um modelo de gestão por blocos, com base na inter-relação entre estas unidades aquíferas.

O substrato da deposição e nível de base do escoamento das águas subterrâneas do Sistema Aquífero Bauru são os basaltos da Formação Serra Geral. Em alguns poços que foram perfurados pela SABESP, para captação de águas para abastecimento público apenas do basalto, com isolamento do Sistema Aquífero Bauru, o bombeamento parece não influenciar o aquífero subjacente, principalmente onde os sedimentos da Formação Araçatuba ocorrem na base do Grupo Bauru.

A tabela 12 mostra dados sobre estes poços no Aquífero Serra Geral, destacando a grande vazão de produção e a profundidade do NE, na maioria bem abaixo dos níveis do SAB para a área.

Tabela 12 - Poços no Aquífero Serra Geral

Municípios	Coordenada UTM		Aquífero	Prof. M	Vazão m ³ /h	NE m	ND m	(s) m
	E-W	N-S						
ADAMANTINA	488,6	7623,1	SG	246	100	83,12	87,72	4,6
ADAMANTINA	490	7621,5	SG	250	50	87	144,5	57,5
ADAMANTINA	492,5	7599,75	SG	301	50	92,54	123,54	31
ADAMANTINA	493	7600	SG	300,8	100	105,79	131,79	26
FLORIDA PTA.	483,15	7610,3	SG	234	20	64,73	131,67	66,94
INUBIA PTA.	503,9	7592,75	SG	220	25	41,5	130	88,5
INUBIA PTA.	504,4	7592,6	SG	261,3	25	58,22	104	45,78
LUCÉLIA	491,7	7582,8	SG	165,7	82,7	15	27,1	12,1
LUCÉLIA	496,85	7597,25	SG	198,7	16	34,45	186	151,55
LUCIANÓPOLIS	651,95	7518,28	SG	260	25,24	61,64	64,5	2,86
LUISIANIA	569,25	7603,45	SG	252	4,2	60,5	127	66,5
MARIÁPOLIS	481,15	7589,55	SG	231,5	16	34,7	101,2	66,5
MARIÁPOLIS	481,75	7589,2	SG	200	22,6	31,29	51,3	20,01
MARÍLIA	612,177	7543,901	SG	330	35	70	216	146
PARAPUÃ	521,05	7591,4	SG	267,6	30,46	152,75	165,22	12,47
QUATÁ	535,78	7539,65	SG	200	49,9	23,3	58,2	34,9
SALMOURÃO	514,15	7610,6	SG	230	70	95	98,57	3,57

Na cidade de Marília, no Vale do Cavalete, zona Sul, onde 5 poços captam água do Aquífero Serra Geral, com produção variando de 30 a 60 m³/h, instalou-se um piezômetro para medir a interferência deste bombeamento nos sedimentos do Grupo Bauru. O esquema da figura 68 mostra a falta de relação hidráulica entre os poços bombeados no Aquífero Serra Geral e o piezômetro no Sistema Aquífero Bauru.

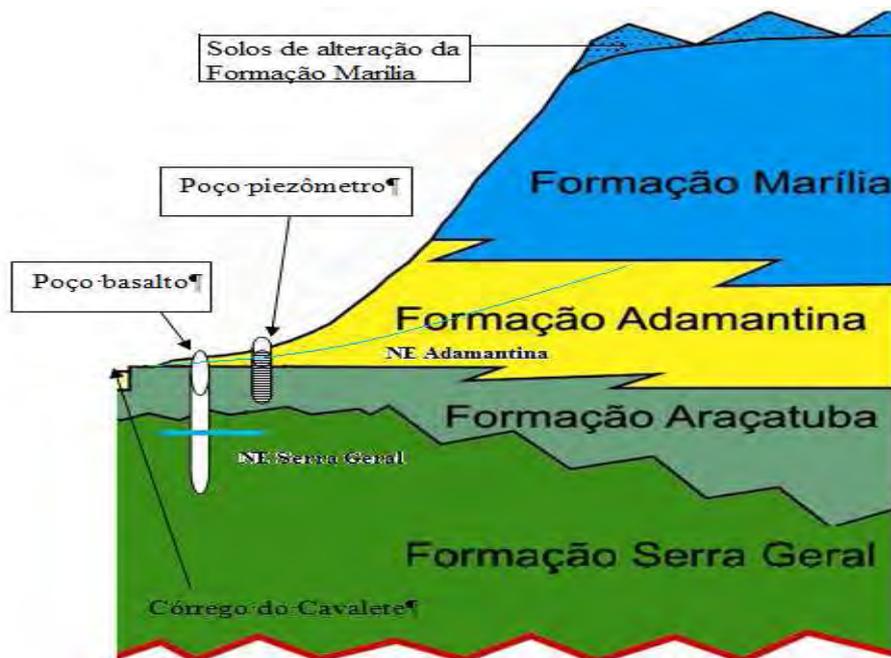


Figura 68 - Relação entre o Aquífero Serra Geral e o Sistema Aquífero Bauru na Bacia do Alto Peixe

Provavelmente, as inter-relações entre o Aquífero Serra Geral e o Sistema Aquífero Bauru sejam de isolamento. Isto por conta dos sedimentos basais do Grupo Bauru, na maior parte da área em estudos, serem sedimentos pelíticos. Apenas localmente, onde os sedimentos basais do Bauru são permeáveis e ao mesmo tempo o basalto possui um sistema de fraturas interconectadas até seu topo, estabelece-se uma conexão hidráulica entre o SAB e o Aquífero Serra Geral. Isto pode acontecer na região do Baixo Peixe Aguapeí.

Portanto, considera-se que os fluxos de águas do Sistema Aquífero Bauru, regionalmente, não apresentem interferências dos aquíferos subjacentes. Há interferências entre este aquífero e os aquíferos formados pelos depósitos de sedimentos quaternários, mas dada a escala deste trabalho esta relação será ignorada.

11.1. Relações hidráulicas entre a Formação Caiuá e a Formação Santo Anastácio.

Estes dois aquíferos estão hidráulicamente conectados, possuindo uma mesma superfície potenciométrica. O poço explotando o Aquífero Caiuá produz interferência no piezômetro perfurado no Santo Anastácio, na cidade de Panorama, como evidenciado pelo piezômetro instalado. A figura 69 mostra que não há diferenças sensíveis entre os níveis estáticos dos poços explotando estes aquíferos. A variação destes níveis está relacionada com variações das cotas topográficas dos poços.

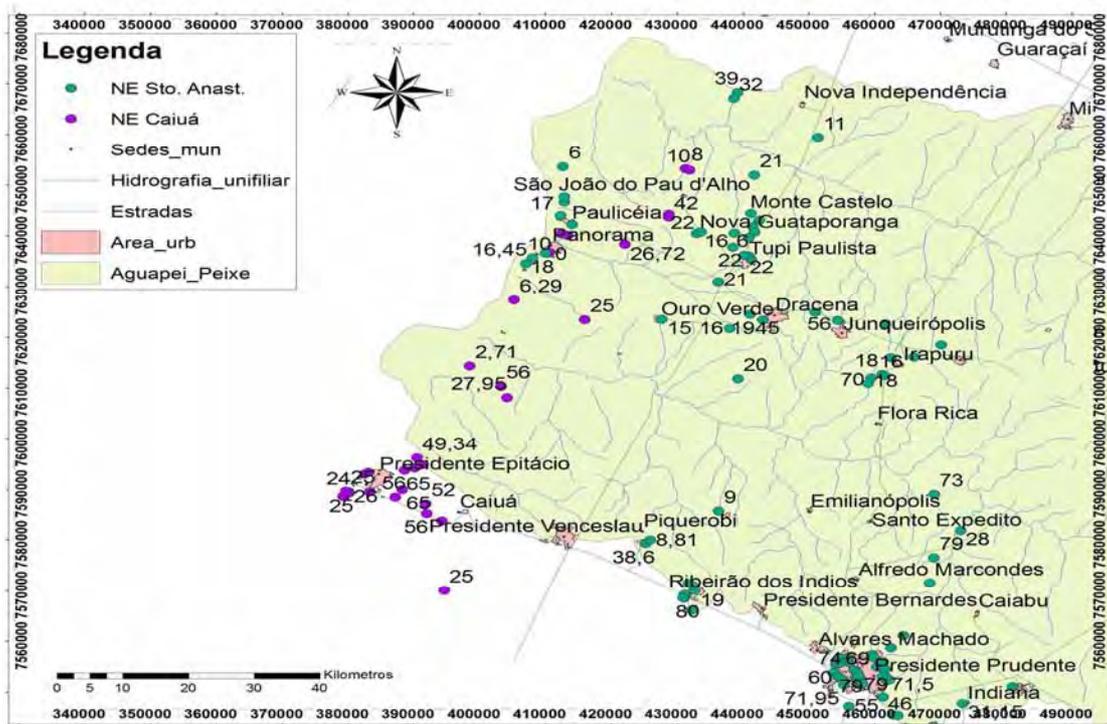


Figura 69 – Localização e NE em poços nos Aquíferos Caiuá e Santo Anastácio

Na cidade de Panorama, o que condiciona a profundidade do NE são as cotas dos pontos de localização dos poços. Conforme mostrado na tabela 13, quanto mais altas as cotas mais profundos os NE.

Tabela 13 – Variação do NE e as cotas dos poços em Panorama

Municípios	Coordenada UTM		Aquífero	Prof. m	Vazão m ³ /h	NE m	ND m	Cota m
	E-W	N-S						
PANORAMA	413,40	7640,15	CA	100	12	26	32	300
PANORAMA	408,05	7635,70	SAN	50	6	10	19,5	265
PANORAMA	416,01	7623,50	CA	80	12	25	50	300
PANORAMA	412,50	7640,40	CA	100	12	25	55	295
PANORAMA	405,47	7662,62	CA	120	13,63	4,62	37,05	269,4
PANORAMA	405,25	7627,40	CA	100	10,63	6,29	37,88	268,4
PANORAMA	407,04	7634,56	SAN	40	1,56	16,45	24,9	261

CA – Aquífero Caiuá / SAN – Aquífero Santo Anastácio

Consideram-se, então, essas duas formações como uma única Unidade de Gerenciamento de Águas Subterrâneas, aqui chamadas Aquífero Caiuá / Santo Anastácio. Concorde-se aqui com a classificação hidrogeológica adotada por DAEE (1979), onde classificam o Bauru inferior como uma única Unidade Aquífero, denominada Bauru Inferior.

11.2. Relações hidráulicas entre o Aquífero Caiuá / Santo Anastácio e o Aquífero Adamantina.

Existem várias condições de inter-relação entre estes dois aquíferos. Algumas delas mais significativas, sob o ponto de vista de área de ocorrência, determinam uma separação hidráulica entre eles e outras, de menor expressão em área e mais difíceis de serem mostradas, mantêm a conexão hidráulica.

A principal condição de separação é determinada pela presença da Formação Araçatuba (Aquitardo) entre estas duas unidades aquíferas. Isto ocorre entre os municípios de Presidente Prudente e Rancharia, na porção sul da bacia dos rios Aguapeí e Peixe e se estende até o norte, entre os municípios de Salmourão e Valparaíso.

Como se pode perceber pela figura 70, os níveis dos poços perfurados no Aquífero Adamantina são bastante mais rasos que aqueles de poços explorando o Aquífero Caiuá / Santo Anastácio.

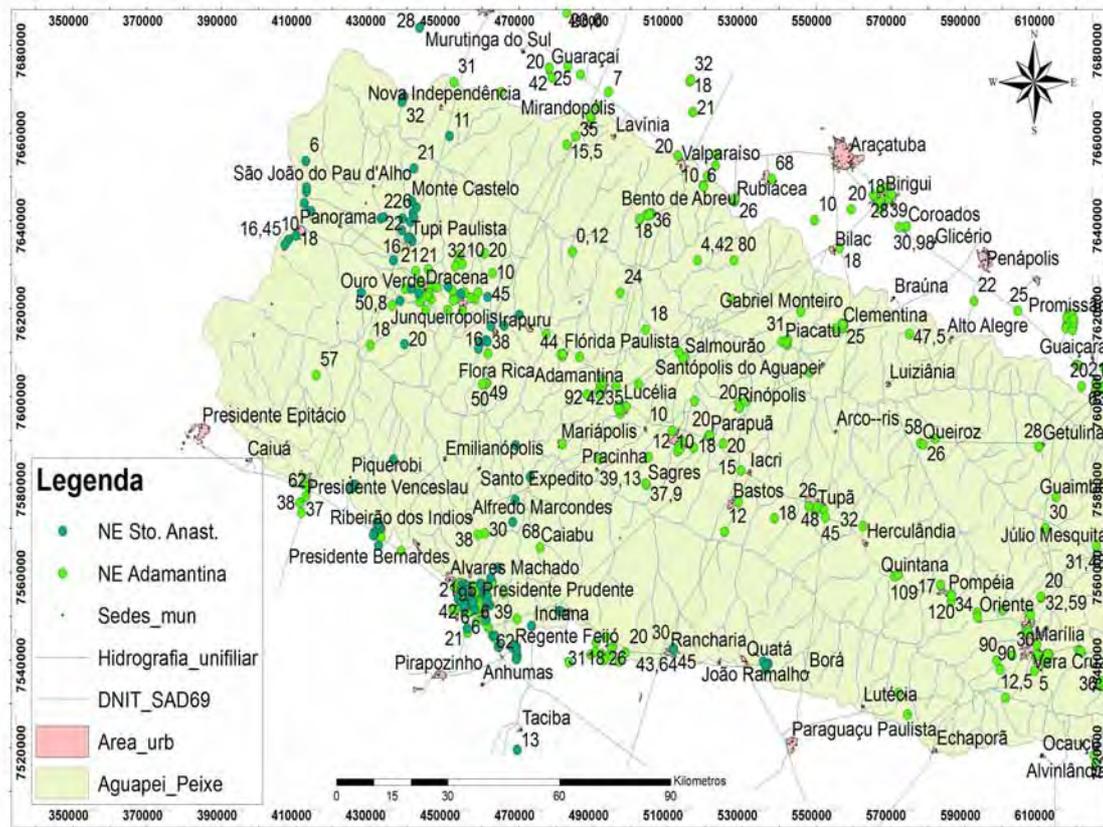


Figura 70 - Variação do NE nos Aquíferos Caiú / Santo Anastácio e Adamantina

No eixo que se estende de Irapuru a Ouro Verde, passando por Junqueirópolis e Dracena, ocorre sobreposição entre os dois aquíferos sem a intercalação do Aquitardo Araçatuba; mesmo assim, o Aquífero Caiú / Santo Anastácio apresenta-se separado hidráulicamente do Aquífero Adamantina.

O motivo desta separação pode ser a presença de fácies cimentadas, pouco permeáveis, da Formação Adamantina. Essas rochas que afloram na região de Irapuru, com as características mostradas na figura 71, podem estar se comportando como um aquitardo e provocando a separação entre os dois aquíferos.

Essas condições que provocam a separação hidráulica entre os Aquíferos Caiú / Santo Anastácio e Adamantina se refletem nas diferenças dos NE de poços explorados nos dois aquíferos, em um mesmo local. A tabela 14 mostra as diferenças nos NE para os poços que exploram os dois aquíferos na região de Irapuru, Junqueirópolis e Dracena.

Nos municípios de Irapuru e Dracena, como se pode notar do cadastro dos poços outorgados pelo DAEE (Anexo I), os níveis dos poços que captam água do Aquífero Adamantina são próximos de 20 metros, variando em função da cota de localização do poço. Já poços que captam água do Aquífero Caiú / Santo Anastácio têm níveis

estáticos mais profundos, próximos de 40 metros. Na região entre Presidente Prudente e Rancharia estas variações de níveis também são perceptíveis.



Figura 71 - Afloramentos de arenitos cimentados da Formação Adamantina em Irapuru

Tabela 14 – Variação do NE nos poços explorados em Irapuru, Junqueirópolis e Dracena

Municípios	Coordenada UTM		Aquífero	Prof. m	Vazão m ³ /h	NE m	ND m	Cota m
	E-W	N-S						
IRAPURU	466,05	7616,15	SAN	140	12	23	64	455
IRAPURU	462,93	7628,08	AD	80	6	10	35	380
IRAPURU	462,5	7616	SAN	150	9	30	106	410
IRAPURU	461,65	7622,65	SAN	124	9	45	63	390
IRAPURU	461,58	7612,48	SAN	100	12	16	45	366
IRAPURU	461,94	7615,91	SAN	132	10	40	65	413
IRAPURU	461,17	7612,72	SAN	120	10	18	59	385
JUNQUEIRÓPOLIS	451	7625	SAN	150	40	45	80	400
JUNQUEIRÓPOLIS	459,1	7623,7	AD	100	14,4	18	40	360
JUNQUEIRÓPOLIS	453,2	7622,25	AD	100	13	16	38	380
JUNQUEIRÓPOLIS	453,6	7630,6	AD	100	12	22	49	370
JUNQUEIRÓPOLIS	454,2	7632,3	AD	100	13	16	48	360
JUNQUEIRÓPOLIS	450,85	7619,7	AD	100	12	35	72	400
JUNQUEIRÓPOLIS	457,02	7622,45	AD	122	10	22	59	400
JUNQUEIRÓPOLIS	458,27	7622,13	AD	120	10	22	62	405
JUNQUEIRÓPOLIS	457,02	7622,45	AD	118	10	20	61	400
JUNQUEIRÓPOLIS	452,47	7622,25	AD	100	10	12	59	390
JUNQUEIRÓPOLIS	454,41	7623,39	SAN	150	22	56	77,5	421
JUNQUEIRÓPOLIS	454,81	7630,18	AD	100	12	10	29	340
JUNQUEIRÓPOLIS	454,77	7619,52	AD	120	11,5	30	50,3	390
JUNQUEIRÓPOLIS	455,38	7623,65	AD	100	11	25	54	390
JUNQUEIRÓPOLIS	452,07	7624,12	AD	120	12	10	50	385
JUNQUEIRÓPOLIS	452,9	7629,55	AD	120	11	32	69	380
JUNQUEIRÓPOLIS	452,41	7621,81	AD	140	9	31	67	425
JUNQUEIRÓPOLIS	452,41	7621,81	AD	140	9	31	67	425
DRACENA	443,1	7623,4	SAN	212	143,48	57,1	91,66	405
DRACENA	443,5	7626,3	AD	160	53	65	90	540
DRACENA	445,45	7622,8	AD	100	10	25	40	370
DRACENA	445	7619,68	DA	132	17	15	48	411
DRACENA	430,1	7611,66	AD	110	10	18	52	332
DRACENA	443,26	7621,54	AD	132	17	15	75	387
DRACENA	445,9	7623,5	AD	100	11	28	68	425
DRACENA	443,4	7624,5	AD	120	10	15	52,5	390
DRACENA	446,5	7622	AD	120	9	36	75	420
DRACENA	446,47	7625,2	AD	120	8	15	51	420
DRACENA	443,75	7621,75	AD	120	8	49	89	600
DRACENA	443,8	7623,35	AD	125	8	15	72	390
DRACENA	435,92	7620,7	AD	107	17	50,8	69,15	382
DRACENA	441,1	7624,54	SAN	140	20	19	49	400
DRACENA	438,02	7621,73	SAN	90	11,5	16	33,5	400
DRACENA	439,51	7624,51	AD	100	12	36	65	409
DRACENA	443,95	7622,55	AD	105	10	36	65	400

AD – Aquífero Adamantina / SAN – Aquífero Santo Anastácio

Em algumas regiões, o Aquífero Adamantina, composto por fácies arenosas menos cimentadas e com alta porosidade efetiva, sobrepõe-se aos arenitos do Aquífero

Foi instalado um poço de piezometria no Bairro Tuffic Baracat, município de Pompéia, ao lado de um poço em operação, conforme a figura 73. Não foi verificada interferência entre esses poços. O poço bombeado capta água do Aquífero Adamantina e possui 240 metros de profundidade, com o primeiro filtro à profundidade de 42 metros. O nível estático desse poço, quando do teste de bombeamento, encontrava-se a 170 metros de profundidade; a cota da boca do poço é 590 metros. A vazão de teste foi de $7,6 \text{ m}^3/\text{h}$ e o rebaixamento (s) foi de 61 metros.

O piezômetro atravessa apenas sedimentos da Formação Marília, possuindo 60 metros de profundidade. O primeiro filtro está instalado a 12 metros de profundidade e a última seção filtrante encontra-se a 56 metros de profundidade. O nível estático deste poço encontrava-se a 17 metros de profundidade quando do teste.

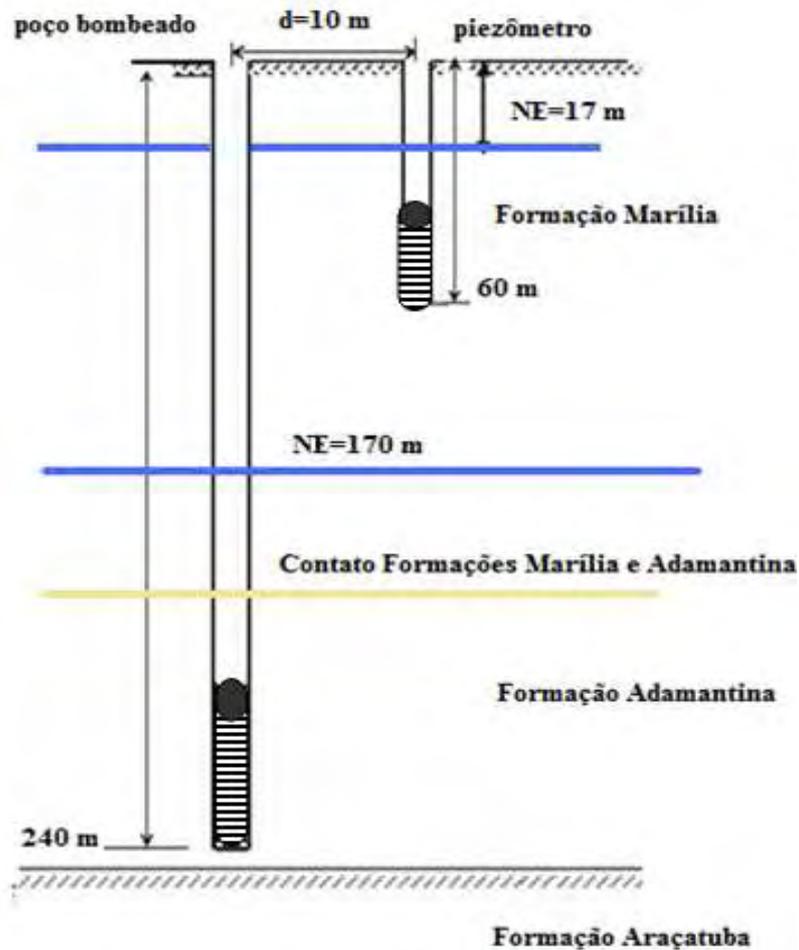


Figura 73 – Representação do poço bombeado e do piezômetro em Pompéia

O nível estático dentro do poço piezométrico deve estar relacionado com o nível do escoamento local, sobre o Planalto de Marília, onde se localiza. O nível piezométrico do poço bombeado pode estar relacionado com o nível de escoamento condicionado

pelos rios Aguapeí e Peixe que correm a norte e a sul, respectivamente, dos poços analisados.

A cota média do leito desses rios é de 400 metros, compatível com os níveis dos poços explotando o Aquífero Adamantina.

Corroborando as informações de que não existe conexão entre o Aquífero Adamantina e o Aquífero Marília, dados levantados de Perfilagens Ópticas realizadas em poços, na cidade de Marília (Tabela 15), captando água do Aquífero Adamantina, registram níveis estáticos bem mais profundos do que os verificados para o Aquífero Marília, conforme mostrado na figura 74. A tabela 16 mostra estas diferenças ao longo do Planalto de Marília.

Tabela 15 – Poços de abastecimento público perfurados em Marília

Poço	Profundidade (m)	N.E. (m)	Aquífero	Coordenadas (UTM)	
Homero Zaninoto	260	142,19	Adamantina	7539,25	611,45
Jardim Esplanada	260	93,39	Adamantina	7550,58	607,35
Jardim Primavera	260	111,37	Adamantina	7541,14	612,15
Bairro Marajó	260	121,76	Adamantina	7539,55	611,65

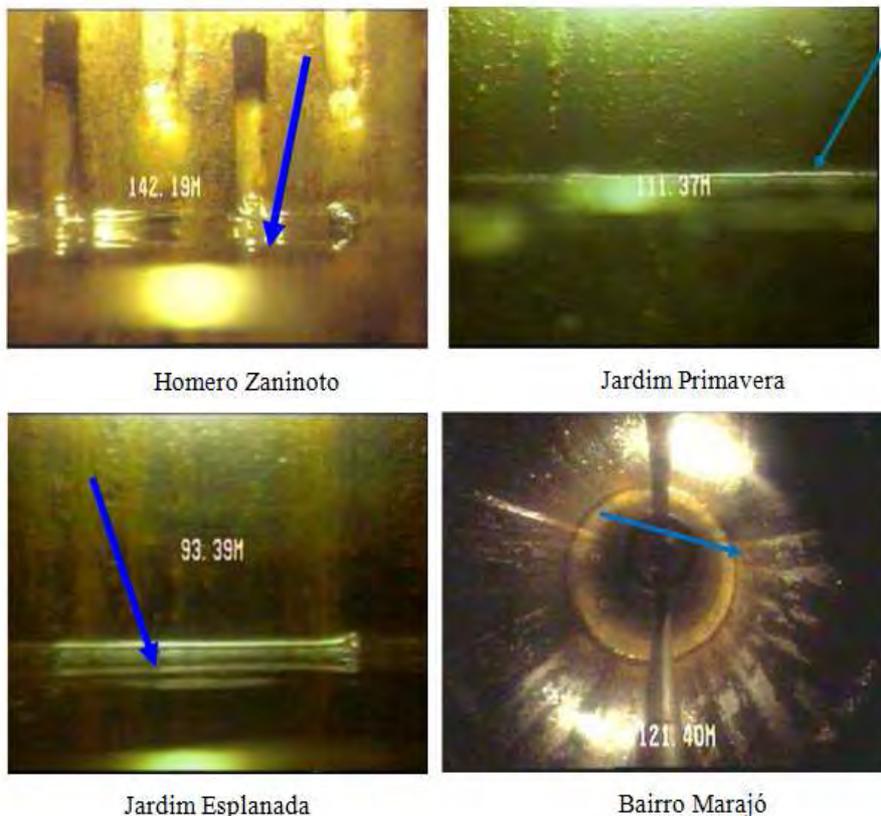


Figura 74 – Níveis estáticos de poços explotando o Aquífero Adamantina no Planalto de Marília

Tabela 16 – Variação do NE nos aquíferos Marília e Adamantina, explotados em Garça, Marília, Oriente e Vera Cruz

Municípios	Coordenada UTM		Aquífero	Prof. m	Vazão m3/h	NE m	ND m	Cota
	E-W	N-S						
GARÇA	638,2	7541,2	MA	60	5	25	35	635
GARÇA	639,9	7540,4	MA	132	12	32,5	60	675
GARÇA	637,05	7543,25	MA	100	12	22	55	670
GARÇA	637,05	7541,23	MA	140	9	57	85	632
GARÇA	637,11	7550,15	AD	204	27	28,4	156	650
GARÇA	629,55	7540,49	AD	184	16	47	139	605
GARÇA	630,32	7547,14	AD	252	18	114	235	634
GARÇA	639,1	7543,25	MA	82	3,13	15,22	39,3	682
GARÇA	646,1	7540,6	MA	132	8	28	90	660
GARÇA	638,1	7542,55	MA	100	5	22	70	670
GARÇA	640,56	7553,93	AD	194	3	26	140	610
GARÇA	639,075	7543,475	MA	50	3,39	27,65	38,62	683
GARÇA	640,18	7540,31	MA	70	8	12,4	58,2	660
GARÇA	639,122	7543,422	MA	50	2,18	28,14	42,3	684
GARÇA	639,4	7541,98	MA	80	3,6	40	48	660
GARÇA	637,05	7541,23	MA	140	9	57	85	632
GARÇA	638,67	7542,91	MA	100	2,8	25	38	645
GARÇA	639,14	7543,54	MA	80	2,5	22	48	658
GARÇA	631,41	7547,03	AD	218	5	25	195	647
MARÍLIA	602,84	7541	AD	250	14,8	30	70	480
MARÍLIA	609,74	7541,85	MA	156	5,6	32	56	650
MARÍLIA	609,25	7541,15	AD	252	10,2	163	206,87	650
MARÍLIA	607,84	7543,24	MA	50	6	2,18	29,15	641
MARÍLIA	610,23	7540,97	AD	286	15,9	126,12	199,56	661
MARÍLIA	612,41	7540,73	AD	260	14,4	144,35	224,67	560
MARÍLIA	609,1	7540,8	AD	220	7	120	160	633
MARÍLIA	610,76	7540,95	MA	105	4,5	39,05	68,32	660
MARÍLIA	615,1	7564,6	MA	130	6	12	54	450
MARÍLIA	612,9	7544,02	MA	102	4	11,74	42,7	605,33
MARÍLIA	598,55	7539,85	AD	240	6	90	154	630
MARÍLIA	610,24	7544,98	MA	100	2	26,7	49	627
MARÍLIA	611,65	7539,55	AD	260,97	5	124,75	190,25	641
MARÍLIA	607,75	7550,13	MA	150	2,6	55	96	628
MARÍLIA	614,84	7542,23	MA	170	4	80	110	660
ORIENTE	600,2	7551,38	AD	260	12,86	76	160	620
POMPÉIA	586,44	7554,58	AD	147	5	120	134	580
POMPÉIA	586,28	7554,97	AD	250	13,2	117,5	180	570
POMPÉIA	583,53	7557,16	AD	240	8	147	229	597
VERA CRUZ	626,84	7535,02	AD	336	18,3	190	282	657
VERA CRUZ	626,35	7534,78	AD	336	16	173,5	288	657
VERA CRUZ	626,88	7534,21	AD	271	18	36	218	675
VERA CRUZ	620,62	7542,24	AD	234	8	30	146,5	656
VERA CRUZ	627,28	7534,25	AD	160	8,05	9,5	134,1	668

AD – Aquífero Adamantina / MA – Aquífero Marília

12. MODELO DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS AGUAPEÍ E PEIXE.

Considerando que a disponibilidade hídrica para as bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe é de 57 m³/s para uma área de 23.965 km², que habitam estas Unidades de Gerenciamento, segundo CETEC (2008), mais de 800.000 pessoas, e que o consumo ideal por pessoa é de 200 litros por dia, mesmo que fosse apenas para abastecimento público esta disponibilidade seria baixa.

Portanto, a utilização dos recursos hídricos subterrâneos, como ocorre, não é escolha, é a única alternativa.

Considerar a disponibilidade hídrica e a interação com os recursos hídricos superficiais do Sistema Aquífero Bauru, a partir da potenciométrica deste sistema aquífero como unidade homogênea, não reflete a realidade das bacias em estudo. Apesar de chuvas nesta área ocorrerem de forma relativamente bem distribuída, muito do escoamento dos rios se deve ao escoamento de base dos aquíferos. Esse escoamento de base é condicionado pelas intercalações entre os aquíferos e os aquíferos/aquíferos que aí ocorrem. Outro fator importante a considerar são as interferências que se verificam pelas captações e lançamentos dos municípios, onde a prática da transposição de bacia é bastante comum.

A gestão das duas bacias deve ser integrada, mas por conta das características das unidades estratigráficas que compõem o Sistema Aquífero Bauru, propõe-se aqui a gestão por blocos.

Estes Blocos de Gestão foram definidos pela interação dos aquíferos que compõem o Sistema Aquífero Bauru, e desses com os recursos hídricos superficiais. Assim, a região em estudos se divide, conforme a figura 75, em quatro Blocos de Gestão, com alguns possuindo subdivisões, como segue:

Bloco de Gestão 1, no Alto Aguapeí e Peixe, onde ocorrem os arenitos da Formação Marília;

Bloco de Gestão 2, no Médio Aguapeí e Peixe, onde a porção basal do Sistema Aquífero Bauru é composta pelos sedimentos pelíticos da Formação Araçatuba, mas sem a presença da Formação Marília;

Bloco de Gestão 3, no Baixo Aguapeí e Peixe, onde o substrato do SAB é formado pelos arenitos das formações Santo Anastácio e Caiuá, mas com presença da Formação Araçatuba e/ou porções mais finas da Formação Adamantina separando os aquíferos Adamantina e Caiuá / Santo Anastácio;

Bloco de Gestão 4, na foz dos rios Aguapeí e Peixe, onde o Aquífero Caiuá / Santo Anastácio é livre e está depositado sobre os basaltos da Formação Serra Geral.

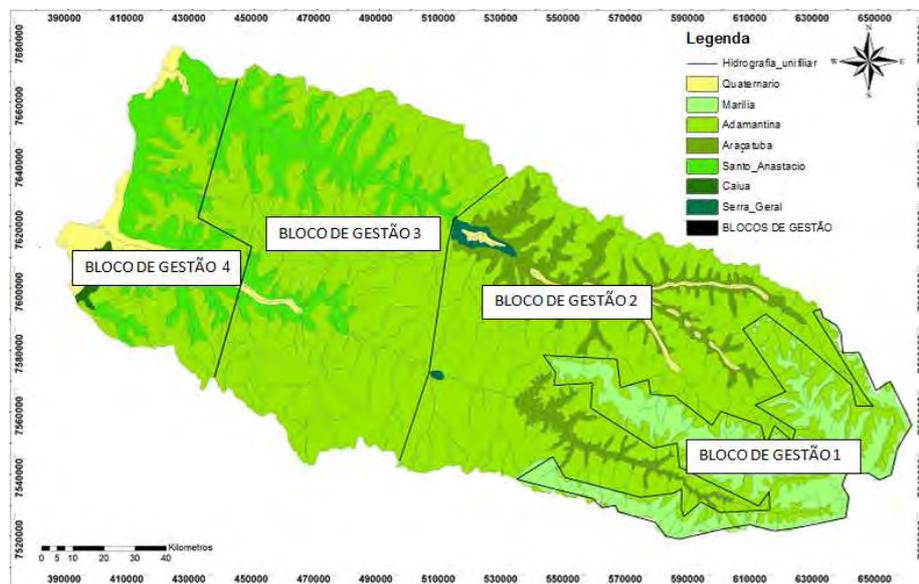


Figura 75 - Blocos de Gestão de Recursos Hídricos para as Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe

12.1. Bloco de Gestão 1 - Alto Aguapeí e Peixe

No Bloco de Gestão 1, localizado nas cabeceiras das duas bacias hidrográficas, Aquífero Marília recobre o Aquífero Adamantina. Segundo IPT (1981b), a geomorfologia da área se caracteriza por colinas amplas em um planalto cercado por encostas sulcadas, vales paralelos e escarpas festonadas.

Sua expressão mais importante é no divisor de águas dos Rios Aguapeí e Peixe, entre as cidades de Garça e Quintana, mas ocorre também no extremo norte e no extremo sul, como mostrado na figura 76.

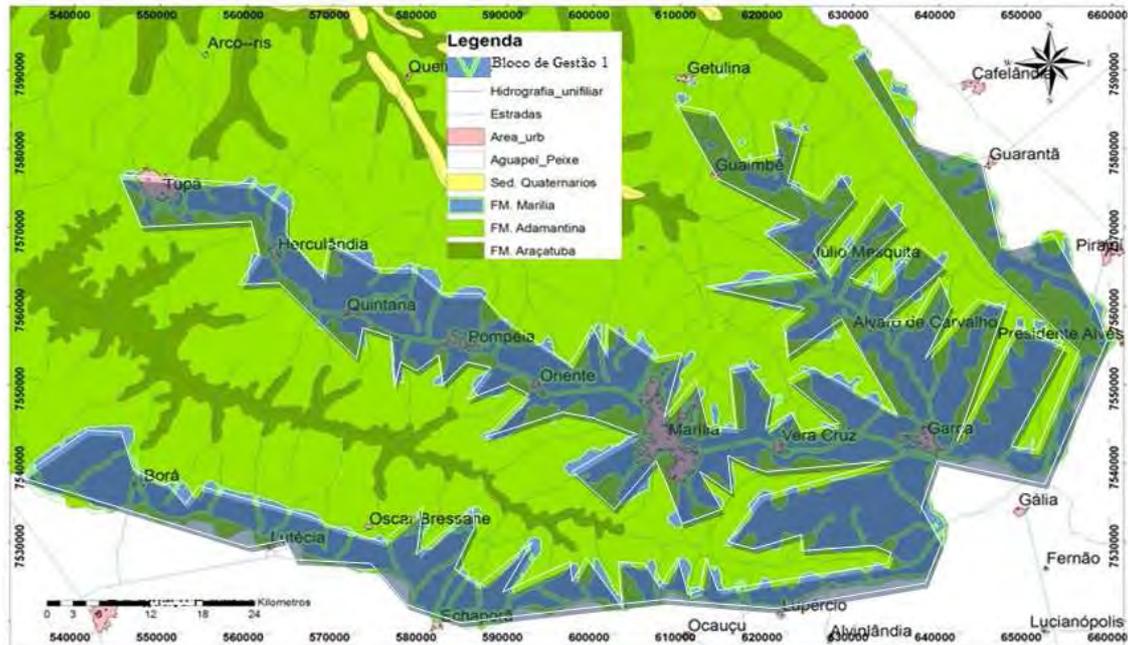


Figura 76 - Localização do Bloco de Gestão 1

Neste bloco, em função das características da Formação Marília não há interferência entre o Aquífero Marília e o Aquífero Adamantina. Na figura 77 apresenta-se um diagrama dos escoamentos, sendo que para os rios situados no Planalto fluem apenas águas do Aquífero Marília. Ou seja, os poços que captam água do Aquífero Adamantina, sobre o Planalto, não interferem nas vazões dos rios aí situados.

Para a emissão de outorga de captação de águas superficiais no Bloco de Gestão 1, apenas os poços que captam do Aquífero Marília deverão interferir na disponibilidade de águas superficiais. Para a outorga de captação de águas subterrâneas, também deverá ser avaliado o grau de interferência entre poços que captam do Aquífero Marília, considerando-se que apenas as porções alteradas desta formação, com profundidade de até 40 metros nas cotas mais elevadas, são produtoras.

No caso do Bloco de Gestão 1, para emissão de outorga de captação de águas subterrâneas do Aquífero Marília, deve-se considerar o $Q_{7.10}$ como limite máximo disponível. Caso as captações superficiais e subterrâneas superem 50 % deste limite, a outorga deverá ser indeferida. A figura 78 apresenta uma proposta de fluxograma de outorga integrada, considerando a disponibilidade superficial e do SAB.

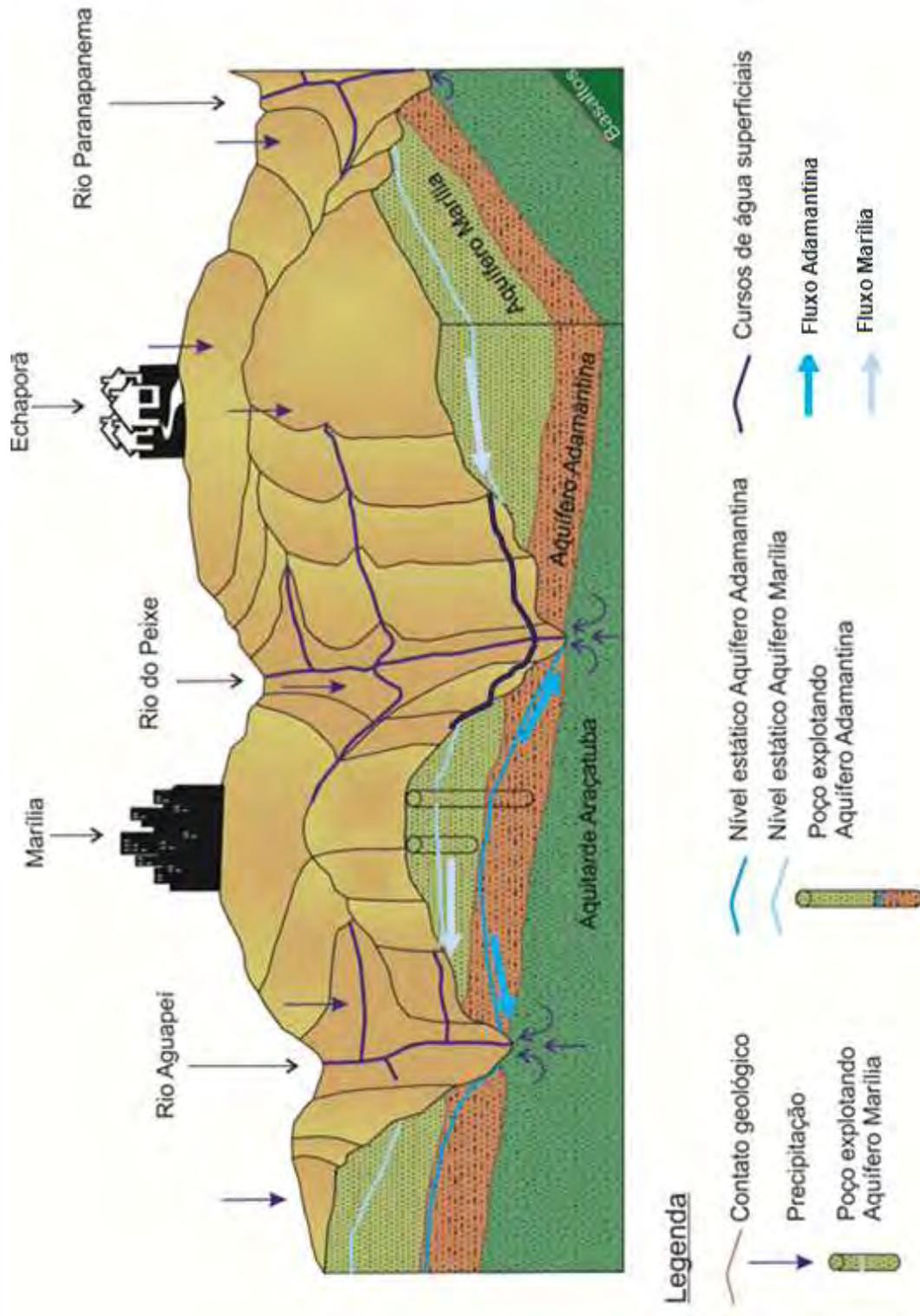


Figura 77 – Escoamento das águas subterrâneas no Bloco de Gestão 1

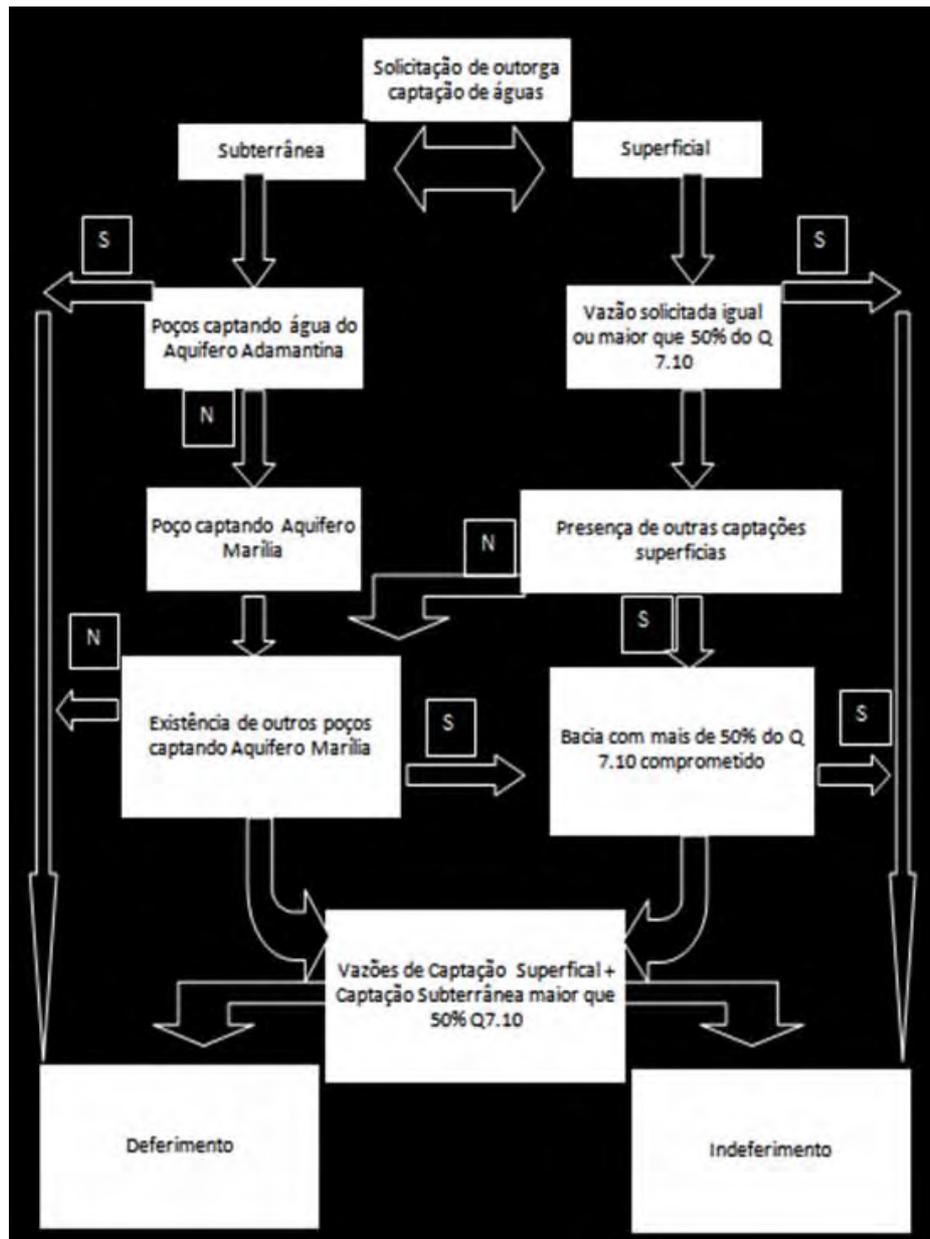


Figura 78 – Fluxograma para avaliação de Outorgas no Bloco de Gestão 1

Para a aplicação deste fluxograma duas ressalvas devem ser observadas: 1) existência de vários poços explotando águas do Aquífero Adamantina em uma pequena área, como se verifica na cidade de Marília, onde o Departamento de Águas e Esgotos de Marília (DAEM) e algumas indústrias concentram poços, podendo causar rebaixamentos localizados com redução das disponibilidades, e 2) exploração de camadas confinadas, por exemplo, das lentes produtoras na porção inferior da Formação Araçatuba, que podem ser associadas à Formação Birigui (PAULA E SILVA , 2003).

Para estes casos, análises locais devem ser realizadas para verificação das possibilidades de emissão de outorgas.

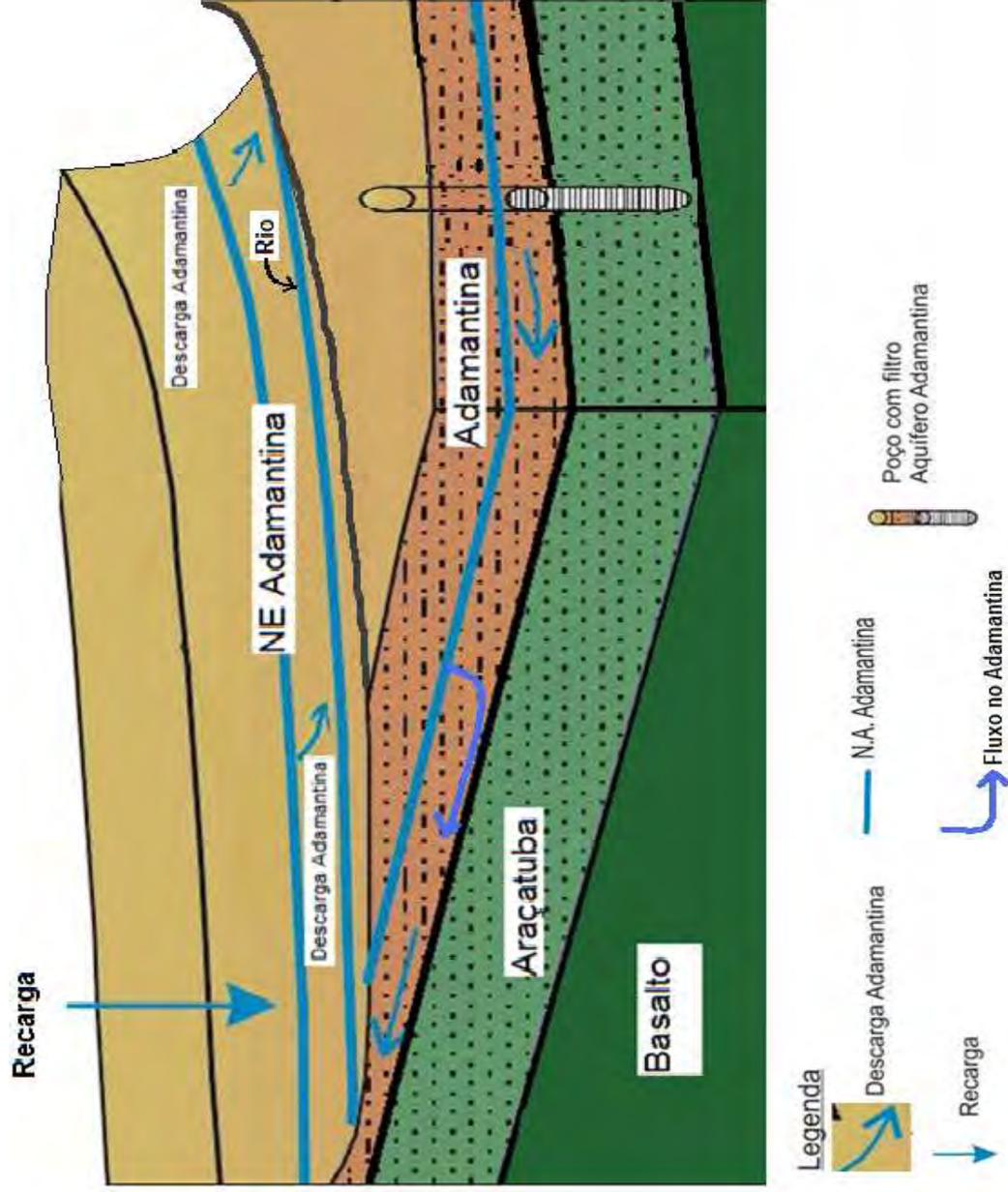


Figura 80 – Escoamento das águas subterrâneas no Bloco de Gestão 2

A emissão de outorgas neste bloco, cuja sugestão está mostrada no fluxograma da figura 81, fica, no caso das captações superficiais, condicionada a que não se comprometa mais de 50% do Q7.10. Mas, deve-se dar prioridade para captação de águas superficiais para as regiões onde aflora o Aquitardo Araçatuba, pois a disponibilidade hídrica do SAB, nestes casos, é baixa ou nula.

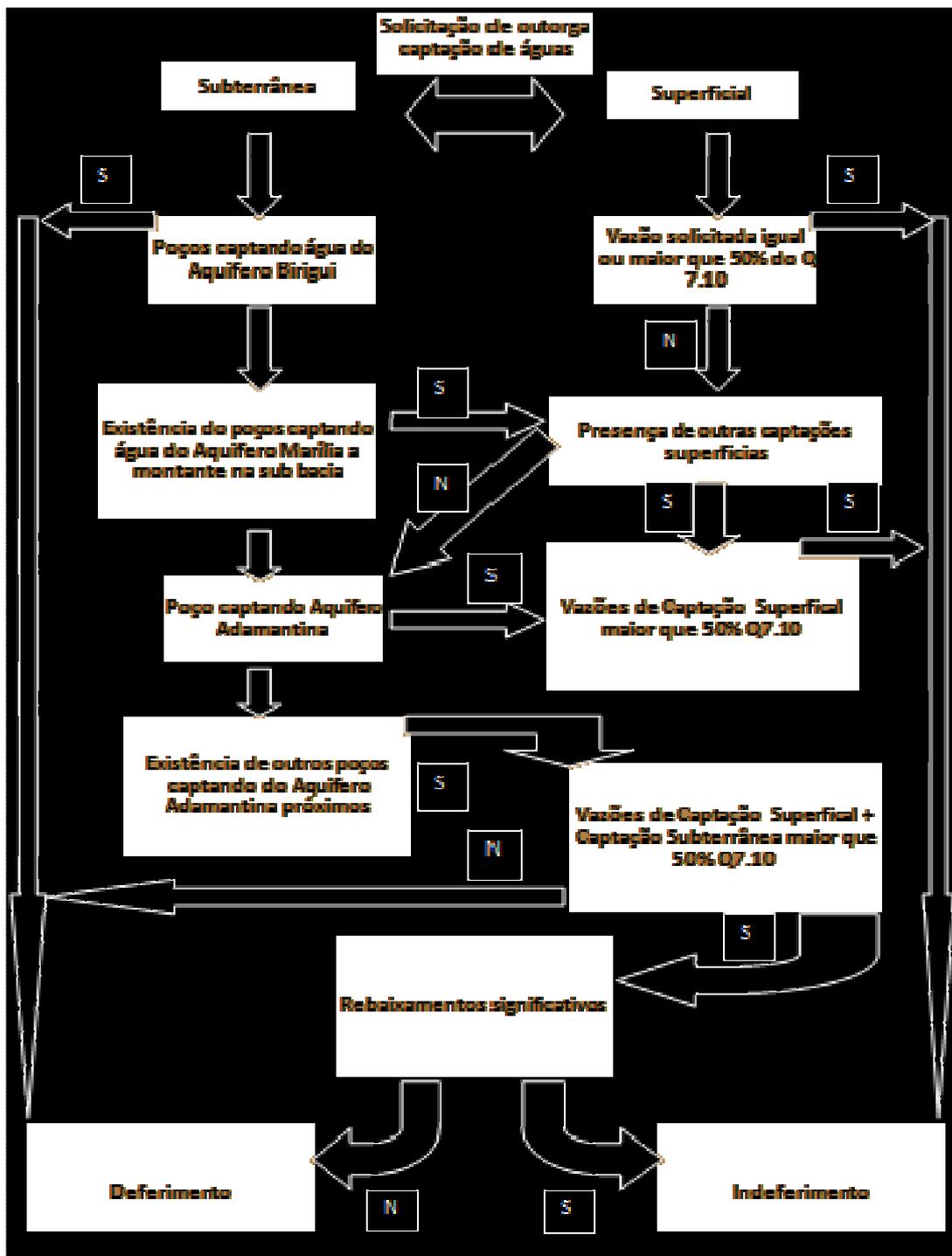


Figura 81 – Fluxograma para avaliação de Outorgas no Bloco de Gestão 2

Com relação às outorgas para captação de águas subterrâneas, quando neste bloco houver solicitação de captação de águas do Aquífero Birigui, dada sua localização estratigráfica, a outorga pode ser emitida, independente dos outros usos verificados na região. Tal aquífero pode ser minerado, ou seja, explorado além das taxas de recarga por estar confinado. Isto já pode estar acontecendo, pois onde ocorre as disponibilidades hídricas são baixas e as demandas crescentes.

A decisão sobre as taxas de exploração devem ser negociadas no Comitê de Bacias Hidrográficas, mas não devem ser descartadas as possibilidades de depleção deste aquífero. Monitoramentos devem ser conduzidos nos moldes dos verificados para o “High Plains Aquifer”, nos Estados Unidos.

No Bloco de Gestão 2 predomina o Aquífero Adamantina, aflorante, com grande conectividade hidráulica com as águas superficiais. Quando as outorgas de águas superficiais superarem 50% do Q7.10, nas regiões próximas à estas captações, os poços deverão ser melhor monitorados quanto aos rebaixamentos.

Neste aquífero bastante heterogêneo, existem locais com concentração de poços e com grandes vazões, sendo captadas onde as características hidrodinâmicas são favoráveis. São os casos dos municípios de Tupã e Herculândia (poços cadastrados no Anexo I). Medidas especiais e monitoramento, como o que se verifica em Herculândia, com três poços piezométricos já operando, devem ser implantadas para orientar as outorgas.

12.3. Bloco de Gestão 3 – Baixo Aguapeí e Peixe

A área de abrangência deste bloco se estende, de leste para oeste, desde o fim dos afloramentos dos basaltos nos leitos dos rios do Peixe e Aguapeí, até a região onde afloram os sedimentos da Formação Santo Anastácio (Figura 82). Ao norte apresenta relevos de colinas médias e ao sul apresenta áreas com morrotes alongados e espigões.

Duas são as condições geológicas deste Bloco de Gestão, mas em ambas o Aquífero Caiuá / Santo Anastácio encontra-se isolado da recarga direta por um corpo rochoso de baixa condutividade hidráulica. No primeiro caso, mais a oeste, é o Aquitardo Araçatuba quem o separa do Aquífero Adamantina, como mostrado no Bloco diagrama da figura 83. Na porção mais a leste, fácies finas e cimentadas da Formação Adamantina isolam o Aquífero Caiuá / Santo Anastácio das camadas superficiais, que se comportam também com um aquífero isolado e responsável pelo escoamento de base dos rios. Existe ainda a necessidade da definição da real extensão, em subsuperfície, dos

sedimentos pelíticos da Formação Adamantina, pois sua ocorrência no contato com a Formação Santo Anastácio é que define o comportamento hidráulico do Bloco de Gestão 3, na região de Dracena.

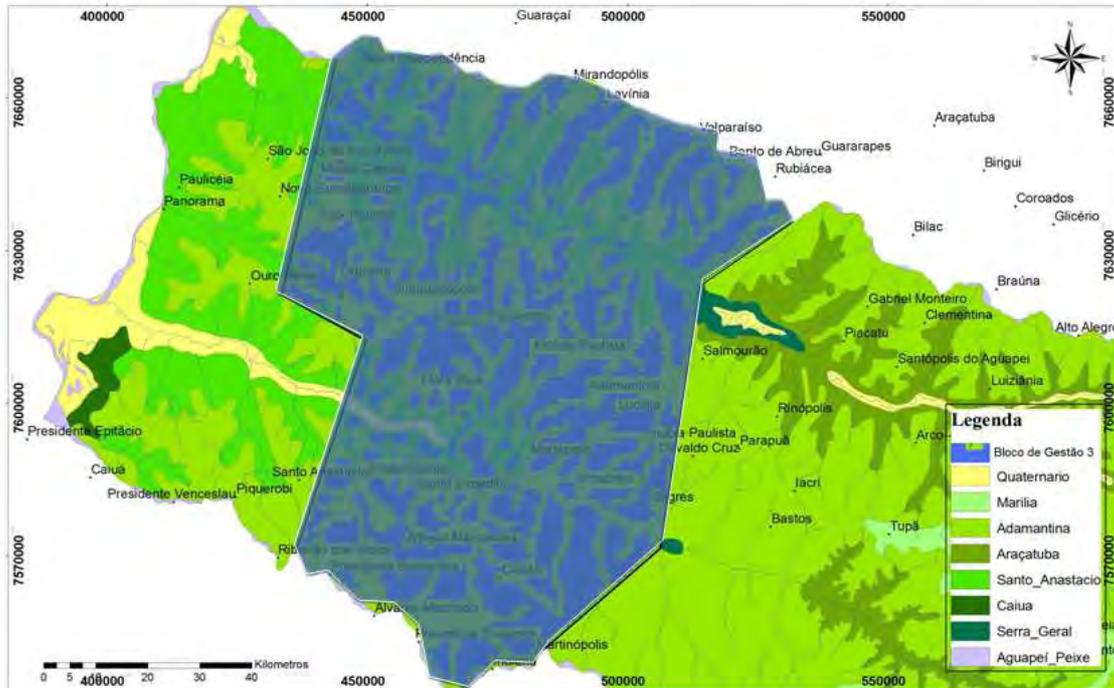


Figura 82 – Localização do Bloco de Gestão 3

Existe neste bloco grande disponibilidade hídrica natural devido aos rios Aguapeí e Peixe possuírem grandes áreas de drenagem e pelo Sistema Aquífero Bauru apresentar dois aquíferos bastante produtivos, o Aquífero Adamantina e o Caiuá / Santo Anastácio.

As bacias hidrográficas que drenam para os principais rios têm, como em toda a área das bacias dos rios Aguapeí e Peixe, pequena disponibilidade hídrica, o que torna o SAB a principal fonte para abastecimento neste bloco. Dada a baixa demanda, não são verificados conflitos de uso. Considerando-se que a demanda está localizada sobre os divisores de água, onde a disponibilidade superficial é baixa, a emissão de outorga deve privilegiar a captação de águas subterrâneas. Neste bloco se verifica a maior área plantada com cana de açúcar e, segundo Konrad (2002), tem se constituído em importante pólo de fruticultura irrigada. Este fator pode contribuir para a disponibilidade hídrica da região e deverá ser estudada em maior profundidade.

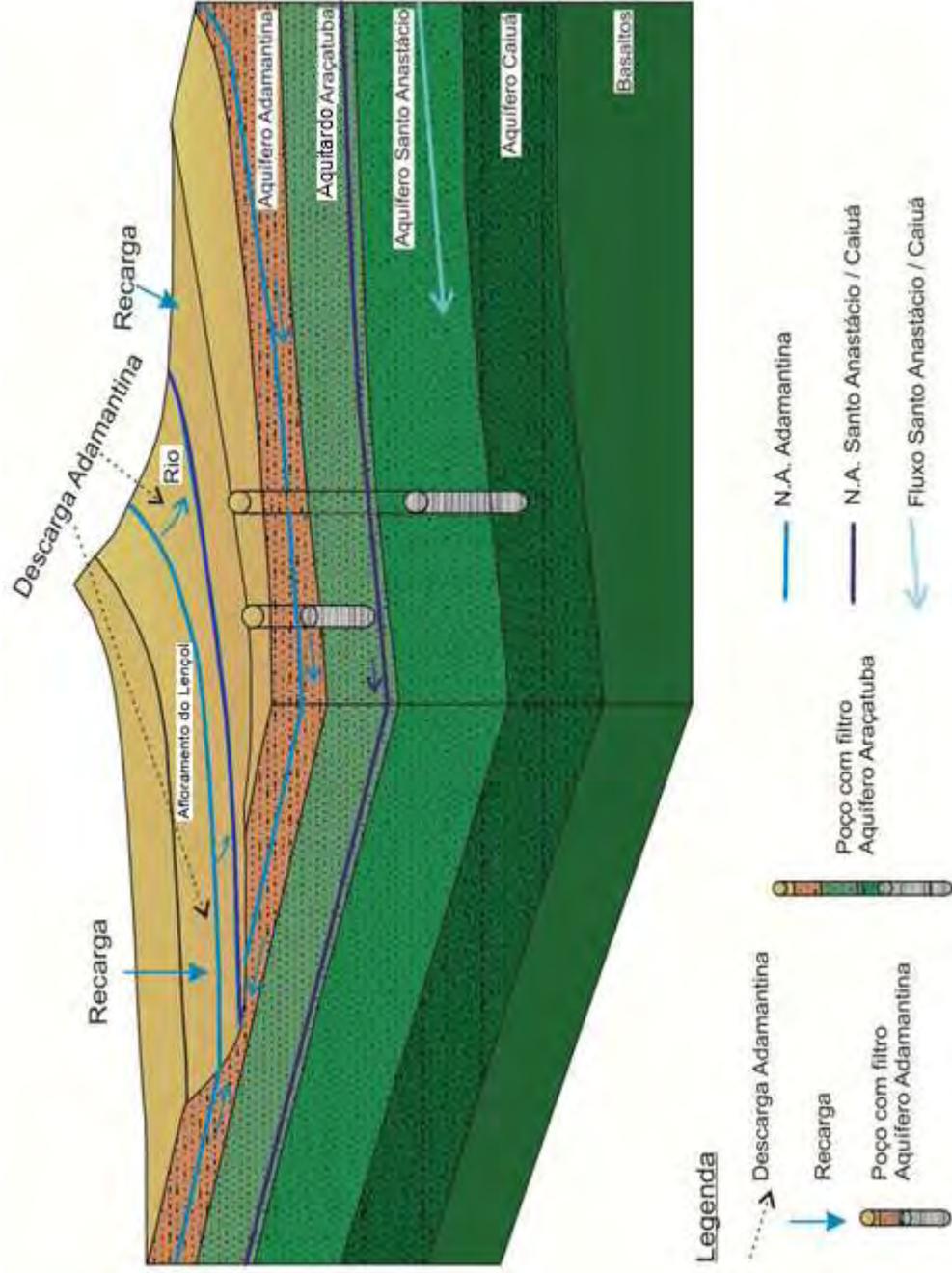


Figura 83 – Escoamento das águas subterrâneas no Bloco de Gestão 3

A emissão de outorgas para este bloco, cujo fluxograma propondo critérios está mostrado à figura 84, deve considerar principalmente a contribuição da Formação Adamantina com o escoamento de base dos pequenos rios nas cotas mais altas.

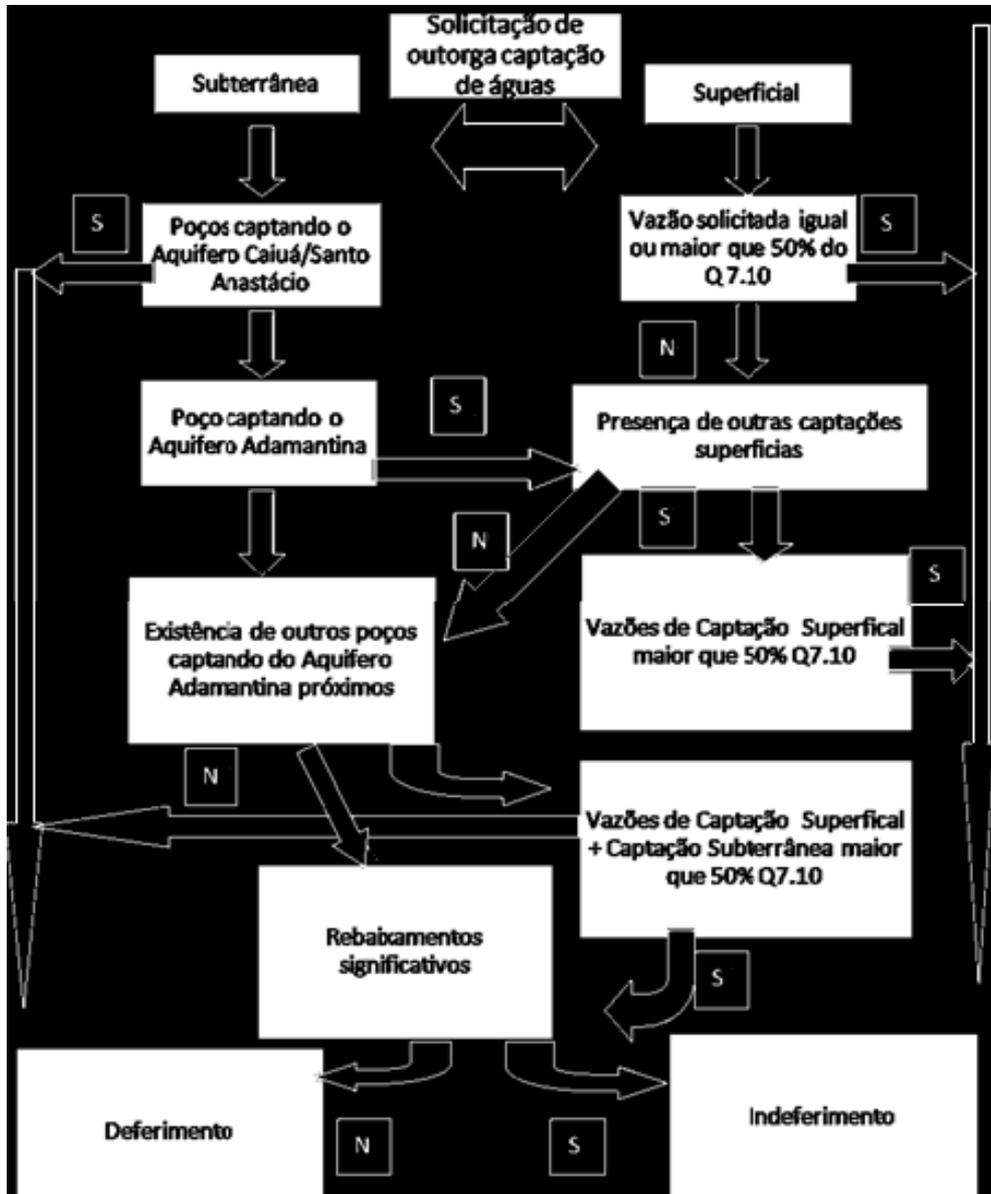


Figura 84 – Fluxograma para avaliação de Outorgas no Bloco de Gestão 3

Para este bloco, que é onde se verificam as maiores demandas, quando forem solicitadas captações de águas subterrâneas do Aquífero Caiuá / Santo Anastácio, o condicionante da outorga será a presença de outros poços, explotando este aquífero, concentrados em pequenas áreas. Os dados obtidos pelo teste realizado, empregando-se a fórmula do regime não equilibrado, indicam raio de influência de 500 metros para o

poço explotando água do Aquífero Caiuá / Santo Anastácio em Dracena. Portanto, quando poços estiverem localizados a distâncias menores que 1000 metros, há que se monitorar os rebaixamentos e se propor regimes especiais de exploração no caso de grandes interferências.

12.4. Bloco de Gestão 4 – Barra do Aguapeí e Peixe

Localizado no extremo oeste da área em estudo (Figura 85), está limitado pelo rio Paraná e pelas áreas de colinas médias, no eixo entre as cidades de Nova Independência, Dracena e Ribeirão dos Índios. Sua topografia é muito plana, com Planícies Aluvionais e Terraços Aluvionais às margens dos rios, e os interflúvios são colinas amplas com topos extensos e aplainados.

A maior expressão deste bloco é ao longo do Vale do Rio do Peixe, onde os termos mais arenosos da Formação Caiuá afloram no Município de Presidente Epitácio.

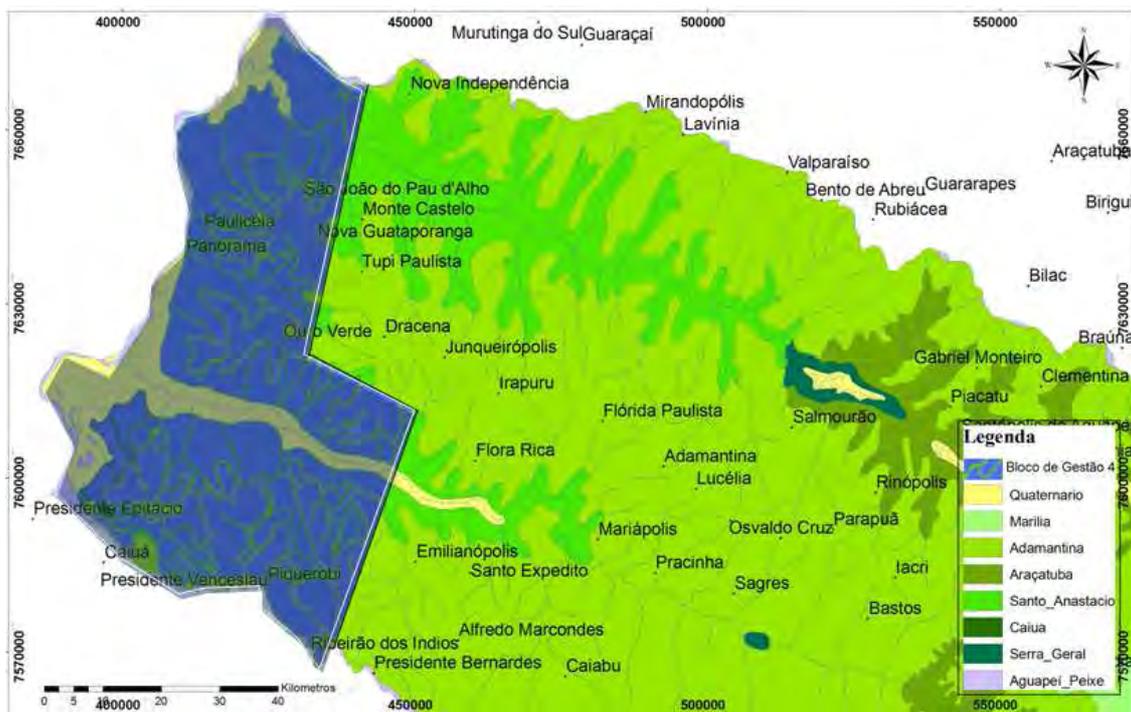


Figura 85 - Localização do Bloco de Gestão 4

Como mostrado na figura 86, o pacote sedimentar do SAB apresenta, apesar de composto por duas formações (Caiuá e Santo Anastácio) nesta região, comportamento de um único aquífero. Este aquífero é o responsável pelo escoamento de base dos rios.

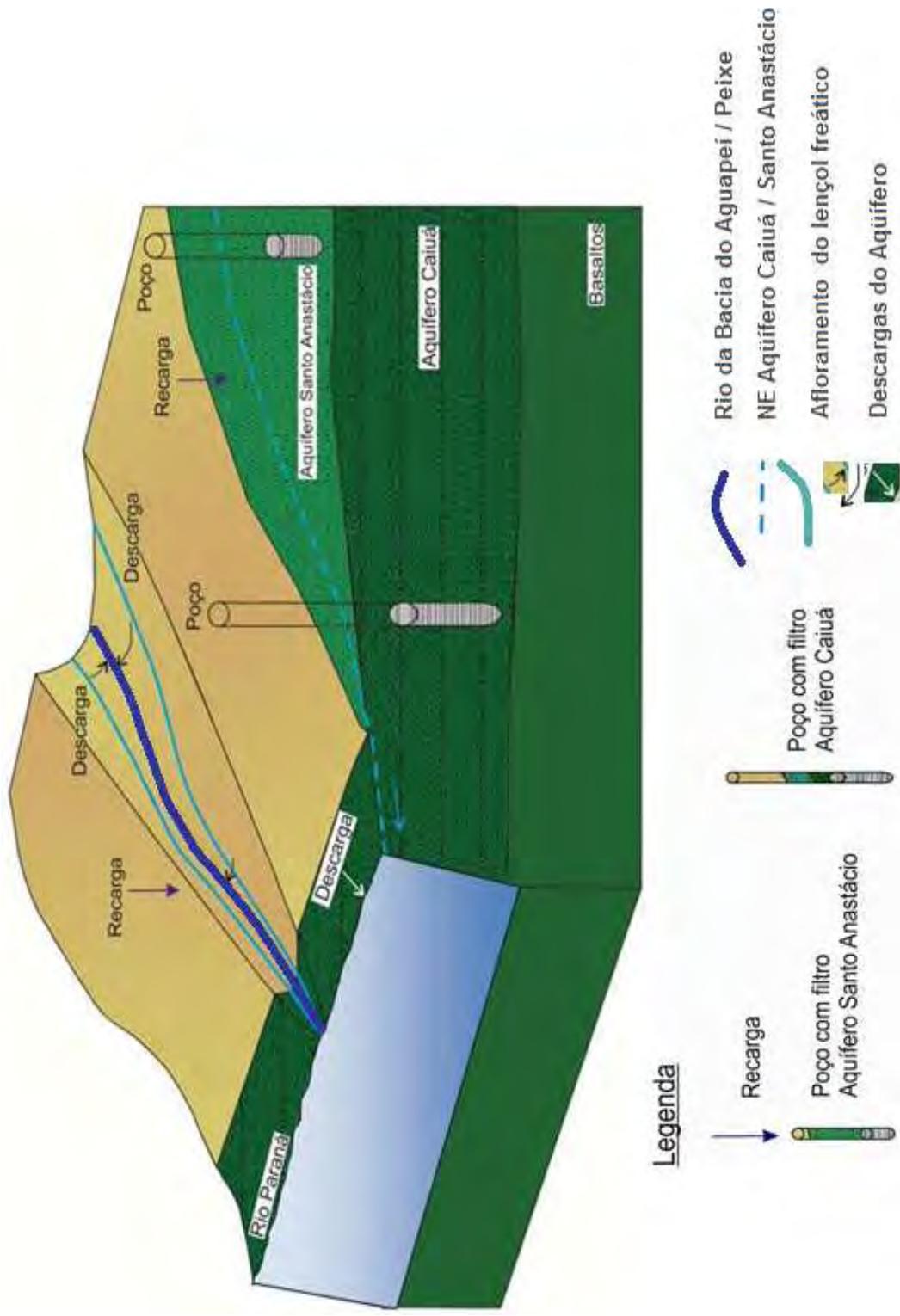


Figura 86 – Escoamento das águas subterrâneas no Bloco de Gestão 4

Este bloco apresenta a maior disponibilidade de recursos hídricos da área em estudo. Os rios encontram-se na parte final de seus cursos e o Aquífero Caiuá / Santo Anastácio apresenta a melhor relação profundidade x produção de água do Sistema Aquífero Bauru. O Rio Paraná comporta-se como uma barreira hidráulica positiva, melhorando a disponibilidade hídrica.

A baixa demanda e a grande disponibilidade tornam a gestão dos recursos hídricos neste bloco a mais fácil na região compreendida pelas bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe. Apenas as pequenas bacias afluentes dos rios Aguapeí, Peixe e Paraná têm baixa disponibilidade de águas superficiais, fato compensado pela grande disponibilidade de águas subterrâneas. Um fluxograma para avaliação das solicitações de outorga para este bloco está apresentado na figura 87.

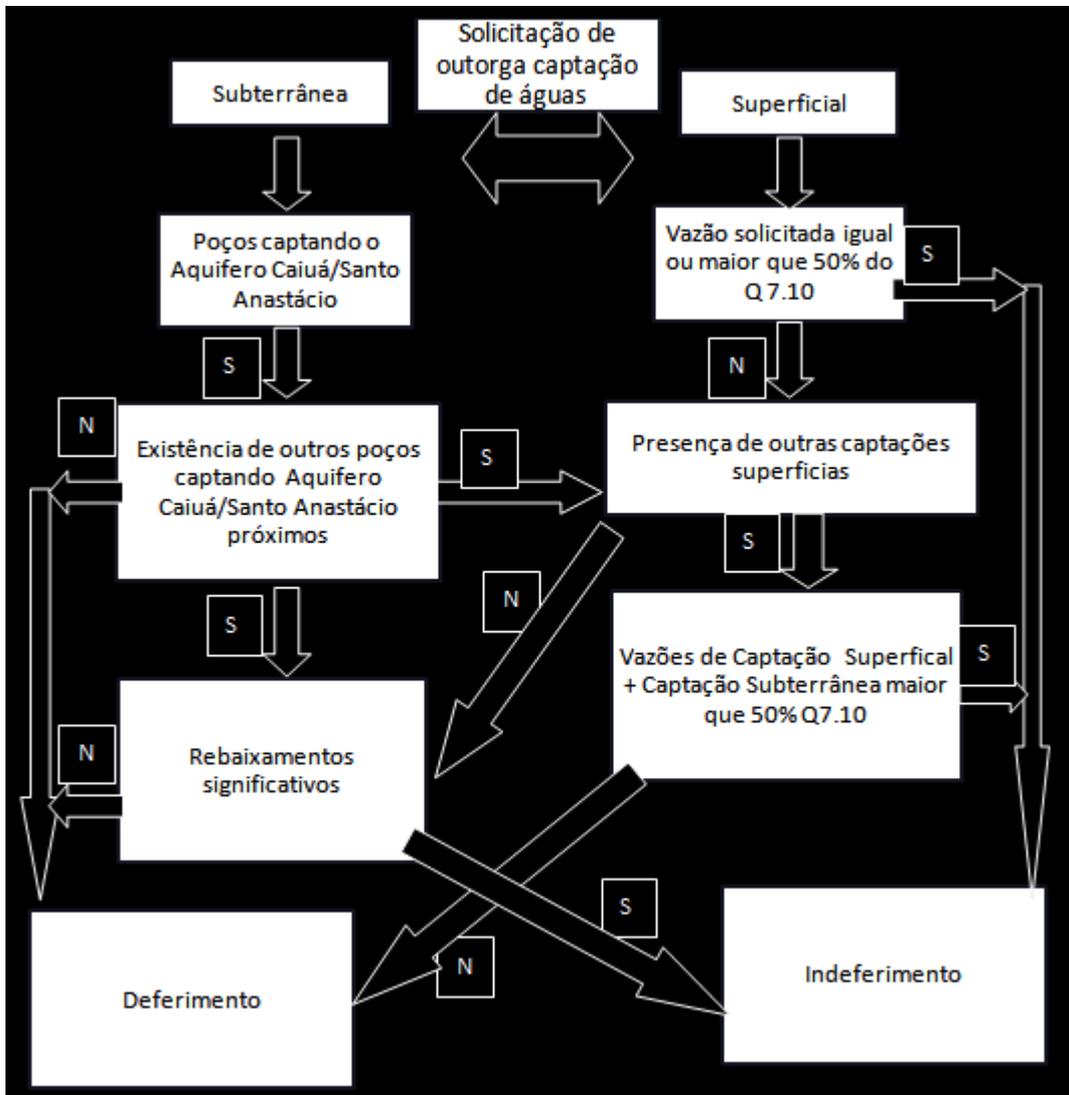


Figura 87 – Fluxograma para avaliação de Outorgas no Bloco de Gestão 4

As restrições às outorgas devem ser feitas quando as captações superficiais superam 50% do Q7.10, ou quando se verificarem rebaixamentos significativos dos níveis em poços.

12.5. A Qualidade dos Recursos Hídricos condicionando a Gestão

A qualidade dos recursos hídricos é fator que determina a sua disponibilidade. Naturalmente, a não ser pela presença de Bário que tem se detectado nas águas do SAB, nas águas das bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe (superficiais e subterrâneas) não foram detectados quaisquer outros parâmetros anômalos. Ocorre que, apesar do avanço verificado ao longo dos anos, ainda ocorre disposição de esgotos “in natura” nos solos, na forma de fossas negras, e na falta de sistemas de afastamento do esgoto gerado na área urbana, são despejados em valas escavadas no solo, o que leva à contaminação dos aquíferos. Também há intenso uso agrícola dos solos rurais, o que pode levar à contaminação das águas superficiais e subterrâneas por produtos empregados nas lavouras. Além disso, muitos municípios ainda lançam seus esgotos sem tratamento, ou tratados em sistemas com baixa eficiência de tratamento, nos rios, contaminando as águas superficiais.

Portanto, as propostas aqui apresentadas devem ser acompanhadas dos devidos cuidados, já exigidos no caso das águas subterrâneas, quanto à qualidade das águas captadas.

13. CONCLUSÕES

O Sistema de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo instalou, para a gestão das águas das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe, um único Comitê de Bacias Hidrográficas. Isto devido à grande interferência no uso das águas das duas bacias pelos municípios que as compõem, situados em sua maioria no divisor de águas entre essas duas bacias.

Apesar dessa interferência, com ampla transposição de água de uma bacia para a outra, a grande fonte de abastecimento de águas para todos os usos consuntivos são os sedimentos do Grupo Bauru, que compõem o Sistema Aquífero Bauru.

Face à distribuição das unidades estratigráficas do Sistema Aquífero Bauru, tanto em superfície quanto em subsuperfície, não se pode gerenciar seus recursos hídricos como sendo este sistema uma única e homogênea unidade.

O Sistema Aquífero Bauru deve ser dividido em unidades hidroestratigráficas, com base no comportamento hidráulico e na inter-relação entre suas formações. Pela subdivisão estratigráfica proposta por Paula e Silva (2003), o SAB é composto pelas formações Caiuá, Santo Anastácio, Birigui, Adamantina e Marília, com comportamento de aquífero, e pelas formações Pirapozinho e Araçatuba, com comportamento de aquífero.

Com relação aos sedimentos da Formação Pirapozinho, que se localizam na base do Grupo Bauru e têm o mesmo comportamento, sob o ponto de vista de hidrodinâmica, dos basaltos da Formação Serra Geral, comportando-se como nível de base dos escoamentos, nada foi desenvolvido no presente estudo. No entanto devem ser empreendidos estudos quanto à sua distribuição na área estudada.

Para a definição das inter-relações de cada unidade do SAB e delas com as águas superficiais, foram desenvolvidos levantamentos iniciais que estabeleceram a extensão e o comportamento hidráulico de cada uma.

Verificou-se, então, que as formações Caiuá e Santo Anastácio comportam-se como um único aquífero, aqui denominado Aquífero Caiuá / Santo Anastácio, que ora ocorre em superfície e ora ocorre sob as formações Adamantina e Araçatuba. A Formação Araçatuba comporta-se como um aquífero e a extensão de seus afloramentos em superfície foi ampliada para o Vale do Rio do Peixe. Isso estabelece uma maior área do SAB onde a disponibilidade de águas subterrâneas é mais baixa, pois nesta região só ocorrem seus sedimentos pelíticos depositados sobre os basaltos da Formação Serra Geral. Nessas áreas, a disponibilidade hídrica está relacionada aos recursos superficiais e aos outros aquíferos que ocorrem em subsuperfície. A Formação Araçatuba separa o Aquífero Caiuá / Santo Anastácio do Aquífero Adamantina, exigindo para cada um uma diferenciação na gestão das águas da área. A Formação Adamantina, de maior expressão na região, é bastante heterogênea, apresentando locais como comportamento aquífero muito favorável, como nas regiões de Tupã e Herculândia, e na maioria das vezes comporta-se como um aquífero com pouca capacidade de produção de água. Mas é a responsável, onde ocorre em superfície, por todo o escoamento de base dos rios. Na região compreendida entre as cidades de Irapuru, Junqueirópolis e Dracena ocorre uma camada de sedimentos finos e compactos da Formação Adamantina, com comportamento de aquífero, que isola as camadas do Aquífero Caiuá / Santo Anastácio. A Formação Marília, condicionadora dos Planaltos de Marília, é formada por arenitos carbonáticos, duros e pouco permeáveis, recobertos por um solo de alteração arenoso, friável e considerado aqui como a zona aquífera desta formação. Nas regiões onde ocorre está hidráulicamente separada da Formação Adamantina, subjacente, sendo os solos superiores que a recobrem responsáveis pela manutenção das vazões de base dos rios do planalto.

O que se verifica é que as disponibilidades são crescentes de leste para oeste, não apenas pelo aumento das áreas de drenagem dos grandes rios, mas pelas características dos aquíferos que têm melhores características nas proximidades do rio Paraná. Com relação aos recursos hídricos superficiais, nota-se uma queda na disponibilidade de leste para oeste, uma vez que os sedimentos são mais permeáveis, o que facilita a infiltração e diminui a densidade de rios.

Baseado no cálculo da recarga pelo método de Meyboom (equação 7), conclui-se que aproximadamente 8% da pluviosidade anual recarregam os aquíferos superficiais. Tais aquíferos, com esta recarga, mantêm o escoamento de base dos rios nos períodos de recessão das vazões. Bacias menores analisadas indicaram que, uma vez que a pluviosidade varia muito pouco na área e que houve resultados muito discrepantes para os valores de recargas obtidos (1,3% para o posto 7d 004 na Bacia do Arrependido, Marília, e 14,6% na Bacia do Córrego da Copafba, Bastos), o substrato geológico, associado a fatores topográficos, que também são função de fatores geológicos, condicionam as taxas de recarga dos aquíferos. Além disso, o impacto da fertilirrigação da cana, significativa na região, deverá ser avaliada para cálculo do balanço hídrico.

Propõe-se, então, em função das diferenças e da distribuição espacial destas formações, a divisão da área em estudos em Blocos de Gestão.

Bloco de Gestão 1 – A Formação Marília recobre a Formação Adamantina. Constituem dois aquíferos sobrepostos sem que um interfira no outro; o Aquífero Marília é responsável pela vazão de base dos recursos hídricos superficiais; a base da infiltração são os sedimentos da Formação Araçatuba. Para emissão de outorga de captação de águas superficiais deve-se avaliar o grau de comprometimento da disponibilidade do Aquífero Marília. Neste loco não há interferência do Aquífero Adamantina no escoamento de base, portanto, pode-se emitir outorga para captação sem análise da disponibilidade hídrica superficial. A única restrição para captação das águas do Aquífero Adamantina é o rebaixamento dos níveis em locais de concentração de poços.

Bloco de Gestão 2 – O Aquífero Adamantina está depositado diretamente sobre os pelitos da Formação Araçatuba. Todo o Aquífero Adamantina comporta-se como um aquífero livre e é o responsável pelo escoamento de base dos recursos hídricos superficiais. Para emissão da outorga de captação superficial devem ser considerados os poços próximos, e para emissão de outorgas de captação subterrânea, dadas as características de baixa vazão produzida pelo aquífero, apenas quando concentrações de poços forem registradas deve-se monitorar os rebaixamentos de nível. Em algumas áreas, como no eixo Tupã – Herculândia e no eixo Júlio Mesquita – Guaimbê e Getulina, estes sedimentos têm comportamento de aquífero com produção acima da média, o que estimula a perfuração de poços e pode levar a rebaixamentos significativos. No caso de constatação de rebaixamentos exagerados poderão ser criadas zonas de restrição à perfuração, desde que ouvido o Comitê de Bacias Hidrográficas.

Bloco de Gestão 3 – O Aquífero Adamantina sobrepõe-se ao Aquífero Caiuá / Santo Anastácio. Neste bloco, a não ser em áreas muito restritas que devem ser melhor pesquisadas, entre o Aquífero Adamantina e o Aquífero Caiuá / Santo Anastácio interpõe-se um aquitardo. Tanto pode ser a Formação Araçatuba, como verificado no poço estratigráfico de Martinópolis, quanto fácies mais finas e cimentadas da Formação Adamantina, como registrado na região de Irapuru, Junqueirópolis e Dracena. Nestes casos, pela grande disponibilidade de água e por não contribuir com o escoamento de base dos rios, a outorga para captação do Aquífero Caiuá / Santo Anastácio só não será emitida quando grandes rebaixamentos forem verificados, criando-se então zonas de restrição à perfuração de poços. Para a captação de águas superficiais, devem entrar no balanço hídrico as vazões captadas no Aquífero Adamantina, em poços perfurados próximos à captação superficial que se pretende outorgar. O Aquífero Adamantina que se comporta como aquífero livre, deve ter seus níveis monitorados, mas como seus cones de rebaixamento têm pequeno raio, este monitoramento deve ser exigido apenas quando os poços forem muitos e ocupando pequenas áreas.

Bloco de Gestão 4 – O Aquífero Caiuá / Santo Anastácio encontra-se aflorante e sobre as rochas basálticas do Aquífero Serra Geral. Neste bloco, os recursos hídricos superficiais e os recursos hídricos relacionados ao Sistema Aquífero Bauru encontram-se totalmente conectados. Por causa das características do aquífero, com alta transmissividade e com cones de rebaixamento que podem superar 1000 metros (ROSA FILHO, 1982), as captações subterrâneas devem interferir no escoamento de base. A compensação é a grande quantidade de águas disponível e a facilidade de recarga que o SAB apresenta na área. A restrição deve ser para captação de águas superficiais, pois devido às características das rochas, que facilitam a infiltração, o sistema de drenagem superficial é de baixa densidade e com baixas vazões.

14. RECOMENDAÇÕES

As grandes semelhanças que se verificam nos grandes pacotes rochosos que compõem o SAB permitiram definir Blocos que permitem a gestão dos recursos hídricos na escala das bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe como um todo. Mas onde se verificam grandes volumes de água sendo bombeados deste Aquífero, com grande concentração de poços como em Marília, Dracena, Tupã, Presidente Prudente (ANEXO I), a gestão deve ser conduzida em escala de maior detalhe, em que as pequenas diferenças são determinantes para o comportamento desses reservatórios de água.

Portanto, onde houver conflitos eminentes, com volumes significativos sendo bombeados, a escala de gestão deve ser adequada e sugere-se iniciar a gestão municipal das águas subterrâneas. Para tanto, recomenda-se a metodologia empregada por este trabalho, com definição da estratigrafia, das zonas que estão sendo exploradas e, a partir disto, estabelecer as interferências entre os pacotes aquíferos dentro do SAB e a relação entre as águas contidas aí e as águas superficiais.

Campanhas de monitoramento devem ser recrudescidas, com a implantação de novos poços piezométricos, principalmente onde se verificam concentrações de poços. Podem-se aproveitar poços abandonados desde que se conheçam suas características construtivas.

Apesar de a disponibilidade hídrica ser confortável nas Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe, em função da demanda, não tendo se registrado conflitos de uso até o momento, a não ser na região do Bloco de Gestão 1 onde as disponibilidades são menores, não se pode descartar a possibilidade de bombeamentos que superem a recarga do aquífero. Esta mineração pode já estar ocorrendo em regiões de confinamento de lentes de arenitos dentro dos grandes pacotes litológicos.

Não se deve descartar, em casos especiais onde a demanda seja muito alta e não haja disponibilidade superficial suficiente, uma condição de mineração de água, principalmente nos aquíferos bastante isolados, como parece ser o Aquífero Birigui, e, em alguma medida, em porções do Aquífero Adamantina.

Como podem acontecer rebaixamentos acentuados, sugere-se o início de estudos que permitam estabelecer parâmetros que orientem a recarga artificial do SAB nas Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe.

As discussões e decisões sobre a gestão dos recursos hídricos na área estudada, mesmo as mais polêmicas como recarga artificial e mineração do aquífero, têm como fórum o Comitê de Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEY, W.M., and LEAKE S.A. The journey from safe yield to sustainability, *Ground Water*, 42(1):12-16. 2004

ALMEIDA, F. F. M. de; BARBOSA, O. Geologia das quadrículas de Piracicaba e Rio Claro, Estado de São Paulo. Rio de Janeiro: DNPM, 1953. 96p. (Boletim 143).

ALMEIDA, M. A. de. et al. Geologia do oeste paulista e áreas fronteiriças dos estados de Mato Grosso do Sul e Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31., 1980, Camboriú. Anais... São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, n. 5, 1980. p. 2799-2812.

ANA – Agência Nacional de Águas. In: Caderno de Recursos Hídricos: Diagnóstico da outorga de direito de uso de recursos hídricos no País – Diretrizes e Prioridades. Brasília: ANA, 153 p., 2005.

ARID F. M. A Formação Bauru na região norte - ocidental do Estado de São Paulo. *Geociências*, 1: 1-126, 1966.

BARCELOS J. H. e SUGUIO K. Correlação e extensão das unidades estratigráficas do Grupo Bauru definidas em território paulista, nos estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul e Paraná. In: SBG, Simp. Regional de Geologia, 6, Rio Claro, Atas, p. 313-321, 1987.

BARCHA S. F. Aspectos geológicos e províncias hidrogeológicas da Formação Bauru na Região norte.ocidental do Estado de São Paulo. Tese Livre Docência, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista (UNESP), São José do Rio Preto. 209 p., 1980.

BARCHA et al. Intrusão alcalina de Jaboticabal, SP. *Revista Geociências*, 3: 21-38, 1984.

BATEZELLI A., et al. Redefinição litoestratigráfica da unidade Araçatuba e da sua extensão regional na Bacia Bauru, Estado de São Paulo, Brasil. In: SBG, Simp. Cretáceo do Brasil, 5, Simpósio Cretácico de America del Sur,1, Serra Negra, Boletim, p. 195-200, 1999.

BORLOW, P. M. –Concepts for national assessment of water availability and use; U.S. Geological Survey Circular 1223, 34p , 2003.

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 e dá outras providências. Congresso Nacional - (1997).

_____ - Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. - Plano Nacional de Recursos Hídricos. Panorama e estado dos recursos hídricos do Brasil: Volume 1 / – Brasília: MMA, 2006. 4 v.: il

BREDEHOEFT, J. D.- The water budget myth revisited: Why hydrogeologists model: Ground Water, v. 40, 2002,no. 4, p. 340-345.

BRODIE, R, ET AL, and RANSLEY, T. An overview of tools for assessing groundwater-surface water connectivity. Bureau of Rural Sciences, Canberra, (2007).

CASTRO J., et al. Arcabouço estratigráfico do Grupo Bauru no oeste paulista. In: SBG, Simp. Cretáceo do Brasil, 5 , Simp. Cretácico de America del Sur,1, Serra Negra. Boletim, p. 509-515, 1999.

CETEC – Centro de Tecnologia da Fundação Paulista de Tecnologia -Relatório de situação dos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe – 1998 - Lins

CETEC – Centro de Tecnologia da Fundação Paulista de Tecnologia – Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe – 2008 – Lins.

COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL – CATI. Censo Agropecuário. LUPA – Levantamento Censitário de Unidades de Produção Agropecuária. Anos 1995/1996 e 2006 (ano base 2005). Disponível em:<http://www.cati.sp.gov.br/_Cati2007/_serviços/lupa>. Acesso em 22 jul. 2009.

COOPER, H. H.; JACOB, C. E. A generalized graphical method for evaluating formational constant sand summarizing well field history. American Geophysical Union Transactions, v. 27, p. 526-634, 1946.

CUNHA, L. V. da; et al.- A Gestão da Água: princípios fundamentais e sua aplicação em Portugal. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1980.

CUSTÓDIO, E.; LLAMAS, M. R. Hidrologia subterrânea. 2ed. Barcelona: Omega, 1983. 2 v.

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

_____.– Mapa geológico do Estado de São Paulo – Folha de Marília, escala 1:250.000, Estado de São Paulo, 1982.

_____. Plano estadual de recursos hídricos: Primeiro Plano do Estado. Síntese. São Paulo. 97 p., 1990.

_____. Regionalização hidrológica do Estado de São Paulo. São Paulo: (Lotufo Conejo, J. G., Palos, J.C. e Liazi, A. , Cintra, P. S.) DAEE, 1999. 1 CD-ROM.

DOMENICO, P.A.e SCHUWARTZ, F.W. Physical and chemical hydrogeology. 2ª ed. New York, NY:John Wiley e Sons, 1998. 506p.

ETCHEBEHERE M. L. C., et al. Moldes de cristais salinos no Grupo Bauru, Estado de São Paulo: implicações econômicas e paleoclimáticas. Geociências, 10: 101-117, 1991.

FEITOSA, F.A.C. Hidráulica de poços. In: FEITOSA, F.A.C.; FILHO, J.M. (Coord.) Hidrogeologia conceitos e aplicações. 2ª ed. [S.l.]: UFPE, 2000. 321p.

FERNANDES, L. A. A cobertura cretácica suprabasáltica no Paraná e Pontal do Paranapanema (SP): os grupos Bauru e Caiuá. São Paulo, 1992. 129f. Dissertação (Mestrado em Geologia Sedimentar) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

_____. Estratigrafia e evolução geológica da parte oriental da Bacia Bauru (Ks Brasil). São Paulo, 1998. 216f. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

FERNANDES L. A. e COIMBRA A. M. O Grupo Caiuá (Ks): revisão estratigráfica e contexto deposicional. Revista Brasileira de Geociências, 24 (3): 164-176, 1994.

_____. Revisão estratigráfica da parte oriental da Bacia Bauru (Neocretáceo). Revista Brasileira de Geociências, 30 (4): 717-728, 2000.

FARVOLDEN R. N. Geologic controls on ground-water storage and base flow Journal of Hydrology 1 (1963) 219-249.

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS – SEADE. SP Demográfico – Resenha de Estatísticas Vitais do Estado de São Paulo – Ano 8 – Nº. 2 – Agosto - 2007. Disponível em:<<http://www.seade.sp.gov.br>>. Acesso em 25 jul. 2009.

FÚLFARO V. J. e BARCELOS J. H. A tectônica pós.deposicional e a reconstituição paleogeográfica: o exemplo no Grupo Bauru. In: SBG, Simp. Bacias Cretácicas Brasileiras, 2, Rio Claro. Resumos expandidos, p. 132-133., 1992.

HASUI, Y. O cretáceo do oeste mineiro. In: Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia, São Paulo. 18(1): p 39-56. 1969.

INFOSECA – Centro de Monitoramento e Mitigação da Seca e Adversidades Hidrometeorológicas, IAC/APTA/SAA/GESP – Standardized Precipitation Index (SPI). Disponível em <http://www.infoseca.sp.gov.br/>. Acesso em: 05/02/2009

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Documentação territorial do Brasil. 2000. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br>>. Acesso em: 18 jul. 2009.

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Orientações para o combate à erosão no Estado de São Paulo, Bacia do Peixe-Paranapanema. São Paulo: Convênio IPT/DAEE. (IPT. Relatório, 24 739). 1987.

_____.- Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Mapa geológico do Estado de São Paulo, escala 1:500.000. São Paulo, IPT, v.1 e v.2. 1981.

_____.- Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo, escala 1: 1.000.000. 2v. 1981b.

KONRAD, M. (2002) – Efeitos de sistemas de irrigação localizada sobre a produção e qualidade de Acerola (*Malpighia spp*) na região da Nova Alta Paulista Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista – Ilha Solteira

KRUMBEIN W. C. e SLOSS L. L. - Stratigraphy and Sedimentation, 2nd edition, Freeman, San Francisco, 1963.

KRUSEMAN, G.P. e RIDDER, N.A. - Analysis and evaluation of pumping test data. International Institute for Land Reclamation and Improvement. Wageningen. (377 pg),. Netherlands. 1994.

LANNA, A. E.-. A gestão dos Recursos Hídricos no contexto das políticas ambientais. In: MUÑOZ, Héctor Raúl (Coord.). Interfaces da Gestão dos Recursos Hídricos: desafios da Lei de Águas. 2ª. ed. Brasília:MMA/SRH, 2000.p.75-109.

LANDIM, P. M. B.; SOARES, P. C. Estratigrafia da Formação Caiuá. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 29., 1976, Ouro Preto. Anais... São Paulo: SBG, 1976. p. 195-206.

LARKIN, R.G., and SHARP, J.M., Jr., On the relationship between river basin geomorphology, aquifer hydraulics, and ground-water flow direction in alluvial aquifers: Geological Society of America Bulletin, v. 104, p. 1608–1620, doi: 10.1130/0016-7606(1992)104<1608:OTRBRB>2.3.CO;2. 1992.

LEE, T. R.; JURAVLEV, A. S. - Los precios, la propiedad y los mercados en la asignación del agua. Serie Medio Ambiente y Desarrollo, n° 6. Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Nações Unidas. (1998).

LIAZI, A; et al. Outorga Integrada Águas superficiais e águas subterrâneas. In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos – São Paulo, 2006.

MACE, R. E.; MULLICAN, W. F. III; WAYET T. S. – Estimating Groundwater Availability in Texas in: Seminar: Water Allocation in Texas: The Legal Issues. Austin, Texas, 2001.

MENDONÇA, J.L.G.; GUTIERREZ, T.M.C. O Potencial Hidrogeológico no Estado de São Paulo. I Congresso Internacional de Água Subterrânea. Fortaleza - Brasil. CD ROM., 2000.

MEYBOOM P, Estimating ground-water recharge from stream hydrographs. Journal of Geophysical Research, 66(4), 1203-1214, 1961.

MEZZALIRA S. Contribuição ao conhecimento da estratigrafia e paleontologia do arenito Bauru. Boletim do Instituto Geográfico e Geológico, 51: 162 p., 1974.

MIALL A. D. Analysis of fluvial depositional systems. In: American Association of Petroleum Geologists Fall Education Conference, 1982.

MISSIMER, M. M. et al. – Sustainability and the management of water resources in Florida. Florida Water Resources Journal. Pgs. 20-24, 26, 60-62. 2007.

OLIVEIRA, J. B. et al. Mapa pedológico do Estado de São Paulo. Escala 1:500.000. Campinas: Embrapa/IAC, 1999

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

PAULA E SILVA F. e CAVAGUTI N. Nova caracterização estratigráfica e tectônica do Mesozóico na Cidade de Bauru - SP. Revista Geociências, 13 (1): 83-99, 1994.

PAULA E SILVA F., et al. Estudo estratigráfico do Grupo Bauru na região de Presidente Prudente com base em perfis geofísicos de poços para água. Revista Geociências, 13 (1): 63-82, 1994.

PAULA E SILVA F., CHANG H. K. e CAETANO-CHANG M. R. Perfis de referência do Grupo Bauru (K) no Estado de São Paulo. Revista Geociências, 22 (especial): 21-32, 2003.

PAULA E SILVA F., KIANG, C. H. e CAETANO-CHANG M. R. Caracterização das unidades neocretáceas da Bacia do Paraná na região de São José do Rio Preto (SP) com base na análise de perfis geofísicos e suas implicações estratigráficas. In: Simp. Cretáceo do Brasil, 6, Simp. Cretáceo de America del Sur, 2, São Pedro, Boletim, p. 345-349, 2002.

PAULA E SILVA F., KIANG, C. H. e CAETANO-CHANG M. R - Hidroestratigrafia do Grupo Bauru (K) no Estado de São Paulo – Revista Águas Subterrâneas, v. 19, n. 2 (2005)

PAULA E SILVA F., et al - Arquitetura deposicional do Grupo Bauru (Ks) na região sudoeste do Estado de São Paulo. In: SBG, Simp. Cretáceo do Brasil, 5, Simp. Cretácico de America del Sur, 1, Serra Negra, Boletim, p .45-49, 1999.

PERROTA et al – Mapa geológico do Estado de São Paulo – Programa de levantamentos geológicos básicos, CPRM, São Paulo, 2005.

PRANDI, E. C. et al – Usos do Aquífero Bauru na região de Dracena – SP – In ABRH, *XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos* – João Pessoa PB, 2005.

READING H. G. *Sedimentary environments and facies*. Oxford, Blackwell Scientific Publications, second edition., 1986. 615 p.

REALLY et al. *Ground-water availability in the United States*. U.S. Geological Survey circular; 1323. 2008.

RICCOMINI C., et al. Características da porção basal da Formação Caiuá no noroeste do Paraná. In: SBG, *Simp. Regional de Geologia*, 3, Curitiba, Atas, p. 25-33. 1981.

ROCHA, G. A. et al. 1982. Tentativa de zoneamento das características hidráulicas e hidroquímicas do Aquífero Bauru. *Encontro de Geologia e Hidrogeologia: o Grupo Bauru no Estado de São Paulo*. São Paulo: SBG. p. 37-56.

ROSA FILHO, E. F.– Uma análise sobre a produtividade dos poços tubulares no aquífero Caiuá – Dissertação (mestrado) – Centro de Tecnologia - Universidade Federal de Pernambuco – Recife – 1982.

SAAD A. R. C., et al. Cenários do Grupo Bauru no Estado de São Paulo. In: SBG, *Congres. Brasil. Geologia*, 35, Belém, Anais, p. 894-904. 1988.

SÃO PAULO. CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS. *Plano Estadual de Recursos Hídricos: 2004/2007 Resumo*. São Paulo, DAEE, 2006. 92p.il.

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, 2005. *Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São*

Paulo : escala 1:1.000.000 : nota explicativa/ [coordenação geral Gerôncio Rocha], vários colaboradores, 3v. 119p. CD-ROM e Mapa. p. 32–38.

SOPHOCLEUS M. Interactions between groundwater and surface water: the state of the science. *Hydrogeology Journal*. 10: 52-67. 2002.

SOARES P. C. Estratigrafia das formações jurássico-cretáceas na Bacia do Paraná . Brasil. In: Volkheimer, W. e Musacchio, E.A. (eds.) *Cuencas Sedimentarias del Jurássico y Cretácico de América del Sur*, 1: p. 275-304. 1981.

SOARES, P. C. et al. Geologia da região sudoeste do estado de São Paulo. In: *SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA*, 2., 1979, Rio Claro. *Boletim de Resumos*. Rio Claro: SBG-Núcleo SP, 1979. p. 307-319.

SOARES P. C., et al. Ensaio de caracterização estratigráfica do Cretáceo no Estado de São Paulo: Grupo Bauru. *Revista Brasileira de Geociências*, 10 (3): 177-185. 1980.

STEIN, D. P. et al. Geologia das partes dos vales dos rios Paraná e Paranapanema. In: *SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA*, 2., 1979, Rio Claro. *Atas...* São Paulo, SBG-Núcleo SP, 1979. n. 2, p. 291-306.

SUGUIO K. Fatores paleoambientais e paleoclimáticos e subdivisão estratigráfica do Grupo Bauru. In: SBG, *Mesa redonda: A Formação Bauru no Estado de São Paulo e regiões adjacentes*, São Paulo, *Atas*, p 15-26, 1980.

SUGUIO K., et al *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: *Simp. Regional de Geologia*, 1, São Paulo, *Atas*, p.231-247, 1977.

THEIS, C.V. The relation between the lowering of the piezometric surface and the rate and duration of discharge of a well using ground-water storage. In: *TRANS. AM. GEOPHYS. UNION*. 16th.1935. *Proceedings...* [S.l.n.], 1935. part 2.

WASHBURNE, C. W. Petroleum geology of the São Paulo, Brazil. [s.l.]: Comissão Geográfica e Geológica, 1930. 282 p.

WINTER, T.C. Relation of streams, lakes, and wetlands to groundwater flow systems. Hydrogeol. J., 7, 28–45. , 1999

ZAINE, J.E. - Geologia do bloco 38: região de Araçatuba e Tupã. São Paulo, Paulipetro (Consórcio CESP/IPT). 2 vol. 1980.

15. ANEXOS

ANEXO I – POÇOS CADASTRADOS E OUTORGADOS PELO DAEE

ANEXO II – POÇOS PIEZOMETROS MONITORADOS

ANEXO III – POSTOS FLUVIOMÉTRICOS USADOS PARA CÁLCULO DE RECARGA.

ANEXO I – POÇOS UTILIZADOS NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS AGUAPEÍ E PEIXE.

MUNICÍPIO	Coordenadas		Aquífero	Prof. (m)	Q (m ³ /h)	NE (m)	ND (m)	s (m)	Q/s (m ³ /h)/m	s/Q m/(m ³ /h)
	E/W	N/S								
ADAMANTINA	497330	7623630	AD	150,36	4,8	24	138	114	0,042105	23,75
ADAMANTINA	496300	7602300	AD	120,4	4	10	100	90	0,044444	22,5
ADAMANTINA	492480	7601870	AD		1,2	27	47	20	0,06	16,66667
ADAMANTINA	492212	7603904	AD	60,05	2,32	25	52,77	27,77	0,083543	11,96983
ADAMANTINA	491960	7602670	AD	140	3,5	42	72	30	0,116667	8,571429
ADAMANTINA	491500	7601000	AD	176	10	50	120	70	0,142857	7
ADAMANTINA	492480	7602220	AD		2,7	22	40	18	0,15	6,666667
ADAMANTINA	492020	7602800	AD	150	10	42	96	54	0,185185	5,4
ADAMANTINA	492000	7600320	AD	50	0,9	26	29	3	0,3	3,333333
ADAMANTINA	488450	7600400	AD	154	3	92	132	40	0,075	13,33333
ADAMANTINA	492750	7603250	AD	100	4	42	65	23	0,173913	5,75
ALFREDO MARCONDES	458970	7568570	AD	80	3,6	38	56	18	0,2	5
ALTO ALEGRE	575150	7614100	AD	153	8,38	47,5	61,42	13,92	0,602011	1,661098
ALVARES MACHADO	452730	7556630	AD	116	5	30	60	30	0,166667	6
ALVARES MACHADO	453930	7557540	AD	60	3,8	29	45	16	0,2375	4,210526
ALVARO DE CARVALHO	633950	7558100	AD	174,68	6	42,87	118,65	75,78	0,079177	12,63
ALVARO DE CARVALHO	629570	7564040	AD	222	10	144	174	30	0,333333	3
ALVARO DE CARVALHO	631800	7556800	AD	200	18,41	110	155,79	45,79	0,402053	2,487235
ALVARO DE CARVALHO	632700	7557550	MA	148,8	9,9	28,89	136,1	107,21	0,092342	10,82929
ALVARO DE CARVALHO	631650	7557700	MA	152	16	36	60	24	0,666667	1,5
ALVINLANDIA	624800	7518300	AD	160	11,8	28,5	92	63,5	0,185827	5,381356
ALVINLANDIA	625300	7516500	AD	197,5	17,14	20,25	108,53	88,28	0,194155	5,150525
ANDRADINA	452600	7671600	AD	100	10	31	60	29	0,344828	2,9
ARACATUBA	549600	7640150	AD	30	1,8	10	24	14	0,128571	7,777778

Gestão integrada das águas das Unidades Estratigráficas do Aquífero Bauru nas Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe

MUNICÍPIO	Coordenadas		Aquífero	Prof. (m)	Q (m ³ /h)	NE (m)	ND (m)	s (m)	Q/s (m ³ /h)/m	s/Q m/(m ³ /h)
	E/W	N/S								
ARACATUBA	516890	7664810	AD	80	7	21	50	29	0,241379	4,142857
AVAI	673610	7539570	MA	115	5	26,1	81,35	55,25	0,090498	11,05
AVAI	677750	7543500	MA	62	6	27,63	46,28	18,65	0,321716	3,108333
AVANHANDAVA	604300	7619500	AD	70	6	25	58	33	0,181818	5,5
BALBINOS	669850	7577050	AD	103	15	25	66	41	0,365854	2,733333
BASTOS	525350	7569260	AD	20	2,5	12	14	2	1,25	0,8
BASTOS	529170	7575930	AD	80	8,25	17,98	50,69	32,71	0,252216	3,964848
BENTO DE ABREU	519560	7648060	AD	30	2	6	20	14	0,142857	7
BENTO DE ABREU	522920	7652610	AD	136	14,4	13	86	73	0,19726	5,069444
BENTO DE ABREU	523100	7655120	AD	90	5,22	19,68	43,49	23,81	0,219236	4,561303
BENTO DE ABREU	520700	7650150	AD	100	6	12	27	15	0,4	2,5
BENTO DE ABREU	519750	7647800	AD	115	20	10	24,98	14,98	1,335113	0,749
BILAC	556240	7633770	AD	54	2	18	42	24	0,083333	12
BIRIGUI	559500	7642560	AD	96	6	20	68	48	0,125	8
BIRIGUI	569460	7645040	AD	60	4	18	48	30	0,133333	7,5
BIRIGUI	567220	7642710	AD	70	4	18	46	28	0,142857	7
BIRIGUI	568940	7647570	AD	80	6	20	60	40	0,15	6,666667
BIRIGUI	567540	7646900	AD	63	4	15	40	25	0,16	6,25
BIRIGUI	566790	7644300	AD	80	7,7	18	66	48	0,160417	6,23766
BIRIGUI	570360	7646060	AD	60	4	11,58	27,85	16,27	0,245851	4,0675
BIRIGUI	563370	7645900	AD	112	12	28	69	41	0,292683	3,416667
BIRIGUI	567320	7644200	AD	111	16	18	66	48	0,333333	3
CAFELÂNDIA	643620	7588160	AD	130	13	32	72	40	0,325	3,076923
CAFELÂNDIA	661140	7592910	AD	150	4	9,78	22	12,22	0,327332	3,055
CAFELÂNDIA	644050	7587750	AD	96	12	2	22	20	0,6	1,666667

Gestão integrada das águas das Unidades Estratigráficas do Aquífero Bauru nas Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe

MUNICÍPIO	Coordenadas		Aquífero	Prof. (m)	Q (m ³ /h)	NE (m)	ND (m)	s (m)	Q/s (m ³ /h)/m	s/Q m/(m ³ /h)
	E/W	N/S								
CAIABU	475250	7565800	SAN	189,5	21,78	34	69	35	0,622286	1,606979
CAIABU	478300	7577250	SAN	267,2	15,03	101	114	13	1,156154	0,864937
CAIABU	475800	7565650	SAN	160	6,8	68	101	33	0,206061	4,852941
CAIABU	475250	7565800	SAN	189,5	21,78	34	69	35	0,622286	1,606979
CAIABU (LUBATINGA)	475800	7565650	AD	160	6,8	68	101	33	0,206061	4,852941
CAIUA	392000	7585200	CA	150	9	56	80	24	0,375	2,666667
CAIUA	394600	7569980	CA	120	20	25	72	47	0,425532	2,35
CAIUA	394270	7583690	CA	103	3,17	78	84	6	0,528333	1,892744
CAIUA	403240	7610390	CA	150	28,3	56	74,84	18,84	1,502123	0,665724
CAIUA	404160	7608100	CA	120	24,8	27,95	39,75	11,8	2,101695	0,475806
CASTILHO	438850	7667830	SAN	200	29	32	95	63	0,460317	2,172414
CASTILHO	446180	7679990	SAN	88	10	20	40	20	0,5	2
CASTILHO	438190	7668830	SAN	120	22	34	65	31	0,709677	1,409091
CASTILHO	438030	7703140	SAN	110	16,2	17	38,5	21,5	0,753488	1,32716
CASTILHO	439060	7667380	SAN	110	37	32	72	40	0,925	1,081081
CASTILHO	437750	7667620	SAN	123	38	42	81	39	0,974359	1,026316
CASTILHO	439190	7668320	SAN	130	40,5	39	80	41	0,987805	1,012346
CASTILHO	443350	7684080	SAN	120	28	28	52	24	1,166667	0,857143
CASTILHO	438630	7667090	SAN	112	44	32	64	32	1,375	0,727273
CLEMENTINA	557450	7616250	AD	130	5	12	87	75	0,066667	15
CLEMENTINA	557050	7616600	AD	152	8	20	130	110	0,072727	13,75
CLEMENTINA	557400	7616430	AD	152	8	22	131	109	0,073394	13,625
CLEMENTINA	556940	7615850	AD	100	6	15	90	75	0,08	12,5
CLEMENTINA	555250	7615420	AD	140	6	25	97	72	0,083333	12
CLEMENTINA	556950	7615570	AD	126	6	23	91	68	0,088235	11,33333

Gestão integrada das águas das Unidades Estratigráficas do Aquífero Bauru nas Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe

MUNICÍPIO	Coordenadas		Aquífero	Prof. (m)	Q (m ³ /h)	NE (m)	ND (m)	s (m)	Q/s (m ³ /h)/m	s/Q m/(m ³ /h)
	E/W	N/S								
CLEMENTINA	557350	7615650	AD	94,5	5	20	76	56	0,089286	11,2
CLEMENTINA	557150	7616250	AD	134	12	25	98	73	0,164384	6,083333
COROADOS	574350	7638750	AD	205	7	39	90	51	0,137255	7,285714
COROADOS	572400	7638600	AD	150	41,68	30,98	81,86	50,88	0,819182	1,220729
DRACENA	443800	7623350	AD	125	8	15	72	57	0,140351	7,125
DRACENA	442280	7628580	AD	100	5	21	50	29	0,172414	5,8
DRACENA	445600	7628920	AD	100	12	24	90	66	0,181818	5,5
DRACENA	443750	7621750	AD	120	8	49	89	40	0,2	5
DRACENA	446470	7625200	AD	120	8	15	51	36	0,222222	4,5
DRACENA	446500	7622000	AD	120	9	36	75	39	0,230769	4,333333
DRACENA	443400	7624500	AD	120	10	15	52,5	37,5	0,266667	3,75
DRACENA	445900	7623500	AD	100	11	28	68	40	0,275	3,636364
DRACENA	443260	7621540	AD	132	17	15	75	60	0,283333	3,529412
DRACENA	430100	7611660	AD	110	10	18	52	34	0,294118	3,4
DRACENA	445450	7622800	AD	100	10	25	40	15	0,666667	1,5
DRACENA	443500	7626300	AD	160	53	65	90	25	2,12	0,471698
DRACENA	445000	7619680	AD	132	17	15	48	33	0,515152	1,941176
DRACENA	443100	7623400	SAN	212	143,48	57,1	91,66	34,56	4,15162	0,24087
DRACENA	442280	7628580	AD	100	5	21	50	29	0,172414	5,8
DRACENA	443950	7622550	AD	105	10	36	65	29	0,344828	2,9
DRACENA	447970	7624800	AD	100	10	38	63	25	0,4	2,5
DRACENA	439510	7624510	AD	100	12	36	65	29	0,413793	2,416667
DRACENA	435920	7620700	AD	107	17	50,8	69,15	18,35	0,926431	1,079412
DRACENA	438020	7621730	SAN	90	11,5	16	33,5	17,5	0,657143	1,521739
DRACENA	441100	7624540	SAN	140	20	19	49	30	0,666667	1,5

Gestão integrada das águas das Unidades Estratigráficas do Aquífero Bauru nas Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe

MUNICÍPIO	Coordenadas		Aquífero	Prof. (m)	Q (m ³ /h)	NE (m)	ND (m)	s (m)	Q/s (m ³ /h)/m	s/Q m/(m ³ /h)
	E/W	N/S								
DRACENA	441100	7624540	SAN	100	40	45	65	20	2	0,5
DRACENA (JACIPORÁ)	439300	7611850	SAN	150	30	20	47	27	1,111111	0,9
ECHAPORA	578650	7519879	MA	100	12	36	62	26	0,461538	2,166667
FLORA RICA	461450	7603000	AD	117	14	50	108	58	0,241379	4,142857
FLORA RICA	460200	7602700	AD	150	13	10,8	33,42	22,62	0,574713	1,74
FLORA RICA	461050	7602900	AD	146	11	49	64	15	0,733333	1,363636
FLORA RICA	460200	7602700	AD	150	10	10,8	33,42	22,62	0,442087	2,262
FLORIDA PAULISTA	486350	7609000	AD	120	4	10	100	90	0,044444	22,5
FLORIDA PAULISTA	477350	7614150	AD	155	20	41,5	115,5	74	0,27027	3,7
FLORIDA PAULISTA	481650	7609100	AD	84	9,6	35	68	33	0,290909	3,4375
FLORIDA PAULISTA	481300	7609550	AD	147,8	12	39	73	34	0,352941	2,833333
FLORIDA PAULISTA	481900	7609550	AD	150	25	44	74	30	0,833333	1,2
FLORIDA PAULISTA	484450	7633000	AD	81	32,37	0,12	15	14,88	2,175403	0,459685
FLORIDA PAULISTA	482650	7689950	AD	250	12,5	63,7	155	91,3	0,136911	7,304
FLORIDA PAULISTA	482850	7687400	AD	280	25	23,6	136,1	112,5	0,222222	4,5
GABRIEL MONTEIRO	545890	7619302	AD	26	1,5	12	20	8	0,1875	5,333333
GALIA	652150	7527000	AD	180	13,89	1,46	116,9	115,44	0,120322	8,311015
GALIA	650170	7532960	AD	240	8	68,9	112	43,1	0,185615	5,3875
GALIA	649400	7534450	AD	250	25	13	118,01	105,01	0,238073	4,2004
GALIA	648450	7533900	AD	219,99	31,68	0,4	60,68	60,28	0,525547	1,902778
GARCA	640560	7553930	AD	194	3	26	140	114	0,026316	38
GARCA	630320	7547140	AD	252	18	114	235	121	0,14876	6,722222
GARCA	629550	7540490	AD	184	16	47	139	92	0,173913	5,75
GARCA	637110	7550150	AD	204	27	28,4	156	127,6	0,211599	4,725926
GARCA	629200	7542510	MA	60	2	13	44	31	0,064516	15,5

Gestão integrada das águas das Unidades Estratigráficas do Aquífero Bauru nas Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe

MUNICÍPIO	Coordenadas		Aquífero	Prof. (m)	Q (m ³ /h)	NE (m)	ND (m)	s (m)	Q/s (m ³ /h)/m	s/Q m/(m ³ /h)
	E/W	N/S								
GARÇA	637060	7543090	MA	110	3,2	32	78	46	0,069565	14,375
GARÇA	638100	7542550	MA	100	5	22	70	48	0,104167	9,6
GARÇA	638210	7541440	MA	70	4,5	15	56	41	0,109756	9,111111
GARÇA	646100	7540600	MA	132	8	28	90	62	0,129032	7,75
GARÇA	639100	7543250	MA	82	3,13	15,22	39,3	24,08	0,129983	7,693291
GARÇA	628600	7541820	MA	70	1,5	13	22	9	0,166667	6
GARÇA	636000	7542970	MA	80	6	36	64	28	0,214286	4,666667
GARÇA	637050	7541230	MA	140	9	57	85	28	0,321429	3,111111
GARÇA	637050	7543250	MA	100	12	22	55	33	0,363636	2,75
GARÇA	639900	7540400	MA	132	12	32,5	60	27,5	0,436364	2,291667
GARÇA	638200	7541200	MA	60	5	25	35	10	0,5	2
GARÇA	639122	7543422	MA	50	2,18	28,14	42,3	14,16	0,153955	6,495413
GARÇA	640180	7540310	MA	70	8	12,4	58,2	45,8	0,174672	5,725
GARÇA	639075	7543475	MA	50	3,39	27,65	38,62	10,97	0,309025	3,235988
GARÇA	631410	7547030	AD	218	5	25	195	170	0,029412	34
GARÇA	634960	7542150	MA	150	2	76	122,7	46,7	0,042827	23,35
GARÇA	639140	7543540	MA	80	2,5	22	48	26	0,096154	10,4
GARÇA	638670	7542910	MA	100	2,8	25	38	13	0,215385	4,642857
GARÇA	637050	7541230	MA	140	9	57	85	28	0,321429	3,111111
GARÇA	639400	7541980	MA	80	3,6	40	48	8	0,45	2,222222
GARÇA	632950	7543300	MA		4	22,92	29,04	6,12	0,653595	1,53
GARÇA (JAFA)	631000	7542900	AD	302	8	156,6	194,11	37,51	0,213276	4,68875
GETULINA	609900	7588600	AD	150	12	28	42,7	14,7	0,816327	1,225
GUAICARA	620180	7607150	AD	65	6	31	52	21	0,285714	3,5
GUAICARA	620290	7607090	AD	160	20	34	92	58	0,344828	2,9

Gestão integrada das águas das Unidades Estratigráficas do Aquífero Bauru nas Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe

MUNICÍPIO	Coordenadas		Aquífero	Prof. (m)	Q (m ³ /h)	NE (m)	ND (m)	s (m)	Q/s (m ³ /h)/m	s/Q m/(m ³ /h)
	E/W	N/S								
GUAICARA	620630	7606970	AD	82	12	33,5	63	29,5	0,40678	2,458333
GUAICARA	621390	7602210	AD	100	9	20	40	20	0,45	2,222222
GUAIMBE	614550	7577200	AD	160	21,1	33	63,1	30,1	0,700997	1,42654
GUARACAI	478980	7672670	AD	130	12	42	96,01	54,01	0,222181	4,500833
GUARACAI	483150	7675350	AD	98	10,8	30	68	38	0,284211	3,518519
GUARACAI	478232	7674876	AD	48	3,9	20	28	8	0,4875	2,051282
GUARACAI	478230	7674888	AD	60	3,9	25	30	5	0,78	1,282051
GUARANTA	639590	7579200	AD	140	9	25	70	45	0,2	5
GUARANTA	645800	7577200	AD	167	38,2	41,1	82,39	41,29	0,925163	1,08089
GUARARAPES	527200	7622200	AD	200	3,13	12	168,69	156,69	0,019976	50,0607
GUARARAPES	527940	7630980	AD	101	1,85	80	92	12	0,154167	6,486486
GUARARAPES	538080	7649500	AD	120	28,2	68	123	55	0,512727	1,950355
HERCULANDIA	562630	7570530	AD	87	7,8	32	45	13	0,6	1,666667
HERCULANDIA	563007	7566239	SAN	60	4,27	49,1	55,67	6,57	0,649924	1,538642
IACRI	529770	7583130	AD	100	6	15	42	27	0,222222	4,5
INDIANA	473400	7547800	SAN	151	32,6	31,15	110,17	79,02	0,412554	2,423926
IRAPURU	462930	7628080	AD	80	6	10	35	25	0,24	4,166667
IRAPURU	462500	7616000	SAN	150	9	30	106	76	0,118421	8,444444
IRAPURU	466050	7616150	SAN	140	12	23	64	41	0,292683	3,416667
IRAPURU	459500	7612000	SAN	180	84	70	110	40	2,1	0,47619
IRAPURU	461170	7612720	SAN	120	10	18	59	41	0,243902	4,1
IRAPURU	459110	7610910	SAN	120	10	18	58	40	0,25	4
IRAPURU	461940	7615910	SAN	132	10	40	65	25	0,4	2,5
IRAPURU	461580	7612480	SAN	100	12	16	45	29	0,413793	2,416667
IRAPURU	461650	7622650	SAN	124	9	45	63	18	0,5	2

Gestão integrada das águas das Unidades Estratigráficas do Aquífero Bauru nas Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe

MUNICÍPIO	Coordenadas		Aquífero	Prof. (m)	Q (m ³ /h)	NE (m)	ND (m)	s (m)	Q/s (m ³ /h)/m	s/Q m/(m ³ /h)
	E/W	N/S								
JULIO MESQUITA	625444	7565989	AD	150	35,6	31,43	73,12	41,69	0,853922	1,171067
JUNQUEIROPOLIS	460810	7632550	AD	100	5	20	51	31	0,16129	6,2
JUNQUEIROPOLIS	452470	7622250	AD	100	10	12	59	47	0,212766	4,7
JUNQUEIROPOLIS	457020	7622450	AD	118	10	20	61	41	0,243902	4,1
JUNQUEIROPOLIS	458270	7622130	AD	120	10	22	62	40	0,25	4
JUNQUEIROPOLIS	457020	7622450	AD	122	10	22	59	37	0,27027	3,7
JUNQUEIROPOLIS	450850	7619700	AD	100	12	35	72	37	0,324324	3,083333
JUNQUEIROPOLIS	454200	7632300	AD	100	13	16	48	32	0,40625	2,461538
JUNQUEIROPOLIS	453600	7630600	AD	100	12	22	49	27	0,444444	2,25
JUNQUEIROPOLIS	453200	7622250	AD	100	13	16	38	22	0,590909	1,692308
JUNQUEIROPOLIS	459100	7623700	AD	100	14,4	18	40	22	0,654545	1,527778
JUNQUEIROPOLIS	451000	7625000	SAN	150	40	45	80	35	1,142857	0,875
JUNQUEIROPOLIS	460810	7632550	AD	100	5	20	51	31	0,16129	6,2
JUNQUEIROPOLIS	452410	7621810	AD	140	9	31	67	36	0,25	4
JUNQUEIROPOLIS	452410	7621810	AD	140	9	31	67	36	0,25	4
JUNQUEIROPOLIS	452900	7629550	AD	120	11	32	69	37	0,297297	3,363636
JUNQUEIROPOLIS	452070	7624120	AD	120	12	10	50	40	0,3	3,333333
JUNQUEIROPOLIS	455380	7623650	AD	100	11	25	54	29	0,37931	2,636364
JUNQUEIROPOLIS	454770	7619520	AD	120	11,5	30	50,3	20,3	0,566502	1,765217
JUNQUEIROPOLIS	454810	7630180	AD	100	12	10	29	19	0,631579	1,583333
JUNQUEIROPOLIS	454410	7623390	SAN	150	22	56	77,5	21,5	1,023256	0,977273
LINS	628400	7601790	AD	72	4,23	12	48,45	36,45	0,116049	8,617021
LINS	626540	7601960	AD	144	11,55	25,92	122,91	96,99	0,119084	8,397403
LINS	629440	7600640	AD	110	5,5	18,65	46,36	27,71	0,198484	5,038182
LINS	628260	7600720	AD	90	6,5	25,42	51,63	26,21	0,247997	4,032308

Gestão integrada das águas das Unidades Estratigráficas do Aquífero Bauru nas Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe

MUNICÍPIO	Coordenadas		Aquífero	Prof. (m)	Q (m ³ /h)	NE (m)	ND (m)	s (m)	Q/s (m ³ /h)/m	s/Q m/(m ³ /h)
	E/W	N/S								
LINS	627020	7601660	AD	145	25	53,32	151,4	98,08	0,254894	3,9232
LINS	625310	7603090	AD	145	15	63	119	56	0,267857	3,733333
LINS	625200	7601500	AD	160	19,12	56,49	120,75	64,26	0,297541	3,360879
LINS	627700	7602400	AD	147	15,6	21	69,12	48,12	0,32419	3,084615
LINS	630300	7603700	AD	139	19,6	13,5	65	51,5	0,380583	2,627551
LINS	626790	7601960	AD	150	25,1	41,58	90,26	48,68	0,515612	1,939442
LINS	625340	7602770	AD	145	9,35	56,44	73,75	17,31	0,54015	1,851337
LINS	650090	7610560	AD	60	5	18,5	27	8,5	0,588235	1,7
LINS	625300	7602940	AD	145	4	65,95	71,83	5,88	0,680272	1,47
LINS	625460	7602920	AD	148	29,7	56,52	95,7	39,18	0,75804	1,319192
LINS	626720	7601890	AD	120	8,05	43,45	53,48	10,03	0,802592	1,245963
LINS	626860	7601870	AD	102	25,23	56,92	84,38	27,46	0,918791	1,088387
LINS	627510	7606440	AD	80	4,1	28,47	32,35	3,88	1,056701	0,946341
LUCELIA	504130	7615150	AD	124	7,99	18	104	86	0,092907	10,76345
LUCELIA	497400	7596700	AD	125	5,4	46,3	88	41,7	0,129496	7,722222
LUCELIA	496950	7597850	AD	185	10,8	58	136,9	78,9	0,136882	7,305556
LUCELIA	497650	7597150	AD	154	8,6	32,8	92,8	60	0,143333	6,976744
LUCELIA	497750	7597300	AD	154	11	32,8	108	75,2	0,146277	6,836364
LUCELIA	496800	7597850	AD	185	11,1	70,25	124,5	54,25	0,204608	4,887387
LUCELIA	498890	7597590	AD	100	6	26	54	28	0,214286	4,666667
LUCELIA	497800	7596850	AD	125	6,6	35,7	63,2	27,5	0,24	4,166667
LUCELIA	491700	7585800	AD	165,7	15	27,1	82,7	55,6	0,269784	3,706667
LUCELIA	497350	7596750	AD	154	9,4	69,5	103,5	34	0,276471	3,617021
LUCELIA	496750	7597200	AD	154	11,6	49,9	91,5	41,6	0,278846	3,586207
LUCELIA	497350	7596700	AD	154	5,6	61,2	72,58	11,38	0,492091	2,032143

Gestão integrada das águas das Unidades Estratigráficas do Aquífero Bauru nas Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe

MUNICÍPIO	Coordenadas		Aquífero	Prof. (m)	Q (m ³ /h)	NE (m)	ND (m)	s (m)	Q/s (m ³ /h)/m	s/Q m/(m ³ /h)
	E/W	N/S								
LUCÉLIA	502250	7602830	AD	120	4,13	38,47	65,06	26,59	0,155322	6,438257
LUCÉLIA	497290	7595940	AD	130	7	35	79	44	0,159091	6,285714
LUCÉLIA	497350	7596750	AD	154	9,4	69,5	103,5	34	0,276471	3,617021
LUCÉLIA	496750	7597200	AD	154	11,6	49,9	91,5	41,6	0,278846	3,586207
MARIAPOLIS	481800	7589200	AD	138	8	8,7	70,3	61,6	0,12987	7,7
MARILIA	610020	7541090	AD	204	3	120	196	76	0,039474	25,333333
MARILIA	611650	7539550	AD	260,97	5	124,75	190,25	65,5	0,076336	13,1
MARILIA	612230	7540780	AD	261	6,55	155,48	229,11	73,63	0,088958	11,24122
MARILIA	607350	7550580	AD	267,89	6,2	111,7	181,2	69,5	0,089209	11,20968
MARILIA	598550	7539850	AD	240	6	90	154	64	0,09375	10,66667
MARILIA	599630	7537890	AD	212	6	90	154	64	0,09375	10,66667
MARILIA	606450	7546630	AD	260	9	150	240	90	0,1	10
MARILIA	606870	7546000	AD	200	6,9	167,66	233,97	66,31	0,104057	9,610145
MARILIA	611450	7539450	AD	268	5,6	151,65	204,1	52,45	0,106768	9,366071
MARILIA	601007	7531404	AD	69,7	2,67	12,5	37,37	24,87	0,107358	9,314607
MARILIA	612350	7541350	AD	252	16,85	43,5	185,5	142	0,118662	8,4273
MARILIA	606820	7546870	AD	271	11,15	142	225	83	0,134337	7,443946
MARILIA	612350	7541200	AD	329	14	102,54	196,42	93,88	0,149127	6,705714
MARILIA	607100	7546250	AD	200	10,95	160,69	226,5	65,81	0,166388	6,010046
MARILIA	609100	7540800	AD	220	7	120	160	40	0,175	5,714286
MARILIA	612410	7540730	AD	260	14,4	144,35	224,67	80,32	0,179283	5,577778
MARILIA	612550	7541020	AD	268,8	13,5	137,12	210,62	73,5	0,183673	5,444444
MARILIA	610230	7540970	AD	286	15,9	126,12	199,56	73,44	0,216503	4,618868
MARILIA	609250	7541150	AD	252	10,2	163	206,87	43,87	0,232505	4,30098
MARILIA	612800	7541300	AD	258,8	14,33	151	212,1	61,1	0,234534	4,263782

Gestão integrada das águas das Unidades Estratigráficas do Aquífero Bauru nas Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe

MUNICÍPIO	Coordenadas		Aquífero	Prof. (m)	Q (m ³ /h)	NE (m)	ND (m)	s (m)	Q/s (m ³ /h)/m	s/Q m/(m ³ /h)
	E/W	N/S								
MARILIA	608813	7537443	AD	60	4,8	5	25	20	0,24	4,166667
MARILIA	607762	7550216	AD	264	18	136,5	207,83	71,33	0,252348	3,962778
MARILIA	609470	7543440	AD	250	8,39	182,56	212,77	30,21	0,277723	3,600715
MARILIA	611330	7540000	AD	252	14	139,5	188,6	49,1	0,285132	3,507143
MARILIA	602840	7541000	AD	250	14,8	30	70	40	0,37	2,702703
MARILIA	610550	7554280	AD	150	11,43	32,59	59,32	26,73	0,427609	2,338583
MARILIA	610470	7554380	AD	100	20	20	42	22	0,909091	1,1
MARILIA	607390	7545490	MA	188	2	28	152	124	0,016129	62
MARILIA	608450	7543620	MA	170	3	26	137	111	0,027027	37
MARILIA	607750	7550130	MA	150	2,6	55	96	41	0,063415	15,76923
MARILIA	607190	7549250	MA	126	2,4	48	80	32	0,075	13,33333
MARILIA	600620	7549350	MA	96	3,6	32	74	42	0,085714	11,66667
MARILIA	610240	7544980	MA	100	2	26,7	49	22,3	0,089686	11,15
MARILIA	612900	7544020	MA	102	4	11,74	42,7	30,96	0,129199	7,74
MARILIA	614840	7542230	MA	170	4	80	110	30	0,133333	7,5
MARILIA	615100	7564600	MA	130	6	12	54	42	0,142857	7
MARILIA	608030	7549590	MA	66	1,83	21,13	33,69	12,56	0,145701	6,863388
MARILIA	610760	7540950	MA	105	4,5	39,05	68,32	29,27	0,153741	6,504444
MARILIA	605530	7548240	MA	100	4,2	35	61	26	0,161538	6,190476
MARILIA	607460	7548520	MA	80	6	20	56	36	0,166667	6
MARILIA	607840	7543240	MA	50	6	2,18	29,15	26,97	0,222469	4,495
MARILIA	609740	7541850	MA	156	5,6	32	56	24	0,233333	4,285714
MARILIA	606810	7546860	MA	80	4,8	32	52	20	0,24	4,166667
MARILIA	607700	7549200	MA	80	4,8	20	38	18	0,266667	3,75
MARILIA	609220	7543870	MA	35	1,89	20,7	27,1	6,4	0,295313	3,386243

Gestão integrada das águas das Unidades Estratigráficas do Aquífero Bauru nas Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe

MUNICÍPIO	Coordenadas		Aquífero	Prof. (m)	Q (m ³ /h)	NE (m)	ND (m)	s (m)	Q/s (m ³ /h)/m	s/Q m/(m ³ /h)
	E/W	N/S								
MARILIA	611740	7541710	MA	80	24	29	63	34	0,705882	1,416667
MARILIA	612350	7541350	AD	252	16,85	43,5	185,5	142	0,118662	8,4273
MARILIA	611680	7570030	AD	100	8	30	46	16	0,5	2
MARILIA	610000	7537130	MA	160	1,5	17	144	127	0,011811	84,66667
MARILIA	614840	7542230	MA	170	4	80	110	30	0,133333	7,5
MARILIA	605530	7548240	MA	100	4,2	35	61	26	0,161538	6,190476
MARILIA	607460	7548520	MA	80	6	20	56	36	0,166667	6
MARILIA	609220	7543870	MA	35	1,89	20,7	27,1	6,4	0,295313	3,386243
MARTINOPOLIS	490770	7543930	AD	60	3	26	45	19	0,157895	6,333333
MARTINOPOLIS	483530	7539450	AD	80	2,8	45	60	15	0,186667	5,357143
MARTINOPOLIS	493510	7545280	AD	90	7,3	26	54	28	0,260714	3,835616
MARTINOPOLIS	489400	7541230	AD	90	7,1	31	56	25	0,284	3,521127
MARTINOPOLIS	490540	7541810	AD	90	7,2	30	55	25	0,288	3,472222
MARTINOPOLIS	492210	7541380	AD	90	7	29	50	21	0,333333	3
MARTINOPOLIS	495310	7543090	AD	90	7,2	28	49	21	0,342857	2,916667
MARTINOPOLIS	481010	7551130	SAN	245,3	20	35	52	17	1,176471	0,85
MARTINOPOLIS	490540	7541810	AD	90	7,2	30	55	25	0,288	3,472222
MIRANDOPOLIS	491190	7666010	AD	100	3	21	50	29	0,103448	9,666667
MIRANDOPOLIS	482850	7657360	AD	80,25	6,54	15,5	59,03	43,53	0,150241	6,659963
MIRANDOPOLIS	489560	7663370	AD	120	8,47	48,67	88,15	39,48	0,214539	4,661157
MIRANDOPOLIS	489260	7663810	AD	130	4	49,37	64,46	15,09	0,265076	3,7725
MIRANDOPOLIS	485400	7659220	AD	155	16	35	90	55	0,290909	3,4375
MIRANDOPOLIS	486650	7673340	AD	130	17,6	21,85	68,03	46,18	0,381117	2,623864
MIRANDOPOLIS	494260	7669440	AD	12	1,5	7	10	3	0,5	2
MONTE CASTELO	441500	7641800	SAN	121	14	20	61,5	41,5	0,337349	2,964286

Gestão integrada das águas das Unidades Estratigráficas do Aquífero Bauru nas Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe

MUNICÍPIO	Coordenadas		Aquífero	Prof. (m)	Q (m ³ /h)	NE (m)	ND (m)	s (m)	Q/s (m ³ /h)/m	s/Q m/(m ³ /h)
	E/W	N/S								
MONTE CASTELO	441790	7640780	SAN	100	12	6	40	34	0,352941	2,833333
MONTE CASTELO	441770	7651910	SAN	100	12	21	54	33	0,363636	2,75
MONTE CASTELO	442500	7643100	SAN	100	15	20	51,5	31,5	0,47619	2,1
MONTE CASTELO	441220	7644450	SAN	102	25	21,6	57	35,4	0,706215	1,416
MURUTINGA DO SUL	465330	7669390	AD	100	9,6	21,1	30,5	9,4	1,021277	0,979167
NOVA GUATAPORANGA	432950	7640500	SAN	94	34	29	34,6	5,6	6,071429	0,164706
NOVA GUATAPORANGA	433650	7640850	SAN		16	22	67	45	0,355556	2,8125
NOVA INDEPENDENCIA	451400	7659380	SAN	147,5	30,46	11	98	87	0,350115	2,856205
ORIENTE	593330	7550740	AD	285	4,37	143,2	234,6	91,4	0,047812	20,91533
ORIENTE	600200	7551380	AD	260	12,86	76	160	84	0,153095	6,531882
ORIENTE	593450	7549700	AD	252	8,1	126,68	162,15	35,47	0,228362	4,379012
ORIENTE	594140	7549070	MA	130	3	53	102	49	0,061224	16,33333
OSCAR BRESSANE	574650	7527520	AD	150	4	82	120	38	0,105263	9,5
OSCAR BRESSANE	572180	7532480	AD	100	7,8	35	38,59	3,59	2,172702	0,460256
OSVALDO CRUZ	517300	7598900	AD	150	13,2	20,24	67,19	46,95	0,28115	3,556818
OSVALDO CRUZ	511300	7592250	AD	95	12	10	48	38	0,315789	3,166667
OSVALDO CRUZ	513950	7589760	AD	80	5	20	33	13	0,384615	2,6
OSVALDO CRUZ	513000	7588650	AD	60	3	20	25	5	0,6	1,666667
OSVALDO CRUZ	512730	7587580	AD	50	3,2	12	17	5	0,64	1,5625
OSVALDO CRUZ	517070	7588420	AD	60	5	18	23	5	1	1
OSVALDO CRUZ	513520	7588200	AD	80	6	20	25	5	1,2	0,833333
OSVALDO CRUZ	517300	7598900	AD	150	13,2	20,24	67,19	46,95	0,28115	3,556818
OSVALDO CRUZ	511300	7592250	AD	95	12	10	48	38	0,315789	3,166667
OURO VERDE	427690	7623550	SAN	70	22,5	15	25	10	2,25	0,444444
PACAEMBU	469560	7519540	SAN	100	10	13	37,5	24,5	0,408163	2,45

Gestão integrada das águas das Unidades Estratégicas do Aquífero Bauru nas Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe

MUNICÍPIO	Coordenadas		Aquífero	Prof. (m)	Q (m ³ /h)	NE (m)	ND (m)	s (m)	Q/s (m ³ /h)/m	s/Q m/(m ³ /h)
	E/W	N/S								
PACAEMBU	470190	7618550	SAN	120	10	14	37	23	0,434783	2,3
PANORAMA	410620	7636820	CA	100	15		67	67	0,223881	4,466667
PANORAMA	412500	7640400	CA	100	12	25	55	30	0,4	2,5
PANORAMA	416010	7623500	CA	80	12	25	50	25	0,48	2,083333
PANORAMA	413400	7640150	CA	100	12	26	32	6	2	0,5
PANORAMA	410034	7636646	SAN	59,33	8	18	35	17	0,470588	2,125
PANORAMA	408050	7635700	SAN	50	6	10	19,5	9,5	0,631579	1,583333
PANORAMA	405250	7627400	CA	100	10,63	6,29	37,88	31,59	0,336499	2,971778
PANORAMA	405470	7662620	CA	120	13,63	4,62	37,05	32,43	0,42029	2,37931
PANORAMA	413280	7637190	CA	70	30	9	35	26	1,153846	0,866667
PANORAMA	407040	7634560	SAN	40	1,56	16,45	24,9	8,45	0,184615	5,416667
PARAPUA	521350	7591000	AD	92	12,63	45,7	74,11	28,41	0,444562	2,249406
PARAPUA	521000	7590950	AD	81	16,8	35,5	67,95	32,45	0,51772	1,931548
PARAPUA	521250	7591000	AD	150	16,75	51,3	68,07	16,77	0,998807	1,001194
PARAPUA	521410	7591170	AD	70	5	20	25	5	1	1
PARAPUA	525020	7589340	AD	50	3	20	21	1	3	0,333333
PAULICEIA	412890	7646690	SAN	53	12	17	28	11	1,090909	0,916667
PAULICEIA	412700	7653600	SAN	50	10	6	13,2	7,2	1,388889	0,72
PAULICEIA	412920	7647650	SAN	50	15	12	19	7	2,142857	0,466667
PAULICEIA	414070	7642210	SAN	55	4,8	21	35	14	0,342857	2,916667
PAULICEIA	412310	7644000	SAN	40	12	17	24	7	1,714286	0,583333
PENAPOLIS	592530	7621770	AD	100	9,77	22	77,49	55,49	0,176068	5,679632
PIACATU	542250	7611750	AD	150	9,3	44	95	51	0,182353	5,483871
PIACATU	540850	7612500	AD	125	6,9	58	75,8	17,8	0,38764	2,57971
PIACATU	542250	7612250	AD	151	18	76,6	105,1	28,5	0,631579	1,583333

Gestão integrada das águas das Unidades Estratégicas do Aquífero Bauru nas Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe

MUNICÍPIO	Coordenadas		Aquífero	Prof. (m)	Q (m ³ /h)	NE (m)	ND (m)	s (m)	Q/s (m ³ /h)/m	s/Q m/(m ³ /h)
	E/W	N/S								
PIACATU	542380	7612870	AD	167	14,2	31	51	20	0,71	1,408451
PIACATU	541950	7612300	AD	135,48	10,5	62,5	93,1	30,6	0,343137	2,914286
PIQUEROBI	424670	7579650	AD	150	12	35	55	20	0,6	1,666667
PIQUEROBI	425250	7579250	SAN	220,5	31,31	38,6	78,3	39,7	0,788665	1,267966
PIQUEROBI	424670	7579650	AD	150	12	35	55	20	0,6	1,666667
PIQUEROBI	425950	7579950	SAN	179	60	8,81	96,41	87,6	0,684932	1,46
PIRAPOZINHO	586300	7553400	AD	120	14	34	68	34	0,411765	2,428571
POMPEIA	583530	7557042	AD	60,13	0,3	17	53,15	36,15	0,008299	120,5
POMPEIA	583530	7557160	AD	240	8	147	229	82	0,097561	10,25
POMPEIA	586280	7554970	AD	250	13,2	117,5	180	62,5	0,2112	4,734848
POMPEIA	586440	7554580	AD	147	5	120	134	14	0,357143	2,8
PRESIDENTE ALVES	660850	7555100	AD	161	17,6	27,95	42	14,05	1,252669	0,798295
PRESIDENTE ALVES	671900	7560500	MA	80,07	24,75	22	68,51	46,51	0,532144	1,879192
PRESIDENTE ALVES	674550	7560570	MA	76	10	18	28	10	1	1
PRESIDENTE ALVES	672290	7562340	MA	72	6	28	30,5	2,5	2,4	0,416667
PRESIDENTE ALVES	660900	7555000	MA	118	46	42	56	14	3,285714	0,304348
PRESIDENTE EPITACIO	382570	7592970	CA	64	3	25	42	17	0,176471	5,666667
PRESIDENTE EPITACIO	390140	7594130	CA	136	7,5	68	101,5	33,5	0,223881	4,466667
PRESIDENTE EPITACIO	383330	7589480	CA	80	10	21	52	31	0,322581	3,1
PRESIDENTE EPITACIO	387220	7588410	CA	120	9,4	56	82,5	26,5	0,354717	2,819149
PRESIDENTE EPITACIO	379450	7588600	CA	90	7,2	30	42	12	0,6	1,666667
PRESIDENTE EPITACIO	388580	7593720	CA	134	9,3	65	80,5	15,5	0,6	1,666667
PRESIDENTE EPITACIO	388250	7589890	CA	120	9,5	65	80,5	15,5	0,612903	1,631579
PRESIDENTE EPITACIO	391820	7587060	CA	150	15	52	69	17	0,882353	1,133333
PRESIDENTE EPITACIO	380080	7589470	CA	78	10	27	38	11	0,909091	1,1

Gestão integrada das águas das Unidades Estratigráficas do Aquífero Bauru nas Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe

MUNICÍPIO	Coordenadas		Aquífero	Prof. (m)	Q (m ³ /h)	NE (m)	ND (m)	s (m)	Q/s (m ³ /h)/m	s/Q m/(m ³ /h)
	E/W	N/S								
PRESIDENTE EPITÁCIO	379250	7588550	CA	101	7,8	30	38	8	0,975	1,025641
PRESIDENTE EPITÁCIO	383140	7593320	CA	80	14,4	31,72	41,38	9,66	1,490683	0,670833
PRESIDENTE EPITÁCIO	398500	7614400	CA	81	16,34	2,71	12,53	9,82	1,663951	0,600979
PRESIDENTE EPITÁCIO	380140	7589250	CA	86	68	29	69	40	1,7	0,588235
PRESIDENTE EPITÁCIO	390510	7596160	CA	120	24,3	49,34	60,99	11,65	2,085837	0,479424
PRESIDENTE EPITÁCIO	379940	7589390	CA	92	80	25	62	37	2,162162	0,4625
PRESIDENTE EPITÁCIO	379990	7589300	CA	92	120	24	63	39	3,076923	0,325
PRESIDENTE EPITÁCIO	380070	7589370	CA	92	109	26	61	35	3,114286	0,321101
PRESIDENTE EPITÁCIO	379660	7589600	CA	76	55	25	35	10	5,5	0,181818
PRESIDENTE EPITÁCIO	391410	7594840	CA	150	30,4	60,67	65,59	4,92	6,178862	0,161842
PRESIDENTE PRUDENTE	456320	7550730	AD	80	0,9	12	76	64	0,014063	71,11111
PRESIDENTE PRUDENTE	456980	7551100	AD	60	1,6	6	52	46	0,034783	28,75
PRESIDENTE PRUDENTE	455250	7553560	AD	100	2,93	23	92	69	0,042464	23,54949
PRESIDENTE PRUDENTE	458230	7553170	AD	146	2,5	41	92	51	0,04902	20,4
PRESIDENTE PRUDENTE	462510	7557650	AD	140	3	44	96	52	0,057692	17,33333
PRESIDENTE PRUDENTE	454530	7552270	AD	60	1,6	27	51	24	0,066667	15
PRESIDENTE PRUDENTE	457900	7551460	AD	80	3,8	6	62	56	0,067857	14,73684
PRESIDENTE PRUDENTE	460050	7552500	AD	150	2,6	107	145	38	0,068421	14,61538
PRESIDENTE PRUDENTE	465940	7555140	AD	100	2	50	78	28	0,071429	14
PRESIDENTE PRUDENTE	457230	7551220	AD	100	2,5	9	38	29	0,086207	11,6
PRESIDENTE PRUDENTE	460930	7568810	AD	110	3,5	30	70	40	0,0875	11,42857
PRESIDENTE PRUDENTE	455450	7552630	AD	110	3	34	68	34	0,088235	11,33333
PRESIDENTE PRUDENTE	456370	7551900	AD	60	1,6	27	45	18	0,088889	11,25
PRESIDENTE PRUDENTE	458880	7553960	AD	132	4,5	62	112	50	0,09	11,11111
PRESIDENTE PRUDENTE	459860	7555660	AD	120	3,6	46	86	40	0,09	11,11111

Gestão integrada das águas das Unidades Estratégicas do Aquífero Bauru nas Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe

MUNICÍPIO	Coordenadas		Aquífero	Prof. (m)	Q (m ³ /h)	NE (m)	ND (m)	s (m)	Q/s (m ³ /h)/m	s/Q m/(m ³ /h)
	E/W	N/S								
PRESIDENTE PRUDENTE	459870	7555280	AD	110	4	29	72	43	0,093023	10,75
PRESIDENTE PRUDENTE	458950	7551690	AD	100	3	32	64	32	0,09375	10,66667
PRESIDENTE PRUDENTE	456990	7553020	AD	100	1,5	59	75	16	0,09375	10,66667
PRESIDENTE PRUDENTE	457220	7551350	AD	80	3	28	60	32	0,09375	10,66667
PRESIDENTE PRUDENTE	455320	7555120	AD	44	1,7	20	38	18	0,094444	10,58824
PRESIDENTE PRUDENTE	456490	7551120	AD	63	3,5	15	52	37	0,094595	10,57143
PRESIDENTE PRUDENTE	462880	7557700	AD	100	2	45	65	20	0,1	10
PRESIDENTE PRUDENTE	460540	7553600	AD	100	5	26	76	50	0,1	10
PRESIDENTE PRUDENTE	457180	7554070	AD	60	3	11	40	29	0,103448	9,666667
PRESIDENTE PRUDENTE	462440	7557340	AD	80	1,7	44	60	16	0,10625	9,411765
PRESIDENTE PRUDENTE	459700	7551360	AD	100	3	36	64	28	0,107143	9,333333
PRESIDENTE PRUDENTE	458650	7553850	AD	90	2,6	41	64	23	0,113043	8,846154
PRESIDENTE PRUDENTE	459410	7551110	AD	100	3	46	72	26	0,115385	8,666667
PRESIDENTE PRUDENTE	462680	7557630	AD	100	3	44	69	25	0,12	8,333333
PRESIDENTE PRUDENTE	459760	7553630	AD	120	4	36	68	32	0,125	8
PRESIDENTE PRUDENTE	459080	7551670	AD	116	4	36	68	32	0,125	8
PRESIDENTE PRUDENTE	459780	7552150	AD	141	7	55	110	55	0,127273	7,857143
PRESIDENTE PRUDENTE	456440	7551170	AD	80	3	42	65	23	0,130435	7,666667
PRESIDENTE PRUDENTE	456410	7553340	AD	60	2,8	30	51	21	0,133333	7,5
PRESIDENTE PRUDENTE	452150	7551350	AD	120	5,6	51	92	41	0,136585	7,321429
PRESIDENTE PRUDENTE	457760	7556830	AD	90	5,6	28	66	38	0,147368	6,785714
PRESIDENTE PRUDENTE	438370	7564830	AD	80	4	21	48	27	0,148148	6,75
PRESIDENTE PRUDENTE	460700	7548800	AD	120	4,5	60	90	30	0,15	6,666667
PRESIDENTE PRUDENTE	461100	7552400	AD	50	2,1	24	38	14	0,15	6,666667
PRESIDENTE PRUDENTE	456700	7553710	AD	120	6,3	43	84	41	0,153659	6,507937

Gestão integrada das águas das Unidades Estratigráficas do Aquífero Bauru nas Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe

MUNICÍPIO	Coordenadas		Aquífero	Prof. (m)	Q (m ³ /h)	NE (m)	ND (m)	s (m)	Q/s (m ³ /h)/m	s/Q m/(m ³ /h)
	E/W	N/S								
PRESIDENTE PRUDENTE	457930	7551540	AD	60	3,2	30	50	20	0,16	6,25
PRESIDENTE PRUDENTE	459810	7552510	AD	100	6	36	73	37	0,162162	6,166667
PRESIDENTE PRUDENTE	461800	7547290	AD	120	3,9	52	75,53	23,53	0,165746	6,0333333
PRESIDENTE PRUDENTE	462860	7557470	AD	120	4	60	84	24	0,166667	6
PRESIDENTE PRUDENTE	458050	7553050	AD	120	3	68	86	18	0,166667	6
PRESIDENTE PRUDENTE	455790	7550740	AD	160	6	31	64	33	0,181818	5,5
PRESIDENTE PRUDENTE	454780	7553820	AD	100	5	44	69	25	0,2	5
PRESIDENTE PRUDENTE	457220	7551350	AD	80	3	28	43	15	0,2	5
PRESIDENTE PRUDENTE	460380	7557170	AD	78	6	29	57	28	0,214286	4,666667
PRESIDENTE PRUDENTE	452670	7551390	AD	78	6	29	57	28	0,214286	4,666667
PRESIDENTE PRUDENTE	461240	7554280	AD	70	3	35	49	14	0,214286	4,666667
PRESIDENTE PRUDENTE	454690	7554000	AD	150	15	42	108	66	0,227273	4,4
PRESIDENTE PRUDENTE	460500	7554630	AD	153	7,2	36,7	66,3	29,6	0,243243	4,111111
PRESIDENTE PRUDENTE	457230	7554330	AD	130	10	42	82	40	0,25	4
PRESIDENTE PRUDENTE	460970	7553560	AD	120	6	42	66	24	0,25	4
PRESIDENTE PRUDENTE	454750	7557430	AD	40	3	21	32	11	0,272727	3,666667
PRESIDENTE PRUDENTE	457340	7552040	AD	100	5	36	54	18	0,277778	3,6
PRESIDENTE PRUDENTE	457140	7554250	AD	120	9	42	72	30	0,3	3,3333333
PRESIDENTE PRUDENTE	458950	7555710	AD	120	8	60	86	26	0,307692	3,25
PRESIDENTE PRUDENTE	460760	7557140	AD	81	4	34	47	13	0,307692	3,25
PRESIDENTE PRUDENTE	457050	7554220	AD	120	6	44	63	19	0,315789	3,166667
PRESIDENTE PRUDENTE	455990	7556210	AD	86	4,8	50	65	15	0,32	3,125
PRESIDENTE PRUDENTE	460120	7553710	AD	130	8	48	72	24	0,3333333	3
PRESIDENTE PRUDENTE	456440	7556170	AD	130	8	65	88	23	0,347826	2,875
PRESIDENTE PRUDENTE	456350	7550980	AD	100	3,6	18	28	10	0,36	2,777778

Gestão integrada das águas das Unidades Estratigráficas do Aquífero Bauru nas Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe

MUNICÍPIO	Coordenadas		Aquífero	Prof. (m)	Q (m ³ /h)	NE (m)	ND (m)	s (m)	Q/s (m ³ /h)/m	s/Q m/(m ³ /h)
	E/W	N/S								
PRESIDENTE PRUDENTE	460387	7553530	AD	48	3,6	18	28	10	0,36	2,777778
PRESIDENTE PRUDENTE	455040	7557100	AD	100	25	5	72	67	0,373134	2,68
PRESIDENTE PRUDENTE	461430	7547930	AD	80	7	33,27	52	18,73	0,373732	2,675714
PRESIDENTE PRUDENTE	456250	7546160	AD	100	4,8	21	33	12	0,4	2,5
PRESIDENTE PRUDENTE	459980	7553860	AD	100	11	24	50	26	0,423077	2,363636
PRESIDENTE PRUDENTE	456920	7554350	AD	140	22	54	102	48	0,458333	2,181818
PRESIDENTE PRUDENTE	455860	7556180	AD	102	12	60	85	25	0,48	2,083333
PRESIDENTE PRUDENTE	456280	7556160	AD	120	7,2	60	75	15	0,48	2,083333
PRESIDENTE PRUDENTE	458620	7548820	AD	60	9	6	23	17	0,529412	1,888889
PRESIDENTE PRUDENTE	460710	7553130	AD	118,5	10,7	50	65	15	0,713333	1,401869
PRESIDENTE PRUDENTE	460280	7554120	AD	70	14,5	22	38	16	0,90625	1,103448
PRESIDENTE PRUDENTE	461710	7609700	AD	100	5	38	42	4	1,25	0,8
PRESIDENTE PRUDENTE	458900	7551690	AD	100	5	45	69	24	0,208333	4,8
PRESIDENTE PRUDENTE	459400	7552330	AD	120	8	32	66	34	0,235294	4,25
PRESIDENTE PRUDENTE	460600	7553920	AD	60	3,6	36	47	11	0,327273	3,055556
PRESIDENTE PRUDENTE	461290	7549100	SAN	160	9,5	46	120	74	0,128378	7,789474
PRESIDENTE PRUDENTE	454150	7555400	SAN	231	14,84	64	132,5	68,5	0,216642	4,615903
PRESIDENTE PRUDENTE	473150	7581800	SAN	172	38,4	25	142	117	0,328205	3,046875
PRESIDENTE PRUDENTE	460390	7554990	SAN	150	17,5	45	98	53	0,330189	3,028571
PRESIDENTE PRUDENTE	454500	7556200	SAN	231,4	21,65	66	124	58	0,373276	2,678984
PRESIDENTE PRUDENTE	462500	7558700	SAN	217,5	11,92	51	82,5	31,5	0,378413	2,642617
PRESIDENTE PRUDENTE	453720	7553820	SAN	261,16	40	81	186	105	0,380952	2,625
PRESIDENTE PRUDENTE	454550	7553100	SAN	241	30	60	130	70	0,428571	2,333333
PRESIDENTE PRUDENTE	464400	7561100	SAN	201	22,1	87	138,06	51,06	0,432824	2,310407
PRESIDENTE PRUDENTE	454350	7555750	SAN	198	31,29	68	139	71	0,440704	2,269096

Gestão integrada das águas das Unidades Estratigráficas do Aquífero Bauru nas Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe

MUNICÍPIO	Coordenadas		Aquífero	Prof. (m)	Q (m ³ /h)	NE (m)	ND (m)	s (m)	Q/s (m ³ /h)/m	s/Q m/(m ³ /h)
	E/W	N/S								
PRESIDENTE PRUDENTE	453350	7551500	SAN	243,5	30	71,95	138	66,05	0,454201	2,201667
PRESIDENTE PRUDENTE	461750	7552450	SAN	202,4	29,78	58,5	120	61,5	0,484228	2,065144
PRESIDENTE PRUDENTE	462300	7552450	SAN	230,5	45	49,76	127	77,24	0,5826	1,716444
PRESIDENTE PRUDENTE	469100	7588950	SAN	202	7,08	73	85	12	0,59	1,694915
PRESIDENTE PRUDENTE	457350	7552500	SAN	222	27,77	81,5	127	45,5	0,61033	1,638459
PRESIDENTE PRUDENTE	456910	7554410	SAN	190	26	64	106	42	0,619048	1,615385
PRESIDENTE PRUDENTE	456150	7547250	SAN	160	36,98	55	111	56	0,660357	1,514332
PRESIDENTE PRUDENTE	459700	7557400	SAN	199,38	45	62	129	67	0,671642	1,488889
PRESIDENTE PRUDENTE	457400	7553600	SAN	221	27,81	82	123	41	0,678293	1,47429
PRESIDENTE PRUDENTE	457850	7552150	SAN	211,5	29,01	78	118	40	0,72525	1,378835
PRESIDENTE PRUDENTE	459900	7556800	SAN	230	40	90,2	145	54,8	0,729927	1,37
PRESIDENTE PRUDENTE	461750	7553000	SAN	204	24,77	71,5	104	32,5	0,762154	1,312071
PRESIDENTE PRUDENTE	460900	7555950	SAN	207	40	75,65	123	47,35	0,844773	1,18375
PRESIDENTE PRUDENTE	468400	7571500	SAN	222	8,18	83	92	9	0,908889	1,100244
PRESIDENTE PRUDENTE	457400	7553900	SAN	204	31,06	79	113	34	0,913529	1,094656
PRESIDENTE PRUDENTE	461300	7555950	SAN	206	44	64,2	111,4	47,2	0,932203	1,072727
PRESIDENTE PRUDENTE	461650	7554550	SAN	250	24,3	111,35	136,18	24,83	0,978655	1,021811
PRESIDENTE PRUDENTE	454670	7556820	SAN	229	45	68,5	114,34	45,84	0,981675	1,018667
PRESIDENTE PRUDENTE	461250	7553150	SAN	222,5	32,47	79	111,5	32,5	0,999077	1,000924
PRESIDENTE PRUDENTE	469050	7576500	SAN	200	7,06	79	86	7	1,008571	0,991501
PRESIDENTE PRUDENTE	458200	7551650	SAN	184	26,5	105,5	131,5	26	1,019231	0,981132
PRESIDENTE PRUDENTE	456020	7556100	SAN	262	34,4	82	114,8	32,8	1,04878	0,953488
PRESIDENTE PRUDENTE	456050	7556950	SAN	213,5	60	74	122,45	48,45	1,23839	0,8075
PRESIDENTE PRUDENTE	473100	7581770	SAN	170	20	28	42	14	1,428571	0,7
PRESIDENTE PRUDENTE	457610	7553200	SAN	236	24,75	79	95,5	16,5	1,5	0,666667

Gestão integrada das águas das Unidades Estratigráficas do Aquífero Bauru nas Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe

MUNICÍPIO	Coordenadas		Aquífero	Prof. (m)	Q (m ³ /h)	NE (m)	ND (m)	s (m)	Q/s (m ³ /h)/m	s/Q m/(m ³ /h)
	E/W	N/S								
PRESIDENTE PRUDENTE	455250	7552550	SAN	272	40	87,39	111	23,61	1,694197	0,59025
PRESIDENTE PRUDENTE	455950	7555960	SAN	242	30	111,9	128,3	16,4	1,829268	0,546667
PRESIDENTE PRUDENTE	454800	7555750	SAN	234	47,77	69	86	17	2,81	0,355872
PRESIDENTE VENCESLAU	412400	7580770	AD	100	0,84	35,18	70,31	35,13	0,023911	41,82143
PRESIDENTE VENCESLAU	411070	7575870	AD	80	1,5	38	69	31	0,048387	20,66667
PRESIDENTE VENCESLAU	413150	7579550	AD	120	4	30	86	56	0,071429	14
PRESIDENTE VENCESLAU	411610	7573610	AD	80	2,4	37	62	25	0,096	10,41667
PRESIDENTE VENCESLAU	412690	7577250	AD	100	4	62	84	22	0,181818	5,5
PRESIDENTE VENCESLAU	415510	7604820	AD	96	5,25	57	67,88	10,88	0,482537	2,072381
PROMISSAO	618130	7616740	AD	110	3,96	65,5	95,99	30,49	0,129879	7,699495
PROMISSAO	617300	7615900	AD	130	12	18	82	64	0,1875	5,333333
PROMISSAO	619210	7616960	AD	133	14,4	7	80	73	0,19726	5,069444
PROMISSAO	617840	7618820	AD	184	8	70	110,5	40,5	0,197531	5,0625
PROMISSAO	617180	7615510	AD	128	10,8	36	87	51	0,211765	4,722222
PROMISSAO	617490	7617810	AD	26,5	3	6	18	12	0,25	4
PROMISSAO	619200	7616020	AD	133	15,84	15	78	63	0,251429	3,977273
PROMISSAO	617530	7617850	AD	28,5	3	8	19	11	0,272727	3,666667
PROMISSAO	618500	7616780	AD	136	12	38	72	34	0,352941	2,833333
PROMISSAO	619020	7615060	AD	22	1,3	11,68	14,62	2,94	0,442177	2,261538
PROMISSAO	618460	7616820	AD	132,6	21,7	70	114,9	44,9	0,483296	2,069124
PROMISSAO	619350	7616870	AD	121	13,2	51,79	78,58	26,79	0,492721	2,029545
PROMISSAO	618890	7618630	AD	121,5	12,55	60,1	72,84	12,74	0,985086	1,015139
PROMISSAO	619400	7617600	AD	118,5	12,56	60	72,5	12,5	1,0048	0,995223
QUATA	536400	7537800	SAN	148	50	30	102	72	0,694444	1,44
QUATA	537200	7539170	SAN	200	50	8,97	56,16	47,19	1,059547	0,9438

Gestão integrada das águas das Unidades Estratigráficas do Aquífero Bauru nas Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe

MUNICÍPIO	Coordenadas		Aquífero	Prof. (m)	Q (m ³ /h)	NE (m)	ND (m)	s (m)	Q/s (m ³ /h)/m	s/Q m/(m ³ /h)
	E/W	N/S								
QUATA	535780	7539650	SAN	200	49,9	23,3	58,2	34,9	1,429799	0,699399
QUATA	536480	7538670	SAN	200	50	12,73	37,26	24,53	2,038332	0,4906
QUEIROS	582150	7590500	AD	100	12,73	30,07	86,68	56,61	0,224872	4,446976
QUEIROS	578050	7589450	AD	144	9	58	96	38	0,236842	4,222222
QUEIROS	578800	7589150	AD	171	7	26	46	20	0,35	2,857143
QUINTANA	571150	7559000	AD	235	18	109	154,28	45,28	0,397527	2,515556
QUINTANA	572150	7559450	AD	262	13,89	102,3	134,05	31,75	0,43748	2,285817
QUINTANA	571820	7559170	MA	147	10	57	107	50	0,2	5
QUINTANA	581733	7520389	MA	147	10	57	107	50	0,2	5
RANCHARIA	498750	7541650	AD	100	7,6	20	75	55	0,138182	7,236842
RANCHARIA	495000	7542500	AD	100	7,5	22	74	52	0,144231	6,933333
RANCHARIA	494500	7541000	AD	100	8,2	18	68	50	0,164	6,097561
RANCHARIA	497000	7539650	AD	100	8	24	70	46	0,173913	5,75
RANCHARIA	493000	7540000	AD	100	8,8	26	72	46	0,191304	5,227273
RANCHARIA	511670	7542620	AD	100	48	30	70	40	1,2	0,833333
RANCHARIA	511740	7542350	AD	100	20	45	55	10	2	0,5
RANCHARIA	511540	7542630	SAN	180	42,35	43,64	100,65	57,01	0,742852	1,346163
REGENTE FEIJO	464430	7542960	AD	132	3,24	56	104	48	0,0675	14,81481
REGENTE FEIJO	464510	7542920	AD	80	1,8	30	54	24	0,075	13,33333
REGENTE FEIJO	464460	7542960	AD	145	3	34	68	34	0,088235	11,33333
REGENTE FEIJO	463500	7544960	AD	150	8	50	132	82	0,097561	10,25
REGENTE FEIJO	464490	7542950	AD	125	4,28	60	90	30	0,142667	7,009346
REGENTE FEIJO	469300	7540150	AD	164	17,92	25,15	129,9	104,75	0,171074	5,845424
REGENTE FEIJO	469500	7540800	AD	90	8,1	29,3	76,4	47,1	0,171975	5,814815
REGENTE FEIJO	469500	7541200	AD	90	11,87	13	73,5	60,5	0,196198	5,096883

Gestão integrada das águas das Unidades Estratégicas do Aquífero Bauru nas Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe

MUNICÍPIO	Coordenadas		Aquífero	Prof. (m)	Q (m ³ /h)	NE (m)	ND (m)	s (m)	Q/s (m ³ /h)/m	s/Q m/(m ³ /h)
	E/W	N/S								
REGENTE FEIJO	469540	7549350	AD	92	8,2	39	68	29	0,282759	3,536585
REGENTE FEIJO	469450	7540550	AD	170	15,12	62	98,7	36,7	0,411989	2,427249
REGENTE FEIJO	469450	7541000	AD	70	11,34	13,45	19	5,55	2,043243	0,489418
REGENTE FEIJO	468500	7542700	SAN	253	5,12	65,8	126,9	61,1	0,083797	11,93359
REGENTE FEIJO	462950	7545550	SAN	250	9	61,5	132,35	70,85	0,127029	7,872222
REGENTE FEIJO	463600	7545500	SAN	180	9,74	68,2	141,15	72,95	0,133516	7,489733
REGENTE FEIJO	469450	7543050	SAN	255,5	11	75	150	75	0,146667	6,818182
REGENTE FEIJO	464760	7543130	SAN	250	24	42	174	132	0,181818	5,5
REGENTE FEIJO	469500	7540350	SAN	227	12	21,1	77,2	56,1	0,213904	4,675
REGENTE FEIJO	469450	7542250	SAN	251	18	87,5	142,32	54,82	0,328347	3,045556
REGENTE FEIJO	468900	7543400	SAN	201	15,48	75,5	108,9	33,4	0,463473	2,157623
RINOPOLIS	529150	7598470	AD	81	7	18	42	24	0,291667	3,428571
RINOPOLIS	529400	7597270	AD	60	5	20	25	5	1	1
RINOPOLIS	531090	7598750	AD	150	4	21	50	29	0,137931	7,25
RUBIACEA	528100	7644700	AD	113	2,6	27	87,26	60,26	0,043146	23,17692
RUBIACEA	528100	7644400	AD	131,6	11	10,7	81,7	71	0,15493	6,454545
RUBIACEA	528000	7644650	AD	145	11	12,8	80	67,2	0,16369	6,109091
RUBIACEA	528300	7645250	AD	84	7	26	57	31	0,225806	4,428571
RUBIACEA	518050	7630960	AD	123,5	15	4,42	47,17	42,75	0,350877	2,85
SAGRES	504300	7580000	AD	150	13,6	37,9	113,2	75,3	0,180611	5,536765
SAGRES	504850	7586250	AD	100	15	12	46	34	0,441176	2,266667
SAGRES	504150	7580250	AD	140,3	12	39,13	62	22,87	0,524705	1,905833
SALMOURAO	514850	7608900	AD	188	7	28,43	117	88,57	0,079034	12,65286
SALMOURAO	514150	7608650	AD	150	8	25,41	97,41	72	0,111111	9
SALMOURAO	513100	7610000	AD	90	7	13	60	47	0,148936	6,714286

Gestão integrada das águas das Unidades Estratigráficas do Aquífero Bauru nas Bacias dos Rios Aguapei e Peixe

MUNICÍPIO	Coordenadas		Aquífero	Prof. (m)	Q (m ³ /h)	NE (m)	ND (m)	s (m)	Q/s (m ³ /h)/m	s/Q m/(m ³ /h)
	E/W	N/S								
SANTA MERCEDES	428750	7644250	CA	193,5	16,85	37,5	49,67	12,17	1,384552	0,722255
SANTA MERCEDES	428750	7643750	CA	198	20	36,86	50,4	13,54	1,477105	0,677
SANTA MERCEDES	422100	7638400	CA	160	40	26,72	40,19	13,47	2,969562	0,33675
SANTA MERCEDES	428800	7643750	CA	198	13	42	46	4	3,25	0,307692
SANTO ANASTACIO	432900	7568130	AD	100	3,2	38	72	34	0,094118	10,625
SANTO ANASTACIO	432050	7571000	AD		8,22	27	95	68	0,120882	8,272506
SANTO ANASTACIO	432550	7570800	SAN	155	9,18	36	95	59	0,155593	6,427015
SANTO ANASTACIO	431100	7568450	SAN	195,6	12,59	54	126	72	0,174861	5,718824
SANTO ANASTACIO	431250	7568900	SAN		12,3	75	123	48	0,25625	3,902439
SANTO ANASTACIO	431150	7569150	SAN		17,74	80	138	58	0,305862	3,269448
SANTO ANASTACIO	430900	7568500	SAN	204	18,57	80	134	54	0,343889	2,907916
SANTO ANASTACIO	431800	7571400	SAN	216,7	18,15	93	135	42	0,432143	2,31405
SANTO ANASTACIO	436300	7585650	SAN	124,37	12,35	9	30	21	0,588095	1,700405
SANTO ANASTACIO	432250	7566100	SAN	162,2	32,53	25,5	73,3	47,8	0,680544	1,469413
SANTO ANASTACIO	432700	7570000	SAN		13,09	19	36	17	0,77	1,298701
SANTO ANASTACIO	432300	7571000	SAN		20,4	21	25,8	4,8	4,25	0,235294
SANTOPOLIS DO AGUAPEI	548190	7605470	AD	35	1,45	18	26,5	8,5	0,170588	5,862069
SAO JOAO DO PAU D'ALHO	431890	7652900	CA	100	10	10	33	23	0,434783	2,3
SAO JOAO DO PAU D'ALHO	431300	7653200	CA	94	35	8	48	40	0,875	1,142857
SAO JOAO DO PAU D'ALHO	431890	7652900	CA	100	10	10	33	23	0,434783	2,3
TUPA	550100	7574140	AD	82	4	36	48	12	0,333333	3
TUPA	538750	7572270	AD	80	12,4	18	40	22	0,563636	1,774194
TUPA	550330	7574940	AD	80	6,6	25	36	11	0,6	1,666667
TUPA	552170	7574130	AD	106	3,86	48	54	6	0,643333	1,544404
TUPA	552500	7572500	AD	100	12	45	49	4	3	0,333333

Gestão integrada das águas das Unidades Estratigráficas do Aquífero Bauru nas Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe

MUNICÍPIO	Coordenadas		Aquífero	Prof. (m)	Q (m ³ /h)	NE (m)	ND (m)	s (m)	Q/s (m ³ /h)/m	s/Q m/(m ³ /h)
	E/W	N/S								
TUPA	551000	7575800	SAN	171	14,79	3,5	130,63	127,13	0,116338	8,595673
TUPA	551050	7575350	SAN	174,64	29,63	4,13	122,65	118,52	0,25	4
TUPA	548650	7557700	SAN	160	25,55	13,1	67	53,9	0,474026	2,109589
TUPA	549700	7573000	SAN	222	82,89	29,64	105,01	75,37	1,099774	0,909277
TUPA	548100	7575250	SAN	212	60	36,56	89,28	52,72	1,138088	0,878667
TUPA	558050	7573000	SAN	150,6	25,5	49,5	59,7	10,2	2,5	0,4
TUPA	548050	7575040	AD	62	3	26	28	2	1,5	0,666667
TUPA	551150	7575800	SAN	115	6	2	48	46	0,130435	7,666667
TUPA	548650	7577700	SAN	160	25,55	13,1	67	53,9	0,474026	2,109589
TUPA	548400	7578100	SAN	100	25	32	60	28	0,892857	1,12
TUPIPAULISTA	440900	7639750	SAN	130	1	25	54	29	0,034483	29
TUPIPAULISTA	436250	7631000	SAN	100	7,9	21	50	29	0,272414	3,670886
TUPIPAULISTA	438500	7637800	SAN	100	12	16	58	42	0,285714	3,5
TUPIPAULISTA	441350	7635450	SAN	122	12	30	69	39	0,307692	3,25
TUPIPAULISTA	440900	7636150	SAN	100	10	22	52	30	0,333333	3
TUPIPAULISTA	438750	7640550	SAN	120	12	16	48	32	0,375	2,666667
TUPIPAULISTA	440220	7636240	SAN	100	10	22	48	26	0,384615	2,6
TUPIPAULISTA	442100	7637200	SAN	80	10	12	38	26	0,384615	2,6
TUPIPAULISTA	440010	7642500	SAN	108	18	4	48	44	0,409091	2,444444
TUPIPAULISTA	437740	7629510	SAN	120	10	12	36	24	0,416667	2,4
TUPIPAULISTA	438000	7639800	SAN	100	12	12	38	26	0,461538	2,166667
TUPIPAULISTA	439600	7639950	SAN	120,5	34	6	54	48	0,708333	1,411765
TUPIPAULISTA	439600	7642400	SAN	80	18	4	18	14	1,285714	0,777778
TUPIPAULISTA	436250	7631000	SAN	100	7,9	21	50	29	0,272414	3,670886
TUPIPAULISTA	441090	7635170	SAN	80	6,5	22	37	15	0,433333	2,307692

Gestão integrada das águas das Unidades Estratégicas do Aquífero Bauru nas Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe

MUNICÍPIO	Coordenadas		Aquífero	Prof. (m)	Q (m ³ /h)	NE (m)	ND (m)	s (m)	Q/s (m ³ /h)/m	s/Q m/(m ³ /h)
	E/W	N/S								
VALPARAISO	504850	7641350	AD	91	3	27	78	51	0,058824	17
VALPARAISO	516010	7671830	AD	152	12	18	94	76	0,157895	6,3333333
VALPARAISO	505860	7641610	AD	85	10	20	68	48	0,208333	4,8
VALPARAISO	512840	7654900	AD	50	3,6	20	36	16	0,225	4,444444
VALPARAISO	504300	7641250	AD	102	6	18	37	19	0,315789	3,166667
VALPARAISO	505180	7641780	AD	130	14,94	18,21	64,83	46,62	0,320463	3,120482
VALPARAISO	516280	7672220	AD	150	19,5	32	91,5	59,5	0,327731	3,051282
VALPARAISO	505050	7641420	AD	144	15	36	72	36	0,416667	2,4
VALPARAISO	502500	7640290	AD	100	23,24	15,26	59,63	44,37	0,523777	1,909208
VALPARAISO	502480	7640410	AD	100	15,42	16,66	37,99	21,33	0,722925	1,383268
VERA CRUZ	627280	7534250	AD	160	8,05	9,5	134,1	124,6	0,064607	15,47826
VERA CRUZ	620620	7542240	AD	234	8	30	146,5	116,5	0,06867	14,5625
VERA CRUZ	626880	7534210	AD	271	18	36	218	182	0,098901	10,11111
VERA CRUZ	626350	7534780	AD	336	16	173,5	288	114,5	0,139738	7,15625
VERA CRUZ	620930	7542070	AD	200	16	78	175	97	0,164948	6,0625
VERA CRUZ	626840	7535020	AD	336	18,3	190	282	92	0,198913	5,027322
VERA CRUZ	621310	7541860	AD	306	15	187	213	26	0,576923	1,733333
VERA CRUZ	620730	7542340	MA	90	3,5	12	67	55	0,063636	15,71429
VERA CRUZ	621000	7542140	MA	100	5	17	79	62	0,080645	12,4
VERA CRUZ	620850	7542130	MA	100	10	25	87	62	0,16129	6,2

ANEXO II – POÇOS PIEZÔMETROS.

PIEZÔMETRO	PROFUNDIDADE(M)	COORDENADAS - UTM
DAEE/IPT1	6,00	7525,786/601,342-COTA 450
DAEE/IPT2	9,00	7525,108/602,716-COTA 447
DAEE/IPT3	6,40	7524,713/603,352-COTA 456
DAEE/IPT4	11,10	7528,054/604,458-COTA 456
DAEE/IPT5	5,00	7528,858/601,350-COTA 451
DAEE/IPT6	12,00	7529,626/600,885-COTA 438
DAEE/IPT7	11,84	7526,129/601,249-COTA 480
DAEE/IPT8	5,90	7532,004/600,395-COTA 424
DAEE/IPT9	11,14	7530,886/600,915-COTA 440
DAEE/IPT10	4,80	7530,482/600,471-COTA 406
DAEE/IPT11	8,90	7528,755/600,815-COTA 424
DAEE/IPT12	7,10	7524,183/603,365-COTA 454
DAEE/IPT13	12,42	7523,885/602,577-COTA 457
DAEE/IPT14	6,90	7523,153/602,059-COTA 457
DAEE/IPT15	8,09	7527,047/600,339-COTA 496
DAEE/IPT16	10,00	7525,798/602,324-COTA 448
DAEE/IPT17	8,00	7526,026/602,323-COTA 465
DAEE/IPT18	10,84	7523,313/604,263-COTA 465
DAEE/IPT20	6,70	7522,517/603,764-COTA 455
DAEE/PP	15	7531,345/600,495-COTA 425
DAEE/PD	40,00	7531,387/600,487-COTA 425
DAEE/PD1	2,87	7531,388/600,497-COTA 426
DAEE/PD2	2,85	7531,387/600,496-COTA 427
DAEE/PD3	1,98	7531,387/600,495-COTA 429
DAEE/PD4	2,70	7531,388/600,495-COTA 429
DAEE/PF	40,13	7531,374/600,493-COTA 424
DAEE/PF1	2,44	7531,374/600,494-COTA 436
DAEE/PF2	2,46	7531,370/600,495-COTA 424
DAEE/PF3	2,18	7531,369/600,491-COTA 428
DAEE/PF4	2,12	7531,375/600,493-COTA 427
DAEE/PB1	15	7531,580/600,680-COTA 402
DAEE/B2	15	7531,430/601,065-COTA 430
DAEE/FE/SED	50	7531,090/599,545-COTA 475
HERC. 1		7.566,252/563,130
HERC 2		7.566,865/563,017
HERC. 3		7566,23 / 563,08

PIEZÔMETRO	PROFUNDIDADE(M)	COORDENADAS - UTM
DAEE/CAV		7537,45/608,90
POMP 1		7.557,059/ 584,828
POMP 2		7.557,092/584,931
POMP 3		7.557,145/584,951
SAAE 1		7543,475/ 639,075 – Cota 686
SAAE 2		7543,422/639,122 – Cota 685
DAEE SEDE		7539,590 / 610,832 – Cota 665
MAR P J R		7539,437/610,688 – Cota 669
SAAE LAGO		7542,929/639,377 – Cota 660
ESC. AG. GAR		7541,018/639,790 – Cota 680

DAEE/IPT15 – desativado

ANEXO III – HIDROGRAMAS

