**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**ESTUDO HIDROGEOLÓGICO DA REGIÃO DE
LORENA - SÃO PAULO**

João Carlos Simanke de Souza

Orientadora: Profa. Dra. Annkarin Aurélia Kimmelman e Silva

TESE DE DOUTORAMENTO

Programa de Pós-Graduação em Recursos Minerais e Hidrogeologia

**SÃO PAULO
2004**

USP – UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

**ESTUDO HIDROGEOLÓGICO DA REGIÃO DE
LORENA – SÃO PAULO**

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

JOÃO CARLOS SIMANKE DE SOUZA

ORIENTADORA: Prof. Dra. ANNKARIN AURÉLIA KIMMELMANN E SILVA.

TESE DE DOUTORAMENTO

PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS

PROGRAMA: RECURSOS MINERAIS E HIDROGEOLOGIA

SÃO PAULO – FEVEREIRO DE 2004

DEDALUS - Acervo - IGC

30900014583

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

ESTUDO HIDROGEOLÓGICO DA REGIÃO DE LORENA - SÃO
PAULO

JOÃO CARLOS SIMANKE DE SOUZA

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Annkarin Aurélia Kimmelman e Silva

TESE DE DOUTORAMENTO

COMISSÃO JULGADORA

Nome

Assinatura

Presidente Prof^ª. Dr^ª. Annkarin Aurélia Kimmelman e Silva

Examinadores: Prof. Dr. Aldo da Cunha Rebouças

Dr. Flávio de Paula Silva

Prof. Dr. Luiz Roberto Cottas

Prof. Dr. Ricardo César Aoki Hirata

SÃO PAULO
2004

INDICE

AGRADECIMENTOS	IX
RESUMO	X
ABSTRACT	X
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO	1
3. ÁREA DE PESQUISA	1
3.1-Localização geográfica	1
3.2-Esboço Histórico do Município	2
3.3-Histórico do Abastecimento de Água	2
3.4-Aspectos do meio físico na Região de Lorena – SP	3
3.4.1-Geomorfologia	3
3.4.2-Pedologia	3
3.4.3-Clima	4
3.4.4-Vegetação	5
3.4.5-Degradação do meio físico	5
3.5-Mapa de bacia hidrográfica	5
3.6-População e estrutura urbana	6
3.6.1-Infra-estrutura urbana municipal	6
3.7 -Uso e ocupação do solo	7
3.8-Geologia	7
3.8.1-Contexto Geológico Regional	7

3.8.2 - O Embasamento do SRSM	8
3.8.2.1 - Unidades Metamórficas Pré-Cambrianas	8
3.8.2.2 - Bacia de Taubaté	14
3.8.2.3 - Outras Bacias do Sistema de Rifts da Serra do Mar	20
3.8.2.4 - Idades das Bacias do SRSM	21
3.8.2.5- Geologia Local	22
3.9-Hidrogeologia	22
3.9.1. Unidades aquíferas	22
3.9.1.1. Aquíferos em Rochas Sedimentares	22
3.9.1.2. -Aquíferos em Rochas Cristalinas	25
3.9.1.3. Abastecimento dos municípios por águas subterrâneas	26
4. METODOLOGIA	28
4.1-Coleta de dados	28
4.1.1. Pluviometria – águas meteóricas	29
4.1.2. Fluviometria – águas superficiais	30
4.1.3. Águas subterrâneas	31
4.2. Análise e tratamento dos dados coletados	31
4.2.1. Dados pluviométricos – águas meteóricas	31
4.2.2. Dados fluviométricos – águas superficiais	36
4.2.3. Águas subterrâneas	49
4.3. Interpretação dos dados	151
4.3.1. Águas meteóricas	151
4.3.2. Águas superficiais	151
4.3.3. Águas subterrâneas	155

5. Mapas temáticos	158
5.1. Introdução	158
5.2. Mapa temático geológico (Anexo 1)	158
5.3. Mapa temático geológico (Anexo 1)	161
5.3.1. Fontes poluidoras	162
6. Conclusões	165
7. Recomendações	166
8. Bibliografia	168

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul	5
Figura 2 - Principais zonas de cisalhamento Pré-cambrianas do Leste de São Paulo e Oeste do Rio de Janeiro	8
Figura 3 – Divisão dos principais Domínios Lito-Estruturais do Pré-Cambriano Paulista	9
Figura 4 – Principais Manifestações Ígneas do Leste Paulista	10
Figura 5 – Manifestações Ígneas Meso-Cenozóicas na região Sudeste do Brasil	11
Figura 6 – Sumário da Evolução da Litoestratigrafia da Bacia de Taubaté	15
Figura 7 - Compartimentação do Embasamento da Bacia de Taubaté	16
Figura 8 – Seções Sísmicas Petrobrás A e B – Bacia de Taubaté	17
Figura 9 – Imagem da Bacia de Taubaté – Surfer 8.0 – com altimetria real	17
Figura 10 – Imagem ilustrativa do depocentro de Lorena	18
Figura 11 – Evolução Sedimentar Bacia de Taubaté	19
Figura 12 - Modelo de circulação regional para o SASPS (Sistema Aquífero Sedimentar do Paraíba do Sul)	23

Figura 13 – Modelo de circulação regional do SAC (Sistema Aquífero Cristalino)	25
Figura 14 – Montagem Folhas Topográficas de Lorena	28
Figura 15 – Mapa Geológico gerado no Arcview 3.1	29
Figura 16 – Dados de chuva – julho 1957 a dezembro 1961	33
Figura 17 – Dados de chuva – janeiro 1962 a dezembro 1966	34
Figura 18 – Dados de chuva – janeiro 1967 a abril 1972	35
Figura 19 – Comparativo de vazões do rio Paraíba do Sul no trecho Guaratinguetá/Lorena –1972 e 1973	37
Figura 20 – Comparativo de vazões do rio Paraíba do Sul no trecho Guaratinguetá/Lorena –1974 e 1975	38
Figura 21 – Comparativo de vazões do rio Paraíba do Sul no trecho Guaratinguetá/Lorena –1976 e 1977	39
Figura 22 – Comparativo de vazões do rio Paraíba do Sul no trecho Guaratinguetá/Lorena –1978 e 1979	40
Figura 23 – Comparativo de vazões do rio Paraíba do Sul no trecho Guaratinguetá/Lorena –1980	41
Figura 24 – Comparativo de vazões do rio Paraíba do Sul no trecho Lorena/Cruzeiro – 1971 e 1972	42
Figura 25 – Comparativo de vazões do rio Paraíba do Sul no trecho Lorena/Cruzeiro – 1973 e 1974	43
Figura 26 – Comparativo de vazões do rio Paraíba do Sul no trecho Lorena/Cruzeiro – 1975 e 1976	44
Figura 27 – Comparativo de vazões do rio Paraíba do Sul no trecho Lorena/Cruzeiro – 1975 e 1976	45
Figura 28 – Comparativo de vazões do rio Paraíba do Sul no trecho Lorena/Cruzeiro – 1979 e 1980	46
Figura 29 – Comparativo de vazões do rio Paraíba do Sul no trecho Lorena/Cruzeiro – 1989 e 1990	47
Figura 30 – Comparativo de vazões do rio Paraíba do Sul no trecho Lorena/Cruzeiro – 1991 e 1992	48

Figura 31 – Perfil geológico A-B Lorena – SP	50
Figura 31 – Perfil geológico C-D Lorena – SP	51
Figura 33 – Comparativo de poços Lorena P.9– SP	52
Figura 34 – Comparativo de poços Lorena P.10– SP	53
Figura 35 – Comparativo de poços Lorena P.11– SP	54
Figura 36 – Comparativo de poços Lorena P.14– SP	55
Figura 37 – Sistema Produtor de Lorena – SP	57
Figura 38 – Sistema A de abastecimento de Lorena – SP	58
Figura 39 – Sistema B de abastecimento de Lorena – SP	59
Figura 40 – Sistema C de abastecimento de Lorena – SP	60
Figura 41 – Sistema D de abastecimento de Lorena – SP	61
Figura 42 – Teste de produção P.9 Vila Zélia II	65
Figura 42 – Teste de produção P.9 Vila Zélia II	65
Figura 43 – Poço P.9 – Vila Zélia II	66
Figura 44 – Teste de produção P.11 Parque Mondesir	72
Figura 45 – Poço P.11 Parque Mondesir	73
Figura 46 – Teste de produção P.12 Jardim Ipê	79
Figura 47 – Poço P.12 Jardim Ipê	80
Figura 48 – Teste de produção P.13 Santa Edwirges	88
Figura 49 – Poço P.13 Santa Edwirges	89
Figura 50 – Poço P.14 Vila Guarani II	96
Figura 51 – Teste de produção P.15 Vila Zélia	99
Figura 52 – Poço P.15 Vila Zélia	100

Figura 53 – Teste de produção P.16 Vila Guarani IV	106
Figura 54 – Poço P.16 Vila Guarani IV	107
Figura 55 – Teste de produção P.17 Vila Guarani III	113
Figura 56 – Poço P.17 Vila Guarani III	114
Figura 57 – Teste de produção P.18 Vila Passos	120
Figura 58 – Poço P.18 Vila Passos	121
Figura 59 – Teste de produção P.19 Vera Cruz	128
Figura 60 – Poço P.19 Vera Cruz	129
Figura 61 – Teste de produção P.20 Vila Cristina	135
Figura 62 – Poço P.20 Vila Cristina	136
Figura 63 – Teste de produção P.21 Parque Mondesir	143
Figura 64 – Poço P.21 Parque Mondesir	144
Figura 66 – Evapotranspiração Bacia rio Paraíba do Sul	154
Figura 67 – Capacidade específica dos poços de Lorena	156
Figura 68 – Produção mensal dos sistema de abastecimento de Lorena	157
Figura 69 – Capacidade específica de poços desativados de Lorena	157
Figura 70 – 22 UGRHIs do estado de São Paulo	158
Figura 71 – Municípios do estado de são Paulo e coordenadas UTM	159
Figura 72 – Coordenadas UTM, poços, lineamentos e mapa geológico	159
Figura 73 – Topografia, drenagem, rótulos de sistemas e perfis geológicos	160
Figura 74 – Poço P.12, identificado em mapa, coordenada canto superior direito, com janela visual 1:45.298 Arcview	160
Figura 75 – Mapa temático Hidrogeológico	161

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 – EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO DE LORENA	6
---	----------

TABELA 2 – EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE DOMICÍLIOS DE LORENA	6
TABELA 3 - ÍNDICES DE ATENDIMENTO NO SANEAMENTO	6
TABELA 4 - EXTENSÕES DE REDES DE ÁGUA E ESGOTO	6
TABELA 5 - PERCENTUAL DE ABASTECIMENTO PÚBLICO POR ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DOS MUNICÍPIOS DA UGRHI-2	27
TABELA 6 – ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS REPRESENTATIVAS DA REGIÃO DE LORENA	30
TABELA 7 – ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS REPRESENTATIVAS DA REGIÃO DE LORENA	30
TABELA 8 - BALANÇO HÍDRICO DOS AQUÍFEROS DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL	31
TABELA 9 – MÉDIA ANUAL DE CHUVAS REPRESENTATIVAS DA REGIÃO DE LORENA	32
TABELA 10 – SISTEMAS PRODUTORES DE LORENA	62
TABELA 11 – POÇO 9 – VILA ZÉLIA II	67
TABELA 12 – POÇO 11 – PARQUE MONDESIR	74
TABELA 13 – POÇO 12 – JARDIM IPÊ	81
TABELA 14 – POÇO 13 – SANTA EDWIRGES	90
TABELA 15 – POÇO 14 – VILA GUARANI II	97
TABELA 16 – POÇO 15 – VILA ZÉLIA	101
TABELA 17 – POÇO 16 – VILA GUARANI IV	108
TABELA 18 – POÇO 17 – VILA GUARANI III	115
TABELA 19 – POÇO 18 – VILA PASSOS	122
TABELA 20 – POÇO 19 – VERA CRUZ	130
TABELA 21 – POÇO 20 – VILA CRISTINA	137

TABELA 22 – POÇO 21 – PARQUE MONDESIR	145
TABELA 23 – BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO THORNTON & MATHER, 1955	152
TABELA 24 – ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL PARA A BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL	154
TABELA 25 – VALORES MÉDIOS DE T e S PELO MÉTODO DE JACOB	155

ANEXOS

ANEXO 1 - MAPA TEMÁTICO GEOLÓGICO

ANEXO 2 - MAPA TEMÁTICO HIDROGEOLÓGICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha esposa Ana Maria pelo empenho e dedicação na correção e organização dos textos, pelo espírito de companheirismo e profissionalismo demonstrado;

Aos colegas da SABESP que me auxiliaram no desenho CAD com profissionalismo e boa-vontade, Lourival Cebola, Luiz Telhe e Marco Antonio Malheiros;

Aos engenheiros Walter Orsati e Mário Albino pelo apoio estratégico nos momentos difíceis;

Aos geólogos César Bianchi Neto e Fernando Wili Bastos Franco Filho pelas opiniões;

Ao geólogo Antonio Saad pelas sugestões e apoio profissional;

Aos geólogos José Luiz e Omar Yazbek do IPT pelo apoio profissional;

À Professora Dra. Annkarin Aurélia pelo espírito crítico e compreensão;

Aos geólogos Professores Doutores Aldo da Cunha Rebouças e Uriel Duarte pela valiosa contribuição e sugestões por ocasião do exame de qualificação;

Ao geólogo Flávio Luis Fernandes pelo apoio e pelas imagens inéditas cedidas gentilmente para enriquecer este trabalho;

Aos profissionais da Vértice Tecnologia Comércio e Serviços, sempre incansáveis no esclarecimento de dúvidas do software Arcview 3.1, analista de sistemas Ivo Françoze Júnior e o estagiário André William Santos Silva;

A todos os amigos e mestres que sempre tiveram uma palavra de incentivo para ajudar-me a enfrentar este desafio, o meu sincero muito obrigado.

RESUMO

O município de Lorena situa-se na porção leste do Estado de São Paulo e ocupa uma área de 416 km² abrangendo ao norte parte da Serra da Mantiqueira e ao sul a Serra do Mar, passando na parte central pelo vale do rio Paraíba do Sul. O foco estendido da região estudada totaliza cerca de 1.400 km² e abrange parte das folhas topográficas de Lorena, Cruzeiro, Guaratinguetá, Campos de Cunha e Delfim Moreira. A geração de mapas temáticos geológico e hidrogeológico em escala detalhada de 1:50.000, pretende contribuir para o conhecimento da hidrogeologia regional da Bacia Sedimentar de Taubaté na região estudada. Apresenta diretriz sobre as futuras perfurações de poços em função dos resultados e medições de parâmetros hidráulicos presentes na região de Lorena. A interpretação e análise de uma grande gama de informações históricas contribuirão para o embasamento de decisões que assegurem o desenvolvimento sustentável do aquífero sedimentar presente na região, otimizando o uso racional dos recursos hídricos subterrâneos. Dá orientações de caráter geral objetivando a preservação do manancial para gerações futuras. O aquífero presente na área estudada é de alta potencialidade com capacidades específicas variando de 4 a 10 m³/h.m, medidos através de 21 poços operados pela Sabesp para abastecimento público. Foi constatado o rebaixamento de níveis - de 30 a 40 m - em área central do município de Lorena, decorrente do volume explorado ao longo dos últimos 25 anos, com tendência a aumentar com o uso. Os dados coletados serviram de base para confecção de mapas temáticos de geologia e hidrogeologia compilando e disponibilizando uma gama de informações hidrogeológicas importantes a serem consideradas na gestão integrada dos recursos superficiais e subterrâneos.

ABSTRACT

The municipality of Lorena, on East part of São Paulo State, with an area of 416 km², is surrounded by Mantiqueira Range at North and Mar Range to South. In the middle occurs the Paraíba river Valley. All the area studied has 1.400 km² and its part from topographic maps of Lorena, Cruzeiro, Guaratinguetá, Campos de Cunha and Delfim Moreira.

The generation of thematic maps from geology and hydrogeology with scale 1:50.000 will contribute to knowledge of regional hydrogeology from sedimentary Basin of Taubaté, with Tertiary age. Present guidelines about future drilling wells, considering database including hydrogeologic parameters at Lorena region. The interpretation and analysis from great number of technical and historical data will give a basement from decisions that take care the sustainable development from this important aquifer. Give guidelines from general character focusing preservation from future generations. The aquifer that occurs at this area has high potential with very good numbers of specific yield varying from 4 to 10 m³/h.m, measured from 21 wells operated by Sabesp for public supply. It was measured lowering from static level - from 30 to 40 m - in a central area from Lorena city, by overexploitation during the last 25 years, increasing a tendency caused by use.

The database generated thematic maps from geology and hydrogeology, giving a great number of information to support integrated management from surface and groundwater resources.

1. INTRODUÇÃO

Os corpos rochosos, mantos de alteração e camadas que possuem características que permitem uma estocagem por porosidade e condições de fluxo geradas pela permeabilidade, constituem os aquíferos presentes na área de estudo.

A necessidade de gerenciamento integrado das águas superficiais e subterrâneas é fruto de consenso nos meios acadêmicos que acabou sensibilizando os administradores e legisladores, refletindo-se na sociedade em geral, pois tanto a escassez quanto a abundância pedem uma atitude de respeito e consideração para um recurso natural finito e dotado de valor econômico. A gestão sustentável tornou-se tema atual devido ao aumento populacional urbano e a escassez de recursos hídricos, sejam superficiais ou subterrâneos, tanto do ponto de vista da quantidade quanto da qualidade.

A área de estudo foi ampliada a partir de 2003, após permissão de uso de relatório interno do IPT, 1993 elaborado para a Secretaria de Ciência e Tecnologia do estado de São Paulo. Foi escolhido como foco central o município de Lorena, considerado de porte médio, com população atual superior à 80.000 habitantes (IBGE, 2000), que possui um sistema de abastecimento público operado pela concessionária estadual – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP.

A opção por água subterrânea adotada pelo município privilegia a economia do sistema com qualidade incomparável em relação à água superficial (o Rio Paraíba do Sul no trecho urbano está classificado como Classe IV dentro dos padrões da Resolução nº 20 do CONAMA). Tal classificação reflete o lançamento de efluentes e esgotos domésticos das muitas cidades existentes à montante, especialmente Guaratinguetá e Aparecida do Norte, muito próximas, com tempo de trânsito curto para sua diluição aliado à falta de tratamento sanitário adequado por parte das concessionárias municipais.

2. OBJETIVOS

A geração de mapas temáticos geológico e hidrogeológico em escala detalhada de 1:50.000, através de digitalização de mapa geológico existente pretende contribuir para o conhecimento da hidrogeologia regional da Bacia Sedimentar de Taubaté na região estudada.

Apresenta diretriz sobre as futuras perfurações de poços em função dos resultados e medições de parâmetros hidráulicos presentes na região de Lorena.

A interpretação e análise de uma grande gama de informações históricas contribuirão para o embasamento de decisões que assegurem o desenvolvimento sustentável do aquífero sedimentar presente na região, otimizando o uso racional dos recursos hídricos subterrâneos.

Dá orientações de caráter geral objetivando a preservação do manancial para gerações futuras. Compila uma gama de informações hidrogeológicas importantes a serem consideradas na gestão integrada dos recursos superficiais e subterrâneos.

3. ÁREA DE PESQUISA

3.1-Localização geográfica

O município de Lorena situa-se na porção leste do Estado de São Paulo e ocupa uma área de 416 km² abrangendo ao norte parte da Serra da Mantiqueira e ao sul a Serra do Mar, passando na parte central pelo vale do rio Paraíba do Sul. O foco estendido da região estudada totaliza cerca de 1.400 km² e abrange parte das folhas topográficas IBGE de Lorena (SF. 23-Y-B-VI-2), Cruzeiro (SF.23-Z-A-IV-1), Guaratinguetá (SF.23-Y-B-VI-4), Campos de Cunha (SF-23-Z-A-IV-3) e Delfim Moreira (SF-23-Y-B-VI-1).

Dista cerca de 200 km da capital São Paulo com acesso pela Rodovia Presidente Dutra, atravessando a região em direção ENE, e possui uma estação ferroviária desativada da EFCB – Estrada de Ferro Central do Brasil, futuro centro cultural, tombado pela Prefeitura Municipal. Em Cruzeiro a SP-183 faz a ligação com Cachoeira Paulista, passando por Canas e a SP-58 é o principal acesso ao sul de Minas Gerais e a Lavrinhas, município vizinho à leste. Em Lorena a BR-459 corta a folha com direção NNW, fazendo a ligação desta com o sul de Minas Gerais, passando por Piquete e o traçado EW ligando com Cruzeiro. Em Guaratinguetá a SP-66 acompanha paralelamente a Via Dutra ligando esta à Lorena. Dista cerca de 200 km da capital São Paulo com acesso pela Rodovia Presidente Dutra, e possui uma estação ferroviária desativada da EFCB – Estrada de Ferro Central do Brasil, futuro centro cultural, tombado pela Prefeitura Municipal.

3.2-Esboço Histórico do Município

Após a fundação de São Paulo, os bandeirantes e alguns viajantes migraram para os "sertões paulistanos" em busca de riqueza. Lorena nasceu em função da travessia do rio Paraíba, feita pelos bandeirantes que iam às Minas Gerais em busca de ouro. Naquela época, era apenas conhecida como "Porto de Guaypacaré", ou apenas "Guaypacaré", nome dado pelos índios tupis guaranis por causa de um braço do rio Paraíba que existia naquela época. No final do século XVII, o "Porto de Guaypacaré", começou a ser povoado com as "roças" de Bento Rodrigues Caldeira, João de Almeida e Pedro da Costa Colaço. Em 1.705, esses três fazendeiros começaram a fazer doações para a construção de uma capela que se chamaria Nossa Senhora da Piedade, que mais tarde se transformou em Catedral. As "roças" evoluíram, se transformaram em Povoado e em Freguesia. Em 1.788, setenta anos depois, no dia 14 de novembro, foi elevada à Vila, por decreto do Capitão General, então Governador de São Paulo, Bernardo José de Lorena, mais tarde conhecido como o Conde de Sarzedas; segundo Evangelista o nome da cidade é um aportuguesamento do nome da Duquesa de Lorraine, de família nobre francesa, que tinha entre parentes o famoso Duque de Guise, trisavô do Capitão General. Em 24 de abril de 1866, a Vila transformou-se em Comarca e desenvolveu-se com a cultura do café e com a produção do açúcar. O rio Paraíba passava bem perto da praça da igreja, local de intenso comércio, e sobre ele havia uma ponte de madeira construída por escravos. Em 1906, uma grande enchente desviou o curso do rio Paraíba determinando assim o fim de uma era(Evangelista, 2001).

3.3-Histórico do Abastecimento de Água

Desde sua fundação a Vila de Lorena só contava com bica de água para o abastecimento da população. A bica se localizava na Rua Paraíba (atual Com. Bráulio), perto da ponte do rio, despejando-se de uma altura de cerca de dois metros sobre a Paraíba (usava-se sempre o feminino) e, apesar da população ser muito pequena, registrava sempre congestionamento de escravos e outros moradores enchendo as vasilhas e sempre brigando pela sua vez. Em 1.828, a Câmara Municipal resolveu abrir, como em Taubaté, um rego de um metro de largura por meio metro de profundidade, trazendo a água das vizinhanças de Santa Lucrécia e percorrendo a que hoje é Avenida Osvaldo Aranha. Sem nenhuma cobertura e atravessando ruas e quintais, o rego criava problemas permanentes. Ora porque extravasava na época das chuvas, ora quase sumindo nas secas, além de reclamações contra as constantes sujeiras, até animais mortos que moradores irresponsáveis nele lançavam. Para melhorar a situação, o Cel. Castro Lima propôs, e a Câmara aprovou, a construção de um chafariz que seria localizado no Largo do Imperial, trazendo líquido canalizado. A obra ficaria em dois contos de réis, com o projeto, a captação e o encanamento; o trabalho de

alvenaria chegou a ser iniciado, mas com a mudança do quadro político nunca se completou, ficando o chafariz seco e servindo de galhofa para a rapaziada, com aplausos dos adultos, pois se pode imaginar o permanente desconforto das famílias (Evangelista, 2001). O problema só foi resolvido definitivamente quando Arnolfo Azevedo, então em seu primeiro mandato como deputado estadual, acompanhou as negociações com o governo paulista, tendo a Câmara conseguido um empréstimo de cem contos de réis, fazendo a desapropriação das nascentes de um líquido excelente na fazenda Fortaleza, nas encostas da Serra da Mantiqueira, em funcionamento até hoje, por incrível que pareça. São os mananciais Fortaleza e Posses até hoje contribuindo para o conforto da população de Lorena. A inauguração ocorreu no início de 1898 - há mais de um século - com grande festa popular, porque o antigo rego fora fechado em 1884, 14 anos antes, condenado pela Comissão de Salubridade Pública. A SABESP assumiu o sistema municipal em 1975, que contava com 6 poços e as duas captações de água de serra mencionadas, ocasião em que a população urbana oscilava em cerca de 45.000 habitantes, metade da atual.

3.4-Aspectos do meio físico na região de Lorena - SP

3.4.1-Geomorfologia

Feições geomorfológicas presentes:

Planícies Aluviais: Terrenos baixos e mais ou menos planos, junto às margens dos rios, sujeitos periodicamente a inundações.

Escarpas Festonadas: Desfeitas em anfiteatros separados por espigões, topos angulosos, vertentes com perfis retilíneos. Drenagem de alta densidade, padrão sub-paralelo a dendrítico, vales fechados.

Morros Paralelos: Topos arredondados, vertentes com perfis retilíneos a convexos, drenagem de alta densidade, padrão em treliça a localmente subdendrítica, vales fechados a abertos, planícies aluvionares interiores restritas.

Mar de Morros: Topos arredondados, vertentes com perfis convexos a retilíneos, drenagem de alta densidade, padrão dendrítico a retangular, vales abertos a fechados, planícies aluvionares interiores desenvolvidas e constitui geralmente um conjunto de formas em "meia laranja".

Colinas Pequenas com Espigões Locais: Predominam interflúvios sem orientação, com área inferior a 1 km, topos aplainados e arredondados, vertentes ravinadas com perfis convexos a retilíneos. Drenagem de média a baixa densidade, padrão sub-paralelo a dendrítico, vales fechados, planícies aluviais interiores restritas (IPT, 1978).

Quanto ao relevo estão presentes desde altitudes de 2.221 m no Pico dos Marins, na folha de Lorena, até cotas de 500 m na planície aluvial do rio Paraíba do Sul. O quadrante NW da folha Lorena e a região central da folha Delfim Moreira são atravessadas pela cumeeira da Serra da Mantiqueira, que é o divisor de águas das bacias dos rios Paraíba do Sul e Sapucaí em Minas Gerais.

3.4.2-Pedologia

Em linhas gerais, os solos do município de Lorena podem ser divididos em três domínios:

- solos de formação Pré-cambriana, solos de formação Terciária e os solos existentes nas áreas de várzea do rio Paraíba.

Os solos de formação Pré-cambriana correspondem aos terrenos rugosos (mamelonares), montanhosos, de altitudes mais elevadas, presentes nas encostas do extremo norte e sul do município, correspondentes à Serra da Mantiqueira e Serra do Mar. Originam-se em sua maioria das rochas metamórficas, tais como gnaisses, micaxistos, xistos, etc.

Predominam os argissolos vermelho-amarelos, os cambissolos háplicos e os latossolos vermelho-amarelos. Estes apresentam geralmente desenvolvimento variado (de raso a profundo), com texturas médias a argilosas e más condições de drenagem, podendo chegar à condição moderada. Os solos de formação Terciária têm sua melhor expressão no afloramento de sedimentos da Bacia de Taubaté, caracterizando os latossolos ali presentes, numa fração intermediária entre serras. São originados de sedimentos argilo-arenosos/areno-argilosos e ocorrem em relevos ondulados, possuindo boas condições de drenagem. Também existem associações com argissolos, dada a contribuição dos terrenos cristalinos. O desgaste dos solos do Vale do Paraíba, devido à derrubada da mata primitiva e cultivo intenso de café, causou eliminação da fertilidade na região em espaço de tempo relativamente curto. Especialmente nas áreas de declividade acentuada, a erosão foi ativíssima, tendo como consequência o depauperamento do solo e início da exploração pecuária, cujo domínio da vegetação de pastagens acentuou os processos erosivos. Atualmente, os latossolos apresentam melhor capacidade para o uso da terra, apesar de serem mais sujeitos à erosão. Sua utilização é mais voltada para pastagem de gado leiteiro, predominando nos pastos o capim gordura (*Melinis minutiflora*). Também são solos propensos ao cultivo de banana e milho, devido à relativa capacidade de troca catiônica. Os argissolos são ácidos e encontram-se esgotados, necessitando de correção e adubação. As principais culturas possíveis são café, milho, cana-de-açúcar e citrus, além de pastagens. No tocante aos cambissolos, estes têm grande limitação para desenvolvimento da agricultura, em especial devido ao declive do relevo montanhoso, bem como a pouca profundidade dos perfis. Por fim, os solos de várzeas possuem grande valor para a agricultura, principalmente para a horticultura e arroz. O maior problema para o plantio é a decomposição do material orgânico, quando são solos bem drenados.

3.4.3-Clima

Na região o tipo climático dominante é do tipo tropical úmido (IPT,1993) com as variações naturais decorrentes das mudanças de relevo e incidência das chuvas.

Os altos da Serra da Mantiqueira ao norte da área e a borda da Serra do mar, ao Sul, representada na parte mais oriental pela Serra da Bocaina, são os dois setores em que é maior a pluviosidade. Os valores de precipitação para a área serrana ultrapassam os 1.700 mm anuais e os valores no vale, onde está encaixado o Rio Paraíba do Sul apresentam valores em torno de 1.200 mm anuais, devendo ser abordados adiante em capítulo específico.

O clima presente nesta sub-bacia é do tipo Cwa, segundo a classificação de Köppen, com temperatura média anual de 20,8 ° C sendo que os resultados do Balanço Hídrico Regional apresenta médias anuais de temperatura em torno de 20° a 22° C, com precipitação média histórica de 1.445 mm, com um déficit hídrico de 66,1 mm no período seco, contrabalançado por um excedente hídrico de 426,3 mm no período chuvoso(ICF-Kayser & Logos,2002).

As temperaturas médias mensais nos últimos 5 anos para o Município de Lorena são:

Janeiro - 27,3 °C	Fevereiro - 27,3 °C	Março - 26,5 °C	Abril -24,5 °C
Maio - 22,3 °C	Junho - 20,8 °C	Julho - 20,5 °C	Agosto - 22 °C
Setembro - 23 °C	Outubro - 25,0 °C	Novembro - 25,5 °C	Dezembro - 26 °C

3.4.4-Vegetação

Até meados do século XVIII, a maior parte da bacia do Paraíba do Sul era coberta por florestas. A Serra do Mar constituía um obstáculo à expansão da economia colonial. No final do século XVIII, a cafeicultura expandiu-se a partir das rotas de exploração de minérios, entre os estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais. As lavouras de café expandiram-se pelo Vale do Paraíba, destruindo sua vegetação natural. Hoje, as florestas naturais estão reduzidas a 11% do território da bacia e a destruição continua devido à exploração de madeira e lenha e por incêndios acidentais ou criminosos. Atualmente 67,6% do território da bacia destina-se a campo / pastagem, embora boa parte da região esteja degradada, com pouca atividade agropecuária. Entre 1985 e 1995, houve redução de 30% da população rural. Hoje, 96% da população concentra-se em área urbana (IBGE, 2000).

3.4.5-Degradação do meio físico

A área de várzea do município de Lorena e adjacências tem vulnerabilidade a inundações, recalques, assoreamento e solapamento das margens dos rios, sendo que nas encostas há média suscetibilidade a escorregamentos induzidos e nas áreas de serra apresenta média/alta suscetibilidade a escorregamentos, naturais ou induzidos.

3.5-Mapa de bacia hidrográfica

Apresentamos abaixo, na figura 1, a localização da bacia hidrográfica e sua inserção no contexto estadual, já que abrange grande parte do estado de São Paulo e Rio de Janeiro.

**FIGURA 1 – MAPA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL
(SEM ESCALA)**

3.6-População e estrutura urbana

Segundo o Censo IBGE de 2000 Lorena possui 77.843 habitantes, ocupando 21.023 domicílios, dos quais 19.452 com esgotamento sanitário, 19.917 com abastecimento da rede pública e 20.313 com coleta de lixo. Possui 2 hospitais com 284 leitos, 3 estabelecimentos de ensino superior, 48 estabelecimentos de ensino fundamental, 11 estabelecimentos de ensino médio, 52.807 eleitores. Destes habitantes 74.498 são urbanos, representando 96,28% do total na sede municipal. Apresentamos as tabelas 1 e 2 (IBGE, 2000) que mostram a evolução populacional e do número de domicílios do município de Lorena.

Nas tabelas 3 e 4 (Sabesp, 2002) apresentamos a situação de atendimento do saneamento básico e investimentos realizados até o momento nas obras de infra-estrutura.

TABELA 1 – EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO DE LORENA (IBGE, 2000)

Ano	Urbana	Total	Urbanização %
1970	41.055	46.528	88,24
1980	52.832	57.342	92,13
1991	69.690	73.167	95,25
1996	72.789	76.344	95,34
2000	74.498	77.843	96,28

TABELA 2 – EVOLUÇÃO DO Nº DE DOMICÍLIOS DE LORENA (IBGE, 2000)

Ano	Urbanos	Totais
1970	9.558	10.580
1980	12.888	14.380
1991	18.889	19.922
1996	18.771	19.668
2000	19.027	21.028

TABELA 3 - ÍNDICES DE ATENDIMENTO NO SANEAMENTO (Sabesp, 2002)

Item	Referencia	Índice%
Abastecimento de água	12/2000	99
Coleta de Esgotos	12/2000	94
Tratamento de esgotos	12/2000	85

TABELA 4 - EXTENSÕES DE REDES DE ÁGUA E ESGOTO (Sabesp, 2002)

Água (m)		Esgotos (m)		
Rede	Adutora	Rede	Emissário	Referencia
211.489	38.812	189.059	7810	12/2001

3.6.1 - Infra-estrutura urbana municipal

Conforme o censo IBGE 2000, disponível na internet, a comunidade possui Delegacia de Mulheres, Conselho Tutelar, Juizado de Pequenas Causas, Defesa Civil, Sede de Comarca e Juízes designados, 1 unidade de Conservação Federal, 1 unidade de Conservação Federal parcial no Município, 3 unidades de Conservação Estadual parcial no Município e 1 unidade de Conservação Municipal, possuindo também atividades de Indústria, Comércio e Pecuária. Além disso possui Conselho de Educação, Conselho de Saúde, Conselho de Assistência e Ação Social, Conselho de Direitos das Crianças e Adolescentes, Conselho de Turismo e Conselho de Meio Ambiente. Um fato curioso é a existência de 26 loteamentos irregulares devidamente conhecidos e até cadastrados.

3.7 -Uso e ocupação do solo

A cidade de Lorena possui legislação específica e instrumentos de gestão urbana, nos quais se incluem um Plano Diretor, Lei do Perímetro Urbano, Lei de Parcelamento do Solo, Lei de Zoneamento, Legislação sobre Áreas de Interesse Especial, Legislação sobre Áreas de Interesse Social, Código de Obras, Lei de Diretrizes Orçamentárias, Lei de Orçamento Anual, Lei Orgânica, Programas de Geração de Emprego e Renda, Vias Urbanas pavimentadas e iluminadas (80%) e Lei de Uso e Ocupação do Solo.

3.8-Geologia

3.8.1-Contexto Geológico Regional

Introdução

A Bacia Sedimentar de Taubaté representa um belo exemplo de bacia do tipo *Rift* apresentando um embasamento muito compartimentado, caracterizado por inversões de depocentros, que ora se associa a uma falha mestra na sua borda Sudeste, ora uma falha mestra na borda Noroeste, num típico padrão zig-zag (Fernandes, 1993).

Um dos 4 depocentros característico é onde se encontra o município de Lorena, objeto deste estudo, integrando o bloco Aparecida-Lorena, com sedimentação sin-tetônica. No início da evolução da Bacia, a sedimentação teve lugar no compartimento Aparecida-Lorena e em menor proporção no compartimento Quiririm-Taubaté, cujas características sísmicas sugerem um ambiente flúvio-lacustre (Fernandes, 1993).

A Bacia de Taubaté, junto com as outras bacias do Sistema de Rifts da Serra do Mar - SRSM (Almeida, 1976), representam a expressão da evolução Cenozóica da região sul-sudeste do Brasil.

O embasamento do SRSM é representado por rochas do Cinturão de Dobramentos Ribeira (Hasui et al, 1975), possuindo evolução complexa e idades que vão desde o Arqueano até o início do Paleozóico. Zonas de Cisalhamento são marcantes na estruturação desta região, delimitando blocos crustais de formas alongadas e/ou sigmoides, conforme pode ser visto na figura 2.

A partir do Jurássico Superior, esta porção da placa sul-americana começou a sofrer os efeitos do processo de separação continental, que levou à formação do East Brazil Rift System - EBRIS (Chang et al., 1992) e do oceano Atlântico Sul.

Associadas a este processo ocorreram imensas atividades magmáticas, caracterizadas pelos extensos derrames da Fm. Serra Geral, pelas rochas básicas do embasamento das bacias marginais e a abundância de diques máficos por toda a região sul-sudeste do Brasil.

Durante o Cenozóico, criaram-se condições para a implantação de um conjunto de bacias sedimentares, caracterizadas pela sedimentação exclusivamente continental flúvio-lacustre.

As primeiras referências feitas ao SRSM são datadas do século passado, quando Mawe (1812) descreveu rochas sedimentares na região da cidade de São Paulo.

As rochas da Bacia de Taubaté foram primeiramente mencionadas por Pissis (1842) como sendo de idade Pliocênica, e posteriormente descritas e mapeadas por Derby (1895).

Em todas as bacias do SRSM são reconhecidos depósitos Quaternários, além dos sedimentos Cenozóicos, que constituem os terraços aluvionares dos principais rios da região.

FIGURA 2 - PRINCIPAIS ZONAS DE CISALHAMENTO PRÉ-CAMBRIANAS DO LESTE DE SÃO PAULO E OESTE DO RIO DE JANEIRO (FERNANDES, 1993)

3.8.2 - O Embasamento do Sistema de Rifts da Serra do Mar

O substrato das bacias Cenozóicas correlacionadas à área estudada é constituído de um complexo conjunto litológico, formado por rochas cristalinas, com idades desde o Arqueano até o Cenozóico.

As associações mais antigas da área são os metamorfitos e rochas granitóides referidas aos vários Grupos e Complexos descritos a seguir. Diques de rochas básicas de idades entre o Jurássico e o Cretáceo encontram-se encaixadas nestes complexos antigos. São também descritas rochas alcalinas com idades Mesozóicas e Cenozóicas.

3.8.2.1 - Unidades Metamórficas Pré-Cambrianas

Complexo Costeiro

O Complexo Costeiro se estende pela porção costeira dos estados de Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Rio de Janeiro (Almeida & Hasui, 1984), sendo limitado a norte pela falha de Cubatão e a sul pela linha de costa (Figura 3).

FIGURA 3 – DIVISÃO DOS PRINCIPAIS DOMÍNIOS LITO-ESTRUTURAIS DO PRÉ-CAMBRIANO PAULISTA (ALMEIDA E HASUI, 1984).

Constitui-se basicamente de gnaisses diversos, migmatitos e granitos, assim como associações máfica-ultramáficas, granulitos e intercalações de metassedimentos. A abundância de migmatitos é marcante, sendo considerados como o resultado de processos de migmatização e granitização ocorridos em vários ciclos (Jequié, Transamazônico e Brasileiro). A foliação principal se orienta, de modo geral, paralela à costa. As datações são quase sempre referidas ao ciclo Brasileiro, certamente devido ao rejuvenescimento isotópico, porém as rochas do Complexo teriam se originado no Arqueano e posteriormente retrabalhadas nos ciclos posteriores.

Complexo Paraíba do Sul

O Complexo Paraíba do Sul corresponde às rochas existentes entre as falhas de Camanducaia e Jundiuvira (Figura 3). São gnaisses e migmatitos diversos, bandados e oftálmicos, com diferentes graus de migmatização, além intercalações de metassedimentos e injeções de granitóides. Este Complexo possui sua origem no Proterozóico Inferior, sendo posteriormente retrabalhados no Ciclo Brasileiro (Santoro et al., 1991).

Grupo Açungui

Constitui uma faixa alongada, mais ou menos paralela a costa, que se estende desde o estado do Paraná até o estado do Rio de Janeiro, delimitada a sul pela falha de Cubatão e o Lineamento do Além-Paraíba, e a norte pelas falhas de Taxaquara, Monteiro Lobato e Jundiuvira (Figura 3). A divisão estratigráfica desta unidade mostra-se difícil, pela passagem transicional entre os metassedimentos de fácies xisto verde e as rochas gnáissico-migmatíticas de fácies anfibolito, passagem esta associada a feldspatização progressiva

(IPT, 1981). Estes dois conjuntos distintos de rochas foram caracterizados como complexos por Hasui & Sadowski (1976), sendo que o Complexo Embu é utilizado para os migmatitos e gnaisses migmatizados, e o Complexo Pilar para os metassedimentos. O substrato da Bacia de Taubaté é representado predominantemente pelo Complexo Embu, constituído principalmente por migmatitos homogêneos, ofitálmicos, neolíticos e facoidais, com intercalações de metassedimentos do Complexo Pilar, além de corpos metabásicos. É assumida uma idade mais nova que 1,0 G.a. para a sedimentação do Grupo Açungui.

Grupo São Roque

O Grupo São Roque é representado por metassedimentos descritos a norte e oeste de São Paulo, numa faixa orientada segundo E-W, sendo limitado a norte pelas falhas de Itu e Jundiuvira, a sul pela falha de Taxaquara e a leste-nordeste pela cunha formada pela falha de Monteiro Lobato e Jundiuvira (Figura 4). Constituem-se de metapelitos, metapsamitos, rochas carbonáticas, metabasitos e uma seqüência migmatítica com estruturas diversas. Idades radiométricas mostram valores ao redor de 640 m.a. para os metassedimentos e as rochas graníticas intrudidas nestas seqüências, resultando numa idade brasileira (IPT, 1981).

Rochas Granitóides

A região do embasamento cristalino no estado de São Paulo é constituída, além das seqüências descritas acima, de uma grande quantidade de rochas granitóides (figura 4). Várias suítes são identificadas e, dependendo de sua estruturação interna e a maior ou menor relação, temporal ou geográfica, com as grandes estruturas que compartimentam a região, são classificados como sin-, tardi-, ou pós-tectônicos (Santoro et al., 1991).

FIGURA 4 – PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES ÍGNEAS DO LESTE PAULISTA (IPT, 1981).

Este extensivo magmatismo está associado, em sua maior parte, com as rochas supracrustais do Proterozóico Superior, e em menor parte com as rochas mais antigas. Idades radiométricas apontam para valores entre 650 e 640 m.a. para as suítes sintectônicas e um intervalo de 560 a 540 m.a. para as suítes pós-tectônicas.

Manifestações Ígneas Mesozóicas-Cenozóicas

A porção sudeste da plataforma Sul-americana apresentou uma grande atividade tectono-magmática a partir do Jurássico Inferior, processos estes que culminaram com a ruptura desta porção do continente gondwânico e a conseqüente formação do EBRIS-East Brazilian Rift System (Chang et al., 1992).

As manifestações ígneas deste período mudaram de características durante o tempo, passando do vulcanismo basáltico da Formação Serra Geral, na Bacia do Paraná, para o magmatismo alcalino, que teve duração desde o Jurássico até o Eoceno (Figura 5).

FIGURA 5 – MANIFESTAÇÕES ÍGNEAS MESO-CENOZÓICAS NA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL (CHANG ET AL, 1992).

Vulcanismo Basáltico

Estas manifestações ígneas são constituídas pelos extensos derrames basálticos da Bacia do Paraná, que ocupam uma área de 1.200.000 Km², com média de espessuras de 1.200 metros e máximo em torno de 1.700 metros. As rochas predominantes são os basaltos toleíticos e diabásios, além de diabásios alcalinos e andesitos basaltos. Na porção sudeste da Bacia do Paraná ocorrem lavas riolíticas e dacíticas.

A idade deste vulcanismo varia entre 160 a 100 m.a., sendo seu ápice entre 130 e 135 m.a., sendo que de maneira duvidosa, as idades se tornam mais novas em direção a porção sul da província vulcânica (Rocha-Campos et al., 1988).

Na região de Curitiba, o Arco de Ponta Grossa aparece como a feição regional de maior importância, a qual, durante a época de atividade magmática, assumiu sua configuração atual, sendo palco de intenso fraturamento paralelo ao seu eixo, de direção SE-NW, fraturas estas que alojaram centenas de diques, vários deles com mais de 100 km de extensão.

Praticamente toda região Sul-Sudeste do Brasil sofreu a influência destas manifestações vulcânicas. Na região costeira, entre Santos e Cabo Frio, um importante feixe de diques com direção N 40 - 50 E, se alojaram subparalelamente às estruturas do embasamento cristalino. No entanto, se tais diques funcionaram como alimentadores de derrames, tal fato não pode ser aferido, uma vez que esta região sofreu um intenso processo erosivo. Poder-se-ia considerar como parte destes derrames as rochas basálticas existentes na base das seções sedimentares das bacias de Santos e Campos.

Numa situação de reconstituição pré-deriva, identifica-se a continuidade da Província Vulcânica do Paraná para a Província de Etendeka, na Namíbia (Peate et al., 1990).

Magmatismo Alcalino

Na porção costeira do sudeste do Brasil, o magmatismo alcalino teve seu estabelecimento em uma fase posterior ao magmatismo basáltico. Ali são identificados dezenas de complexos alcalinos isolados, que constituem stocks, plugs, chaminés, além de alguns diques e derrames piroclásticos (Almeida, 1986).

A composição destes corpos ígneos é predominantemente peralcalina, com predominância de rochas félsicas tais como: nefelina sienitos, leucita sienitos, foiaítos, fonólitos, tinguaítos, traquitos, e em alguns casos granitos alcalinos, como no Maciço de Itatiaia. De forma minoritária, são encontradas rochas ultramáficas (Figura 4), como no caso do Maciço basico-ultrabásico de Ponte Nova, datado pelo método K/Ar em 86 ± 10 M.a. (Cavalcante et al., 1979).

Sadowski & Dias Neto (1981) associaram a ocorrência de um expressivo alinhamento de corpos alcalinos, entre Cabo Frio e Poços de Caldas, com a inflexão da linha de costa nesta região, e ainda os epicentros prováveis de sismos, determinados por Assunção et al. (1980), definindo assim o Alinhamento Sismo-Tectônico de Cabo Frio.

Almeida (1991) redefine este alinhamento, nomeando-o agora como Alinhamento Magmático de Cabo Frio, sendo que para este autor, este alinhamento possui as características descritas a seguir. Em uma faixa de aproximadamente 60 Km de largura, e comprimento em torno de 1.150 Km, acham-se contidos 26 corpos ígneos alcalinos, cinco ocorrências de rochas efusivas e numerosos diques, sendo que na sua maioria, estes corpos se concentram entre os maciços de Passa Quatro-Itatiaia e Morro de São João. A mediana da faixa acima descrita representaria um arco de círculo mínimo do pólo de rotação da Placa Sul-americana, assumido para o intervalo 87 - 43 M.a., intervalo onde se concentram as datações K/Ar e Rb/Sr das rochas dos maciços acima referidos. Infere-se o prolongamento deste alinhamento, para leste, até o banco submarino Almirante Saldanha, interpretado como um cone vulcânico, e para oeste, até Jaboticabal, passando pelo Complexo alcalino de Poços de Caldas.

A direção e a posição do Alinhamento de Cabo Frio dificilmente coincide com as direções e posições de falhas transformantes ou zonas de fratura na área oceânica, como admitido por outro autor (Marsh, 1973), porém se ajusta quase perfeitamente na área da Zona de Transferência do Rio de Janeiro (Pereira & Macedo, 1990). Alguns autores chegaram a postular uma origem ligada ao deslocamento da placa Sul-americana sobre um Hot Spot (Hertz, 1977; Sadowski & Dias Neto, 1981), porém, com as datações até agora disponíveis, torna-se improvável tal origem.

Almeida conclui por uma origem ligada a esforços atuantes sobre uma zona de fraqueza litosférica (Zona de Transferência do Rio de Janeiro), durante a mudança da posição do

pólo de rotação da placa Sul-americana, fato que teria favorecido à formação do magma alcalino por fusão parcial do manto.

No litoral de São Paulo, alguns corpos ocorrem fora da faixa de influência do Alinhamento de cabo Frio (Ilhas de São Sebastião, Monte do Trigo, Búzios, Vitória, entre outras) apresentando também distinção de características e idades.

Nota-se uma coexistência temporal, geográfica e possivelmente genética, do magmatismo alcalino acima descrito com as bacias do SRSB. Esta relação se apresenta mais evidente nas bacias de Resende e Volta Redonda, onde são identificados clastos de rochas alcalinas nos depósitos fanglomeráticos da Formação Resende. No entanto, o fato mais interessante são os derrames de basanitos em sedimentos da Formação Resende na Bacia de Volta Redonda. Estas rochas foram datadas por Riccomini et al. (1983) pelo método K/Ar, fornecendo idades de 43.8 ± 6.2 e 41.7 ± 5.7 M.a.. Foram também datados dois diques nesta região que forneceram idades de 69.6 ± 2.9 e 84.0 ± 3.0 M.a., o primeiro claramente relacionado ao magmatismo do Maciço de Itatiaia, sendo o segundo de mais difícil correlação (Riccomini, 1989).

Outros corpos alcalinos, relacionados com a fase de formação do EBRIS, são identificados na região do Arco de Ponta Grossa, e também próximo a Florianópolis. O quimismo destas ocorrências é variado, predominando gabros e rochas ultramáficas, além de carbonatitos. Nesta região, corpos alcalinos são também datados do Cretáceo Superior, mais ou menos contemporâneos a alguns corpos descritos na região de São Paulo-Rio de Janeiro.

Estruturação Regional

As feições estruturais regionalmente mais conspícuas são as zonas de cisalhamento dúctil, que possuem larguras até quilométricas e comprimentos de até centenas de quilômetros, sendo ativas até o final do Ciclo Brasileiro. Estas zonas de cisalhamento, comumente denominadas "Falhas", compartimentam todo o embasamento cristalino, originando blocos com formas alongadas e/ou sigmoides. Estas "Falhas" são predominantemente de caráter transcorrente dextral, separando por muitas vezes blocos com características metamórfico-estruturais distintas. Zonas de cisalhamento de menor porte se desenvolveram subparalelamente àquelas principais, sendo todas elas, com maior ou menor intensidade, reativadas nos processos de ruptura e separação continental durante o Mesozóico.

A Bacia de Taubaté encontra-se totalmente inserida no Bloco Paraíba do Sul (IPT, 1978), delimitado a norte pela Falha do Buquira, e a Sul pelas falhas do Alto da Fartura e de Taxaquara. Outras "Falhas" de menor porte são reconhecidas nesta região, tais como: Falha da Serra do Jambeiro, Falha do Bom Retiro, Falha de Pinheiros, Falha do Ronco, entre outras.

Outras mega-estruturas reconhecidas são sinclinais e anticlinais apertados, relacionados, sobretudo às supra-crustais deformadas no Ciclo Brasileiro.

As litologias encontradas nestas faixas são principalmente aquelas características de cisalhamento dúctil, como protomilonitos e milonitos, e mais restritamente ultramilonitos e blastomilonitos. Em sua maior parte, estas zonas de cisalhamento possuem fortes mergulhos. Outras são de caráter tangencial, com convergência para NW. Davino et al. (1986), com base em dados gravimétricos, advoga a existência de uma zona de sutura continental, advinda de uma colisão continental do Tipo A, situada a norte da Bacia de Taubaté, coincidente com as zonas de cisalhamento do Buquira, Jaguari e outras a estas relacionadas.

Um intenso fraturamento pode ser também identificado em escala de afloramento, na morfologia do terreno e em fotos aéreas e imagens de satélite. Os principais sistemas de lineamentos caracterizados na região da Bacia de Taubaté são, segundo Riccomini (1989):

- * Sistema ENE a E-W - Paralelo as principais zonas de cisalhamento Pré-Cambrianas; tendem a dar a forma dos limites das bacias do SRSM.
- * Sistema NNE - Oblíquo aos eixos das bacias do SRSM, participando da compartimentação interna das bacias.
- * Sistema NNW - Sub-paralelo ao eixo das bacias do SRSM, controlando, junto com o sistema NNE, os compartimentos internos das bacias e a soleira de Arujá.
- * Sistema WNW - Bem desenvolvido na região de Itatiaia-RJ e Soleira de Queluz e Floriano-Barra Mansa.

3.8.2.2 - Bacia de Taubaté

A Bacia de Taubaté constitui o registro mais extenso da sedimentação cenozóica continental na região sudeste do Brasil, apresentando também a maior espessura sedimentar.

Litoestratigrafia e Sedimentação

Washburne (1930) foi o primeiro a reconhecer a existência de 2 pacotes sedimentares - um inferior pelítica e uma superior arenosa - denominando-os "Estratos Terciários do Paraíba". Todos os estudos posteriores, desenvolvidos por vários autores, comprovaram as observações de Washburne, 1930. Para estes mesmos sedimentos, Moraes Rego (1933) introduziu as designações "Camadas Paraíba do Sul" (pacote inferior) e "Camadas São Paulo" (pacote superior), sendo que esta última se estenderia até a Bacia de São Paulo.

Almeida (1958) nomeia os folhelhos da região de Taubaté-Tremembé como Formação Tremembé, que seria recoberta pela Formação São Paulo. O contato entre estas duas formações se daria através de uma discordância erosiva reconhecida no Km 333 da Estrada Ferro Central Brasil. Ab'Saber (1958) introduziu algumas modificações na coluna estratigráfica proposta por Almeida, 1986 designando a unidade inferior como Formação Taubaté e subdividindo a unidade superior em duas, a saber: Formação São José dos Campos (inferior) e Formação Parateí do Meio (superior).

Deve-se a Hasui & Ponçano (1978) uma das mais aceitas colunas estratigráficas para esta bacia, agrupando no Grupo Taubaté a Formação Tremembé (Almeida, 1986) e a Formação Caçapava, sendo esta designação proposta por Carneiro et al. (1976) para os depósitos de canais e planícies de rios anastomosados na região de São José dos Campos e Caçapava. Vespucci (1984) mantém a coluna proposta por Hasui & Ponçano (1978), propondo a inserção da Formação Jacareí no Grupo Taubaté, a qual seria representada pelos depósitos de leques aluviais que não haviam sido descritos por Carneiro et al. (1976) na Formação Caçapava.

Riccomini (1989), através de uma cuidadosa análise de fácies sedimentares, promoveu uma revisão da litoestratigrafia do Setor São Paulo - Volta Redonda do Rift Continental do Sudeste Brasileiro. Por assumir uma ligação pretérita entre as bacias deste setor, numa evolução consangüínea, designou de Formação Resende os depósitos de leques aluviais, associados a planícies fluviais de rios entrelaçados, que ocorrem em todas as bacias. Associado a este sistema fluvial, ocorreria um sistema lacustre, para o qual foi mantida a designação Formação Tremembé. O Grupo Taubaté materializar-se-ia por estas duas formações, juntamente com uma terceira, a Formação São Paulo, esta caracterizada por

Estes altos possuiriam direção aproximadamente NNW, subparalela a um sistema de juntas reconhecidas no embasamento. O alto de Aparecida estaria associado ao corpo granítico existente na borda SE da bacia na região de Aparecida.

Com estes elementos, a Bacia de Taubaté se apresentaria compartimentada em cinco sub-bacias, a saber: Lorena; Tremembé; Eugênio de Melo; Jacareí e Parateí (Figura 7).

FIGURA 7 - COMPARTIMENTAÇÃO DO EMBASAMENTO DA BACIA DE TAUBATÉ (HASUI & PONÇANO, 1978).

Marques (1990), com base em seções sísmicas levantadas pela PETROBRÁS, definiu quatro depocentros designando-os, de NE em sentido a SW, como: Sub-bacia de Lorena; Sub-bacia de Roseira; Sub-bacia de Quiririm; e Sub-bacia de Eugênio de Melo.

Estes compartimentos foram separados por altos transversais, assim nomeados como:

- Alto da Capela de Santa Luzia;
- Alto da Capela de N. S. do Socorro;
- Alto de Caçapava (Figura 7).

Os compartimentos apresentam-se como grabens assimétricos, com basculamento ora para SE, ora para NW, possuindo assim um caráter distinto daquele postulado por vários outros autores, que admitiam o basculamento dos blocos somente para NW (Hasui & Ponçano, 1978; Melo et al., 1983; Riccomini, 1989).

As espessuras admitidas para a Bacia de Taubaté variam de 500 metros (Hasui et al., 1978; Melo et al., 1983) a até 850 metros na porção próxima a Serra da Mantiqueira, na Sub-bacia de Roseira (Marques, 1990).

Riccomini propõe que a Bacia de Taubaté teria sua compartimentação regida por uma série de falhamentos com direções NE-SW, NW-SE e N-S, baseando-se em mapeamento geológico e análise de imagens de sensores remotos.

Fernandes e Chang(2003), utilizando a sísmica Petrobrás confirmaram a presença destes depocentros (Figura 8).

FIGURA 8 – SEÇÕES SÍSMICAS PETROBRÁS A e B

Com o recurso do software Surfer 8.0, utilizando as cotas reais do banco de dados Petrobrás/ANP, foi gerado uma imagem real da Bacia de Taubaté completa (Figura 8) e do depocentro de Lorena (Figura 9), no detalhe sem escala na figura 10.

FIGURA 9 – IMAGEM DA BACIA DE TAUBATÉ – SURFER 8.0 – COM ALTIMETRIA REAL (FERNANDES, 2004 – INÉDITA)

FIGURA 10 – IMAGEM ILUSTRATIVA DO DEPOCENTRO DE LORENA (FERNANDES, 2003-INÉDITA)

Evolução Sedimentar da Bacia de Taubaté

A Bacia de Taubaté constitui-se numa bacia tipo Rift, apresentando uma sedimentação tipicamente continental. A sedimentação é sintetônica, com típicos depósitos psefíticos, decorrentes de processos de debris-flow, atuantes nas bordas falhadas da bacia, além de depósitos psamíticos e pelíticos, na parte central da bacia, estes ligados a sistemas fluvio-lacustres.

Na região entre as cidades de Caçapava e Pindamonhangaba, afloram depósitos pelíticos lacustrinos. Estes depósitos foram formalizados por Almeida (1958) como Formação Tremembé. São registrados depósitos de inunditos, indicando condições de lago raso (Chang et al., 1992).

O sistema fluvial possui larga representatividade no registro sedimentar da bacia. Carneiro et al (1976) caracteriza a Formação Caçapava, formada por depósitos fluviais de rios anastomosados, descritos na região de São José dos Campos.

Hasui & Ponçano (1978) postularam uma evolução sedimentar sintetônica, inicialmente sob condições fluviais e posteriormente lacustres, ambos ligados a depósitos psefíticos nas bordas da bacia. Estas três fácies estariam interdigitando-se de forma complexa. Estes autores também entendem que as discordâncias, outrora descritas na literatura, seriam diastemas típicas de um sistema lacustre.

A partir do inter-relacionamento de várias fácies sedimentares descritas na Bacia de Taubaté, Riccomini (1989) interpreta sua evolução sedimentar como sintetônica, compreendendo um sistema de leques aluviais associados a planície fluvial de rios entrelaçados (Formação Resende), colocados na base e nas laterais da bacia, bem como um sistema lacustre, cujo registro está na porção central da bacia (Formação Tremembé).

Depósitos ligados a um sistema fluvial meandrante também são descritos (Formação São Paulo). Em época mais recente, durante o Mioceno, um sistema fluvial meandrante se instala na porção central da bacia, sendo utilizado o termo Formação Pindamonhangaba, para designar seu registro sedimentar.

FIGURA 11 – EVOLUÇÃO SEDIMENTAR BACIA DE TAUBATÉ (CHANG ET AL-1992)

Appi et al., 1986 e Chang et al., 1992 apresentam, de forma análoga, a evolução da Bacia de Taubaté em três fases principais, utilizando a análise de seqüências (Figura 11).

A sedimentação é iniciada com o desenvolvimento de um sistema de leques aluviais, com a deposição de fácies de fluxo gravitacional, caracterizada por lamitos e lamitos arenosos (Fase I). Com a continuidade da subsidência, se implantaria um sistema lacustre (Fase II), que se estenderia até seu ápice, durante a deposição dos folhelhos betuminosos da região de Tremembé.

Depósitos de inunditos são interpretados como derivados de cheias episódicas. Um grande evento de ressecamento seria responsável pela formação de uma camada de calcário tipo caliche, que para estes autores representaria um marco estratigráfico regional. Na última fase (Fase III) a bacia sofreu o assoreamento decorrente da implantação de um sistema fluvial meandrante, que persistiu até o Holoceno.

3.8.2.3 - Outras Bacias do Sistema de Rifts da Serra do Mar

Serão sumarizados neste item, os principais aspectos ligados às outras bacias sedimentares que, conjuntamente com a Bacia de Taubaté, constituem o Sistema de Rifts da Serra do Mar.

Bacia de Curitiba

A Bacia de Curitiba possui seu preenchimento sedimentar descrito por Bigarella et al. (1961). A Formação Guabirotuba compreende até 80 metros de argilitos, arenitos e conglomerados associados a leques e planície aluviais. Esta formação foi correlacionada por Silva et al. (1981) com a Formação Alexandra (Bigarella et al., 1959), esta sendo formada pelos depósitos clásticos descritos na região das baías de Paranaguá e Antonina.

Bacia de São Paulo

A Bacia de São Paulo, situada no Planalto Paulistano, teve seus sedimentos primeiramente identificados por Mawe (1812). Em 1933, Moraes Rego introduz a denominação "Camadas de São Paulo", sendo posteriormente proposto a designação Formação São Paulo (Mezzalana, 1962).

Mais recentemente, foi individualizada a Formação Itaquaquetuba (Coimbra et al., 1983), na região da cidade homônima, sendo que sua idade e suas relações estratigráficas com a Formação São Paulo, ainda não se apresentam conclusivas (Riccomini, 1989).

Almeida (1955) admite uma sedimentação sintetônica nesta bacia, resultando em sedimentos siltico-argilosos intercalados a arenitos e conglomerados, estes últimos estando situados principalmente na base e nas bordas da bacia.

Hasui et Sadowski. (1976) apresentam um mapa de arcabouço da bacia de São Paulo, cujo depocentro se situa na sua porção norte, coincidente com o vale do Rio Tietê. A grande complexidade do arcabouço da bacia é explicada pela sua localização, situada na junção das falhas de Taxaquara, do Rio Jaguari, Caucaia e Alto da Fartura. As espessuras encontradas chegam a 290 metros.

Fenômenos de hidrotermalismo são descritos em diamictitos na porção central da bacia, formando uma rocha muito litificada, com matriz de Limonita e Dickita, sendo este último mineral indicativo de circulação de águas aquecidas a 250 ± 150 °C (Riccomini, 1989).

Bacias de Resende e Volta Redonda

Os sedimentos da Bacia de Resende foram estudados por Amador (1975), que individualizou quatro unidades sedimentares: Formação Resende (Plioceno-Mioceno), Formação Floriano; Formação Bulhões; e depósitos Holocênicos. Estudos mais recentes (Melo e Coimbra, 1983; Riccomini et al., 1985) propuseram o abandono das designações formais, Bulhões e Floriano, tornando a Formação Resende, a única unidade formal, que englobaria toda a coluna sedimentar da Bacia de Resende. Esta designação passou a ser utilizada também para a Bacia de Volta Redonda, que se localiza à leste da Bacia de Resende. As espessuras sedimentares registradas são da ordem de 200 metros para a Bacia de Resende, e 100 metros para a Bacia de Volta Redonda.

Intercalados aos sedimentos da Bacia de Volta Redonda, foram descritos derrames de rochas vulcânicas, caracterizadas petrograficamente como Ankaramitos (Riccomini et al., 1983). Tais rochas foram datadas pelo método K/Ar, resultando em idades de $43,8 \pm 6,2$ e $41,7 \pm 5,7$ M.a.

Outros Registros da Sedimentação Cenozóica

A sedimentação Cenozóica não se restringe às bacias do SRSB, onde são reconhecidos os registros mais expressivos, sendo identificados depósitos desta idade em quase toda a Região Sudeste do Brasil. Assim poderíamos considerar a Formação Pariqueira-Açu, que constituem-se por depósitos fanglomeráticos, sintectônicos, de leques aluviais associados a depósitos de planície fluvial de rios meandantes e de lagos (Melo e Coimbra, 1983). Estes depósitos parecem manter continuidade com a Formação Alexandra (Bigarella et al., 1959), uma vez que são identificados sedimentos em topos de colinas e meia-encostas até as regiões de Paranaguá e Antonina, sítio de ocorrência desta formação (Riccomini, 1989).

Os sedimentos descritos nos arredores de Sete Barras - SP, também são correlacionados a Formação Pariqueira-Açu, sendo estes sedimentos denominados Formação Sete Barras (Melo et al., 1989).

Outro testemunho da sedimentação cenozóica é a Bacia de Bonfim, situada a cerca de 10 quilômetros a Sul de Caçapava, encravada na Serra do Jambreiro, no embasamento cristalino. É constituída por sedimentos argilosos, com algumas intercalações de linhito, sendo interpretadas como sendo um Oxbow-Lake de um sistema fluvial meandrante, pertencente à sequência basal da Bacia de Taubaté (Saad, 1990).

O Rift da Guanabara, assim denominado por Almeida (1976), localizado na região da Baixada Fluminense, apresenta-se preenchido pela Formação Macacu (Pleistoceno) e sedimentos Pré-Macacu (Terciário Médio), apresentando pouco mais de 200 metros de coluna sedimentar. Outro registro sedimentar na região da Baía de Guanabara é a Bacia de Itaboraí, de idade Paleocênica, composta por sedimentos clásticos e carbonáticos. Cita-se ainda o Graben de Barra de São João (Mohriak et al., 1990), identificada por métodos geofísicos, na porção rasa da Plataforma de Cabo Frio, Bacia de Campos, sendo sua idade admitida como Eocênica.

3.8.2.4 - Idades das Bacias do SRSB

Historicamente, as idades assumidas para os sedimentos do Sistema de Rifts da Serra do Mar vêm se tornando cada vez mais antigas.

A partir de Pissis (1842), que relata a existência de sedimentos Pliocênicos no Vale do Paraíba, vários outros autores inferiram idades para a Bacia de Taubaté, inserindo-a nos períodos Pleistoceno, Plioceno, Mioceno, Oligoceno e Eoceno.

Na Bacia de Taubaté, vários estudos de Paleontologia e Micropaleontologia na Formação Tremembé, inferem idades no intervalo Eoceno Superior a Oligoceno. Neste sentido, apontam os trabalhos de palinologia de Wickert (1974), Lima et al. (1985) e Riccomini (1989). Baseando-se nos registros fósseis de mamíferos, Couto & Mezzalana (1971) postularam idade eocênica para esta mesma formação. Restos de aves encontrados na região de Taubaté forneceram idade Oligoceno inferior (Alvarenga, 1982). Idades recentes também são aventadas, como postulado por Ragonha (1982), com base no caráter eminentemente recente da paleoictiofauna da região de Taubaté.

Para a Formação Caçapava (Formação Resende e Formação Pindamonhangaba, no conceito de Riccomini, 1989) uma das poucas datações confiáveis se refere aos estudos palinológicos de Lima et al. (1985) que constataram idade Oligoceno superior para esta unidade.

A Bacia do Bonfim teve seus depósitos de linhito estudados por Lima & Dino (1984) que constataram idade eocênica, compatível com as idades dos depósitos da Bacia de Taubaté.

Na Bacia de São Paulo, a microflora identificada por Riccomini, 1989 (Microflora da Barra Funda - Formação São Paulo) pôde ser correlacionada a um conjunto caracterizado nas

bacias marginais brasileiras, em camadas do Eoceno superior a Oligoceno. A Formação Itaquaquecetuba teve seu conteúdo palinológico estudado por Melo e Coimbra. (1983), caracterizando esta formação como do Eoceno.

Quanto a Bacia de Resende, Riccomini (1989) postula idade Oligocênica para seus depósitos sedimentares.

3.8.2.5- Geologia Local

A geologia da área estudada é representada por vários tipos litológicos (IPT,1993), nomeados a seguir:

Seqüência Vale do Paraíba - RvpFM : Sistema fluvial meandrante atual, composto por arenitos e argilitos, localmente com turfa, com idade Quaternária Recente;

Seqüência Vale do Paraíba - RvpLA : Sistema de leques aluviais, compostos por diamictitos e arenitos, com idade Quaternária Recente a Pleistocênica;

Seqüência Pindamonhangaba – MpFM - Sistema fluvial meandrante, composto por arenitos e argilitos com idade Terciária Miocênica;

Seqüência Taubaté – OstbL - Sistema lacustre, composto por argilitos com idade Terciária – Oligocênica Superior;

Seqüência Taubaté – OstbFM - Sistema fluvial meandrante, composto por arenitos e argilitos com idade Terciária – Oligocênica Superior;

Seqüência Taubaté – OstbLA - Sistema de leques aluviais, composto por diamictitos e arenitos grossos com idade Terciária – Oligocênica Superior;

Localmente deve ocorrer o Grupo Açungui – Complexo Embu (PseM): Migmatitos heterogêneos de estruturas variadas, predominando estromatitos de paleossoma xistoso, gnáissico ou anfibolítico; migmatitos homogêneos variados predominando os de natureza homofânica, oftalmítica e facoidal, constituindo a base do sistema – optou-se por adotar a nomenclatura de mapa como Embasamento Cristalino Indiviso, com idade Pré-Terciária.

3.9-Hidrogeologia

3.9.1. Unidades aquíferas

No estado de São Paulo, assim como no Brasil, seguindo uma tendência global, foi adotado como unidade de gerenciamento de recursos hídricos a bacia hidrográfica; temos pois 22 bacias hidrográficas e as bacias que abrangem o Vale do Paraíba são as Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos- UGRHI - 1 e 2. Na UGRHI 2 há dois sistemas aquíferos principais: o das coberturas sedimentares representadas pelas Seqüências Vale do Paraíba, Pindamonhangaba e Taubaté, e o Embasamento Cristalino(IPT,1993).

3.9.1.1. Aquíferos em Rochas Sedimentares

Os terrenos sedimentares formam o principal e melhor aquífero da região da UGRHI 2. O Sistema aquífero sedimentar do Vale do Paraíba do Sul (SASPS) é formado pelas rochas do Grupo Taubaté (Seqüência Taubaté, IPT 1993) e da Formação Pindamonhangaba (Riccomini, 1989) de idade terciária, além de sedimentos quaternários. É o mais intensamente explorado, sendo do tipo livre a semi-confinado, de porosidade primária e bastante heterogêneo.

Também recebe a denominação de sistema aquífero Taubaté - SAST). O modelo de circulação regional aceito para a SASPS mostra que as águas das chuvas recarregam os aquíferos em toda a sua extensão não impermeabilizada (Figura 12). Outra importante recarga ocorre pelas fugas da rede pública de abastecimento de água e de coleta de esgoto.

Uma vez ingressando no aquífero, as águas fluem em direção às drenagens superficiais, suas áreas de descarga.

FIGURA 12 - MODELO DE CIRCULAÇÃO REGIONAL PARA O SASPS - SISTEMA AQUIFERO SEDIMENTAR DO PARAÍBA DO SUL (ICF-KAISER & LOGOS, 2002).

Suas características hidrogeológicas estão intimamente relacionadas aos ambientes de deposição da bacia de Taubaté. Neste sentido, podem-se distinguir, regionalmente, duas unidades com diferentes comportamentos hidráulicos. A primeira, nas porções sudeste e noroeste da bacia, associada ao ambiente fluvial, com altas vazões em poços tubulares podendo superar a 200 m³/h, com médias de 40 m³/h, e transmissividades médias em torno de 100 m²/dia. A segunda, na região entre Taubaté - Pindamonhangaba, no centro da bacia, está associada ao ambiente lacustre, apresentando valores menores de vazão, da ordem de 20 a 30 m³/h, e transmissividades variando de 0 a 50 m²/dia (Iritani, 1998).

Segundo DAEE (1979), a porção sedimentar onde se localiza a cidade de São José dos Campos tem apresentado as melhores características hidrogeológicas da região para fins de captação. As capacidades específicas dos poços nesta porção mostram valores três vezes superiores à média de outros poços perfurados no vale do rio Paraíba do Sul.

Regionalmente, tanto os sedimentos do ambiente fluvial, como do ambiente lacustre formam um aquífero do tipo livre, localmente semiconfinado, e apresentando, na porção centro-oeste do vale, zona de artesianismo. A recarga do aquífero faz-se em toda a sua extensão e a área de descarga está associada ao rio Paraíba do sul, que representa o nível de base regional (fluxo efluente). As curvas equipotenciais acompanham os traços da topografia, descendo de ambos os lados das serras para o centro do vale. Os gradientes hidráulicos variam de 2 a 20 por mil, e são funções da topografia e da permeabilidade do material.

Embora o rio Paraíba do Sul represente a zona de descarga regional do aquífero, seus afluentes comportam-se como áreas de descarga local, conferindo curtos tempos de trânsito às águas subterrâneas. É reconhecido, através da geometria do aquífero e pela composição química das águas, a presença de uma circulação regional de longo período, entretanto não existe, até o momento, nenhum trabalho que possa quantificar este movimento mais profundo (DAEE, 1979).

De forma geral, o sistema aquífero sedimentar apresenta forma alongada (SW-NE) e tem duas áreas principais: a primeira encontra-se na porção sudoeste da região e inclui as regiões de Santa Isabel, Jacareí, São José dos Campos e Caçapava. A segunda área abrange a região de Lorena e Guaratinguetá na parte nordeste da bacia, estendendo-se até Cruzeiro na margem noroeste da bacia.

Entre as duas áreas, existe uma zona bastante extensa que inclui as regiões de Taubaté, Tremembé e Pindamonhangaba, na qual o subsolo está preenchido por sedimentos finos, argilitos e folhelhos, com poucas camadas arenosas. Essa região intermediária forma um aquífero pouco permeável.

Nas regiões aquíferas, pode-se ver que o conteúdo de material arenoso diminui com a profundidade e após dezenas até uma centena de metros de material mais arenosos, poços mostram geralmente uma predominância de material mais fino, e em consequência, menos permeável.

Essas diferenças litológicas são causadas por variações do ambiente de deposição. Neste sentido, a predominância da fácies lacustre é responsável pela ocorrência de preenchimento de material fino, formada por argilitos e folhelhos na região de Taubaté e Pindamonhangaba e nas partes mais profundas das regiões mais aquíferas. Uma das características marcantes, consequente dessas diferenciações litológicas, é a interdigitação entre camadas de diferentes permeabilidades.

A espessura total do aquífero varia entre 200 e 500 m no eixo da bacia, afinando-se para as margens e também para o noroeste, onde as camadas arenosas desaparecem em contato com os argilitos e folhelhos da região de Taubaté e Pindamonhangaba.

A área de Jacareí e São José dos Campos já dispõe de muitos poços perfurados, geralmente com profundidades de 150 a 200 m, e com vazões muito variáveis, comparativamente altas, podendo chegar a mais de 200 m³/h.

Na região de Lorena e Guaratinguetá, o aquífero pode chegar a espessuras de até 350 m a noroeste, no eixo da bacia. Todos os poços perfurados em Lorena não atingiram o embasamento, mesmo o mais fundo com 350 m. A espessura diminui para as margens da bacia e o aquífero a sudoeste está em contato com as camadas impermeáveis da fácies lacustre de Pindamonhangaba-Taubaté.

Apesar disso, existem poços que exploram lentes de areia dentro do pacote argiloso. As vazões obtidas são pequenas, em alguns poços chegando a alguns metros cúbicos por hora e em outros até 20 a 30 m³/h (DAEE, 1979).

Quanto às relações hidráulicas, a avaliação dos recursos hídricos subterrâneos está condicionada ao conhecimento das características físicas e hidrodinâmicas dos aquíferos.

O sentido dos fluxos subterrâneos é predominantemente efluente, isto é, dos aquíferos para rios e córregos. Segundo DAEE (1979), de Jacareí até São José dos Campos, o fluxo é influente, devido à topografia que controla este fenômeno. A maior parte da região está sob condições freáticas ou poucos confinados, enquanto algumas áreas limitadas ficam sob pressão.

É importante assinalar, que nas vizinhanças do rio Paraíba e de seus afluentes, a taxa de fluxo de água subterrânea para o rio é desconhecida devido à falta de informações hidrológicas nessas áreas. Portanto, é bem possível que nos aluviões das proximidades, as transmissividades sejam mais altas e os gradientes mais suaves, facilitando o escoamento de água subterrânea aos rios.

3.9.1.2. -Aqüíferos em Rochas Cristalinas

Na UGRHI-1, as rochas cristalinas ígneas e metamórficas não formam um aqüífero regional, mas apresentam localmente condições aqüíferas e, por consequência, são explotados por algumas dezenas de poços tubulares. Grandes falhas regionais atravessam a área na direção NE-SW, existindo um sistema de juntas e alinhamentos em direções diagonais, dos quais predominam os sistemas WNW, NNW e NNE. Em zonas de falhamento de juntas e em zonas meteorizadas estão as melhores condições para a circulação das águas subterrâneas, existindo alguns poços profundos nestas condições. Os rendimentos desses poços são geralmente pequenos, de somente alguns m³/h, com grande rebaixamento de nível. Apesar disso, poços bem localizados considerando os lineamentos tectônicos podem render uma vazão maior, da ordem de 10 m³/h ou mais (DAEE,1979).

Já na UGRHI-2, os rendimentos desses poços são geralmente pequenos, de somente alguns m³/h, com grande rebaixamento de nível. Apesar disso, poços bem localizados considerando os lineamentos tectônicos podem render uma vazão maior, da ordem de 10 a 20 m³/h.

Segundo o comportamento hidráulico das rochas é possível distinguir duas unidades neste sistema: a primeira, relacionada às rochas intemperizadas – compreende aqüífero de porosidade primária granular bastante heterogêneo, de natureza livre, com espessuras médias de até cerca de 50 m (Figura 13). Sob o manto de intemperismo e, muitas vezes conectado hidráulicamente, ocorre o aqüífero cristalino propriamente dito, onde as águas circulam por descontinuidades rúpteis da rocha (fraturas e falhas abertas). Esta unidade é de caráter livre a semilivre, heterogêneo e anisotrópico.

FIGURA 13 – MODELO DE CIRCULAÇÃO REGIONAL PARA O SAC (SISTEMA AQUÍFERO CRISTALINO – DAEE,1979).

O potencial de utilização de águas subterrâneas ou a quantidade possível de ser retirada de um aqüífero é de difícil precisão, tratando-se de uma questão subjetiva e, portanto polêmica.

Por razões hidrogeológicas, como o tipo de porosidade, a hidráulica dos aquíferos e as técnicas convencionais disponíveis para a captação de águas subterrâneas, dentre os aspectos mais importantes, estabelecem limites de utilização para diferentes tipos de aquíferos.

Este conceito é utilizado (ICF-Kaiser & Logos, 2002), lembrando que os números apresentados devem ser considerados com cautela, tendo o propósito de estabelecer comparações entre a disponibilidade natural e as extrações e, assim, auxiliar no planejamento racional do aproveitamento dos recursos hídricos subterrâneos.

A mesma referência adotou os seguintes limites para porosidade, a partir destas ressalvas: aquífero Cristalino = 20%, Formação Caçapava = 25% e Formação Tremembé = 15%.

Em virtude do número de poços, bem como o volume de águas subterrâneas extraídas da Formação Tremembé não terem sido discriminados na maioria dos poços tubulares do cadastro, considerou-se o índice de 25% para o conjunto todo da área sedimentar.

Assim, da vazão total que circula anualmente através do aquífero sedimentar ($Q_b = 10 \text{ m}^3/\text{s}$), uma parcela de 25% ($Q_{\text{exp}} = 2,50 \text{ m}^3/\text{s}$) poderia ser utilizada como reserva explotável, de acordo com o conceito citado. Pelo mesmo raciocínio, uma parcela de 20% ($Q_{\text{exp}} = 17,6 \text{ m}^3/\text{s}$, de um total de $88 \text{ m}^3/\text{s}$) corresponderia ao aquífero Cristalino.

Uma consideração deve ser aqui mencionada referente ao escoamento das águas do sistema cristalino: não foi abordado nos estudos anteriores, mas sendo a bacia sedimentar localizada no centro da bacia hidrográfica e seu alongamento coincidente com o canal de drenagem do rio Paraíba do Sul, é razoável supor que uma parcela do fluxo de base do aquífero cristalino, em área limítrofe ao contorno sedimentar, transite pelo manto de alteração (cuja características hidrodinâmicas são similares à dos aquíferos granulares), rumo ao canal principal, contribuindo, por consequência, com a recarga do aquífero sedimentar.

Admite-se, então, uma recarga suplementar mínima da ordem de $1 \text{ m}^3/\text{s}$ com origem à jusante da região de São José dos Campos, onde a partir daí, segundo estudos do DAEE (1979), o fluxo de base é do aquífero para o rio Paraíba e seus afluentes.

Assim, o potencial total por aquífero aqui considerado é de $3,5 \text{ m}^3/\text{s}$ para aquífero sedimentar e de $16,6 \text{ m}^3/\text{s}$ para aquífero cristalino.

3.9.1.3. Abastecimento dos municípios por águas subterrâneas

A Tabela 5 mostra o percentual de abastecimento público por águas subterrâneas, por município da UGRHI-2. Estes dados estão sendo atualizados para as 140 subbacias e municípios da UGRHI-2 para serem utilizados no Plano de Bacia.

TABELA 5 - PERCENTUAL DE ABASTECIMENTO PÚBLICO POR ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DOS MUNICÍPIOS DA UGRHI-2 (CETESB, 1997).

Município	% de abastecimento público por águas subterrâneas
Aparecida	0
Arapeí	0
Areias	0
Bananal	0
Caçapava	75 - 100
Cachoeira paulista	0 - 25
Canas	50 - 75
Cruzeiro	0
Cunha	0
Guararema	25 - 50
Guaratinguetá	0 - 25
Igaratá	0
Jacareí	0 - 25
Jambeiro	50 - 75
Lagoinhas	0
Lavrinhas	0
Lorena	75 - 100
Monteiro Lobato	0
Natividade da Serra	0
Paraibuna	25 - 50
Pindamonhangaba	0
Piquete	0
Potim	50 - 75
Queluz	0
Redenção da Serra	25 - 50
Roseira	25 - 50
Santa Branca	0
Santa Isabel	0
São José do Barreiro	0
São José dos Campos	25 - 50
São Luiz do Paraitinga	0
Silveiras	25 - 50
Taubaté	0
Tremembé	0

As unidades litoestratigráficas presentes, compiladas de IPT (1981), são: suítes graníticas sintectônicas pré-cambrianas (unidades PSOc e PseM), situadas na porção montante da sub-bacia (nascentes e arredores) – afloram em cerca de 20% da área da sub-bacia; rochas

sedimentares do Grupo Taubaté – Formação Caçapava (TQc), aflorando em quase 2/3 da bacia; rochas e sedimentos aluvionares recentes, presentes nas adjacências das principais drenagens e, principalmente, na calha do rio Paraíba do Sul (cerca de 16% em área).

Os terrenos sedimentares formam o principal aquífero presente na sub-bacia, denominado Sistema Aquífero Sedimentar do Paraíba do Sul - SASPS ou Taubaté - SAST – (CETESB, 1997), no qual se localiza a maioria dos poços tubulares da região. Seu substrato hidrogeológico é formado por rochas cristalinas do embasamento. Na área de afloramento das rochas graníticas, pode ocorrer o Sistema Aquífero Cristalino, quando houver condições aquíferas de armazenamento e de deslocamento de águas. Estas situações ocorrem quando em meio fraturado e/ou com solo de alteração devido ao intemperismo.

4. METODOLOGIA

4.1 – Coleta de dados

Para obter um detalhamento específico de Lorena, área com maior disponibilidade de dados, todos os poços foram locados e conferidos para georreferenciamento, utilizando um aparelho Garmin GPS 45 XL, e posteriormente plotados numa montagem de duas folhas IBGE (Figura 14) pois a área urbana de Lorena encontra-se no topo de uma folha e base de outra.

FIGURA 14 – MONTAGEM FOLHAS TOPOGRÁFICAS LORENA

A partir dos dados obtidos foi possível extrapolar uma área maior, pois houve a permissão, em 2003, para uso do Relatório Interno IPT, 1993 sobre ocorrências minerais para construção civil, permitindo um redirecionamento e ampliação do estudo para âmbito regional. Está sendo utilizado o software de georreferenciamento Arc View 3.1 para possibilitar a geração de mapas temáticos (Figura 15) em camadas sobre as folhas topográficas, que também foram vetorizadas e rasterizadas especificamente para este trabalho, criando símbolos dos poços e referências relevantes na área urbana, bem como identificando espacialmente as captações pelo sistema GIS.

Todas as referencias foram digitalmente fotografadas, uma vez que o dispositivo *hot link* do ArcView permite acessar visualmente os símbolos constantes no mapa temático. As etapas de campo consistiram em visitas aos poços, coleta de dados operacionais, análise da qualidade da água, tratamento dos dados e geração do mapas temáticos de Geologia e

FIGURA 15 – MAPA GEOLÓGICO GERADO NO ARCVIEW 3.1 – SEM ESCALA

4.1.1 – Pluviometria - Águas Meteóricas

Apesar dos dados médios estarem todos tabulados no capítulo 3.4.3 , procuramos os dados específicos da área de interesse, em virtude de possuir uma situação um tanto quanto privilegiada pela posição geológico-geográfica do depocentro de Lorena.

Para tal pesquisamos junto ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Governo do Estado de São Paulo/DAEE, com dados disponíveis na internet, fazendo uma estatística das estações representativas(Tabela 7) da área de interesse.

Para efeito da pluviometria representativa foram selecionadas as seguintes estações:

TABELA 6 – ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS REPRESENTATIVAS DA REGIÃO DE LORENA (DAEE,2002)

<i>Est.Pluv Prefixo</i>	<i>Município</i>	<i>Nome</i>	<i>Bacia</i>	<i>Cota (m)</i>	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>	<i>Período</i>
D2-033	Guaratinguetá	DNAEE	Rio Paraíba	530	22°48'	45°11'	1938/1969 (31 anos)
D2-002	Guaratinguetá	Guaratinguetá	Rio Paraíba	560	22°48'	45°10'	1940/1965 (25 anos)
D2-032	Lorena	Faz.Serro Alto	Ribeirão das Canas	800	22°49'	45°00'	1957/1962 (15 anos)
D1-021	Cachoeira Paulista	Usina Bocaina	Rio Paraíba	560	22°44'	44°55'	1969/2000 (31 anos)

4.1.2 – Fluvimetria - Águas Superficiais

Utilizando a mesma metodologia, com a finalidade de trabalhar os melhores dados disponíveis para avaliar o sistema de drenagem e a contribuição da água subterrânea, uma vez que o Rio Paraíba do sul é reconhecidamente o exutório das mesmas, selecionamos as seguintes estações:

TABELA 7 – ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS REPRESENTATIVAS DA REGIÃO DE LORENA (DAEE,2002)

<i>Est.Fluv Prefixo</i>	<i>Município</i>	<i>Nome</i>	<i>Bacia</i>	<i>Área (Km²)</i>	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>	<i>Período</i>
2D-006	Guaratinguetá	Bairro Rio Comprido	Rio Paraíba	10.696	22°47' 36"	45°10' 42"	1964 a 1992 (28 anos)
2D-037	Guaratinguetá	Colônia Piaguí	Ribeirão Piaguí	173	22°44' 13"	45°12' 11"	1971 a 2002 (31 anos)
2D-028	Lorena	Lorena /Piquete	Rio Paraíba	11.090	22°41' 59"	45°07' 07"	1964 a 1992 (28 anos)
2D-056	Lorena	Fazenda Santa Catarina	Ribeirão dos Macacos	37	22°41' 54"	45°08' 09"	1969 a 1999 (30 anos)
1D-008	Cruzeiro	Cruzeiro	Rio Paraíba	12.075	22°35' 33"	44°57' 58"	1971 a 2000 (29 anos)

4.1.3 – Águas Subterrâneas

As águas subterrâneas representam uma parcela do ciclo hidrológico que percola nos mantos de alteração intempérica das rochas cristalinas, com sua porosidade e permeabilidade intersticial, bem como nos planos de fraqueza estrutural representados por fraturas, fissuras e falhas que apresentam uma permeabilidade por malha de vazios micro e macroscópicos presentes nas rochas compactas impermeáveis, infiltrando-se também no subsolo através dos micro-poros intergranulares das rochas sedimentares.

São apresentadas a seguir considerações sobre a disponibilidade natural das águas subterrâneas ocorrentes na bacia do rio Paraíba do Sul, com destaque para o aquífero sedimentar, por ter maior potencial de extração relativo e por ser o mais extensamente explorado para o uso urbano, industrial e rural (ICF-Kaiser & Logos, 2002).

A disponibilidade natural da água subterrânea é componente indissociável do ciclo hidrológico e sua disponibilidade no aquífero relaciona-se diretamente com o escoamento básico da bacia de drenagem. Uma parcela desse escoamento ou a recarga transitória média multianual do aquífero, corresponde às águas subterrâneas. Na tabela 9 é apresentado o balanço médio geral dos aquíferos da Bacia do rio Paraíba do sul.

TABELA 8 - BALANÇO HÍDRICO DOS AQUÍFEROS DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL (ICF-KAISER & LOGOS, 2002)

<i>Aquífero</i>	<i>Área (km²)</i>	<i>Precipitação média (mm/ano)</i>	<i>Escoamento total (mm/ano)</i>	<i>Recarga mm/ano</i>	<i>Transitória Bilhões m³</i>	<i>Escoamento básico m³/s</i>
Taubaté	2.255	1.300	311	140	0,32	10
Cristalino	12.782	1.475	483	217	2,77	88

Os níveis do conhecimento hidrogeológico nas diferentes unidades de gerenciamento de recursos hídricos são muito baixos predominando o extrativismo, apesar dos números significativos (CETESB, 1997): dos 645 municípios do estado de São Paulo, 72% são abastecidos total ou parcialmente por poços, sendo 48% dependentes exclusivamente da água subterrânea.

Em termos de UGRHIs, das 22 que compõem o estado de São Paulo, em 14 delas a água subterrânea é o manancial prioritário.

Desta forma consideradas as limitações de recursos há necessidade de um montante de investimento igual por UGRHI com ação contínua, necessário para se obter um conhecimento satisfatório sobre as águas subterrâneas.

Em outras palavras, como predomina o extrativismo empírico e improvisado das águas subterrâneas, o fato do manancial atender menos de 25% em volume ou mais de 75% em número de comunidades nos sistemas de abastecimento existentes, pouco acrescenta em termos de conhecimento hidrogeológico.

4.2 – Análise e Tratamento dos Dados Coletados

4.2.1 – Dados pluviométricos - águas meteóricas

Com base nos dados coletados é possível comparar as estações com dados de chuva na Serra da Mantiqueira e na planície do Rio Paraíba do Sul

A escolha estratégica de estações à montante da área focada, na área propriamente dita e à jusante, tem como objetivo analisar o comportamento hidrológico mais detalhado e verificar as diferenças dos números gerais médios da Bacia.

Dentro deste método é apresentado como relevante o gráfico gerado para a estação de Lorena, na cota 800 m, nos contrafortes da serra da Mantiqueira.

Em virtude da massa de dados foram gerados gráficos comparativos de 5 em 5 anos. Na figura 16, para o período entre julho de 1957 e dezembro de 1961. Na mesma figura 16 pode ser visualmente conferido que o quadrimestre maio a agosto repete-se com chuvas abaixo dos 50 mm, enquanto que o quadrimestre de setembro a dezembro tendência de elevação, culminando com as melhores chuvas entre janeiro e abril.

O padrão de chuvas se apresenta com a mesma tendência de regularidade apresentando seus picos (Figura 17) próximos dos 400 mm nos anos de 1962 a 1966 e se confirma mais ainda nos anos chuvosos de 1967 a 1972 (Figura 18) sem chuva nenhuma em agosto de 1967, 7 mm em junho de 1968, 2 mm em julho de 1969 e assim por diante, com máximas de até 452 mm em abril de 1971, sempre com uma configuração de tendência constante para chuvas decrescentes no meio do ano, crescendo no final de ano/início de outro.

É interessante verificar as tendências que se evidenciam de modo visual nos gráficos apresentados (fig.16 a 18).

Estes dados corroboram os dados médios em que os altos serranos, em cotas mais elevadas, com vegetação, condição climática um pouco mais fria e geomorfologia mais preservada, recebem maior pluviosidade. Na região a média anual sobe para 1500 mm, excedendo um pouco o número conservador apresentado nos dados médios que consideram a bacia de forma geral. De qualquer forma é necessário lembrar que a área estudada tem características um pouco melhores, sob o ponto de vista hidrológico.

As características que diagnosticam a área quanto à pluviosidade (Tabela 10) denotam a ligação entre posição altimétrica, demonstrando o acerto de tendência da descrição geral apresentada no Relatório Zero da UGRHI 2(ICF-Kaiser & Logos, 2002).

TABELA 9 – MÉDIA ANUAL DE CHUVAS REPRESENTATIVAS DA REGIÃO DE LORENA (DAEE, 2002)

<i>Estação Pluviom. Prefixo</i>	<i>Município</i>	<i>Nome</i>	<i>Bacia</i>	<i>Cota(m)</i>	<i>Nº de Medidas</i>	<i>Chuva Total (mm)</i>	<i>Média anual (mm)</i>
D2-033	Guaratinguetá	DNAEE	Rio Paraíba	530	11.370	41.635	1.318 (31 anos)
D2-002	Guaratinguetá	Guaratinguetá	Rio Paraíba	560	9.180	32.486	1.274 (25 anos)
D2-032	Lorena	Faz. Serro Alto	Ribeirão das Canas	800	5.340	27.098	1.817 (15 anos)
D2-035	Lorena	Lorena	Córrego dos Passos	540	15.360	56.571	1.326 (42 anos)
D1-021	Cachoeira Paulista	Usina Bocaina	Rio Paraíba	560	10.860	61.670	1.713 (31 anos)

Chuva total D2-032 - LORENA Fazenda Serro Alto
 julho 1957 a maio 1972 = 178 meses - 14 anos e 11 meses = 14,91
 anos
 Média anual: 1.817,42 mm

FIGURA 16 - DADOS DE CHUVA - JULHO DE 1957 A DEZEMBRO DE 1961

FIGURA 17 - DADOS DE CHUVA - JANEIRO DE 1962 A DEZEMBRO DE 1966

FIGURA 18 - DADOS DE CHUVA - JULHO DE 1957 A DEZEMBRO DE 1961

4.2.2 – Dados fluviométricos - águas superficiais

Da mesma forma que coletamos os dados pluviométricos, no capítulo anterior, utilizamos a metodologia da escolha representativa para diagnóstico regional, escolhendo as vazões registradas do Rio Paraíba em pontos estratégicos, seguindo os mesmos passos e critérios da pluviometria.

Novamente a massa de dados coletados exigiu um comparativo gráfico para identificação das tendências, pois a visualização torna mais evidente o comportamento de tendências. Além do mais estamos tratando dados históricos com boa confiabilidade, muitos deles consistidos por profissionais e coletores experientes.

Na figura 19 colocamos lado a lado as vazões do rio Paraíba do Sul nos anos de 1972 e 1973, com uma distancia de cerca de 40 km, nas estações do Bairro Rio Comprido, em Guaratinguetá e Lorena/Piquete. Pode se notar a nítida tendência igualitária, quase como espelho tendencial, com máximas, médias e mínimas com variações praticamente desprezíveis, como se as medidas de vazão fossem feitas no mesmo local.

Nos anos de 1974 e 1975(Figura 20) a tendência se confirma com pequena queda de volume em 1975.

Para os anos de 1976 e 1977(Figura 21) mantem-se a tendência, bem como para os anos de 1978 e 1979(Figura 22) e 1980(Figura 23), tanto que em todos os comparativos as escalas são mantidas rigorosamente iguais, com uma vazão média ao redor de 140 a 170 m³/s, com exceção do ano de 1975, com queda de volume para uma média de cerca de 100 m³/s.

Repetimos a metodologia para o trecho de Lorena até Cruzeiro, com distancia de 80 km a jusante, e as quantidades se modificaram substancialmente; na figura 24, comparando visualmente o ano de 1971 notamos uma diferença de cerca de 70 m³/s, porem as configurações são similares. Nos anos de 1973 são discrepantes a forma e volume e em 1974(Figura 25) há diferença de vazão máxima porem as vazões médias seguem a tendência. Já nos anos de 1975 e 1976 (Figura 26) a tendência é mantida com uma diferença de 50 m³/s em média, em 1977 e 1978(Figura 27) confirma-se a tendência com diferença de volume nas máximas, quase 100 m³/s, repetindo-se em 1979 e 1980(Figura 28), ano extremamente chuvoso em que se nota a grande proximidade entre mínimas, médias e máximas. Observa-se que os dados entre 1980 e 1988 não foram coletados, sendo retomados a partir de dezembro de 1989(Figura 29). Os dados de 1980 seguem a tendência de espelho, inclusive em relação às vazões, quantitativa e qualitativamente, fato único neste comparativo. Nos anos de 1991 e 1992 seguimos com a tendência de vazões mensais(Figura 30) similares, com diferença clara apenas no volume, que oscila de 50 a 100 m³/s.

A conclusão dos dados coletados nas demais estações dentro da área, inclusive dos afluentes, cuja característica é possuir vazões comparativamente modestas e áreas de sub-bacia bem pequenas, é de que há um incremento substancial no Rio Paraíba do Sul, em um trecho de cerca de 100/120 km, no qual certamente tem grande influencia a vazão de água subterrânea adicionada por Lorena.

Município	Prefixo	Nome	Latitude	Longitude	Área (Km²)	Curso d'Água	Município	Prefixo	Nome	Latitude	Longitude	Área (Km²)
Guaratinguetá	2D-006	Bairro Rio Comprido	22°47'36"	45°10'42"	10696	Paraíba do Sul,r	Lorena	2D-028	Lorena Piquete	22°41'59"	45°07'07"	11090

FIGURA 19 - COMPARATIVO DE VAZÕES RIO PARAÍBA DO SUL - PERÍODO 1972-1973 - GUARATINGUETÁ/LORENA

Município	Prefixo	Nome	Latitude	Longitude	Area (Km²)	Curso d'Água	Município	Prefixo	Nome	Latitude	Longitude	Area (Km²)
Guaratinguetá	2D-006	Bairro Rio Comprido	22°47'36"	45°10'42"	10696	Paraíba do Sul, r	Lorena	2D-028	Lorena Piquete	22°41'59"	45°07'07"	11090

FIGURA 20 - COMPARATIVO DE VAZÕES RIO PARAÍBA DO SUL NO TRECHO GAUATINGUETÁ/LORENA - PERÍODO 1974 - 1975

Município	Prefixo	Nome	Latitude	Longitude	Área (Km²)	Curso d'Água	Município	Prefixo	Nome	Latitude	Longitude	Área (Km²)
Guaratinguetá	2D-006	Bairro Rio Comprido	22°47'36"	45°10'42"	10696	Paraíba do Sul, r	Lorena	2D-028	Lorena Piquete	22°41'59"	45°07'07"	11090

FIGURA 21 - COMPARATIVOS DE VAZÕES DO RIO PARAÍBA DO SUL NO TRECHO GUARATINGUETÁ/LORENA - PERÍODO 1976 - 1977

Município	Prefixo	Nome	Latitude	Longitude	Área (Km²)	Curso d'Água	Município	Prefixo	Nome	Latitude	Longitude	Área (Km²)
Guaratinguetá	2D-006	Bairro Rio Comprido	22°47'36"	45°10'42"	10696	Paraíba do Sul, r	Lorena	2D-028	Lorena Piquete	22°41'59"	45°07'07"	11090

FIGURA 22 - COMPARATIVO DE VAZÕES DO RIO PARAÍBA DO SUL NO TRECHO GUARATINGUETÁ/LORENA - PERÍODO 1978 - 1979

Município	Prefixo	Nome	Latitude	Longitude	Área (Km²)	Curso d'Água	Município	Prefixo	Nome	Latitude	Longitude	Área (Km²)
Guaratinguetá	2D-006	Bairro Rio Comprido	22°47'36"	45°10'42"	10696	Paraíba do Sul,r	Lorena	2D-028	Lorena Piquete	22°41'59"	45°07'07"	11090

FIGURA 23 - COMPARATIVO DE VAZÕES DO RIO PARAÍBA DO SUL NO TRECHO GUARATINGUETÁ/LORENA - PERÍODO 1980

Município	Prefixo	Nome	Latitude	Longitude	Área (Km²)	Curso d'Água	Município	Prefixo	Nome	Latitude	Longitude	Área (Km²)
Lorena	2D-028	Lorena Piquete	22°41'59"	45°07'07"	11090	Paraíba do Sul,r	Cruzeiro	1D-008	Cruzeiro	22°35'33"	44°57'58"	12075

FIGURA 24 - COMPARATIVO DE VAZÕES DO RIO PARAÍBA DO SUL NO TRECHO LORENA/CRUZEIRO - PERÍODO 1971 - 1972

Prefixo	Prefixo	Nome	Latitude	Longitude	Área (Km²)	Curso d'Água	Município	Prefixo	Nome	Latitude	Longitude	Área (Km²)
Lorena	2D-028	Lorena Piquete	22°41'59"	45°07'07"	11090	Paraíba do Sul, r	Cruzeiro	1D-008	Cruzeiro	22°35'33"	44°57'58"	12075

FIGURA 25 - COMPARATIVO DE VAZÕES DO RIO PARAÍBA DO SUL NO TRECHO LORENA/CRUZEIRO - PERÍODO 1973-1974

Prefixo	Prefixo	Nome	Latitude	Longitude	Área (Km²)	Curso d'Água	Município	Prefixo	Nome	Latitude	Longitude	Área (Km²)
Lorena	2D-028	Lorena Piquete	22°41'59"	45°07'07"	11090	Paraíba do Sul, r	Cruzeiro	1D-008	Cruzeiro	22°35'33"	44°57'58"	12075

FIGRA 26 - COMPARATIVO DE VAZÕES DO RIO PARAÍBA DO SUL NO TRECHO LORENA/CRUZEIRO PERÍODO 1975 - 1976

Prefixo	Prefixo	Nome	Latitude	Longitude	Área (Km²)	Curso d'Água	Município	Prefixo	Nome	Latitude	Longitude	Área (Km²)
Lorena	2D-028	Lorena Piquete	22°41'59"	45°07'07"	11090	Paraíba do Sul,r	Cruzeiro	1D-008	Cruzeiro	22°35'33"	44°57'58"	12075

Figura 27

Prefixo	Prefixo	Nome	Latitude	Longitude	Área (Km²)	Curso d'Água	Município	Prefixo	Nome	Latitude	Longitude	Área (Km²)
Lorena	2D-028	Lorena Piquete	22°41'59"	45°07'07"	11090	Paraíba do Sul,r	Cruzeiro	1D-008	Cruzeiro	22°35'33"	44°57'58"	12075

FIGURA 28 - COMPARATIVO DE VAZÕES DO RIO PARAÍBA DO SUL -TRECHO LORENA/CRUZEIRO - PERÍODO 1979 - 1980

Prefixo	Prefixo	Nome	Latitude	Longitude	Área (Km²)	Curso d'Água	Município	Prefixo	Nome	Latitude	Longitude	Área (Km²)
Lorena	2D-028	Lorena Piquete	22°41'59"	45°07'07"	11090	Paraíba do Sul,r	Cruzeiro	1D-008	Cruzeiro	22°35'33"	44°57'58"	12075

Figura 29

Prefixo	Prefixo	Nome	Latitude	Longitude	Área (Km²)	Curso d'Água	Município	Prefixo	Nome	Latitude	Longitude	Área (Km²)
Lorena	2D-028	Lorena Piquete	22°41'59"	45°07'07"	11090	Paraíba do Sul,r	Cruzeiro	1D-008	Cruzeiro	22°35'33"	44°57'58"	12075

Figura 30

4.2.3 – Águas Subterrâneas

O aquífero sedimentar é localmente composto por camadas lenticulares, com heterogeneidade e descontinuidades flagrantes. O perfil geológico A-B (Figura 31) que corta a área de interesse na direção NS foi construído a partir dos perfis dos poços P.13 Santa Edwirges-1987, em plena atividade, com vazão de 120 m³/h, pelo poço P.15 Vila Zélia-1996, também ativo, com vazão de 80 m³/h, passando pelo poço P.14-1987, desativado em 1995, que tinha uma vazão de 250 m³/h e pelo poço P.21-2002, com vazão de 250 m³/h. Propositamente foi incluído um poço desativado para comprovar que a instalação de filtros nas camadas arenosas superiores, mais sujeitos as ações antrópicas, tem se constituído no ponto frágil construtivo dos poços. Hidraulicamente não há correspondência entre os níveis estáticos e cotas topográficas. O perfil geológico C-D na direção EW (Figura 32) comprova este tipo de armazenamento e circulação denominado multicamadas, corta a cidade no sentido EW, composto pelos poços P.20 Vila Cristina, com vazão de 180 m³/h, perfurado em 2001, pelo poço P.6 Praça Rosendo, perfurado em 1974, com vazão de 90 m³/h, pelo poço P.9 Vila Zélia II, perfurado em 1978 (vazão de 200 m³/h) e desativado em 1996, pelo poço P.12 Vila Ipê, perfurado em 1987, com vazão de 110 m³/h, estando 3 em pleno funcionamento e um desativado.

Os perfis mais extensos e representativos são os apresentados nas figuras 32 e 33, cortando a cidade nos sentidos NS e EW, mostrando a configuração dos níveis d'água e seu comportamento. As perfurações mais antigas, dos poços que foram substituídos pelos novos poços, caso do P.9-1978, com vazão de 200 m³/h e nível dinâmico -ND- de 65 m, capacidade específica de 4,89 m³/h.m, construído em aço no diâmetro de 300 mm, substituído pelo P.15-1996, construído em pvc de 200 mm (Figura 33), com vazão de 80 m³/h e capacidade específica de 3,92 m³/h.m, demonstra um rebaixamento local de 33 m - vai de 24,15 m do nível estático original para 57,58 m atualmente; foi registrada a queda de vazão específica ao longo do tempo, principalmente em função da colmatagem das seções filtrantes. Situação idêntica ao caso do poço P.10 Vila Passos II-1978, com vazão de 140 m³/h e ND de 34 m, capacidade específica de 8,58 m³/h.m, construído em aço no diâmetro de 300 mm, substituído pelo P.18-1997, construído em pvc de 200 mm (Figura 34), com vazão de 80 m³/h e capacidade específica de 6,05 m³/h.m, demonstrando um rebaixamento local de 40 m - vai de 17,70 m do nível estático original para 59,77 m atualmente; a queda de vazão específica pelo uso contínuo ao longo de 19 anos causou queda de vazão e conseqüente colapso. Da mesma forma é apresentado o comparativo entre o poço P.11 Mondesir-1985, com vazão de 192 m³/h, capacidade específica 6,28 m³/h.m, substituído pelo P.21-2002, com vazão de 250 m³/h (Figura 35), capacidade específica de 10,92 m³/h.m, com rebaixamento de nível de 39 m ao longo de 17 anos; as técnicas construtivas mais modernas e os materiais aplicados possibilitaram explotar vazão maior, com capacidade específica melhor.

Este fato é diagnóstico de tendência uma vez que o poço P.14 Vila Guarani II-1987, com vazão de 250 m³/h, que foi substituído em 1993 pelo P.17 (Figura 36), apresenta um rebaixamento de nível estático de 10 m ao longo de 7 anos, porém retira-se a mesma vazão com capacidade específica maior - de 8,7 para 12,6 m³/h.m - fruto da redução de perda de carga construtiva do novo poço.

Os poços substitutos (Figuras 33-34-35-36) foram construídos com distâncias curtas, de 10 a 20 m no máximo, em áreas urbanizadas pertencentes à Sabesp, e tornaram-se opções economicamente vantajosas, pois permitiam o uso da infra estrutura existente.

FIGURA 32 - PERFIL GEOLÓGICO CD

FIGURA 33 - COMPARATIVO DE POÇOS - LORENA

FIGURA 34 – COMPARATIVO DE POÇOS – LORENA

FIGURA 35 – COMPARATIVO DE POÇOS – LORENA

FIGURA 36 – COMPARATIVO DE POÇOS – LORENA

Todos os poços que fazem parte do abastecimento de Lorena estão identificados espacialmente (Figura 37) numa montagem das folhas topográficas de Lorena – SF-23-Y-B-VI-2 e Guaratinguetá SF-23-Y-B-VI-4 abrangendo as quadriculas 482/494 NS e 7480/7490 EW, perfazendo 120 km², com a finalidade de fornecer detalhamento da área urbana e facilitar o entendimento do funcionamento dos sistemas de abastecimento.

Pela malha espacial presente se pode ver a concentração de poços na área urbana da cidade, fruto de uma das vantagens da água subterrânea em atender os consumidores com o mínimo de investimentos em adutoras, possibilitando acoplar reservação e manancial integradamente.

Os sistemas foram surgindo a medida que a cidade teve seu crescimento não planejado, com a finalidade de suprir demandas de bairros surgidos dos vários loteamentos; é prática comum nas cidades com disponibilidade hídrica, como é o caso de Lorena e Guaratinguetá, os loteamentos irregulares serem opção de moradores de baixa renda (há 26 cadastrados em Lorena).

O sistema A (Figura 38), abastecendo a área central, é composto pelos poços P.5 São Roque, P.14 Vila Guarani III, P.17 Vila Guarani IV e P.21 Mondesir servindo duas redes não interligadas; os poços 5, 14, 17 e 21 fornecem água para 2 reservatórios apoiados de 1.300 e 1.500 m³ respectivamente, que alimentam 2 elevados de 300 m³ que por sua vez alimentam duas redes de distribuição.

O sistema B (Figura 39) recebe água de serra por gravidade da Captação Fortaleza, desapropriada em 1898 e funcionando até hoje, com os poços P.13 Santa Edwirges, P.15 Vila Zélia e P.18 Vila Passos II, que alimentam um reservatório apoiado de 2.200 m³ que abastece um reservatório elevado de 164 m³ que supre 3 redes distintas na área central.

O sistema C (Figura 40) é suprido pelos poços P.12 Vila Ipê, P.13 Santa Edwirges em regime de manobra, P.18 Vila Passos II em regime de manobra e P.19 Vera Cruz, alimentando 2 reservatórios apoiados de 700 e 1.500 m³ que suprem um reservatório elevado de 300 m³ que alimenta duas redes de distribuição.

O sistema D (Figura 41) recebe água de serra por gravidade da Captação das Posses, desapropriada em 1898 e funcionando até hoje, com o poço P.20 Vila Cristina, alimentando o reservatório enterrado Engenheiro Luiz Eduardo Grand-Jean, obra histórica também de 1898, com capacidade de 1.400 m³ que supre rede de distribuição ao norte da cidade.

A tabulação dos dados de produção dos sistemas de Lorena (Tabela 11) pretende apresentar as idades dos poços, referidas ao mês de outubro de 2003, suas características construtivas e operacionais, parâmetros hidrogeológicos e localização geográfica, para permitir a acessibilidade concentrada de dados relevantes.

Sistema Produtor de Lorena

- POCOS EM OPERACAO (10)
- POCOS DESATIVADOS (10)

Perfis Geológicos

- A — B
- C — D

PROJECAO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

ESCALA 1:50 000

Equidistancia das curvas de nível: 20 metros

Origem da quilometragem: Equador e Meridiano 45° W. Gr. acrescidas as constantes 10 000km e 500km, respectivamente

- +++++ Estrada de Ferro
- Caminho/Trilha
- - - Linha de Energia Elétrica

FIGURA 37 - SISTEMA PRODUTOR DE LORENA - SP

PÁGINA 57	DATA
	FEV/2004
	ESCALA
	1:50.000

FIGURA 38 SISTEMA A DE ABASTECIMENTO DE LORENA - SP

TABELA 10- SISTEMAS PRODUTORES DE LORENA

Poço	Local	Setor	UTM NS	UTM EW	Cota (m)	Prof.(m)	Vol(m3/mês)	NE(m)	ND(m)	Q(m3/h)	s(m)	Ano	Perfurador	Q/s (m3/h.m)
17	V.Guarani III	A	7484,30	487,80	530	254	112.201,00	54,86	74,73	250,00	19,87	1993	Hidrogesp	12,58
21	Mondesir	A	7483,91	487,64	540	232	60.547,00	81,00	103,90	250,00	22,90	2002	Hidrogesp	10,92
5	São Roque	A	7485,50	486,75	530	350	59.837,00	4,00	21,85	150,00	17,85	1972	T.Janer	8,40
16	Guarani IV	A	7484,137	486,718	530	250	20.491,00	39,57	60,30	80,00	20,73	1996	Acquajet	3,86
							253.076,00							
6	Rosendo	B	7485,95	488,40	540	182,00	63.848,00	25,00	38,60	90,00	13,60	1974	Corner	6,62
15	Vila Zélia	B	7485,05	488,55	530	248	50.658,00	57,58	78,00	80,00	20,42	1996	Acquajet	3,92
Serra	Fortaleza	B	7495,86	476,59	600		12.161,00	0,00	2,00	150,00	2,00	1898	PM	
							126.667,00							
19	Vera Cruz	C	7484,99	490,06	535	240	40.321,00	71,51	124,00	60,00	52,49	2001	Sondágua	1,14
13	Sta Edwiges	C	7487,35	489,25	540	199	80.212,00	37,07	67,32	120,00	30,25	1987	Hidrogesp	3,97
18	V.Passos	C	7485,57	489,34	530	205	47.823,00	59,77	73,00	80,00	13,23	1997	CPA	6,05
12	Ipê	C	7484,30	489,25	540	220	45.978,00	57,18	80,80	110,00	23,62	1987	Hidrogesp	4,66
							214.334,00							
20	Vila Cristina	D	7488,92	485,93	560	255	69.552,00	56,56	78,91	180,00	22,35	2001	Hidrogesp	8,05
Serra	Posses	D	7495,07	476,43	600		62.431,00	0,00	1,00	50,00	1,00	1898	PM	
							131.983,00							
A+B+C+D			TODOS OS SISTEMAS			TOTAL		726.060,00	ref 10/03					
2	S.Antonio	out	7484,75	486,80	540	152	desativado	3,00	45,00	52,80	42,00	1969	Hidropoços	1,26
3	Hepacaré	out	7487,00	487,35	535	166	desativado	6,00	54,00	40,00	48,00	1969	Hidropoços	0,83
4	Vila Cristina	out	7488,95	486,30	560	160	desativado	24,00	55,00	35,00	31,00	1971	Hidropoços	1,13
7	Ipê	out	7484,60	489,00	535	180	desativado	31,00	51,00	144,00	20,00	1974	Corner	7,20
8	S.Antonio	out	7484,15	486,00	540	202	desativado	14,40	48,00	250,00	33,60	1976	T.Janer	7,44
9	Vila Zélia II	out	7485,30	488,80	530	202	desativado	24,15	65,00	200,00	40,85	1978	Corner	4,90
10	Vila Passos II	out	7485,30	489,45	530	203	desativado	17,70	34,00	140,00	16,30	1978	Corner	8,59
11	Mondesir	out	7483,95	487,70	540	218	desativado	42,05	72,60	192,00	30,55	1985	Hidrogesp	6,28
14	Guarani II	out	7484,30	487,80	530	244	desativado	44,98	73,70	250,00	28,72	1987	Hidrogesp	8,70

Os poços mais modernos, com dados consistidos, testes de vazão e construídos sob rigorosa fiscalização (ABNT NBR-12.212/12.244/13.604) serão considerados parâmetros representativos para toda a área de estudo.

O tratamento dos dados foi feito com aplicação de metodologia de análise hidráulica com método de Jacob, simulações com o software Aquifertest e planilhamento eletrônico Excel. Para cada poço com dados disponíveis e conferidos apresentamos o tratamento interpretativo mencionado, visando dar confiabilidade aos parâmetros utilizáveis.

O poço P.9 Vila Zélia II com seu teste de produção e avaliação(Figura 42) foi perfurado em 1978 e desativado em 1996; no teste de produção foi considerado o nível dinâmico original para a vazão original. Por ocasião do seu abandono o nível já havia caído para 65 m contra os 45 m originais, apresentando um descenso de 20 m em 18 anos de uso; todas as medidas foram tratadas pelo método Jacob (Figura 43) que foram retiradas do teste de vazão original(Tabela 11).

O poço P.11 Mondesir com seu teste de produção e avaliação (Figura 44) foi perfurado em 1985 e desativado em 2002; também constam dados originais da época da perfuração o colapso se deu por rompimento dos filtros superiores após 17 anos de uso; todas as medidas foram tratadas pelo método Jacob (Figura 45) que foram retiradas do teste de vazão original(Tabela 12).

O poço P.12 Vila Ipê com seu teste de produção e avaliação (Figura 46) foi perfurado em 1987 e permanece em atividade, após 15 anos de uso; todas as medidas foram tratadas pelo método Jacob (Figura 47) que foram retiradas do teste de vazão original(Tabela 13).

O poço P.13 Santa Edwirges com seu teste de produção e avaliação (Figura 48) foi perfurado em 1987 e permanece em atividade, após 15 anos de uso; todas as medidas foram tratadas pelo método Jacob (Figura 49) que foram retiradas do teste de vazão original(Tabela 14).

O poço P.14 Guarani II não apresentava dados confiáveis o que impossibilitou seu teste de produção e avaliação; foi perfurado em 1987 e desativado em 1993, após 6 anos de uso. As medidas disponíveis foram tratadas pelo método Jacob (Figura 50) que foram retiradas do teste parcial de vazão original(Tabela 15).

O poço P.15 Vila Zélia com seu teste de produção e avaliação (Figura 51) foi perfurado em 1996 e permanece em atividade sem maiores mudanças, após 7 anos de uso; todas as medidas foram tratadas pelo método Jacob (Figura 52) que foram retiradas do teste de vazão original(Tabela 16).

O poço P.16 Vila Guarani IV com seu teste de produção e avaliação (Figura 53) foi perfurado em 1996 e permanece em atividade, após 7 anos de uso; todas as medidas foram tratadas pelo método Jacob (Figura 54) que foram retiradas do teste de vazão original(Tabela 17).

O poço P.17 Vila Guarani III com seu teste de produção e avaliação (Figura 55) foi perfurado em 1993 e permanece em atividade, após 10 anos de uso; todas as medidas foram tratadas pelo método Jacob (Figura 56) que foram retiradas do teste de vazão original(Tabela 18).

O poço P.18 Vila Passos com seu teste de produção e avaliação (Figura 57) foi perfurado em 1997 e permanece em atividade, após 6 anos de uso; todas as medidas foram tratadas pelo método Jacob (Figura 58) que foram retiradas do teste de vazão original(Tabela 19).

O poço P.19 Vera Cruz com seu teste de produção e avaliação (Figura 59) foi perfurado em 2001 e permanece em atividade, após 2 anos de uso; todas as medidas foram tratadas pelo método Jacob (Figura 60) que foram retiradas do teste de vazão original(Tabela 20).

O poço P.20 Vila Cristina com seu teste de produção e avaliação (Figura 61) foi perfurado em 2001 e permanece em atividade, após 2 anos de uso; todas as medidas foram tratadas pelo método Jacob (Figura 62) que foram retiradas do teste de vazão original(Tabela 21).

O poço P.21 Parque Mondesir com seu teste de produção e avaliação (Figura 63) foi perfurado em 2002 e permanece em atividade, após 1 ano de uso; todas as medidas foram tratadas pelo método Jacob (Figura 64) que foram retiradas do teste de vazão original(Tabela 22).

TESTE DE PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO DE POÇO TUBULAR

Poço: P.9		Município: Lorena	
Proprietário: SABESP		Local: Vila Zélia II	
EQUIPAMENTO DE BOMBEAMENTO			
Diam do Poço (pol):		Vazão: Pitot	
tipo: Submersa	marca: KSB	potência 100 hp	
diam.(pol.): 7.5/8"	modelo:	prof. crivo 66,00	
Prof. N.E.(m): 24,15		referência de medidas: solo	
Início		Término	
data: 1978	hora:	data:	hora:
Q (m3/h)	N.D.(m)	s med (m)	s/Q (m/m3/h)
194,59	45,15	21,00	0,1079
150,00	38,10	13,95	0,0930
109,00	34,81	10,66	0,0978
55,00	29,53	5,38	0,0978
Q/s (m3/h/m)		duração (h)	
9,2662	06:30	10,7527	05:30
10,2251	26:30:00	10,2230	10:00

INTERPRETAÇÃO

Equação tipo: $s = B \cdot Q + C \cdot Q^2$	Q/s (m3/h/m) = 10,220
B = 0,100	s/Q (m/m3/h) = 0,090
S = 1.63E-05	Eficiência $(BQ/(BQ+CQ^2) \times 100) =$ 95,8%
C = 0,000040	T (m2/dia) = 416,13

CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO PREVISTAS

Vazão 1 (m3/h): 200,00	Nível dinâmico 45,00	Teor de Areia: isento	Prof. da bomba (72,00
Vazão 2 (m3/h):	Nível dinâmico (m):	Teor de Areia:	Prof. da bomba (m):
REGIME DE BOMBEAMENTO MÁXIMO PERMITIDO = 18 H /DIA			

Execução: CORNER	Data: 1978
Interpretação: Geol. João Carlos Simanke de Souza	Data: 1978

FIGURA 42 - POÇO 9 - VILA ZÉLIA II

Test Date	31/mai/78
Pumping Duration	1590,00
Standing Water Level	24,15
Pumping Started	8,00
Bore radius (m)	0,20
Discharge Rate (m3/d)	2888,50

Time Since Pumping Started (min)	Water Level (m)	Drawdown s' (m)
5	31,15	7,00
10	31,46	7,31
30	32,31	8,16
40	32,49	8,34
50	33,12	8,97
60	33,31	9,16
100	33,41	9,26
120	33,54	9,39
180	33,80	9,65
240	33,96	9,81
300	34,01	9,86
420	34,14	9,99
480	34,24	10,09
540	34,31	10,16
600	34,33	10,18
750	34,21	10,06
960	34,58	10,43
1170	34,76	10,61
1290	34,97	10,82
1350	34,86	10,71
1410	34,85	10,70
1470	34,87	10,72
1590	34,81	10,66

ANALYSIS OF DRAWDOWN USING THE JACOB METHOD

Transmissivity (m2/d) 416,13

Storativity 1,63E-05

ΔS	1,27
Y Intercept	6,69
r	0,94
t intercept	0,000001

FIGURA 43 - POÇO P.9 - VILA ZÉLIA II

TABELA 11 - POÇO 9 - VILA ZÉLIA II

CORNER	LOCAL: VILA ZÉLIA	MUN:LORENA	
Nº DO POÇO	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO	
9	Sabesp	Lorena	
COORD. NS	TIPO DE EQUIP.	COORD. EO	
7.485,30	Bomba Submersa	488,80	
TIPO TESTE: ESC I	Transmissividade	Vazão média (m³/h)	
TEMPO (min)	VAZÃO (m³/h)	s (m)	ND (m)
0			24,15
1	84,70	7.37	#VALOR!
2	84,70	4.92	#VALOR!
3	84,70	4.54	#VALOR!
4	84,70	4.57	#VALOR!
5	84,70	4.52	#VALOR!
6	84,70	4.59	#VALOR!
7	84,70	4.64	#VALOR!
8	84,70	4.63	#VALOR!
10	84,70	4.50	#VALOR!
12	84,70	4.54	#VALOR!
14	84,70	4.66	#VALOR!
16	84,70	4.66	#VALOR!
18	73,40	4.54	#VALOR!
21	73,40	4.61	#VALOR!
24	73,40	4.52	#VALOR!
27	73,40	4.21	#VALOR!
30	62,60	4.21	#VALOR!
35	62,60	4.23	#VALOR!
40	60,50	4.28	#VALOR!
45	60,50	4.33	#VALOR!
50	60,50	4.38	#VALOR!
55	60,50	4.41	#VALOR!
60	60,50	4.46	#VALOR!
70	59,50	4.51	#VALOR!
80	59,50	4.58	#VALOR!
90	59,50	4.64	#VALOR!
100	59,50	4.71	#VALOR!
120	59,50	4.79	#VALOR!
140	59,50	4.88	#VALOR!
160	59,50	4.94	#VALOR!
180	59,50	4.96	#VALOR!
210	55,00	5.05	#VALOR!
240	55,00	5.11	#VALOR!
270	55,00	5.18	#VALOR!
300	55,00	5.25	#VALOR!
330	55,00	5.28	#VALOR!
360	55,00	5.33	#VALOR!
390	55,00	5.38	#VALOR!
420	55,00	5.39	#VALOR!
450	55,00	5.42	#VALOR!
480	55,00	5.41	#VALOR!
510	55,00	5.43	#VALOR!
540	55,00	5.39	#VALOR!
570	55,00	5.38	#VALOR!
600	55,00	5.38	#VALOR!

TABELA 11 - POÇO 9 - VILA ZÉLIA II

PERF. CORNER	LOCAL: VILA ZÉLIA	MUN: LORENA	
Nº DO POÇO	PROPRIETÁRIO	COTA (M)	
9	Sabesp	535,00	
COORD. NS/EO	TIPO DE EQUIP.	MARCA E MOD.	
7485.30 - 488.30	Bomba Submersa	Ebara 150HP	
TESTE: MÁXIMA	Transmissividade	1978	
TEMPO (min)	VAZÃO (m³/h)	s (m)	ND(m)
0		24,15	24,15
1	114,29	6,91	31,06
2	114,29	6,98	31,13
3	114,29	7,08	31,23
4	114,29	7,08	31,23
5	114,29	7,00	31,15
6	114,29	6,97	31,12
7	114,29	6,96	31,11
8	114,29	6,98	31,13
9	100,00	6,99	31,14
10	100,00	7,31	31,46
12	100,00	7,44	31,59
14	100,00	7,51	31,66
16	100,00	7,54	31,69
18	100,00	7,68	31,83
21	100,00	7,74	31,89
24	100,00	7,77	31,92
27	100,00	8,06	32,21
30	100,00	8,16	32,31
35	100,00	8,28	32,43
40	100,00	8,34	32,49
45	100,00	8,37	32,52
50	100,00	8,97	33,12
60	114,00	9,16	33,31
70	110,77	9,66	33,81
80	110,77	9,23	33,38
100	110,77	9,26	33,41
110	110,77	9,30	33,45
120	110,77	9,39	33,54
140	110,77	9,46	33,61
160	110,77	9,60	33,75
180	110,77	9,65	33,80
210	110,77	9,80	33,95
240	110,77	9,81	33,96
270	110,77	9,90	34,05
300	110,77	9,86	34,01
330	110,77	9,85	34,00
360	109,00	9,35	33,50
390	109,00	9,97	34,12
420	109,00	9,99	34,14
Nº DO POÇO	PROPRIETÁRIO	COTA (M)	

TABELA 11 - POÇO 9 - VILA ZÉLIA II

TEMPO (min)	VAZÃO (m³/h)	s (m)	ND(m)
9	Sabesp	535,00	ND(m)
450	109,00	10,07	34,22
480	109,00	10,09	34,24
510	109,00	10,11	34,26
540	109,00	10,16	34,31
570	109,00	10,22	34,37
600	109,00	10,18	34,33
630	109,00	9,95	34,10
690	109,00	9,84	33,99
750	109,00	10,06	34,21
810	109,00	10,24	34,39
870	109,00	10,24	34,39
930	109,00	10,39	34,54
960	109,00	10,43	34,58
990	109,00	10,48	34,63
1050	109,00	10,50	34,65
1110	109,00	10,60	34,75
1170	109,00	10,61	34,76
1230	109,00	10,62	34,77
1290	109,00	10,82	34,97
1350	109,00	10,71	34,86
1410	109,00	10,70	34,85
1470	109,00	10,72	34,87
1530	109,00	10,71	34,86
1590	109,00	10,66	34,81
CONTINUAÇÃO ESCALONADO 2			

TABELA 11 - POÇO 9 - VILA ZÉLIA II

Nº DO POÇO EMPR.PERF.	LOCAL	MUNICÍPIO
Corner	Vila Zélia	Lorena
Nº DO POÇO	PROPRIETÁRIO	COORD. EO
9	Sabesp	488,80
COORD. NS	TIPO DE EQUIP.	MARCA E MOD.
7.485,30	Bomba Submersa	
TIPO TESTE: ESC II	Transmissividade	Vazão média (m³/h)
TEMPO (min)	VAZÃO (m³/h)	s (m)
0		ND(m) 24,15
1	120,00	#VALOR!
2	120,00	#VALOR!
3	120,00	#VALOR!
4	120,00	#VALOR!
5	120,00	#VALOR!
6	120,00	#VALOR!
7	120,00	#VALOR!
8	120,00	#VALOR!
9	120,00	#VALOR!
10	120,00	#VALOR!
12	120,00	#VALOR!
14	120,00	#VALOR!
16	120,00	#VALOR!
18	125,00	#VALOR!
21	130,00	#VALOR!
24	130,00	#VALOR!
27	130,00	#VALOR!
30	130,00	#VALOR!
35	130,00	#VALOR!
40	130,00	#VALOR!
45	135,00	#VALOR!
50	135,00	#VALOR!
55	135,00	#VALOR!
60	135,00	#VALOR!
70	144,00	#VALOR!
80	150,00	#VALOR!
90	150,00	#VALOR!
100	150,00	#VALOR!
120	150,00	#VALOR!
140	150,00	#VALOR!
160	150,00	#VALOR!
180	150,00	#VALOR!
210	150,00	#VALOR!
240	150,00	#VALOR!
270	150,00	#VALOR!
300	150,00	#VALOR!
330	150,00	#VALOR!

TABELA 11 - POÇO 9 - VILA ZÉLIA II

EMPR.PERF.	ENDEREÇO DO LOCAL	MUNICÍPIO	
Corner	Vila Zélia	LORENA	
Nº DO POÇO: 9	PROP. : SABESP		
COORD. NS	TIPO DE EQUIP.	COORD. EO	
7.485,30	Bomba Submersa	488,80	
TIPO TESTE: ESC III	Transmissividade	Vazão média (m³/h)	
TEMPO (min)	VAZÃO (m³/h)	s (m)	ND(m)
0			24,15
1	205,72	8.84	#VALOR!
2	205,72	9.55	#VALOR!
3	205,72	9.97	#VALOR!
4	205,72	10.27	#VALOR!
5	205,72	10.55	#VALOR!
6	205,72	10.83	#VALOR!
7	205,72	10.95	#VALOR!
8	205,72	11.12	#VALOR!
9	205,72	11.40	#VALOR!
10	205,72	11.53	#VALOR!
12	205,72	11,70	35,85
14	205,72	12.11	#VALOR!
16	205,72	12.35	#VALOR!
18	205,72	12.40	#VALOR!
21	205,72	12.60	#VALOR!
24	205,72	12.74	#VALOR!
27	205,72	12.90	#VALOR!
30	205,72	13.02	#VALOR!
35	200,00	13.34	#VALOR!
40	200,00	13.49	#VALOR!
45	200,00	13.67	#VALOR!
50	200,00	13.82	#VALOR!
55	200,00	13.96	#VALOR!
60	200,00	14.09	#VALOR!
70	200,00	14.35	#VALOR!
80	200,00	14.59	#VALOR!
90	200,00	14.69	#VALOR!
100	200,00	14.88	#VALOR!
120	200,00	15.12	#VALOR!
140	200,00	15.52	#VALOR!
160	200,00	15.64	#VALOR!
180	200,00	15.85	#VALOR!
210	200,00	15.87	#VALOR!
240	200,00	16.21	#VALOR!
270	200,00	16.16	#VALOR!
300	194,59	17,30	41,45
330	194,59	18,90	43,05
360	194,59	20,05	44,20
390	194,59	21,00	45,15

TESTE DE PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO DE POÇO TUBULAR

Poço:	P.11	Município:	Lorena
Proprietário:	SABESP	Local:	Parque Mondesir
EQUIPAMENTO DE BOMBEAMENTO			
Diam do Poço (pol):		Vazão: Pitot	
tipo:	Submersa	marca:	Ebara
diam.(pol.):	7.5/8"	potência	60 hp
Prof. N.E.(m):	42,05	modêlo:	
		prof.crivo	160,00
		referência de medidas:	solo
Início		Término	
data:	21/8/1985	data:	22/8/1985
hora:	06:35	hora:	22:35
Q (m3/h)	N.D.(m)	s med (m)	s/Q (m/m3/h)
79,20	72,60	30,55	0,3857
49,50	66,58	24,53	0,4956
44,00	63,21	21,16	0,4809
31,68	59,54	17,49	0,5521
Q/s (m3/h/m)	duração (h)		
2,5925	24		
2,0179	03:00		
2,0794	03:00		
1,8113	03:00

INTERPRETAÇÃO

Equação tipo:	$s=B \cdot Q+C \cdot Q^2$	Q/s (m3/h/m)	22,590
B =	0,400	s/Q (m/m3/h)	0,380
S=	5.8E-06	Eficiência $(BQ/(BQ+CQ^2) \times 100)$	75,2%
C=	0,003000	T (m2/dia)	148,41

CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO PREVISTAS

Vazão 1 (m3/h):	80,00	Nível dinâmico	73,00	Teor de Areia:	isento	Prof. da bomba (	118,00
Vazão 2 (m3/h):		Nível dinâmico (m):		Teor de Areia:		Prof. da bomba (m):	
REGIME DE BOMBEAMENTO MÁXIMO PERMITIDO = 18 H /DIA							

Execução:	HIDROGESP	Data:	22/8/1985
Interpretação:	Geol.João Carlos Simanke de Souza	Data:	22/8/1985

FIGURA 44 - POÇO 11 - PARQUE MONDESIR

Test Date	21/ago/85
Pumping Duration	1440.00
Standing Water Level	42,05
Pumping Started	6.35
Bore radius (m)	0,20
Discharge Rate (m3/d)	1900,80

Time Since Pumping Started (min)	Water Level (m)	Drawdown s' (m)
5	66,14	24,09
10	67,16	25,11
14	67,56	25,51
20	68,66	26,61
30	68,98	26,93
40	69,38	27,33
50 ^b	69,74	27,69
60	69,83	27,78
120	70,81	28,76
180	71,38	29,33
240	71,80	29,75
480	72,58	30,53
720	72,66	30,61
840	72,53	30,48
960	72,58	30,53
1020	72,59	30,54
1080	72,68	30,63
1140	72,72	30,67
1200	72,75	30,70
1260	72,75	30,70
1320	72,74	30,69
1380	72,70	30,65
1440	72,60	30,55

ANALYSIS OF DRAWDOWN USING THE JACOB METHOD

Transmissivity (m2/d)	148,41	[^] S	2,34
Storativity	5,80E-06	Y Intercept	23,71
		r	0,97
		t intercept	0,000001

FIGURA 45 - POÇO P.11 - PARQUE MONDESIR ANTIGO

TABELA 12 - POÇO 11 - PARQUE MONDESIR

POÇO Nº	EMPRESA	LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
11	Hidrogesp	Parque Mondesir	Sabesp	Lorena
UTM NS	UTM EO	COTA (m)	EQUIPAMENTO	MARCA
7483,95	487,70	540	Bomba Submersa	Leão 40 HP
DATA:	TIPO TESTE		Transmissividade	Qmédia (m³/h)
21/8/1985	Maxima			
HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAM. (m)	VAZÃO (m³/h)
06:35	0	42,05	0	
	1	59,50	16,50	88.00
	2	64,00	21,00	88.00
	3	65,48	22,48	88.00
	4	65,90	22,90	88.00
	5	66,14	23,14	88.00
	6	66,35	23,35	88.00
	7	66,40	23,40	88.00
	8	66,49	23,49	88.00
	9	66,88	23,88	88.00
	10	67,16	24,16	88.00
	12	67,46	24,46	88.00
	14	67,56	24,56	88.00
	16	67,70	24,70	88.00
	18	68,08	25,08	88.00
	20	68,66	25,66	88.00
	25	68,76	25,76	88.00
	30	68,98	25,98	88.00
	35	69,20	26,20	79.20
	40	69,38	26,38	79.20
	50	69,74	26,74	79.20
	60	69,83	26,83	79.20
	70	70,00	27,00	79.20
	80	70,22	27,22	79.20
	90	70,38	27,38	79.20
	120	70,81	27,81	79.20
	150	71,12	28,12	79.20
	180	71,38	28,38	79.20
	210	71,67	28,67	79.20
	240	71,80	28,80	79.20
	270	71,97	28,97	79.20
	300	72,18	29,18	79.20
	330	72,25	29,25	79.20
	360	72,35	29,35	79.20
	390	72,44	29,44	79.20
	420	72,60	29,60	79.20
	480	72,58	29,58	79.20
	540	72,55	29,55	79.20
	600	72,67	29,67	79.20
	660	72,69	29,69	79.20
POÇO Nº	EMPRESA	LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO

TABELA 12 - POÇO 11 - PARQUE MONDESIR

HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAM. (m)	VAZÃO (m³/h)
11	Hidrogesp	Parque Mondesir	Sabesp	Lorena
	720	72,66	29,66	79,20
	780	72,65	29,65	79,20
	840	72,53	29,53	79,20
	900	72,55	29,55	79,20
	960	72,58	29,58	79,20
	1020	72,59	29,59	79,20
	1080	72,68	29,68	79,20
	1140	72,72	29,72	79,20
	1200	72,75	29,75	79,20
	1260	72,75	29,75	79,20
	1320	72,74	29,74	79,20
	1380	72,70	29,70	79,20
06:35	1440	72,60	29,60	79,20
DATA:	22/8/1985	TIPO TESTE	Recuperação	
HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	TEMPO (min)	NÍVEL (m)
06:35	0	72,60		
	1	60,69	180	51,94
	2	58,39	210	51,74
	3	57,59	240	51,54
	4	57,1	270	51,34
	5	56,74	300	51,21
	6	56,43	11:35	
	7	56,2		
	8	56,06		
	9	55,88		
	10	55,71		
	12	55,48		
	14	55,26		
	16	55,1		
	18	54,94		
	20	54,74		
	25	54,49		
	30	54,26		
	35	54,14		
	40	53,88		
	50	53,60		
	60	53,38		
	70	53,18		
	80	53,02	CONTINUAÇÃO QMÁX/REC	
	90	52,91		
	120	52,50		
	150	52,20		

TABELA 12 - POÇO 11 - PARQUE MONDESIR

[illegible]

TABELA 12 - POÇO 11- PARQUE MONDESIR

[illegible]

TABELA 12 - POÇO 11 - PARQUE MONDESIR

[illegible]

TESTE DE PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO DE POÇO TUBULAR

Poço:	P.12	Município:	Lorena
Proprietário:	SABESP	Local:	Jardim Ipê
EQUIPAMENTO DE BOMBEAMENTO			
Diam do Poço (pol):	8"	Vazão: Pitot	
tipo:	Submersa	marca:	Ebara
potência	60 hp	prof. crivo	150,00
diam.(pol.):	7.5/8"	modêlo:	
Prof. N.E.(m):	57,90	referência de medidas:	solo

Início				Término			
data:	9/7/1987	hora:	15:30	data:	12/7/1987	hora:	17:30
Q (m3/h)	N.D.(m)	s med (m)	s/Q (m/m3/h)	Q/s (m3/h/m)	duração (h)		
115,90	81,52	23,62	0,2038	4,9069	19:00		
88,50	72,46	14,56	0,1645	6,0783	02:00		
65,90	69,72	11,82	0,1794	5,5753	02:00		
42,30	66,34	8,44	0,1995	5,0118	02:00

INTERPRETAÇÃO

Equação tipo:	$s=B*Q+C*Q^2$	Q/s (m3/h.m)	4,900
B =	0,185	s/Q (m/m3/h)	0,200
S=	1.63E-06	Eficiência $(BQ/(BQ+CQ^2) \times 100) =$	94,7%
C=	0,000157	T (m2/dia)	41,83

CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO PREVISTAS

Vazão 1 (m3/h):	110,00	Nível dinâmico	80,00	Teor de Areia:	isento	Prof. da bomba (	124,00
Vazão 2 (m3/h):		Nível dinâmico (m):		Teor de Areia:		Prof. da bomba (m):	

REGIME DE BOMBEAMENTO MÁXIMO PERMITIDO = 18 H /DIA

Execução:	HIDROGEÓP	Data:	13/7/1987
Interpretação:	Geol.João Carlos Simanke de Souza	Data:	13/7/1987

FIGURA 46 - POÇO 12 - JARDIM IPÊ

Test Date	9/jul/87
Pumping Duration	1140,00
Standing Water Level	57,90
Pumping Started	15,30
Bore radius (m)	0,20
Discharge Rate (m3/d)	4308,30

Time Since Pumping Started (min)	Water Level (m)	Drawdown s' (m)
5	64,04	6,14
10	67,02	9,12
20	69,23	11,33
30	71,05	13,15
40	72,87	14,97
50	73,91	16,01
60	74,45	16,55
120	76,76	18,86
180	78,00	20,10
240	78,85	20,95
300	79,23	21,33
360	79,56	21,66
420	79,84	21,94
480	80,12	22,22
540	80,39	22,49
600	80,54	22,64
660	80,63	22,73
720	80,86	22,96
780	81,00	23,10
840	81,10	23,20
960	81,16	23,26
1080	81,47	23,57
1140	81,52	23,62

ANALYSIS OF DRAWDOWN USING THE JACOB METHOD

Transmissivity (m2/d) 120,19
 Storativity 4,70E-06

ΔS	6,56
Y Intercept	4,65
r	0,98
t intercept	0,000001

FIGURA 47-POÇO P.12 - JARDIM IPÊ

TABELA 13 - POÇO 12 - JARDIM IPÊ

POÇO Nº	EMPRESA	LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
12	Hidrogesp	Jardim Ipê	Sabesp	Lorena
UTM NS	UTM EO	COTA (m)	EQUIPAMENTO	MARCA
7484,30	489,25	540	Bomba Submersa	Ebara 60 HP
DATA:	TIPO TESTE		Transmissividade	Qmédia (m³/h)
10/7/1987	Superbomb			
HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAM. (m)	VAZÃO (m³/h)
11:30	0	57,90	0	
	1	74,30	31,30	77.00
	2	73,74	30,74	43.30
	3	74,18	31,18	49.50
	4	75,41	32,41	55.00
	5	77,59	34,59	55.00
	6	78,48	35,48	54.20
	7	78,95	35,95	54.20
	8	79,49	36,49	53.50
	9	79,92	36,92	53.50
	10	80,08	37,08	53.50
	12	80,32	37,32	53.50
	14	80,52	37,52	53.50
	16	80,70	37,70	52.70
	18	80,70	37,70	52.70
	20	80,75	37,75	52.70
	25	80,74	37,74	52.70
	30	80,63	37,63	52.70
	35	80,59	37,59	52.70
	40	80,41	37,41	52.70
	50	80,21	37,21	52.70
	60	80,04	37,04	52.70
	70	80,20	37,20	53.50
	80	80,06	37,06	53.50
	90	79,94	36,94	53.50
	120	79,76	36,76	53.50
	150	79,86	36,86	55.00
	180	80,03	37,03	55.00
	210	80,02	37,02	55.00
	240	80,23	37,23	55.00
	270	80,24	37,24	55.00
	300	80,18	37,18	55.00
	330	80,66	37,66	56.50
	360	80,64	37,64	56.50
	390	80,57	37,57	56.50
	420	80,59	37,59	56.50
	480	80,75	37,75	56.50
	540	80,52	37,52	56.50
	600	80,57	37,57	56.50

TABELA 13 - POÇO 12 - JARDIM IPÊ

[illegible]

TABELA 13 - POÇO 12 - JARDIM IPÊ

POÇO Nº	EMPRESA	LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
12	Hidrogesp	Jardim Ipê	Sabesp	Lorena
UTM NS	UTM EO	COTA (m)	EQUIPAMENTO	MARCA
7484,30	489,25	540	Bomba Submersa	Ebara 60 HP
DATA:	TIPO TESTE		Transmissividade	Qmédia (m³/h)
9/7/1987	Maxima			
HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAM. (m)	VAZÃO (m³/h)
15:30	0	57,90	0	
	1	63,80	20,80	60,70
	2	63,57	20,57	58,60
	3	63,55	20,55	55,70
	4	63,92	20,92	55,50
	5	64,04	21,04	55,00
	6	64,25	21,25	55,00
	7	64,35	21,35	55,00
	8	64,43	21,43	55,00
	9	64,52	21,52	55,00
	10	64,60	21,60	55,00
	12	64,77	21,77	55,00
	14	64,90	21,90	55,00
	16	64,99	21,99	55,00
	18	65,07	22,07	55,00
	20	65,13	22,13	55,00
	25	66,07	23,07	70,20
	30	67,05	24,05	70,20
	35	67,95	24,95	75,30
	40	69,19	26,19	86,10
	50	69,82	26,82	85,60
	60	71,35	28,35	95,30
	70	72,30	29,30	99,20
	80	72,59	29,59	99,20
	90	72,88	29,88	99,20
	120	76,76	33,76	119,80
	150	77,44	34,44	118,40
	180	78,00	35,00	118,00
	210	78,47	35,47	118,00
	240	78,85	35,85	118,00
	270	79,10	36,10	118,00
	300	79,23	36,23	117,70
	330	79,38	36,38	117,70
	360	79,56	36,56	117,30
	390	79,79	36,79	117,30
	420	79,84	36,84	117,30
	480	80,12	37,12	117,00
	540	80,39	37,39	117,00
	600	80,54	37,54	116,60
	660	80,63	37,63	116,60
	720	80,86	37,86	116,20

TABELA 13 - POÇO 12 - JARDIM IPÊ

HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAM. (m)	VAZÃO (m³/h)
	780	81,00	38,00	116,20
	840	81,10	38,10	115,90
	900	81,13	38,13	115,90
	960	81,16	38,16	115,90
	1020	81,25	38,25	115,90
	1080	81,47	38,47	115,90
10:30	1140	81,52	38,52	115,90
				4308,30
DATA:	TIPO TESTE			
10/7/1987	Recuperação			
HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	Recuperação (m)	VAZÃO MÉDIA (m³/h)
10:30	0	81,52		
	1	69,45		
	2	67,31		
	3	66,42		
	4	65,82		
	5	65,38		
	6	65,00		
	7	64,72		
	8	64,44		
	9	64,23		
	10	64,08		
	12	63,73		
	14	63,53		
	16	63,31		
	18	63,16		
	20	63,00		
	25	62,75		
	30	62,58		
	35	62,40		
	40	62,19		
	50	61,98		
	60	61,67		
	70	61,50		
	80	61,31		
	90	61,18		
	120	61,05		
	150	60,54	CONTINUAÇÃO	
13:30	180	60,35		

TABELA 13 - POÇO 12 - JARDIM IPÊ

[illegible]

TABELA 13 - POÇO 12 - JARDIM IPÊ

[illegible]

TABELA 13 - POÇO 12 - JARDIM IPÊ

[illegible]

TESTE DE PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO DE POÇO TUBULAR

Poço:	P.13	Município:	Lorena
Proprietário:	SABESP	Local:	Santa Edwirges
EQUIPAMENTO DE BOMBEAMENTO			
Diam do Poço (pol):	10"	Vazão: Pitot	
tipo:	Submersa	marca:	Ebara
diam.(pol.):	7.5/8"	potência	60 hp
Prof. N.E.(m):	37,85	prof.crivo	120,00
referência de medidas:		solo	

Início				Término			
data:	3/6/1987	hora:	08:30	data:	4/6/1987	hora:	08:30
Q (m3/h)	N.D.(m)	s med (m)	s/Q (m/m3/h)	Q/s (m3/h/m)	duração (h)		
131,10	68,10	30,25	0,2307	4,3339	02:00		
119,40	59,80	21,95	0,1838	5,4396	02:00		
89,40	53,62	15,77	0,1764	5,6690	02:00

INTERPRETAÇÃO

Equação tipo:	$s = B \cdot Q + C \cdot Q^2$	Q/s (m3/h/m) =	4,330
B =	0,100	s/Q (m/m3/h) =	0,230
S =	3.04E-06	Eficiência $(BQ/(BQ+CQ^2) \times 100) =$	96,5%
C =	0,000040	T (m2/dia) =	121,45

CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO PREVISTAS

Vazão 1 (m3/h):	120,00	Nível dinâmico	68,00	Teor de Areia:	isento	Prof. da bomba (	120,00
Vazão 2 (m3/h):		Nível dinâmico (m):		Teor de Areia:		Prof. da bomba (m):	

REGIME DE BOMBEAMENTO MÁXIMO PERMITIDO = 18 H / DIA

Execução:	HIDROGESP	Data:	4/6/1987
Interpretação:	Geol. João Carlos Simanke de Souza	Data:	4/6/1987

FIGURA 48 - POÇO 13 - SANTA EDWIRGES

Test Date	3/jun/87
Pumping Duration	1440.00
Standing Water Level	37,85
Pumping Started	8,30
Bore radius (m)	0,25
Discharge Rate (m3/d)	3146,4

Time Since Pumping Started (min)	Water Level (m)	Drawdown s' (m)
5	52,24	14,39
10	53,21	15,36
20	58,94	21,09
30	60,17	22,32
40	61,00	23,15
50	61,49	23,64
60	61,90	24,05
90	62,84	24,99
120	63,40	25,55
180	64,27	26,42
240	64,75	26,90
360	65,45	27,60
480	66,05	28,20
720	66,87	29,02
780	67,10	29,25
960	67,66	29,81
1020	67,73	29,88
1080	67,80	29,95
1140	67,82	29,97
1200	67,85	30,00
1260	67,88	30,03
1320	67,92	30,07
1440	68,10	30,25

ANALYSIS OF DRAWDOWN USING THE JACOB METHOD

Transmissivity (m2/d) 121,45

Storativity 3,04E-06

ΔS	4,74
Y Intercept	15,57
r	1,00
t intercept	0,000001

FIGURA 49 - POÇO P.13 - SANTA EDWIRGES

TABELA 14 - POÇO 13 - SANTA EDWIRGES

POÇO Nº	EMPRESA	LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
13	Hidrogesp	Santa Edwirges	Sabesp	Lorena
UTM NS	UTM EO	COTA (m)	EQUIPAMENTO	MARCA
7487,35	489,25	540	Bomba Submersa	Ebara 60 HP
DATA:	TIPO TESTE		Transmissividade	Qmédia (m³/h)
3/6/1987	Maxima			
HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAM. (m)	VAZÃO (m³/h)
08:30	0	37,85	0	108.80
	1	49,37	6,37	108.80
	2	50,89	7,89	108.80
	3	51,60	8,60	107.60
	4	51,93	8,93	107.60
	5	52,24	9,24	107.60
	6	52,51	9,51	107.30
	7	52,73	9,73	107.30
	8	52,86	9,86	107.30
	9	53,00	10,00	107.30
	10	53,21	10,21	107.30
	12	54,86	11,86	119.40
	14	56,47	13,47	128.60
	16	57,05	14,05	127.90
	18	57,38	14,38	127.90
	20	58,94	15,94	136.80
	25	59,66	16,66	136.20
	30	60,17	17,17	136.20
	35	60,57	17,57	135.80
	40	61,00	18,00	135.20
	50	61,49	18,49	135.20
	60	61,90	18,90	134.60
	70	62,24	19,24	134.60
	80	62,55	19,55	134.60
	90	62,84	19,84	134.60
	120	63,40	20,40	134.00
	150	63,89	20,89	134.00
	180	64,27	21,27	134.00
	210	64,54	21,54	134.00
	240	64,75	21,75	133.40
	270	64,93	21,93	133.00
	300	65,15	22,15	133.00
	330	65,31	22,31	132.70
	360	65,45	22,45	132.70
	390	65,65	22,65	132.70
	420	65,76	22,76	132.70
	480	66,05	23,05	132.70
	540	66,26	23,26	132.40
	600	66,53	23,53	132.40
	660	66,77	23,77	132.40

TABELA 14 - POÇO 13 - SANTA EDWIRGES

HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAM. (m)	VAZÃO (m³/h)
	720	66,87	23,87	131,80
	780	67,10	24,10	131,50
	840	67,25	24,25	131,50
	900	67,45	24,45	131,50
	960	67,66	24,66	131,50
	1020	67,73	24,73	131,50
	1080	67,80	24,80	131,50
	1140	67,82	24,82	131,50
	1200	67,85	24,85	131,50
	1260	67,88	24,88	131,10
	1320	67,92	24,92	131,10
4/6/1987	1380	68,07	25,07	131,10
08:30	1440	68,10	25,10	131,10
DATA:	4/6/1987		TIPO TESTE	Recuperação
HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	Recuperação (m)	Qmédia(m³/h)
08:30	0	68,10		
	1	51,22		
	2	45,87		
	3	45,00		
	4	44,59		
	5	44,35		
	6	44,11		
	7	43,93		
	8	43,79		
	9	43,66		
	10	43,55		
	12	43,44		
	14	43,35		
	16	43,27		
	18	43,18		
	20	43,04		
	25	42,68		
	30	42,42		
	35	42,15		
	40	41,94		
	50	41,70		
	60	41,44		
	70	41,18		
	80	40,94		
	90	40,82		
	120	40,48		
	150	40,22		
	180	39,96	CONTINUAÇÃO	
	210	39,83		
12:30	240	39,70		

TABELA 14 - POÇO 13 - SANTA EDWIRGES

POÇO Nº	EMPRESA	LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
13	Hidrogesp	Santa Edwirges	Sabesp	Lorena
UTM NS	UTM EO	COTA (m)	EQUIPAMENTO	MARCA
7487,35	489,25	540	Bomba Submersa	Ebara 60 HP
1/6/1987	TIPO TESTE	Superbomb.	Transmissividade	Qmédia (m³/h)
HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAM. (m)	VAZÃO (m³/h)
10:15	0	36,90	0	91.6
	1	47,45	4,45	91.6
	2	49,38	6,38	91.3
	3	51,52	8,52	91.3
	4	52,85	9,85	90.8
	5	53,48	10,48	90.8
	6	51,55	8,55	79.8
	7	49,88	6,88	79.5
	8	49,00	6,00	79.5
	9	49,08	6,08	78.9
	10	49,31	6,31	78.9
	12	49,38	6,38	78.9
	14	49,46	6,46	78.6
	16	49,50	6,50	78.6
	18	49,58	6,58	78.6
	20	49,66	6,66	78.6
	25	49,90	6,90	78.6
	30	50,10	7,10	78.0
	35	50,25	7,25	77.7
	40	50,41	7,41	77.7
	50	50,68	7,68	77.7
	60	50,39	7,39	86.1
	70	52,46	9,46	86.1
	80	52,76	9,76	86.1
	90	52,92	9,92	86.1
	120	53,56	10,56	86.1
	150	54,42	11,42	86.1
	180	56,32	13,32	86.1
	210	57,42	14,42	95.3
	240	57,97	14,97	95.3
	270	58,15	15,15	95.3
	300	58,41	15,41	95.3
	330	58,76	15,76	95.3
	360	58,95	15,95	95.3
	390	59,20	16,20	100.8
	420	60,65	17,65	100.8
	480	61,32	18,32	100.8
	540	63,10	20,10	108.8
	600	67,85	24,85	122.2
	660	67,95	24,95	133.0
	720	68,02	25,02	133.0
	780	68,08	25,08	133.0
2/6/1987	840	68,15	25,15	132.7
01:15	900	68,19	25,19	132.7

TABELA 14 - POÇO 13 - SANTA EDWIRGES

[illegible]

[illegible]

Test Date	20/nov/87
Pumping Duration	720,00
Standing Water Level	45,38
Pumping Started	9,00
Bore radius (m)	0,20
Discharge Rate (m3/d)	1615,2

Time Since Pumping Started (min)	Water Level (m)	Drawdown s' (m)
5	52,55	7,17
10	52,82	7,44
20	53,07	7,69
30	53,25	7,87
40	53,20	7,82
50	53,25	7,87
60	53,34	7,96
90	53,42	8,04
120	53,52	8,14
150	53,60	8,22
180	53,65	8,27
210	53,75	8,37
240	53,75	8,37
270	53,76	8,38
300	53,90	8,52
330	53,95	8,57
360	54,00	8,62
420	54,15	8,77
480	54,18	8,80
540	54,20	8,82
600	54,23	8,85
660	54,25	8,87
720	54,30	8,92

ANALYSIS OF DRAWDOWN USING THE JACOB METHOD

Transmissivity (m2/d) 366,14
Storativity 1,43E-05

ΔS	0,81
Y Intercept	6,52
r	0,94
t intercept	0,000001

FIGURA 50 - POÇO P.14 - VILA GUARANI II

TABELA 15 - POÇO 14 - VILA GUARANI II

POÇO N°	EMPRESA	LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
14	Hidrogesp	Vila Guarani II	Sabesp	Lorena
UTM NS	UTM EO	COTA (m)	EQUIPAMENTO	MARCA
7484,30	487,80	530	Bomba Submersa	Ebara 60 HP
DATA:	TIPO TESTE		Transmissividade	Qmédia (m³/h)
20/11/1987	Maxima			
HORA	TEMPO (min)	NIVEL (m)	REBAIXAM. (m)	VAZÃO (m³/h)
	0	45,38	0	
15:39	1	51,19	8,19	136.5
	2	52,00	9,00	136.5
	3	52,40	9,40	135.8
	4	52,45	9,45	135.8
	5	52,55	9,55	135.8
	6	52,60	9,60	135.8
	7	52,64	9,64	135.8
	8	52,70	9,70	135.8
	9	52,75	9,75	135.8
	10	52,82	9,82	135.8
	12	52,84	9,84	135.8
	14	53,00	10,00	135.5
	16	53,00	10,00	135.5
	18	53,05	10,05	135.2
	20	53,07	10,07	135.2
	25	53,19	10,19	135.2
	30	53,25	10,25	135.2
	35	53,20	10,20	134.9
	40	53,20	10,20	134.9
	50	53,25	10,25	134.9
	60	53,34	10,34	134.9
	70	53,35	10,35	134.9
	80	53,40	10,40	134.9
	90	53,42	10,42	134.9
	100	53,45	10,45	134.9
	110	53,50	10,50	134.9
	120	53,52	10,52	134.9
	150	53,60	10,60	134.9
	180	53,65	10,65	134.9
	210	53,75	10,75	134.9
	240	53,75	10,75	134.6
	270	53,76	10,76	134.9
	300	53,90	10,90	134.6
	330	53,95	10,95	134.6
	360	54,00	11,00	134.6
	390	54,02	11,02	134.6
	420	54,15	11,15	134.6
	480	54,18	11,18	134.6
	540	54,20	11,20	134.6

TABELA 15 - POÇO 14 - VILA GUARANI II

HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAM. (m)	VAZÃO (m³/h)
	600	54,23	11,23	134,6
	660	54,25	11,25	134,6
03:38	720	54,30	11,30	134,6
DATA:	TIPO TESTE	Etapa		
21/11/1987	Recuperação	Recuperação		
HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	Recuperação (m)	VAZÃO MÉDIA (m³/h)
03:38	0	54,30		134,6
	1	48,30		
	2	48,10		
	3	47,90		
	4	47,90		
	5	47,75		
	6	47,70		
	7	47,60		
	8	47,58		
	9	47,55		
	10	47,53		
	12	47,45		
	14	47,40		
	16	47,33		
	18	47,28		
	20	47,22		
	25	47,10		
	30	47,05		
	35	47,00		
	40	46,95		
	50	46,85		
	60	46,75		
	70	46,70		
	80	46,60		
	90	46,55		
	120	46,40		
	150	46,35		
	180	46,20		
07:38	240	46,18		
			CONTINUAÇÃO	

TESTE DE PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO DE POÇO TUBULAR

Poço:	P.15	Município:	Lorena
Proprietário:	SABESP	Local:	Vila Zélia
EQUIPAMENTO DE BOMBEAMENTO			
Diam do Poço (pol):	8" PVC	Vazão: Pitot	
tipo:	Submersa	marca:	Leão
		potência (cv)	50
diam.(pol.):	7.5/8"	modêlo:	
		prof.crivo	120,00
Prof. N.E.(m):	57,58	referência de medidas:	solo
Início		Término	
data:	12/10/1996	hora:	09:00
data:	14/10/1996	hora:	09:00
Q (m3/h)	N.D.(m)	s med (m)	s/Q (m/m3/h)
73,90	72,86	15,28	0,2068
66,50	68,97	11,39	0,1713
52,60	66,66	9,08	0,1726
37,10	64,93	7,35	0,1981
Q/s (m3/h/m)	duração (h)		
4,8364	24,00		
5,8385	02:00		
5,7930	02:00		
5,0476	02:00

INTERPRETAÇÃO

Equação tipo:	$s=B*Q+C*Q^2$	Q/s (m3/h/m) =	4,830
B =	0,019	s/Q (m/m3/h) =	0,200
S=	7.22E-06	Eficiência $(BQ/(BQ+CQ^2)) \times 100 =$	90,0%
C=	0,000040	T (m2/dia) =	184,85

CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO PREVISTAS

Vazão 1 (m3/h):	80,00	Nível dinâmico	78,00	Teor de Areia:	isento	Prof. da bomba (	120,00
Vazão 2 (m3/h):		Nível dinâmico (m):		Teor de Areia:		Prof. da bomba (m):	
REGIME DE BOMBEAMENTO MÁXIMO PERMITIDO = 18 H / DIA							

Execução:	AQUAJET	Data:	20/10/1996
Interpretação:	Geol. João Carlos Simanke de Souza	Data:	20/10/1996

FIGURA 51 - POÇO 15 - VILA ZÉLIA

13975
 INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - USP
 BIBLIOTECA

Test Date	12/out/96
Pumping Duration	1440,00
Standing Water Level	57,58
Pumping Started	9,00
Bore radius (m)	0,20
Discharge Rate (m3/d)	1776,00

Time Since Pumping Started (min)	Water Level (m)	Drawdown s' (m)
5	68,12	10,54
10	68,90	11,32
14	69,08	11,50
20	69,46	11,88
30	69,85	12,27
40	70,18	12,60
50	70,43	12,85
60	70,61	13,03
120	71,29	13,71
180	71,61	14,03
240	71,79	14,21
480	72,35	14,77
720	72,45	14,87
840	72,46	14,88
960	72,57	14,99
1020	72,60	15,02
1080	72,65	15,07
1140	72,70	15,12
1200	72,73	15,15
1260	72,76	15,18
1320	72,80	15,22
1380	72,83	15,25
1440	72,86	15,28

ANALYSIS OF DRAWDOWN USING THE JACOB METHOD

Transmissivity (m2/d)	184,85	ΔS	1,76
Storativity	7,22E-06	Y Intercept	9,83
		r	0,98
		t intercept	0,000001

FIGURA 52 - POÇO P.15 - VILA ZÉLIA

TABELA 16 - POÇO 15 - VILA ZÉLIA

POÇO Nº	EMPRESA	LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
15	AQUAJET	Sede	Sabesp	Lorena
UTM NS	UTM EO	COTA (m)	EQUIPAMENTO	MARCA
7485,05	488,55	530	Bomba Submersa	Leão 50 HP
DATA:	TIPO TESTE		Transmissividade	Qmédia (m³/h)
12/10/1996	Maxima			
HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAM. (m)	VAZÃO (m³/h)
09:00	0	57,58	0	
	1	66,71	23,71	77.30
	2	67,30	24,30	76.60
	3	67,63	24,63	76.30
	4	67,89	24,89	76.30
	5	68,12	25,12	76.00
	6	68,42	25,42	76.00
	7	68,56	25,56	76.00
	8	68,67	25,67	76.00
	9	68,83	25,83	75.60
	10	68,90	25,90	75.60
	12	69,01	26,01	75.60
	14	69,08	26,08	75.60
	16	69,21	26,21	75.60
	18	69,31	26,31	75.60
	20	69,46	26,46	75.60
	30	69,85	26,85	75.30
	40	70,18	27,18	75.30
	50	70,43	27,43	75.00
	60	70,61	27,61	75.00
	70	70,80	27,80	75.00
	80	70,93	27,93	75.00
	90	71,03	28,03	74.76
	100	71,12	28,12	74.76
	120	71,29	28,29	74.76
	140	71,44	28,44	74.76
	160	71,53	28,53	74.76
	180	71,61	28,61	74.30
	200	71,65	28,65	74.30
	220	71,75	28,75	74.30
	240	71,79	28,79	74.30
	260	71,90	28,90	74.30
	280	71,97	28,97	74.30
	300	72,00	29,00	74.30
	330	72,06	29,06	74.30
	360	72,16	29,16	74.30
	390	72,24	29,24	73.90
	420	72,28	29,28	73.90
	450	72,32	29,32	73.90
	480	72,35	29,35	73.90

TABELA 16 - POÇO 15 - VILA ZÉLIA

HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAM. (m)	VAZÃO (m³/h)
POÇO N°	EMPRESA	LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
15	AQUAJET	Sede	Sabesp	Lorena
	510	72,42	29,42	73,90
	540	72,42	29,42	73,90
	570	72,42	29,42	73,90
	600	72,42	29,42	73,90
	660	72,43	29,43	73,90
	720	72,45	29,45	73,90
	780	72,46	29,46	73,90
	840	72,46	29,46	73,90
	900	72,50	29,50	73,90
	960	72,57	29,57	73,90
	1020	72,60	29,60	73,90
	1080	72,65	29,65	73,90
	1140	72,70	29,70	73,90
	1200	72,73	29,73	73,90
	1260	72,76	29,76	73,90
	1320	72,80	29,80	73,60
	1380	72,83	29,83	73,60
09:00	1440	72,86	29,86	73,90
DATA:	13/10/1996		TIPO TESTE	Recuperação
HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	TEMPO (min)	NÍVEL (m)
09:00	0	72,86		
	1	66,00	50	63,01
	2	65,70	60	62,87
	3	65,37	70	62,75
	4	65,07	80	62,64
	5	64,94	90	62,57
	6	64,78	100	62,50
	7	64,57	120	62,40
	8	64,52	140	62,27
	9	64,46	160	62,18
	10	64,35	180	62,10
	12	64,12	200	62,03
	14	64,08	220	61,99
	16	63,99	240	61,94
	18	63,87	260	61,89
	20	63,79	280	61,86
	30	63,43	300	61,84
CONT.	40	63,19	14:00	13/10/1996

TABELA 16 - POÇO 15 - VILA ZÉLIA

[illegible]

TABELA 16 - POÇO 15 - VILA ZÉLIA

[illegible]

TABELA 16 - POÇO 15 - VILA ZÉLIA

[illegible]

TESTE DE PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO DE POÇO TUBULAR

Poço:	P.16	Município:	Lorena
Proprietário:	SABESP	Local:	Guarani IV
EQUIPAMENTO DE BOMBEAMENTO			
Diam do Poço (pol):	Vazão: Pitot		
tipo:	Submersa	marca:	Leão
diam.(pol.):	7.5/8"	modêlo:	
Prof. N.E.(m):	39,57	referência de medidas:	solo
Início		Término	
data:	19/9/1996	hora:	08:00
data:	20/9/1996	hora:	08:00
Q (m3/h)	N.D.(m)	s med (m)	s/Q (m/m3/h)
70,00	60,30	20,73	0,2961
60,00	55,54	15,97	0,2662
45,00	52,01	12,44	0,2764
30,00	48,30	8,73	0,2910

INTERPRETAÇÃO

Equação tipo: $s=B*Q+C*Q^2$
 B = 0,030
 S= 4.03E-06
 C= 0,000040

Q/s (m3/h/m) = 3,370
 s/Q (m/m3/h) = 0,290
 Eficiência $(BQ/(BQ+CQ^2)) \times 100 = 91,5\%$
 T (m2/dia) = 103,24

CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO PREVISTAS

Vazão 1 (m3/h):	70,00	Nível dinâmico	61,00	Teor de Areia:	isento	Prof. da bomba (	110,00
Vazão 2 (m3/h):		Nível dinâmico (m):		Teor de Areia:		Prof. da bomba (m):	
REGIME DE BOMBEAMENTO MÁXIMO PERMITIDO = 18 H /DIA							

Execução:	AQUAJET	Data:	20/9/1996
Interpretação:	Geol.João Carlos Simanke de Souza	Data:	20/9/1996

FIGURA 53 - POÇO 16 - GUARANI IV

Test Date	19/set/96
Pumping Duration	1440,00
Standing Water Level	39,57
Pumping Started	8,00
Bore radius (m)	0,20
Discharge Rate (m3/d)	1680,00

Time Since Pumping Started (min)	Water Level (m)	Drawdown s' (m)
5	52,78	13,21
10	53,30	13,73
14	53,71	14,14
20	54,15	14,58
30	55,50	15,93
40	56,05	16,48
50	56,35	16,78
60	56,75	17,18
120	57,22	17,65
180	57,75	18,18
240	58,13	18,56
480	59,05	19,48
720	59,60	20,03
840	59,77	20,20
960	59,90	20,33
1020	59,95	20,38
1080	60,01	20,44
1140	60,07	20,50
1200	60,10	20,53
1260	60,16	20,59
1320	60,20	20,63
1380	60,27	20,70
1440	60,30	20,73

ANALYSIS OF DRAWDOWN USING THE JACOB METHOD

Transmissivity (m2/d)	103,24	ΔS	2,98
Storativity	4,03E-06	Y Intercept	11,47
		r	0,98
		t intercept	0,000001

FIGURA 54 - POÇO P.16 - VILA GUARANI IV

TABELA 17 - POÇO 16 - GUARANI IV

POÇO Nº	EMPRESA	LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
16	Aquajet	Sede	Sabesp	Lorena
UTM NS	UTM EO	COTA (m)	EQUIPAMENTO	MARCA
7484,137	486,718	530	Bomba Submersa	Leão 50 HP
DATA:	TIPO TESTE		Transmissividade	Qmédia (m³/h)
19/9/1996	Maxima			
HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAM. (m)	VAZÃO (m³/h)
08:00	0	39,57		
	1	51,73	12,16	70,00
	2	51,95	0,22	70,00
	3	52,45	0,50	70,00
	4	52,70	0,25	70,00
	5	52,78	0,08	70,00
	6	52,87	0,09	70,00
	7	52,97	0,10	70,00
	8	53,05	0,08	70,00
	9	53,18	0,13	70,00
	10	53,30	0,12	70,00
	12	53,53	0,23	70,00
	14	53,71	0,18	70,00
	16	53,90	0,19	70,00
	18	54,04	0,14	70,00
	20	54,15	0,11	70,00
	30	55,50	1,35	70,00
	40	56,05	0,55	70,00
	50	56,35	0,30	70,00
	60	56,75	0,40	70,00
	70	56,94	0,19	70,00
	80	56,95	0,01	70,00
	90	56,87	-0,08	70,00
	100	57,00	0,13	70,00
	120	57,22	0,22	70,00
	140	57,40	0,18	70,00
	160	57,55	0,15	70,00
	180	57,75	0,20	70,00
	200	57,85	0,10	70,00
	220	58,05	0,20	70,00
	240	58,13	0,08	70,00
	260	58,22	0,09	70,00
	280	58,32	0,10	70,00
	300	58,45	0,13	70,00
	330	58,53	0,08	70,00
	360	58,62	0,09	70,00
	390	58,70	0,08	70,00
	420	58,85	0,15	70,00
	450	58,92	0,07	70,00
	480	59,05	0,13	70,00

TABELA 17 - POÇO 16 - GUARANI IV

[illegible]

TABELA 17 - POÇO 16 - GUARANI IV

[illegible]

TABELA 17 - POÇO 16 - GUARANI IV

[illegible]

TABELA 17 - POÇO 16 - GUARANI IV

[illegible]

TESTE DE PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO DE POÇO TUBULAR

Poço:	P.17	Município:	Lorena
Proprietário:	SABESP	Local:	Vila Guarani III
EQUIPAMENTO DE BOMBEAMENTO			
Diam do Poço (pol):	10"	Vazão: Pitot	6"x4.3'4"
tipo:	Submersa	marca:	KSB
potência (cv)	125	prof. crivo	120,00
diam.(pol.):	9.1/2	modelo:	
Prof. N.E.(m):	55,42	referência de medidas:	solo

Início				Término			
data:	26/10/2001	hora:	10:00	data:	27/10/2001	hora:	10:00
Q (m3/h)	N.D.(m)	s med (m)	s/Q (m/m3/h)	Q/s (m3/h/m)	duração (h)		
264,00	76,68	21,26	0,0805	12,4177	24,00		
225,10	72,67	17,25	0,0766	13,0493	03:00		
186,30	69,65	14,23	0,0764	13,0921	03:00		
148,40	66,88	11,46	0,0772	12,9494	03:00

INTERPRETAÇÃO

Equação tipo:	$s=B*Q+C*Q^2$	Q/s (m3/h/m) =	12,400
B =	0,075	s/Q (m/m3/h) =	0,080
S=	1.31E-05	Eficiência $(BQ/(BQ+CQ^2) \times 100) =$	91,0%
C=	0,000040	T (m2/dia) =	524,41

CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO PREVISTAS

Vazão 1 (m3/h):	240,00	Nível dinâmico	73,00	Teor de Areia:	isento	Prof. da bomba (	106,00
Vazão 2 (m3/h):		Nível dinâmico (m):		Teor de Areia:		Prof. da bomba (m):	

REGIME DE BOMBEAMENTO MÁXIMO PERMITIDO = 18 H /DIA

Execução:	HIDROGESP	Data:	9/3/1994
Interpretação:	Geol.João Carlos Simanke de Souza	Data:	9/3/1994

FIGURA 55 - POÇO 17 - GUARANI III

Test Date	26/out/01
Pumping Duration	1440,00
Standing Water Level	55,42
Pumping Started	10,00
Bore radius (m)	0,25
Discharge Rate (m3/d)	6336,00

Time Since Pumping Started (min)	Water Level (m)	Drawdown s' (m)
5	71,09	15,67
10	71,92	16,50
14	72,34	16,92
20	72,78	17,36
30	73,07	17,65
40	73,35	17,93
50	73,55	18,13
60	73,75	18,33
120	74,39	18,97
180	74,69	19,27
240	74,00	18,58
480	75,87	20,45
720	76,23	20,81
840	76,32	20,90
960	76,44	21,02
1020	76,44	21,02
1080	76,50	21,08
1140	76,56	21,14
1200	76,56	21,14
1260	76,56	21,14
1320	76,60	21,18
1380	76,65	21,23
1440	76,68	21,26

ANALYSIS OF DRAWDOWN USING THE JACOB METHOD

Transmissivity (m2/d)	524,41	ΔS	2,21
		Y Intercept	14,33
Storativity	1,31E-05	r	0,96
		t intercept	0,000001

FIGURA 56 - POÇO P.17 - VILA GUARANI III

TABELA 18 - POÇO 17 - GUARANI III

POÇO Nº	EMPRESA	LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
17	Hidrogesp	Vila Guarani III	Sabesp	Lorena
UTM EO	UTM NS	COTA (m)	EQUIPAMENTO	MARCA
487,80	7484,30	530	Bomba Submersa	KSB 125HP
DATA:	9/3/1994	Maxima	Transmissividade	Qmédia (m³/h)
HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAM. (m)	VAZÃO (m³/h)
08:00	0	55,42	0	264,00
	1	68,87	25,87	264,00
	2	69,89	26,89	264,00
	3	70,48	27,48	264,00
	4	70,82	27,82	264,00
	5	71,09	28,09	264,00
	6		-43,00	264,00
	7	71,31	28,31	264,00
	8	71,66	28,66	264,00
	9	71,81	28,81	264,00
	10	71,92	28,92	264,00
	12	72,16	29,16	264,00
	14	72,34	29,34	264,00
	16	72,51	29,51	264,00
	18	72,61	29,61	264,00
	20	72,78	29,78	264,00
	25	72,94	29,94	264,00
	30	73,07	30,07	264,00
	35	73,20	30,20	264,00
	40	73,35	30,35	264,00
	50	73,55	30,55	264,00
	60	73,75	30,75	264,00
	70	73,96	30,96	264,00
	80	74,13	31,13	264,00
	90	74,28	31,28	264,00
	120	74,39	31,39	264,00
	150	74,51	31,51	264,00
	180	74,69	31,69	264,00
	210	74,83	31,83	264,00
	240	74,00	31,00	264,00
	270	74,97	31,97	264,00
	300	75,05	32,05	264,00
	330	75,23	32,23	264,00
	360	75,31	32,31	264,00
	390			264,00
	420	75,76	32,76	264,00
	480	75,87	32,87	264,00
	540	75,98	32,98	264,00
	600	76,04	33,04	264,00
	660	76,12	33,12	264,00
	720	76,23	33,23	264,00

TABELA 18 - POÇO 17 - GUARANI III

HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAM. (m)	VAZÃO (m³/h)
POÇO N°	EMPRESA	LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
17	Hidrogesp	Vila Guarani III	Sabesp	Lorena
	780	76,26	33,26	264,00
	840	76,32	33,32	264,00
	900	76,34	33,34	264,00
	960	76,44	33,44	264,00
	1020	76,44	33,44	264,00
	1080	76,50	33,50	264,00
	1140	76,56	33,56	264,00
	1200	76,56	33,56	264,00
	1260	76,56	33,56	264,00
	1320	76,60	33,60	264,00
	1380	76,65	33,65	264,00
08:00	1440	76,68	33,68	264,00
DATA:	TIPO TESTE	9/3/1994	Recuperação	
HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	Recuperação (m)	
08:00	0	76,68		
	1	63,35		
	2	62,43		
	3	61,90		
	4	61,50		
	5	61,19		
	6	60,93		
	7	60,75		
	8	60,58		
	9	60,43		
	10	60,30		
	12	60,07		
	14	59,91		
	16	59,75		
	18	59,60		
	21	59,45		
	24	59,27		
	27	59,14		
	30	59,03		
	35	58,87		
	40	58,69		
	50	58,44		
	60	58,25		
	70	58,06		
	80	57,93		
	90	57,81		
10:00	120	57,53	CONTINUAÇÃO	

TABELA 18 - POÇO 17 - GUARANI III

Poço Nº	Nº DO POÇO EMPR.PERF.	ENDEREÇO DO LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
17	Hidrogesp	Vila Guarani	Sabesp	Lorena
COORD. km EO	COORD. km NS	COTA DA BOCA (m)	TIPO DE EQUIP.	MARCA E MOD.
			Bomba Submersa	KSB 125 HP
DATA:	TIPO TESTE		Transmissividade	Vazão média (m³/h)
10/3/1994	Escalonado 1			
HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAM. (m)	VAZÃO (m³/h)
10:00	0	76,68	0	
	1	66,09	23,09	148.40
	2	65,27	22,27	148.40
	3	65,30	22,30	148.40
	4	65,42	22,42	148.40
	5	65,56	22,56	148.40
	6	65,66	22,66	148.40
	7	65,75	22,75	148.40
	8	65,85	22,85	148.40
	9	65,90	22,90	148.40
	10	65,92	22,92	148.40
	12	66,05	23,05	148.40
	14	66,12	23,12	148.40
	16	66,14	23,14	148.40
	18	66,25	23,25	148.40
	21	66,28	23,28	148.40
	24	66,34	23,34	148.40
	27	66,42	23,42	148.40
	30	66,45	23,45	148.40
	35	66,53	23,53	148.40
	40	66,60	23,60	148.40
	50	66,69	23,69	148.40
	60	66,74	23,74	148.40
	70	66,79	23,79	148.40
	80	66,86	23,86	148.40
11:30	90	66,88	23,88	148.40

TABELA 18 - POÇO 17 - GUARANI III

Poço Nº	Nº DO POÇO EMPR.PERF.	ENDEREÇO DO LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
17	Hidrogesp	Vila Guarani	Sabesp	Lorena
COORD. km EO	COORD. km NS	COTA DA BOCA (m)	TIPO DE EQUIP.	MARCA E MOD.
			Bomba Submersa	KSB 125 HP
DATA:	TIPO TESTE	Coefficiente de Armazenamento	Transmissividade	Vazão média (m³/h)
10/3/1994	Escalonado 2			
HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAM. (m)	VAZÃO (m³/h)
11:30	0	66,88	0	
	1	68,50	25,50	186.30
	2	68,82	25,82	186.30
	3	68,86	25,86	186.30
	4	68,94	25,94	186.30
	5	69,00	26,00	186.30
	6	69,00	26,00	186.30
	7	68,97	25,97	186.30
	8	68,94	25,94	186.30
	9	69,07	26,07	186.30
	10	69,09	26,09	186.30
	12	69,12	26,12	186.30
	14	69,25	26,25	186.30
	16	69,31	26,31	186.30
	18	69,28	26,28	186.30
	21	69,31	26,31	186.30
	24	69,34	26,34	186.30
	27	69,36	26,36	186.30
	30	69,38	26,38	186.30
	35	69,41	26,41	186.30
	40	69,44	26,44	186.30
	50	69,49	26,49	186.30
	60	69,53	26,53	186.30
	70	69,61	26,61	186.30
	80	69,62	26,62	186.30
	90	69,64	26,64	186.30
	100	69,65	26,65	186.30
13:30	120			

TABELA 18 - POÇO 17 - GUARANI III

Poço Nº	Nº DO POÇO EMPR.PERF.	ENDEREÇO DO LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
17	Hidrogesp	Vila Guarani III	Sabesp	Lorena
COORD. km EO	COORD. km NS	COTA DA BOCA (m)	TIPO DE EQUIP.	MARCA E MOD.
			Bomba Submersa	KSB 125 HP
DATA:	TIPO TESTE	Coefficiente de Armazenamento	Transmissividade	Vazão média (m³/h)
10/3/1994	Escalonado 3			
HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAM. (m)	VAZÃO (m³/h)
13:30	0	69,65	0	
	1	71,64	28,64	225.60
	2	71,79	28,79	225.60
	3	71,86	28,86	225.60
	4	71,92	28,92	225.10
	5	71,98	28,98	225.10
	6	72,02	29,02	225.10
	7	72,05	29,05	225.10
	8	72,08	29,08	225.10
	9	72,08	29,08	225.10
	10	72,09	29,09	225.10
	12	72,20	29,20	225.10
	14	72,16	29,16	225.10
	16	72,19	29,19	225.10
	18	72,22	29,22	225.10
	21	72,25	29,25	225.10
	24	72,29	29,29	225.10
	27	72,28	29,28	225.10
	30	72,30	29,30	225.10
	35	72,34	29,34	225.10
	40	72,39	29,39	225.10
	50	72,45	29,45	225.10
	60	72,48	29,48	225.10
	70	72,53	29,53	225.10
	80	72,55	29,55	225.10
	90	72,60	29,60	225.10
	100	72,60	29,60	225.10
15:30	120	72,67	29,67	225.10

TESTE DE PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO DE POÇO TUBULAR

Poço:	P.18	Município:	Lorena
Proprietário:	SABESP	Local:	Vila Passos
EQUIPAMENTO DE BOMBEAMENTO			
Diam do Poço (pol.):	8" PVC	Vazão: Pitot	
tipo:	Submersa	marca:	Ebara
		potência (cv)	60
diam.(pol.):	9.1/2	modelo:	
		prof.crivo	150,00
Prof. N.E.(m):	58,37	referência de medidas:	solo
Início		Término	
data:	26/3/2001	hora:	12:00
data:	27/3/2001	hora:	22:00
Q (m3/h)	N.D.(m)	s med (m)	s/Q (m/m3/h)
99,00	73,45	15,08	0,1523
80,82	67,17	8,80	0,1089
60,39	64,43	6,06	0,1003

INTERPRETAÇÃO

Equação tipo:	$s=B*Q+C*Q^2$	Q/s (m3/h/m) =	6,560
B =	0,050	s/Q (m/m3/h) =	0,150
S=	6,53E-06	Eficiência $(BQ/(BQ+CQ^2)) \times 100 =$	45,3%
C=	0,001000	T (m2/dia) =	167,23

CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO PREVISTAS

Vazão 1 (m3/h):	80,00	Nível dinâmico	78,00	Teor de Areia:	isento	Prof. da bomba (	118,00
Vazão 2 (m3/h):		Nível dinâmico (m):		Teor de Areia:		Prof. da bomba (m):	
REGIME DE BOMBEAMENTO MÁXIMO PERMITIDO = 18 H / DIA							

Execução:	CPA	Data:	31/8/1997
Interpretação:	Geol.Fernando Wili Bastos Franco Filho	Data:	31/8/1997

FIGURA 57 - POÇO 18 - VILA PASSOS

Test Date	30/ago/97
Pumping Duration	1440,00
Standing Water Level	58,37
Pumping Started	8,00
Bore radius (m)	0,20
Discharge Rate (m3/d)	2376,00

Time Since Pumping Started (min)	Water Level (m)	Drawdown s' (m)
5	68,16	9,79
10	68,58	10,21
14	68,85	10,48
20	69,16	10,79
30	69,56	11,19
40	69,70	11,33
50	69,80	11,43
60	70,00	11,63
120	70,97	12,60
180	71,47	13,10
240	71,83	13,46
480	72,70	14,33
720	73,14	14,77
840	73,30	14,93
960	73,45	15,08
1020	73,39	15,02
1080	73,43	15,06
1140	73,45	15,08
1200	73,43	15,06
1260	73,39	15,02
1320	73,45	15,08
1380	73,43	15,06
1440	73,45	15,08

ANALYSIS OF DRAWDOWN USING THE JACOB METHOD

Transmissivity (m2/d) 167,23
Storativity 6,53E-06

ΔS 2,60
Y Intercept 7,22
 r 0,99
t intercept 0,000001

Jacob Analysis of Drawdown - Pump Bore 21

FIGURA 58 - POÇO P.18 - VILA PASSOS

TABELA 19 - POÇO 18 - VILA PASSOS

POÇO Nº	EMPRESA	LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
18	CPA	Vila Passos	Sabesp	Lorena
UTM EO	UTM NS	COTA (m)	EQUIPAMENTO	MARCA
489,34	7485,57	530	Bomba Submersa	Ebara 60HP
30/8/1997	TIPO TESTE	Maxima	Transmissividade	Q média (m³/h)
HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAM. (m)	VAZÃO (m³/h)
08:00	0	58,37	0	
08:01	1	68,01	25,01	132.00
08:02	2	68,30	25,30	99.00
08:03	3	68,02	25,02	99.00
08:04	4	68,08	25,08	99.00
08:05	5	68,16	25,16	99.00
08:06	6	68,32	25,32	99.00
08:07	7	68,36	25,36	99.00
08:08	8	68,41	25,41	99.00
08:09	9	68,50	25,50	99.00
08:10	10	68,58	25,58	99.00
08:12	12	68,78	25,78	99.00
08:14	14	68,85	25,85	99.00
08:16	16	68,96	25,96	99.00
08:18	18	69,07	26,07	99.00
08:20	20	69,16	26,16	99.00
08:25	25	69,34	26,34	99.00
08:30	30	69,56	26,56	99.00
08:40	40	69,70	26,70	99.00
08:50	50	69,80	26,80	99.00
09:00	60	70,00	27,00	99.00
09:20	80	70,42	27,42	99.00
09:40	100	70,52	27,52	99.00
10:00	120	70,97	27,97	99.00
10:30	150	71,14	28,14	99.00
11:00	180	71,47	28,47	99.00
11:30	210	71,60	28,60	99.00
12:00	240	71,83	28,83	99.00
12:30	270	72,04	29,04	99.00
13:00	300	72,14	29,14	99.00
14:00	360	72,30	29,30	99.00
15:00	420	72,60	29,60	99.00
16:00	480	72,70	29,70	99.00
17:00	540	72,83	29,83	99.00
18:00	600	72,96	29,96	99.00
19:00	660	73,00	30,00	99.00
20:00	720	73,14	30,14	99.00
21:00	780	73,14	30,14	99.00
22:00	840	73,30	30,30	99.00
23:00	900	73,39	30,39	99.00
00:00	960	73,45	30,45	99.00

TABELA 19 - POÇO 18 - VILA PASSOS

01:00	1020	73,39	30,39	99,00
02:00	1080	73,43	30,43	99,00
03:00	1140	73,45	30,45	99,00
04:00	1200	73,43	30,43	99,00
05:00	1260	73,39	30,39	99,00
06:00	1320	73,45	30,45	99,00
07:00	1380	73,43	30,43	99,00
08:00	1440	73,45	30,45	99,00
DATA:	31/8/1997		Etapa	Recuperação
HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	Recuperação (m)	Qmédia (m³/h)
08:00	0	70,00		
08:01	1	65,56		
08:02	2	64,81		
08:03	3	64,40		
08:04	4	64,14		
08:05	5	63,91		
08:06	6	63,67		
08:07	7	63,20		
08:08	8	63,04		
08:09	9	62,98		
08:10	10	62,95		
08:12	12	62,84		
08:14	14	62,70		
08:16	16	62,57		
08:18	18	62,45		
08:20	20	62,33		
08:25	25	62,08		
08:30	30	61,87		
08:40	40	61,68		
08:50	50	61,54		
09:00	60	61,25		
09:20	80	61,04		
09:40	100	61,30		
10:00	120	61,25		
10:30	150	61,12		
11:00	180	61,00		
11:30	210	61,00		
12:00	240	61,00		
12:30	270	60,60		
13:00	300	60,60		
13:30	330	60,40		
14:00	360	60,30		
14:40	400	60,10		
15:20	440	60,10		
16:00	480	60,10		
			CONTINUAÇÃO	

TABELA 19 - POÇO 18 - VILA PASSOS

[illegible]

TABELA 19 - POÇO 18 - VILA PASSOS

[illegible]

[illegible]

TABELA 19 - POÇO 18 - VILA PASSOS

[illegible]

TESTE DE PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO DE POÇO TUBULAR

Poço:	P.19	Município:	Lorena
Proprietário:	SABESP	Local:	Vera Cruz
EQUIPAMENTO DE BOMBEAMENTO			
Diam do Poço (pol):	10"	Vazão: Pitot	6"x4.3'4"
tipo:	Submersa	marca:	Haupt
potência (cv)	80	prof. crivo	160,00
diam.(pol.):	9.1/2	modelo:	Q-83/12
Prof. N.E.(m):	71,51	referência de medidas:	solo

Início				Término			
data:	26/3/2001	hora:	12:00	data:	27/3/2001	hora:	22:00
Q (m3/h)	N.D.(m)	s med (m)	s/Q (m/m3/h)	Q/s (m3/h/m)	duração (h)		
72,02	134,03	62,52	0,8681	1,1520	24,00		
53,86	199,87	38,36	0,7122	1,4041	02:00		
43,01	100,72	29,21	0,6791	1,4724	02:00		
29,31	91,84	20,33	0,6889	1,4515	02:00

INTERPRETAÇÃO

Equação tipo:	$s=B*Q+C*Q^2$	Q/s (m3/h/m) =	11,710
B =	0,050	s/Q (m/m3/h) =	0,080
S=	4.48E-06	Eficiência $(BQ/(BQ+CQ^2) \times 100) =$	53,8%
C=	0,001000	T (m2/dia) =	179,11

CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO PREVISTAS

Vazão 1 (m3/h):	60,00	Nível dinâmico	124,00	Teor de Areia:	isento	Prof. da bomba (	160,00
Vazão 2 (m3/h):		Nível dinâmico (m):		Teor de Areia:		Prof. da bomba (m):	

REGIME DE BOMBEAMENTO MÁXIMO PERMITIDO = 18 H /DIA

Execução:	SONDÁGUA	Data:	27/3/2001
Interpretação:	Geol.Fernando Wili Bastos Franco Filho	Data:	27/3/2001

FIGURA 59 - POÇO 19 - VERA CRUZ

Test Date	26/mar/01
Pumping Duration	1440,00
Standing Water Level	71,51
Pumping Started	12,00
Bore radius (m)	0,25
Discharge Rate (m3/d)	5280,00

Time Since Pumping Started (min)	Water Level (m)	Drawdown s' (m)
5	119,01	47,50
10	122,06	50,55
14	123,39	51,88
20	124,51	53,00
30	125,62	54,11
40	126,58	55,07
50	127,13	55,62
60	127,70	56,19
120	129,81	58,30
180	130,87	59,36
240	131,03	59,52
480	132,68	61,17
720	133,36	61,85
840	133,82	62,31
960	134,04	62,53
1020	134,12	62,61
1080	134,17	62,66
1140	134,26	62,75
1200	134,20	62,69
1260	134,24	62,73
1320	134,04	62,53
1380	134,05	62,54
1440	134,03	62,52

ANALYSIS OF DRAWDOWN USING THE JACOB METHOD

Transmissivity (m2/d) 179,11

Storativity 4,48E-06

ΔS

Y Intercept

r

t intercept

5,39

46,48

0,99

0,000001

Jacob Analysis of Drawdown - Pump Bore 19

TABELA 20 - POÇO 19 - VERA CRUZ

POÇO Nº	EMPRESA	LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
19	Sondágua	Vera Cruz	Sabesp	Lorena
UTM EO	UTM NS	COTA (m)	EQUIPAMENTO	MARCA
490,06	7484,99	535	Bomba Submersa	Ebara 80 HP
DATA:	TIPO TESTE		Transmissividade	Q média (m³/h)
26/3/2001	Maxima			
HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAM. (m)	VAZÃO (m³/h)
12:00	0	71,51	0,00	153.45
12:01	1	107,20	64,20	153.45
12:02	2	107,14	64,14	153.45
12:03	3	115,25	72,25	153.45
12:04	4	117,39	74,39	153.45
12:05	5	119,01	76,01	118.49
12:06	6	120,01	77,01	118.49
12:07	7	120,80	77,80	118.49
12:08	8	121,24	78,24	118.49
12:09	9	121,74	78,74	118.49
12:10	10	122,06	79,06	105.69
12:12	12	122,80	79,80	105.69
12:14	14	123,39	80,39	105.69
12:16	16	123,80	80,80	105.69
12:18	18	124,19	81,19	105.69
12:20	20	124,51	81,51	103.03
12:25	25	125,04	82,04	102.85
12:30	30	125,62	82,62	99.55
12:35	35	126,13	83,13	98.95
12:40	40	126,58	83,58	95.44
12:50	50	127,13	84,13	94.58
13:00	60	127,70	84,70	94.09
13:10	70	128,09	85,09	90.45
13:20	80	128,59	85,59	85.28
13:30	90	128,95	85,95	86.16
14:00	120	129,81	86,81	84.11
14:30	150	130,39	87,39	82.64
15:00	180	130,87	87,87	81.63
15:30	210	130,95	87,95	81.81
16:00	240	131,03	88,03	81.22
16:30	270	131,41	88,41	81.48
17:00	300	131,66	88,66	81.63
17:30	330	131,74	88,74	78.60
18:00	360	131,95	88,95	77.55
19:00	420	132,31	89,31	79.33
20:00	480	132,68	89,68	77.61
21:00	540	133,05	90,05	77.25
22:00	600	133,19	90,19	76.72
23:00	660	133,31	90,31	75.09
POÇO Nº	EMPRESA	LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
19	Sondágua	Vera Cruz	Sabesp	Lorena

TABELA 20 - POÇO 19 - VERA CRUZ

HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAM. (m)	VAZÃO (m³/h)
00:00	720	133,36	90,36	73.11
01:00	780	133,70	90,70	72.00
02:00	840	133,82	90,82	72.14
03:00	900	133,94	90,94	73.31
04:00	960	134,04	91,04	73.20
05:00	1020	134,12	91,12	74.13
06:00	1080	134,17	91,17	72.87
07:00	1140	134,26	91,26	72.43
08:00	1200	134,20	91,20	73.11
09:00	1260	134,24	91,24	72.87
10:00	1320	134,04	91,04	72.87
11:00	1380	134,05	91,05	72.26
12:00	1440	134,03	91,03	72.02
Data	27/3/2001	Tipo de Teste	Etapa	Recuperação
HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	RECUP (m)	Q média (m³/h)
12:00	0	71.51		
12:01	1	108.54		
12:02	2	102.85		
12:03	3	99.75		
12:04	4	97.88		
12:05	5	96.55		
12:06	6	95.32		
12:07	7	94.58		
12:08	8	93.82		
12:09	9	93.13		
12:10	10	92.71		
12:12	12	91.79		
12:14	14	91.28		
12:16	16	90.71		
12:18	18	90.08		
12:20	20	89.57		
12:25	25	88.44		
12:30	30	87.42		
12:35	35	86.63		
12:40	40	85.90		
12:50	50	84.69		
13:00	60	83.69		
13:10	70	82.88		
13:20	80	82.31		
13:30	90	81.77		
14:00	120	80.30		
14:30	150	79.04		
15:00	180	78.15		
15:30	210	77.43	CONTINUAÇÃO	
16:00	240	76.75		

TABELA 20 - POCO 19 - VERA CRUZ[illegible]

TABELA 20 - POÇO 19 - VERA CRUZ

[illegible]

TABELA 20 - POÇO 19 - VERA CRUZ

[illegible]

TESTE DE PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO DE POÇO TUBULAR

Poço:	P.20	Município:	Lorena
Proprietário:	SABESP	Local:	Estrada do Piagui s/nº - Vila Cristina
EQUIPAMENTO DE BOMBEAMENTO			
Diam do Poço (pol):	10"até 170.03 m e 8"até 237.26 m	Vazão: Pitot 6"x4.3'4"	
tipo:	Submersa	marca:	Haupt
		potência (cv)	150
diam.(pol.):	9.1/2	modelo:	Q-83-6
		prof.crivo	123,00
Prof. N.E.(m):	56,56	referência de medidas:	solo

Início				Término			
data:	26/10/2001	hora:	10:00	data:	27/10/2001	hora:	10:00
Q (m3/h)	N.D.(m)	s med (m)	s/Q (m/m3/h)	Q/s (m3/h/m)	duração (h)		
220,18	75,35	18,79	0,0853	11,7179	24,00		
198,82	72,90	16,34	0,0822	12,1677	02:00		
154,71	69,23	12,67	0,0819	12,2107	02:00		
110,04	66,18	9,62	0,0874	11,4387	02:00

INTERPRETAÇÃO

Equação tipo:	$s=B \cdot Q+C \cdot Q^2$	Q/s (m3/h/m) =	11,710
B =	0,080	s/Q (m/m3/h) =	0,080
S =	8.16E-06	Eficiência $(BQ/(BQ+CQ^2)) \times 100 =$	93,8%
C =	0,000034	T (m2/dia) =	326,30

CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO PREVISTAS

Vazão 1 (m3/h):	180,00	Nível dinâmico	71,92	Teor de Areia:	isento	Prof. da bomba (	90,00
Vazão 2 (m3/h):		Nível dinâmico (m):		Teor de Areia:		Prof. da bomba (m):	

REGIME DE BOMBEAMENTO MÁXIMO PERMITIDO = 18 H / DIA

Execução:	HIDROGE&S	Data:	27/10/2001
Interpretação:	Geol.Fernando Wili Bastos Franco Filho	Data:	5/11/2001

FIGURA 61 - POÇO 20 - VILA CRISTINA

Test Date	26/out/01
Pumping Duration	1440,00
Standing Water Level	56,56
Pumping Started	10,00
Bore radius (m)	0,25
Discharge Rate (m3/d)	5280,00

Time Since Pumping Started (min)	Water Level (m)	Drawdown s' (m)
5	56,56	0,00
10	69,00	12,44
14	69,50	12,94
20	69,84	13,28
30	70,40	13,84
40	70,73	14,17
50	71,07	14,51
60	71,40	14,84
120	72,34	15,78
180	72,63	16,07
240	73,08	16,52
480	74,00	17,44
720	74,35	17,79
840	74,66	18,10
960	74,84	18,28
1020	74,95	18,39
1080	75,02	18,46
1140	75,11	18,55
1200	75,26	18,70
1260	75,08	18,52
1320	75,11	18,55
1380	75,00	18,44
1440	75,35	18,79

ANALYSIS OF DRAWDOWN USING THE JACOB METHOD

Transmissivity (m2/d)	326,30	ΔS	2,96
Storativity	8,16E-06	Y Intercept	9,48
		r	1,00
		t intercept	0,000001

Jacob Analysis of Drawdown - Pump Bore 20

FIGURA 62 - POÇO P.20 - VILA CRISTINA

TABELA 21 - POÇO 20 - VILA CRISTINA

POÇO Nº	EMPRESA	LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
20	Hidrogesp	Vila Cristina	Sabesp	Lorena
UTM EO	UTM NS	COTA (m)	TIPO DE EQUIP.	MARCA
485,93	7448,92	560	Bomba Submersa	Ebara 150HP
DATA:	TIPO TESTE	Coef. Armznmtto	Transmissividade	Q média (m³/h)
26/10/2001	Maxima			
HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAM. (m)	VAZÃO (m³/h)
10:00	0	56,56	0	
10:01	1	66,90	23,90	228,30
10:02	2	67,35	24,35	228,30
10:03	3	67,69	24,69	228,30
10:04	4	67,76	24,76	228,30
10:05	5	56,56	13,56	228,30
10:06	6	68,33	25,33	228,30
10:07	7	68,51	25,51	227,23
10:08	8	68,80	25,80	227,23
10:09	9	68,85	25,85	226,69
10:10	10	69,00	26,00	226,69
10:12	12	69,28	26,28	226,69
10:14	14	69,50	26,50	226,16
10:16	16	69,52	26,52	226,16
10:18	18	69,68	26,68	226,16
10:20	20	69,84	26,84	226,16
10:25	25	70,16	27,16	226,16
10:30	30	70,40	27,40	226,16
10:35	35	70,52	27,52	225,62
10:40	40	70,73	27,73	225,62
10:50	50	71,07	28,07	224,24
11:00	60	71,40	28,40	224,24
11:10	70	71,58	28,58	224,24
11:20	80	71,76	28,76	224,00
11:30	90	71,93	28,93	224,00
11:40	100	72,10	29,10	224,00
11:50	110	72,23	29,23	223,46
12:00	120	72,34	29,34	223,46
12:30	150	72,50	29,50	223,46
13:00	180	72,63	29,63	223,46
13:30	210	72,98	29,98	223,46
14:00	240	73,08	30,08	222,92
14:30	270	73,26	30,26	222,37
15:00	300	73,40	30,40	222,37
15:30	330	73,52	30,52	222,37
16:00	360	73,59	30,59	222,37
16:30	390	73,60	30,60	222,37
17:00	420	73,74	30,74	222,37
18:00	480	74,00	31,00	222,37
19:00	540	74,06	31,06	222,37

TABELA 21 - POÇO 20 - VILA CRISTINA

HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAM. (m)	VAZÃO (m³/h)
POÇO Nº	EMPRESA	LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
20	Hidrogesp	Vila Cristina	Sabesp	Lorena
20:00	600	74,20	31,20	222,37
21:00	660	74,52	31,52	222,37
22:00	720	74,35	31,35	221,82
23:00	780	74,42	31,42	221,82
00:00	840	74,66	31,66	221,82
01:00	900	74,73	31,73	221,82
02:00	960	74,84	31,84	221,82
03:00	1020	74,95	31,95	221,82
04:00	1080	75,02	32,02	221,82
05:00	1140	75,11	32,11	221,82
06:00	1200	75,26	32,26	221,82
07:00	1260	75,08	32,08	220,18
08:00	1320	75,11	32,11	220,18
09:00	1380	75,00	32,00	220,18
10:00	1440	75,35	32,35	220,18
DATA:	TIPO TESTE	Etapa		
26/10/2001	Recuperação	Recuperação		
HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	Recuperação (m)	VAZÃO MÉDIA (m³/h)
10:00	0	75,35		220,18
10:01	1	65,31		
10:02	2	64,73		
10:03	3	63,93		
10:04	4	63,57		
10:05	5	63,34		
10:06	6	63,20		
10:07	7	63,04		
10:08	8	62,96		
10:09	9	62,81		
10:10	10	62,64		
10:12	12	62,40		
10:14	14	62,28		
10:16	16	62,11		
10:18	18	62,02		
10:20	20	61,89		
10:25	25	61,67		
10:30	30	61,61		
10:35	35	61,50		
10:40	40	61,34		
10:50	50	61,17		
11:00	60	60,87	CONTINUAÇÃO I	
11:10	70	60,59		

TABELA 21 - POÇO 20 - VILA CRISTINA

HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAM. (m)	VAZÃO (m³/h)
POÇO Nº	EMPRESA	LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
20	Hidrogesp	Vila Cristina	Sabesp	Lorena
11:20	80	60,40		
11:30	90	60,26		
12:00	120	60,02		
12:30	150	59,80		
13:00	180	59,57		
13:30	210	59,40		
14:00	240	59,29	CONTINUAÇÃO II	

TABELA 21 - POÇO 20 - VILA CRISTINA

POÇO Nº	Nº DO POÇO EMPR.PERF.	ENDEREÇO DO LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
20	Hidrogesp	Vila Cristina	Sabesp	Lorena
COORD. km EO	COORD. km NS	COTA DA BOCA (m)	TIPO DE EQUIP.	MARCA E MOD.
485,93	7448,92	560		Ebara 150 HP
DATA:	TIPO TESTE	Coefficiente de Armazenamento	Transmissividade	Vazão média (m³/h)
27/10/2002	Escalonado 50%			
HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAM. (m)	VAZÃO (m³/h)
14:00	0	59,29	0	
14:01	1	64,29	21,29	110,09
14:02	2	64,38	21,38	110,04
14:03	3	64,54	21,54	110,04
14:04	4	64,65	21,65	110,04
14:05	5	64,78	21,78	110,04
14:06	6	64,87	21,87	110,04
14:07	7	64,95	21,95	110,04
14:08	8	64,97	21,97	110,04
14:09	9	65,02	22,02	110,04
14:10	10	65,10	22,1	110,04
14:12	12	65,15	22,15	110,04
14:14	14	65,19	22,19	110,04
14:16	16	65,24	22,24	110,04
14:18	18	65,31	22,31	110,04
14:20	20	65,38	22,38	110,04
14:25	25	65,43	22,43	110,04
14:30	30	65,45	22,45	110,04
14:35	35	65,52	22,52	110,04
14:40	40	65,60	22,6	110,04
14:50	50	65,62	22,62	110,04
15:00	60	65,87	22,87	110,04
15:10	70	65,92	22,92	110,04
15:20	80	66,01	23,01	110,04
15:30	90	66,02	23,02	110,04
15:40	100	66,18	23,18	110,04
15:50	110	66,26	23,26	110,04
16:00	120	66,18	23,18	110,04

TABELA 21 - POÇO 20 - VILA CRISTINA

POÇO Nº	Nº DO POÇO EMPR.PERF.	ENDEREÇO DO LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
20	Hidrogesp	Vila Cristina	Sabesp	Lorena
COORD. km EO	COORD. km NS	COTA DA BOCA (m)	TIPO DE EQUIP.	MARCA E MOD.
485,93	7448,92	560		Ebara 150HP
DATA:	TIPO TESTE	Coefficiente de Armazenamento	Transmissividade	Vazão média (m³/h)
27/10/2001	Escalonado 70%			
HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAM. (m)	VAZÃO (m³/h)
16:00	0	66,18	0	
16:01	1	67,97	24,97	157.000
16:02	2	68,02	25,02	157.000
16:03	3	68,07	25,07	157.000
16:04	4	68,23	25,23	154.71
16:05	5	68,40	25,40	154.71
16:06	6	68,45	25,45	154.71
16:07	7	68,54	25,54	154.71
16:08	8	68,60	25,60	154.71
16:09	9	68,60	25,60	154.71
16:10	10	68,62	25,62	154.71
16:12	12	68,69	25,69	154.71
16:14	14	68,74	25,74	154.71
16:16	16	68,80	25,80	154.71
16:18	18	68,84	25,84	154.71
16:20	20	68,89	25,89	154.71
16:25	25	68,92	25,92	154.71
16:30	30	68,96	25,96	154.71
16:35	35	69,03	26,03	154.71
16:40	40	69,12	26,12	154.71
16:50	50	69,20	26,20	154.71
17:00	60	69,20	26,20	154.71
17:10	70	69,20	26,20	154.71
17:20	80	69,20	26,20	154.71
17:30	90	69,26	26,26	154.71
17:40	100	69,30	26,30	154.71
17:50	110	69,34	26,34	154.71
18:00	120	69,23	26,23	154.71

TABELA 21 - POÇO 20 - VILA CRISTINA

POÇO Nº	Nº DO POÇO EMPR.PERF.	ENDEREÇO DO LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
20			Sabesp	Lorena
COORD. km EO	COORD. km NS	COTA DA BOCA (m)	TIPO DE EQUIP.	MARCA E MOD.
485,93	7448,92	560	Bomba Submersa	Ebara 150 HP
DATA:	TIPO TESTE	Coefficiente de Armazenamento	Transmissividade	Vazão média (m³/h)
27/10/2001	Escalonado 90%			
HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAM. (m)	VAZÃO (m³/h)
18:00	0	69,23	0	
18:01	1	71,32	28,32	198.82
18:02	2	71,49	28,49	198.82
18:03	3	71,53	28,53	198.82
18:04	4	71,56	28,56	198.82
18:05	5	71,60	28,60	198.82
18:06	6	71,60	28,60	198.82
18:07	7	71,60	28,60	198.82
18:08	8	71,60	28,60	198.82
18:09	9	71,60	28,60	198.82
18:10	10	71,60	28,60	198.82
18:12	12	71,60	28,60	198.82
18:14	14	71,60	28,60	198.82
18:16	16	71,60	28,60	198.82
18:18	18	71,68	28,68	198.82
18:20	20	71,72	28,72	198.82
18:25	25	71,80	28,80	198.82
18:30	30	71,94	28,94	198.82
18:35	35	72,35	29,35	198.82
18:40	40	72,29	29,29	198.82
18:50	50	72,40	29,40	198.82
19:00	60	72,48	29,48	198.82
19:10	70	72,52	29,52	198.82
19:20	80	72,60	29,60	198.82
19:30	90	72,69	29,69	198.82
19:40	100	72,72	29,72	198.82
19:50	110	72,78	29,78	198.82
20:00	120	72,90	29,90	198.82

TESTE DE PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO DE POÇO TUBULAR

Poço:	P.21	Município:	Lorena
Proprietário:	SABESP	Local:	Parque Mondesir
EQUIPAMENTO DE BOMBEAMENTO			
Diam do Poço (pol):		Vazão: Pitot 6"x4.3'4"	
tipo:	Submersa	marca:	Haupt
diam. (pol.):	9.1/2	modêlo:	Q-83-6
Prof. N.E. (m):	81,00	referência de medidas:	solo

Início				Término			
data:	26/10/2001	hora:	10:00	data:	27/10/2001	hora:	10:00
Q (m3/h)	N.D. (m)	s med (m)	s/Q (m/m3/h)	Q/s (m3/h/m)	duração (h)		
253,67	103,90	22,90	0,0903	11,0773	24,00		
228,36	98,17	17,17	0,0752	13,2964	03:00		
177,73	94,17	13,17	0,0741	13,4951	03:00		
126,91	90,08	9,08	0,0715	13,9789	03:00

INTERPRETAÇÃO

Equação tipo:	$s = B \cdot Q + C \cdot Q^2$	Q/s (m3/h/m) =	11,070
B =	0,075	s/Q (m/m3/h) =	0,090
S =	1.15E-05	Eficiência $(BQ / (BQ + CQ^2)) \times 100 =$	91,3%
C =	0,000040	T (m2/dia) =	461,66

CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO PREVISTAS

Vazão 1 (m3/h):	240,00	Nível dinâmico	103,00	Teor de Areia:	isento	Prof. da bomba (	118,00
Vazão 2 (m3/h):		Nível dinâmico (m):		Teor de Areia:		Prof. da bomba (m):	

REGIME DE BOMBEAMENTO MÁXIMO PERMITIDO = 18 H /DIA

Execução:	HIDROGESP	Data:	15/2/2002
Interpretação:	Geol. João Carlos Simanke de Souza	Data:	15/2/2002

FIGURA 63 - POÇO PQ. MONDESIR

Test Date	10/fev/02
Pumping Duration	1440,00
Standing Water Level	81,00
Pumping Started	8,00
Bore radius (m)	0,25
Discharge Rate (m3/d)	6072,00

Time Since Pumping Started (min)	Water Level (m)	Drawdown s' (m)
5	94,00	13,00
10	95,22	14,22
14	98,46	17,46
20	98,46	17,46
30	98,86	17,86
40	99,62	18,62
50	99,94	18,94
60	100,13	19,13
120	100,88	19,88
180	101,25	20,25
240	101,33	20,33
480	102,00	21,00
720	102,42	21,42
840	102,74	21,74
960	102,79	21,79
1020	102,83	21,83
1080	102,93	21,93
1140	102,93	21,93
1200	103,00	22,00
1260	103,03	22,03
1320	103,02	22,02
1380	102,95	21,95
1440	103,90	22,90

ANALYSIS OF DRAWDOWN USING THE JACOB METHOD

Transmissivity (m2/d)	461,66	ΔS	2,41
Storativity	1,15E-05	Y Intercept	14,64
		r	0,99
		t intercept	0,000001

Jacob Analysis of Drawdown - Pump Bore 21

FIGURA 64 - POÇO 21 - PARQUE MONDESIR

TABELA 22 - POÇO PQ. MONDESIR

POÇO N°	EMPRESA	LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
21	Hidrogesp	Parque Mondesir	Sabesp	Lorena
UTM EO	UTM NS	COTA (m)	EQUIPAMENTO	MARCA
487,64	7.483,91	540	Bomba Submersa	Ebara 150HP
DATA:	TIPO TESTE	Coefficiente de Armazenamento	Transmissividade	Q média (m³/h)
10/2/2002	Maxima			
HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAM. (m)	VAZÃO (m³/h)
08:00	0	81,00	0	
08:01	1	92,11	49,11	229.89
08:02	2	92,38	49,38	229.89
08:03	3	95,00	52,00	228.83
08:04	4	93,50	50,50	229.83
08:05	5	94,00	51,00	228.30
08:06	6	94,26	51,26	228.30
08:07	7	94,42	51,42	228.30
08:08	8	94,54	51,54	228.30
08:09	9	94,85	51,85	228.30
08:10	10	95,22	52,22	228.30
08:12	12	98,50	55,50	263.4
08:14	14	98,46	55,46	263.4
08:16	16	98,16	55,16	263.4
08:18	18	98,27	55,27	263.4
08:20	20	98,46	55,46	263.4
08:25	25	98,75	55,75	262.10
08:30	30	98,86	55,86	262.10
08:35	35	99,30	56,30	261.64
08:40	40	99,62	56,62	261.64
08:50	50	99,94	56,94	261.17
09:00	60	100,13	57,13	261.17
09:10	70	100,31	57,31	260.70
09:20	80	100,46	57,46	260.70
09:30	90	100,60	57,60	260.70
09:40	100	100,76	57,76	260.70
09:50	110	100,85	57,85	260.23
10:00	120	100,88	57,88	259.29
10:30	150	101,09	58,09	259.29
11:00	180	101,25	58,25	258.82
11:30	210	101,28	58,28	258.35
12:00	240	101,33	58,33	258.35
12:30	270	101,39	58,39	258.35
13:00	300	101,54	58,54	258.35
13:30	330	101,64	58,64	257.87
14:00	360	101,66	58,66	257.40
14:30	390	101,80	58,80	257.40
15:00	420	101,86	58,86	257.40
16:00	480	102,00	59,00	256.92

TABELA 22 - POÇO PQ. MONDESIR

HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAM. (m)	VAZÃO (m³/h)
POÇO N°	EMPRESA	LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
21	Hidrogesp	Parque Mondesir	Sabesp	Lorena
17:00	540	102,07	59,07	256.45
18:00	600	102,25	59,25	255.97
19:00	660	102,31	59,31	255.49
20:00	720	102,42	59,42	255.49
21:00	780	102,65	59,65	255.01
22:00	840	102,74	59,74	254.53
23:00	900	102,69	59,69	254.05
00:00	960	102,79	59,79	254.53
01:00	1020	102,83	59,83	254.05
02:00	1080	102,93	59,93	254.05
03:00	1140	102,93	59,93	254.05
04:00	1200	103,00	60,00	254.05
05:00	1260	103,03	60,03	253.67
06:00	1320	103,02	60,02	253.67
07:00	1380	102,95	59,95	253.67
08:00	1440	103,90	60,90	253.67
DATA:	TIPO TESTE	Etapa		
10/2/2002	Recuperação	Recuperação		
HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	Recuperação (m)	VAZÃO
				MÉDIA (m³/h)
08:00	0	103,90		220,18
08:01	1	90,23		
08:02	2	89,70		
08:03	3	88,94		
08:04	4	88.82		
08:05	5	88.56		
08:06	6	88.33		
08:07	7	88.14		
08:08	8	88.00		
08:09	9	87.84		
08:10	10	87.75		
08:12	12	87.57		
08:14	14	87.40		
08:16	16	87.20		
08:18	18	87.00		
08:20	20	86.92		
08:25	25	86.73		
08:30	30	86.57		
08:35	35	86.38		
08:40	40	86.21	CONTINUAÇÃO I	
08:50	50	85.12		

TABELA 22 - POÇO PQ. MONDESIR

HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAM. (m)	VAZÃO (m³/h)
DATA:	TIPO TESTE	Etapa		
10/2/2002	Recuperação	Recuperação		
09:00	60	85.80		
09:10	70	85.65		
09:20	80	85.51		
09:30	90	85.31		
10:00	120	85.13		
10:30	150	84.94		
11:00	180	84.72		
11:30	210	84.58		
12:00	240	84.52		
			CONTINUAÇÃO II	

TABELA 22 - POÇO PQ. MONDESIR

POÇO Nº	Nº DO POÇO EMPR.PERF.	ENDEREÇO DO LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
21	Hidrogesp	Parque Mondesir	Sabesp	Lorena
POÇO Nº	EMPRESA	LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
21	Hidrogesp	Parque Mondesir	Sabesp	Lorena
UTM EO	UTM NS	COTA (m)	EQUIPAMENTO	MARCA
487,64	7.483,91	540	Bomba Submersa	Ebara 150HP
DATA:	TIPO TESTE	Coefficiente de Armazenamento	Transmissividade	Q média (m³/h)
10/2/2002	50%			
HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAM. (m)	VAZÃO (m³/h)
09:02	2	87,87	44,87	127.84
09:03	3	88,01	45,01	127.84
09:04	4	88,30	45,30	127.84
09:05	5	88,20	45,20	126.91
09:06	6	88,42	45,42	126.91
09:07	7	88,26	45,26	126.91
09:08	8	88,43	45,43	126.91
09:09	9	88,41	45,41	126.91
09:10	10	88,53	45,53	126.91
09:12	12	88,54	45,54	126.91
09:14	14	88,80	45,80	126.91
09:16	16	88,90	45,90	126.91
09:18	18	88,94	45,94	126.91
09:20	20	88,96	45,96	126.91
09:25	25	89,18	46,18	126.91
09:30	30	89,25	46,25	126.91
09:35	35	89,31	46,31	126.91
09:40	40	89,36	46,36	126.91
09:50	50	89,45	46,45	126.91
10:00	60	89,57	46,57	125.98
10:10	70	89,58	46,58	125.98
10:20	80	89,70	46,70	126.91
10:30	90	89,82	46,82	126.91
10:40	100	89,95	46,95	126.91
10:50	110	89,90	46,90	126.91
11:00	120	89,95	46,95	126.91
11:30	150	90,04	47,04	126.91
12:00	180	90,08	47,08	126.91

TABELA 22 - POÇO PQ. MONDESIR

POÇO Nº	EMPRESA	LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
21	Hidrogesp	Parque Mondesir	Sabesp	Lorena
UTM EO	UTM NS	COTA (m)	EQUIPAMENTO	MARCA
487,64	7.483,91	540	Bomba Submersa	Ebara 150HP
DATA:	TIPO TESTE	Coefficiente de Armazenamento	Transmissividade	Q média (m³/h)
10/2/2002	75%	.		
HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAM. (m)	VAZÃO (m³/h)
12:00	0	90,08	0	
12:01	1	92,50	49,50	181.07
12:02	2	92,75	49,75	180.41
12:03	3	92,82	49,82	179.07
12:04	4	93,00	50,00	179.07
12:05	5	93,08	50,08	179.07
12:06	6	93,14	50,14	179.07
12:07	7	93,15	50,15	179.07
12:08	8	93,15	50,15	179.07
12:09	9	93,16	50,16	179.07
12:10	10	93,18	50,18	179.07
12:12	12	93,22	50,22	179.07
12:14	14	93,27	50,27	179.07
12:16	16	93,33	50,33	179.07
12:18	18	93,34	50,34	179.07
12:20	20	93,37	50,37	179.07
12:25	25	93,47	50,47	179.07
12:30	30	93,48	50,48	179.07
12:35	35	93,54	50,54	179.07
12:40	40	93,59	50,59	179.07
12:50	50	93,70	50,70	179.07
13:00	60	93,78	50,78	179.07
13:10	70	93,78	50,78	178.40
13:20	80	93,79	50,79	178.40
13:30	90	93,83	50,83	178.40
13:40	100	93,84	50,84	178.40
13:50	110	93,90	50,90	178.40
14:00	120	93,93	50,93	178.40
14:30	150	93,99	50,99	178.40
15:00	180	94,17	51,17	177.73

TABELA 22 - POÇO PQ. MONDESIR

POÇO Nº	EMPRESA	LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
21	Hidrogesp	Parque Mondesir	Sabesp	Lorena
UTM EO	UTM NS	COTA (m)	EQUIPAMENTO	MARCA
487,64	7.483,91	540	Bomba Submersa	Ebara 150HP
DATA:	TIPO TESTE	Coefficiente de Armazenamento	Transmissividade	Q média (m³/h)
10/2/2002	90%			
HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAM. (m)	VAZÃO (m³/h)
15:00	0	94,17	0	
15:01	1	96,25	53,25	222.92
15:02	2	96,87	53,87	229.36
15:03	3	96,83	53,83	229.36
15:04	4	97,00	54,00	229.36
15:05	5	97,02	54,02	229.36
15:06	6	97,10	54,10	229.36
15:07	7	97,15	54,15	229.36
15:08	8	97,15	54,15	229.36
15:09	9	97,18	54,18	229.36
15:10	10	97,21	54,21	229.36
15:12	12	97,21	54,21	229.36
15:14	14	97,35	54,35	229.36
15:16	16	97,35	54,35	229.36
15:18	18	97,42	54,42	229.36
15:20	20	97,48	54,48	229.36
15:25	25	97,51	54,51	228.83
15:30	30	97,55	54,55	228.83
15:35	35	97,60	54,60	228.83
15:40	40	97,67	54,67	228.83
15:50	50	97,63	54,63	228.83
16:00	60	97,70	54,70	228.83
16:10	70	97,78	54,78	228.83
16:20	80	97,83	54,83	228.83
16:30	90	97,92	54,92	228.83
16:40	100	97,98	54,98	228.83
16:50	110	98,00	55,00	228.83
17:00	120	98,00	55,00	228.30
17:30	150	98,15	55,15	228.30
18:00	180	98,16	55,16	228.30

4.3 – Interpretação dos dados

4.3.1 – Águas meteóricas

O clima regional é do tipo tropical úmido e de acordo com as médias pode ser considerado correto adotar a média de temperatura de 22°C para a área estudada. As médias mensais atingem seus valores mínimos, inferiores a 10°C nos altos serranos e em torno de 15°C nos meses de maio a agosto, sendo julho o de mais baixa temperatura. As médias mensais mais elevadas, superiores a 25°C , ocorrem no período de novembro a março, atingindo valores máximos em fevereiro.

Podemos considerar um regime de chuvas em que temos um período mais chuvoso, com cerca de 70% do volume anual, ocorrendo de outubro a março, por vezes abril, e o mais seco que vai de abril a setembro. Os dados trabalhados nos comparativos mostram que as médias mensais do período chuvoso variam entre 130 e 452 mm, enquanto os valores mensais no período seco vão de 0 a 90 mm. A distribuição espacial dos totais médios reflete uma grande influência da topografia e orografia. De fato, na região serrana os valores médios anuais se situam em torno de 1.800 a 2.000 mm, enquanto no vale aproximam-se dos 1.200 mm.

4.3.2 – Águas Superficiais

A saída de água das bacias hidrográficas ocorre na forma de fluxo superficial e subterrâneo, com processos complexos, dependendo do regime de chuvas, da capacidade de retenção e infiltração de água do solo, da geomorfologia, das formas de uso e ocupação do meio físico e muitos outros fatores. As condições estáticas e dinâmicas do sistema acabam ditando a forma de escoamento; o fator dinâmico é representado pela chuva que geralmente ocorre de maneira aleatória sobre a área da bacia hidrográfica, causando variações rápidas de escoamentos de superfícies, muitas vezes gerando enchentes na drenagem. Entretanto sua importância não tem reflexos diretos no fluxo subterrâneo, em virtude da redução de impacto proporcionada pelas baixas velocidades de escoamento, da ordem de centímetros a metros por dia. Em função disto a análise dos fluxos superficiais usa modelos probabilísticos ou randômicos, enquanto os fluxos subterrâneos preferem modelos determinísticos. Os aspectos do meio físico são adotados com base nas características hidrológicas do solo e do quadro vocacional geológico-geomorfológico, tais como retenção de umidade e de infiltração do solo. No caso o rio Paraíba do sul apresenta uma ordem de grandeza que se comporta com vazões médias acima de $200\text{ m}^3/\text{s}$ no período chuvoso, caindo para 50 a $100\text{ m}^3/\text{s}$ na estiagem. Certamente grande parte ou a quase totalidade do fluxo de base é sustentado por água subterrânea. O cálculo, ainda que estimativo, demandaria um grande conhecimento das metodologias – há no mínimo cinco bons métodos para cálculo de evapotranspiração (Thornthwaite, 1955):

- Thornthwaite 1948
- Tanque Classe A
- Penman-Monteith
- Hargreaves & Samani
- Blaney & Criddle.

Observa-se que o balanço hídrico (Fig. 65) apresentado por Reis, 2003 utilizando a metodologia de planilhas (Tabela 25) ExcelTM (D'Angiolella, 2002), anexada ao presente como contribuição ao assunto, trata-se de simulação atual que abrange a área de estudo, apresentando um excedente hídrico médio anual de 392 mm (Tabela 23), o que equivale a $572\text{ mil m}^3/\text{ano}$ para uma área de 1.400 km^2 .

Balanço Hídrico Climatológico - Thornthwaite & Mather, 1955.

Instruções

Gustavo D'Angiolella
BHídrico GD V.3.2 - 2002

Localidade Baía Rio Paraíba do Sul

Método Thornthwaite, 1948

Latitude -23,03

Altitude 577,80

CAD 125

Anemômetro 10,00

Período 1993/2002

Bordadura 5,00

Tempo Meses	Tmáx. °C	Tmín. °C	Tméd. °C	UR %	Evaporação mm	Prec. mm	Insolação horas	Vento m/s	Porcentagem de luz solar (p).
Jan	35,3	16,7	23,7	78,8	152,4	226,8	5,1	1,7	0,24
Fev	34,6	17,1	23,8	79,9	125,4	208,1	5,2	1,7	0,26
Mar	33,9	15,2	23,1	79,5	127,4	182,0	5,4	1,6	0,27
Abr	32,6	11,2	21,3	78,3	110,3	51,4	6,3	1,6	0,29
Mai	30,4	7,9	18,2	79,6	85,4	56,5	5,6	1,5	0,30
Jun	29,1	6,0	16,4	79,3	71,5	26,2	5,9	1,3	0,31
Jul	29,9	5,5	16,5	76,3	82,5	23,6	5,9	1,4	0,31
Ago	32,7	7,8	17,9	72,0	105,0	31,8	6,4	1,6	0,31
Set	34,3	8,3	19,4	73,3	109,9	87,4	4,7	2,1	0,28
Out	35,0	12,5	21,5	73,2	140,6	116,6	5,2	2,2	0,26
Nov	35,2	12,7	22,3	74,2	141,1	155,4	5,3	2,0	0,25
Dez	35,1	15,1	23,5	76,3	153,1	181,3	5,3	1,9	0,24
Média	33,2	11,3	20,6	76,7	117,1	112,3	5,5	1,7	0,28
Total/Ano	-	-	-	-	1404,6	1347,1	2016,6	-	-

Tempo Meses	ETP mm	P-ETP mm	NEG-AC	ARM mm	ALT mm	ETR mm	DEF mm	EXC mm	Prova Real
Jan	119,4	107,4	0,0	125,0	0,0	119,4	0,0	107,4	ETP=ETR+DEF
Fev	104,9	103,2	0,0	125,0	0,0	104,9	0,0	103,2	972,5
Mar	103,7	78,3	0,0	125,0	0,0	103,7	0,0	78,3	P=ETR+EXC
Abr	78,9	-27,5	-27,5	100,3	-24,7	76,1	2,8	0,0	1365,4
Mai	54,4	2,1	0,0	102,4	2,1	54,4	0,0	0,0	P=ETP+(P-ETP)
Jun	40,5	-14,3	-14,3	111,5	9,1	35,3	5,1	0,0	1347,1
Jul	42,8	-19,2	-33,5	95,6	-15,9	39,5	3,3	0,0	Σ ALT
Ago	53,7	-21,9	-55,4	80,2	-15,4	47,2	6,5	0,0	0,0
Set	65,9	21,5	0,0	101,7	21,5	65,9	0,0	0,0	P-ETP=EXC-DEF
Out	90,6	26,0	0,0	125,0	23,3	90,6	0,0	2,7	392,9
Nov	99,5	55,9	0,0	125,0	0,0	99,5	0,0	55,9	
Dez	118,2	63,1	0,0	125,0	0,0	118,2	0,0	63,1	
Média	81,0	31,2	-10,9	-	-	79,6	1,5	34,2	
Total/Ano	972,5	374,6	-130,7	-	-	954,6	17,8	410,7	

Balanço Hídrico Climatológico - Thornthwaite & Mather, 1955.

Instruções

LocalidadeBacia Rio Paraíba do Sul

Latitude-23,03

Anemômetro10,00

Gustavo D'Angiolella

BHídrico GD V.3.2 - 2002

Altitude577,80

Período1993/2002

Método

Thornthwaite, 1948

CAD125

Bordadura5,00

Tempo Meses	Tmáx. °C	Tmín. °C	Tméd. °C	UR %	Evaporação mm	Prec. mm	Insolação horas	Vento m/s	Porcentagem de luz solar (p).
Jan	35,3	16,7	23,7	78,8	152,4	226,8	5,1	1,7	0,24
Fev	34,6	17,1	23,8	79,9	125,4	208,1	5,2	1,7	0,26
Mar	33,9	15,2	23,1	79,5	127,4	182,0	5,4	1,6	0,27
Abr	32,6	11,2	21,3	78,3	110,3	51,4	6,3	1,6	0,29
Mai	30,4	7,9	18,2	79,6	85,4	56,5	5,6	1,5	0,30
Jun	29,1	6,0	16,4	79,3	71,5	26,2	5,9	1,3	0,31
Jul	29,9	5,5	16,5	76,3	82,5	23,6	5,9	1,4	0,31
Ago	32,7	7,8	17,9	72,0	105,0	31,8	6,4	1,6	0,31
Set	34,3	8,3	19,4	73,3	109,9	87,4	4,7	2,1	0,28
Out	35,0	12,5	21,5	73,2	140,6	116,6	5,2	2,2	0,26
Nov	35,2	12,7	22,3	74,2	141,1	155,4	5,3	2,0	0,25
Dez	35,1	15,1	23,5	76,3	153,1	181,3	5,3	1,9	0,24
Média	33,2	11,3	20,6	76,7	117,1	112,3	5,5	1,7	0,28
Total/Ano	-	-	-	-	1404,6	1347,1	2016,6	-	-

Tempo Meses	ETP mm	P-ETP mm	NEG-AC	ARM mm	ALT mm	ETR mm	DEF mm	EXC mm	Prova Real
Jan	119,4	107,4	0,0	125,0	0,0	119,4	0,0	107,4	ETP=ETR+DEF
Fev	104,9	103,2	0,0	125,0	0,0	104,9	0,0	103,2	972,5
Mar	103,7	78,3	0,0	125,0	0,0	103,7	0,0	78,3	
Abr	78,9	-27,5	-27,5	100,3	-24,7	76,1	2,8	0,0	P=ETR+EXC
Mai	54,4	2,1	0,0	102,4	2,1	54,4	0,0	0,0	1365,4
Jun	40,5	-14,3	-14,3	111,5	9,1	35,3	5,1	0,0	
Jul	42,8	-19,2	-33,5	95,6	-15,9	39,5	3,3	0,0	P=ETP+(P-ETP)
Ago	53,7	-21,9	-55,4	80,2	-15,4	47,2	6,5	0,0	1347,1
Set	65,9	21,5	0,0	101,7	21,5	65,9	0,0	0,0	
Out	90,6	26,0	0,0	125,0	23,3	90,6	0,0	2,7	Σ ALT
Nov	99,5	55,9	0,0	125,0	0,0	99,5	0,0	55,9	0,0
Dez	118,2	63,1	0,0	125,0	0,0	118,2	0,0	63,1	
Média	81,0	31,2	-10,9	-	-	79,6	1,5	34,2	P-ETP=EXC-DEF
Total/Ano	972,5	374,6	-130,7	-	-	954,6	17,8	410,7	392,9

FIGURA 65 - BALANÇO HÍDRICO BACIA RIO PARAÍBA DO SUL

Estimativa da evapotranspiração potencial para a localidade de: Bacia Rio Paraíba do Sul

ETP Mês	Thornthwaite mm	Hargreaves & Samani mm	Blaney & Criddle mm	Penman-Monteith-FAO mm	Tanque Classe A mm	Makkink mm
Jan	119,4	231,6	79,8	121,1	115,4	100,0
Fev	104,9	191,3	82,3	107,9	95,2	87,6
Mar	103,7	191,4	96,8	112,7	96,9	89,7
Abr	78,9	155,8	107,2	97,5	83,6	78,4
Mai	54,4	127,5	98,5	72,5	65,1	61,6
Jun	40,5	106,7	95,9	54,1	54,8	53,2
Jul	42,8	118,3	103,5	53,9	62,6	57,0
Ago	53,7	151,0	118,1	68,0	78,4	71,0
Set	65,9	185,7	91,0	79,0	81,1	71,3
Out	90,6	218,2	93,3	103,8	103,5	90,1
Nov	99,5	230,2	85,2	111,9	104,7	94,9
Dez	118,2	237,3	83,3	122,5	114,5	101,9
Média	81,0	178,8	94,6	92,1	88,0	79,7
Total/Ano	972,5	2145,1	1134,9	1105,0	1055,7	956,8

4.3.3. – Águas Subterrâneas

Sob o ponto de vista da interpretação dos dados elaboramos a Tabela 26 para comparar as transmissividades ocorrentes na área. Mais uma vez fica evidenciado que, mesmo havendo grandes variações, a parte construtiva dos poços exerce enorme influência sobre o resultado final dos poços. Isto porque não há justificativa para implementação de capacidades específicas (Figura 67) em poços substitutos construídos em distâncias de 10/20 m em relação aos desativados; obviamente não há lógica geológica, por mais caprichosa que seja a natureza, para justificar incrementos de 50 a 100% de capacidade produtiva após um uso quase abusivo dos poços desativados, praticamente ao lado, durante 17 anos (Figura 35) e 6 anos (Figura 36). O processo natural de descenso de nível, em função do bombeamento intensivo, é o resultado mais normal e neste aspecto os diâmetros e materiais construtivos também têm papel relevante na obtenção dos resultados. Em todos os poços substitutos há queda do nível estático de cerca de 30 a 40 m ao longo dos últimos vinte anos (Figuras 31 a 34). O projeto, executado segundo as normas técnicas vigentes, pode definir o sucesso do empreendimento, pois o poço deve permitir o bombeamento com a mínima perda de carga. Da mesma forma que as adutoras deve ser respeitado o coeficiente de rugosidade das tubulações aplicadas. O poço é uma obra de engenharia geológica constituído da câmara de bombeamento, equivalente a uma adutora vertical, e a parte de admissão/coleta de água subterrânea, representada pelos filtros. Quando se bombeia um poço, um certo volume de água que se encontra disponível é prontamente retirado e o nível piezométrico das águas do aquífero começa a baixar nas imediações do poço bombeado. Esta baixa provoca um desequilíbrio da pressão hidrostática do sistema e, devido a isso, a água do aquífero começa a se escoar para o interior do poço. Mas como a viscosidade da água não é nula, seu movimento convergente para o poço se realiza com perdas de energia, as quais produzem uma queda de pressão ao longo das linhas de fluxo. Nestas condições, a superfície das águas subterrâneas se aprofunda adquirindo a forma de um cone de revolução de geratriz curvilínea, que se convencionou chamar de cone de depressão. Vimos que quando se bombeia um poço, cria-se um cone de rebaixamento que se propaga. Sabe-se que a extensão e forma do cone dependem somente das características hidrodinâmicas do aquífero e do tempo de bombeamento. Estas características são definidas pelos valores do coeficiente de transmissividade (T) e coeficiente de armazenamento (S) - aquífero confinado — ou coeficiente de restituição m - aquífero livre (Souza, 2004). Deve ser adequado o projeto à demanda, eliminando as perdas de carga decorrentes da construção do poço.

TABELA 26 – VALORES MÉDIOS DE T e S PELO MÉTODO DE JACOB

Poço Local número	Transmissividade (m^2/dia)	S (adimensional)
9	416.13	1.63E-05
11	148.41	5.80E-06
12	41.83	1.63E-06
13	121.45	3.04E-06
14	366.14	1.43E-05
15	184.85	7.22E-06
16	103.24	4.03E-06
17	524.41	1.31E-05
18	167.23	6.53E-06
19	179.11	4.48E-06
20	326.3	8.16E-06
21	461.66	1.15E-05

FIGURA 67 – CAPACIDADE ESPECÍFICA DOS POÇOS DE LORENA, 2004

Os poços do sistema A têm capacidades específicas altas, num extremo da cidade, próximo à Rodovia presidente Dutra, e os poços do sistema D, no extremo oposto, após o rio Paraíba do Sul, apresentam a mesma característica. A influencia da urbanização se faz sentir nos sistemas B e C, nas cotas mais baixas e teoricamente em locais que deveriam ser mais favoráveis à captação de água subterrânea por estarem localizados no eixo da drenagem.

Na verdade é importante salientar que o bombeamento anual médio (Figura 68) tem seus reflexos no descenso dos níveis, até porque os mecanismos de recarga necessitam de um tempo de escoamento bastante maior e diferente da água superficial, que contribui com apenas 10% do volume total para o abastecimento do município.

Estes 10% de volume de água superficial, correspondendo a 870.000 m³ consomem todo o volume do excedente hídrico médio anual citado por Reis, 2003 – 392 mm equivalendo a 572.000 m³ /ano - e ainda faltariam 298.000 m³ para complementar o volume anual da água superficial utilizada para abastecimento do município. Mais uma vez se evidencia a importância do manancial, capaz de suprir uma população de 80.000 habitantes, quase exclusivamente através de água subterrânea.

Os mananciais de serra das fazendas Fortaleza e Posses sofrem imediatamente os efeitos da falta de chuvas e, por ocasião da abundância de pluviometria apresentam características desfavoráveis de cor e turbidez elevada. Para sanar o problema permanente por ocasião do excesso de chuvas, que se refletia na alteração de qualidade da água fornecida ao consumidor, foi necessário automatizar o controle sanitário dos sistemas B e D.

Foi instalado um dispositivo de alarme que, ao detectar o limite permitido pela legislação para os parâmetros cor e turbidez, desliga o fornecimento da água de serra, que é compensada pelo funcionamento dos poços. Por ocasião da estiagem o problema de qualidade se extingue, porém a quantidade chega a diminuir até 50% em volume, obrigando os poços a suprirem esta deficiência. A razão para não desativar o sistema de água superficial é que o mesmo se constitui num investimento totalmente amortizado e histórico.

FIGURA 68 - PRODUÇÃO MENSAL DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE LORENA – OUTUBRO 2003

A evolução da tecnologia de perfuração a partir da década de 1970 fica evidenciada quando comparamos os poços mais antigos já desativados (Figura 69).

FIGURA 69 – CAPACIDADE ESPECÍFICA DE POÇOS DESATIVADOS DE LORENA

5. Mapas Temáticos

5.1 - Introdução

A possibilidade de georreferenciamento dos poços de Lorena e a escolha de software correlato para visualização dos dados foi uma das dificuldades deste trabalho, pois é atualmente ferramenta relativamente sofisticada para estudos hidrogeológicos e gerenciamento integrado. Foi necessária uma inversão substancial de tempo e recursos para compra e implantação do sistema no formato apresentado, uma vez que foram necessárias rasterizações e vetorizações de mapas, além de curso de capacitação para domínio de toda a tecnologia disponível no ArcView 3.1, com a finalidade de gerar os mapas pretendidos.

5.2 – Mapa Temático Geológico (Anexo 1)

A partir da base geológica (IPT, 1993) efetuamos campanha de campo para espacialização, atualização e conferência dos dados existentes, resultando em mapas do tipo temático, em que se podem escolher as feições e referências desejadas. Foram inseridos vários temas que podem ser habilitados e desabilitados dependendo da necessidade do tomador de decisão. Os temas selecionados foram:

- 22 bacias hidrográficas (Figura 70) onde se pode ver a divisão estadual por UGRHI;

FIGURA 70 – 22 UGRHs DO ESTADO DE SÃO PAULO

- 645 municípios do estado de São Paulo e grade de coordenadas (Figura 71);

FIGURA 71 – MUNICÍPIOS DO EST. DE SÃO PAULO E COORDENADAS UTM

- Poços georreferenciados, grade de coordenadas UTM e mapa geológico com respectivos lineamentos fotogeológicos (Figura 72);

FIGURA 72 – COORDENADAS UTM, POÇOS, LINEAMENTOS E MAPA GEOLÓGICO.

- Imagem topográfica, rótulos de sistemas, drenagem e perfis geológicos(Figura 73);

FIGURA 73 – TOPOGRAFIA, DRENAGEM, RÓTULOS DE SISTEMAS E PERFÍS GEOLÓGICOS.

Outra possibilidade muito interessante desta ferramenta gerencial refere-se à identificação de toda e qualquer entidade localizada espacialmente no mapa. Desde que se possua o *software* Arcview, é possível visualizar através de fotos no sistema digital, as referencias ou quaisquer temas registrados e considerados relevantes no estudo da área(Figura 74).

FIGURA 74 – POÇO P.12 IDENTIFICADO EM MAPA, COORDENADA CANTO SUPERIOR DIREITO, COM JANELA VISUAL, ESCALA 1:45.298 ARCVIEW

Com todos os dados levantados e temas adicionados, em forma de camadas que foram superpostas com todos os seus detalhes, foi gerado um mapa temático geológico (Anexo 1), em que é possível identificar a topografia da área estudada com base nos mapas IBGE, as drenagens, as formações geológicas, os contatos e limites respectivos entre elas, os lineamentos fotogeológicos e o cadastramento mineral das ocorrências de granito, talco, calcáreo, olarias, areia e argila.

5.3 – Mapa Temático Hidrogeologia (Anexo 2)

Ao mapa geológico existente foram adicionados novos temas de natureza hidrogeológica, similares aos padrões internacionais adotados pelo conjunto de países do Mercosul para o aquífero Guarani em que a simbologia adotada permite visualizar as formações como aquíferas ou não-aquíferas, com maiores, médias e baixas possibilidades através de cores. Quanto ao para fornecimento de água subterrânea – dados quantitativos – é adotado o sistema de hachuras em que a posição horizontal é sinônimo de baixa potencialidade, inclinada significa média probabilidade e vertical alta potencialidade. Podemos verificar que a área estudada possui a maior parte do seu território dentro de rochas cristalinas, em que classificamos como de baixa potencialidade, apesar de não haver perfurações cadastradas nas áreas de serra, tanto ao norte como ao sul. Devido ao alto índice pluviométrico e presença de ocupação antrópica muito dispersa e com baixo índice de habitantes por km², não se cogita ainda a perfuração de poços para suprimento das sedes de fazenda e outros pequenos aglomerados urbanos, pois o suprimento pode ser feito com água superficial – manancial de serra – com qualidade muito boa e com custos extremamente competitivos. A capacidade de identificar, através da geologia, as formações com maior ou menor potencial para água subterrânea, aliada às informações de subsolo, obtidas através das perfurações, possibilita a criação do mapa temático hidrogeológico (Figura 75).

FIGURA 75 – MAPA TEMÁTICO HIDROGEOLÓGICO

No caso do mapa temático hidrogeológico foram acrescentados os seguintes temas:

- produtividade dos aquíferos – hachuras no sentido horizontal, vertical e inclinada;
- litologia – tipos de aquíferos;
- sistemas aquíferos – descrição dos sistemas presentes.

Classificamos a cor verde como baixa potencialidade, para o aquífero fraturado, sem variações de cores, como entidade única.

A cor azul identifica as rochas sedimentares com variação de tonalidade para média e alta potencialidade; optamos por classificar a sequência lacustre, composta por argilitos e outros sedimentos finos como não aquífera.

Isto não inviabiliza a perfuração na área uma vez que as camadas inferiores, mais antigas, possuem capacidade de armazenamento e circulação de água subterrânea através da ocorrência de arenitos finos, médios e grosseiros, mesmo que não haja continuidade lateral significativa.

5.3.1 – Fontes poluidoras

Efetuamos pesquisa na internet (Cetesb, 2003) sobre as fontes poluidoras presentes na área e localizamos apenas uma ocorrência – 645 registros - na cidade de Lorena. No cadastro estadual de “Áreas Contaminadas no Estado de São Paulo” consta a empresa Califórnia Eletrodoméstico Ltda. no Bairro de Vila Passos em fase de estudo e com solução encaminhada para remediação. Considerando-se o tamanho da área estudada pode-se concluir que não há grandes problemas de contaminação, em virtude da pouca atividade industrial desenvolvida nesta parte do Vale do Paraíba. Transcrevemos abaixo, na íntegra, a ocorrência registrada pela Cetesb.

<i>Áreas Contaminadas no Estado de São Paulo</i>	
CALIFORNIA ELETRODOMÉSTICO LTDA. AV MARECHAL ARGOLLO 763 - V PASSOS - LORENA	
Classificação: avaliada com proposta de remediação	
Contaminantes: metais	
Etapas do gerenciamento da área:	
☒ investigação detalhada	☐ avaliação de risco
☐ concepção da intervenção	☐ projeto de remediação
☒ execução da remediação	☒ monitoramento
Ações imediatas para resguardar receptores de risco:	
☐ barreiras físicas ou hidráulicas	☒ isolamento da área
☐ cobertura de resíduos	☒ monitoramento ambiental
☐ estabilização de aterro ou vala	☐ monitoramento de explosividade
☐ extração de gases	☐ prevenção do consumo de águas
☐ extração e tratamento de gases	☐ prevenção do consumo de alimentos
Procedimentos de remediação:	
Remoção de resíduos e solos contaminados.	

A atividade dos postos de gasolina, reconhecidamente potencial poluidores, deve ser restrita nas proximidades dos poços, mais como medida preventiva do que efetivamente influente na poluição dos poços.

Ao longo dos anos de pesquisa tivemos a oportunidade de acompanhar a construção da estação de tratamento de esgotos implantada a partir de 2002 e anexamos a sondagem ao lado do rio Paraíba do Sul como exemplo dentro da área de estudo.

Reconhecimento e amostragem para fins de
caracterização de ocorrências de rochas
NBR 6490/85

CONTRATANTE **SABESP-Cia. de Saneamento Basico do Estado de Sao Paulo**

FOLHA 2 / 2

OBRA/SERVIÇO Reservatorio Subterraneo

ESCALA 1 : 100

LOCAL Lorena - SP.

TRAB. N.° **193/2001-04**

SONDAGEM **SM.01** COTA **0,00**

DATA DE INÍCIO

COORD. N

RE N.º

TÉRMINO

E

[illegible]

NOTA IMPORTANTE :

Os resultados deste ensaio têm
significação restrita e se aplicam tão
somente à(s) amostra(s) ensaiada(s).

São Paulo, 22 de janeiro de 2002

Geól. Maria Leticia Bachion

163

A reprodução deste documento dependerá de autorização prévia por escrito, não sendo permitida sua reprodução parcial.

EPT- ENGENHARIA E PESQUISAS TECNOLÓGICAS S.A.

Rua Galão 523 - Ipanema - São Paulo/SP - CEP 05049-000 - PARX: (11) 3873-3399 - Fax: (11) 262-5411 - E-mail: ent@ent.com.br

RELATÓRIO DE ENSAIO SONDAGEM ROTATIVA

PROJESOFIT (011)6991-5032

Reconhecimento e amostragem para fins de
caracterização de ocorrências de rochas
NBR 6490/85

CONTRATANTE **SABESP-Cia. de Saneamento Basico do Estado de Sao Paulo**FOLHA **2 CONT. / 2**OBRA/SERVIÇO **Reservatorio Subterraneo**ESCALA **1 : 100**LOCAL **Lorena - SP.**TRAB. N.º **193/2001-04**SONDAGEM **SM.01** COTA **0,00**

DATA DE INÍCIO

COORD. N

RE N.º

TÉRMINO

E

COTA (m)	PERFIL GEOLÓ- GICO	INTER. GEOLÓ- GICA	PROFUN- CAMADA/ (m)	Lorena – SP (Área 4) SCRIÇÃO DO MATERIAL SM-06	CONSIS- TÊNCIA* OU COMPA- CIDADE**	NUMERO DE GOLPES S. P. T.	RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO								N. A. (m)																																											
							AMOSTRADOR TIPO TERZAGHI																																																			
							N.º DE GOLPES / 30 cm. 35 30 25 20 15 10 5																																																			
-15,00		SED	15,10	Areia fina, cinza	MUITO COMP.**	36 15	36/ 15																																																			
						Areia fina e media, cinza	30 10	30/ 10																																																		
			17,60			Areia fina, muito siltosa, cinza escuro esverdeado	26 8	26/ 8																																																		
			19,00			Argila siltosa, cinza escuro esverdeado (folhelho)	30 26 15 10	26/ 10																																																		
-20,00				20,15			DURA*	36 18 15 5	18/ 5																																																	
						31 10	31/ 10																																																			
<table><tr><td>Leitura</td><td>Data/Hora</td><td>N.A.(m)</td><td>Método</td><td>Inicio(m)</td><td>Fim(m)</td><td>Lavagem por tempo - 10 min.</td><td colspan="8">OBS. .</td></tr><tr><td>1</td><td>--:--</td><td>--:--</td><td>T. Cavadeira</td><td>0,00</td><td></td><td>Profun. de Inicio (m) : --:--</td><td colspan="8" rowspan="3">SED=Sedimento - Perfuracao ø NWG</td></tr><tr><td>2</td><td>--:--</td><td>--:--</td><td>T. Espiral</td><td></td><td></td><td>Estagio 1 (cm) : --:--</td></tr><tr><td>3</td><td>11/12/01</td><td>2,76</td><td>Lavagem</td><td></td><td>20,15</td><td>Estagio 2 (cm) : --:-- Estagio 3 (cm) : --:--</td></tr></table>															Leitura	Data/Hora	N.A.(m)	Método	Inicio(m)	Fim(m)	Lavagem por tempo - 10 min.	OBS. .								1	--:--	--:--	T. Cavadeira	0,00		Profun. de Inicio (m) : --:--	SED=Sedimento - Perfuracao ø NWG								2	--:--	--:--	T. Espiral			Estagio 1 (cm) : --:--	3	11/12/01	2,76	Lavagem		20,15	Estagio 2 (cm) : --:-- Estagio 3 (cm) : --:--
Leitura	Data/Hora	N.A.(m)	Método	Inicio(m)	Fim(m)	Lavagem por tempo - 10 min.	OBS. .																																																			
1	--:--	--:--	T. Cavadeira	0,00		Profun. de Inicio (m) : --:--	SED=Sedimento - Perfuracao ø NWG																																																			
2	--:--	--:--	T. Espiral			Estagio 1 (cm) : --:--																																																				
3	11/12/01	2,76	Lavagem		20,15	Estagio 2 (cm) : --:-- Estagio 3 (cm) : --:--																																																				

NOTA IMPORTANTE.:

Os resultados deste ensaio têm
significação restrita e se aplicam tão
somente à(s) amostra(s) ensaiada(s).

São Paulo, 22 de janeiro de 2002

Geól. Maria Leticia Bacion

164

A reprodução deste documento dependerá de autorização prévia por escrito, não sendo permitida sua reprodução parcial.

EPT- ENGENHARIA E PESQUISAS TECNOLÓGICAS S.A.

Rua Catão, 523 - I Ana - São Paulo/SP - CEP 05049-000 - PARX: (11) 3873-3399 - Fax: (11) 262-5411 - E-mail: enf@enf.com.br

Como se pode observar a ocorrência de sedimentos finos isolantes garante que os contaminantes não consigam atingir o manancial subterrâneo, o que de certa forma tem mantido a integridade das águas subterrâneas na área estudada. Foram executadas várias sondagens com perfis similares que embasam a conclusão aqui apresentada.

A rodovia Presidente Dutra foi considerada fonte potencial de contaminação devido à possibilidade de acidentes com produtos perigosos.

6. Conclusões

A área estudada tem características bastante favoráveis para opção de abastecimento utilizando a água subterrânea, com proteção natural contra atividades poluidoras.

Os dados trabalhados e consistidos, que serviram de base para os mapas temáticos gerados, apresentam elementos de geologia e hidrogeologia que possibilitam as seguintes conclusões:

- a presença de sedimentos finos nas camadas superiores confere proteção natural relativamente segura ao aquífero sedimentar ocorrente em toda a área estudada, a partir de extrapolação dos domínios territoriais do município de Lorena, considerado como área piloto, cujos dados são confiáveis e foram acompanhados ao longo do tempo de pesquisa e nos registros históricos;
- a espessura de sedimentos presentes no depocentro de Lorena, extrapolada através dos estudos sísmicos e gravimétricos deve realmente atingir até 500/600 m, uma vez que, em nenhum dos 21 poços perfurados (o maior com 350 m de profundidade), foi atingido o embasamento;
- o aquífero presente na área estudada é de alta potencialidade (Figura 68) com capacidades específicas variando de 4 a 10 m³/h.m;
- a vida útil dos poços oscila de 10 a 20 anos e é dependente tanto dos materiais aplicados quanto do regime de uso dos mesmos;
- o projeto e a construção dos poços com metodologia cuidadosa, com cuidados especiais com os fluidos e análise qualitativas (perfilagens elétricas), escolha adequada dos materiais aplicáveis (tubos e filtros), obedecendo às normas ABNT, são fundamentais para obtenção de resultados compatíveis com os parâmetros hidrogeológicos apresentados;
- há rebaixamento de níveis – de 30 a 40 m - em área central do município de Lorena, decorrente do volume explorado ao longo dos últimos 25 anos, com tendência a aumentar com o uso;
- deve ser estabelecido regime máximo de 18 a 20 horas de funcionamento para os poços do sistema de abastecimento público, controlando e monitorando as interferências, visando preservação do recurso hídrico subterrâneo;

7. Recomendações

Os mapas (Anexos 1 e 2), em sinergia com os demais dados apresentados e temas inseridos no programa Arcview 3.1 tornam-se instrumentos relevantes para decisão e escolha de novas áreas para perfurações e pode também ser usado pelos gestores municipais para efetiva proteção dos mananciais, tanto de superfície quanto subterrâneos.

A elaboração e melhoria dos Planos Diretores Municipais das cidades abrangidas pela área de estudo, através da consulta aos mapas hidrogeológico e geológico, deverão tornar-se importante ferramenta gerencial para locação de novos loteamentos, disposição de resíduos sólidos e novos empreendimentos, entre outros.

A observância de regime exploratório adequado, com tempo para recarga e recuperação dos reservatórios subterrâneos deve ser estudado complementarmente.

Não é recomendado o regime intensivo de 24 h/dia, sob pena de induzir ao colapso construtivo dos poços, diminuindo sua vida útil, reduzindo a ótima relação custo/benefício oferecido pela opção que representa a água subterrânea.

A perfuração de poços, obra de engenharia geológica, precedida de projeto compatível e técnica construtiva responsável representa a única garantia para obter os parâmetros hidráulicos e hidrogeológicos aqui apresentados.

Note-se que o volume de água subterrânea extraída atualmente dobrou em relação ao tempo da assunção do sistema, fruto do crescimento vegetativo do município e a crescente urbanização com suas confortáveis impermeabilizações exigidas pelos cidadãos. Toda a parte central do vale do Paraíba, na região estudada é favorável à captação de água subterrânea, em virtude do depocentro identificado, apesar das variações faciológicas presentes, muita bem evidenciada no mapa geológico temático apresentado.

Certamente o fenômeno se repete nas demais cidades ocorrentes na área, servindo de exemplo e alerta para as autoridades municipais.

Para monitorar a qualidade da água subterrânea e prevenir que uma contaminação chegue ao poço de abastecimento, sugere-se a construção de poços na denominada Zona de Transporte ou área de recarga presumida, utilizando o modelagem matemática para auxiliar a sua locação na direção do caminhamento de partículas advindas das fontes potenciais de contaminação identificadas.

Além disso, o órgão ambiental responsável deve continuar a exigir medidas preventivas contra a contaminação por parte das atividades que apresentam risco à qualidade da água subterrânea, como, por exemplo, testes de estanqueidade nas áreas com tanques.

As mudanças das taxas de bombeamento e a inclusão de novos poços, principalmente de grande vazão (superior a 1000 m³/d) deveriam ser simuladas com modelagem matemática, o que permitiria também sua utilização como ferramenta para o gerenciamento dos recursos hídricos subterrâneos, avaliando os impactos na superfície potenciométrica causada por novos poços ou pelo desligamento de poços existentes.

Isto permite avaliar formas de minimizar o cone de rebaixamento existente na região da zona urbana de Lorena causado pela concentração de poços de grande vazão.

O desenvolvimento econômico e social do Estado continua aumentando as demandas de água para abastecimento urbano, industrial e para irrigação. Sendo as disponibilidades hídricas limitadas, acentuam-se cada vez mais os conflitos entre usuários e cresce a importância social e econômica das águas subterrâneas, cujo uso prioritário deverá ser o abastecimento humano.

A unidade de gerenciamento de recursos hídricos 1 e 2 abordada neste estudo, carece de conhecimento hidrogeológico disponível para uso e proteção das águas subterrâneas contra os agentes de poluição, seja de origem doméstica, industrial ou agrícola, tanto no meio urbano quanto rural. Esse diagnóstico parcial é considerado apenas um primeiro passo para identificação de demandas e investimentos correspondentes no tema Água Subterrânea. Por isso, é urgente e necessário que se realize uma melhoria no inventário dos poços pelo órgão gestor, para imprimir confiabilidade ao banco de dados, e que se efetuem estudos hidrogeológicos complementares. Nesse caso recomenda-se a integração das informações dos vários órgãos institucionais, pois ao longo deste trabalho percebemos grandes esforços dispersos pelos vários órgãos estaduais e municipais, muitos deles com custos superpostos. Estes mapas temáticos podem ser a base para avaliar as condições potenciais para formação de bancos de água, com avaliação do sistema de fluxos subterrâneos - local, intermediário e regional – para desenvolvimento do modelo de simulação do tipo Regional Aquifer System Analysis (RASA) ou similar, amplamente utilizado em países desenvolvidos, para estabelecer a inter-relação águas superficiais e subterrâneas caracterizando a função potencial de reator físico-bio-geoquímico do subsolo até para águas de reuso.

No aspecto construtivo as perfurações devem seguir as normas existentes (somos pródigos em boa legislação), devendo ser seguidas as Normas NBR 12.212/92, NBR 12.244/92 e NBR 13.608/96 da Associação Brasileira de Normas Técnicas. A observância destes preceitos técnicos torna-se importante quando se constata que isto pode prolongar a vida média útil dos poços, que está situada na faixa de 15 a 20 anos, até menos, tempo mais do que suficiente para amortização e lucratividade do investimento, mas que pode ser melhorada com a escolha adequada de materiais e sua correta aplicação.

Quanto ao controle operacional, verificamos a necessidade de monitoramento constante, destacando-se dois aspectos principais:

- monitoramento da quantidade e qualidade das águas subterrâneas extraídas e seus respectivos usos, especialmente o prioritário (humano);
- monitoramento das fontes de poluição.

A prioridade dessas ações deverá considerar que há utilização autônoma das águas subterrâneas para consumo humano, lado a lado com a proliferação de fontes de poluição, tais como disposição pouco adequada do lixo doméstico, carências de saneamento básico, e, sobretudo, falta de tratamento dos esgotos coletados e ocupação desordenada do meio físico, tanto urbano quanto rural.

Sugerimos definir as condições para implantação de perímetros de proteção de poços e áreas de controle de fontes de poluição e estabelecer as condições de inserção das águas subterrâneas e subsolo nos Planos de Bacia, observando a Resolução nº 22 de 24/06/2002, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos.

8. BIBLIOGRAFIA

- AB'SABER, A. N. - 1958** - Novos conhecimentos sobre os depósitos da Bacia de Taubaté. Notícia Geomorfológica, vol. 1 (1): 1-13. – Campinas – SP.
- ABNT** – Norma Brasileira **NBR 12.212** de abril de 1992 – Projeto de Poço para Captação de Águas Subterrâneas – 5 p. – RJ.
- ABNT** – Norma Brasileira **NBR 12.244** de abril de 1992 – Construção de Poço para Captação de Águas Subterrâneas – 5 p. – RJ.
- ABNT** – Norma Brasileira **NBR 13.604** de maio de 1996 – Filtros e Tubos de Revestimento em PVC para Poços Tubulares Profundos – 8 p. – RJ.
- ALMEIDA, F. F. M. - 1955** - As camadas de São Paulo e a tectônica da Serra da Cantareira. Bol. Soc. Bras. Geol.vol. 4: pp. 23-40 -São Paulo.
- ALMEIDA, F. F. M. - 1958** - Vale do Paraíba. In: Relatório Anual do Diretor do ano de 1957. DNPM. Geol. Miner., pp. 90-91. -Rio de Janeiro.
- ALMEIDA, F. F. M. - 1976** - The system of continental rift bordering the Santos Basin, Brazil. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 48 (supl.):15-26.- Rio de Janeiro.
- ALMEIDA, F. F. M. - 1986** - Distribuição regional e relações tectônicas do magmatismo pós-Paleozóico no Brasil. Rev. Bras. Geociências, 16 (4): 325-349 – São Paulo.
- ALMEIDA F. F. M. - 1991** - O Alinhamento Magmático de Cabo Frio. 2º Simp. Geol. Sudeste , Atas, SBG/SP-RJ, pp: 423-428 – São Paulo.
- ALMEIDA, F. F. M. & HASUI, Y. - 1984** - O Pré-Cambriano do Brasil - Ed. Edgard Blücher, 378 pp. – São Paulo.
- ALVARENGA, H. M. F. - 1982** - Uma gigantesca ave fóssil do Cenozóico brasileiro: Physornis brasiliensis sp.n., Anais Acad. Bras. Ciênc. vol. 54 (2) : pp. 462. Rio de Janeiro.
- AMADOR, E. S. - 1975** - Estratigrafia e sedimentação da Bacia de Resende, RJ. Anais Acad. Bras. Ciênc. 47 (supl.):181-225. – Rio de Janeiro.
- APPI, C. J.; FREITAS, E. L. ; CASTRO, J. C. - 1986** - Faciologia e Estratigrafia da Bacia de Taubaté. Comunicação Técnica. Rel. Interno CENPES/PETROBRÁS (Inédito) – Campinas - SP.
- ARC VIEW GIS 3.1** – Environmental Systems Research Institute ESRI – Desktop for Geographic Information System 1998 - California – USA

ASSUNÇÃO, M.; DIAS NETO, C.M.; BEROCAL, J.; ARTEZANA, R.; FRANÇA, H. & ORTEGA, R. - 1980 - Sismicidade do Sudeste Brasileiro. Anais XXXI Cong. Bras. Geol., 2:1075-1092, Camburiú - SC.

BIGARELLA, J. J.; SALAMUNI, R.; MARQUES FILHO, P. L. - 1959 - Ocorrências de depósitos sedimentares continentais no litoral do estado do Paraná (Formação Alexandra). Inst. Biol. Pesq. Tecn., Notas Preliminares e Estudos, pp. 1: 7 - Curitiba - PR.

BIGARELLA, J. J.; SALAMUNI, R.; AB'SÁBER, A. N. - 1961 - Origem e ambiente de deposição da Bacia de Curitiba. Bol. Paran. Geogr., (4-5): 71-81.- Curitiba – PR.

CARNEIRO, C. D. R.; HASUI, Y.; GIANCURSI, F. D. - 1976 - Estrutura da Bacia de Taubaté na região de São José dos Campos. In: Congr. Bras. Geol., 29, Ouro Preto, Anais. SBG. – São Paulo.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. 1997 Uso das águas subterrâneas para abastecimento público no Estado de São Paulo, 48 p. - São Paulo.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. 2003 – Áreas contaminadas no Estado de São Paulo, outubro 2003 - 364 p. – dados disponíveis na internet - São Paulo.

CHANG, H. K.; KOWSMANN, R. O. & FIGUEIREDO, A. M. F.; BENDER, A. A. - 1992 - Tectonic and stratigraphy of East Brazilian Rift System: an overview. Tectonophysics, 213 (1/2): 97-138. - São Paulo.

COIMBRA, A. M.; RICCOMINI, C.; MELO, M. S. - 1983 - A Formação Itaquaquetuba: evidências de tectonismo no Quaternário paulista. 4º Simp. Reg. Geol., Atas., SBG pp. 253-266 - São Paulo.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS – Resolução 22 de 24 de junho de 2002 publicada no DOU em 4 de julho de 2002 – Inserção das águas subterrâneas nos Planos de Bacia – 2 p. – Brasília – DF.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE Resolução 20 de 18/06/1986 publicada no DOU em 30/07/1986. – Classificação das Águas Doces, Salobras e Salinas do Território Nacional – 23 p. – Brasília – DF.

COUTO, C. de P. & MEZZALIRA, S. - 1971 - Nova conceituação geocronológica de Tremembé, Estado de São Paulo, Brasil. An. Acad. Bras. Ciênc., 43 (Suplem.) p. 473-488. – São Paulo.

DAEE - DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA DO ESTADO DE SÃO PAULO. 1977. Estudo de águas subterrâneas. Região Administrativa 3 - São José dos Campos. DAEE, 5 vol. - São Paulo.

DAEE - DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA DO ESTADO DE SÃO PAULO. 1979. Estudo de águas subterrâneas. Região Administrativa 2. Santos, 3 vol. - São Paulo.

DAEE - DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2002 - Sistema Integrado de Recursos Hídricos - SINGREH - Rede Hidrometeorológica do Estado de São Paulo - dados disponíveis na Internet.

D'ANGIOLELLA, G. e VASCONCELLOS, V.L.D., 2002 - Planilhas EXCEL para cálculo de Balanço Hídrico Climatológico com diferentes metodologias para estimativa da evapotranspiração potencial. - XII Congresso Brasileiro de Meteorologia -- 5 p.- Foz do Iguaçu - PR.

DAVINO, A.; CAMPOS NETO, M. C.; BASEI, M. A. S.; FIGUEIREDO, M. C. H. - 1986 - Gravimetria da região sudeste do estado de São Paulo e considerações sobre os limites entre os cinturões móveis Paraíba e Ribeira. 34º Cong. Bras. Geol. ANAIS, SBG vol. 6: 2673-2683. - Goiânia

DERBY, O. A. - 1895 - A denominação "Serra da Mantiqueira". Rev. Inst. Hist. Geog. (1): 3-15. São Paulo.

EVANGELISTA, J. G., 2001 - Retalhos Históricos de Lorena - Coleção Lorenense - Volume V - 184 p. - São Paulo.

FERNANDES, F. L. - 1993 - Arcabouço Estrutural e evolução da Bacia de Taubaté -SP - Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Ouro Preto - 147 pp. - Ouro Preto - MG

FERNANDES, F. L. - 2004 - Imagem do Arcabouço Estrutural da Bacia de Taubaté -SP - figuras geradas em Surfer 8.0 transmitidas via internet - Rio de Janeiro

FERNANDES, F. L. & CHANG, H. K. 2003. Modelagem Gravimétrica da Bacia de Taubaté - Vale do Rio Paraíba do Sul, leste do estado de São Paulo. SBGf. Revol. Bras. Geofísica (no prelo).

HASUI, Y.; CARNEIRO, C. D. R.; COIMBRA, A. M. - 1975 - The Ribeira Folded Belt. Rev. Bras. Geoc.,5(4):257-266. - São Paulo.

HASUI, Y. & PONÇANO, W. L. - 1978 - Organização estrutural e evolução da Bacia de Taubaté. 30º Cong. Bras. Geol., Anais, SBG. 1:26-381. - Recife - PE.

- HASUI, Y. & SADOWSKI, G. R. - 1976** - Evolução geológica do pré-cambriano da região sudeste do Estado de São Paulo.; *Revol. Bras. Geol.* 6:182-200. – São Paulo.
- HERTZ, N. - 1977** - Time of spreading in the South Atlantic: information from Brazilian alkaline rocks. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 88:101-112.-USA
- IBGE, 2000** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Censo 2.000 – dados disponíveis na internet .
- ICF- KAISER & LOGOS – 2002** - Relatório Zero UGRHI 1 e 2 - dados disponíveis na Internet.
- INSTITUTO de PESQUISAS TECNOLÓGICAS - 1978** - Geologia da região administrativa 3 (Vale do Paraíba) e parte da região administrativa 2 (Litoral) do Estado de São Paulo. Monografia nº 1 -78p. - São Paulo.
- INSTITUTO de PESQUISAS TECNOLÓGICAS - 1981** - Mapa Geológico do Estado de São Paulo, 1:500.000, Nota explicativa. São Paulo, IPT. 126p. (Série Monografia nº 6). – São Paulo.
- INSTITUTO de PESQUISAS TECNOLÓGICAS - 1993** – Relatório Técnico 31.25 - Compatibilização da Produção de Insumos Minerais para Construção Civil e o Meio Ambiente no Vale do Paraíba, SP. 203 p. - São Paulo.
- IRITANI, M. A. 1998** – Modelação matemática tridimensional para proteção das captações de água subterrânea – Tese de Doutorado – Inst. Geociências – USP – 200 pg. – São Paulo.
- KING, L. A. - 1957** - A geomorfologia do Brasil oriental. *Rev. Bras. Geogr.*, 18(2) - Rio de Janeiro.
- LIMA, M. R. & DINO, R. - 1984** - Palinologia de amostras da Bacia de Bonfim, Terciário do Estado de São Paulo, Brasil. *Bol. IGUSP*, 15:1-11. – São Paulo.
- LIMA, M. R.; SUGUIO, K.; VESPUCCI, J.B.O. - 1985** - Estudo palinológico de uma camada de linhito da Formação Caçapava, Bacia de Taubaté, Terciário do Estado de São Paulo, Brasil. *An. Acad. Bras. Ciênc.* 57(2):13-197. – São Paulo.
- MARQUES, A. - 1990** - Evolução tectono-sedimentar e perspectivas exploratórias da Bacia de Taubaté, São Paulo, Brasil. *Bol. Geoc. Petrobrás*, 4(3):253-262. - Rio de Janeiro.
- MARSH, J. S. - 1973** - Relationships between transform directions and alkaline igneous rock lineaments in Africa and South America. *Earth Planet. Sci. Lett.* 18:317-323. – USA.

- MAWE, J. - 1812** - Travels in the interior of Brazil, particularly in the gold and diamond districts, by authority of the Prince Regent of Portugal. Patternoster-Row, 368 p. – London.
- MELO, M. S., COIMBRA, A. M. - 1983** - Estudos geológico-tectônicos na Bacia de Resende (RJ) e sedimentos terciários da área de Volta Redonda (RJ) e Bacia de Taubaté (área de Cruzeiro, SP). São Paulo, DMGA-IPT 2 volumes, (IPT rel. interno nº17.737). – São Paulo.
- MEZZALIRA, S. - 1962** - Novas ocorrências de vegetais fósseis cenozóicos no estado de São Paulo. IGG. 15: 73-94. – São Paulo.
- MOHRIAK, W. U.; BARROS, A. Z. N.; FUJITA, A. - 1990** - Magmatismo e tectonismo cenozóico na região de Cabo Frio - RJ. 36º Congresso Brasileiro Geologia, SBG. Anais : 2873-2885. – Natal - RN
- MORAES REGO, L.F. - 1933** - As formações cenozóicas no estado de São Paulo. Anais da Escola Politécnica USP. 2:231-267. - São Paulo.
- PEATE, D. W.; HAWKESWORTH, C. J.; MONTOVANI, M. S. M.; SHUKOWSKY, W. - 1990** - Mantle plumes and flood-basalt stratigraphy in the Paraná, South America.; Geology, vol. 18, p. 1223-1226. - USA
- PEREIRA, M. C. & MACEDO, J. M. - 1990** - A Bacia de Santos: perspectivas de uma nova província petrolífera na plataforma continental sudeste brasileira. Boletim Geociências Petrobrás, 4(1):3-11. Rio de Janeiro.
- PISSIS, A. - 1842** - Considérations générales sur ls terrains du Brésil. Bull. Soc. Géol. France 13:282-290. – Paris – France.
- RAGONHA, E. W. - 1982** - Evolução tectono-sedimentar da Bacia de Taubaté com fundamento na sua ictiofauna. Anais Academia Brasileira Ciências 54(4):679-689. – São Paulo.
- REIS, B. J. – 2003** – Balanço Hídrico Regional – Bacia Hidrográfica Rio Paraíba do Sul – inédito – UNITAU – 10 p. – Taubaté – SP.
- RICCOMINI, C. - 1989** - O Rift Continental do Sudeste Brasileiro. São Paulo. (Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Geociências da USP) 256 p. – São Paulo.
- RICCOMINI, C.; MELO, M. S.; ALMEIDA, F. F. M.; CARNEIRO, C. D. R.; MIOTO, J. A.; HASUI, Y. - 1983** - Sobre a ocorrência de um derrame de ankaramito na Bacia de Volta Redonda (RJ) e sua importância na datação das bacias tafrogênicas continentais do sudeste brasileiro. 4º Simpósio Regional Geologia, São Paulo. Boletim Resumos, SBG-SP, p. 23-24. – São Paulo.

- RICCOMINI, C.; MELO, M. S.; ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y. - 1985** - Geologia da Bacia de Volta Redonda, Rio de Janeiro, Brasil. Anais Academia Brasileira de Ciências 57:518-519. - São Paulo.
- ROCHA-CAMPOS, A. C.; CORDANI, U. G.; KAWASHITA, K.; SONOKI, H. M.; SONOKI, I. K. - 1988** - Age of Parana flood volcanism. In: Piccirillo, E. M. & Melfi, A. J. (eds.), The Mesozoic flood volcanism of the Parana Basin: petrogenetic and geophysical aspects. Instituto Astronômico e Geofísico da USP, pp.25-45. - São Paulo.
- SAAD, A. R. - 1990** - Potencial econômico da Bacia de Taubaté (Cenozóico do estado de São Paulo, Brasil) nas regiões de Jacareí, Taubaté, Tremembé e Pindamonhangaba. (Tese de doutoramento apresentada a Universidade Estadual Paulista UNESP - Campus de Rio Claro), 173 p. - Rio Claro - SP.
- SABESP - COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. 2002.** Controle Operacional do Sistema de Abastecimento de Água e Esgoto de Lorena. Relatório Interno, 25 p. - Lorena - SP.
- SADOWSKI, G. R. & DIAS NETO, C. M. - 1981** - O lineamento sismo-tectônico de Cabo Frio. Rev. Bras. Geoc., 11(4):209-212. - São Paulo.
- SANTORO, E.; ENS, H.H. & NAGATA, N. - 1991** - Geologia das folhas Jacareí, Tremembé, Taubaté e Pindamonhangaba - SP, Parte 1: Embasamento Setentrional da Bacia de Taubaté. Atas, SBG/SP-RJ; 2º Simpósio Geol. Sudeste. p. 481-489. - São Paulo.
- SILVA, A. T. S. F.; FRANCISCONI, O.; GODOY, A. M. - 1981** - Projeto integração e detalhe geológico no Vale do Ribeira. São Paulo, Cia. Pesquisa Recursos Minerais - CPRM, Relatório 15 volumes. - São Paulo.
- SOUZA, J.C.S., 2004** - Captação de água subterrânea - Cap.5 em Tsutyia, M.T. Abastecimento de Água - Dep.Eng.Hidráulica Escola Politécnica da USP -2004 - São Paulo.
- THORNTHWAITE, C.W. & MATHER, J.R. - 1955** - The Water Balance. Publications in climatology. Laboratory of Climatology, , vol.8, 104 p. - New Jersey New Jersey - USA.
- UFRJ-COPPE** - Cartografia da Bacia do Rio Paraíba do Sul - figura - MPOSEPUB/PQA - ABC - PNUD - UFRJ-COPPE - Rio de Janeiro.
- VESPUCCI, J. B. O. - 1984** - Sistemas deposicionais e evolução tectono-sedimentar da Bacia de Taubaté - SP. (Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto de Geociências da USP). São Paulo. 98 p. - São Paulo.

- WASHBURN, C. W. - 1930** - Petroleum geology of the State of São Paulo. Bol. Comissão. Geogr. Geol. Est. S. Paulo. 22: 282p. — São Paulo.
- WICKERT, W. Q. - 1974** - Contribuição ao estudo da paleontologia da Bacia de Taubaté, Estado de São Paulo. (Dissertação de mestrado apresentada UFRJ) 69 p. - Rio de Janeiro.

Anexo 1

Mapa Temático Geológico (modif. IPT, 1993)

2000 0 2000 4000 Meters

Escala 1:50.000

- Text** Coordenadas
- Perfis**
- Perfil A-B
 - Perfil C-D
- Mineral**
- ag
 - ar
 - ca
 - gr
 - ol
 - tc
- Lineamentos**
- Poços**
- Desativado
 - Ativado
 - Grid
- Mapa Geológico**
- 1-RvpFM - Sistema fluvial meandrante atual: arenitos e argilitos, localmente com turfa.
 - 2-RvpLA - Sistema de leques aluviais: diamictitos e arenitos
 - 3-MpFM - Sistema fluvial meandrante: arenitos e argilitos
 - 4-OstbL - Sistema lacustre: argilitos
 - 5-OstbFM - Sistema fluvial meandrante: arenitos e argilitos
 - 6-OstbLA - Sistema de leques aluviais: diamictitos e arenitos grossos
 - 7-Embasamento Cristalino Indiviso

Anexo 2

Mapa Temático: Hidrogeológico

- Poços**
- Desativado
 - Ativado
 - Grid
- Sistemas-litologia.shp**
- 1-RvpFM-Aquífero Poroso-Média Produtividade - 4m³/h/m a 0,5m³/h/m
 - 1-RvpFM-Aquífero Poroso-Alta Produtividade - >4m³/h/m
 - 2-RvpLA-Aquífero Poroso-Média Produtividade - 4m³/h/m a 0,5m³/h/m
 - 3-MpFM-Aquífero Poroso-Alta Produtividade - >4m³/h/m
 - 4-OstbL-Não Aquífero-nulo Produtividade -
 - 5-OstbFM-Aquífero Poroso-Média Produtividade - 4m³/h/m a 0,5m³/h/m
 - 6-OstbLA-Aquífero Poroso-Alta Produtividade - >4m³/h/m
 - 7-Embasamento Cristalino Indiv-Aquífero Fraturado-Baixa Produtividade - <0,5m³/h/m
- Text Coordenadas

4000 0 4000 8000 Meters

Escala 1:50.000