UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

ESTUDO DO POTENCIAL HIDROGEOLÓGICO DA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BAQUIRIVU-GUAÇU,
MUNICÍPIOS DE GUARULHOS E ARUJÁ, SP.

NÃO CIRCULA

Hélio Nóbile Diniz

Orientador: Prof. Dr. Uriel Duarte

TESE DE DOUTORAMENTO

COMISSÃO JULGADORA

	nome
Presidente:	<u>Uriel Duarte</u>
Examinadores:	<u>Emerson Carneiro Camargo</u>
	<u>Adelbani Braz da Silva</u>
	<u>Aristides Almeida Rocha</u>
	<u>Aldo da Cunha Rebouças</u>

ass.

[assinatura]

[assinatura]

[assinatura]

[assinatura]

SÃO PAULO
1996

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

NÃO CIRCULA

**ESTUDO DO POTENCIAL HIDROGEOLÓGICO DA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BAQUIRIVU-GUAÇU,
MUNICÍPIOS DE GUARULHOS E ARUJÁ, SP.**

Hélio Nóbile Diniz

Orientador: Prof. Dr. Uriel Duarte

DEDALUS - Acervo - IGC

30900008201

TESE DE DOUTORAMENTO

Programa de Pós-Graduação em Recursos Minerais e Hidrogeologia

SÃO PAULO
1996

Ao carinho da esposa

Madalena Rosa,

aos filhos

Isis Rosa e Gabriel

que me compreenderam e apoiaram.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi possível devido à colaboração, dedicação e incentivo de amigos de diversos órgãos e empresas.

Em especial quero agradecer ao Professor Uriel Duarte, do Departamento de Geologia Econômica do Instituto de Geociências da USP, pela orientação quanto ao tema abordado, incentivo, solicitação de bolsa de estudo, pedido e fornecimento de recursos para a pesquisa e pela amizade demonstrada durante todo desenvolvimento do trabalho.

À atuação impecável e amizade da estagiária Márcia Mika Saito que acompanhou incansavelmente o trabalho, no campo e escritório, digitalizando e tabelando dados, analisando e revisando texto, figuras e planilhas.

À dedicação do estagiário Marcos Dutra Silva.

Fico muito agradecido à colega de pós-graduação Leila Nunes Menegasse Velasquez pelo companheirismo, amizade, discussão sobre o tema, metodologia utilizada e emprego de *softwares*.

Ao apoio constante do amigo e colega Jair Santoro, amiga Vera Lúcia Lamas Vidueiros e geóloga e irmã Miriam Nóbile Diniz.

À colaboração de Celso de Almeida Bairão (GEOWORKS), João Carlos Simanke de Souza (SABESB), Ademar Tokio Ogawa (DAEE), Ivanir Borella Mariano (DAEE) e Élcio Silveira (DAEE).

A Hélio Norio Kobaiyashi e Jorge Marques da Silva Santos (INFRAERO) pelos esclarecimentos prestados e permissão de acesso aos dados dos poços do Aeroporto Internacional de São Paulo.

À Marcio Felix Dionízio, pela condução do veículo e auxílio nos trabalhos de cadastramento no campo.

Ao auxílio na pesquisa climatológica, do colega Paulo Ricardo Pereira Brum. À Miriam Ramos Gutjahr pelo auxílio na versão e na tradução de textos em inglês.

Ao auxílio na utilização de *softwares*, dos colegas do Instituto Geológico Otávio Coaracy Brasil Gandolfo e José Antonio Ferrari.

À diretoria e corpo técnico das empresas perfuradoras: HIDROGESP, FALCÃO HOLSEN, CORNER, POLITI, JUNDSONDAS, AIR-DRILL E AGUABRÁS, por possibilitarem o acesso aos dados de poços da região de Guarulhos e Arujá.

Ao auxílio no cadastramento prestado por José Carlos Castellani (JUNDSONDAS), Regina Buratto (POLITI) e Marciano Teixeira Correa (CONSTROLI).

À Plínio Thomaz pelo acesso aos dados dos poços do SAAE de Guarulhos.

Ao auxílio na elaboração de mapas digitais de Dicson Barbosa Galipi e Andréa Croso Weik (PREFEITURA MUNICIPAL DE GUARULHOS) e à Isabel Regina Cavalheiro Salem pelo acesso aos dados do estudo ambiental realizado na várzea do rio Baquirivu-Guaçu.

Ao auxílio na parte da pesquisa bibliográfica realizada na biblioteca do Instituto Geológico, proporcionado por Marcia Regina Barbieri e Maria Cristina Cardoso de Almeida.

À colaboração nos desenhos, mapas e xerox, dos funcionários do Instituto Geológico, Paulo César Lima Padilha, Liana Maria Moretti e Maria Aparecida de Oliveira Quadrado.

O apoio financeiro para a execução do presente trabalho adveio da FAPESP, através do Projeto - "Levantamento do potencial hidrogeológico da bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu, nos Municípios de Guarulhos e Arujá, SP", Processo nº 94;5383-2.

SUMÁRIO

<u>LISTA DE FIGURAS</u>	v
<u>LISTA DE TABELAS</u>	xi
<u>LISTA DE ANEXOS</u>	xi
<u>LISTA DE ABREVIATURAS</u>	xii
<u>LISTA DE SÍMBOLOS</u>	xiv
RESUMO	xvi
ABSTRACT	xviii
1. INTRODUÇÃO	1
2. LOCALIZAÇÃO DA BACIA DO RIO BAQUIRIVU-GUAÇU	4
2.1. ASPECTOS GERAIS DA OCUPAÇÃO	4
3. JUSTIFICATIVAS	7
4. OBJETIVOS	8
5. VIAS DE ACESSO	10
6. ASPECTOS FISIAGRÁFICOS	11
6.1. MORFOLOGIA	11
6.2. CLIMATOLOGIA E HIDROGRAFIA	12
7. MÉTODOS UTILIZADOS PARA A CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E HIDROGEOLÓGICA DA BACIA DO RIO BAQUIRIVU-GUAÇU	15
7.1. GENERALIDADES	15

7.2. CADASTRAMENTO DE POÇOS.....	16
7.3. OS POÇOS TUBULARES PROFUNDOS NA BACIA DO RIO BAQUIRIVU-GUAÇU	23
7.4. PERFÍS DOS POÇOS	25
7.5. UTILIZAÇÃO DE <i>SOFTWARE</i> PARA TRATAMENTO E REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS DADOS	27
8. GEOLOGIA DAS ROCHAS ÍGNEAS E METAMÓRFICAS DO EMBASAMENTO CRISTALINO	29
8.1. AS ROCHAS DO EMBASAMENTO CRISTALINO NA BACIA DO RIO BA-QUIRIVU-GUAÇU	31
8.2. O MANTO DE ALTERAÇÃO DAS ROCHAS CRISTALINAS	33
9. A BACIA SEDIMENTAR DE SÃO PAULO	37
9.1. O ARCABOUÇO ESTRUTURAL E A ESTRATIGRAFIA DA BACIA SEDI-MENTAR	38
9.2. O GRABEN DO BAQUIRIVU-GUAÇU	41
9.3. PERFÍS GEOLÓGICOS DAS SONDAgens REALIZADAS PARA CAPTAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA.....	49
10. HIDROGEOLOGIA	58
10.1. REVISÃO CONCEITUAL	58
10.1.1. <u>A água na zona saturada</u>	58
10.2. ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS DA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO.....	68

10.3. HIDROGEOLOGIA DA REGIÃO DA BACIA DO RIO BAQUIRIVU-GUAÇU	70
10.3.1. <u>O sistema aquífero cristalino na bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu</u>	72
10.3.2. <u>O sistema aquífero sedimentar na bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu</u>	77
10.4. CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA BACIA DO RIO BAQUIRIVU-GUAÇU	82
11. HIDRODINÂMICA	87
12. BALANÇO HÍDRICO NA BACIA DO RIO BAQUIRIVU-GUAÇU	112
12.1. RESERVAS RENOVÁVEIS E PERMANENTES	116
13. A RECARGA DOS AQUÍFEROS	120
13.1. ASPECTOS GERAIS DA RECARGA DE AQUÍFEROS	125
13.2. ALTERNATIVAS PARA A RECARGA NA BACIA DO RIO BAQUIRIVU-GUAÇU	128
14. HIDROGEOLOGIA DO AEROPORTO INTERNACIONAL DE SÃO PAULO	131
14.1. DEMANDA DE ÁGUA E EXPLOTAÇÃO DO AQUÍFERO SEDIMENTAR	131
14.2. LOCAÇÃO DOS POÇOS NO GRABEN DO BAQUIRIVU-GUAÇU	134
14.3. OS POÇOS DO AEROPORTO INTERNACIONAL DE SÃO PAULO	137
15. AS FERROBACTÉRIAS NOS POÇOS TUBULARES DA BACIA SEDIMENTAR DE SÃO PAULO	146

16. POSSIBILIDADES DE POLUIÇÃO DOS AQÜÍFEROS NA REGIÃO DO RIO BAQUIRIVU-GUAÇU	151
17. COLETÂNEA DE LEGISLAÇÕES E DE SUGESTÕES QUANTO À APLICAÇÃO DAS LEIS REFERENTES AO USO E PROTEÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	152
18. CONSIDERAÇÕES FINAIS	157
19. CONCLUSÕES	159
20. BIBLIOGRAFIA.....	161

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Mapa de Localização da bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu no contexto da Região Metropolitana de São Paulo.....	5
FIGURA 2. Contorno da bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu com as principais drenagens, rodovias, posição dos centros urbanos e Aeroporto Internacional de São Paulo/Cumbica.....	6
FIGURA 3. Mapa geológico simplificado da bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu contendo a localização das secções geológicas e dos poços cadastrados	24
FIGURA 4. Mapa geológico da bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu.....	30
FIGURA 5. Mapa de contorno do topo do embasamento na bacia do rio Baquirivu-Guaçu	44
FIGURA 6. Mapas de superfície e contorno do topo do embasamento na bacia do rio Baquirivu-Guaçu	45
FIGURA 7. Mapa de superfície do topo do embasamento cristalino, obtido através do método da krigagem, com ampliação da pesquisa dos dados na direção N45E	46
FIGURA 8. Mapa de espessura de sedimentos com as classes de vazões dos poços do sistema aquífero sedimentar	48
FIGURA 9. Distribuição das vazões dos poços do aquífero cristalino na área do rio Baquirivu-Guaçu	49
FIGURA 10. Secção geológica A-A'	55
FIGURA 11. Secção geológica B-B'	56
FIGURA 12. Secção geológica C-C'	57

FIGURA 13. Dois reservatórios conectados por um conduto preenchido com material permeavel	59
FIGURA 14. Poço inteiramente penetrante em um aquífero confinado	62
FIGURA 15. Gráfico da função de Theis.....	64
FIGURA 16. Poço inteiramente penetrante em um aquífero semi-confinado	66
FIGURA 17. Gráfico da função de Hantush.....	67
FIGURA 18. Histograma das profundidades dos poços do sistema aquífero cristalino	74
FIGURA 19. Histograma das vazões dos poços do sistema aquífero cristalino...	75
FIGURA 20. Gráfico das vazões em função das profundidades dos poços do aquífero cristalino	76
FIGURA 21. Histograma das profundidades dos poços do sistema aquífero sedimentar	79
FIGURA 22. Histograma das vazões dos poços do sistema aquífero sedimentar.	80
FIGURA 23. Gráfico das vazões em função das profundidades dos poços do aquífero sedimentar	81
FIGURA 24. Características químicas das águas subterrâneas da bacia do rio Baquirivu-Guaçu	84
FIGURA 25. Testes de vazão realizados no Poço 2C, do SAAE, no Recreio São Jorge, em Guarulhos	94
FIGURA 26. Método da superposição de Theis para cálculo dos parâmetros hidrodinâmicos do aquífero sedimentar no local do Poço 24D (Poço das Industrias Químicas Girardi).....	95

- FIGURA 27. Método da superposição de Theis para cálculo dos parâmetros hidrodinâmicos do aquífero sedimentar no local do Poço 1E (Poço da Warner Lambert), em Guarulhos.96
- FIGURA 28. Método da superposição de Theis para cálculo dos parâmetros hidrodinâmicos do aquífero sedimentar no local do Poço 9E (Poço 01' da INFRAERO)..97
- FIGURA 29. Método da superposição de Theis para cálculo dos parâmetros hidrodinâmicos do aquífero sedimentar no local do Poço 11E (Poço 02' da INFRAERO)..98
- FIGURA 30. Método da superposição de Theis para cálculo dos parâmetros hidrodinâmicos do aquífero sedimentar no local do Poço 13E (Poço 03' da INFRAERO)..99
- FIGURA 31. Método da superposição de Theis para cálculo dos parâmetros hidrodinâmicos do aquífero sedimentar no local do Poço 15E (Poço 04' da INFRAERO).. 100
- FIGURA 32. Método da superposição de Theis para cálculo dos parâmetros hidrodinâmicos do aquífero sedimentar no local do Poço 16E (Poço 05 da INFRAERO).. 101
- FIGURA 33. Método da superposição de Theis para cálculo dos parâmetros hidrodinâmicos do aquífero sedimentar no local do Poço 17E (Poço 06 da INFRAERO).. 102
- FIGURA 34. Método da superposição de Theis para cálculo dos parâmetros hidrodinâmicos do aquífero sedimentar no local do Poço 30E (Poço 08 da INFRAERO).. 103
- FIGURA 35. Método da superposição de Hantush para cálculo dos parâmetros hidrodinâmicos do aquífero sedimentar no local do Poço 32E (Poço da Transportadora Nova Diadema)..... 104

FIGURA 36. Método da superposição de Hantush para cálculo dos parâmetros hidrodinâmicos do aquífero sedimentar no local do Poço 2H (Poço do DAEE).....	105
FIGURA 37. Curva de rebaixamento do Poço 13H (Poço da Pial Eletro-Eletrônica Ltda), aquífero cristalino.....	106
FIGURA 38. Método da superposição de Hantush para cálculo dos parâmetros hidrodinâmicos do aquífero cristalino no local do Poço 16H (Poço da Alimentos Seleccionados Iguatemi Ltda.).....	107
FIGURA 39. Curva de rebaixamento do Poço 23H (da Ind. de Meias Scalina Ltda), aquífero cristalino, sistema fissurado.....	108
FIGURA 40. Método da superposição de Theis para cálculo dos parâmetros hidrodinâmicos do aquífero sedimentar no local do Poço 7I (Poço da Vila Carmela II, do SAAE).....	109
FIGURA 41. Método da superposição de Theis para cálculo dos parâmetros hidrodinâmicos do aquífero sedimentar no local do Poço 8I (Poço do Jardim Ponte Alta, do SAAE)	110
FIGURA 42. Método da superposição de Theis para cálculo dos parâmetros hidrodinâmicos do aquífero sedimentar no local do Poço 12I (Poço do Jardim Nova Bonsucesso, do SAAE).....	111
FIGURA 43. Representação esquemática do ciclo hidrológico	113
FIGURA 44. Balanço hídrico multianual do Posto Fazenda Velha, no período 1965-1994.....	117
FIGURA 45. Balanço hídrico multianual do Posto Bom Sucesso, no período 1965-1994.....	118

FIGURA 46. Níveis potenciométricos dos aquíferos da bacia do rio Baquirivuguaçu, em 1971	122
FIGURA 47. Níveis potenciométricos dos aquíferos da bacia do rio Baquirivuguaçu, em 1981	123
FIGURA 48. Níveis potenciométricos dos aquíferos da bacia do rio Baquirivuguaçu, em 1995	124
FIGURA 49. Localização dos poços do Aeroporto Internacional de São Paulo/Cumbica, na imagem obtida através da fotografia aérea número 23, faixa 15, escala 1:25.000, vôo da RMSP de março de 1994, da BASE-Levantamentos Aerofotogramétricos S.A	136
FIGURA 50. Poço 9E (Poço 01' da INFRAERO), níveis estáticos, dinâmicos e vazões, médios mensais, medidos desde o início do bombeamento (em março de 1989)	139
FIGURA 51. Poço 11E (Poço 02' da INFRAERO), níveis estáticos, dinâmicos e vazões, médios mensais, medidos desde o início do bombeamento (em março de 1989)	140
FIGURA 52. Poço 13E (Poço 03' da INFRAERO), níveis estáticos, dinâmicos e vazões, médios mensais, medidos desde o início do bombeamento (em janeiro de 1989)	141
FIGURA 53. Poço 15E (Poço 04' da INFRAERO), níveis estáticos, dinâmicos e vazões, médios mensais, medidos desde o início do bombeamento (em maio de 1989)	142
FIGURA 54. Poço 16E (Poço 05 da INFRAERO), níveis estáticos, dinâmicos e vazões, médios mensais, medidos desde o início do bombeamento (em janeiro de 1989)	143

FIGURA 55. Fotografias da profundidade 145,7m do Poço 11E (Poço 02' da INFRAERO), tiradas das perfilagens óticas executadas no mês de agosto de 1993, antes (foto superior) e após (foto inferior) a manutenção do poço 150

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. INVENTÁRIO HIDROGEOLÓGICO BÁSICO	
LOCALIZAÇÃO, CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS, GEOLÓGICAS E HIDROGEOLÓGICAS DOS POÇOS CADASTRADOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BAQUIRIVU-GUAÇU	173
TABELA 2. VALORES DE $W(u)$, $W(u,r/B)$ E $1/u$ DAS EQUAÇÕES DE THEIS E DE HANTUSH	204
TABELA 3. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DA BACIA DO RIO BAQUIRIVU-GUAÇU	207
TABELA 4. TESTES DE VAZÃO REALIZADOS NOS POÇOS TUBULARES PROFUNDOS DA BACIA DO RIO BAQUIRIVU-GUAÇU	211
TABELA 5. MÉDIAS MENSAIS DOS NÍVEIS E VAZÕES DIÁRIOS DOS POÇOS DO AEROPORTO INTERNACIONAL DE SÃO PAULO/CUMBICA, MEDIDOS NO PERÍODO ENTRE 1989 E 1994	246
TABELA 6. BALANÇO HÍDRICO MULTIANUAL DOS POSTOS BOM SUCESSO E FAZENDA VELHA (1965-1994) E ANUAL, DO POSTO BONSUCESSO (1989 A 1993)	259
TABELA 7. PERFÍS GEOLÓGICOS INDIVIDUAIS	267

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS POÇOS E IDENTIFICAÇÃO DA BACIA DO RIO BAQUIRIVU-GUAÇU	Contracapa
---	-------------------

LISTA DE ABREVIATURAS

AISP	Aeroporto Internacional de São Paulo/Cumbica
ASTEP	Assessoria Técnica em Poços Ltda.
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo
CONAMA	Coordenação Nacional do Meio Ambiente
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DAEE	Departamento de Águas e Energia Elétrica
DBO ₅	Demanda Bioquímica de Oxigênio de 5 dias
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
EMPLASA	Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo S.A.
EPA	Environmetal Protection Agency
ETAS	Estações de Tratamento de Água
h	hora
INFRAERO	Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A.
m ² /h	metros cúbicos por hora e por metro de espessura do aquífero
m ³ /h	metros cúbicos por hora
Mb	Mega bytes
mg/L	miligramas por litro
Mhz	Mega hertz
OMS	Organização Mundial de Saúde
RMSP	Região Metropolitana de São Paulo
SAAE de Guarulhos	Serviço Municipal de Águas e Esgotos de Guarulhos
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SMA	Secretaria do Meio Ambiente

USP

Universidade de São Paulo

UTM

Unidade Transversa de Mercator

LISTA DE SÍMBOLOS

b'	espessura da camada semi-confinante
B	coeficiente que representa a raiz quadrada da relação entre a Transmissividade multiplicada pela espessura da camada semi-permeável, dividida pela Condutividade Hidráulica da camada semi-permeável, em um aquífero semi-confinado
BQ^2	perda de carga atribuída ao fluxo laminar
CQ^2	perda de carga atribuída ao fluxo turbulento
D	diâmetro do duto
E	evapotranspiração
F	Coefficiente de resistência de Weisbach
g	aceleração da gravidade
h	altura
K	Condutividade Hidráulica
L	comprimento do duto
m	espessura do aquífero
m	massa
P	pressão
P	precipitação
Q	vazão
r	distância do poço ao piezômetro
R	escoamento superficial
s	rebaixamento (diferença entre nível dinâmico e estático)
Δs	aumento no armazenamento
S	Coefficiente de Armazenamento
S'	Coefficiente de Armazenamento da camada semi-confinante
S_{ap}	Coefficiente de Armazenamento aparente
T	Transmissividade
v	velocidade
z	elevação acima de um certo datum

$W(u)$	função do poço de u ; representa uma integral exponencial
$W(u,r/B)$	função do poço de u e r/B
π	3,1416
ρ	densidade

RESUMO

A bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu, situada nos Municípios de Guarulhos e Arujá, compreende uma área importante sob o aspecto de desenvolvimento regional e cuja demanda de água é em grande parte suprida através de poços tubulares profundos. Estes poços captam água em dois sistemas aquíferos: o sedimentar, por porosidade granular e o cristalino, por porosidade de fissuras.

Na área da bacia do rio Baquirivu-Guaçu, estão situados o Aeroporto Internacional de São Paulo e indústrias de médio e grande porte, principalmente metalúrgicas, de transformação de alimentos, químicas e eletro-eletrônica, que são supridas através de água subterrânea captada por poços tubulares profundos.

O grau de poluição das águas superficiais, dos córregos e rios, torna o custo do tratamento inviável. Isto tem provocado um grande aumento na perfuração de poços tubulares profundos para a suprir a demanda.

Neste trabalho foi cadastrada uma parcela significativa dos poços, equipados, desativados e soterrados e os dados geológicos e hidrogeológicos foram levantados, com o objetivo de definir, através de *software* digital de interpolação, o SURFER versão 5.01, as estruturas geológicas importantes para o armazenamento de água subterrânea e o histórico da situação de exploração. Os testes de vazão foram interpretados utilizando-se os *softwares* EXCEL versão 5.0 e o ORIGIN versão 3.5, para obter-se as características hidrodinâmicas e o potencial de exploração dos aquíferos. As análises químicas efetuadas para a determinação da potabilidade foram interpretadas para a caracterização das águas subterrâneas através do *software* QUATTRO PRO versão 1.00.

A localização dos poços e o estado atual de exploração foram investigados e confirmados no campo, sendo transformados em tabelas digitais. Utilizando o *software* SURFER versão 5.1 obteve-se mapas do contorno da bacia sedimentar, geometria dos aquíferos e evolução dos níveis d'água em função da exploração.

As séries históricas de dados hidrometeorológicos de postos situados na área foram inventariadas e os dados interpretados através do *software*

BALASC e QUATTRO PRO versão 1.00, obtendo-se o balanço hídrico da bacia e o potencial de recarga dos aquíferos. As reservas de água subterrânea, renováveis e permanentes, foram calculadas e avaliadas.

Métodos de adequação do meio físico ao ciclo hidrológico são propostos, para a recuperação dos aquíferos sujeitos à superexploração e, para amortecer o picos das cheias provocadas pelo aumento do *runoff*, como consequência da impermeabilização dos terrenos causada pela ocupação urbana.

ABSTRACT

The hydrographical basin of Baquirivu-Guaçu river, situated in the Guarulhos and Arujá Municipalities is an important area under the aspect of regional development and its water demand is greathly supplied by deep tubular wells. These wells collect water in two aquifer systems: the sedimentary one, by granular porosity and the cristaline one, by porosity of fissures.

The São Paulo International Airport are situated in the basin area of Baquirivu-Guaçu river and also medium and large sized industries, mainly of metallurgy, of food processing, chemical and electric-electronical ones, that are supplied by groundwater collected through deep tubular wells.

The degree of contamination of overground water, of streams and rivers, makes the cost of treatment prohibitive. This fact has caused a great increase of borehole perfuration to supply the demand.

In this work a significative number of equipped, desactivated and buried wells was registered and geological and hydrogeological data were surveyed. The objective was to define the main geological structures for the storage of underground water and also the history of the water exploration situation. Modern techniques of digital interpolation were used with the aid of EXCEL version 5.0, ORIGIN version 3.5, SURFER version 5.0 and QUATTRO PRO version 1.00 softwares. Discharge tests were performed to obtain the hydrodynamic characteristics and the potential exploration of the aquifers. Chemical analyses were performed to determine the water drinkability and were interpreted to give a characterization of the groundwater.

The wells location and their present exploration state were confirmed with work field and it are tranformed in digital charts. Contour maps of the sedimentary basin, the geometry of the aquifers and the evolution of water levels related with the explotation were also obtained.

Throught hystorical series of hydrometeorological data inventoried the hydric balance in the basin area and the potential recharge of the aquifers were calculated.

The reserves of groundwater, renewable and permanent were assessed and calculated.

Methods of adequacy of the environment to the hydrological cycle are proposed for recovering the aquifers subject to over exploitation and also, to weaken the overflow peaks provoked by the runoff increase as a consequence of impermeabilization caused by human occupation.

1. INTRODUÇÃO

O acelerado desenvolvimento industrial e crescimento populacional no Estado de São Paulo tem concorrido para uma crescente utilização dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Em algumas áreas urbanas o recurso hídrico superficial, formado preferencialmente pelas descargas de base dos rios, está por demais comprometido quanto à qualidade para que possa ser utilizado. Isto se deve ao intensivo lançamento de esgotos residenciais e resíduos derivados das atividades industriais que, em geral, são tratados paliativamente.

O aumento verificado pela procura pelos recursos hídricos subterrâneos se deve aos problemas de qualidade das águas superficiais, ao alto custo da água tratada distribuída pela SABESP ou pelos Serviços Autônomos de Água Municipais e, algumas vezes, à localização dos usuários distantes das redes municipais de distribuição.

A região de Guarulhos e Arujá é industrializada e necessita de grande quantidade de água para suas atividades e processos. As indústrias não podem sofrer desabastecimento pelo excesso de demanda na rede municipal de adução, pelos consertos nos dutos, pela limpeza de filtros nas ETAS (Estações de Tratamento de Água) e ampliações da rede de abastecimento público. Por estas razões, muitas empresas optaram por um sistema autônomo de abastecimento.

Este sistema pode ser suprido por poços ou por nascentes sendo efetivo quando as vazões extraídas são suficientes para atender a demanda. Eventualmente são utilizados mananciais originados pelas águas de escoamento superficial, captadas nos rios e córregos mas, neste caso, exigem tratamento que se torna economicamente inviável devido ao alto grau de poluição a que estão sujeitas, pois são submetidas ao constante lançamento dos efluentes derivados dos processos industriais e esgotos domésticos.

Dentro do enfoque moderno de gerenciamento integrado dos recursos hídricos, as águas subterrâneas representam a parcela do ciclo hidrológico que transita pelo subsolo de um sistema hidrográfico. Dentro desta abordagem, neste trabalho é considerada toda a área da bacia hidrográfica do rio

Baquirivu-Guaçu. Esta área é constituída pelas porções sul, norte e leste do Município de Guarulhos e da parte urbana do Município de Arujá.

A bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu, é uma subbacia da unidade hidrográfica do Alto Tietê.

A bacia do Alto Tietê possui uma área aproximada de 5720 km², medida desde a nascente do rio Tietê até a barragem de Pirapora do Bom Jesus. Nesta bacia se destacam dois sistemas aquíferos principais: o Sistema Aquífero Cristalino e o Sistema Aquífero Sedimentar.

Nos Municípios de Guarulhos e Arujá, iniciou-se de forma incipiente a construção de poços tubulares profundos para captação de água subterrânea, no final da década de 50, com a finalidade de suprir a demanda das indústrias que se instalaram na região.

A proximidade da Capital favoreu a ampliação do mercado transformador. Assim a região foi se tornando num forte polo industrial. A ausência de um sistema municipal efetivo de abastecimento de água fez com que as perfurações de poços aumentasse bastante durante a década de 60.

Os aquíferos, nunca antes explorados, forneciam boas vazões. O sucesso obtido fomentou a construção de novos poços tubulares profundos.

Nesta época, diversos loteamentos se instalaram nas imediações do parque industrial, incentivados pelo incremento populacional produzido pelo aumento da demanda de mão-de-obra. Nestes loteamentos foram sendo construídas residências, geralmente ocupadas por habitantes provenientes da Capital paulista, migrantes das outras regiões do Estado e de outros Estados da Federação, empregados principalmente pela indústria e pelos serviços públicos locais.

Estes loteamentos não eram servidos por um sistema municipal de abastecimento de água, sendo supridos através de poços cacimba. As águas servidas eram lançadas em esgotos que não eram canalizados e escoavam a céu aberto ou eram infiltradas em fossas negras, poluindo o aquífero freático e os córregos principais.

A evolução destes loteamentos para bairros residenciais no início da década de 70, fez com que novos poços tubulares profundos fossem construídos para suprir a demanda doméstica. Clubes de campo se instalaram nas áreas rurais, e novos poços foram construídos para fornecer água para a recreação. A expansão do comércio em razão do desenvolvimento industrial fez com que poços fossem construídos para abastecer mercados, bancos, postos de serviços, e uma expansiva rede hoteleira.

A ausência de um sistema de tratamento dos esgotos, que eram lançados na drenagem, generalizou a poluição dos córregos e do rio Baquirivuguaçu, principalmente por bactérias do tipo coliforme.

Na década de 80, em Guarulhos e Arujá, novos empreendimentos aumentaram a utilização da água subterrânea acelerando o esgotamento dos aquíferos pela excessiva exploração sem a equivalente compensação da recarga natural.

A recarga passou a ser ainda mais restritiva em função da impermeabilização dos terrenos, acarretada pelo avanço da malha urbana, aumento da pavimentação de ruas e estradas, crescimento de áreas industriais e construção de grandes galpões de empresas transportadoras de carga, que instalaram-se ali.

A construção do Aeroporto Internacional de São Paulo trouxe novo incremento na exploração da água subterrânea na região, já que um estudo hidrogeológico solicitado pela INFRAERO para empresas de consultoria, mostrou que o abastecimento através de água subterrânea corresponderia a apenas 1,3% do custo do abastecimento por água superficial. Atualmente, o Aeroporto é inteiramente abastecido por 7 poços tubulares profundos que, em média, fornecem 2.700 m³/dia ou então, 225 m³/h considerando-se períodos de bombeamento de 12 h/dia.

A recarga natural do aquífero sedimentar da Bacia de São Paulo foi ainda mais prejudicada devido à grande área ocupada pelas pistas do Aeroporto, aterrada com argilas compactadas, revestida com brita e coberta com asfalto,

totalizando um pacote com mais de 2m de espessura e que impermeabiliza totalmente uma área considerável, de 4,5 km².

2. LOCALIZAÇÃO DA BACIA DO RIO BAQUIRIVU-GUAÇU

A bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu está localizada dentro dos limites dos Municípios de Guarulhos e Arujá.

O mapa da FIGURA 1 refere-se à localização da bacia do rio Baquirivu-Guaçu e sua situação no contexto da Região Metropolitana de São Paulo.

O mapa da FIGURA 2 refere-se à localização das principais drenagens, rodovias, aeroporto e centros urbanos na bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu e entorno.

Guarulhos e Arujá estão situados no nordeste da Região Metropolitana de São Paulo, sendo dois dos 39 municípios que a compõem. Encontram-se posicionados estrategicamente no principal eixo de desenvolvimento do País - São Paulo/Rio de Janeiro. O centro de Guarulhos está situado a 17 km do centro da cidade de São Paulo, razão pela qual o seu território foi escolhido para a implantação de estruturas de impacto regional, como o Aeroporto Internacional de São Paulo/Cumbica, Terminal de Tancagem de Combustíveis da Petrobrás, Terminal Intermodal de Cargas Leste e Terminal de Abastecimento Geral. O município é cortado por três rodovias com pistas duplicadas: Ayrton Senna, Presidente Dutra e Fernão Dias.

2.1. ASPECTOS GERAIS DA OCUPAÇÃO

Guarulhos possui uma área de 341 km², cortada por rios e córregos que desaguam no rio Baquirivu-Guaçu ou no rio Cabuçu, afluentes da margem direita do rio Tietê. Apenas numa pequena área, situada no limite nordeste do Município, os córregos drenam para o rio Paraíba.

FIGURA 1. Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu no contexto da Região Metropolitana de São Paulo (modificado de SILVA & OLIVEIRA, 1992).

FIGURA 2 . Contorno da bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu com as principais drenagens, rodovias, posição dos centros urbanos e Aeroporto Internacional de São Paulo/Cumbica.

Guarulhos pode ser dividido em 4 regiões: Centro (lado oeste do Aeroporto), Bonsucesso (lado leste do Aeroporto), Cumbica (Parque Industrial ao sul do Aeroporto) e Pimentas (situado ao sul de Bonsucesso, entre a rodovia Presidente Dutra e a rodovia Ayrton Senna).

As infra-estruturas sociais de serviços públicos e de capital, estão concentradas na região Central.

A região de Cumbica é ocupada pelo Parque Industrial e é onde estão as empresas transportadoras de carga.

A região de Pimentas, periférica de Guarulhos, possui ocupação densa, principalmente a partir da década de 80, com carência de infra-estrutura e de serviços públicos.

A região de Bonsucesso pertence à várzea do rio Baquirivu-Guaçu. Possui uma pequena concentração industrial e urbana, coexistindo com reduzidas áreas de atividades agrícolas e vegetação remanescente (capoeiras).

3. JUSTIFICATIVAS

Esta pesquisa tem a finalidade de caracterizar geológica e hidrogeologicamente a bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu, localizada na parte nordeste da Região Metropolitana de São Paulo, nos Municípios de Guarulhos e Arujá.

A caracterização hidrogeológica e a avaliação do potencial hídrico subterrâneo é muito importante para o planejamento desta região, já que é densamente habitada, possui um importante polo industrial da RMSP e o aeroporto mais importante do Estado de São Paulo - o Aeroporto Internacional de São Paulo/Cumbica. Em toda esta região a água subterrânea é extensamente explorada através de poços tubulares profundos.

O conhecimento do potencial hídrico subterrâneo é uma tarefa que se faz mister para melhorar o atendimento da intensa demanda local, propondo soluções para otimizar o uso do recurso e para preservar a capacidade dos aquíferos, como a utilização da recarga artificial no aquífero sedimentar, que

poderá ser incrementada a partir da construção de lagos, trincheiras e poços para a infiltração das águas oriundas das precipitações. Este procedimento tem a vantagem de provocar um amortecimento no *runoff*, diminuindo o pico das cheias que afetam as áreas situadas a jusante. Atualmente, estas águas escoam na superfície sem grandes infiltrações. Desta maneira, não repõem as perdas provocadas artificialmente no aquífero pela extração de água dos poços. Sem sofrerem amortecimento na bacia, escoam superficialmente formando picos que contribuem para provocar as grandes inundações verificadas ao longo do canal do rio Tietê, na RMSP.

O estudo da avaliação qualitativa e quantitativa, do aproveitamento e da exploração dos recursos hídricos subterrâneos na região do rio Baquirivu-Guaçu tem grande importância no seu planejamento, frente à expansão da malha urbana e ao desenvolvimento do parque industrial de Guarulhos e Arujá.

A escolha de uma bacia hidrográfica como área de pesquisa hidrogeológica é devido à bacia representar um sistema fechado sob o aspecto da entrada da água (através das precipitações), cujo volume é passível de ser medido nas estações pluviométricas. A saída da água pode ser medida através de postos fluviométricos que fornecem as vazões de descarga dos rios e postos hidrometeorológicos que permitem estimar a evapotranspiração na bacia. A diferença entre a entrada e a saída do sistema representa a água que infiltra no terreno indo circular pelos aquíferos. Esta parcela é muito importante e passível de ser estimada. A água armazenada, quando não é extraída por poços, flui nas fontes, alimentando o fluxo de base dos rios.

4. OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho são:

(1) Cadastramento dos poços tubulares profundos na região da bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu, utilizando-se fichas de poços apropriadas e visitando as principais empresas de perfuração de poços tubulares profundos da RMSP e que possuem arquivos dos dados construtivos. Esta pesquisa é

complementada através de consulta ao arquivo de dados de águas subterrâneas do DAEE, da SABESP e do SAAE de Guarulhos.

(2) Trabalhos de campo, para a checagem dos dados levantados nas empresas de perfuração e nos órgãos públicos, compreendendo visitas às indústrias, comércio local e à INFRAERO, para a locação dos poços tubulares profundos em mapas topográficos da EMPLASA na escala 1:10.000 e verificação das condições atuais de exploração e o estado destes poços.

(3) Emprego de modernas técnicas digitais de microinformática, utilizando *softwares* e *hardwares* para o processamento dos dados geológicos e hidrogeológicos levantados durante o cadastramento.

(4) Cadastramento dos testes de vazão realizados pelas empresas perfuradoras nos poços tubulares profundos para determinação dos parâmetros hidrodinâmicos dos aquíferos, como a Transmissividade, Coeficiente de Armazenamento e Condutividade Hidráulica.

(5) Cadastramento das análises químicas efetuadas pelos proprietários e/ou empresas perfuradoras, coletadas imediatamente após a conclusão dos poços para a caracterização da potabilidade das águas. Interpretação qualitativa das análises para a classificação hidroquímica dos aquíferos e fornecer subsídios para o entendimento da interação química dos elementos contidos nas águas infiltradas com os minerais instáveis das rochas hospedeiras.

(6) Definição da geometria do Graben do Baquirivu-Guaçu, com base nos dados geológicos levantados durante a fase de cadastramento de poços e checados no campo, utilizando modernas técnicas de microinformática.

(7) Cálculo das componentes do balanço hídrico da bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu, a partir de dados hidrometeorológicos dos postos pluviométricos do DAEE existentes na bacia e no seu entorno, com o objetivo de estimar a parcela de água oriunda das precipitações e disponível para a recarga (natural ou artificial) dos aquíferos.

(8) Interpretação do histórico da exploração de água subterrânea propondo soluções para a recuperação dos aquíferos.

5. VIAS DE ACESSO

A bacia do rio Baquirivu-Guaçu é interceptada na direção N60E pela Rodovia Presidente Dutra (BR-116). De São Paulo, chega-se à área da bacia por diversos acessos desta rodovia: trevo de Guarulhos - km 228, trevo de acesso ao Aeroporto Internacional de São Paulo - km 223, trevo de Bonsucesso - km 214, ou ainda, trevo de acesso a Arujá - km 204.

Pela rodovia Ayrton Senna, antiga rodovia dos Trabalhadores (SP-070), chega-se à área pelo acesso ao Aeroporto Internacional de São Paulo, ou ainda, à frente, pelo trevo de acesso à Arujá-Itaquaquecetuba.

De Guarulhos ou Arujá, uma quantidade razoável de estradas municipais, avenidas e ruas pavimentadas possibilita o acesso à área interior da bacia. Entre as principais vias, pode-se destacar: Av. Monteiro Lobato que se inicia na parte urbana de Guarulhos, segue paralela à via Dutra cruzando a alça de acesso ao Aeroporto; Av. Papa João Paulo I que dá continuidade à Avenida Monteiro Lobato e segue paralela à via Dutra até o km 214; Av. Santos Dumont que tem início junto à entrada da Base Aérea de Cumbica e cruza a via Dutra através de um viaduto, no trevo de acesso à rodovia, seguindo pelo Parque Industrial de Cumbica até a Rodovia Ayrton Senna.

O acesso à parte norte da área é feito pela estrada municipal Guarulhos-Nazaré Paulista, asfaltada, passando pelas pedreira da REAGO e PAU PEDRA, chegando até a Fábrica de Cerveja da Skol-Caracú ou, pela estrada Capuava, que inicia-se no Bairro Bonsucesso e segue em direção norte até a estrada municipal Guarulhos-Nazaré Paulista.

O acesso à parte sudeste se dá pela Estrada do Corredor que inicia-se em Arujá, seguindo pelo Distrito Industrial de Itaquaquecetuba e chegando à rodovia Ayrton Senna.

O acesso ao Bairro Pimentas, localizado na parte sudeste do Município de Guarulhos, é feito pela Estrada Juscelino Kubitschek de Oliveira, que inicia no Km 214 da Rodovia Presidente Dutra e vai até o Bairro de São Miguel, Município de São Paulo, após cruzar a Rodovia Ayrton Senna.

6. ASPECTOS FISIOGRAFICOS

6.1. MORFOLOGIA

A área da bacia do rio Baquirivu-Guaçu situa-se no contexto geomorfológico da Província do Planalto Atlântico, definida por ALMEIDA (1964) e detalhada por PONÇANO *et al.* (1981). Predomina na região a Zona do Planalto Paulistano (Subzona Colinas de São Paulo) e a Zona Serrania de São Roque, ocorrendo subordinadamente a Zona Médio Vale do Paraíba (Subzona Morros Cristalinos).

O relevo é relativamente plano nos locais de ocorrências dos sedimentos da bacia de São Paulo e bastante acidentado, com elevações expressivas, na parte norte da área, nas serras do Itaberaba e do Bananal, onde afloram rochas metassedimentares, metavulcânicas, graníticas e granodioríticas.

As serras e morros sustentados por metassedimentos e metabasitos tem altitude variável, entre 750 e 1.200m, enquanto os depósitos sedimentares da bacia do rio Baquirivu-Guaçu possuem altitudes variáveis entre 720 e 820m.

Em quase toda extensão, o rio Baquirivu-Guaçu situa-se numa planície aluvial de compartimentação do Planalto, embutida num sistema de colinas, sendo o nível médio mais elevado, situado entre as cotas 800-820m e o nível das planícies aluviais, outrora submersíveis, entre as cotas 720-722m.

Nas proximidades da região da bacia do rio Baquirivu-Guaçu, nas planícies aluviais do rio Tietê, havia um cinturão meândrico, sujeito a cheias anuais e inundações periódicas de grande extensão lateral. Possuía largura variando entre 200 e 400m. Em cada lado do leito do rio haviam pântanos ribeirinhos, com mais de 1 km de extensão lateral e várzeas onde predominavam solos hidromórficos, fortemente orgânicos (AB'SÁBER, 1977). Nestes pântanos foram construídas inúmeras cavas de extração de argila para fabricação de tijolos e areia destinada à construção civil. Hoje, parte destas várzeas ainda estão preservadas nas áreas delimitadas pelo Parque Ecológico do Tietê.

6.2. CLIMATOLOGIA E HIDROGRAFIA

A bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu pertence à unidade hidrográfica do Alto Tietê. Situa-se entre as latitudes $46^{\circ} 15'$ e $46^{\circ} 30' W$ e os paralelos $23^{\circ} 20'$ e $23^{\circ} 30' S$.

A precipitação média anual na bacia é cerca de 1400 mm/ano e a temperatura média anual é de aproximadamente $18^{\circ} C$. A evaporação potencial média situa-se ao redor de 850 mm/ano.

O clima é classificado segundo Köpen em Cwb, das savanas dos altiplanos continentais, com verão moderado (DAEE, 1975a e 1975b).

O rio Baquirivu-Guaçu nasce em Arujá, nos contra-fortes da Serra da Cantareira, na região denominada Jardim do Trevo, ainda caracterizada por vegetação nativa. Atravessa a região central, urbanizada, do Município de Arujá, onde é inteiramente canalizado numa extensão aproximada de 3 km. Percorre o Município de Guarulhos, numa extensão aproximada de 21 km, passando pelos bairros de Sadokim, Bonsucesso, Lavras, São João, Invernada, Bananal, Taboão, Vila Barros, Cecap e Várzea do Palácio, indo desaguar na margem direita do rio Tietê.

Os afluentes do rio Baquirivu-Guaçu, todos de pequeno porte, são:

a) margem direita:- Ribeirão Guaraçu, Ribeirão dos Lavras, Córrego Água Suja, Córrego Capão da Sombra, Ribeirão Tanque Grande, Córrego Ponte Alta, Córrego do Taboão e Córrego da Invernada.

b) margem esquerda:- Córrego do Bairro Aracília, Córrego do Bairro Piratininga, Córrego Água Chata, Córrego Cocho Moinho Velho, Córrego da Av. Antonio Tozi, Córrego Cocho Velho, Córrego Olho D'Água, Córrego Baquirivu-Mirim, Córrego Botina e Córrego Cumbica.

A cabeceira do rio Baquirivu-Guaçu está aproximadamente a 790 m do nível do mar, enquanto a sua foz encontra-se na cota de 724 m. A diferença destas altitudes, dividida por um percurso aproximado de 38 km, resulta num gradiente médio de 1,7 m/km.

O uso do solo, na Várzea do Baquirivu-Guaçu, é bastante diversificado em função das características peculiares da área, como proximidade

da Capital do Estado, zona industrial de Guarulhos e Via Dutra. Assim, em suas margens encontram-se desde domicílios de nível médio até baixo, como favelas, vários tipos de indústrias e pequenas propriedades rurais.

O percurso do rio Baquirivu-Guaçu, em torno do Aeroporto Internacional, foi retificado e canalizado, quando da implantação do Aeroporto em 1983, tendo sido soterrado seus meandros que provocou uma diminuição da extensão original em aproximadamente 3 km.

A implantação do Aeroporto alterou a drenagem do rio Baquirivu-Guaçu, no local, que passou de um regime de baixa velocidade para um de alta velocidade de escoamento com significativo aumento do *runoff*. A construção das pistas mudou as características da área drenada, que antes apresentava águas pluviais estagnadas que fluíam lentamente em direção ao rio Baquirivu-Guaçu. Hoje a água precipitada na área é lançada no rio Baquirivu-Guaçu, que está canalizado e permite um escoamento rápido.

No Aeroporto o esgoto é tratado por aeração profunda, com quatro tanques interligados em série, cuja capacidade é de 2.500 m³/dia. A matéria orgânica é oxidada através da injeção de ar comprimido na base dos tanques. Os tanques são limpos com frequência e o material decantado é recolhido e utilizado como adubo.

Após o tratamento nos dois primeiros tanques as águas dos esgotos já permitem a vida animal e peixes são criados no terceiro e quarto tanques. Após este tratamento, o esgoto é lançado em duas lagoas de decantação e daí é despejado no rio Baquirivu-Guaçu. O tratamento é bastante efetivo, tanto que a água do efluente apresenta índices de potabilidade na saída para o rio.

A CETESB vem analisando a água do rio Baquirivu-Guaçu com ponto de amostragem na ponte de acesso ao Nippon Country Club, desde 1983. Frente aos padrões encontrados no local, as águas são classificadas como pertencentes à Classe 3 da resolução CONAMA nº 20, de 18 de junho de 1986, isto é; pertencente a rios cujas águas podem ser destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento convencional, à irrigação arbórea, cerealífera e forrageira e à dessedentação de animais.

A CETESB efetuou dois estudos detalhados sobre o lançamento de efluentes industriais e esgotos domésticos na bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu, em 1982 e 1989. No primeiro estudo foi elaborada uma proposta para a classificação das águas do rio Baquirivu-Guaçu, no segundo (CETESB, 1989) foram elaboradas propostas para a reclassificação de acordo com os dispositivos legais vigentes. Neste estudo, analisando a carga poluidora de 59 indústrias de grande porte, duas grandes mineradoras e efluentes urbanos de Guarulhos e Arujá, a CETESB chegou a um potencial de carga poluidora orgânica de aproximadamente 5.000 kg DBO₅/dia.

Considerando uma redução de 66% na carga poluidora potencial, devido ao tratamento dos efluentes pelas indústrias, a carga orgânica estimada atinge 3.000 kg DBO₅/dia, para uma vazão média estimada em 150.000 m³/dia para o rio Baquirivu-Guaçu. Desta forma, verifica-se que a quantidade de matéria orgânica lançada no rio Baquirivu-Guaçu é considerável, com uma massa remanescente que chega a 2% do valor da massa de água transportada.

Uma campanha de análises recentes (realizadas em 27/03/1995), pela Secretaria Municipal da Saúde da Prefeitura Municipal de Guarulhos, forneceu os seguintes parâmetros para o rio Baquirivu-Guaçu, indo de jusante para montante:

	Várzea do Palácio	Aeroporto- Taboão	Jd.Presid. Dutra	Padrões aceitáveis*
pH	6	6	6	5-9
NH₄⁺	6 ppm	8 ppm	6 ppm	0,85 ppm
NO₂⁻	,2 ppm	0,4 ppm	0,1 ppm	ausente
Cl⁻	10 ppm	40 ppm	40 ppm	250 ppm
Fe⁺⁺	2 ppm	1,2 ppm	1,2 ppm	0,3 ppm
Coliformes fecais	24.10 ² col/ml	24.10 ² col/ml	11.10 ² col/ml	ausentes em 5 porções de 10 ml

*Decreto federal de 52.503 de 28/07/1970.

Verifica-se, frente à forte presença de coliformes fecais e menor frequência de outros poluentes, que o lançamento de esgotos domésticos é o fator preponderante na poluição do rio Baquirivu-Guaçu. Para este elevado número de coliformes fecais tem concorrido o lançamento dos efluentes dos esgotos, que não são tratados, pelo SAAE de Guarulhos e, o crescimento dos loteamentos clandestinos ao longo do rio Baquirivu-Guaçu, na parte norte do Aeroporto Internacional de São Paulo/Cumbica, a partir de 1991.

De acordo com as restrições impostas para coliformes fecais da resolução nº 20 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, de 18 de junho de 1986, publicada no Diário Oficial da União de 30/06/1986, as águas do rio Baquirivu-Guaçu encontram-se fora dos limites bacteriológicos para a utilização em irrigação de hortaliças, embora ao longo da várzea do rio, a água do rio seja bombeada em quantidade para esta finalidade.

7. MÉTODOS UTILIZADOS PARA A CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E HIDROGEOLÓGICA DA BACIA DO RIO BAQUIRIVU-GUAÇU

7.1. GENERALIDADES

O contexto geológico da área da bacia do rio Baquirivu-Guaçu, em superfície, é razoavelmente bem conhecido (em escalas de até 1:50.000) necessitando porém, de detalhamentos somente possíveis com a análise dos dados de subsuperfície que foram levantados, neste trabalho, durante a fase de cadastramento dos poços tubulares profundos.

A metodologia empregada nesta pesquisa foi o levantamento e cadastramento de todos os dados hidrogeológicos disponíveis nos órgãos públicos, municipais, estaduais e federais, que monitoram o recurso hídrico subterrâneo, como o Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Guarulhos, as Prefeituras de Guarulhos e Arujá, a SABESP, a CETESB, o DAEE, a INFRAERO e também, nas indústrias e comércio local e nas principais empresas de perfuração de poços da RMSP. Os arquivos das empresas HIDROGESP, da

CORNER, da AIR-LIFT, da FALCÃO & HOLSEN, da POLITI e da AGUÁBRAS, foram intensamente pesquisados.

Os dados levantados foram informatizados utilizando o *software* EXCEL 5.0, da Microsoft. Posteriormente foram checados no campo, junto aos usuários, principalmente no que se refere à locação e estado dos poços tubulares profundos. Após isto, os dados foram representados adequadamente, através de tabelas, gráficos e cartografia digital, utilizando os *softwares*: EXCEL 5.0, para elaboração das planilhas; o ORIGIN 3.5, o QUATTRO PRO 1.00, e o EXCEL 5.0, para elaboração dos gráficos; o SURFER 5.01, o AutoCAD 12, e o FLOWPATH 5.0 para elaboração dos mapas. Uma vez representados de forma adequada, os dados foram convenientemente consultados, analisados e avaliados.

Nos subítens seguintes são descritos detalhadamente os métodos empregados para avaliar o potencial hidrogeológico da bacia do rio Baquirivu-Guaçu.

7.2. CADASTRAMENTO DE POÇOS

Um importante método de trabalho em hidrogeologia é o cadastro de pontos d'água, aqui incluindo fontes e poços (cacimba e tubulares profundos).

Como o objetivo deste trabalho é a avaliação do potencial hidrogeológico da bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu, as águas de fontes e poços cacimba, por serem águas subterrâneas de pouca profundidade e circulação mais rápida e por absoluta falta de condições operacionais, não foram inventariadas. O cadastramento realizado refere-se a uma parcela significativa dos poços tubulares profundos em operação, desativados, soterrados ou tamponados.

Para o cadastramento, foram escolhidas as empresas de perfuração que operam ou trabalharam na área de pesquisa e que possuem arquivos de dados de poços: FALCÃO HOLSEN (detentora de arquivos da antiga empresa T. JANER), CORNER, HIDROGESP, AGUABRÁS, POLITI e AIR-DRILL (antiga empresa AIR-LIFT).

Geralmente, os dados obtidos durante a fase de perfuração são utilizados pelos hidrogeólogos das empresas perfuradoras para a completação do

poço. O perfil de avanço da perfuração substitui o perfil do caliper do poço, necessário para dimensionar os intervalos com baixa resistência da formação, que podem causar o colapso das paredes do poço e, por esta razão, deverão ser revestidos. O perfil geológico associado à perfilagem elétrica oferece subsídios para dimensionar os intervalos nos quais deverão ser colocados os tubos de filtros (intervalos onde as camadas aquíferas apresentam fluxo horizontal e permitem a entrada da água da formação para a câmara de bombeamento do poço). As análises granulométricas são utilizadas para dimensionar o diâmetro dos grãos do pré-filtro e a espessura da ranhura dos filtros, necessárias para reter o material da formação, impedindo que as partículas entrem no poço e danifiquem o equipamento de extração.

Diversos tipos de fichas para o cadastro, de dados construtivos, geológicos, hidrogeológicos, hidroquímicos e de exploração dos poços, são usadas pelas empresas de perfuração e órgãos públicos interessados na manutenção de um arquivo de dados de poços (SABESP, DAEE, etc.). Entre estes modelos podem-se destacar as do IPT, SABESP e DAEE, sendo esta última, adotada oficialmente.

Normalmente, os diversos tipos de fichas cadastrais procuram contemplar os seguintes dados:

(1) localização e identificação do poço através de coordenadas UTM (km NS e km EO), cota, nome do proprietário e endereço;

(2) uso da água; estado do poço, empresa perfuradora e data da perfuração;

(3) aspectos construtivos do poço, tais como: diâmetros da perfuração, tipos e diâmetros dos tubos de filtros utilizados, diâmetros e tipos de revestimentos lisos, tipo e granulometria do pré filtro e tipo de perfilagem geofísica;

(4) caracterização geológica através da descrição do perfil, profundidades do embasamento, espessura do manto de alteração e posição das fraturas;

(5) caracterização hidrogeológica através dos níveis piezométricos, profundidade das entradas de água, testes de vazão, características químicas das águas, qualidade e quantidades exploradas.

Os técnicos e hidrogeólogos do DAEE enviaram à Assembléia Legislativa do Estado de São Paulo um projeto de lei contemplando o cadastramento dos poços e disciplinando o uso das águas subterrâneas com o objetivo de suprir um banco de dados contendo as características dos aquíferos.

Este projeto, transformado na Lei Estadual nº 6.134 de 2 de junho de 1988, regulamentada pelo Decreto 32.955 de 7 de fevereiro de 1991, oferece subsídios legais ao DAEE para inventariar os poços construídos no Estado de São Paulo. A iniciativa dos técnicos do DAEE foi muito louvável como forma de disciplinar a utilização dos recursos hídricos subterrâneos no Estado de São Paulo.

A ficha de cadastro oficial adotada pelo DAEE, embora contemple a maior parte dos dados obtidos durante a perfuração e construção dos poços, apresenta deficiências para obtenção de uma base de dados. Estas deficiências poderiam ser facilmente sanadas.

O *software* usado para o cadastro, o FLOWCHART, usado especificamente para organogramas não permite a interação dos dados cadastrais em uma base de dados. Um programa mais indicado seria uma planilha que permita a interação, como é o caso do LOTUS 123 e *softwares* compatíveis, como QUATTRO PRO 1.00, da Borland International e EXCEL 5.0, da Microsoft. Poderiam ser utilizadas planilhas que seriam enviadas anualmente pelas empresas perfuradoras ao órgão competente, contendo os dados digitais individualizados dos poços, em colunas que poderiam servir para interpretações estatísticas de forma mais ágil. Este formato também permitiria a execução de interpretações analíticas a partir de dados digitais.

Por falta de pessoal e recursos, a função do DAEE de manter um cadastro atualizado e fornecer a outorga para a perfuração de poços, não está sendo cumprida com eficiência.

Para REBOUÇAS *et al.* (1994), a falta de controle do poder público sobre a extração das águas subterrâneas faz com que registros de dados referentes aos poços sejam deficientes, principalmente a avaliação do número em operação e volume de água extraído. Ademais, os poços mal construídos se transformam, com frequência, em focos de contaminação das águas subterrâneas, mormente em regiões de alta densidade populacional e industrial como é o caso da RMSP.

A ausência de dados cadastrais é constatada facilmente, pois basta uma visita ao órgão oficial responsável pelo gerenciamento e controle das águas subterrâneas no Estado de São Paulo, o DAEE, para se verificar a impossibilidade de obtenção de dados completos sobre uma determinada região.

A ausência de um cadastro efetivo obriga ao pesquisador um árduo trabalho, desempenhando seu papel e de relações públicas, principalmente junto às empresas perfuradoras, para a obtenção de dados dos poços e, junto aos usuários, para complementar o cadastro.

No âmbito dos trabalhos de cadastramento, deve-se referendar o trabalho executado pela Diretoria da Bacia do Alto Tietê, do DAEE, que ao fornecer a outorga para uso da água na região de Guarulhos, Arujá e Itaquaquecetuba (sendo esta renovada obrigatoriamente a cada 5 anos), executa um cadastro detalhado do tipo de fonte utilizada pelas indústrias, seja proveniente de nascente, água advinda do abastecimento público ou de poços tubulares profundos. Este levantamento detalhado permite uma avaliação da quantidade de recurso hídrico subterrâneo utilizado pelas indústrias.

Neste trabalho, o cadastramento dos poços perfurados na bacia do rio Baquirivu-Guaçu foi realizado no campo, junto aos diversos tipos de proprietários, no Setor de Águas Subterrâneas do Departamento de Águas e Energia Elétrica, na Rua Riachuelo, Centro de São Paulo e escritórios de empresas perfuradoras de poços tubulares. Estas empresas situam-se nos seguintes bairros: Ipiranga (AGUABRÁS e FALCÃO HOLSEN), Parque São Domingos (HIDROGESP), Butantã (CORNER), Casa Verde (POLITI) e Represa/Belvedere (AIR-DRILL).

Para este cadastro foi utilizada uma planilha do programa de microcomputador *Microsoft Excel 5.0* disposta na TABELA 1, em anexo, onde consta o número do poço, de forma seqüencial segundo a ordem de cadastramento. As letras que seguem o número tem a seguinte correspondência:

nº A - poço localizado na Folha 3446, na escala 1:10.000, de 1981, da Emplasa.

nº B - poço localizado na Folha 3444, na escala 1:10.000, de 1981, da Emplasa.

nº C - poço localizado na Folha 3442, na escala 1:10.000, de 1981, da Emplasa.

nº D - poço localizado na Folha 4435, na escala 1:10.000, de 1981, da Emplasa.

nº E - poço localizado na Folha 4433, na escala 1:10.000, de 1982, da Emplasa.

nº F - poço localizado na Folha 4431, na escala 1:10.000, de 1982, da Emplasa.

nº G - poço localizado na Folha 4436, na escala 1:10.000, de 1981, da Emplasa.

nº H - poço localizado na Folha 4434, na escala 1:10.000, de 1982, da Emplasa.

nº I - poço localizado na Folha 4432, na escala 1:10.000, de 1982, da Emplasa.

nº K - poço localizado na Folha 4443, na escala 1:10.000, de 1982, da Emplasa.

nº L - poço localizado na Folha 4441, na escala 1:10.000, de 1982, da Emplasa.

nº M - poço localizado na Folha 4425, na escala 1:10.000, de 1982, da Emplasa.

Na planilha da TABELA 1, para uma melhor identificação, segue-se o número do poço da empresa perfuradora, acompanhada da numeração do local, como no exemplo a seguir:

C-1546/6 - 6 -poço perfurado pela CORNER constando ser de número 1546/6 no cadastro da empresa perfuradora.

6 - poço do proprietário LABORATÓRIOS PFIZER de número 6.

Após, segue o número da Fôlha Topográfica 1:10.000 da EMPLASA, na qual o poço está localizado, endereço e nome do proprietário.

Para a correta identificação do poço, na planilha do EXCEL 5.0 foram plotadas as coordenadas UTM do local, norte-sul e leste-oeste, a cota da boca, diâmetro útil do poço, intervalos contemplados com secções filtrantes (profundidade do início e do término dos filtros), características hidrogeológicas do aquífero no local, nível estático e nível dinâmico obtidos durante o teste de vazão, vazão final do teste, mês, ano e duração do teste de vazão.

Na seqüência da planilha segue: tipo de uso destinado à água, estado atual do poço, características geológicas, entradas de água das fraturas e cota do topo do embasamento.

Seguindo, vem: a capacidade específica e as características construtivas da obra de captação, que são: diâmetro e profundidade do revestimento interno e diâmetros e profundidades da perfuração.

Finalmente é plotado o tipo de rocha encontrada ao final da perfuração e a profundidade e espessura do manto de alteração.

Quanto ao uso das águas subterrâneas no Município de São Paulo de acordo com a atividade do usuário, PACHECO (1986) cita os seguintes tipos:

-Uso domiciliar ou doméstico:

Utilizada para bebida, culinária, higiene, rega de jardim, lavagem de pisos e de veículo particular.

-Uso público:

Utilizada em clubes recreativos, balneários, lagos ornamentais, irrigação de praças e jardins, nas escolas e nas repartições públicas.

-Uso comercial:

Escritórios e estabelecimentos bancários, hotéis, hospitais, mercados, armazéns, postos de serviço e lavanderias.

-Uso industrial:

Água para uso geral nas indústrias, usada como matéria prima e no processamento.

Neste trabalho, na planilha do cadastro de poços foram estabelecidos os seguintes tipos de uso:

-Uso particular (**PART**):

Quando utilizada para bebida e culinária.

Inclui a água quando utilizada em mercados, bancos, hotéis, motéis, postos de gasolina, aeroportos, no uso geral, como: lavagem de pisos, lavagem de veículos, uso em estações de ar condicionado, preparação de alimentos, etc.

-Uso industrial (**IN**):

Quando utilizada pelas indústrias nos processos industriais.

-Uso comercial (**COM**):

Quando é transportada e vendida por proprietários de poços para o abastecimento tanto público quanto industrial. Neste tipo de uso o proprietário geralmente procura legalizar a utilização encaminhando pedido de pesquisa junto ao DNPM, localizando o poço produtor dentro de uma área máxima permitida para ser requerida de 50 Ha.

-Uso público (**PÚBLICO**):

Quando é utilizada pela SABESP ou pelos Serviços Autônomos de Água e Esgoto na rede de abastecimento público.

-Uso em recreação (**RECR**):

Quando é utilizada pelos clubes de campo e associações desportivas para o abastecimento de piscinas, na culinária, uso sanitário, rega de jardins, etc.

A planilha do EXCEL 5.0 utilizada neste trabalho (TABELA 1), contempla a totalidade dos dados de poços obtidos durante o cadastramento. Outros dados, como os de rebaixamento por tempo dos testes de vazão, perfís geológicos e análises químicas estão organizados em outras planilhas, também utilizando o *Microsoft Excel 5.0*, na forma de tabelas e que serão consideradas nos capítulos posteriores.

Na FIGURA 3 encontram-se um mapa geológico simplificado da bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu e entorno, contendo a localização dos

206 poços cadastrados e das secções geológicas. Nesta figura não estão representados os números dos poços para evitar sobreposição. O mapa com a numeração dos poços encontra-se no ANEXO 1.

7.3. OS POÇOS TUBULARES PROFUNDOS NA BACIA DO RIO BAQUIRIVU-GUAÇU

Durante a pesquisa para cadastramento dos poços foram observados em alguns relatórios de empresas de consultoria, análises dos dados de poços tubulares profundos construídos na bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu.

Entre estes pode-se citar o relatório da ASTEP (1993) que envolve a análise dos dados dos poços tubulares da INFRAERO, em Cumbica e da região próxima ao Aeroporto Internacional de São Paulo.

O relatório da ASTEP (1993) contém um mapa de isópacas dos sedimentos e blocos diagramas interpretados a partir de levantamentos geofísicos (sondagens elétricas) realizadas na área do Aeroporto.

Observa-se na região de Guarulhos e Arujá que os poços foram construídos, de maneira geral, dentro da melhor e mais atual tecnologia, pois predominam proprietários industriais de porte médio ou grande, bastante capitalizados, com equipes de manutenção industrial exigentes na qualidade dos serviços.

Geralmente, os trabalhos de locação dos poços envolveram uma pesquisa preliminar, executada através ^{de} caminhamento e sondagens elétricas e algumas vezes, sondagens mecânicas para determinação da profundidade da rocha. Somente após a investigação do substrato é feita a construção do poço.

Algumas vezes, a qualidade científica é substituída pela idiosincrasia da magia e a tecnologia científica de locação de poços dá lugar ao mago da varinha de condão (rbdomancista) que, utilizando métodos esotéricos, faz a locação milagrosa do poço. Em geral, sem critério geológico ou hidrogeológico e com resultados imprevisíveis quanto às vazões obtidas.

Infelizmente esta prática enganosa é empregada até nas grandes indústrias localizadas na bacia do rio Baquirivu-Guaçu.

Na região de Guarulhos e Arujá, os poços construídos sobre solo, rocha alterada e rochas do embasamento cristalino, possuem diâmetro inicial de no mínimo 8 polegadas e meio, revestimento interno de 6 polegadas em tubo de aço preto ou de ferro galvanizado, instalado até a profundidade da rocha sã e perfuração final em 6 polegadas que, em média, atinge a profundidade de 200m.

Os poços construídos sobre sedimentos inconsolidados e consolidados, normalmente possuem diâmetro inicial de 17 ½ polegadas, revestidos com tubo de boca de 10 polegadas, perfurados até o embasamento cristalino com diâmetro mínimo de 9 7/8 polegadas e perfilados com raios γ , potencial espontâneo e resistividade, para determinação das profundidades das camadas produtoras. São revestidos com tubos lisos de ferro galvanizado, tubos de aço preto ou tubos geomecânicos de PVC e espaçados por filtros, sejam geomecânicos de PVC, espiralados de ferro galvanizado, espiralados de aço inoxidável ou, mais raramente, estampados tipo Nold.

7.4.PERFÍS DOS POÇOS

Durante o cadastro nas empresas perfuradoras, verificou-se que dois tipos de registros são predominantes na descrição do perfil geológico dos poços: a descrição litológica realizada em amostras de calha, coletadas durante a perfuração em intervalos de profundidade pré-determinados (geralmente de metro em metro) e a perfilagem geofísica do poço.

O primeiro registro envolve a observação do geólogo (muitas vezes do próprio sondador). A caracterização é feita macroscopicamente com fragmentos do material perfurado e que se encontra lavado pela lama de circulação.

Quando se trata de rocha cristalina, a sondagem é feita com sonda percussora ou martetele (*rock bit*). As amostras são de poucos centímetros, podem ser descritas macroscopicamente, com excessão dos porfiroblastos que, devido ao seu maior tamanho, são triturados durante o avanço da perfuração. A textura da rocha pode ser reconhecida, mas as estruturas não são preservadas.

Quando se trata de material sedimentar, cuja perfuração é feita com sonda rotativa a broca tricônica, duas limitações se impõem ao geólogo encarregado da descrição: a ausência da fração fina, argilosa, lavada pela lama de circulação e a ausência da fração mais grossa, cujos seixos foram despedaçados pela ação da broca perfuradora. Desta maneira, é utilizado o que se denomina de perfil composto, isto é; obtido através da descrição das amostras de calha e do perfilagem geofísica, realizada na secção sedimentar do poço antes de sua completação com tubos lisos e tubos de filtro.

Geralmente os parâmetros determinados na perfilagem geofísica são: o perfil gama, potencial espontâneo e a resistividade.

Os perfís de raios γ são usados para determinar o conteúdo de argila nas facies deposicionais (CLARK, 1988). Portanto, para a metodologia simples de relacionar amplitude com facies, há uma relação consistente entre valores de raios γ e o conteúdo de argila. Comparações entre dados de perfís e análise textural de amostras indicam que esta relação para arenitos é naturalmente variável. Em consequência, a correlação de amplitude dos raios γ com o tamanho dos grãos de arenitos é aplicável sob condições bastante limitadas (RIDER, 1990).

As deflexões nas curvas de potencial espontâneo são geradas na junção de duas camadas, uma permeável e outra não. Assim, o perfil de potencial espontâneo pode ser usado para detectar limites entre arenitos e argilitos.

A resistividade das rochas depende de fatores como a salinidade das camadas aquíferas ou das características do material constituinte, isto é; arenitos, calcários, areias e rochas cristalinas possuem alta resistividade enquanto argilas e siltitos, baixa resistividade. Desta maneira, os pontos de deflexão podem indicar mudanças litológicas.

A descrição macroscópica das amostras de calha obtidas durante a perfuração com sonda rotativa a broca tricônica, associada com o perfil γ , resistividade e potencial espontâneo, reproduz bem a litologia das camadas sedimentares atravessadas pela sondagem. Da mesma forma que nas sondagens

realizadas em rochas cristalinas pelos métodos clássicos de perfuração, ou seja; com sonda percussora ou a martelo, as estruturas não são identificáveis.

A perfilagem ótica poderia ser empregada para determinar a estrutura da rocha perfurada, mas somente é utilizada nos procedimentos de manutenção dos poços.

Outros tipos de perfilagem geofísica utilizados nos poços perfurados para petróleo, são: caliper, gamma-gamma, condutividade e temperatura. Estes tipos de perfis geofísicos não foram encontrados no cadastramento dos poços perfurados na área da bacia do rio Baquirivu-Guaçu.

O perfil caliper é utilizado para determinar as secções friáveis e/ou desmoronantes dos poços, o perfil gamma-gamma para determinar a densidade das camadas, o perfil da condutividade para determinar as características de salinidade da água da formação e o perfil da temperatura para determinar as posições das entradas de água e de velocidade e direção do fluxo subterrâneo.

7.5. UTILIZAÇÃO DE SOFTWARE PARA TRATAMENTO E REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS DADOS

Os dados de poços cadastrados, como profundidade e cota do topo do embasamento cristalino, foram tratados pelo software gráfico e de interpolação utilizando métodos estatísticos, o *Surfer for Windows 5.1*, da Golden Software, dos E.U.A, de uso corrente em cartografia e representação gráfica de elementos geológicos. As técnicas digitais de computadores para levantamento hidrogeológico foram iniciadas por PRICKETT E LONNQUIST (1971).

O programa SURFER versão 5.1, permitiu a interpolação de valores, pelo método da krigagem, utilizando uma malha regular (em coordenadas UTM), sendo cada ponto da malha a média dos dados contidos num raio de 13 km de extensão, igual em todas as direções, de diversos parâmetros obtidos nos poços, de forma a facilitar a visão estrutural da bacia do rio Baquirivu-Guaçu, que favorece a interpretação tectônica da área e do comportamento dos aquíferos.

Com a utilização dos dados geológicos e hidrogeológicos disponíveis, representados e interpretados por este *software*, foi obtido o mapa do contorno do embasamento cristalino e o mapa da espessura dos sedimentos da Bacia de São Paulo na área do rio Baquirivu-Guaçu que permitiu a interpretação da tectônica e estruturas existentes. Esta análise foi auxiliada por mapas com as classes de vazões dos poços do sistema aquífero sedimentar e do sistema aquífero cristalino.

Os dados geológicos e hidrogeológicos cadastrados e checados no campo foram interpretados qualitativamente utilizando-se de modernas técnicas de microinformática. Foi empregado *hardware* composto por microcomputador com placa 486 DX 2, 200 Mb de memória fixa, 8 Mb de memória flutuante, velocidade de 66 Mhz e impressora colorida a jato de tinta. O *software* moderno é constituído pelos seguintes programas, cujos proprietários das licenças de uso estão entre parêntesis: SURFER 5.01, da Golden Software (Instituto Geológico da SMA do Estado de São Paulo); EXCEL 5.0, da Microsoft (Instituto de Geociências da USP); ORIGIN 3.5, da Microcal (Instituto de Geociências da USP); QUATTRO PRO FOR WINDOWS 1.00, da Borland International (Prof.Dr. Nelson Ellert, do Instituto de Geociências da USP); AutoCAD 12, da Autodesk Inc. (Instituto Geológico); FLOWPATH 5.0, da Universidade de Waterloo (Prof.Dr. Uriel Duarte, do Instituto de Geociências da USP); GTGS, da GeoTechnical Graphics (Prof.Dr. Uriel Duarte) e programas específicos desenvolvidos por pesquisadores autônomos, como o BALASC, do Instituto Agrônomo de Campinas, empregado para cálculo do balanço hídrico (utilizado com autorização) e o LOG, desenvolvido por geólogos da Companhia do Metropolitano de São Paulo para construção de secções geológicas (utilizado com autorização).

8. GEOLOGIA DAS ROCHAS ÍGNEAS E METAMÓRFICAS DO EMBASAMENTO CRISTALINO

Segundo JULIANI (1992), as rochas das faixas São Roque e Açungui que afloram na RMSP compõem o Sistema de Dobramentos Apiaí ou faixa de dobramentos São Roque e Açungui de HASUI *et al.* (1975, 1978a). Esta região também foi denominada de Região de Dobramentos Sudeste por HASUI *et al.* (1978a) e de Província Mantiqueira por ALMEIDA & HASUI (1984).

Na RMSP, o embasamento cristalino é essencialmente formado por duas unidades geológicas, separadas uma da outra pelas falhas de Taxaquara e do Rio Jaguari e, também, por rochas graníticas intrusivas.

O conjunto situado ao norte das falhas, foi denominado de Grupo São Roque (COUTINHO, 1972) e posteriormente subdividido em Grupo São Roque e Grupo Serra do Itaberaba por JULIANI *et al.* (1986).

O conjunto situado ao sul destas duas falhas foi denominado de Complexo Embu (HASUI & SADOWSKI, 1976), que juntamente com o Complexo Pilar, compõem o Grupo Açungui. A bacia sedimentar de São Paulo está assentada quase que exclusivamente sobre esta unidade. Devido ao alto grau de metamorfismo que afetou esta faixa, as rochas apresentam deformações intensas e amplas zonas de cisalhamentos.

O Complexo Embu foi definido por HASUI & SADOWSKI (1976) como sendo formado por migmatitos e gnaisses migmatizados, gerados pelo metamorfismo em alto grau de metassedimentos que compõe o Grupo Açungui.

Na FIGURA 4 encontra-se o mapa geológico simplificado da região da bacia do rio Baquirivu-Guaçu, na escala 1:100.000 (EMPLASA, 1980), mostrando a faixa de ocorrência do Grupo São Roque (ao norte), a falha do Rio Jaguari (no centro, com direção aproximada N60E), os sedimentos da Bacia de São Paulo (no centro e sudoeste) e as rochas do Complexo Embu (no leste e sudeste).

FIGURA 4. Mapa geológico da bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu, na escala 1:100.000.

LEGENDA

CENOZÓICO QUATERNÁRIO

- Qa** Aluviões fluviais:
argila, areia e cascalho

TERCIÁRIO

- TQa** Argilas, arcias e
cascalhos da Formação São Paulo,
Resende e Caçapava.

PRÉ-CAMBRIANO

- pEAgg** Granitos a granodioritos normais
ou gnaissicos, equigranulares ou porfiróides
- pEAdq** Dioritos a quartzo dioritos
- pEAmb** Migmatitos a gnaisses graníticos,
cizalhados até gnaisses miloníticos
em zonas tectonizadas
- pEAfm** Filitos e/ou metassiltitos, incluindo
filonitos em zonas tectonizadas
- pEAmx** Micaxisto e/ou meta-arenito de médio
grau metamórfico
- pEAca** Epidoto anfibolitos bandados e xistos
verdes (metamargas e metatufitos)
- pEAam** Anfibolitos, metabasitos (meta-
diabásio, metagabro)

- + Foliação subvertical (mergulho 80°-90°)
+ Foliação (mergulho 45°-80°)

Contato definido

Falha indiscriminada

- ⊗ Área de extração mineral em atividade
⊗ Área de extração mineral abandonada

OCORRÊNCIAS MINERAIS

- a - Areia
fi - Filito
ar - Argila

ESCALA GRÁFICA

2.5 km

— Limites da bacia hidrográfica
do rio Baquirivu-Guaçu

8.1. AS ROCHAS DO EMBASAMENTO CRISTALINO NA BACIA DO RIO BAQUIRIVU-GUAÇU

As rochas graníticas, granulíticas e gnaíssicas que ocorrem na área da bacia do rio Baquirivu-Guaçu são exploradas por algumas pedreiras, entre elas se destacando a REAGO e a PAU PEDRA, que utilizam o pedrisco para a fabricação de blocos. Segundo JANASI & ULBRICH (1985), estas rochas graníticas pertencem à suíte Cantareira, no Domínio São Roque, de sin a tardi tectônicas. São compostas essencialmente por biotita granitos a granodioritos, com titânita, allanita e magnesita como minerais acessórios principais. Possuem faciologia predominantemente porfiróide, com enclaves microgranulares e gnáissicos. Foram datados pelo método K-Ar, entre 500 e 540 M.a. (Pré-Cambriano Superior).

JULIANI & BELJAVSKIS (1983) inserem a região norte da bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu, no contexto geológico do Grupo São Roque. Esta denominação do Grupo advem dos estudos realizados por Moraes Rego, em 1933, no Município de São Roque, cujas rochas ali aflorantes chamou de Série São Roque. HASUI *et al.* (1969) utilizaram a mesma denominação e conferiram o caráter de Grupo à Série, limitando-o aos ectinitos situados a norte da falha de Taxaquara.

Quanto à estratigrafia dos litotipos, temos:

a) Proterozóico superior a eo-paleozóico.

É constituído por rochas graníticas pertencentes ao fácies Cantareira (HASUI *et al.*, 1978a), em geral representadas por biotita-granito cinza-claro ou cinza-escuro, de granulometria grossa a média, com termos equigranulares, inequigranulares e porfiríticos. Macroscopicamente são identificados feldspatos cinza, brancos e róseos, quartzo e, subordinadamente, biotita e anfibólios.

Estes granitos são quase sempre foliados em maior ou menor grau formando até granitos-gnaisses. Os tipos isotrópicos são quase sempre porfiríticos. No contato com os metamorfitos observa-se fenômenos de metamorfismo termal e deformações intensas que os caracterizam como corpos intrusivos. Nestes locais é comum a transformação dos metassedimentos e

anfibolitos em hornfels com presença de biotita e recristalização das sericitas (JULIANI & BELJAVSKIS, op.cit.). Em algumas áreas são reconhecidos restos de metassedimentos e anfibolitos como tetos pendentes.

WERNICK & GALEMBECK (1985) estudaram as rochas graníticas do Estado de São Paulo, a partir da tipologia do zircão obtido do mineral acessório zirconita, classificando os granitos do maciço Cantareira e associados, como sendo granitos aluminosos, de origem crustal. Isto permitiu classificá-los como de sin a tardi-tectônicos.

b) Proterozóico Superior - Grupo São Roque

Ocupa a parte nordeste e noroeste da área. Em geral, seus litotipos são constituídos por filitos sericíticos, sericita-xistos muito finos e filitos grafitosos. Ocorrem próximos ao contato da Falha do Rio Jaguari, que é uma continuação da secção nordeste da Falha de Taxaquara, possuindo cores creme alaranjado, róseo ou avermelhado quando alterados e cinza claro, na rocha sã. São laminados ou bandados por leitos mais sericíticos ou silticos, variando para termos como meta-siltito sericítico, xisto fino ou ritmito. São interpretados como metassedimentos originados em uma bacia rasa, provavelmente em ambiente plataformar, em parte depositada sobre uma seqüência vulcano-sedimentar durante o Pré-Cambriano Superior (JULIANI, 1993).

Estas litologias, embora se mostrem muito deformadas, não apresentam a fase deformacional mais antiga da região, que é constituída por dobramentos de fluxos cisalhantes que geraram dobras muito fechadas e similares.

Na porção noroeste da área, acima do local onde afloram os granitos do Grupo São Roque, ocorrem rochas calco-silicatadas de cor branco-esverdeado a verde claro, petrograficamente caracterizadas como epídoto-tremolita-mármora. A unidade corresponde a um horizonte de sedimentação química em um ambiente de águas rasas (JULIANI, 1992).

TASSINARI (1988) citando um relatório do IPT de 1984, menciona que a região da Serra do Itaberaba foi alvo de um estudo geocronológico pelos métodos Rb-Sr e K-Ar. Tal estudo forneceu para o batólito granítico Pedra

Branca a idade Rb-Sr isocrônica de 645 ± 21 M.a. O corpo anfibolítico situado próximo ao granitóide Pau Pedra forneceu uma idade K-Ar de 530 ± 31 M.a. Já as rochas metabásicas pouco deformadas e com textura subofítica preservada, indicaram uma idade de K-Ar de 1692 ± 157 M.a.

Na área da bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu foram efetuados alguns mapeamentos em escala de detalhe, com a descrição de alguns afloramentos que podem ser encontrados no relatório final do projeto de seleção de áreas para mineração de areia na RMSP, executado pela CPRM- Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, para o Pró-Minério (CPRM, 1986).

De maneira geral, nos poços perfurados na Bacia Sedimentar de São Paulo que atingem o embasamento cristalino na região do rio Baquirivu-Guaçu, quase invariavelmente foram descritas rochas gnaissícas com grande quantidade de biotita finamente cristalizada, anfibólios, feldspato potássico, plagioclásio e quartzo, sugerindo a predominância de biotita gnaisses, nas rochas do embasamento cristalino do Complexo Embu, sotopostas aos sedimentos terciários da Bacia de São Paulo.

8.2. O MANTO DE ALTERAÇÃO DAS ROCHAS CRISTALINAS

Na região da bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu, a alteração intempérica atinge todas as rochas do embasamento cristalino, em menor ou maior grau.

Segundo LEINZ (1955), as rochas cristalinas possuem um manto de intemperismo de espessura bem variável, cuja constituição argilosa torna-o impermeável à pequena pressão da água, porém com alta porosidade sendo ótimo reservatório alimentador do sistema fissurado das rochas cristalinas subjacentes.

Dentro das características climáticas dominantes, a intensidade e tipo de alteração depende essencialmente da constituição mineralógica e textural da rocha. Na área da bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu, dois grupos se distinguem por um comportamento similar.

Ao primeiro grupo pertencem xistos quartzosos, filitos e os granitos-gnaisses melanocráticos, aqui englobando migmatitos,

mineralogicamente caracterizados pela predominância de minerais fêmicos (biotita e anfibólios) e em menor grau, em quantidades variáveis, quartzo, feldspatos cálcicos e potássicos.

Ao segundo grupo pertencem os granitos leucocráticos com predominância de feldspato potássico, quartzo e, subordinadamente, biotita, anfibólios e piroxênios. Este grupo engloba gnaisses porfiríticos, com fenocristais de feldspato potássico e cálcico, quartzo e, subordinadamente, biotita e muscovita.

As rochas do primeiro grupo são predominantes na região da bacia do rio Baquirivu-Guaçu, apresentando alteração intempérica profunda, com zonas cataclásticas com halo de alteração intenso mesmo dentro dos intervalos situados abaixo da zona de alteração. As zonas de alteração são bastante heterogêneas.

As rochas do segundo grupo são mais resistentes à alteração intempérica e as zonas de alteração são mais homogêneas.

A alteração das rochas pode ser dividida em 3 zonas, que é a subdivisão atualmente mais aceita. Assim, temos:

- solo, onde os processos de pedogênese atuaram de tal forma sobre a rocha alterada que desenvolveu estrutura, textura e composição mineralógica própria;

- aloterita, zona de alteração da rocha onde, embora as estruturas são preservadas, os processos de alteração foram tão profundos que houve transformação mineralógica e textural da rocha matriz, predominando óxidos de ferro amorfos e minerais aluminosos, como a goethita;

- alterita, zona de alteração da rocha onde a estrutura e a textura é preservada, as condições de alteração são incipientes e os minerais mais afetados são a biotita, os anfibólios e piroxênios.

LEINZ (1955) já observava que as rochas cristalinas no contexto da Bacia de São Paulo encontravam-se alteradas nestes 3 estágios e, para os gnaisses e granitos, descreve-os da maneira seguinte:

- no primeiro estágio ocorre solo superficial cinza escuro passando a cinza amarelado e a uma camada argilo-arenosa vermelho amarelado. A rocha

encontra-se totalmente alterada, sem vestígios das estruturas originais, com a espessura deste manto podendo atingir de poucos centímetros até 20m;

- no segundo estágio a rocha possui geralmente a cor cinza creme, os feldspatos e as biotitas encontram-se alterados, mas a textura e a estrutura estão preservadas. Esta camada pode atingir até 20 m de espessura. A rocha alterada é de consistência mole;

- no terceiro estágio a alteração é muito incipiente, os feldspatos encontram-se sem brilho e a biotita ligeiramente alterada, pálida. A resistência da rocha é aproximadamente igual à da rocha fresca, a espessura desta zona pode superar os 40m.

LEINZ (op.cit.) observou que o manto de alteração é mais profundo nos locais de cotas mais elevadas. Observou também que esta alteração está limitada ao nível de base dos rios que cortam a bacia.

Na área do rio Baquirivu-Guaçu, a cota mais baixa do nível de base dos rios é de aproximadamente 725m. Desta forma, deve-se esperar a alteração das rochas até esta profundidade. A presença de rocha alterada abaixo deste nível, recoberta ou não por sedimentos, é um forte indício de abatimento de blocos sob condições de esforços tectônicos e, quanto maior a espessura da zona de alteração encontrada, maior a altitude da rocha original.

LEINZ (op.cit.) não encontrou vestígios de paleossolos nestas zonas de rochas alteradas situadas abaixo do nível de base dos rios e recobertas por sedimentos na RMSP, supondo que os fatores erosivos acentuados pela tectônica tenha removido e transportado este material. Atribuiu a alteração das rochas até o nível de base dos rios, à maior mobilidade das águas subterrâneas até esta profundidade, que possibilita a renovação do gás carbônico dissolvido na águas pluviais, responsável pela dissociação dos íons H^+ e HCO_3^- , segundo a reação: $H_2O + CO_2 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$. A constante renovação dos íons nesta reação aumenta o ataque químico aos minerais instáveis pelo ácido carbônico dissolvido e em equilíbrio com os íons descritos, ou seja; $H^+ + HCO_3^- \rightleftharpoons H_2CO_3$.

Abaixo da cota do nível de base dos rios não deve ser encontrada rocha alterada pelos processos intempéricos atuais.

Na bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu é descrita com freqüência, nos perfís de sondagens utilizadas para a construção dos poços tubulares profundos, rocha sob diversos graus de alteração, recobertos com uma capa sedimentar terciária, e muito abaixo do nível de base dos rios atuais. Este fator, associado a outras evidencias encontradas, são registros da forte tectônica que afetou a região da bacia do rio Baquirivu-Guaçu, durante o Terciário.

9. A BACIA SEDIMENTAR DE SÃO PAULO

A região da bacia do rio Baquirivu-Guaçu insere-se regionalmente na Bacia Sedimentar de São Paulo (RICCOMINI, 1989). Situa-se na continuação da Bacia de São Paulo, na sua posição nordeste. Toda esta região, no domínio das rochas ígneas e metamórficas ou das rochas sedimentares, é extremamente rica em termos mineralógicos, em estruturas tectônicas e de litotipos.

A Bacia Sedimentar de São Paulo faz parte de um conjunto de bacias tafrogênicas do Sistema de Rifts da Serra do Mar, que se desenvolveram a partir do final do período Jurássico. Em termos gerais é estruturada segundo E-NE como uma estreita faixa deprimida, englobando de sudoeste para noroeste, as bacias de Curitiba, os grabens de Guaraqueçaba e Sete Barras, a bacia de Taubaté, as bacias de Resende e Volta Redonda, o graben da Guanabara, a bacia de Itaboraí e o graben da Barra de São João. O *rift* segue aproximadamente a linha de costa atual, distando em média 70 km ao longo de 900 km de extensão (RICCOMINI & COIMBRA, 1992).

Esta estrutura se desenvolveu sobre terrenos políciclicos de idade Pré-Cambriana (>570 M.a.), pertencentes ao Cinturão de Dobramentos Ribeira (HASUI *et al.*, 1978b).

A área geográfica da Bacia de São Paulo expõe terrenos do Pré-Cambriano, sedimentos de idade terciária e cobertura aluvial quaternária. A principal fase de sedimentação dos depósitos que preenchem a Bacia de São Paulo ocorreu no Oligoceno. Os sedimentos continentais terciários ocupam área irregular.

A borda norte da Bacia é retilínea, com mergulho acentuado, delimitada pelos falhamentos Taxaquara-Jaguari, ao passo que a borda sul tem mergulho suave e limites irregulares.

Na concepção atual (RICCOMINI, 1989; RICCOMINI & COIMBRA, 1992), o quadro litoestratigráfico para os depósitos sedimentares continentais terciários da Bacia de São Paulo compreende uma seqüência basal, com as Formações Resende, Tremembé e São Paulo englobadas pelo Grupo Taubaté,

recortadas de forma presumivelmente discordante pela Formação Itaquaquetuba.

Recobrimdo o pacote sedimentar terciário, ocorrem aluviões de drenagem. Estas aluviões são constituídas, predominantemente, por camadas de areias argilosas finas e médias, de cores cinza e amarelada, por argilas siltosas pouco arenosas de cor variegada e são capeadas por uma camada de argila orgânica, às vezes pouco siltosa e pouco arenosa, cinza-escura a preta, com consistência muito mole. As espessuras variam de poucos centímetros até cerca de 6m.

Sobrepondo-se à camada de argila orgânica, por vezes ocorre uma camada de argila contendo areia fina e restos de vegetais, cor marrom e cinza-escuro, de consistência muito mole a mole e com espessura variável que pode chegar a um máximo de 8m.

9.1. O ARCABOUÇO ESTRUTURAL E A ESTRATIGRAFIA DA BACIA SEDIMENTAR

A Bacia de São Paulo é estruturada na forma de um hemi-graben basculado para NNW, com espessura máxima contínua de sedimentos da ordem de 256m (TAKIYA, 1991).

A partir de mapas de contorno estrutural do embasamento, efetuados por TAKIYA *et al.* (1989) e TAKIYA (1991), pode-se constatar que as maiores espessuras de sedimentos terciários encontram-se na parte nordeste da Bacia (em Guarulhos) e leste (Bairros da Moóca, Tatuapé e Vila Formosa) onde ultrapassam 170m.

Na área da várzea do rio Baquirivu-Guaçu toda a Bacia Sedimentar de São Paulo tem uma origem tectônica de forma bastante evidenciada, produzida por remobilização de grandes falhamentos transcorrentes de direção preferencial ENE, falhamentos normais de extensão regional, com ângulo de mergulho de 60° e falhas de cavalgamento produzidas em antigas zonas transcorrentes. Toda a região é extremamente cizalhada, sendo comum, abaixo do pacote sedimentar, áreas com espesso manto de alteração das rochas do embasamento e abaixo dele,

zonas cataclásticas extensas, nem sempre produtivas do ponto de vista hidrogeológico, mas com halo de alteração intenso e que produziu zonas argilosas dentro de maciços graníticos-gnaíssicos.

Os halos de alteração intempérica nos maciços graníticos-gnaíssicos fraturados foram produzidos devido à percolação da água meteórica que atingiu principalmente os minerais máficos.

Nos maciços há zonas de cisalhamento apresentando fraturas abertas mesmo em grandes profundidades (abaixo de 400 m a partir da superfície do terreno) e que possibilitam armazenamento importante de água subterrânea.

Ao sul da área da bacia do rio Baquirivu-Guaçu, no Município de Itaquaquecetuba, junto aos meandros do rio Tietê, ocorrem arenitos imaturos que foram definidos como constituintes da Formação Itaquaquecetuba.

A Formação Itaquaquecetuba, cuja denominação foi proposta por COIMBRA *et al.* (1983), era conhecida por "aluviões antigos dos rios Pinheiros e Tietê" (SUGUIO & TAKAHASHI, 1970; SUGUIO *et al.*, 1971) ou ainda, por "camadas cruzadas da fase Butantã" (AB'SÁBER, 1980). Embora seja considerada de idade pleistocênica por grande parte dos autores, MELO *et al.* (1985a, 1985b) fundamentando-se em dados palinológicos, atribuíram idade terciária (Oligoceno) à Formação Itaquaquecetuba, situando-a na base da Bacia de São Paulo e interdigitando-a com a Formação Resende.

Composta predominantemente por arenitos feldspáticos e conglomerados polimíticos, a Formação Itaquaquecetuba contém restos de troncos de grandes dimensões, sob diversos tipos de fossilização. A ocorrência destes sedimentos está relacionada à existência de canais de rios que corriam entre vales escarpados, originados a partir de uma forte tectônica com movimentação de blocos. Apresenta sinais de tectônica atuando concomitantemente à sedimentação (ALMEIDA *et al.*, 1984).

A suspeita levantada por alguns autores sobre a datação oligocênica da Formação Itaquaquecetuba (MELO, 1985a) se deve, em parte, às observações efetuadas por ALMEIDA *et al.* (1984) nos portos de areia localizados nas várzeas do rio Tietê, em Itaquaquecetuba.

Nas rochas metamórficas de alto grau existentes nas imediações dos portos de areia, ALMEIDA *et al.* (op.cit.), encontraram concentração de foliação na direção E-ENE, com mergulhos altos predominando para N-NNW, falhas transcorrentes no domínio de gnaisses bandados (biotitas gnaisses e granitos gnaisses) contendo faixas miloníticas e ultramiloníticas com espessuras de dezenas de metros e orientadas nesta direção. A direção E-ENE é a preferencial dos grandes falhamentos regionais de remobilização de falhas transcorrentes como a Falha do Alto de Fartura, Falha de Taxaquara e Falha do Rio Jaguari, indicadas no mapa geológico da EMPLASA, de 1980, na escala 1:100.000 (FIGURA 4). Com esta mesma direção os arenitos da Formação Itaquaquecetuba encontram-se seccionados por falhas normais e com rejeito oblíquo, indicando uma possível contemporaneidade aos eventos tectônicos de transformação das antigas falhas transcorrentes do Ciclo Brasileiro.

Embora estes tipos sedimentares não tenham sido encontrados aflorantes na área da bacia do rio Baquirivu-Guaçu, estão descritos nas suas proximidades, como no vale do rio Parateí e em Itaquaquecetuba. Frente a este fato não se pode descartar a possibilidade de ocorrerem no Graben do Baquirivu-Guaçu, em subsuperfície.

Os sedimentos da Formação Itaquaquecetuba contém depósitos de carga de fundo e pontas de barras de rios anastomosados, de granulometria grossa (*braided*).

Segundo DRISCOLL (1989), o sistema *braided* confere alta permeabilidade aos depósitos sedimentares. Este tipo de sistema é característico para os sedimentos da Formação Itaquaquecetuba.

Na base dos sedimentos aluvionares quaternários que recobrem quase toda a extensão da Bacia Sedimentar de São Paulo, em Guarulhos e Arujá, ocorrem sedimentos terciários que são correlacionados à Formação Resende, do Grupo Taubaté (RICCOMINI & COIMBRA, 1992).

A designação Formação Resende foi emprestada da bacia homônima, onde está localizada a sua seção-tipo (AMADOR, 1975; RICCOMINI, 1989).

Na Bacia de São Paulo a Formação Resende apresenta distribuição generalizada, compreendendo mais de 80% do seu preenchimento sedimentar. Segundo RICCOMINI & COIMBRA (1992) ela encerra depósitos fanglomeráticos (leques aluviais) que gradam para depósitos relacionados à planície aluvial de rios entrelaçados (*braided*).

Na região do rio Baquirivu-Guaçu, segundo ALMEIDA (1955) os sedimentos da Bacia de São Paulo são encontrados até a cota de 850m.

MELO *et al.* (1986) reconhecem quatro facies sedimentares na região: depósitos fanglomeráticos de leques aluviais, depósitos de planície de sistema fluvial, depósitos transicionais entre leques aluviais e planícies fluviais e depósitos lacustres.

9.2. O GRABEN DO BAQUIRIVU-GUAÇU

Duas importantes estruturas tectônicas cortam a bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu. A primeira é formada pela Falha do Rio Jaguari, identificada na FIGURA 4, de caráter normal e direção E-ENE, que intercepta a bacia na parte norte do Aeroporto Internacional de São Paulo, condicionando a drenagem autóctene do rio Baquirivu-Guaçu. A segunda estrutura, quiça mais importante do ponto de vista hidrogeológico, é posterior à primeira e secciona toda a bacia do rio Baquirivu-Guaçu, segundo a direção NE-SW. Esta última estrutura, provocada por esforços tectônicos compressivos, formou *grabens* e *horsts* sucessivos, em blocos com a forma quadrática, com extensão variável, de poucas dezenas de metros até 4 km de extensão, está atulhada de sedimentos, quase sempre grossos, com grãos angulosos e mineralogicamente imaturos, que refletem a rapidez do evento deposicional e a proximidade da área fonte. Esta feição tectônica é posterior à Falha do Rio Jaguari e foi ativa provavelmente no final do Oligoceno e durante o Mioceno. Constitui o Graben do Baquirivu-Guaçu.

As posições onde o maciço rochoso do embasamento pré-São Roque foi soerguido, encontra-se extremamente cizalhada com alteração intempérica profunda. O relevo colinoso atual, modelado sobre estas rochas altamente

intemperizadas, não mostra as estruturas derivadas da intensa atividade tectônica. Nos locais onde o embasamento é coberto pelos sedimentos, o manto de alteração pretérito é pouco espesso, ao contrário de outras partes da Bacia Sedimentar, evidenciando o decapeamento sofrido pelas corridas de detritos, gravitacionais, induzida pelas súbitas mudanças no gradiente topográfico, em decorrência dos movimentos tectônicos.

Embora o Graben do Baquirivu-Guaçu tenha sido reconhecido por alguns autores (MARIANO & SILVEIRA, 1984; RICCOMINI & COIMBRA, 1992), a definição desta importante estrutura somente foi possível neste trabalho. Para tanto foi desenvolvido um estudo estatístico utilizando os dados cadastrais obtidos nas sondagens executadas pelas empresas perfuradoras de poços, na bacia do rio Baquirivu-Guaçu, construídos principalmente para atender a demanda das indústrias interessadas na captação de água subterrânea. Os dados estatísticos utilizados nesta determinação foram: profundidade do embasamento cristalino, espessura do manto de alteração, vazões dos poços tubulares profundos e espessura do pacote sedimentar, que se encontra na TABELA 1.

Os poços cadastrados foram plotados em um malha regular utilizando as coordenadas UTM obtidas em mapas na escala 1:10.000 da região de Guarulhos e Arujá (EMPLASA, 1989; 1992a; 1992b; 1992c; 1992d; 1992e; 1992f; 1992g; 1993a; 1993b; 1993c; 1994a; 1994b). Foram plotados cerca de 206 poços cadastrados e que possuíam dados construtivos, geológicos e hidrogeológicos.

A FIGURA 3 mostra o mapa com a localização dos poços cadastrados na região. No ANEXO I, encontra-se o mapa de localização, na escala 1:50.000, com os principais elementos planimétricos, a rede de drenagem e o contorno da bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu.

Com o *software* SURFER, versão 5.01, foram plotados os dados das cotas do topo do embasamento cristalino encontrados nas sondagens e as coordenadas UTM, em km NS e em km EO. Utilizando o método de interpolação por krigagem e a média para pontos de amostragem superpostos (poços situados próximos), foram traçadas isolinhas das cotas do topo do embasamento

cristalino. Neste mapa obtido (FIGURA 5) foi obedecida uma simetria nas direções da interpolação. A estrutura que compõe o Graben do Baquirivu-Guaçu está bem salientada e mostra blocos altos e baixos, sucessivamente, com a direção preferencial N45E.

Sobre o mapa de contorno da FIGURA 5, foi estaqueado o mapa de superfície do topo do embasamento. Neste novo mapa são mostradas, em perspectiva ortogonal, as estruturas geológicas que constituem uma sucessão de blocos altos e baixos com a direção preferencial N45E (FIGURA 6). Os blocos baixos estão atulhados de sedimentos e não apresentam, em superfície, diferenças significativas de cotas, de forma que a estrutura do Graben do Baquirivu-Guaçu não pode ser distinguida no campo, mas pode ser visualizada no mapa com a interpolação dos dados das sondagens. Esta estrutura acompanha a Falha do Rio Jaguari, na parte nordeste do Aeroporto Internacional de São Paulo, na altura do final das pistas.

O reconhecimento do Graben do Baquirivu-Guaçu, permitiu a utilização de um outro método de interpolação utilizando o *software* SURFER, da Golden Software. Neste método, ao invés de se utilizar da isotropia na interpolação estatística, ampliou-se a pesquisa na direção N45E, que é a direção da estrutura anteriormente reconhecida. Obteve-se desta forma, um novo mapa de contorno (FIGURA 7), orientado segundo aquela direção e que, provavelmente, reflete melhor a realidade estrutural da bacia sedimentar.

Assim, na FIGURA 7 fica perfeitamente visível a estrutura do Graben do Baquirivu-Guaçu, alinhada na direção N45E.

O Graben do Baquirivu-Guaçu é composto por uma sucessão de blocos altos e baixos, interceptados por falhas. Um bloco baixo surge inicialmente na altura do Parque Ecológico do Tietê, entre a Rodovia Presidente Dutra e a Rodovia Ayrton Senna, o Graben segue pela ligação Rodovia Ayrton Senna-Aeroporto de Cumbica (bloco alto), indo pelo Parque Industrial de Cumbica (bloco baixo), prosseguindo na direção nordeste, entre a Rodovia Presidente Dutra e a Zona Industrial de Cumbica (bloco alto). Nesta altura o Graben se subdivide em dois ramais, contendo blocos baixos.

FIGURA 5. Mapa de contorno do topo do embasamento na bacia do rio Baquirivu-Guaçu.

FIGURA 6. Mapas de superfície e contorno do topo do embasamento na bacia do rio Baquirivu-Guaçu.

FIGURA 7. Mapa de superfície do topo do embasamento cristalino, obtido através do método da krigagem, com ampliação da pesquisa dos dados na direção N45E.

Um dos ramais segue pelo local do Aeroporto Internacional de São Paulo/Cumbica, Bairro Ponte Alta, Estrada da Capuava, Jardim Álamó e Golf Club de Arujá. O outro segue em direção nordeste pelo Bairro Bonsucesso, Jardim Nova Bonsucesso até o Jardim Álamó. Entre os dois ramais estão os blocos altos.

No mapa de classes de vazões para os poços perfurados no aquífero sedimentar (FIGURA 8) as zonas mais produtivas estão situadas nos blocos baixos atulhados por sedimentos grossos, que estão relacionados com uma forte tectônica atuante na época da deposição. Estes sedimentos estão situados nos locais mais próximos da Falha do Rio Jaguari, onde houve desenvolvimento de uma drenagem sobre os depósitos aluviais, que removeu as frações mais finas.

As posições da Bacia Sedimentar de São Paulo com predominância de sedimentação lamítica, na região da bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu, podem ser perfeitamente diferenciadas no mapa com as classes de vazões da FIGURA 8. Estão situadas nos locais mais distantes da Falha do Rio Jaguari, mais estáveis sob o aspecto tectônico e onde as frações mais finas das corridas de lama não foram removidas.

Na FIGURA 9 encontra-se o mapa de classes de vazões do sistema aquífero cristalino com as melhores zonas aquíferas acompanhando as estruturas rúpteis do Graben do Baquirivu-Guaçu

De forma geral, sedimentos arenosos ou conglomeráticos são muito permeáveis e porosos, constituindo bons aquíferos. Por serem grossos, mostram rapidez ou turbulência nas correntes responsáveis pelo transporte e deposição e são, portanto, indicativos de atividade tectônica na área de sedimentação.

Da mesma forma, rochas cristalinas contendo descontínuidades rúpteis (como falhas e fraturas abertas), são permeáveis e possuem capacidade de reservação, constituindo bons aquíferos, embora anisotrópicos. Mostram fraturamento dos maciços cristalinos e, por esta razão, são indicativos de atividade tectônica nos locais onde há ocorrência de boas vazões.

FIGURA 8. Mapa de espessura de sedimentos com as classes de vazões dos poços do sistema aquífero sedimentar.

FIGURA 9. Distribuição das vazões dos poços do aquífero cristalino na área da bacia do rio Baquirivu-Guaçu.

9.3. PERFÍS GEOLÓGICOS DAS SONDAGENS REALIZADAS PARA CAPTAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA

A maioria dos 206 poços cadastrados na região da bacia do rio Baquirivu-Guaçu possuía algum tipo de perfil geológico descrito. Alguns por sondadores, práticos na perfuração de poços mas desconhecedores da terminologia técnica. Nestes casos, estes perfís foram descartados por trazerem informações duvidosas, com excessão da cota do topo rochoso e da espessura do manto de alteração.

Cerca de 108 poços apresentavam perfís com descrição geológica elaborada por geólogo ou hidrogeólogo. Há inclusive perfís descritos por geólogos renomados (como o Prof.Dr. Victor Leinz) contratados como consultores pelas empresas perfuradoras.

Alguns dos perfís mais antigos (da década de 60) podem ter sido descritos a partir de amostragem integral dos testemunhos das sondagens, dentro das características dos equipamentos de perfuração da época, constituídos por sondas rotativas a aço granulado. Já, os perfís mais recentes (a partir da década de 70) são perfís compostos, isto é; obtidos através da descrição das amostras de calha (amostras com tamanho de poucos centímetros), retiradas da lama de circulação da perfuração realizada com sonda rotativa a broca tricônica ou com sonda à percussão, associado com a descrição da resistência da rocha obtida no boletim de avanço da perfuração e com os parâmetros γ , resistividade e potencial espontâneo, obtidos na perfilagem geofísica do poço.

Na secção sedimentar, os perfís geralmente descrevem uma argila siltosa ou arenosa, a partir da cota do terreno até 8-12 metros de profundidade, de cor castanha, amarelo amarronzada ou vermelho amarelada. No topo pode apresentar ou não, uma argila com matéria orgânica, cor preta ou cinza escuro, com espessura variável entre 2 e 8 m.

Nos poços perfurados próximo das bordas da bacia sedimentar surge, entre 8-12 até cerca de 80-100 metros de profundidade, uma seqüência de camadas argilosas, cor creme esbranquiçada, plástica, mole, passando com a

profundidade a ter cor cinza esverdeado, tornando-se rija e dura, geralmente intercalada por camadas lenticulares de areia argilosa ou de areia grossa, de poucos metros de espessura, nas cores cinza claro ou cinza esverdeado, rijas e duras.

Nos locais mais próximos da borda norte da Bacia ou na parte mais baixa do interior do Graben, nos intervalos de profundidade correspondentes a 8-12m e 80-100m, podem ocorrer espessas camadas de areias de finas a grossas, com grãos subarredondados, predominantemente quartzosas, cor hialina ou cinza esbranquiçado, por vezes cinza amarelado, de friáveis a compactas.

Entre 80m até a profundidade final do pacote sedimentar (que pode superar os 220m) ocorre uma areia grosseira, argilosa, com grãos angulosos, feldspática, cor cinza escuro a cinza esverdeado, rija e dura. Nas partes mais profundas do Graben, nestes mesmo intervalo de profundidade, podem ocorrer espessos pacotes de areias quartzosas, mal selecionadas, de finas a grossas, com grãos arredondados, cor hialina ou cinza claro.

As areias feldspáticas da base do pacote indicam corridas de detritos em leques aluviais, enquanto as areias quartzosas, indicam predominância de sedimentação fluvial, *braided*.

Com base nos perfis obtidos nas empresas perfuradoras, foram construídas três secções geológicas, A-A', B-B' e C-C, localizadas no mapa da FIGURA 3.

A secção geológica A-A' está plotada na FIGURA 10 e tem direcção S20W-N70E. O ponto A possui coordenadas UTM 342,00 km EO e 7403,75 km NS e o ponto A' 367,25 km EO e 7412,10 NS.

Esta secção mostra o embasamento cristalino formado por granitos-gnaisses e migmatitos do Complexo Embú, bastante falhado, contendo falhas normais e inversas. Há blocos escalonados por falhas normais mergulhando na direcção do centro da bacia sedimentar.

A parte nordeste da secção mostra os blocos escalonados por falhas normais, com rochas graníticas gnaissicas do embasamento contendo espesso manto de alteração, bem abaixo do nível de base dos Córregos Água Chata e

Taboão. Estes córregos estão situados a 750m, enquanto há rocha alterada até a cota 600m. Nesta parte da secção as rochas cristalinas alteradas estão cobertas por argilitos e solo argilo-arenoso, com espessura entre 10 e 30m.

Na parte central da secção ocorre um pacote sedimentar com espessura máxima da ordem de 180m, contendo predominância de facies lamíticas (argilitos maciços sotopostos a argila-arenosas e siltosas). O solo é argiloso. Nesta parte da secção, são comuns falhas normais, escalonadas e inversas, de rejeito obliquo.

Na parte sudoeste ocorrem os blocos na forma de *horsts* e *grabens*, as rochas cristalinas sotopostas aos sedimentos possuem pequeno manto de alteração, provavelmente removido pelas corridas de lama associada à forte tectônica geradora da bacia. Sobre as rochas pouco alteradas predominam espessos pacotes de arenitos quartzosos, hialinos, contendo finas lentes argilosas, totalizando espessuras da ordem de até 180m.

Na secção geológica B-B' (FIGURA 11), com direção S30W-N60E, o ponto B possui coordenadas UTM 345,65 km EO e 7406,15 km NS e o ponto B' 356,75 km EO e 7413,65 km NS.

Esta secção geológica segue pela parte central do Graben do Baquirivu-Guaçu e o intercepta na parte nordeste. Na porção central e sudoeste predominam arenitos grossos e arenitos conglomeráticos, cor creme, de quartzosos a arcozeanos, consolidados, imaturos, com grãos subarredondados e subangulares. Intercaladas nos arenitos ocorrem camadas decamétricas e métricas constituídas de arenitos argilosos e/ou argilitos-arenosos recobertas por bancos de argilitos maciços com espessura de até 30m. Nestes locais predominam falhas normais, escalonadas. A espessura do pacote sedimentar varia bastante, entre 30 e 240m.

Na secção geológica C-C' (FIGURA 12), com direção S49W-N41E, o ponto C possui coordenadas UTM 349,60 km EO e 7402 km NS e o ponto C' 358,25 km EO e 7412 km NS.

Esta secção geológica corta transversalmente o Graben do Baquirivu-Guaçu. Na parte sudoeste as rochas cristalinas, constituídas por

grabens e *horsts* possuem manto de alteração com espessura inferior a 10m, provavelmente porque o solo e a aloterita pretéritos foram removidos pelas corridas de lama associadas à tectônica geradora do Graben. Nas posições distais do Graben predominam argilitos maciços contendo lentes arenosas. Em direção nordeste ocorrem, interdigitadas, camadas arenosas e areno-argilosas, com espessura máxima de 100m, recobertas por uma camada argilosa com espessura de até 30m. Nestes locais do Graben, sob os sedimentos, a rocha cristalina apresenta-se sã.

Na TABELA 7 encontram-se os perfís individuais de 28 poços selecionados, que apresentaram melhor descrição geológica, obtidas durante o cadastramento.

SECÇÕES GEOLÓGICAS

A-A' (FIGURA 10)

B-B' (FIGURA 11)

C-C' (FIGURA 12)

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BAQUIRIVU GUAÇU

SECÇÃO GEOLÓGICA A-A'

55

FIGURA 10

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BAQUIRIVU GUAÇU

SECÇÃO GEOLÓGICA B-B'

FIGURA 11

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BAQUIRIVU GUAÇU

SECÇÃO GEOLÓGICA C-C'

FIGURA 12

10. HIDROGEOLOGIA

10.1. REVISÃO CONCEITUAL

10.1.1. A água na zona saturada

O movimento da água através dos meios porosos é descrito pela Lei de Darcy. Para deduzirmos a Lei de Darcy, consideraremos dois reservatórios conectados por um conduto preenchidos por um material poroso, que poderia ser a areia (FIGURA 13).

Escrevendo a equação da energia da superfície do fluido do primeiro reservatório e do segundo reservatório, temos:

energia total = energia cinética + gravitacional + pressão do fluido, do primeiro reservatório = energia cinética + gravitacional + pressão do fluido, do segundo reservatório ou;

$$E_{\text{total}} = m.v_1^2/2 + P_1 + m.g.z_1 = m.v_2^2/2 + P_2 + m.g.z_2 + f.\rho.L.v_2^2/2D$$

sendo,

$$E_{\text{cinética}} = m.v^2/2$$

$$E_{\text{potencial gravitacional}} = m.g.z$$

$$E_{\text{pressão do fluido}} = P$$

onde,

v= velocidade

P= pressão

z= elevação

g= aceleração da gravidade

f= Coeficiente de Resistência de Weisbach

L= comprimento do duto

D= diâmetro do duto.

$$E_{\text{total}} = \text{constante}$$

FIGURA 13. Dois reservatórios conectados por um conduto preenchido com material permeável.

Para uma unidade de volume do fluido, a massa (m) é numericamente igual a densidade (ρ) pois, esta é definida como sendo: massa por unidade de volume.

Substituindo m por ρ , vem:

$$\rho \cdot v_1^2/2 + P_1 + \rho \cdot g \cdot z_1 = \rho \cdot v_2^2/2 + P_2 + \rho \cdot g \cdot z_2 + f \cdot \rho \cdot L \cdot v_2^2/2D.$$

Dividindo a equação da energia por g e ρ , vem:

$$v_1^2/2g + P_1/\rho \cdot g + z_1 = v_2^2/2g + P_2/\rho \cdot g + z_2 + f \cdot L \cdot v_2^2/D \cdot 2g$$

ou,

$$v_1^2/2g + P_1/\rho \cdot g + z_1 - v_2^2/2g - P_2/\rho \cdot g - z_2 = f \cdot L \cdot v_2^2/D \cdot 2g$$

As velocidades v_1 e v_2 são iguais a v e $z_1 = z_2$, então:

$$P_1/\rho \cdot g - P_2/\rho \cdot g = f \cdot L \cdot v^2 / D \cdot 2g.$$

Como,

$$h_1 = P_1/\rho \cdot g \quad \text{e}$$

$$h_2 = P_2/\rho \cdot g.$$

Substituindo, vem:

$$h_1 - h_2 = f \cdot L \cdot v^2 / D \cdot 2g$$

ou,

$$v^2 = 2 \cdot g \cdot D \cdot (h_1 - h_2) / f \cdot L = -2 \cdot g \cdot D \cdot \Delta h / f \cdot L$$

A quantidade $2 \cdot g \cdot D / f$ é frequentemente definida como sendo igual a $K \cdot v$, onde K é o coeficiente de permeabilidade. Substituindo e reduzindo à quantidades diferenciais, resulta em:

$$V = -K \cdot dh/dl$$

Esta é uma das formas da Lei de Darcy (SIECK, 1973).

Notar que o sinal menos produz uma velocidade positiva quando h diminui na direção do crescimento de L .

Esta equação possui limitações e é válida somente para fluxo em regime laminar, não em regime turbulento.

Na tabela seguinte são mostrados alguns valores típicos para o coeficiente de permeabilidade K e a classificação dos aquíferos segundo HARLAN *et al.* (1989):

MATERIAL	$K \text{ (m}^2\text{/dia/m}^2\text{)}$	TIPO DE AQUÍFERO
Argila	10^{-6} a 10^{-4}	Aquicludes
Silte	10^{-2} a 10^{-4}	Aquitardes e Aquíferos pobres
Areia	10^{-2} a 1	Aquíferos regulares a bons
Areia e Cascalhos	1 a $5 \cdot 10^2$	Aquíferos bons
Cascalho	$5 \cdot 10^2$ a $5 \cdot 10^4$	Aquíferos excelentes
Arenitos	10^{-3} a 0,5	Aquíferos bons

A partir da definição de permeabilidade dada pela Lei de Darcy, e empregando a Lei de Conservação da Massa, para um poço construído em um aquífero confinado ideal, isto é; isotrópico e de extensão infinita como é mostrado na FIGURA 14, vale a equação da continuidade:

$$\frac{1}{r} \frac{d(rdh/dr)}{dr} = \frac{S}{T} \frac{dh}{dt} \quad (1)$$

A equação (1) é válida para um poço construído em um aquífero que não apresente mudanças nas condições de armazenamento durante o bombeamento.

Reescrevendo a equação (1), vem:

$$r \frac{d^2 h}{dr^2} + \frac{dh}{dr} = \frac{S}{T} \frac{dh}{dt}.$$

Nas condições de contorno:

$h=h_0$ (nível piezométrico inicial) para $r=\infty$ e

$$\lim_{r \rightarrow \infty} 2\pi \cdot r \cdot T \cdot \frac{dh}{dr} = Q$$

ou seja; reescrevendo a Lei de Darcy, temos:

$$h_0 - h = s = Q \cdot W(u) / 4\pi T. \quad (2)$$

onde: h_0 = nível piezométrico (m), h = nível d'água (m), s = rebaixamento (m), Q = vazão (m^3/h) e T = Transmissividade (m^2/h).

Sendo,

$$W(u) = \int_u^\infty \frac{e^{-u}}{u} du \quad (3)$$

e

$$u = S \cdot r^2 / 4 \cdot T \cdot t,$$

onde: S = Coeficiente de Armazenamento (adimensional), r^2 = distância do poço bombeado ao ponto de observação (m) e t = tempo desde o início do bombeamento (h).

A equação (2) é conhecida como Fórmula de Theis (THEIS, 1935; JACOB, 1940).

A Fórmula de Theis é definida para cálculo do rebaixamento de poços em aquíferos confinados que não mudam as condições de armazenamento com o bombeamento. Para aquíferos livres esta formulação é válida acrescentando-se um coeficiente de correção S no Coeficiente de Armazenamento Aparente (S_{ap}) já que, para este tipo de aquífero, há mudanças nas condições de armazenamento durante o bombeamento.

Como as condições de armazenamento dos aquíferos livres mudam com o bombeamento do poço, pois diminui a espessura saturada do aquífero dentro do raio de influência do poço, para o cálculo do Coeficiente de Armazenamento (S) deve-se fazer a seguinte correção:

$$S_{ap} = S \cdot [m/(m-s)] \quad \text{ou,} \quad S = S_{ap} \cdot [(m-s)/m] \quad (4)$$

Onde S_{ap} = Coeficiente de armazenamento aparente calculado a partir da Equação de Theis, m = espessura saturada do aquífero e s = diferença entre o nível estático e o nível dinâmico.

Os valores de $W(u)$ e u , da Fórmula de Theis, foram tabelados por diversos autores e em diversas publicações (BEAR, 1979; CUSTODIO & LLAMAS, 1983; DAVIS & DE WIEST, 1966; HARLAN *et al.*, 1989). Na TABELA 2 são apresentados os valores de $W(u)$ em função de $1/u$. O gráfico da Equação de Theis obtido a partir da plotagem logarítmica dos dados da TABELA 2 são mostrados na FIGURA 15.

Para cálculo dos parâmetros hidrodinâmicos dos aquíferos é utilizado o método da superposição. Considerando que os valores de $s \times t$ (rebaixamento versus tempo), plotados em gráfico logarítmico, são analogos aos valores de $W(u) \times 1/u$ (Equação de Theis), pode-se superpor a curva de Theis (teórica) à curva de dados (rebaixamento x tempo) e, desta forma, calcular-se a Transmissividade (T) a partir da expressão $T = Q \cdot W(u) / 4 \cdot \pi \cdot s$, obtida da equação (2). A vazão (Q) é conhecida, s e $W(u)$ são obtidos a partir de qualquer ponto do gráfico contendo a coincidência de pontos superpostos entre a curva de dados ($s \times t$) e a curva da Equação de Theis ($W(u) \times 1/u$).

FIGURA 15. Gráfico da função de Theis.

Para os aquíferos semi-confinados, isto é; constituídos por uma ou mais camadas permeáveis, com fluxo predominantemente horizontal, e que recebe recarga por gravidade, de uma camada menos permeável (aquitarde), saturada, situada em nível topográfico mais elevado (FIGURA 16), vale a equação:

$$h_0 - h = s = Q \cdot H(u, \beta) / 4\pi T \quad (5)$$

onde;

$$\beta = r \cdot (S' / S) / 4B$$

$$B = [T / (K' / b')]^{1/2}$$

K' = condutividade hidráulica vertical da camada semi-permeável (m/h),

b' = a espessura da camada semi-permeável (m) e

S' = coeficiente de armazenamento da camada semi-permeável (adimensional).

Os valores de $W(u, r/B)$, $1/u$ e r/B estão dispostos na TABELA 2 (CUSTODIO & LLAMAS, 1983; FETTER, 1988; HARLAN *et al.*, 1989; WALTON, 1970). O gráfico da função $W(u, r/B) \times 1/u$ para diversos valores de r/B , de uso mais freqüente, se encontram na FIGURA 17.

Para poços que exploram aquíferos semi-confinados a expressão (2) pode ser reescrita como:

$$s = Q \cdot W(u, r/B) / 4\pi T \quad (6) .$$

Esta equação é conhecida como Fórmula de Hantush (HANTUSH, 1956; HANTUSH & JACOB, 1954).

FIGURA 16. Poço inteiramente penetrante em um aquífero semi-confinado (modificado de Walton, 1970).

FIGURA 17. Gráfico da função de Hantush.

10.2. ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS DA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO

Utilizando a denominação de sistemas aquíferos ou simplesmente aquíferos (CAMPOS, 1994), consegue-se distinguir na área da bacia do rio Baquirivu-Guaçu dois tipos, com base na distribuição regional das unidades geológicas dominantes e nas respectivas características hidrogeológicas, que são: aquífero sedimentar São Paulo, permeável por porosidade granular e aquífero fraturado Cristalino, permeável por porosidade de fissuras.

O aquífero sedimentar corresponde aos depósitos de idade Terciária e Quaternária da Bacia Sedimentar de São Paulo. A bacia possui forma elíptica irregular com orientação NE-SW, sendo delimitada por falhas transcorrentes do embasamento cristalino, com ramificações laterais importantes que possibilitaram a formação dos grabens do Jaguaré, Baquirivu-Guaçu e Braz Cubas. A área de afloramento destes sedimentos cobrem uma superfície total de 1.452 km² (REBOUÇAS, 1992).

O caráter extremamente heterogêneo, engendrado pela sucessão de lentes e/ou camadas descontínuas de areias, intercaladas por corpos argilosos ou formando misturas em proporções variadas, faz com que as condições dominantes de ocorrência das águas subterrâneas no sistema aquífero sedimentar sejam de aquífero semi-confinado (REBOUÇAS, op.cit). A espessura do pacote sedimentar é muito variável; com os valores mais freqüentes situados entre 100 e 200m (DAEE, 1975a, 1975b).

Os casos de contaminações das águas subterrâneas verificados decorrem fundamentalmente, das péssimas qualidades técnicas e operacionais dos poços (DAEE, 1975a; PACHECO & REBOUÇAS, 1985).

O Sistema Aquífero Cristalino corresponde ao manto de alteração e ao sistema de fissuras das rochas ígneas e metamórficas do Complexo Embu e do Grupo São Roque.

O manto de alteração das rochas cristalinas possuem, na região de Atibaia, espessura máxima de 59m (CAVALCANTE, 1990). As observações sobre a espessura do manto de alteração de CAVALCANTE (op.cit) para a região

de Atibaia corroboram as de LEINZ (1955) para a Região Metropolitana de São Paulo.

CAVALCANTE (op.cit.) analisa a probabilidade logaritmico-normal da capacidade específica dos poços da região de Atibaia, definida por valores máximos $0,40 \text{ m}^3/\text{h.m}$ e mínimos de $0,003 \text{ m}^3/\text{h.m}$. Valores desta magnitude são esperados para as rochas cristalinas na região de Guarulhos e Arujá, dada as semelhanças climáticas e de alguns dos litotipos, como as rochas graníticas e rochas gnaissicas.

MENEGASSE (1991) encontrou as melhores entradas de águas nas rochas metamórficas do Grupo São Roque, no noroeste da RMSP, situadas entre 100 e 150m.

Na RMSP, a exploração da água subterrânea em contínuo incremento e concentrada, supera a recarga natural do aquífero sedimentar (REBOUÇAS, 1992). A superexploração tem acarretado num contínuo rebaixamento da superfície potenciométrica do aquífero ao longo dos anos, havendo sérios riscos de exaustão nas áreas onde o bombeamento se desenvolve intensamente (SABESP, 1986).

A interpretação do escoamento básico dos rios que drenam a região e que poderia fornecer a quantidade de água que circula pelos aquíferos é extremamente dificultada por todo o tipo de interferência gerada pelo homem nas condições hídricas naturais da RMSP, em especial a importação de água proveniente de outras bacias distantes para abastecimento e a impermeabilização da superfície devido ao crescimento da malha urbana.

10.3. HIDROGEOLOGIA DA REGIÃO DA BACIA DO RIO BAQUIRIVU-GUAÇU

O diagnóstico efetuado pela empresa de consultoria Antonio A. Noronha - Serviços de Engenharia, para a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP, 1986), forneceu os seguintes valores para o Município de Guarulhos:

a) Aqüífero Cristalino.

Número presumível de poços existentes no Município até aquele ano: cerca de 300.

Número de poços utilizado no diagnóstico: 73.

Vazão específica média: $0,14 \text{ m}^3/\text{h.m}$.

Profundidade média dos poços: 193m (mínima encontrada de 57m e máxima de 450m).

Vazão média dos poços: $5,0 \text{ m}^3/\text{h}$ (mínima encontrada de $0,1 \text{ m}^3/\text{h}$ e máxima de $35 \text{ m}^3/\text{h}$).

Neste relatório é fornecido os seguintes prognósticos:

Vazões de $30 \text{ m}^3/\text{h}$ para poços perfurados com critérios hidrogeológicos e profundidades máximas de 150m.

b) Aqüífero Sedimentar.

Número presumível de poços existentes no Município até aquele ano: cerca de 250.

Número de poços utilizados no diagnóstico: 98.

Vazão específica média: $1,84 \text{ m}^3/\text{h.m}$.

Profundidade média dos poços: 132m (mínima de 52m e máxima de 289m).

Vazão média dos poços: $23,6 \text{ m}^3/\text{h}$ (mínima de $0,1 \text{ m}^3/\text{h}$ e máxima de $120 \text{ m}^3/\text{h}$).

Para o aquífero sedimentar é fornecido o seguinte prognóstico:

Vazões de $60 \text{ m}^3/\text{h}$ para poços locados com critérios hidrogeológicos e profundidade máxima de 250 m.

c) Diagnósticos

As áreas indicadas como sendo potencialmente favoráveis para a locação de poços e aproveitamento das águas subterrâneas são:

- áreas da Bacia Sedimentar de São Paulo, com elevada espessura saturada do aquífero;
- regiões adjacentes às falhas que cortam o cristalino em várias regiões do Município de Guarulhos;
- áreas adjacentes a lineamentos de drenagem, quando condicionadas por estruturas geológicas, situadas em várias regiões do Município de Guarulhos.

d) Discussão

Quanto aos diagnósticos apresentados no relatório, pode-se afirmar que o número de poços presumidos no Município de Guarulhos (cerca de 550) é inferior ao real existente hoje pois, somente na bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu foram cadastrados seletivamente mais de 200 poços nesta pesquisa. Verificou-se através de informações realizadas no campo e nas empresas perfuradoras que o número existente é de pelo menos o dobro (cerca de 400 poços), que não foram cadastrados por absoluta falta de dados ou de locação precisa.

A partir deste levantamento presume-se que o número de poços perfurados no Município de Guarulhos atualmente é superior a 1.000.

Muitos dos poços cadastrados, atualmente encontram-se totalmente secos, tanto do aquífero sedimentar como do cristalino, pela exploração indiscriminada das águas subterrâneas. Assim as vazões mínimas e máximas consideradas no relatório da SABESP (1986) devem ser revistas, pois não correspondem às verificadas atualmente.

Quanto ao prognóstico de vazões no aquífero cristalino, de até 30 m³/h, pode-se dizer que são excepcionais e encontradas em poços situados em zonas cataclásticas, falhadas e milonitizadas, onde as descontinuidades existentes possibilitam a circulação de quantidades apreciáveis de água

subterrânea. Por outro lado, normalmente estas zonas cataclásticas estão alteradas, sendo instáveis sob o aspecto mecânico e podem provocar caimentos nos poços, impedindo o avanço da perfuração, muitas vezes programada para captar água subterrânea em maiores profundidades onde podem estar as fissuras com maior capacidade de armazenamento.

Quanto ao prognóstico de poços com apenas 150m de profundidade, deve-se citar que existe um na fábrica de rolamentos SKF, situada no km 225,5 da rodovia Presidente Dutra, com profundidade de 200m e que fornece 25 m³/h. Este poço até os 195m se encontrava totalmente seco, sendo atualmente um dos melhores das imediações. A empresa Pérsico Pizzamiglio, situada no km 219 da Rodovia Presidente Dutra, possui um poço que somente passou a produzir água após a sondagem atingir 420m, sendo hoje extraída uma vazão de 15 m³/h. Poços, na mesma empresa, mesmo com profundidade de 300m, estão secos e desativados.

Para o aquífero sedimentar, o prognóstico de vazões de 60 m³/h é exagerado em razão dos rebaixamentos produzidos pela exploração indiscriminada e pela deficiente recarga natural.

Para o aquífero sedimentar, as profundidades típicas dos poços perfurados na área da bacia do rio Baquirivu-Guaçu, estão entre 130 e 220m.

10.3.1.O sistema aquífero cristalino na bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu

Na área da bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu, cerca de 98 poços dos 207 poços cadastrados captam água no sistema aquífero cristalino e outros 18 no sedimentar/cristalino (poços mistos).

Dos 98 poços do aquífero cristalino cerca de 49 encontram-se equipados, 30 desativados, 12 soterrados e 7 lacrados. Quanto aos 18 poços mistos, 8 encontram-se equipados, 8 desativados e 2 soterrados. Estes dados mostram que apenas metade dos poços encontram-se em operação. A causa disto é sempre a mesma: vazões nulas ou muito pequenas.

O histograma da distribuição das profundidade dos poços do sistema aquífero cristalino (FIGURA 18) mostra que a profundidade média é de 200m, havendo excepcionalmente, poços com profundidades de 450m.

O histograma da distribuição das vazões dos poços do sistema aquífero cristalino (FIGURA 19) mostra que a média dos poços não excedem 6 m³/h. Vários poços estão secos e a vazão máxima encontrada foi de 25 m³/h. É, conseqüentemente, um sistema aquífero que se caracteriza pela extrema heterogeneidade e baixas vazões.

Verifica-se, no gráfico que relaciona vazões e profundidades dos poços do sistema aquífero cristalino (FIGURA 20) que, embora existam poços profundos (com até 450m), as melhores entradas de água situam-se entre 150 e 210m.

O fracasso nas perfurações no aquífero cristalino está situado em torno de 50%, conseqüência da forma aleatória com que são realizadas as perfurações, sem muitos critérios geológicos e ausência de estudos de locação. O risco é alto frente aos investimentos necessários para a obtenção da água subterrânea, já que o custo de um poço de 200m de profundidade neste tipo de aquífero chega a R\$ 30.000,00.

É prática corrente nas empresas perfuradoras a execução dos trabalhos de perfuração e completação dos poços, sem alertar os clientes da necessidade de um estudo hidrogeológico preliminar, necessário para a locação, caracterização da perfuração e avaliação dos custos. Quando as vazões obtidas não são as esperadas pelos proprietários dos poços, os problemas decorrentes desta prática agravam-se e podem ocorrer disputas jurídicas entre as empresas perfuradoras e os clientes que se sentem lesados frente aos resultados negativos das onerosas obras de construção dos poços.

FIGURA 18. Histograma das profundidades dos poços do sistema aquífero cristalino.

FIGURA 19. Histograma das vazões dos poços do sistema aquífero cristalino.

FIGURA 20. Gráfico das vazões em função das profundidades dos poços do aquífero cristalino.

10.3.2.O sistema aquífero sedimentar na bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu

Na área da bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu, cerca de 90 poços dos 207 poços cadastrados captam água no sistema aquífero sedimentar. Sem exceção, os poços apresentam-se totalmente revestidos com tubos lisos e filtros até a profundidade final ou até atingir rocha cristalina sã.

Dos 90 poços cadastrados 48 encontram-se equipados, 15 desativados, 18 soterrados e 7 tamponados.

Os 18 poços soterrados são, geralmente, muito antigos (perfurados nas décadas de 50 e 60). Foram sofrendo queda de produtividade em função de colapsos mecânicos das paredes e tubos de sustentação, ou ainda, por esgotamento das camadas aquíferas, passando a ser desnecessários sendo, então, soterrados.

Os poços tamponados são, geralmente, aqueles que sofreram colapso das paredes por corrosão, por ferrobactérias, dos tubos lisos e filtros construídos em ferro galvanizado.

Os poços desativados geralmente apresentaram queda de vazões com o decorrer do tempo, principalmente devido ao esgotamento das camadas aquíferas pela deficiência da recarga natural.

No aquífero sedimentar, os poços apresentam uma dispersão maior que os do aquífero cristalino no que se refere às profundidades perfuradas, consequência da variação de espessuras do pacote sedimentar. A profundidade máxima encontrada foi de 220m e a média é de 130 m, conforme pode ser visto no histograma da FIGURA 21. Embora sejam mais rasos que os do aquífero cristalino, são mais onerosos devido aos aspectos construtivos, com utilização de tubos lisos, filtros e pré-filtro, necessários para a sustentação das paredes do poço, captação da água e retenção das partículas da formação.

Os custos destas obras de captação, variam de R\$ 30.000,00 a R\$ 80.000,00 , dependendo das características do material utilizado para completar e equipar o poço.

Os poços do aquífero sedimentar são bem mais produtivos que os poços do aquífero cristalino, fornecendo em média $25 \text{ m}^3/\text{h}$, como pode ser visto no histograma da FIGURA 22. As vazões também possuem uma dispersão maior, frente às características de espessura, permeabilidade e porosidade das camadas aquíferas, bastante variáveis. Quanto aos níveis piezométricos e dinâmicos, geralmente predominam níveis profundos, devido aos rebaixamentos causados pela exploração excessiva frente à deficiente recarga natural dos aquíferos.

As posições dos tubos de filtros, colocados onde estão situadas as camadas aquíferas, geralmente inicia-se entre 60 a 80m e encerra-se entre 120 a 150m. Entre os dois valores extremos de profundidades estão as camadas mais permeáveis.

No gráfico que relaciona vazões e profundidade dos poços do sistema aquífero sedimentar (FIGURA 23), verifica-se que a melhor situação encontrada é para poços cuja profundidade e vazão estão na relação de cinco para quatro, ou seja; poços com 150m e com vazões de $120 \text{ m}^3/\text{h}$.

Os poços contruídos no aquífero sedimentar apresentam vazões médias de $25 \text{ m}^3/\text{h}$. Isto os torna bem mais produtivos que os poços do aquífero cristalino.

FIGURA 21. Histograma das profundidades dos poços do sistema aquífero sedimentar.

FIGURA 22. Histograma das vazões dos poços do sistema aquífero sedimentar.

FIGURA 23. Gráfico das vazões em função das profundidades dos poços do aquífero sedimentar.

10.4. CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA BACIA DO RIO BAQUIRIVU-GUAÇU

Segundo ATENCIO (1986), nos sedimentos da Formação Itaquaquecetuba ocorrem os sulfetos de ferro, pirita e marcassita, como cimento. A exposição destes minerais a ambiente oxidante acarreta a formação de soluções ácidas que instabilizam feldspatos, micas e outros minerais pouco resistente à alteração, precipitando sulfatos de ferro, alumínio, cálcio, magnésio, potássio e sódio. A paragénese de alteração é semelhante à verificada em fontes termiais (alteração argilosa avançada). Este processo favorece a dissolução, nas águas de circulação subterrânea, do SO_4^{++} , Fe^{++} , Mn^{++} e Ca^{++} , que passam a ser os solutos predominantes.

É possível correlacionar o Fe^{++} e o Mn^{++} a determinadas litologias do aquífero sedimentar. As águas subterrâneas classificadas como não potáveis na RMSF apresentam geralmente como causa principal o excessivo teor de Fe^{++} . O teor excessivo de nitratos e a presença de coliformes são outras das causas freqüentes (TINOCO *et al.*, 1990).

Para a caracterização hidroquímica dos aquíferos da bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu, foram interpretadas 35 análises químicas de água de poços tubulares profundos, coletadas pelas empresas perfuradoras ou pelos proprietários. Como estas análises contemplam a potabilidade das águas e não a caracterização hidroquímica, não há um padrão igual de elementos em todas elas. Assim, os dados das diferentes análises foram dispostos em uma planilha do *software* EXCEL 5.0 (TABELA 3) e representados através de médias para cada elemento, sendo separados pelo tipo de aquífero: sedimentar, cristalino ou misto.

Verificou-se, frente aos padrões dos elementos analisados, que as águas subterrâneas podem ser subdivididas em dois outros grupos. No primeiro grupo, as águas tem pH ácido entre 6,2 e 7, e concentração de gás carbônico entre 14 e 50 mg/L, sulfato com média de 19,7 mg/L, resíduo mineral com média de 109,4 mg/L (máximo de 127 mg/L) e cloreto com média de 12,8 mg/L. São,

águas de circulação rápida, com CO_2 atmosférico dissolvido, que pode formar ácido carbônico, segundo a reação de equilíbrio:

Segundo DAVIS & DE WIEST (1966) estas águas ácidas tem elevado poder de óxido-redução.

Em outro grupo estão águas com pH básico, entre 7,2 e 8,6, sem gás carbônico dissolvido, concentrações de sulfato menores, com média de 8,5 mg/L, resíduo mineral maior, com média de 185 mg/L para o aquífero cristalino e 118 mg/L para o aquífero sedimentar, pouco cloreto, com 4,4 e 2,5 mg/L, para o aquífero cristalino e sedimentar, respectivamente, em média. Estas águas possuem longo tempo de residência, estão em equilíbrio com as rochas e sedimentos, são mais mineralizadas e possuem baixo potencial de óxido-redução.

Na FIGURA 24 estão as concentrações médias obtidas nas análises químicas, com valores dados em mg/L.

Quanto aos dois tipos de sistemas aquíferos, verifica-se para as águas do aquífero cristalino com $\text{pH} < 7$ que o resíduo mineral fixo possui média de 109,4 mg/L e dureza total de 50 mg/L. A concentração média de SiO_2 (10,3 mg/L), CO_2 (32 mg/L), Ca^{++} (21,5 mg/L), Cl^- (12,8 mg/L) e SO_4^{--} (19,7 mg/L) são maiores do que as águas do aquífero sedimentar que, por sua vez, possuem as seguintes médias: SiO_2 (5,7 mg/L), CO_2 (22,4 mg/L), Ca^{++} (5,6 mg/L), Cl^- (7,9 mg/L) e SO_4^{--} (9 mg/L). As concentrações médias de Na^+ e Mg^{++} , são maiores para as águas do aquífero sedimentar com $\text{pH} < 7$ (respectivamente, 25,5 e 6,3 mg/L) do que para as do aquífero cristalino com $\text{pH} < 7$ (respectivamente, 14,9 e 3,1 mg/L).

FIGURA 24. Características químicas das águas subterrâneas da bacia do rio Baquirivu-Guaçu.

As águas do aquífero cristalino com $\text{pH} > 7$ possuem concentração média de SiO_2 (21 mg/L), K^+ (7,5 mg/L) e F^- (1,1 mg/L), maiores que as do sedimentar com $\text{pH} > 7$, respectivamente de: SiO_2 (5,7 mg/L), K^+ (5,8 mg/L) e F^- (0,22 mg/L). Em contrapartida, as águas do aquífero cristalino com $\text{pH} > 7$, possuem menor concentração média de Na^+ (6,8 mg/L), Mg^{++} (0,3 mg/L) e Cl^- (4,4 mg/L) (8,5 mg/L) do que as do aquífero sedimentar com $\text{pH} > 7$, respectivamente de: Na^+ (25,5 mg/L), Mg^{++} (5,6) e Cl^- (7,9 mg/L). A concentração de SO_4^{--} é semelhante para as águas dos dois aquíferos, cristalino e sedimentar, respectivamente, 8,5 e 9,0 mg/L.

As águas de circulação rápida, em ambos aquíferos possuem concentração média de Cl^- e SO_4^{--} maiores que nas de circulação lenta e são menos mineralizadas. O comportamento do fluoreto é diverso, tendo maior concentração nas águas mais mineralizadas, podendo inclusive exceder os padrões de potabilidade recomendados pela OMS (de 1 mg/l).

Analisando-se o comportamento hidroquímico médio vigente, as águas do aquífero cristalino, em geral são mais mineralizadas que as águas do aquífero sedimentar e variam de bicarbonatadas cálcicas (predominantemente) a sulfatadas sódicas. A presença do sulfato é explicada pela grande quantidade de minerais com sulfetos, instáveis, existentes nas rochas metamórficas do embasamento e sujeitos à interação química com as águas subterrâneas.

As águas do aquífero sedimentar são bicarbonatadas cálcicas, (predominantemente) e bicarbonatadas magnesianas. Em ambos os casos, estas águas apresentam dureza de carbonatos e não carbonatos em grau suficiente para serem classificadas como ligeiramente duras (CUSTODIO & LLAMAS, 1983).

Para as águas subterrâneas do aquífero cristalino de $\text{pH} > 7$, que possuem tempo de residência maior, são bicarbonatadas variando de sódicas a potássicas. São ligeiramente duras e em relação às águas de circulação mais rápida o F^- , SiO_2 e a dureza apresentam-se com valores mais elevados. Isto é explicado pela maior mineralização destas águas.

Amostras de água dos poços do Aeroporto Internacional de São Paulo/Cumbica são coletadas mensalmente e analisadas em relação aos elementos

maiores, metais pesados e elementos tóxicos. São águas de $\text{pH} < 7$, do aquífero sedimentar. Nas amostras coletadas no mês de julho/1995 foi apresentado os seguintes resultados (em mg/L):

PARÂMETRO	RESULTADO	CONC. MÁX. PERMITIDA (RESOLUÇÃO CONAMA Nº 20)	VALOR MÁX. PERMITIDO (EPA)
Arsênio	<0,017	0,05	0,05
Bário	0,04	1	1
Cádmio	<0,001	0,001	0,01
Chumbo	<0,02	0,03	0,05
Cianeto	<0,007	0,01	0,2
Cobre	0,002	0,02	1
Cromo Hexavalente	<0,004	0,05	0,05
Selênio	<0,008	0,01	0,01
Zinco	0,03	0,01	5

Como pode ser verificado, nenhum parâmetro excede os valores recomendados pela U.S. Environmental Protection Agency (EPA), instituição norte-americana que tem pesquisado e estabelecido regras para o uso das águas contendo poluentes dissolvidos.

Em relação à Resolução CONAMA nº 20 de 18/06/1986, do Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente somente o Zn excede a concentração máxima da classe especial, de águas destinadas ao abastecimento doméstico com simples desinfecção (ou não), ou utilizadas para a preservação do equilíbrio natural da comunidade aquática.

As águas do aquífero sedimentar, no Aeroporto Internacional de São Paulo são, portanto, de excelente qualidade para o consumo humano.

11. HIDRODINÂMICA

Os parâmetros hidrodinâmicos visam caracterizar os aquíferos quanto às suas características intrínsecas como a Condutividade Hidráulica, Transmissividade e Coeficiente de Armazenamento.

As características hidrodinâmicas dos aquíferos podem ser calculadas quando se dispõem de ensaios de bombeamento em poços. Normalmente as empresas de perfuração realizam testes de vazão, após o término da execução dos poços, com a finalidade de dimensionar o equipamento de extração de água. Nestes testes de vazão são medidos: nível estático (nível piezométrico do aquífero), os valores de rebaixamento do nível d'água em função do tempo, as vazões e recuperação do nível d'água após cessado o bombeamento. Eventualmente são realizados testes de vazão escalonados.

Os testes de vazão escalonados são realizados após os de vazão e com algum tempo de recuperação do nível d'água do poço (normalmente de 3h). Inicia-se com vazão máxima e vai-se variando as vazões, fechando-se o registro de saída d'água, medindo-se as vazões, tempos e rebaixamentos correspondentes.

A partir da interpretação dos dados dos testes de vazão, pode-se calcular a Capacidade Específica do poço, Transmissividade, Permeabilidade, e Coeficiente de Armazenamento do aquífero no local do poço.

A interpretação dos testes de vazão realizados em alguns dos poços recuperados durante a fase de cadastramento foi utilizada para a caracterização espacial e temporal dos componentes hidrodinâmicos dos aquíferos sedimentar e cristalino.

REBOUÇAS *et al.*(1994), interpretaram testes de bombeamento realizados em poços construídos sobre sedimentos da Bacia de São Paulo, no Campus da USP, que indicaram valores de condutividade hidráulica variáveis entre $3 \cdot 10^{-3}$ e $7 \cdot 10^{-4}$ cm/s. Os coeficientes de porosidade efetiva variam entre 2 e 15%, com valor médio de 6%, indicando condições de aquífero livre. Os coeficientes de armazenamento variam entre $6 \cdot 10^{-3}$ e $7 \cdot 10^{-4}$, caracterizando semi-confinamento, em algum grau, para os aquíferos da Bacia Sedimentar de São Paulo.

Na área da bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu, o sistema aquífero sedimentar tem comportamento predominantemente livre. Foram obtidos os valores de Transmissividade com bastante precisão, calculados com base nos testes de vazão que foram conduzidos de forma apropriada, isto é; realizados com vazão de extração constante ou com pouca variação, com medidas de rebaixamento de 24h, recuperação de 3h e escalonados com medidas de níveis correspondentes a três vazões diferentes.

Para os aquíferos sedimentares, livres, duas aproximações devem ser levadas em conta quando se calcula o Coeficiente de Armazenamento: a ausência do poço de observação e as mudanças na espessura saturada/insaturada do aquífero produzidas pelo bombeamento.

Quanto à ausência do poço de observação, as medidas de rebaixamento e recuperação do teste de vazão são efetuadas no próprio poço bombeado. Desta forma não é considerado o efeito reservatório do espaço cilíndrico do poço que, para vazões acima de $30 \text{ m}^3/\text{h}$, é pouco significativo mas, para vazões menores, até $3 \text{ m}^3/\text{h}$, pode retardar significativamente a resposta do aquífero. Por exemplo: cada 50m de profundidade de um poço com 8" de diâmetro ocupa um volume de $1,62 \text{ m}^3$. No caso deste poço fornecer $3,24 \text{ m}^3/\text{h}$, levaria cerca de 30 minutos para o nível descer 50m quando, dependendo da Transmissividade do aquífero, poderia situar-se num nível inferior.

Quando os níveis são medidos num poço de observação o efeito reservatório somente retarda o início das medidas, mas não influi nos valores obtidos de tempo x rebaixamento.

Na ausência do poço de observação, a distância do ponto de observação passa a ser as paredes do poço. Esta distância até o centro do poço é pequena, cerca de 0,1m para poços revestidos com filtros de 8 polegadas de diâmetro e 0,076m para os de 6". Como o Coeficiente de Armazenamento é calculado de forma proporcionalmente inversa ao quadrado da distância do centro do poço bombeado ao ponto de observação ($S=4.T.t/u.r^2$), quanto maior a distância menor o erro induzido pois, normalmente u (função do poço) é pequeno, t (tempo de observação) é grande. Nestas condições valores de r iguais

a 0,1 ou 0,076 m tornam r^2 iguais a 0,01 ou 0,0057m², o que pode induzir a erros consideráveis nos cálculos do Coeficiente de Armazenamento.

O Coeficiente de Armazenamento de uma camada aquífera é caracterizado pelo volume de água despreendido ou armazenado como resultado de uma mudança de pressão unitária ou mudança de uma unidade do potencial hidráulico (KOVÁCS, 1981).

O volume compreende a água despreendida por uma área horizontal da camada multiplicada pelo comprimento. Sua quantidade depende da:

- 1) compressibilidade dos grãos sólidos;
- 2) compressibilidade da água;
- 3) mudança da porosidade da camada saturada e;
- 4) mudança da razão da espessura saturada e insaturada.

A primeira componente é muito pequena, portanto é desprezível. A segunda e terceira componente são praticamente nulas nos aquíferos constituídos por rochas consolidadas.

Nos aquíferos confinados o sistema é sempre saturado, pois é recoberto por uma formação absolutamente impermeável, então a quarta componente não influencia o processo.

Nos aquíferos livres, freáticos, a mudança da razão espessura saturada/insaturada é regra geral, devendo-se corrigir o valor do Coeficiente de Armazenamento obtido no teste de vazão, segundo a expressão:

$S = S_{ap}(m-s)/m$ obtida na Equação (4) do Item 10.1.1,

onde,

S = Coeficiente de Armazenamento,

m = espessura da camada saturada,

s = diferença entre o nível estático e o nível dinâmico e,

S_{ap} = Coeficiente de Armazenamento aparente, obtido a partir da Fórmula de Theis da Equação (3) do Item 10.1.1.

Para a interpretação dos testes de vazão, neste trabalho, foi utilizado o *software* EXCEL 5.0, contendo uma planilha com os dados identificadores do poço e valores de tempo, rebaixamento e vazões do teste dispostos em colunas,

assim como os valores de tempo e recuperação. Os dados individuais dos testes de vazão cadastrados encontram-se na TABELA 4. A planilha do *software* EXCEL 5.0, transformada em matriz para o preenchimento com os dados durante o cadastramento nas empresas de perfuração e no campo, foram identificadas com o título VAZOES.XLS e contém todos os dados identificadores dos poços que possuíam dados de teste de vazão.

Os dados dos testes de vazão colocados na planilha VAZOES.XLS são primeiramente avaliados com os recursos gráficos do EXCEL 5.0, fazendo-se um gráfico bi-logarítmico rebaixamento x tempo, identificando-se, desta maneira, que tipo de aquífero refere-se o poço considerado. Os testes de vazão realizados nos poços do sistema aquífero sedimentar são interpretados através do método da superposição, utilizando o modelo de Theis para os aquíferos com comportamento livre e semi-livre e o modelo de Hantush para os semi-confinado. As equações matemáticas que governam estes modelos foram desenvolvidas no Item 10.1.1.

Nas representações gráficas do modelo de Theis e Hantush, as Equações de Theis e Hantush foram transformadas em matrizes (curvas teóricas) usando os recursos do *software* ORIGIN versão 3.5. As matrizes, representadas graficamente nas FIGURAS 15 e 17, para a Equação de Theis e Hantush, foram identificadas, respectivamente por THEIS.ORG e HANTUSH.ORG.

A interpretação dos parâmetros hidrodinâmicos dos aquíferos, apenas utilizando os modelos de Theis e Hantush, envolvem simplificações, embora mantenham os conceitos e produzam resultados verídicos. DAWSON & ISTOK (1991), de forma mais completa, propõe 24 modelos para aquíferos em meios porosos e fraturados, englobando todas as variações possíveis, desde poços apresentando regime transitório e permanente, aquífero anisotrópico e isotrópico, poços com penetração parcial no aquífero ou totalmente penetrantes, aquífero multi-camadas ou simples, e várias outras possibilidades, conceituando o modelo matemático para cada situação apresentada e propondo soluções analíticas utilizando programação em BASIC.

Estes modelos poderiam ser desenvolvidos utilizando as planilhas do EXCEL 5.0 e os recursos gráficos do ORIGIN 3.5, da mesma forma que os modelos clássicos de Theis e Hantush. Tal medida é desnecessária pois, os modelos clássicos citados são suficientes para o cálculo dos parâmetros hidrodinâmicos dos aquíferos sedimentares na região da bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu.

A avaliação dos parâmetros hidrodinâmicos do aquíferos segundo os modelos propostos, permitiu estimar as características do aquífero na bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu.

O poço do Recreio São Jorge (Poço 2C), do SAAE, situado na parte noroeste de Guarulhos, próximo da Reserva Florestal da Serra do Pirucaia, apresentou vazão de $15 \text{ m}^3/\text{h}$ fornecida por fraturas nas rochas cristalinas situadas em profundidades de até 50m (FIGURA 25).

O poço da Warner Lambert (Poço 1E), situado no Bairro Taboão apresentou vazão de $37,2 \text{ m}^3/\text{h}$, Transmissividade de $4,73 \text{ m}^2/\text{h}$ e Coeficiente de Armazenamento de $5,5 \cdot 10^{-3}$ (FIGURA 27). Possui um comportamento hidráulico muito semelhante aos poços do Aeroporto Internacional de São Paulo (Poços 9E, 11E, 13E, 15E, 16E, 17E e 30E), cuja interpretação dos testes de vazão constam, respectivamente, nas FIGURAS 28, 29, 30, 31, 32, 33 e 34. Nestes poços as vazões variaram entre 30 e $56,756 \text{ m}^3/\text{h}$, Transmissividade entre 2,8 e $6,11 \text{ m}^2/\text{h}$ e Coeficiente de Armazenamento entre 0,04 e $6 \cdot 10^{-4}$.

Estes poços mostram que o aquífero sedimentar da Bacia de São Paulo, na área compreendida pelo Bairro Taboão e Aeroporto Internacional de São Paulo/Cumbica, tem o comportamento livre e é constituído por sedimentos bastante porosos e permeáveis, possui características hidráulicas muito semelhantes àsquelas descritas por REBOUÇAS (1992) para o aquífero sedimentar da Bacia de São Paulo situado na Cidade Universitária.

O poço das Industrias Químicas Girardi (Poço 24D), situado na Av. Santos Dumont, no Parque Industrial Cumbica, apresentou vazão de $8 \text{ m}^3/\text{h}$, Transmissividade de $0,1 \text{ m}^2/\text{h}$ e Coeficiente de Armazenamento de $2,5 \cdot 10^{-4}$

(FIGURA 26). O aquífero da Bacia Sedimentar de São Paulo, no local, possui comportamento livre, é permeável e apresenta indícios de encontrar-se esgotado.

O poço da Transportadora de Água Nova Diadema (Poço 32E), situado no Jardim Presidente Dutra, no lado leste das pistas do Aeroporto, apresentou vazão de $22,446 \text{ m}^3/\text{h}$, Transmissividade de $0,12 \text{ m}^2/\text{h}$ e Coeficiente de Armazenamento de $0,12$ (FIGURA 35). O aquífero apresenta comportamento de semi-confinado, é permeável e muito poroso.

No Bairro Bonsucesso, o poço do DAEE (Poço 2H) apresentou vazão de $10 \text{ m}^3/\text{h}$, Transmissividade de $0,05 \text{ m}^2/\text{h}$ e Coeficiente de Armazenamento de $0,024$ (FIGURA 36). O aquífero sedimentar, neste local também tem comportamento de semi-confinado, é poroso e pouco permeável.

A Pial Eletro-Eletrônica Ltda, situa-se no Parque Piratinga, na porção sudeste do Município de Guarulhos e possui o Poço 13H. Nesta região poços locados no sistema de fraturas regionais com direção N60W, apresentam boas vazões, enquanto outros encontram-se secos. O Poço 13H fornece $21,14 \text{ m}^3/\text{h}$ e intercepta fraturas na profundidade de 70m (FIGURA 37).

No Bairro Bonsucesso, situa-se a Alimentos Seleccionados Iguatemi que possui o Poço 16H. A vazão deste poço é de $1,437 \text{ m}^3/\text{h}$ e o aquífero é constituído pelo manto de alteração das rochas gnaissícas. Possui Transmissividade de $0,0032 \text{ m}^2/\text{h}$ e Coeficiente de Armazenamento de $0,01$, mostrando ser poroso e muito pouco permeável (FIGURA 38).

Próximo do local, situa-se a Industrias de Meias Scalina, que possui o Poço 23H. Este poço capta água no sistema de fraturas N60W, na profundidade de 70m (FIGURA 39).

Deslocando-se no sentido norte, no Bairro Ponte Alta e no Bairro Vila Carmela II, o SAAE de Guarulhos possui os poços 8I e 7I, respectivamente. Em ambos os locais o aquífero sedimentar possui comportamento livre. O Poço 7I apresentou vazão de $21,8 \text{ m}^3/\text{h}$ e o aquífero, no local, possui Transmissividade de $0,17 \text{ m}^2/\text{h}$ e Coeficiente de Armazenamento de $0,46$ (FIGURA 40), é muito poroso e pouco permeável. O Poço 8I fornece vazão de $40,13 \text{ m}^3/\text{h}$, e o aquífero

possui Transmissividade de $2 \text{ m}^2/\text{h}$ e Coeficiente de Armazenamento de 0,085 (FIGURA 41), é poroso e bastante permeável, portanto.

No Jardim Nova Bonsucesso, situado próximo do Bairro Vila Carmela II, o poço do SAAE (Poço 12I) apresentou vazão de $19,8 \text{ m}^3/\text{h}$ e o aquífero, no local, mostrou comportamento de semi-livre, com Transmissividade de $0,7 \text{ m}^2/\text{h}$ e Coeficiente de Armazenamento de 7.10^{-3} .

Nota-se que as rochas cristalinas ao longo do Graben do Baquirivuguaçu, são bastante fraturadas e apresentam com freqüência poços com boas vazões. A Transmissividade dos sistemas de fraturas onde são encontradas as melhores vazões (Poços 3E, 13H e 60E, respectivamente da SKF, da Pial Eletro-Eletrônica e da Viação Itapemirim) varia entre 0,2 e $0,8 \text{ m}^2/\text{h}$.

**FIGURA 25. Testes de vazão realizados no Poço 2C
(Poço do SAAE, do Recreio São Jorge).**

**Teste de vazão - rebaixamento (m) x tempo (min), Poço 2C,
do SAAE, no Recreio São Jorge, em Guarulhos.**

**Teste de vazão escalonado - Poço 2C, do SAAE,
no Recreio São Jorge, em Guarulhos.**

Curva de rebaixamento do Poço 24D (Poço das Ind. Químicas Girardi)

FIGURA 26. Método da superposição de Theis para cálculo dos parâmetros hidrodinâmicos do aquífero sedimentar no local da Poço 24D (Poço das Ind. Químicas Girardi).

FIGURA 27. Método da superposição de Theis para cálculo dos parâmetros hidrodinâmicos do aquífero sedimentar no local do Poço 1E (Poço da Warner Lambert), em Guarulhos.

FIGURA 28. Método da superposição de Theis para cálculo dos parâmetros hidrodinâmicos do aquífero sedimentar no local do Poço 9E (Poço 01' da INFRAERO).

FIGURA 29. Método da superposição de Theis para o cálculo dos parâmetros hidrodinâmicos do aquífero sedimentar no local do Poço 11E (Poço 02' da INFRAERO).

GRÁFICO DA FUNÇÃO DE THEIS

FIGURA 31. Método da superposição de Theis para o cálculo dos parâmetros hidrodinâmicos do aquífero sedimentar no local do Poço 15E (Poço 04'da INFRAERO).

Curva de recuperação do Poço 16E
(Poço 05 da INFRAERO)

FIGURA 32. Método da superposição de Theis para o cálculo dos parâmetros hidrodinâmicos do aquífero sedimentar no local do Poço 16E (Poço 05 da INFRAERO).

Curva de recuperação do Poço 17E (Poço 06 da INFRAERO)

FIGURA 33. Método da superposição de Theis para cálculo dos parâmetros hidrodinâmicos do aquífero sedimentar no local do Poço 17E (Poço 06 da INFRAERO).

Curva de recuperação do Poço 30E (Poço 8 da INFRAERO)

FIGURA 34. Método da superposição de Theis para cálculo dos parâmetros hidrodinâmicos do Poço 30E (Poço 08 da INFRAERO).

FIGURA 35. Método da superposição de Hantush para cálculo dos parâmetros hidrodinâmicos do Poço 32E (Poço da Transportadora Nova Diadema).

FIGURA 36. Método da superposição de Hantush, para cálculo dos parâmetros hidrodinâmicos do aquífero sedimentar no local do Poço 2H (Poço do DAEE).

FIGURA 37. Curva de rebaixamento do Poço 13H (Poço da Pial Eletro-Eletrônica Ltda), aquífero cristalino.

Curva de rebaixamento do Poço 16H (Poço da Alimentos Seleccionados Iguatemi Ltda)

FIGURA 38. Método da superposição de Hantush para cálculo dos parâmetros hidrodinâmicos do aquífero cristalino no local do Poço 16H (Poço da Alim. Seleccionados Iguatemi Ltda).

FIGURA 39. Curva de rebaixamento do Poço 23H (da Ind. de Meias Scalina Ltda), aquífero cristalino, sistema fissurado.

Curva de rebaixamento do Poço 71 (Poço da V.Carmela II do SAAE)

FIGURA 40. Método da superposição de Theis para cálculo dos parâmetros hidrodinâmicos no local do Poço 71, Poço da Vila Carmela II, do SAAE de Guarulhos.

Curva de rebaixamento do Poço 8i (Poço do SAAE, do Jd. Ponte Alta)

FIGURA 41. Método da superposição de Theis para cálculo dos parâmetros hidrodinâmicos no local do Poço 8I (Poço do Jardim Ponte Alta, do SAAE).

FIGURA 42. Método da superposição de Theis para cálculo dos parâmetros hidrodinâmicos do aquífero sedimentar no local do Poço 12I (Poço do Jardim Nova Bonsucesso do SAAE).

12. BALANÇO HÍDRICO NA BACIA DO RIO BAQUIRIVU

Segundo FETTER (1988) o ciclo hidrológico pode ser quantificado a partir da equação hidrológica, que se baseia na lei de conservação das massas. É expressa por:

$$\text{entrada d'água} = \text{saídas} \pm \text{mudanças no armazenamento.}$$

A representação esquemática do ciclo hidrológico encontra-se na FIGURA 43.

RUSHTON & WARD (1979) adotam a seguinte expressão para o balanço hídrico:

$$P = E + R + \Delta s$$

onde, P=precipitação, E=Evapotranspiração, R=escoamento superficial e Δs =incremento no armazenamento.

Para CUSTODIO & LLAMAS (1983) o balanço hídrico é a aplicação do princípio da conservação da massa (equação da continuidade) a uma certa região definida por determinadas condições de contorno, com um volume conhecido. Durante o tempo em que se realiza o balanço, a diferença entre o total das entradas e o total das saídas deve ser igual à mudança (ou troca) de água do armazenamento. As medidas podem ser efetuadas em massa ou volume se a densidade da água for considerada como sendo constante.

A bacia hidrográfica representa um sistema fechado nas nossas condições climáticas. A entrada d'água advém das precipitações. As saídas d'água do sistema é devida à evapotranspiração e descarga do rio principal.

A descarga é representada graficamente pela hidrografa, podendo ser subdividida em três partes:

- o escoamento da água das precipitações pela superfície do terreno;
- escoamento da água precipitada diretamente sobre talvegue do rio e;
- o escoamento de base, proporcionado pelas águas subterrâneas que fluem nas fontes.

Nestas condições, as mudanças no armazenamento da água do aquífero são produzidas pela extração pelos poços ou descargas das fontes.

FIGURA 43. Representação esquemática do ciclo hidrológico (modificado de FREZZE & CHERRY, 1979).

Como as entradas e saídas de água do sistema podem ser quantificados em uma bacia, neste trabalho adotou-se a área geográfica da bacia do rio Baquirivu-Guaçu, que permitiu estimar o potencial hidrogeológico da região constituída pela parte central, norte e leste do Município de Guarulhos e a parte central e oeste do Município de Arujá.

Na região da bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu e entorno existem três postos pluviométricos com medidas históricas diárias das precipitações. São os Postos Barrocada, Bairro Fazenda Velha e Bom Sucesso.

O Posto Barrocada, E3-082, situado a noroeste da área, no Município de São Paulo, possui coordenadas UTM 339,90 km EO e 7409,42 km NS e uma série histórica de medidas diárias desde 1980.

O Posto Bairro Fazenda Velha, E3-050, situado a nordeste da área, no Município de Arujá, possui coordenadas UTM 362,05 km EO e 7413,45 km NS e uma série histórica de medidas diárias desde 1965;

O Posto Bom Sucesso, E3-002, situado na parte central da bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu, no Bairro Bonsucesso, possui UTM 356,95 km EO e 7409,60 km NS e uma série histórica de medidas diárias desde 1965.

A região da bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu não é homogênea, pois o relevo é formado tanto por serras quanto por planaltos, diferindo nas precipitações e nas temperaturas médias anuais. Portanto, há diferenças nas medidas de precipitação obtidas em cada posto. Para a representação pluviométrica foi escolhido o Posto Bom Sucesso, que situa-se no centro da bacia, representando melhor as condições da área.

Utilizando-se os dados hidrometeorológicos do Posto Bonsucesso, foi elaborado o balanço hídrico da bacia do rio Baquirivu-Guaçu com o auxílio do programa de microcomputador BALASC, desenvolvido por pesquisadores do Instituto Agrônomo de Campinas a partir do modelo de THORNTHWAITE (1955) e adaptado às condições do sudeste brasileiro.

As temperaturas médias utilizadas no modelo foram obtidas das cartas de estimativas médias mensais para a região sudeste do Brasil, de CAMARGO & GHIZZI (1991). A capacidade de campo, que indica o menor valor

de altura de água de armazenamento para que haja recarga profunda (quando a água passa a escoar do solo para o aquífero), variável para cada tipo de solo, foi adotada com um valor constante de 125mm para toda a bacia.

Foi feito um balanço hídrico multianual para o Posto Fazenda Velha, situado em Arujá, nas encostas da Serra da Mantiqueira e outro, para o Posto Bom Sucesso, situado no Bairro Bonsucesso, na planície de inundação do rio Baquirivu-Guaçu, em Guarulhos. As diferenças entre os valores obtidos são devidas às condições fisiográficas de cada área.

Para efeito de comparações, o balanço hídrico foi representado por médias mensais no intervalo entre 1989 e 1994, já que neste período dispõe-se de dados do monitoramento dos níveis dos poços do Aeroporto Internacional de São Paulo, executado pela INFRAERO.

Neste período é possível fazer-se correlações entre os níveis estáticos e dinâmicos com as precipitações para saber a resposta dos aquíferos frente aos períodos secos e chuvosos.

Os balanços hídricos anuais entre 1989 e 1994, para o Posto Bom Sucesso, estão representados na TABELA 6, assim como os balanços hídricos multianuais entre 1965 e 1994, para os Postos Bom Sucesso e Fazenda Velha.

Verifica-se que a correlação entre as precipitações e os níveis estáticos, ou com os níveis dinâmicos, ou ainda, com as capacidades específicas dos poços do Aeroporto Internacional de São Paulo é muito baixa, sempre inferior a 25%. Não havendo, portanto, resposta (dentro do intervalo de medidas médias de 1 mês) do aquífero frente às precipitações. Isto indica que o tempo, para o fluxo advindo da superfície infiltrar até o aquífero é demorado e o aporte da recarga subterrânea profunda é constante durante todo o ano, independentemente da sazonalidade das precipitações.

Estima-se de 4 a 6 meses para as infiltrações provenientes da superfície atingirem o aquífero livre do sistema sedimentar. Nas situações de semi-confinamento este tempo pode chegar a pouco mais de 1 ano e no aquífero fissurado do sistema cristalino pode levar a 2 anos, para atingir uma profundidade de 200m.

Os balanços hídricos multianuais para o Postos Fazenda Velha (Posto E3-050) e Bom Sucesso (Posto E3-002) encontram-se representados respectivamente, nas FIGURAS 44 e 45.

Observa-se nos gráficos que há dois ciclos climáticos distintos durante o ano: um período chuvoso, de outubro a março, com precipitações superiores a 100 mm/mês e outro mais seco, de abril a setembro, com pluviosidade inferior a 100 mm/mês. Assim, nesta região, o ano hidrológico começa em setembro, junto com o início da estação chuvosa. O clima da região é classificado como mesotérmico, úmido.

Como a evapotranspiração potencial não excede as precipitações mensais, é igual à evapotranspiração real, em torno de 850 mm/ano.

O déficit hídrico multianual não existe, ou seja; não há retirada de água do armazenamento do solo para suprir os processos de evapotranspiração.

A água disponível para a infiltração nos aquíferos e cuja sobra escoar superficialmente (parcela que constitui o excedente hídrico) é significativa, acima de 100 mm por mês, de dezembro a março e entre 650 e 850 mm por ano. Somente em agosto não há excedente de água, por se tratar de um mês seco, quando a precipitação se iguala à evapotranspiração.

A água disponível para infiltração na bacia do rio Baquirivu-Guaçu é extremamente elevada, entre 1×10^8 e $1,4 \times 10^8$ m³/ano, para uma área planar de 163 km².

12.1. RESERVAS RENOVÁVEIS E PERMANENTES

A área mapeada neste trabalho, engloba o Graben do Baquirivu-Guaçu, a região no entorno e as planícies do rio Tietê. Considerando que esta área corresponde ao quadrado da FIGURA 5, que contém o mapa de contorno do topo do embasamento cristalino na bacia do rio Baquirivu-Guaçu, os vértices deste quadrado possui as seguintes coordenadas UTM, respectivamente em km EO e km NS: 342 e 7402, 342 e 7420, 370 e 7402 e, 370 e 7420. Abrange uma área que vai do Parque Ecológico do Tietê até a região norte do Município de Arujá perfazendo uma superfície de planar de 18×28 km = 504 km².

FIGURA 44. Balanço hídrico multianual do Posto Fazenda Velha, no período 1965-1994.

FIGURA 45. Balanço hídrico multianual do Posto Bom Sucesso, no período 1965-1994.

Nesta área, cerca 140 km^2 são cobertos por sedimentos.

Utilizando o ícone para cálculo de volumes do *software* SURFER 5.01, teremos um volume de sedimentos contido nesta área de $7,2 \times 10^9 \text{ m}^3$, considerando as seguintes condições de contorno: altitude máxima dos depósitos sedimentares de 820m e camadas limitadas inferiormente pela superfície do topo do embasamento.

Considerando-se que a Falha do Rio Jaguari é de natureza inversa, tem mergulho em torno de 55° , os sedimentos sotopostos tem espessura média de 150m e se estende por 15 km na área da bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu, teremos um trapézio de base triangular medindo 150m de altura, 87,5m de base, 175m de hipotenusa e 15.000 m de extensão, que resulta num volume de sedimentos encobertos por rochas cristalinas do Grupo São Roque de $9,8 \times 10^8 \text{ m}^3$.

Somando-se este volume ao obtido pelo *software* SURFER 5.01, teremos: $7,2 \times 10^9 + 9,8 \times 10^8 = 8,18 \times 10^9 \text{ m}^3$.

Estimando-se que 50% do volume de sedimentos é suficientemente poroso e permeável para constituir aquíferos e que possuem porosidade efetiva em torno de 15%, teremos um volume de água armazenado de $6,1 \times 10^8 \text{ m}^3$.

As reservas permanentes de água subterrânea nesta área, representada pela água contida nos aquíferos abaixo da cota 725m, que é a cota do nível de base do rio Baquirivu-Guaçu, é estimada em $3,2 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{ano}$. As reservas renováveis, constituída pelas águas armazenadas nos aquíferos freáticos, acima da cota 725m, atinge a cifra de $2,9 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{ano}$.

As águas das reservas renováveis estão disponíveis para serem exploradas sem afetar as reservas permanentes. Estas águas quando não são extraídas pelos poços, fluem nas fontes e vão alimentar o fluxo de base dos rios.

Nesta área de 140 km^2 a água disponível para infiltração oscila entre 3×10^8 e $4,2 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{ano}$, superior portanto à própria reserva renovável do sistema aquífero sedimentar, ou seja; mesmo que todo o excedente hídrico pudesse ser infiltrado ainda assim haveria escoamento superficial pois o reservatório subterrâneo não comportaria toda a água disponível.

13.A RECARGA DOS AQÜÍFEROS

Como pode ser constatado nos itens precedentes, a bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu possui aquíferos livres, constituídos por depósitos sedimentares grossos originados principalmente por corridas de detritos associadas a uma forte tectônica que produziu o Graben do Baquirivu-Guaçu.

Os aquíferos são formados por bacias fechadas, de limitada amplitude lateral, possuem elevada permeabilidade e capacidade de armazenamento, mas com áreas de recarga restritas devido à constituição argilosa das camadas sedimentares superiores, situadas próximas da superfície, que impedem da água superficial infiltrar e atingir as camadas aquíferas inferiores.

O mapa de tendências do nível potenciométrico dos aquíferos encontrado nos poços perfurados entre 1952 e o ano de 1971 (FIGURA 46), que corresponde a cerca de 44 dos poços cadastrados, já mostra abatimento nos níveis potenciométricos na região da Rodovia Presidente Dutra, entre os km 227 e 222, onde situavam-se as indústrias de Guarulhos, causado pela exploração dos poços.

O mapa de tendências dos níveis potenciométricos encontrados nos poços perfurados entre 1971 e 1981, que corresponde a cerca de 69 dos poços cadastrados, está representado na FIGURA 47. Verifica-se um acentuado abatimento dos níveis no eixo da rodovia Presidente Dutra, causado pela continuada exploração. Há pequenos abatimentos de níveis no Jardim Presidente Dutra e Bairro Bonsucesso, para onde as indústrias cresceram.

O mapa de tendências do nível potenciométrico encontrado nos poços perfurados entre 1981 e 1995, que corresponde a cerca de 85 poços cadastrados, se encontra na FIGURA 48. Verifica-se abatimento generalizado dos níveis potenciométricos em toda a região acarretado pela exploração intensiva, com as maiores quedas de níveis ao longo da rodovia Presidente Dutra, desde o km 227, situado na parte urbana de Guarulhos, até o km 210, situado no Bairro

Bonsucesso. No Aeroporto Internacional de São Paulo/Cumbica, Jardim Presidente Dutra e Jardim Nova Bonsucesso verifica-se abatimentos importantes, embora de forma menor do que no eixo da rodovia Presidente Dutra.

Analisando-se a evolução dos níveis potenciométricos dos poços cadastrados verifica-se que, frente à elevada exploração do aquífero sedimentar na região de Guarulhos e Arujá, houve uma queda generalizada dos níveis potenciométricos e piezométricos, na região compreendida pela bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu, causado pela exploração advinda das atividades industriais, abastecimento público, venda da água e suprimento do Aeroporto Internacional de São Paulo/Cumbica. Para o retorno às condições naturais primitivas de piezometria será necessário a utilização de métodos que proporcionam a infiltração das águas superficiais contida no excedente hídrico, que pode ser conseguida através da recarga artificial dos aquíferos.

Sobre este propósito existe motivação por parte de algumas empresas, que sofrem as conseqüências da falta de água para suprir suas necessidades, devido às pequenas vazões dos poços construídos nos aquíferos exauridos, sujeitos a um constante abatimento dos níveis piezométricos. Esta queda nas vazões tem ocorrido mesmo quando os poços recebem manutenção periódica.

Algumas das empresas investigadas durante a fase de cadastramento estudam alternativas no sentido da recuperação da capacidade primitiva dos poços. São exemplos: a INFRAERO, que cuida do abastecimento do Aeroporto Internacional de São Paulo/Cumbica e cujos técnicos do setor manutenção cogitam em recuperar o aquífero da Bacia Sedimentar de São Paulo, no local; a PFIZER, que tem pretensões de injetar água tratada em poços desativados por se encontrarem secos; a FORD INDÚSTRIA E COMÉRCIO, que possui um departamento encarregado de questões ambientais e que pode colaborar no processo de aproveitamento das águas oriundas das precipitações para a recarga profunda.

FIGURA 46. Níveis potenciométricos dos aquíferos da bacia do rio Baquirivu-Guaçu, em 1971.

FIGURA 47. Níveis potenciométricos dos aquíferos da bacia do rio Baquirivu-Guaçu, em 1981

FIGURA 48. Níveis potenciométricos dos aquíferos da bacia do rio Baquirivu-Guaçu, em 1995.

Embora exista disposição técnica por parte dos departamentos de manutenção de algumas empresas para aplicar a recarga artificial, muito trabalho ainda deve ser feito junto aos escalões hierárquicos mais elevados que tem o poder de decidir sobre as questões que afetam o funcionamento das empresas, entre as quais a mais importante é, sem dúvida, o abastecimento de água.

13.1. ASPECTOS GERAIS DA RECARGA DE AQUÍFEROS

Segundo BOGOMOLOV *et al.* (1985) a alimentação artificial dos aquíferos é prática comum nos Estados Unidos da América. Neste processo são usados bacias, lagoas de infiltração e poços para a recarga profunda. Para reduzir a colmatação dos aquíferos, a água de recarga dos poços passa antes por filtros de areia. O solo das bacias é coberto com uma camada de areia com espessura entre 0,3 e 0,9m. Nas áreas inclinadas são usados sistemas de multi-bacias.

TODD (1967) cita a regulamentação existente nos E.U.A na década de 60, onde já era postulado que as águas subterrâneas utilizadas para resfriamento ou condicionamento de ar deveriam ser devolvidas ao solo, evitando as perdas do aquífero.

Nas bacias de infiltração, a permanência das águas superficiais provoca a decantação das partículas finas suspensas e o desenvolvimento de algas e de microorganismos que tendem a impermeabilizar o fundo. Assim, os métodos de restauração da produtividade das bacias de infiltração baseiam-se nas técnicas agrícolas, como aração do fundo colmatado, revolvimento, etc.. Nos poços de infiltração, a água é primeiramente isenta de partículas argilosas, retidas nos filtros de areia, é cloretada e só então é injetada.

O primeiro projeto de recarga foi implementado em 1889, nos E.U.A. (BOGOMOLOV *et al.*, op.cit.). Em consequência, a alimentação artificial dos aquíferos foi aplicada de forma pioneira, em 1895, na Califórnia, com a infiltração das águas do rio Santo Antonio.

Nos E.U.A., na Rússia e em diversos outros países, a água superficial é muito utilizada nas áreas semidesérticas e desérticas para a recarga dos aquíferos.

Em Kara Kum, no Turquistão, uma região semi-desértica o abastecimento anual dos aquíferos por água superficial atinge entre 10.000 e 15.000 m³ por km², ou seja; entre 0,01 e 0,015 m³ por m² por ano (BOGOMOLOV *et al.*, op.cit.).

No Japão, um sistema de infiltração de água pluvial está se convertendo gradualmente em uma maneira de preservar a capacidade dos aquíferos e de manter as áreas urbanizadas livre dos picos de cheias, adaptando o meio urbano ao ciclo hidrológico. No trabalho de MUSIAKE *et al.* (1994) é analisado o efeito das instalações de infiltração de águas pluviais em áreas urbanizadas, sobre a redução no pico das cheias e na preservação da capacidade dos aquíferos. As instalações são constituídas por galerias subterrâneas contendo poços de infiltração.

De maneira genérica, a recarga natural de um aquífero pode ser considerada como a quantidade de água proveniente da precipitação que alcança a parte saturada da camada aquífera e fica disponível, por longo tempo, para o aproveitamento. O método convencional de se calcular a recarga é subtrair-se da precipitação as "perdas" identificadas sob a forma de vazão do rio e evapotranspiração, ou seja; um balanço de massa com fronteira superior na superfície do solo (CONTIN NETO, 1987).

A quantidade e origem da recarga pode sofrer profundas modificações em consequência das alterações na cobertura original, devido ao uso e ocupação do solo. A urbanização implica na impermeabilização das taxas de infiltração direta e aumento do *runoff*. Como compensação, a urbanização provoca o surgimento de novas fontes de recarga, sendo as mais importantes os vazamentos de água das adutoras e redes de ligações domésticas subterrâneas, tanques sépticos, tubulações de esgoto e irrigação de parques e jardins, públicos ou particulares (REBOUÇAS, 1992).

Em áreas úmidas a recarga da água subterrânea pode ser determinada com razoável acuracidade a partir do balanço hídrico, calculando-se a infiltração como sendo igual à diferença entre a precipitação, escoamento superficial e a evapotranspiração. Tipicamente, a recarga atinge entre 30 a 60% da precipitação, em climas úmidos e apenas 1%, em climas secos (BALKEMA, 1989). Em climas secos, os métodos empregados para o cálculo da recarga envolvem o monitoramento da água no perfil do solo, na zona vadosa, medidas de tensão hidrostática no solo e da condutividade hidráulica, ou ainda, através do uso de traçadores (seja tritium, cloreto ou brometo), cuja concentração é medida no perfil do solo.

Os dados meteorológicos são importantes porque a água subterrânea provém da infiltração das superficiais, que por sua vez origina-se das águas atmosféricas, fazendo parte, portanto, do ciclo hidrológico (BOWEN, 1986).

A instalação de um reservatório em um vale que atua como área de descarga natural, produz tanto reajuste transitório como mudanças permanentes no sistema hidrogeológico adjacente (ALBUQUERQUE FILHO *et al.*, 1994). Estes autores observaram que o nível d'água natural dos aquíferos livres (que em última análise acompanha a topografia) sofre uma elevação, aumentando a espessura saturada das camadas aquíferas.

GODOY *et al.* (1994) utilizaram trincheiras abastecidas através da coleta de água das chuvas para a recarga artificial de aquíferos freáticos na região central do chaco paraguaio e concluíram que:

- é perfeitamente factível a recarga artificial dos aquíferos freáticos com água proveniente das precipitações na região do chaco paraguaio, havendo uma melhora na qualidade da água subterrânea e um incremento dos recursos dos aquíferos;

- com a recarga se eleva a superfície freática, sendo que o fluxo ao chegar ao aquífero forma um domo, distribuindo a água radialmente até alcançar o equilíbrio, com a consequente elevação do nível d'água;

- o volume de água de recarga, através de trincheiras, depende da área eficaz de infiltração, da espessura da argila depositada no fundo da

trincheira (no caso, a água de escoamento superficial carrega uma grande quantidade de material em suspensão) e da carga hidráulica da trincheira e;

- praticamente, toda chuva com taxas maiores que 1mm/min, apresentam escoamento superficial suficiente para alimentar as trincheiras.

GODOY *et al.*(op.cit.) justifica a utilização da recarga naquela região pois, as condições climáticas (semi-árido) tornou salobras as águas dos aquíferos e a água infiltrada artificialmente é utilizada como solvente para a diluição dos sais nos aquíferos livres. Estes autores conseguiram diminuir os teores de sais dissolvidos de 2.000 p.p.m. para 500 p.p.m., tornando as águas potáveis.

13.2. ALTERNATIVAS PARA A RECARGA NA BACIA DO RIO BAQUIRIVU-GUAÇU

Na bacia do rio Baquirivu-Guaçu os aquíferos apresentam sinais evidentes de esgotamento de suas reservas renováveis e permanentes, frente à exploração indiscriminada e ausência de implantação de recarga artificial.

Nos E.U.A a utilização de poços de injeção é prática comum, tanto para a recarga, como para a disposição de efluentes, inclusive radioativos. Para prevenir a eventual contaminação de aquíferos pelo uso inadequado de poços de injeção, a EPA - Environmental Protection Agency, através do SDWA - Safe Drinking Water Act, impôs restrições, dividindo as águas de recarga em cinco classes que contemplam desde a injeção de efluentes de processos industriais até a injeção das águas das chuvas (BITTON & GERBA, 1984).

Na bacia do rio Baquirivu-Guaçu, frente ao volume considerável de excedente hídrico anual, a alternativa mais adequada, quanto à quantidade e qualidade, é a infiltração das águas oriundas das precipitações através de poços de injeção, para repor a água subterrânea extraída dos aquíferos e também, para retardar o escoamento superficial, diminuindo o pico das cheias nas áreas urbanas situadas a jusante.

O conhecimento hidrogeológico desenvolvido nesta pesquisa permite avaliar e indicar as melhores alternativas metodológicas para a implantação da recarga na bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu.

O elevado potencial hídrico superficial, com excedente hídrico variando entre 0,6 e 0,85 m³ por m² de área, por ano, possibilita a utilização para a infiltração destas águas pluviais, que seriam armazenadas em reservatórios superficiais para serem infiltradas através de poços tubulares profundos.

O efeito benéfico em relação à diminuição dos picos das cheias nas áreas intensamente urbanizadas situadas a jusante seria imediato. A recuperação dos aquíferos e das vazões dos poços, se daria no prazo de alguns anos, já que é necessário um período de recuperação igual ao de extração para repor totalmente as perdas.

A recarga proporcionaria ainda, a estabilização dos terrenos, já que os aquíferos porosos constituem um meio elástico sujeito a recalques diferenciais importantes quando o rebaixamento do nível potenciométrico é grande. O consequente deslocamento na superfície do terreno causa rachaduras nas pistas dos aviões, estacionamentos e autoestradas.

Para a recarga, as águas pluviais deverão ser primeiramente separadas das águas servidas, como é obrigatório pela legislação municipal e estadual vigente, mas que, contudo, não é obedecida.

A rede de águas pluviais seria conduzida para reservatórios escavados no terreno que suportassem chuvas da ordem de até 100 mm/dia. Chuvas mais intensas que este limite ocorrem na região, mas são muito raras. Para armazenar esta quantidade de água, para cada 1 km² de área do terreno bastaria construir um reservatório com capacidade de 100.000 m³ de água, ou seja; que ocupasse um terreno de 200m x 200m, com 2,5m de profundidade. Todo o restante da área poderia ser ocupada com construções e/ou revestida, pois não seria um problema para a infiltração de água na bacia.

Conectado ao reservatório, um ou mais poços infiltrariam a água pluvial diretamente no aquífero, por gravidade. O controle sanitário e hidroquímico, seria feito em superfície e em subsuperfície, através da eventual

cloretação da água, retenção do particulado argiloso por filtros de areia e construção de poços para monitoramento da qualidade (piezômetros). Os poços e piezômetros deverão ter profundidade entre 100 e 150m.

Estimando-se vazões de infiltração da ordem de $100 \text{ m}^3/\text{h}$, que eram as vazões típicas de extração dos poços anterior aos abatimentos de níveis, um poço infiltraria toda a água contida no reservatório de 100.000 m^3 em 40 dias. Utilizando-se mais que um poço conectado ao reservatório, alcançar-se-ia resultados mais rápidos.

Os melhores locais para a construção de poços de infiltração estariam na área ocupada pelo Graben do Baquirivu-Guaçu. Compreende parte da área urbana de Guarulhos (Bairro Bom Clima e Bairro Taboão), toda área do Aeroporto Internacional de São Paulo, o Jardim Presidente Dutra (na parte leste do Aeroporto), seguindo na direção nordeste, incluindo o Jardim Ponte Alta, o Bairro Bonsucesso, o Bairro Vila Carmela II e o Arujá Golf Club, este último no Município de Arujá.

Outro locais bastante apropriados, urbanizados, compreendem a Vila Augusta e o Bairro Macedo, em Guarulhos, situados nas proximidades da Rodovia Presidente Dutra, entre os km 227 e 224.

Uma outra região, cujas características litológicas dos sedimentos permitem a recarga através de poços de injeção é a área que compreende o Parque Industrial de Cumbica, nas imediações da Av. Santos Dumont, o Parque Ecológico do Rio Tietê e a área situada entre a rodovia Ayrton Senna e a rodovia Presidente Dutra, junto ao trevo de acesso ao Aeroporto Internacional de São Paulo.

Sem dúvida, a recuperação dos aquíferos e a adequação do meio urbano ao ciclo hidrológico diminuiria o pico das cheias, trazendo benefícios compensadores às residências, comércio, indústrias e estradas e rodovias situadas próximo da calha do rio Tietê, sujeitos a inundações periódicas. Os proprietários e usuários de poços tubulares profundos também seriam beneficiados pela melhora nas vazões dos poços.

14. HIDROGEOLOGIA DO AEROPORTO INTERNACIONAL DE SÃO PAULO

14.1. DEMANDA DE ÁGUA E EXPLOTAÇÃO DO AQUÍFERO SEDIMENTAR

O abastecimento de água do Aeroporto Internacional de São Paulo (AISP) é inteiramente suprido por água subterrânea, proveniente de 7 poços tubulares profundos totalmente penetrantes dentro do sistema aquífero sedimentar da Bacia de São Paulo. Os poços possuem profundidades variáveis, entre 115,50m e 195,50m e fornecem em média 2.700 m³ de água por dia.

No cadastro de poços da TABELA 1, os poços em operação do Aeroporto Intenacional de São Paulo têm a seguinte correspondência: P'1 = 9E, P'2 = 11E, P'3 = 13E, P'4 = 15E, P5 = 16E, P6 = 17E e P8 = 30E.

O aquífero explorado é constituído por arenitos, argilitos e conglomerados, consolidados e inconsolidados, da Formação Resende da Bacia Sedimentar de São Paulo. A análise dos perfis geológicos e a perfilagem de raios gama, potencial espontâneo e resistividade realizadas nos poços durante a fase de perfuração, forneceu para a coluna geológica do local uma porcentagem de litotipos lamíticos, constituído por material fino (silte e argila) aproximadamente igual à porcentagem de clásticos grossos (arenitos de granulometria de fina a grossa, conglomerados e arenitos conglomeráticos). A análise destes perfis confere um valor de cerca de 50% de material bastante permeável no Graben do Baquirivu-Guaçu, na região do Aeroporto de Cumbica.

Os perfis geológicos individuais dos poços do Aeroporto Intenacional de São Paulo encontram-se na TABELA 7.

No Aeroporto Internacional de São Paulo/Cumbica, a Bacia Sedimentar de São Paulo esteve sujeita a uma sucessão de esforços tectônicos durante a sua fase de sedimentação, formando o sistema de *grabens* e *horsts* do Baquirivu-Guaçu, com uma topografia do embasamento extremamente irregular, constituída por um paleo-relevo bastante abrupto, formado por blocos altos e baixos. Como consequência, os poços construídos nos sedimentos, mesmo quando situados próximos, atingem o topo rochoso a profundidades bem

diferentes. Isto torna bastante imprevisível o comportamento hidráulico do aquífero e as vazões dos poços.

Na locação de novos poços, este caráter aleatório das vazões pode ser evitado utilizando-se os métodos geofísicos de investigação que permitem estimar a profundidade do topo do embasamento rochoso, como por exemplo, as sondagens elétricas verticais.

O fracasso do Poço 07 que apresentou vazão nula, pois atingiu o embasamento a 52 m de profundidade, situado a apenas 300 m dos Poços 01' e 03', que são bastante produtivos, fez a INFRAERO contratar uma campanha de sondagens elétricas verticais para a locação do Poço 08. Nesta nova tentativa obteve sucesso na produção de água.

A operação dos poços no AISP iniciou-se, de forma pioneira, em 1984. Nesta época o nível estático dos poços (carga potenciométrica do aquífero) situava-se a 10m de profundidade, sendo controlado pelo nível de base do rio Baquirivu-Guaçu. O lençol freático aflorava em alguns locais devido à existência de uma sucessão de camadas argilosas e arenosas pouco profundas, formando aquíferos freáticos contendo níveis suspensos. Em superfície o terreno era pantanoso e alagadiço.

Em profundidade, predomina uma sucessão de camadas arenosas intercaladas por finas camadas argilosas, resultando em um aquífero poroso multicamada.

O Aeroporto de Cumbica foi construído numa área pantanosa da várzea do rio Baquirivu-Guaçu, contendo uma sequência de camadas argilosas e turfosas próximas da superfície. Estas camadas produzem uma acentuada impermeabilização natural. Como consequência, é lenta a recarga natural do aquífero sedimentar, constituído por camadas arenosas, situadas em posição topográfica e estratigráfica inferior às camadas argilosas.

As condições naturais do terreno aliada às mudanças na cobertura, devido ao aterro nas áreas das pistas e locais onde foram construídas as instalações da infraestrutura aeroportuária, por material argiloso compactado

com espessura de até 2m, tornaram praticamente impermeável a superfície ocupada pelo Aeroporto.

Às condições de impermeabilização do terreno foi associado um regime exploratório intensivo dos poços perfurados para atender a demanda crescente das Companhias Aéreas e passageiros. Isto fez com que as reservas renováveis de água subterrânea esgotassem, pois assim que o lento fluxo descendente da água infiltrada pelas precipitações atinge o aquífero, em profundidade, é rapidamente sugado pelo sistema de bombeamento dos poços.

Esta taxa de exploração elevada é facilitada pelas condições geológicas do sistema aquífero sedimentar, com camadas arenosas em profundidade, muito permeáveis, que permitem a extração de vazões consideravelmente elevadas (atualmente os poços fornecem cerca de $35 \text{ m}^3/\text{h}$ em média, mas no início das operações chegava a $120 \text{ m}^3/\text{h}$).

Esgotada as reservas renováveis, os poços passaram a explorar as reservas permanentes com a consequente queda nos níveis potenciométricos do aquífero.

Devido ao tipo de aquífero existente, predominantemente livre (a superfície da água está sob pressão atmosférica), as quedas do nível potenciométrico (e da pressão hidrostática no material sedimentar), causaram mudanças nos valores do Coeficiente de Armazenamento dos sedimentos situados na área de influência dos poços, já que a capacidade de armazenamento de uma camada aquífera depende da razão entre a espessura saturada e insaturada desta camada, como preconizado por KOVÁKS (1981).

O Coeficiente de Armazenamento e o raio de influência de um poço são grandezas inversamente proporcionais. Como conseqüência, a diminuição dos valores do Coeficiente de Armazenamento provocou num crescimento exponencial do raio de influência dos poços. Este fator é causa da interferência generalizada entre os poços no Aeroporto.

A interferência entre poços aliada a taxas altas de extração vem provocando uma queda nos níveis potenciométricos de até 0,40 m/mês. Os níveis piezométricos, que situavam-se originalmente na profundidade de 10m chegaram,

em janeiro de 1995, a 61m de profundidade (totalizando mais de 50m de descida dos níveis potenciométricos). Consequentemente, a perda na produtividade dos poços é grande, mesmo com os cuidados que sempre foram tomados pelo Setor de Manutenção do Aeroporto Internacional de São Paulo, com períodos de bombeamento inferiores a 12 h por dia e sempre seguidos de um tempo igual de recuperação do aquífero.

Os poços do AISP foram construídos com as mais modernas técnicas de perfuração e completação, existindo uma série histórica de monitoramento de níveis e vazões, praticamente desde o início das operações. Desta forma, pelo fato de existirem dados históricos confiáveis, este capítulo trata especificamente da análise dos dados dos poços do Aeroporto. É apresentado um quadro geral da exploração de água subterrânea e do potencial hidrogeológico do Graben do Baquirivu-Guaçu, na área do Aeroporto Internacional de São Paulo/Cumbica.

Os poços situam-se no lado oeste do Aeroporto e no lado leste estão localizados os aguadeiros (particulares que vendem o transporte da água, em quantidades comerciais, captada através de poços tubulares profundos). Presume-se, já que não existam dados de controle, que os aguadeiros exploram quantidades de água iguais às que o Aeroporto Internacional de São Paulo/Cumbica utiliza, isto é; cerca de 2.700 m^3 de água por dia.

14.2. LOCAÇÃO DOS POÇOS NO GRABEN DO BAQUIRIVU-GUAÇU

MARIANO & SILVEIRA (1984) descrevem que, para atender a demanda prevista do Aeroporto Internacional de São Paulo foram construídos, a partir de 1984, 4 poços tubulares profundos, todos explorando o sistema aquífero sedimentar.

Os poços foram locados através de sondagens elétricas e caminhamentos eletromagnéticos que detectaram uma bacia profunda coberta de sedimentos, que passou a ser conhecida como o Graben de Cumbica. Os dados atuais mostram que o graben faz parte de uma estrutura maior, com largura média de 6 km e que se estende na direção NE por cerca de 18 km. Esta estrutura foi

causada por esforços tectônicos de direção NW-SE, cuja movimentação foi ativa durante a fase inicial de sedimentação da Bacia de São Paulo, provavelmente durante o Eoceno e Oligoceno.

As rochas tectonizadas por esta direção de esforços, foram afetadas por falhamentos normais e/ou inversos, formando blocos de extensão variável, levantados e rebaixados, alternadamente. Este processo tectônico foi contemporâneo à sedimentação da Bacia de São Paulo, confirmado pela existência de minerais instáveis nos sedimentos, como a sillimanita, a granada e a estauroлита, oriundos de uma fase de forte erosão (proporcionada por mudanças bruscas na declividade dos terrenos) e rápida sedimentação (proporcionada por bruscos abatimentos do relevo). Estes eventos são, portanto, posteriores ou contemporâneos ao período geológico oligocênico (MELO *et al.*, 1985b), quando se iniciou o processo de deposição e formação da Bacia de São Paulo.

Nas depressões assim surgidas, onde os blocos de rochas metamórficas e ígneas datadas do Pré-Cambriano sofreram abatimento, a sedimentação foi bastante rápida e constituída, predominantemente, por clastos grossos, arenosos e conglomeráticos, bastante porosos e permeáveis, portanto.

Na FIGURA 49 é mostrada a locação dos poços em operação e tamponados, do Aeroporto Internacional de São Paulo. A imagem foi obtida através da fotografia aérea na escala 1:25.000, vôo sobre a RMSP de março de 1994, da BASE - Levantamentos Aerofotogramétricos S.A., Faixa 15, Foto nº 23.

FIGURA 49. Localização dos poços do Aeroporto Internacional de São Paulo/Cumbica, na imagem obtida através da fotografia aérea número 23, faixa 15, escala 1:25.000, vôo da RMSP de março de 1994, da BASE-Levantamentos Aerofotogramétricos S.A.

14.3.OS POÇOS DO AEROPORTO INTERNACIONAL DE SÃO PAULO

Os poços do Aeroporto Internacional de São Paulo tem sido constantemente monitorados pela INFRAERO.

Os primeiros poços do AISP, construídos entre 1984 e 1987, foram revestidos com tubos lisos e filtros de ferro galvanizado. A partir de 1989, foram sendo desativados e tamponados em função do ataque das ferrobactérias aos revestimentos de ferro, à medida em que novos poços iam sendo construídos em substituição aos primeiros. Para evitar problemas de colapso dos filtros e revestimentos de ferro, desta vez foram utilizados de PVC, geomecânicos.

Estes poços possuem medidas diárias do nível estático (realizadas pela manhã, antes dos equipamentos de bombeamento serem ligados) e do nível dinâmico (realizadas imediatamente antes dos equipamentos serem desligados, no final da tarde). Os volumes extraídos também foram monitorados diariamente, desde a entrada em operação destes poços, através de leituras de hidrômetros.

As medidas diárias dos níveis e vazões foram transformadas em mapas de médias mensais e dispostas em planilhas do *software* EXCEL 5.0 (TABELA 5).

A partir dos dados das planilhas, foram construídos gráficos das quedas dos níveis em função do tempo, tanto dos níveis estáticos quanto dos dinâmicos médios mensais e das vazões médias mensais em função do tempo. Os gráficos das médias mensais das medidas obtidas diariamente nos poços P-01', P-02', P-03', P-04' e P-05 estão representados, respectivamente, nas FIGURAS 50, 51, 52, 53 e 54.

Nestes poços, a correlação entre o nível estático e nível dinâmico é muito alta, entre 91 e 99%.

Uma hipótese que tem sido aventada para o problema de queda de níveis, é que os poços perdem a carga potenciométrica devido à colmatção do pré-filtro e entupimento das ranhuras dos filtros por óxidos de ferro produzidos por ferrobactérias. Tal situação não ocorre porque os poços sofrem manutenção periódica e, caso fosse verdadeira, os valores entre os níveis estáticos e níveis dinâmicos seriam discrepantes. A correlação quase sempre ao redor de 99%

mostra, de forma clara, que as quedas contínuas de níveis são causadas por esgotamento das camadas aquíferas.

Os índices de correlação encontrados mostram que as quedas de níveis causada pela extração de água (cerca de $2.500 \text{ m}^3/\text{dia}$), embora seja medida no poço, através de um tubo de 1" que foi descido junto com a bomba submersa, reflete uma condição de queda potenciométrica do aquífero, que sofre esgotamento de suas reservas renováveis e permanentes frente ao volume explotado, superior ao volume aduzido pela recarga natural.

Nos gráficos são observadas oscilações cíclicas dos níveis estáticos e dinâmicos, geralmente com dois ciclos anuais, um com queda acentuada de níveis e outro cuja subida é maior que a inclinação da reta de tendência.

Estes ciclos anuais observados nos gráficos das FIGURAS 50, 51, 52, 53 e 54, mostram que os níveis sofrem maior queda durante os meses de outubro a março e as maiores subidas entre abril e setembro. Este efeito é causado pela demanda de água do Aeroporto Internacional de São Paulo, maior no verão, com aumento nas vazões e significativamente menor nos meses de inverno, com diminuição das extrações.

A capacidade específica dos poços é um parâmetro que mede o encharcamento das camadas aquíferas, pois reflete o volume de água fornecido por cada unidade de espessura do aquífero e por unidade de tempo. Sua correlação com as precipitações atmosféricas, situa-se quase sempre em torno de 25%, indicando que existe um pequeno efeito das chuvas na melhoria das vazões extraídas por metro de rebaixamento do poço bombeado, mas que este efeito é muito pequeno e contribui pouco para a melhora das vazões médias mensais.

Há poços em que a correlação é de apenas 3%, indicando que não há efeito imediato das precipitações na recarga. Nestas condições o fluxo infiltrado pode levar um período de tempo considerável para chegar ao aquífero, maior que 1 mês, que é a média do período considerado.

Poço 9E (Poço 01' - INFRAERO), níveis estáticos, dinâmicos e vazões, médios mensais, medidos desde o início do bombeamento (em março de 1989).

FIGURA 50

Poço 11E (Poço 02' - INFRAERO), níveis estáticos, níveis dinâmicos e vazões, médios mensais, medidos desde o início do bombeamento (em março de 1989).

FIGURA 51

Poço 13E (Poço 03' - INFRAERO), níveis estáticos, níveis dinâmicos e vazões, médios mensais, medidos desde o início do bombeamento (em janeiro de 1989).

FIGURA 52

Poço 15E (Poço 04' - INFRAERO), níveis estáticos, níveis dinâmicos e vazões, médios mensais, medidos desde o início do bombeamento (em maio de 1989).

FIGURA 53

Poço 16H (Poço 05 - INFRAERO), níveis estáticos, níveis dinâmicos e vazões, médios mensais, medidos desde o início do bombeamento (em janeiro de 1989).

FIGURA 54

A correlação entre os rebaixamentos médios mensais e as vazões médias mensais deveria ser sempre positiva, indicando um sistema de causa e efeito, isto é; á medida que a vazão aumenta, os níveis sofrem maiores abatimentos. Esta correlação oscila entre 29 e 78%, sendo os melhores índices para os Poços 06 e 08 (TABELA 5) mostrando que as vazões produzem efeito nos rebaixamentos, mas que existem outros parâmetros que influenciam, como por exemplo, a interferência entre poços. Sob este ponto de vista, os poços P-02', P-03', P-04' são os que sofrem maiores interferências e os poços P-01', P-05, P-06 e P-08 menores.

Quanto à correlação entre as vazões médias mensais e o níveis dinâmicos, há toda uma gama de variação nos valores encontrados, que podem ser negativos ou positivos.

Valores negativos de correlação destes parâmetros é o que se deveria esperar pois um aumento na extração implica num rebaixamento maior nos níveis dinâmicos. Para os Poços 01', 03', 06 e 08, a correlação é boa, entre -0,51 e -0,90%, indicando que o aquífero responde bem aos bombeamentos verificados, provavelmente porque estão locados na área de descarga do aquífero.

Para os Poços 02', 04' e 05 a correlação entre níveis dinâmicos e vazões é ruim, entre -0,1 e +0,63%, indicando que o aquífero nestes locais não responde bem aos bombeamentos, provavelmente porque estão situados nas áreas de recarga.

Quanto aos parâmetros hidrodinâmicos do sistema aquífero sedimentar nos locais dos poços e as vazões de teste, temos a seguinte correspondência:

Poço nº	Coefficiente de Armazenamento	Transmissividade (m ² /h)	Vazão média do teste (m ³ /h)
P-01'	0,0033	3,16	39,768
P-02'	0,0006	5,55	50,35
P-03'	0,04	2,8	30
P-04'	0,012	5,46	47,464
P-05	0,0025	6,11	44,153
P-06	0,0004	2,95	36,5
P-08	0,0001	5,73	56,756

Os valores do Coeficiente de Armazenamento mostram que o aquífero encontra-se bastante esgotado nos locais dos poços P-08, P-06, P-01' e P-02'. Possui melhores condições de armazenamento nos locais dos poços P-03', P-04' e P-05, justamente nas áreas onde preferencialmente ocorre recarga.

Verifica-se, pelos valores apresentados de Transmissividade, que as melhores zonas aquíferas (sedimentos mais permeáveis) encontra-se nos locais dos poços P-05, P-08, P-02' e P-04'. As vazões obtidas corroboram os valores de Transmissividade encontrados.

Frente aos parâmetros hidrodinâmicos encontrados para o aquífero sedimentar da Bacia de São Paulo na região do Aeroporto Internacional de São Paulo/Cumbica e pelas condições atuais de exploração, verifica-se que a melhor alternativa para a recuperação do aquífero no local, seria a recarga artificial da água oriunda das precipitações através de poços tubulares profundos.

Como exemplo, caso fosse captada toda a água precipitada na área das pistas, que possuem 1 km de largura por 4 km de comprimento, onde o total do excedente hídrico anual corresponde a 550 mm/ano, teríamos:

$$550\text{mm/ano} \times 1\text{ km} \times 4\text{ km} = 2.200.000\text{ m}^3/\text{ano},$$

Para o cálculo do excedente hídrico foi avaliado que as precipitações médias na bacia são de 1400mm/ano, sendo de 850mm/ano a média

máxima da evapotranspiração, valor que pode ser maior se for considerado o efeito do aumento da temperatura das pistas devido à absorção de energia da luz solar pelo revestimento asfáltico.

Sabendo-se que o Aeroporto Internacional de São Paulo/Cumbica consome $2.700 \text{ m}^3/\text{dia} \times 365 \text{ dias} = 985.500 \text{ m}^3/\text{ano}$, verifica-se que somente o excedente hídrico na área das pistas seria suficiente para alimentar o aquífero com mais que o dobro das necessidades atuais.

Como o Graben do Baquirivu-Guaçu, possui a forma de uma bacia quadrática cercada por rochas impermeáveis, não há sequer a possibilidade da água subterrânea escoar para outras partes da região. Assim, ficaria retida na própria área do Aeroporto Internacional de São Paulo/Cumbica ou imediações, constituindo uma ótima forma de armazenamento da água subterrânea para utilização futura.

15. AS FERROBACTÉRIAS NOS POÇOS TUBULARES DA BACIA SEDIMENTAR DE SÃO PAULO

A grande quantidade de rochas metavulcânicas nas região norte da bacia do rio Baquirivu-Guaçu, em Guarulhos e Arujá, que estiveram sujeitas a persistentes processos de alteração intempérica, por exposição ao longo de todo o Período Terciário e Quaternário, tendo sido inclusive fonte de abastecimento de parte dos sedimentos pelíticos da Bacia Sedimentar de São Paulo, fez com que a oferta de Fe^{++} , Mn^{++} e SO_4^{--} nas águas subterrâneas fosse considerável. Estes íons dissolvidos torna o ambiente propício, em condições aeróbicas, para o surgimento de ferrobactérias nos poços ou em qualquer outro conduto de água construído em ferro. Os cátions, Fe^{++} e Mn^{++} dissolvidos são derivados principalmente da alteração de minerais ferromagnesianos, como biotitas e anfibólios. O sulfato é produto da oxidação de minerais sulfetados, principalmente a pirita contida nas rochas metamórficas (ATENCIO, 1986).

As ferrobactérias caracterizam-se por depositar grandes quantidades de hidróxido de ferro extra celular, produzindo massas flocosas que são

depositadas nas bainhas e/ou filamentos. O termo "ferro-bactérias" se refere a espécies completamente diferentes em morfologia, metabolismo celular, na forma de ocorrência no meio ambiente e na forma de precipitação do ferro (MENEZES, 1992).

As ferrobactérias compõe um grupo de microorganismos que satisfazem suas necessidades energéticas através da oxidação enzimática de íons ferrosos e, algumas vezes, manganosos, com concomitante fixação de CO_2 . Este processo resulta na precipitação de hidróxido férrico sobre a célula e o caule, dando-lhe a cor marrom ou vermelho-ocre (FREIRE *et al.*, 1986). O reconhecimento macroscópico é normalmente facilitado pela formação de massas flocosas ou lamelas de hidróxido férrico incrustadas nos filtros e tubulações dos poços e sistema de abastecimento. Provocam distúrbios tais como: alteração na cor da água, queda nos níveis e vazões dos poços e do sistema de abastecimento.

As bombas submersas podem queimar pois necessitam de água para arrefecimento do calor produzido pelo motor elétrico. As quedas de vazões sobrecarregam o motor, chegando a fundir os fios dos enrolamentos, causando a parada completa do equipamento de extração.

Os gêneros mais comuns que causam problemas nos poços são: *Gallionella*, *Leptothrix*, *Sphaerotillus* e *Crenothrix*. Os três últimos gêneros são caracterizados pelo arranjo filamentoso de suas células, envolvidas por uma bainha, daí receberem, também, a denominação de bactérias com bainha.

As bactérias do gênero *Gallionella* são unicelulares, reniformes ou encurvadas, segregam um filamento longo com a forma de fitas entrelaçadas, construídas com o hidróxido férrico depositado na célula. Os filamentos crescem presos nas paredes do poço e espaços vazios do pré-filtro. O invólucro que se desenvolve durante a multiplicação da bactéria pode obstruir os poros do pré-filtro e ranhuras do filtro.

A principal causa de disseminação deste tipo de bactéria nos poços é devida à contaminação de ferramentas utilizadas na perfuração ou manutenção dos poços que não foram desinfetadas após o uso em poços contaminados.

Mesmo havendo manutenção periódica dos poços contaminados, é comum se verificar o retorno das ferrobactérias. Esta persistência é atribuída à contaminação dos equipamentos de extração de água, como bomba submersa e tubulações, que são retiradas durante a manutenção dos poços e novamente colocadas, após o término das operações, sem terem sido totalmente limpas. Normalmente é utilizado o hipoclorito de sódio nos procedimentos de descontaminação.

De forma geral, tanto os poços construídos no sistema aquífero sedimentar como cristalino, apresentam quedas de vazões e níveis com o decorrer do tempo de bombeamento. A este comportamento são atribuídas três causas principais: a incrustação de óxidos de ferro e manganês produzidos por ferrobactérias, precipitação de carbonatos, provocada pela dureza das águas e, por último, como causa principal, o esgotamento das camadas aquíferas ou fraturas devido ao bombeamento ser muito superior à capacidade de recomposição dos aquíferos.

As duas primeiras causas podem ser eliminadas com a manutenção dos poços. Estes procedimentos de manutenção são executados pelas principais empresas perfuradoras da RMSP, há bastante tempo, destacando-se entre as que aplicam as melhores técnicas: a Hidrogesp, Aguabras e Politi.

A manutenção dos poços é indicada a cada período de dois anos.

Os serviços de manutenção passam pelas seguintes etapas:

- a) medição do nível estático e dinâmico e da vazão extraída com o equipamento instalado no poço;
- b) retirada do equipamento de bombeamento para verificação minuciosa do seu estado geral;
- c) escovamento dos revestimentos e paredes do poço;
- d) retirada das partículas caídas no poço através de caçambeamento;
- e) reperfuração do poço com broca de diâmetro compatível, quando as condições mecânicas dos revestimentos instalados permitem;

f) utilização de produtos à base de ácido cítrico (tipo *WELL CLEAN*®), ácido sulfâmico ou ácido muriático, para limpeza e desincrustação dos óxidos de ferro ou carbonatos das ranhuras dos filtros e do pré-filtro;

g) pistoneamento das entradas de água e;

h) bombeamento e turbilhonamento da água do poço.

Após este trabalho é realizado um novo teste de vazão, sendo medido o nível estático, o nível dinâmico e a vazão atual. A partir deste teste é redimensionado o equipamento de extração, tornado-se mais compatível com as características atuais do poço.

Na área de Guarulhos e Arujá, a experiência tem mostrado que a manutenção dos poços deve ser executada a cada 2 anos para o melhor aproveitamento das instalações de captação de água subterrânea, principalmente nos casos em que se observa contaminações por ferrobactérias.

Na FIGURA 55 são mostradas as fotos da profundidade 145,7 m do Poço 11E (Poço 02' da INFRAERO) obtida através da perfilagem ótica realizada no mês de agosto de 1993, uma tirada antes e outra após a manutenção do poço. Na foto do quadro superior são mostrados os filtros (com ranhura de 1mm) incrustados com óxidos de ferro produzidos pelas ferrobactérias. Na foto do quadro inferior são mostrados os filtros limpos, isentos de óxidos de ferro, após a limpeza.

Fotografias da profundidade 145,7m do Poço 11E (Poço 02' da INFRAERO), tiradas das perfilagens óticas executadas no mês de agosto de 1993, antes (foto superior) e após (foto inferior) a manutenção do poço.

FIGURA 55

16. POSSIBILIDADES DE POLUIÇÃO DOS AQUÍFEROS NA REGIÃO DO RIO BAQUIRIVU-GUAÇU

Segundo BITTON & GERBA (1984), os solos geralmente funcionam como agente protetor e zona de atenuação para reter a contaminação das águas subterrâneas por agentes patogênicos.

As bactérias possuem diâmetro entre 500 a 1000 nm ($1/2$ a 1.10^{-6} m), entre 2 e 4 vezes menor que o diâmetro máximo das argilas (cerca de 2.10^{-6} m). Os virus possuem diâmetro variando entre 30 e 300 nm ($\approx 1/30$ e $1/3.10^{-6}$ m), aproximadamente entre 7 e 70 vezes menor que o diâmetro máximo das argilas. A concentração necessária para infecção por virus ou bactérias, é elevada, entre 10^5 e 10^8 .

A retenção dos virus e bactérias nos aquíferos é portanto, uma função da granulometria e porosidade do material constituinte das camadas geológicas situadas acima da camada aquífera.

Para BOWEN (1986), a eliminação das bactérias e dos virus nos aquíferos livres pode ser descrita pela função exponencial:

$$C(t) = C_n \cdot \exp \{ \alpha(t - t_n) \},$$

sendo $t \leq t_n$ e $t_n \leq 20$ dias,

C_n e $C(t)$, referem-se à concentração inicial e no tempo t ,

α é uma constante de eliminação.

A meia vida é dada pela expressão $\{ \ln 2 / t_{(1/2)} \}$, sendo comumente situada entre 1 e 20 dias.

A concentração dos virus e bactérias é portanto, função do tempo de permanência nas camadas aquíferas.

Na bacia do rio Baquirivu-Guaçu, considerando que os poços do aquífero sedimentar normalmente possuem filtros e captam água a profundidades superiores a 120m e estimando fluxos verticais de no máximo 1m/dia (que é uma velocidade típica de arenitos bem permeáveis), o fluxo vertical subterrâneo pode levar 4 meses ou mais para chegar às camadas aquíferas mais profundas. Dentro deste contexto de permanência e também, pelo acentuado processos de filtração

proporcionado pelas camadas siltico-argilosas superiores, pouco permeáveis, é de se esperar que as bactérias do tipo coliforme, existentes nos esgotos, fossas sépticas e águas de escoamento superficial não resistam ao trânsito subterrâneo da água proveniente das infiltrações.

Assim, as bactérias estão restritas à parte superior dos aquíferos livres, quando: a concentração de fossas sépticas ou fonte poluente é muito grande, o nível d'água do aquífero é próximo da superfície e onde a porosidade do material constituinte do aquífero é maior.

Na região de Guarulhos, estas condições propícias à proliferação dos vírus e bactérias são encontradas em cavas de areia abandonadas, situadas nas proximidades do canal do rio Baquirivu-Guaçu. Neste caso, a poluição por bactérias é decorrente do lançamento de esgotos na drenagem ou de lixo nas cavas que funcionam imprópriamente como aterros sanitários. Entretanto, estes locais não são favoráveis para a instalação de indústrias que utilizam poços para o abastecimento de água.

Nos poços cacimba, controlados por níveis de aquíferos suspensos, é comum a presença de bactérias do tipo coliforme e outros poluentes, desde metais pesados derivados da atividade industrial até hidrocarbonetos vazados de tanques de combustíveis enterrados.

17. COLETÂNEA DE LEGISLAÇÕES E DE SUGESTÕES QUANTO À APLICAÇÃO DAS LEIS REFERENTES AO USO E PROTEÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Embora a utilização da água subterrânea se apresente de forma desordenada em todo o Estado de São Paulo, as normas para a sua exploração são contempladas de forma bastante adequada pela legislação em vigor, decorrente da aplicação do Plano Estadual de Recursos Hídricos, seja pela Lei 6.134, de 2 de junho de 1988, que fixa normas para o uso da água subterrânea, ou pela Portaria DAEE nº 12, de 14 de março de 1991, que estabelece as normas para a

emissão de licença de execução e operação de poços tubulares profundos e da outorga final para a exploração das águas subterrâneas.

Neste capítulo são revisados alguns aspectos importantes desta Lei e da Portaria, fazendo-se sugestões de aplicação, que foram abordadas por artigos de congressos, revistas especializadas e outras formas que a experiência desta pesquisa forneceu.

Sobre o capítulo da Lei 6.134 de 2 de junho de 1988, regulamentada através do Decreto 32.955, de 7 de fevereiro de 1991, que trata do abandono de poços, temos:

CAPÍTULO V

Seção II - DOS POÇOS ABANDONADOS

Artigo 40 - Os poços abandonados temporária ou definitivamente, e as perfurações realizadas para outros fins que não a extração de água deverão ser adequadamente tamponados por seus responsáveis para evitar a poluição dos aquíferos ou acidentes.

Parágrafo I - Os poços abandonados, perfurados em aquíferos friáveis, próximos à superfície, deverão ser tamponados com material impermeável e não poluente, como argila, argamassa ou pasta de cimento, para evitar a penetração de águas de superfície no interior do poço, ou ao longo da parte externa do revestimento.

Parágrafo II - Os poços abandonados, perfurados em aquíferos de rochas fraturadas, deverão ser tamponados com pasta ou argamassa de cimento, colocada a partir da primeira entrada d'água, até a superfície, com espessura nunca inferior a 20 (vinte) metros.

Parágrafo III - Os poços abandonados que captam água do aquífero confinado, deverão ser tamponados com selo de pasta de cimento, injetado sob pressão, a partir do topo do aquífero.

Quanto à esta legislação específica, os engenheiros e técnicos da SABESP (BIANCHI NETO *et al.*, 1994) sugerem, como procedimentos básicos para o abandono definitivo de poços tubulares, as seguintes técnicas:

a) Poços em aquíferos sedimentares serão preenchidos com areia de granulometria grossa, preferencialmente quartzosa, sendo o poço previamente clorado. O preenchimento deverá ser feito até 10 metros abaixo da parte inferior do tubo de boca. Daí em diante, até a parte superior do tubo de boca, deverá ser executada uma cimentação utilizando de 22 a 27 litros d'água para cada saco de cimento de 50 kg (este procedimento visa a manter o cimento hidrolizado e em suspensão), podendo ainda adicionar de 1,5 a 2,7 kg de bentonita por saco de cimento. Os tubos de recarga de pré-filtro deverão ser cimentados internamente.

b) Poços em aquíferos fissurados deverão ser preenchidos com brita grossa, após cloração, até 20 metros abaixo da parte inferior do tubo de revestimento. Daí em diante, até a parte superior do tubo de boca, será executada uma cimentação.

c) Poços em aquíferos mistos:- a parte sedimentar do poço será tratada como no primeiro caso e a porção cristalina como no segundo caso. No contato entre os diferentes aquíferos deverá ser aplicado um tampão de cimento de no mínimo 6 metros de extensão.

Da SEÇÃO V, do CAPÍTULO V, Lei 6.134 de 2 de junho de 1988, que trata da recarga artificial:

SEÇÃO V

Da Recarga Artificial

Artigo 43 - A recarga artificial de aquíferos dependerá de autorização do Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE, condicionada à realização de estudos que comprovem a sua conveniência técnica, econômica e sanitária e a preservação das águas subterrâneas.

Sobre este artigo, a pesquisa efetuada na bacia do rio Baquirivu-Guaçu mostra que a recarga artificial é uma necessidade premente. Sem a recarga artificial todos aquíferos situados em áreas urbanas ou de grande demanda, podem sofrer esgotamento de suas reservas de água subterrânea.

A experiência mostra que em áreas como a da bacia do rio Baquirivu-Guaçu, a recarga artificial através de injeção por poços deveria ser obrigatória para os usuários do recurso hídrico subterrâneo.

Nas camadas mais superficiais dos sedimentos da Bacia de São Paulo, observa-se uma predominância de termos litológicos argilosos, bastante impermeáveis, enquanto em profundidade existem importantes seções sedimentares arenosas, muito permeáveis, que são passíveis de serem recarregadas através de poços tubulares profundos. Embora a necessidade seja premente até o momento não foi utilizada na Bacia de São Paulo.

CAMPANA & TUCCI (1994) desenvolveram um algoritmo matemático para estimativa de impermeabilização de terrenos em áreas urbanas, como as cidades de São Paulo, Porto Alegre e Curitiba, estabelecendo uma relação entre áreas impermeáveis e densidade populacional.

Segundo CAMPANA & TUCCI (op.cit) a micro-drenagem da bacia (constituída pelas galerias de águas pluviais) é sempre planejada para expulsar a água da área do loteamento, sendo que os rios e córregos não estão preparados para receber o acúmulo crescente proporcionado pela ampliação urbana, já que não existe regulamentação ou planejamento para a macro-drenagem. Os Planos Diretores Urbanos não consideram esse aspecto no seu preparo e implantação e isto tem produzido um considerável aumento de prejuízos nas cidades brasileiras, provocados pelas cheias.

Estes autores, através de curvas de relação população-impermeabilização chegaram a um valor de tendência de 65% de impermeabilização para as áreas densamente povoadas das cidades citadas.

Na bacia do rio Baquirivu-Guaçu o excedente hídrico anual é superior a 650mm. Considerando isto, os fatores de impermeabilização relatados e a queda gradativa do nível potenciométrico dos aquíferos, verifica-se que a melhor alternativa para a recuperação ambiental e melhoria da drenagem do fluxo superficial nesta área, seria a aplicação da recarga artificial, utilizando as águas das precipitações que seriam captadas por uma malha de drenagem preparada para esta finalidade. A reservação destas águas seria feita em bacias de

infiltração conectadas a poços tubulares para a injeção profunda. Como benefício ter-se-ia a preservação dos níveis potenciométricos e a diminuição dos picos das cheias nos períodos chuvosos.

18. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A área da bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu compreende uma extensão aproximada de 163 km². Está situada numa região do Planalto Paulista onde ocorreu uma importante sequência diastrófica nas rochas Pré-Cambrianas, ígneas e metamórficas que resultou na atual configuração geológica, com rochas metassedimentares e metavulcânicas do Grupo São Roque, do Pré-Cambriano Superior, colocadas em contato através da falha do Jaguari, com rochas gnaissícas do Complexo Embu, do Pré-Cambriano Inferior. Sob os blocos rebaixados das rochas tectonizadas desenvolveram os depósitos sedimentares clásticos, aluviais e fluviais, pertencentes à Bacia Sedimentar de São Paulo, de idade Terciária e Quaternária.

A sequência de processos tectônicos e sedimentares existentes nesta área, deu origem a dois sistemas aquíferos compartimentados:

(1) o sistema aquífero sedimentar, compreendendo litologias porosas de idade Terciária e Quaternária. Contém água circulando nos espaços intergranulares dos sedimentos, cuja porosidade efetiva varia entre 2 e 15% e, cujos termos grossos, mais porosos e permeáveis, refletem a rapidez da sedimentação acarretada pelos processos tectônicos;

(2) o sistema aquífero cristalino é constituído por rochas vulcano-sedimentares de baixo grau de metamorfismo, rochas gnaissícas de alto grau de metamorfismo e rochas magmáticas graníticas que possuem descontinuidades rúpteis (também provocadas pelos esforços tectônicos que afetaram a região durante o Terciário), onde circula a água dentro dos espaços vazios proporcionados pelas fraturas existentes e, de forma secundária, nos espaços porosos do manto de alteração.

A água oriunda das precipitações que, em média, atingem 1400 mm por ano na área da bacia hidrográfica do rio Baquirivu, escoam mais ou menos de forma rápida, superficialmente ou pela camada superior do manto de alteração das rochas ígneas e vulcano-sedimentares de baixo grau de metamorfismo, localizadas na Serra da Pirucaia e na Serra do Itaberaba. A água que escoam das serras se acumula na baixada onde ocorrem os depósitos sedimentares do Graben

do Baquirivu-Guaçu. O fluxo superficial se espraia nas várzeas e parte dele se infiltra lentamente, indo alimentar o aquífero sedimentar da Bacia de São Paulo, que é o aquífero regional por excelência..

Nesta região do Planalto Paulista, nos Municípios de Guarulhos e Arujá, é grande a demanda de água subterrânea que é captada através de poços rasos ou cacimba e por poços tubulares profundos. Esta demanda vem: principalmente, das indústrias situadas no eixo da rodovia Presidente Dutra; dos agricultores de hortaliças situados na planície de inundação do rio Baquirivu-Guaçu e de seus afluentes; dos aguadeiros que vendem a água captada para as indústrias, comércio e condomínios de Guarulhos e Arujá; do Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Guarulhos que distribui a água para a população de alguns bairros distantes e do Serviço de Manutenção da INFRAERO que distribui a água captada para os diversos usuários do Aeroporto.

As medidas de monitoramento diário dos poços construídos no Aeroporto Internacional de São Paulo/Cumbica permitiram através da construção de gráficos e utilizando o método estatístico da correlação, acompanhar o esgotamento do aquífero sedimentar naquela área. Este conhecimento permitiu propor soluções para resolver o problema crítico do esgotamento das camadas aquíferas acarretado pela superexploração. A solução investigada requer o uso da recarga artificial para compensar a extração, medida que pode ser empregadas não só na área do Aeroporto Internacional de São Paulo/Cumbica, mas em toda área do sistema aquífero sedimentar permeável por porosidade granular. O modelo proposto pode ser estendido para outras áreas urbanas da RMSP.

A água disponível na bacia, escoar preferencialmente na superfície, uma quantidade muito pequena infiltra-se devido à natureza predominantemente argilosa das camadas superiores dos sedimentos Terciários da Bacia de São Paulo. A quantificação desta água excedente foi obtida através do balanço hídrico utilizando uma série histórica de dados hidrometeorológicos do Posto Bom Sucesso, localizado dentro da área da bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu. A análise dos dados climáticos e piezométricos, mostrou que uma parcela da água que escoar poderia ser infiltrada através de poços tubulares profundos,

adequando o ciclo hidrológico ao meio ambiente, com o retorno às condições de piezometria originais e diminuição dos picos das cheias nas áreas situadas a jusante.

19. CONCLUSÕES

Na pesquisa efetuada para levantar o potencial hidrogeológico da bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu foram cadastrados seletivamente cerca de 206 poços tubulares profundos. Os dados geológicos e hidrogeológicos obtidos nos poços cadastrados foram avaliados através de técnicas digitais utilizando *hardware* e *software* modernos, de uso geral e específico, com o intuito de desenvolver métodos que poderão ser empregados futuramente em trabalhos equivalentes.

Entre estas técnicas está a utilização do software SURFER, versão 5.01, utilizado na interpolação de dados de poços tubulares profundos e obtenção dos mapas tectônico e estrutural da bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu. As zonas produtivas foram distinguidas através dos mapas com as classes de vazões dos poços. Este *software* foi utilizado também para a obtenção da evolução dos níveis potenciométricos dos aquíferos ao longo do tempo, sendo avaliados os dados até os anos de 1971, 1981 e 1995.

Outra técnica digital desenvolvida diz respeito ao emprego do software de uso geral como planilha de cálculo, o EXCEL 5.0, da Microsoft, associado ao *software* específico para gráficos científicos, o ORIGIN 3.5, da Microcal, ambos usados em ambiente interativo WINDOWS, da Microsoft, que proporcionou o emprego do método da superposição de Theis e Hantush, obtendo-se os parâmetros hidrodinâmicos do aquífero sedimentar, respectivamente com comportamento livre e semi-confinado.

Estes *softwares* poderão ser empregados na predição do rebaixamento em função da vazão de poços construídos em qualquer outro tipo de aquífero susceptível de ser modelado.

Uma vez determinados os parâmetros hidrodinâmicos do aquífero sedimentar, verificou-se que as melhores zonas aquíferas, contendo litotipos

grossos, arenosos e conglomeráticos, engloba a área ao redor da Rodovia Presidente Dutra (entre o km 227 e km 224) junto à parte urbana de Guarulhos, nos Bairros Macedo e Vila Augusta, o Parque Industrial de Cumbica, o Parque Ecológico do Rio Tietê e o Graben do Baquirivu-Guaçu. A área em do Graben do Baquirivu, por sua vez, engloba o Bairro Taboão, o Aeroporto Internacional de São Paulo, os Bairros Jardim Presidente Dutra, Jardim Ponte Alta, Vila Nova Bonsucesso e Vila Carmela I e II, todos situados no Município de Guarulhos e, o Arujá Golf Club, no Município de Arujá.

Foram cadastradas 35 análises químicas, efetuadas pelos proprietários dos poços para efeito de caracterização de potabilidade das águas subterrâneas. Estas análises foram convenientemente avaliadas, mostrando o comportamento hidroquímico do aquífero cristalino e sedimentar.

A água subterrânea faz parte do ciclo hidrológico e deriva da água superficial, que por sua vez se origina das precipitações. Assim sendo, as séries históricas dos dados hidroclimatológicos existentes na área da bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu foram avaliados através do *software* BALASC, obtendo-se as componentes do balanço hídrico e a quantidade de água disponível para a recarga artificial dos aquíferos. As correlações efetuadas com os dados piezométricos dos poços do Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos, através do *software* EXCEL 5.0, mostraram que a infiltração natural é deficiente e que os aquíferos esgotar-se-ão no prazo de poucos anos caso não sejam adotados métodos artificiais para a recarga dos aquíferos.

Os dados históricos de medições diárias dos níveis estáticos, dinâmicos e das vazões, dos poços do Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos, foram interpretados através do *software* EXCEL 5.0. Os dados diários de níveis e vazões foram transformados em médias mensais. As médias mensais dos níveis estáticos, níveis dinâmicos e vazões foram transformadas em gráficos, mostrando a tendência de queda dos níveis e vazões ao longo dos anos. Os dados médios mensais dos poços foram correlacionados com as precipitações média mensais e mostraram a deficiente taxa de recarga natural dos aquíferos.

20.BIBLIOGRAFIA

- AB'SÁBER, A.N. 1977. Parque Ecológico do Tietê -3- Geomorfologia. EcoUrbs, Relatório DAEE nº 3314/5, São Paulo, 24p.
- AB'SÁBER, A.N. 1980. Súmula geomorfológica do Planalto Paulistano. In: Mesa Redonda Sobre Aspectos Geológicos e Geotécnicos da Bacia Sedimentar de São Paulo, São Paulo, 1980, *Publicação Especial...*, ABGE/SBG, São Paulo, p. 33-36.
- ALBUQUERQUE FILHO, J.L.; BOTTURA, J.A.; BORIN JÚNIOR, T.B.; CORRÊA, W.A.G. 1994. Avaliação de impactos hidrogeológicos como subsídio à instalação de reservatórios hidrelétricos no Estado de São Paulo. *Anais...8º Congr.Bras. Águas Subterrâneas*, ABAS/DNPM/CPRM, Recife, dez. 1994, p.169-179.
- ALMEIDA, F.F.M. 1955. As camadas de São Paulo e a tectônica da Serra da Cantareira. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, São Paulo, 4(2):23-40.
- ALMEIDA, F.F.M. 1964. Fundamentos geológicos do relevo paulista. *Boletim do Instituto Geográfico e Geológico*, São Paulo, 41: 167-263.
- ALMEIDA, F.F.M. 1976. The system of continental rifts bordering the Santos Basin. Brazil. *An.Acad.Bras.Ciências*, Rio de Janeiro, 48 (Supl.):15-26.
- ALMEIDA, F.F.M.; HASUI, Y. 1984. *O Pré-Cambriano do Brasil*. Ed. Edgard Blücher Ltda, São Paulo, 378p.
- ALMEIDA, F.F.M.; RICCOMINI, C.; DEHIRA, L.K.; CAMPANHA, G.A.C. 1984. Tectônica da Formação Itaquaquetuba na Grande São Paulo. *Anais...XXXIII Congr. Bras. Geologia*, SBG, Rio de Janeiro, v. 4, p.1794-1808.
- AMADOR, E.S. 1975. Estratigrafia e sedimentação da Bacia de Resende, RJ. *An. Acad. Bras. Ciências*, Rio de Janeiro, 47:181-225.

- ASSESSORIA TÉCNICA EM POÇOS LTDA (ASTEP). 1993. *Diagnóstico de águas subterrâneas*. Relatório, ASTEP, São Paulo, Vol. I, 75p. (texto, anexos e mapas).
- ATENCIO, D. 1986. *Sulfatos secundários: relação com rochas preexistentes e síntese*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências da USP, São Paulo, 210p. (inédita).
- BALKEMA, A.A. 1989. Groundwater recharge. *Proceedings of the symposium on groundwater recharge*, Mandurah - July 1987, M.L. Sharma (Ed.), Rotterdam, Holanda, 323p.
- BEAR, J. 1979. *Hydraulics of groundwater*. Mc Graw-Hill, Inc., Mc Graw-Hill Series in Water Resources and Environmental Engineering, Jerusalem, 567p.
- BIANCHI NETO, C.; RICARDI, A.E.M.; SAPIO, A.J. 1994. Riscos de poluição de águas subterrâneas. *Anais...8º Congr.Bras. Águas Subterrâneas*, ABAS/DNPM/CPRM, Recife, dez.1994, p.180-189.
- BITTON, G.; GERBA, C.P. 1984. *Groundwater pollution microbiology*. John Wiley & Sons, New York, 377p.
- BOGOMOLOV, Y.G.; ZHABIN, V.F.; KHACHATURIAN, V.K. 1985. *Hydrogeological Studies in Soil Percolation and Land Reclamation*. Translated of Russian - Revised English Edition, Gordon and Breach Science Publishers, Londres, 290p.
- BOWEN, R. 1986. *Groundwater*. Elsevier Applied Science Publishers, Essex, Inglaterra, 427p.
- CAMARGO, A.P.; GHIZZI, S.M. 1991. Estimativa de temperaturas médias mensais com base em cartas de temperatura potencial normal ao nível do mar para a região sudeste do Brasil. Boletim Técnico nº 141, Secr. de Agricultura e Abast.- Coord. da Pesq. Agropecuária, Instituto Agrônomo, Campinas, 17p. e 12 mapas.

- CAMPANA, N.A.; TUCCI, C.E.M. 1994. Estimativa de área impermeável de macro-bacias urbanas. Rev. Bras. de Engenharia, ABRH, **12** (2), dez. 1994, Porto Alegre, p.79-93.
- CAMPOS, H.C.N.S. 1994. Situação dos recursos hídricos subterrâneos e superficiais no litoral norte, bacia do Paraíba e Mantiqueira Paulista (SP). *Anais...8º Congr.Bras. de Águas Subterrâneas*, ABAS/DNPM/CPRM, V.1, Recife, dez. 1994, p.60-69.
- CAVALCANTE, I.N. 1990. *Estudo hidrogeológico de terreno cristalino com manto de intemperismo - Área Piloto de Atibaia (SP)*. Dissertação de mestrado, Instituto de Geociências da Univ. de São Paulo, São Paulo, 123p, anexos, mapas.
- CLARK, L. 1988. *The field guide to water well and boreholes*. Geological Society of London - Professional Handbook, John Wiley & Sons Chichester, Inglaterra, 155p.
- COIMBRA, A.M.; RICCOMINI, C.; MELO, M.S. 1983. A Formação Itaquaquetuba: evidências de tectonismo no quaternário paulista. *Atas...4º Simp. Regional de Geologia*, SBG/SP, São Paulo, nov. 1983, p.253-266.
- CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. 1986. *Projeto seleção de áreas para mineração de areia na RMSP. Relatório Final*. Contrato Sicct - CPRM. Secr.Ind.Com.Ciênc.Tecn.do Est. de São Paulo/Programa de Desenvolvimento de Recursos Minerais-Próminério. Macedo, A.B.; Antonini, S.A.; Alegro, V.; Pinto, G.G.; Louveiro, U. - Autores. Vol. I - Texto, quadros síntese e cadastro de portos de areia, Vol. II - Fichas de descrição de afloramentos.
- CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. 1989. *Proposta de método para a reclassificação de corpos d'água superficiais de acordo com os*

- dispositivos legais vigentes. Relatório CETESB, São Paulo, junho/1989, 37p.*
- CONTIN NETO, D. 1987. *Análise da interação rio x aquífero para avaliação de recarga em região de afloramento*. FAPESP - Ação programada em águas subterrâneas, São Paulo, Convênio DAEE/FAPESP, Governo do Estado de São Paulo, p.85-124.
- COUTINHO, J.M.V. 1972. Petrologia do Pré-Cambriano de São Paulo e arredores. Bol. Inst. Geoc. USP, São Paulo, 3:5-99.
- CUSTODIO, E.; LLAMAS, M.R. 1983. *Hidrologia Subterranea*. Ed. Omega, Tomo I, Barcelona, 1157p.
- DAEE - DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. 1975a. *Estudo de águas subterrâneas - Região Administrativa 1 - Grande São Paulo*. Encibra S.A. Est. e proj. de engenharia/Tahal Consulting engineers ltd, DAEE, São Paulo, outubro/1975, v.1,texto, 220p.
- DAEE - DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. 1975b. *Estudo de águas subterrâneas - Região Administrativa 1 - Grande São Paulo*. Encibra S.A. Est. e proj. de engenharia/Tahal Consulting engineers ltd, DAEE, São Paulo, outubro/1975, v.2,anexos, 179p.
- DAVIS, S.N.; DE WUEST, R.J.M. 1966. *Hydrogeology*. John Wiley & Sons, New York, 463 p.
- DAWSON, K. J.; ISTOK, J. D. 1991. *Aquifer testing - Design and analysis of pumping and slug tests*. Lewis Publishers, Inc., Chelsea, Michigan, 344p.
- DRISCOLL, F.G. 1989. *Groundwater and wells*. 2ª Edição, Ed. Johnson Filtration Systems Inc., St. Paul, Minnesota, 1089 p.
- EMPLASA - EMPRESA METROPOLITANA DE PLANEJAMENTO DA GRANDE SÃO PAULO S.A. 1980. Carta geológica da região metropolitana da Grande São Paulo, na escala 1:100.000. EMLASA, Sistema Cartográfico Metropolitano, Secr. dos Neg. Metrop., Governo do Estado de São Paulo, 2 mapas.

- EMPLASA - EMPRESA METROPOLITANA DE PLANEJAMENTO DA GRANDE SÃO PAULO S.A. 1993a. Folha 3446, Guarulhos, Município de Guarulhos, SP, na escala 1:10.000, SF-23-Y-C-III-4-SE-F. EMLASA/TERRAFOTO, Sistema Cartográfico Metropolitano, Secr. dos Neg. Metrop., Governo do Estado de São Paulo.
- EMPLASA - EMPRESA METROPOLITANA DE PLANEJAMENTO DA GRANDE SÃO PAULO S.A. 1992a. Folha 3444, Cidade Martins, Município de Guarulhos, SP, na escala 1:10.000, SF-23-Y-C-III-4-SE-D. EMLASA/TERRAFOTO, Sistema Cartográfico Metropolitano, Secr. dos Neg. Metrop., Governo do Estado de São Paulo.
- EMPLASA - EMPRESA METROPOLITANA DE PLANEJAMENTO DA GRANDE SÃO PAULO S.A. 1992b. Folha 3442, Cabuçu, Município de Guarulhos, SP, na escala 1:10.000, SF-23-Y-C-III-4-SE-B. EMLASA/TERRAFOTO, Sistema Cartográfico Metropolitano, Secr. dos Neg. Metrop., Governo do Estado de São Paulo.
- EMPLASA - EMPRESA METROPOLITANA DE PLANEJAMENTO DA GRANDE SÃO PAULO S.A. 1993b. Folha 4435, Ermelindo Matarazzo, Município de Guarulhos, SP, na escala 1:10.000, SF-23-Y-D-I-3-SO-E. EMLASA/TERRAFOTO, Sistema Cartográfico Metropolitano, Secr. dos Neg. Metrop., Governo do Estado de São Paulo.
- EMPLASA - EMPRESA METROPOLITANA DE PLANEJAMENTO DA GRANDE SÃO PAULO S.A. 1992c. Folha 4433, Cumbica, Município de Guarulhos, SP, na escala 1:10.000, SF-23-Y-D-I-3-SO-C. EMLASA/TERRAFOTO, Sistema Cartográfico Metropolitano, Secr. dos Neg. Metrop., Governo do Estado de São Paulo.
- EMPLASA - EMPRESA METROPOLITANA DE PLANEJAMENTO DA GRANDE SÃO PAULO S.A. 1992d. Folha 4431, Parque Santos Dumont, Município de Guarulhos, na escala 1:10.000, SF-23-Y-D-I-3-SO-A. EMLASA/TERRAFOTO, Sistema Cartográfico Metropolitano, Secr. dos Neg. Metrop., Governo do Estado de São Paulo.

EMPLASA - EMPRESA METROPOLITANA DE PLANEJAMENTO DA GRANDE SÃO PAULO S.A. 1993c. Folha 4436, São Miguel Paulista, Município de São Paulo, SP, na escala 1:10.000, SF-23-Y-D-I-3-SO-F. EMLASA/ TERRAFOTO, Sistema Cartográfico Metropolitano, Secr. dos Neg. Metrop., Governo do Estado de São Paulo.

EMPLASA - EMPRESA METROPOLITANA DE PLANEJAMENTO DA GRANDE SÃO PAULO S.A. 1992e. Folha 4434, Bonsucesso, Município de Guarulhos, SP, na escala 1:10.000, SF-23-Y-D-I-3-SO-D. EMLASA/TERRAFOTO, Sistema Cartográfico Metropolitano, Secr. dos Neg. Metrop., Governo do Estado de São Paulo.

EMPLASA - EMPRESA METROPOLITANA DE PLANEJAMENTO DA GRANDE SÃO PAULO S.A. 1992f. Folha 4432, Nova Bonsucesso, Município de Guarulhos, SP, na escala 1:10.000, SF-23-Y-D-I-3-SO-B. EMLASA/ TERRAFOTO, Sistema Cartográfico Metropolitano, Secr. dos Neg. Metrop., Governo do Estado de São Paulo.

EMPLASA - EMPRESA METROPOLITANA DE PLANEJAMENTO DA GRANDE SÃO PAULO S.A. 1994a. Folha 4445, Itaquaquecetuba, Município de Itaquaquecetuba, SP, na escala 1:10.000, SF-23-Y-D-I-3-SE-E. EMLASA/TERRAFOTO, Sistema Cartográfico Metropolitano, Secr. dos Neg. Metrop., Governo do Estado de São Paulo.

EMPLASA - EMPRESA METROPOLITANA DE PLANEJAMENTO DA GRANDE SÃO PAULO S.A. 1994b. Folha 4443, Bairro do Corredor, Município de Itaquaquecetuba, na escala 1:10.000, SF-23-Y-D-I-3-SE-C. EMLASA/ TERRAFOTO, Sistema Cartográfico Metropolitano, Secr. dos Neg. Metrop., Governo do Estado de São Paulo.

EMPLASA - EMPRESA METROPOLITANA DE PLANEJAMENTO DA GRANDE SÃO PAULO S.A. 1992g. Folha 4441, Arujá, Município de Arujá, SP, na escala 1:10.000, SF-23-Y-D-I-3-SE-A. EMLASA/TERRAFOTO, Sistema Cartográfico Metropolitano, Secr. dos Neg. Metrop., Governo do Estado de São Paulo.

- EMPLASA - EMPRESA METROPOLITANA DE PLANEJAMENTO DA GRANDE SÃO PAULO S.A. 1989. Folha 4425, Fazenda Velha, Município de Arujá, SP, na escala 1:10.000, SF-23-Y-D-I-3-NE-E. EMLASA/TERRAFOTO, Sistema Cartográfico Metropolitano, Secr. dos Neg. Metrop., Governo do Estado de São Paulo.
- FETTER, C.W. 1988. *Applied hidrogeology*. 2^a Ed., Macmillan Publ. Comp., New York, 592p.
- FREIRE, A.O.; CARVALHO, C.T.; LAMAS, F.O. 1986. A problemática das ferrobactérias nas águas subterrâneas. Pesquisa, ocorrência e algumas soluções práticas. *Anais...4^o Congr. Bras. Águas Subterrâneas*, ABAS/DNAEE/DNPM, v.1, Brasília, nov. 1986, p.455-466.
- GODOY, E.V.; GARCIA, D.S.; FARIÑA, S.L. 1994. Recarga artificial de acuífero freático em Filadelfia - Chaco Central Paraguayo. *Anais...8^o Congr.Bras. Águas Subterrâneas*, ABAS/DNPM/CPRM, Recife, dez.1994, p.385-393.
- HANTUSH, M.S. 1956. Analysis of data from pumping tests in leaky aquifers. *Am. Geophys. Union Trans.*, Washington, **37**:702-714.
- HANTUSH, M.S.; JACOB, C.E. 1954. Plane potential flow of groundwater with linear leakage. *Am. Geophys. Union Trans.*, Washington, **35** (6): 917-936.
- HARLAN, R.L.; KOLM, K.E; GUTENTAG, E.D. 1989. *Water-well design and construction*. Developments in Geotechnical Engineering, 60. Elsevier Science Publ., Amsterdam, Holanda, 205p.
- HASUI, Y.; PENALVA, F.; HENNIES, W.T. 1969. Geologia do Grupo São Roque. *Anais...XXIII Congr. Bras. Geol.*, SBG-SP, Salvador, p.101-134.
- HASUI, Y.; CARNEIRO, C.D.R.; COIMBRA, A.M. 1975. The Ribeira Folded Belt. *Rev. Bras. Geociências*, SBG, São Paulo, **5**(4):226-257.
- HASUI, Y.; SADOWSKI, G.R. 1976. Evolução geológica do Precambriano na região sudeste do Estado de São Paulo. *Rev. Bras. Geociências*, SBG, São Paulo, **6**(3):182-200.

- HASUI, Y.; CARNEIRO, C.D.R.; BISTRICH, C.A. 1978a. Os granitos e granitóides da Região de Dobramento Sudeste no Estado de São Paulo. *Anais...XXX Congr. Bras. Geol., SBG, Recife*, 6: 2423-2437.
- HASUI, Y.; GIMENEZ, A.F.; MELO, M.S. 1978b. Sobre as bacias tafrogênicas do sudeste brasileiro. *Anais... XXX Congr. Bras. Geol., SBG, Recife*, V 1, p.382-392.
- JACOB, C.E. 1940. On the flow of water in an elastic artesian aquifer. *Am. Geophys. Union Trans.*, Washington, 72 (Part II):574-586.
- JANASI, V.A.; ULBRICH, H.H.G.J. 1985. Avaliação das informações disponíveis para os granitóides do Estado de São Paulo. *Atas...5º Simp.Reg.Geologia, SBG-SP, São Paulo*, v.1, p.133-146.
- JULIANI, C.; BELJAVSKIS, P. 1983. Geologia e evolução geológico-estrutural preliminar do Grupo São Roque na região da Serra de Itaberaba (SP). *Atas...4º Simp. Reg. Geologia, SBG-SP, São Paulo*, nov.1983, p.113-126.
- JULIANI, C.; BELJAVSKIS, P.; SCHORSCHER, H.D. 1986. Petrogênese do vulcanismo e aspectos metalogenéticos associados: Grupo Serra do Itaberaba na Região do São Roque - SP. *Anais...XXXIV Congr. Bras. Geol., SBG, Goiânia*, V 2, p. 730-743.
- JULIANI, C. 1992. O embasamento Pré-Cambriano da Bacia de São Paulo. In: Problemas Geológicos e Geotécnicos na Região Metropolitana de São Paulo, São Paulo, abril/1992, ABAS/ABGE/SBG-SP, São Paulo, p.3-20.
- JULIANI, C. 1993. *Geologia, petrogênese e aspectos metalogenéticos dos Grupos Serra do Itaberaba e São Roque na região das Serras do Itaberaba e da Pedra Branca, NE da cidade de São Paulo, SP*. Tese de doutoramento, Instituto de Geociências da Univ. de São Paulo, São Paulo, v I e II, 803p.
- KOVÁCS, G. 1981. *Seepage hydraulics*. Developments in water science, 10 (Translation of A szivárgás hidraulikáya), Elsevier Scientific Publishing Company, Budapeste, 730p.

- LEINZ, V. 1955. Decomposição das rochas cristalinas na bacia de São Paulo. An. Acad. Bras. de Ciências, Rio de Janeiro, 27(4): 499-504.
- MARIANO, I.B.; SILVEIRA, E. 1984. Alternativa para o abastecimento de água do Aeroporto Internacional de Guarulhos. *Anais...* 3º Congr. Bras. de Águas Subterrâneas, ABAS, Fortaleza, 2 a 6 set. 1984, p.239-254.
- MELO, M.S; VINCENS, A.; TUCHOLKA, P. 1985a. Contribuição à cronologia da Formação Itaquaquetuba, SP. An.Ac.Bras.Ciências, Rio de Janeiro, 57(2):175-181.
- MELO, M.S; RICCOMINI, C.; HASUI, Y.; ALMEIDA, F.F.M. de; COIMBRA, A.M. 1985b. Geologia e evolução do sistema de bacias tafrogênicas continentais do Sudeste do Brasil. *Rev. Bras. Geociências*, SBG, São Paulo, v. 15, p.193-201.
- MELO, M.S; CAETANO, S.L.V.; COIMBRA, A.M. 1986. Tectônica e sedimentação na área das Bacias de São Paulo e Taubaté. *Anais...XXXIV Congr. Bras. Geologia*, Goiânia, 1986, v.1, p.321-336.
- MENEGASSE, L.N. 1991. *Estudo hidrogeológico das rochas metasedimentares do Grupo São Roque a NW da Grande São Paulo - critérios para locação de poços profundos*. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências da Univ. de São Paulo, São Paulo, 104p.
- MENEZES, M.A.S. 1992. *Ferro-bactérias em água subterrânea. Estudo de casos no Ceará*. Dissertação de mestrado, Instituto de Geociências da Univ. de São Paulo, São Paulo, 82p.(inédita).
- MUSIAKE, K.; SRIKANTHA, H.; HIRONAKA, S. 1994. Efectos de los sistemas de infiltracion de agua pluvial y su evaluacion. **In:** Uso eficiente del agua. Ed. Héctor Garduño & Felipe Arreguín-Cortés, UNESCO-Programa Hidrológico Internacional / IMTA-Instituto Mexicano de Tecnologia del Agua, Comision Nacional del Agua, Montevideu, p.287-304.

- PACHECO, A.; REBOUÇAS, A.C. 1985. Aspectos de proteção sanitária dos poços tubulares profundos no Município de São Paulo. *Rev. de Águas Subterrâneas*, ABAS, São Paulo, 9, p.51-58.
- PACHECO, A. 1986. As águas subterrâneas como fonte de abastecimento no Município de São Paulo. *Anais...4º Congr. Bras. Águas Subterrâneas*, ABAS/DNAEE/DNPM, v.1, Brasília, nov. 1986, p. 535-543.
- PRICKETT, T.A.; LONNQUIST, C.G. 1971. Selected digital computer techniques for ground water resource evaluation. *Illinois State Water Survey* (Bulletin, **55**), Urbana, Illinois. Traduzido no Boletim 41, Serviço Geológico. DGOH-MOP, Madrid, 127p.
- PONÇANO, W.L.; CARNEIRO, C.D.R.; BISTRICHI, C.A.; ALMEIDA, F.F.M.; PRANDINI, F.L. 1981a. *Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo*. IPT/PRÓ-MINÉRIO, V.1, Notícia Explicativa, São Paulo (IPT, Publicação 1183, Monografia 5).
- REBOUÇAS, A.C. 1992. Condições de uso e proteção das águas subterrâneas. **In:** Problemas Geológicos e Geotécnicos na RMSP, Seminário, ABAS/ABGE/SBG-SP, São Paulo, abril de 1992, p.77-87.
- REBOUÇAS, A.C.; RICCOMINI, C.; ELLERT, N.; DUARTE, U.; MELLITO, K.M.; SENF, L.A. 1994. *Diagnóstico hidrogeológico da Região Metropolitana de São Paulo*. Relatório Final, Convênio SABESP/CEPAS-IG-USP, São Paulo, 1994, 75p.(inédito).
- RICCOMINI, C. 1989. *O Rift Continental do Sudeste do Brasil*. Tese de doutoramento, São Paulo, Instituto de Geociências da Univ.de São Paulo, 256p. (inédita).
- RICCOMINI, C.; COIMBRA, A.M. 1992. Geologia da Bacia Sedimentar. **In:** Mesa Redonda - Solos da cidade de São Paulo. Associação Brasileira de Mecânica dos Solos - Núcleo Regional de São Paulo, Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. IPT, São Paulo, p. 37-94.

- RIDER, M.H. 1990. *Geological Applications of wireline logs*. Geological Society Special Publication nº 48, Editores: A. Hurst, M.A. Lovell, A.C. Norton, Ed. The Geological Society Publishing House, Oxford,
- RUSHTON, K.R.; WARD, C. 1979. The estimation of groundwater recharge. Elsevier Scientific Publishing, *Journal of Hidrology*, 41, p.345-361.
- SABESP - COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. 1986. *Estudo do potencial de água subterrânea na região metropolitana de São Paulo. Avaliação preliminar*. Antonio A. Noronha - Serviços de Engenharia, Relatório, 95p., anexos e mapas.
- SIECK, L.K. 1973. Fundamentals of hidrological Engineering. Seminário, Inst. do Desenv. Economico-Social do Pará (IDESP), Belém, 23 Julho-10 Agosto 1973, Sessão IX - Água Subterrânea.
- SILVA, M.L.M.C; OLIVEIRA, S.M.B. 1992. Caracterização mineralógica e química das bauxitas de Nazaré Paulista (São Paulo). *Rev. Bras. Geociências*, março de 1992, SBG, São Paulo, **22**(1):93-94.
- SUGUIO, K.; TAKAHASHI, L.I. 1970. Estudo dos aluviões antigos dos rios Pinheiros e Tietê, S. Paulo. *An.Ac.Bras.Ciências*, **42**(3):555-570.
- SUGUIO, K.; COIMBRA, A.M.; MARTINS, C.; BARCELOS, J.H.; GUARDADO, L.R.; RAMPAZZO, L. 1971. Novos dados sedimentológicos dos aluviões antigos do rio Pinheiros (SP). *Anais...XXV Congr. Bras. Geol.*, SBG, São Paulo, p.219-226.
- TAKIYA, H. 1991. *Aplicação de métodos quantitativos espaciais a dados geológicos da Bacia de São Paulo*. Dissertação de mestrado, São Paulo, Instituto de Geociências da Univ. de São Paulo, 109p. (inédita).
- TAKIYA, H.; PELOGGIA, A.V.G.; TOKUTAKE, L.R.; CAMPOS, J.E.; OGAWA, A.T.; KOGA, H.; MISAWA, W.J.; RICCOMINI, C. 1989. Arcabouço estrutural da Bacia de São Paulo. In: Workshop - Geologia da Bacia de São Paulo. São Paulo, Coletânea de Comunicações, IG-USP/SBG-SP, p.16-27.

- TASSINARI, C.C.G. 1988. *As idades das rochas e dos eventos metamórficos da porção sudeste do Estado de São Paulo e sua evolução crustal*. Tese de doutoramento, Instituto de Geociências da USP, São Paulo, 236p. (inédita).
- THEIS, C.V. 1935. The relation between the lowering of piezometric surface and the rate and duration of discharge of a well using ground-water storage. *Am. Geophys. Union Transaction*, Part II, Washigton, p.519-524.
- THORNTHWAITTE, C.W. 1955. The water balance. *Publications in climatology*, 8(1), Canterton, New Jersey, 104p.
- TINOCO, M.P.; PANNUTI, E.L.; MOHALLEM, R.; SANCHEZ, M.G.; KOSNISKAS, J.P.; TERADA, M. 1990. Água subterrânea na Região Metropolitana de São Paulo - atuação da SABESP. *Anais...*, 6º Congr. Bras. Águas Subterrâneas, ABAS, Porto Alegre, p.246-252.
- TODD, D.K. 1967. *Hidrologia de águas subterrâneas*. Ed Edgard Blücher Ltda, São Paulo, 319p.
- WALTON, W.C. 1970. *Groundwater resource evaluation*. Ed.McGraw-Hill, New York, 664 p.
- WERNICK, E.; GALEMBECK, T.M.B.1985. Contribuição à caracterização de granitóides do Estado de São Paulo, através do mineral acessório zirconita. *Atas...* 5º Simp. Reg. Geologia, v.1, SBG/SP, São Paulo, p.119-132.

TABELA 1**INVENTÁRIO HIDROGEOLÓGICO BÁSICO**

**LOCALIZAÇÃO, CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS,
GEOLÓGICAS E HIDROGEOLÓGICAS DOS POÇOS
CADASTRADOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
BAQUIRIVU-GUAÇU**

	A	B	C	D	E	F
1	nº poço	nº da empresa de perfur.	nº do poço	Folha Topo-gráfica	Muni-cípio	LOCALIZAÇÃO
49	22H	C-1995/1		4434	GR	R. AMÂNCIO GAIOLLI - PQUE. INDUSTRIAL
50	35E			4433	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 218,2
51	10D	C -1666/1	1	4435	GR	AV. ORLANDO BÉRGAMO, 1000 - CUMBICA
52	11D	C-1708/2	2	4435	GR	AV. ORLANDO BÉRGAMO, 1000 - CUMBICA
53	12D	C-2473/3	3	4435	GR	AV. ORLANDO BÉRGAMO, 1000 - CUMBICA
54	13D	C-1666/1	4	4435	GR	AV. ORLANDO BÉRGAMO, 1000 - CUMBICA
55	36E			4433	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 220
56	22D	C-1155/1		4435	GR	R. ANTONIO BARDELLA, 101 - CUMBICA
57	23D	C-1349/2		4435	GR	R. ANTONIO BARDELLA, 101 - CUMBICA
58	2E	HI-423		4433	GR	AV.MONTEIRO LOBATO, S/N - CUMBICA
59	30A	Ag-842/92		3446	GR	R.DIOGO DE FARIA,127
60	24D	C-3320/2		4435	GR	AV. SANTOS DUMONT, 2183-CUMBICA
61	34E	P-753/91		4433	GR	R. INDUBEL, 988 - CUMBICA
62	14D	C-1037		4435	GR	AV.ANTONIO BARDELLA,780-CUMBICA
63	9I	Ag-1154		4432	GR	AV. CATARINA MARIA DE JESUS, 935 - BON.S.
64	31A	TJ-3000		3446	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 227,5
65	7D			4435	GR	AV. SANTOS DUMONT, 2100
66	23H	Ag-880/93		4434	GR	R. PAPA JOÃO PAULO I, 5235 - BONSUCESSO
67	29H	Ag-417/78		4434	GR	AV. PAPA JOÃO PAULO I, 5235 - BONSUCESSO
68	30H	FO-07/03	3	4434	GR	ESTRADA DO CAMPO LIMPO, 801
69	31H	TJ-2885		4434	GR	AV. PAPA JOÃO PAULO I, 5235 -BONSUCESSO
70	33A			3446	GR	R. JOSE CAMPANELLA, 501 - MACEDO
71	48A			3446	GR	R. JOSE CAMPANELLA, 501 - MACEDO
72	27H		1	4434	GR	AV. JULIA GAIOLLI, 600 - JD.FÁTIMA
73	28H		2	4434	GR	AV. JULIA GAIOLLI, 600 - JD.FÁTIMA
74	8E		P1	4433	GR	AEROPORTO INTERN. DE GUARULHOS
75	9E	H-620	P'1	4433	GR	AEROPORTO INTERN. DE GUARULHOS
76	10E		P2	4433	GR	AEROPORTO INTERN. DE GUARULHOS
77	11E	H-616	P'2	4433	GR	AEROPORTO INTERN. DE GUARULHOS
78	12E		P3	4433	GR	AEROPORTO INTERN. DE GUARULHOS
79	13E	C-3225/1	P'3	4433	GR	AEROPORTO INTERN. DE GUARULHOS
80	14E		P4	4433	GR	AEROPORTO INTERN. DE GUARULHOS
81	15E	H-621	P'4	4433	GR	AEROPORTO INTERN. DE GUARULHOS
82	16E	C-3232/2	P5	4433	GR	AEROPORTO INTERN. DE GUARULHOS
83	17E	H-805	P6	4433	GR	AEROPORTO INTERN. DE GUARULHOS
84	29E		P7	4433	GR	AEROPORTO INTERN. DE GUARULHOS
85	30E	H-841	P8	4433	GR	AEROPORTO INTERN. DE GUARULHOS
86	28E	C-2207/1		4433	GR	AV. ATALAIA DO NORTE, 1050-JD.CUMBICA
87	5L	TJ-1853	2	4441	AJ	ROD.PRES.DUTRA KM 205,4 (ANTIGO KM 371)
88	8L	Ag-650/87		4441	AJ	ESTR. DO PL, 2700 (SÍTIO)
89	18H	T-2937	1	4434	GR	ROD. PRES.DUTRA, KM 211,8-BONSUCESSO
90	19H			4434	GR	ROD. PRES.DUTRA, KM 211,8-BONSUCESSO
91	1H	TJ-2537		4434	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 219 - JD.CUMBICA
92	1A	C-974/3	2	3446	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 225
93	7A		9	3446	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 225
94	12A		14	3446	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 225
95	2A	C-895	3	3446	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 225

	G	H	I	J	K	L	M
1	PROPRIETÁRIO	Coord km EO	Coord km NS	Cota (m)	Ano perf.	CIA per furadora	Prof. (m)
2	ACHÉ LABORAT.FARMACÊUT. S/A	344,64	7403,1	728	1972	CORNER	105
3	ACHÉ LABORAT.FARMACÊUT. S/A	344,75	7403,1	728	1977	CORNER	120
4	ACUMULADORES NARVIT	350,2	7403,47	728	1965	CORNER	77
5	AGI-LEX IND. TÊXTIL LTDA.	357,6	7408,9	765	1985	POLITI	160
6	AGIP LIQUIGAZ	343,82	7403	728	1969	T.JANER	154
7	AGOSTINHO TOMASELLI	352,85	7409,25	747	1989	POLITI	137
8	ALCOA ALUMÍNIO S/A	344,97	7403,36	729	1964	CORNER	125
9	ALCOA ALUMÍNIO S/A	345,05	7403,23	729	1976	CORNER	138
10	ALIMENTOS SELEC. IGUATEMI LTDA.	356,32	7408,7	750	1987	HIDGESP	180
11	ALUMÍNIO PENEDO LTDA.	350,4	7402,97	728	1970	AIR-LIFT	117
12	ANTENOR FERREIRA DA COSTA	357,16	7413,5	806	1983	POLITI	156
13	ARIEL GAIOLLI	357,63	7408,43	777	1989	POLITI	260
14	ARUJÁ GOLF CLUB	359,68	7412,14	790	1978	AIR-DRIL	191
15	ARUJÁ GOLF CLUB	359,83	7412,14	776	1989	AIR-DRIL	180
16	ASEA BROWN BOVERI LTDA.	346,95	7405,18	743	1960	T.JANER	57
17	ASEA BROWN BOVERI LTDA.	346,82	7405,05	747	1953	T.JANER	30
18	ASEA BROWN BOVERI LTDA.	346,85	7405,12	747	1953	T.JANER	30
19	ASEA BROWN BOVERI LTDA.	346,9	7405,14	747	1952	T.JANER	65
20	BANCO BRADESCO S.A.-AG.CUMBICA	344,62	7403,73	732	1991	HIDGESP	210
21	BARDELA S/A IND. MECÂNICAS	350,58	7402,98	728	1977	CORNER	120
22	BASE AÉREA DE CUMBICA	348,62	7406,53	755	1959	AIR-LIFT	100
23	BASE AÉREA DE CUMBICA	348,66	7406,03	805	1959	AIR-LIFT	102
24	BENEFICIÊNCIA NIPO-BRASILEIRA	356,43	7407,85	760	1985	POLITI	102
25	CARNES DARFRIGO	345,55	7404,27	732	1974	CORNER	150
26	CGK ENG. E EMPREENDIMENTOS LTD.	354,74	7411,72	812	1991	HIDGESP	172
27	CIA. ATLAS PROD. QUÍM. (CIQUINE)	362,29	7410,22	812	1972	CORNER	286
28	CONDOMÍNIO ARUJÁ 5	365,3	7410,67	780	1992	HIDGESP	210
29	CONDUGEL S/A FIOS E CABOS ELÉTR.	366,69	7411,06	794	1977	CORNER	150
30	CONTINENTE CONSTRUÇÕES	349,15	7404,12	737	1983	AIR-LIFT	130
31	CORRÊA DA SILVA IND. COM.	344,5	7403,13	727	1966	CORNER	138
32	CORRÊA DA SILVA IND. COM.	344,47	7403,02	727	1988	CORNER	144
33	CORRÊA DA SILVA IND. COM.	344,6	7403,02	727	1988	CORNER	134
34	CORRÊA DA SILVA IND. COM.	344,39	7403,03	727	1970	CORNER	148
35	CORRÊA DA SILVA IND. COM.	344,44	7403	727	1970	CORNER	131
36	CORRÊA DA SILVA IND. COM.	344,55	7403,07	727	1973	CORNER	154
37	CORRÊA DA SILVA IND. COM.	344,45	7403,1	727	1988	CORNER	143
38	DEP. ÁGUAS E ENERGIA ELÉTR	356,14	7408,9	748	1985	POLITI	176
39	DIMETAL DISTR.DE PROD.MET.LTDA	352,55	7407,59	748	1994	AGUABR	250
40	E.E.P.G. CIDADE TUPINAMBÁ	356,1	7404,77	804	1977	AIR-LIFT	230
41	E.E.P.G. JD. SANTO AFONSO	353,13	7403,62	772	1977	AIR-LIFT	205
42	ECAN-IND.COM.DE PROD.QUÍM.LTDA	363,94	7407,12	762	1988	AGUABR	251
43	EDITORIA ÁTICA	358,45	7410,47	776	1984	POLITI	200
44	EMAR -IND. E COM. LTDA	349,87	7404,18	732	1991	HIDGESP	109
45	EMAR IND. E COM. LTDA	349,82	7404,21	734	1986	POLITI	108
46	EMPR.JORN.FOLHA METROPOLITANA	357,16	7409	766	1986	CORNER	193
47	EXPANSÃO LAVANDERIA IND. LTDA.	349,63	7405,38	775	1991	HIDGESP	254
48	EXTINTORES CONFIANÇA	345,45	7403,55	722	1971	AIR-DRIL	142

	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
1	ø útil (pol)	Início filtros (m)	Fim filtros (m)	Prof. N.E. (m)	Prof. N.D. (m)	VAZÃO (m3/h)	Mês medi- ção	Ano medi- ção	Temp bomb. (h)	Tipo uso	Estado do poço
2	6	D	D	70	73	4	6	72	D	IN	DESAT.
3	6	62	98	94	111	6	7	77	16	IN	EQUIP.
4	6	D	D	23	28	24	10	65	16	IN	EQUIP.
5	6	32	55	5	97,7	5	9	85	24	IN	EQUIP.
6	D	D	D	47	60	24	D	D	D	PR	DESAT.
7	10	56	126	36,2	103	80,6	12	89	26	COM.	EQUIP.
8	6	D	D	30	42	24	12	64	D	IN	EQUIP.
9	8	D	D	D	D	D	D	D	D	IN	DESAT.
10	6	Ñ	Ñ	15,5	86,18	1,268	2	87	24	IN	EQUIP.
11	6	57	105	26,17	48,63	15,8	10	70	D	IN	EQUIP.
12	6	Ñ	Ñ	70	106	2,8	2	83	15	PR	EQUIP.
13	6	42	46	13	202,89	0,44	8	89	12	PR	SOTER.
14	6	42,46	120,7	22,6	80	12,18	7	78	24	RECR.	DESAT.
15	6	70	121	60	101	5,85	5	89	24	RECR.	EQUIP.
16	6	5	16	3	39	2,5	3	60	24	IN	DESAT.
17	D	D	D	0	0	0	D	D	D	IN	SOTER.
18	D	D	D	3,2	23	5	D	D	D	IN	SOTER.
19	D	D	D	4,5	50	0,7	D	D	D	IN	SOTER.
20	6	Ñ	Ñ	27,7	93,1	1,028	6	91	24	PART.	EQUIP.
21	8	66	104	60	76	18	3	77	24	IN	EQUIP.
22	8	20	27,5	2	100	0,8	D	59	D	PÚBLICO	DESAT.
23	8	28	100	35	41	12	D	59	D	PÚBLICO	EQUIP.
24	6	65	98	16,07	87,9	2,5	2	85	24	PR	EQUIP.
25	6	Ñ	Ñ	5,5	97	1,8	D	D	D	IN	DESAT.
26	6	113,7	163,7	88,55	109,08	23,2	12	91	24	PART.	EQUIP.
27	6	Ñ	Ñ	49	135	2,5	3	72	16	IN	EQUIP.
28	6	Ñ	Ñ	0	150	0,1	10	92	1	PART.	DESAT.
29	6	43	86	3	98	2,5	2	77	16	IN	EQUIP.
30	6	51	58	46	80	5,7	10	83	24	PR	EQUIP.
31	8	61	120	34	45	50	5	66	16	IN	TAMPON
32	6	88	111	72,4	78,84	33	6	88	24	IN	EQUIP.
33	6	86	105	92,67	95,36	20,6	10	88	24	IN	EQUIP.
34	8	D	D	68	75	20	4	70	22	IN	TAMPON
35	8	66	102	74	84	28,8	6	70	24	IN	DESAT.
36	8	79	104	81	102	18	7	73	11	IN	DESAT.
37	6	79	137	81,9	85,82	27,926	4	88	24	IN	EQUIP.
38	6	40	168	57,6	154,4	8,8	5	86	24	PÚBLICO	DESAT.
39	6	38	42	0	150	0,1	6	94	1	IN	DESAT.
40	6	Ñ	Ñ	28,5	179	0,2	10	77	D	PÚBLICO	DESAT.
41	6	Ñ	Ñ	58	140	0,78	8	77	D	PÚBLICO	DESAT.
42	6	Ñ	Ñ	11	112	0,7	9	88	24	IN	DESAT.
43	6	131,3	145,3	72	82,6	19,8	9	84	24	IN	EQUIP.
44	6	48,1	102,1	68,18	82,5	26,4	11	91	24	IN	EQUIP.
45	6	16	98	20	86	10,2	3	86	24	IN	EQUIP.
46	6	Ñ	Ñ	14,6	161,64	2,48	8	86	24	IN	EQUIP.
47	6	Ñ	Ñ	0	150	0,1	3	91	1	IN	DESAT.
48	D	D	D	20	40	18	0	71	D	IN	EQUIP.

	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF
1	TIPO DE AQUÍF	PROF. DA BASE	OBSERVAÇÕES	COTA TOPO EMB.	CAP. ESP. m³/h/	Ø REV INTER (pol)	Prof.Rev. Int. (m)	1Ø PERF. (pol)
2	S	104	SED.POROSOS	624	1,333			
3	S	115	SED.POROSOS	613	0,353	6	120	24
4	S	77	SED.POROSOS	651	4,8	D	D	D
5	C	7	POROS/MANTO	758	0,054	6	58	12
6	S	154		574	1,846	D	D	D
7	S	124	SED. POROSOS	623	1,207	10	131,3	17 1/2
8	S	108	SED.POROSOS	621	2	D	D	D
9	S	136	SED.POROSOS	593	D	D	D	D
10	C	0	FENDAS	750	0,018	6	11,79	8 1/2
11	S	114	SED. POROSOS	614	0,703	6	117	14
12	C	60	FENDAS	746	0,078	6	132	10
13	C	28	FENDAS	749	0,002	6	49	15 1/2
14	M	150	MISTO	640	0,212	6	153,84	22
15	M	150	MISTO	626	0,143	6	180	17 1/2
16	C	0	F. 5-15, 22-25	743	0,069	D	D	D
17	C	0		747	D	D	D	D
18	C	0		747	0,253	D	D	D
19	C	0		747	0,015	D	D	D
20	C	40	F.125,129,142	692	0,016	6	57,86	12 1/4
21	S	169	SED.POROSOS	559	1,125	8	120	28
22	C	27,5		727,5	0,008	8	27,5	12
23	S	99	SED.POROSOS	706	2	8	102	12
24	C	12	FENDAS	748	0,035	6	102,4	18
25	C	0		732	0,02	D	D	D
26	S	172	SED.POROSOS	640	1,13	6	166,68	17 1/2
27	C	14	FENDAS	798	0,029	8	16	8
28	C	0	FENDAS	780	0	8	19	12 1/4
29	C	0	FENDAS	794	0,026	6	96	10
30	C	58		679	0,168	D	D	D
31	S	130	SEDIM. POROSOS	597	4,545	8	138	25
32	S	140	SEDIM. POROSOS	587	5,124	6	142,3	20
33	S	132	SEDIM. POROSOS	595	7,658	6	132	20
34	S	148	SEDIM. POROSOS	579	2,857	8	148	18
35	S	129	SEDIM. POROSOS	598	2,88	8	131	24
36	S	151	SEDIM. POROSOS	576	0,857	8	153,5	24
37	S	142,5	SEDIM. POROSOS	584,5	7,124	6	143	20
38	S	> 175,7	SED. POROSOS	573	0,091	6	172	20
39	M	32		716	0	6	42	12 1/4
40	C	25		779	0,001			22
41	C	35	F.177	737	0,01	8	40	22
42	C	37	FENDAS	725	0,007	6	43,6	12 1/4
43	M	132	SED.;MANTO;FENDAS	644	1,868	8	148,3	16
44	S	106	SED.POROSOS	626	1,844	6	106,1	17 1/2
45	S	94		640	0,155	D	D	D
46	C	28	FENDAS	738	0,017	6	192,6	13
47	C	18		757	7E-04	6	23,7	8 1/2
48	S	D	SED.POROSOS	D	0,9	D	D	D

	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM
1	1PROF. PERF.(m)	2Ø PERF. (pol)	2 PROF. PERF.(m)	3Ø PERF. (pol)	3 PROF. PERF.(m)	4° Diâm. Perf. (pol)	4°Prof. da Perf. (m)
2							
3	30	16	120				
4	D						
5	30	10	56	8	58	6	160
6	D						
7	133,67	12	134	8 1/2	137		
8	D						
9	D						
10	11,79	6	180				
11	117						
12	60	8	132	6	156		
13	11,5	12 1/4	29	8	49	6	260
14	6	12 1/4	15	9 7/8	152	6	191
15	12	12 1/4	178	8 1/2	180		
16	D						
17	D						
18	D						
19	D						
20	60	10	61	8	100	6	210
21	12	18	120				
22	27,5	8	50	6	100		
23	102						
24	19,6	12	46,7	102,4	10		
25	D						
26	11,8	12 1/4	172				
27	127	6	286				
28	17	9 7/8	19	6	210		
29	39	8	96	6	150		
30	D						
31	19,1	24	138				
32	11,5	12 1/4	144				
33	12	12 1/4	134				
34	148						
35	18,5	18	131				
36	15	18	153,5				
37	13,5	12 1/4	143				
38	20	12 1/4	175,7				
39	32	8 1/2	42	6	250		
40	7	15	25	12 1/4	28	6	230
41	13	15	35	12 1/4	40	6	205
42	43,9	6	251				
43	131	12 1/4	146	10	154	6	200
44	12	12 1/4	108,5				
45	D						
46	12	8 1/2	192,6				
47	23,7	6	254				
48	D						

	AN	AO	AP	AQ
1	GEOLOGIA	Início rocha alter. (m)	Início rocha sã (m)	cota rocha sã
2				
3			115	613
4				
5	Gnaiss	15	56	709
6				
7	Granito	124	D	D
8				
9				
10	Granito	0	12	738
11	Granito		114	614
12	Granito	60	132	674
13	Migmatito	28	94	683
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20	Biotita gnaiss alterado	40	53,86	678,14
21	Rocha	119	D	
22				
23	Gnaiss	99	100	705
24	Rocha	12	102,4	657,6
25				
26	não atingiu rocha			
27	granito cinza		14	798
28	Gnaiss	16	18	762
29	Granito-gnaiss	7	38	756
30				
31	Rocha	131	D	
32	ATUAL = 10m3/h Granito	140	D	
33	ATUAL = 8m3/h			
34				
35	Granito gnaiss		129	598
36	Rocha	153,5	D	
37	ATUAL = 5m3/h	143	D	
38	D	D	D	D
39	Granito	32	37	598
40	Granito gnaiss		25	598
41	Granito gnaiss	35	D	
42	Rocha	37	41	598
43	Rocha	132	154	598
44	Gnaiss	106	108,5	623,5
45				
46				
47	Gnaiss	18	23	752
48				

	A	B	C	D	E	F
1	nº poço	nº da empresa de perfur.	nº do poço	Folha Topo-gráfica	Muni-cípio	LOCALIZAÇÃO
2	45A			3446	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 227-PORTO DA IGREJA
3	46A	C-2225/2		3446	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 227-PORTO DA IGREJA
4	21D			4435	GR	R. SANTOS DUMONT, 2002-CUMBICA
5	4H	P-491/85		4434	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 212,4 - BONSUCESSO
6	42A			3446	GR	R. WASHINGTON LUIZ
7	31E	P-702		4433	GR	R. ITAPARATIM, 8-A
8	37A			3446	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 228
9	38A			3446	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 228
10	16H	H-431		4434	GR	AV. ARTHUR MARCONDES SIQUEIRA, 350
11	8D	AL-447/70		4435	GR	R. BARÃO DE PENEDO, 401 - CUMBICA
12	3I	P-414/83		4432	GR	EST.MORRO GRANDE,3.520-BONSUCESSO
13	5H	P-630/89		4434	GR	R. AMANCIO GAIOLLI, 725 - BONSUCESSO
14	6L		1	4441	AJ	ESTR. MUNICIPAL, 2000
15	7L		2	4441	AJ	ESTR. MUNICIPAL, 2000
16	40E			4433	GR	AV.MONTEIRO LOBATO,3285
17	37E			4433	GR	AV.MONTEIRO LOBATO,3285
18	38E			4433	GR	AV.MONTEIRO LOBATO,3285
19	39E			4433	GR	AV.MONTEIRO LOBATO,3285
20	39A	H-870		3446	GR	AV. MONTEIRO LOBATO, 497
21	25D	C-2202/2		4435	GR	AV. ANTONIO BARDELLA, 525 - CUMBICA
22	6E	AL-8/59		4433	GR	BASE AÉREA DE CUMBICA
23	7E	AL-7/59		4433	GR	BASE AÉREA DE CUMBICA
24	6H	POLITI		4434	GR	R. TRÊS, 600 - BAIRRO DOS PIMENTAS
25	35A			3446	GR	AV.MONTEIRO LOBATO, 1607
26	6I	H-939		4432	GR	ESTR.DO MATO DAS COBRAS-B.PONTE ALTA
27	9L	C-1606/1		4441	AJ	ROD.PRES.DUTRA KM 207,5
28	10L	H-1025		4441	AJ	ROD.PRES.DUTRA KM 204
29	1N	C-2187/1		4442	AJ	ROD. MOGI-DUTRA KM 1
30	19D			4435	GR	AV. GUINLE, 1329 - CUMBICA
31	21A	C-1293/1	1	3446	GR	ROD. PRES. DUTRA KM 227
32	25A	C-3277/6	5	3446	GR	ROD. PRES. DUTRA KM 227
33	23A	C-3304/7	3	3446	GR	ROD. PRES. DUTRA KM 227
34	22A	C-1467/2	2	3446	GR	ROD. PRES. DUTRA KM 227
35	27A	C-1493/3		3446	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 227
36	24A	C-1739/4	4	3446	GR	ROD. PRES. DUTRA KM 227
37	26A	C-3270/5	6	3446	GR	ROD. PRES. DUTRA KM 227
38	2H	P-701		4434	GR	ESTRADA DE CAPUAVA, S/N - BONSUCESSO
39	24E	Ag-915/93		4433	GR	AV.PAPA JOÃO PAULO I, 2.900 - CUMBICA
40	1G	AL1064/77		4436	GR	RUA DIOMAR ACKEL
41	15D	AL1063/77		4435	GR	VIELA MONTE APRAZÍVEL
42	1K	Ag-681/88		4443	IT	R.DO ALUMÍNIO,203 - BAIRRO DO CORREDOR
43	2I	P-462/84		4432	GR	R.TOMATSUO IWASSE,1.000-V.N.BONSUCES
44	26D	H-916		4435	GR	AV. PATOS, 1120 - CUMBICA
45	20D			4435	GR	AV. PATOS, 1100 - CUMBICA
46	3H	C-1172		4434	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 214,15
47	59E	H-838		4433	GR	RUA MARIANO NOVO, 18
48	36A			3446	GR	R. JOSE CAMPANELLA, 90 - MACEDO

	G	H	I	J	K	L	M
1	PROPRIETÁRIO	Coord km EO	Coord km NS	Cota (m)	Ano perf.	CIA per furadora	Prof. (m)
49	FABRICA DE DOCES NEUSA LTDA.	358,2	7407,16	812	1975	CORNER	203
50	FERRAM. BELZER DO BRASIL LTDA.	352,04	7407,14	775	1974	CORNER	294
51	FORD IND. E COM. LTDA.	351,45	7403,55	729	1973	CORNER	152
52	FORD IND. E COM. LTDA.	351,59	7403,7	731	1973	CORNER	200
53	FORD IND. E COM. LTDA.	351,43	7403,56	731	1979	CORNER	200
54	FORD IND. E COM. LTDA.	351,75	7403,72	733	1979	CORNER	200
55	GILBARCO	350,66	7406,15	780	1973	CORNER	200
56	GLOBO S.A. TINTAS E PIGMENTOS	350,17	7402,72	730	1963	CORNER	74,5
57	GLOBO S.A. TINTAS E PIGMENTOS	350,12	7402,78	730	1968	CORNER	125
58	HOTEL DEVILLE LTDA	347,63	7405,25	728	1991	HIDGEO	157
59	HOTEL MÔNACO	344,05	7403,85	743	1992	AGUABR	169
60	IND. QUÍMICAS GIRARDI S/A	350,2	7402,87	728	1989	CORNER	200
61	IND.COM.PLÁST.ZARAPAST LTD	351,85	7407,45	767	1992	POLITI	214
62	IND.DE FELTROS STA.FÉ S/A	350,7	7402,68	728	1982	CORNER	134
63	IND.MET.PASCHOAL THOMEU S/A	355,98	7411,17	757	1995	AGUABR	170
64	IND.NAC.DE AÇOS LAMIN. INAL S/A	343,95	7402,62	726	1983	T.JANER	166
65	INDUPAR S.A.-IND. DE PARAFUSOS	350,15	7403,35	728	1977	POLITI	102
66	INDUSTRIA DE MEIAS SCALINA LTDA.	355,18	7408,7	758	1993	AGUABR	209
67	INDUSTRIA DE MEIAS SCALINA LTDA.	355,21	7408,85	756	1979	AGUABR	142
68	INDÚSTRIA DE MEIAS SCALINA LTDA.	357,93	7407,24	782	1990	FALCÃO	154
69	INDÚSTRIA DE MEIAS SCALINA LTDA.	355,21	7408,79	758	1981	T.JANER	250
70	INDÚSTRIAS JOÃO MAGGION S/A	345,62	7403,41	726	1975	T.JANER	200
71	INDÚSTRIAS JOÃO MAGGION S/A	345,5	7403,33	726	1971	AIR-DRIL	150
72	INDÚSTRIAS JOÃO MAGGION S/A	358,22	7409,16	758	1994	FALCÃO	200
73	INDÚSTRIAS JOÃO MAGGION S/A	358,1	7409,07	759	1994	FALCÃO	200
74	INFRAERO-INFR. AERPORTUÁRIA	347,52	7407,39	733	1984	HIDGESP	129
75	INFRAERO-INFR. AERPORTUÁRIA	347,46	7407,33	733	1989	HIDGESP	180
76	INFRAERO-INFR. AERPORTUÁRIA	347,6	7407,95	734	1984	HIDGESP	156
77	INFRAERO-INFR. AERPORTUÁRIA	347,58	7408,02	734	1989	HIDGESP	176
78	INFRAERO-INFR. AERPORTUÁRIA	347,99	7407,61	741	1984	HIDGESP	90
79	INFRAERO-INFR. AERPORTUÁRIA	347,8	7407,71	739	1987	CORNER	122
80	INFRAERO-INFR. AERPORTUÁRIA	348,27	7407,82	742	1984	HIDGESP	166
81	INFRAERO-INFR. AERPORTUÁRIA	348,42	7407,86	742	1989	HIDGESP	134
82	INFRAERO-INFR. AERPORTUÁRIA	348,8	7408,13	739	1987	CORNER	156
83	INFRAERO-INFR. AERPORTUÁRIA	347,55	7407,55	734	1991	HIDGESP	123
84	INFRAERO-INFR. AERPORTUÁRIA	347,85	7407,37	740	D	D	54
85	INFRAERO-INFR. AERPORTUÁRIA	347,45	7406,75	733	1991	HIDGESP	212
86	INOXIL S/A	352,9	7405,83	797	1977	CORNER	197
87	JEPIME MÓVEIS LTDA	363,7	7411,14	800	1973	T.JANER	180
88	JOSÉ MESSINA	362,96	7413,97	772	1987	AGUABR	200
89	KARDOS COND. ELÉTRICOS	357,95	7409,35	757	1982	T.JANER	202
90	KARDOS COND. ELÉTRICOS	357,91	7409,2	757	1974	T.JANER	270
91	KITCHENS COZINHAS	354,71	7407,91	804	1977	T.JANER	300
92	LABORATÓRIOS PFIZER LTDA.	345,83	7403,76	724	1960	CORNER	100
93	LABORATÓRIOS PFIZER LTDA.	345,85	7403,73	724	1983	HIDTOKA	116
94	LABORATÓRIOS PFIZER LTDA.	345,85	7404	734	1989	HIDGESP	206
95	LABORATÓRIOS PFIZER LTDA.	345,88	7403,6	724	1958	CORNER	103

	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
1	ø útil (pol)	Início filtros (m)	Fim filtros (m)	Prof. N.E. (m)	Prof. N.D. (m)	VAZÃO (m3/h)	Mês medi- ção	Ano medi- ção	Temp bomb. (h)	Tipo uso	Estado do poço
49	6	41	93	0	85	21	9	75	12	IN	EQUIP.
50	D	D	D	19	117	3,8	D	D	D	IN	DESAT.
51	6	Ñ	Ñ	26	75	12	1	73	24	IN	TAMPON
52	6	Ñ	Ñ	30	67	19	5	73	20	IN	EQUIP.
53	6	36	48	3	110	4,5	8	79	9	IN	EQUIP.
54	6	Ñ	Ñ	25	80	0	11	79	1	IN	TAMPON
55	8	D	D	15	55	1,5	6	73	16	IN	EQUIP.
56	26	68	D	20	39	36	5	63	16	IN	EQUIP.
57	6	35	62	28	43	15	3	68	16	IN	EQUIP.
58	6	Ñ	Ñ	28	146	6	10	91	24	PR	EQUIP.
59	6	Ñ	Ñ	127	127,31	4,2	6	92	24	PR	EQUIP.
60	6	57	89	80,61	170,09	8,5	3	89	21	IN	EQUIP.
61	6	Ñ	Ñ	6,62	110	2,5	2	92	24	IN	EQUIP.
62	8	Ñ	Ñ	81,8	88,64	16	4	82	24	IN	EQUIP.
63	6	41,5	62	84	93	1,4	6	95	24	RECR.	EQUIP.
64	6	64	160	61,2	93,6	27,7	1	83	24	IN	EQUIP.
65	6	52	96	52	93	1	7	77	9	IN	DESAT.
66	6	137	203	32,28	92,6	6,2	3	93	24	IN	EQUIP.
67	6	Ñ	Ñ	6	67	6	1	79	24	IN	DESAT.
68	6	14	19	5,61	137,96	0,8	2	90	24	IN	DESAT.
69	6	Ñ	Ñ	17	165	4,48	6	81	24	IN	EQUIP.
70	6	52	127	57,5	80	16	2	75	24	IN	EQUIP.
71	D	D	D	15	70	9	0	71	D	IN	DESAT.
72	6	Ñ	Ñ	11	112,39	1,95	1	94	24	IN	EQUIP.
73	6	Ñ	Ñ	7,57	110,24	1,12	1	94	24	IN	EQUIP.
74	10	32	104	10,7	50	90	1	84	20	PART.	TAMPON.
75	8	66	142	58,14	70,9	39,3	7	93	24	PART.	EQUIP.
76	10	41	145	14,1	50	110	1	84	20	PART.	TAMPON
77	8	60	162	58,1	67,83	50	6	93	24	PART.	EQUIP.
78	10	29	85	18,5	50	50	4	84	20	PART.	TAMPON
79	8	32	111	64,25	73,67	29,9	6	93	24	PART.	EQUIP.
80	10	36	159	20,6	50	120	4	84	20	PART.	TAMPON
81	8	50	122	64,93	75,4	47,2	6	93	24	PART.	EQUIP.
82	6	33	142	28,6	47,8	24	9	87	24	PART.	EQUIP.
83	8	55,5	109,5	48,21	70,47	39,3	1	91	19	PART.	EQUIP.
84	D	Ñ	Ñ	D	D	0	D	D	D	PART.	TAMPON
85	8	55,5	189,5	43,94	61,33	62,9	2	91	22	PART.	EQUIP.
86	6	75	190	95	130	12	4	77	30	IN	EQUIP.
87	6	Ñ	Ñ	5	56	6	9	73	43	IN	EQUIP.
88	6	Ñ	Ñ	40,7	165,5	0,48	11	87	24	PR	DESAT.
89	6	Ñ	Ñ	37,2	125,1	7,88	4	82	24	IN	EQUIP.
90	6	Ñ	Ñ	6	85	0,5	7	74	12	IN	DESAT.
91	6	89,58	136,5	66	194	1	10	77	D	IN	DESAT.
92	11	41	89	15,8	24,5	70	5	60	30	IN	SOTER.
93	8	46	109	44	105	0,1	5	83	24	IN	SOTER.
94	6	Ñ	Ñ	D	D	10	1	95	24	IN	EQUIP.
95	11	48	96	10,5	17,4	50	10	58	16	IN	SOTER.

	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF
1	TIPO DE AQUÍF	PROF. DA BASE	OBSERVAÇÕES	COTA TOPO EMB.	CAP. ESP. m³/h/	Ø REV INTER (pol)	Prof.Rev. Int. (m)	1Ø PERF. (pol)
49	C	0		812	0,247	6	107	8
50	C	0	FENDAS	775	0,039	D	D	D
51	C	23	FENDAS	706	0,245	8	34	8
52	C	59	FENDAS	672	0,514	8	59,5	8
53	C	52	FENDAS	679	0,042	8	57	20
54	C	23		710	0	8	34	8
55	S	73		707	0,038	D	D	D
56	S	74	SED.POROSOS	656	1,895	6	74,5	18
57	S	61	SED.POROSOS	669	1	6	86	20
58	C	3	F.154	725	0,051	6	23	17 1/2
59	C	22	FENDAS	721	12,73	6	27	12 1/4
60	M	104	POROS E FENDAS	624	0,095	8	114	22
61	C	20	FENDAS: 32, 40 e 163m	747	0,024	6	28	12 1/4
62	C	86	FENDAS	642	2,339	8	108	15
63	M	42	FENDAS	715	0,156	6	68	12 1/4
64	S	164	SED.POROSOS	562	0,855	6	166	17
65	S	100		628	0,024	6	102	14
66	C	16	F. 63, 133, 187, 196	742	0,103	6	40,5	12 1/4
67	C	0	FENDAS	756	0,098	8	56	8
68	C	19	FENDAS	763	0,006	6	20	12 1/4
69	C	4	F. 184, 203	754	0,03	6	78	9 7/8
70	M	131	F. 159, 192	595	0,711	6	121,75	15
71	C	80	D	646	0,164			
72	C	15	F. 92	743	0,019	6	23,1	8 1/2
73	C	12	F. 144	747	0,011	6	25	8 1/2
74	S	129	SED.POROSOS	604,3	2,29	10		
75	S	180	SED.POROSOS	553,1	3,08	8	148	28
76	S	156	SED.POROSOS	577,9	3,064	10		
77	S	174	SED.POROSOS	559,7	5,139	8	167	28
78	S	90	SED.POROSOS	650,6	1,587	10		
79	S	118	SED.POROSOS	621,4	3,174	8	114	26
80	S	166	SED.POROSOS	576,3	4,082	10		
81	S	134	SED.POROSOS	607,5	4,508	8	128	28
82	S	155,7	SED.POROSOS	583,4	1,25	6	147	20
83	S	120	SED.POROSOS	614,2	1,765	8	115	28
84	S	54		686	0,1			28
85	S	212	SED.POROSOS	521,4	3,617	8	195,5	28
86	S	196	SED. POROSOS	601	0,343	6	197	16
87	C	17	F.48;96;123	783	0,118	6	27,95	14
88	C	21	FENDAS	751	0,004	6	25,4	8 1/2
89	C	28	F. 78, 123, 127	729	0,09	6	57	14
90	C	5	F. 130, 220	752	0,006			
91	M	155	MISTO	649	0,008	6	136,52	15
92	S	100	POROSIDADE	624	8,046	11	100	18
93	S	105	SEDIMENTOS	619	0,002	8	116	
94	C	96	FENDAS	638	D	6	111,5	12 1/4
95	S	102	POROSIDADE	622	7,246	11	102	18

	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM
1	1PROF. PERF.(m)	2Ø PERF. (pol)	2 PROF. PERF.(m)	3Ø PERF. (pol)	3 PROF. PERF.(m)	4° Diâm. Perf. (pol)	4°Prof. da Perf. (m)
49	107	6	203				
50	D						
51	114	6	152				
52	61	6	200				
53	12	15	52	8	81	6	200
54	114	6	200				
55	D						
56	74,5						
57	67	8	86	6	125		
58	11,1	12 1/4	13	8 1/2	22,7	6	157
59	24	8 1/2	26,5	6	169		
60	11,5	14 3/4	114	8	166	6	200
61	19	8 1/2	28	6	214		
62	9,3	12 1/4	105	9 7/8	108	8	134
63	60	8 1/2	68	6	170		
64	12	9 7/8	164	6	166		
65	24	12	100	8	102		
66	16	8 1/2	40	6	209		
67	65	6	142				
68	19	8 1/2	20	6	154		
69	78	6	250				
70	12	13	119	8 5/8	143	6	200
71							
72	23,1	6	200				
73	25	6	200				
74							
75	22,5	22	157	10 5/8	180		
76							
77	24,2	22	175,6				
78							
79	30	17 1/2	117	9 7/8	122		
80							
81	24	22	134				
82	24	9 7/8	155,7				
83	24	22	123				
84	24	12 1/4	54				
85	24	22	210	9 1/2	212		
86	197						
87	6	8	27,75	6	180		
88	24,9	6	200				
89	6	8 5/8	57	6	202		
90							
91	6	12 1/4	153	8 1/2	230	6	300
92	100						
93							
94	94	9 7/8	108	8 1/2	111,5	6	206
95	103						

	AN	AO	AP	AQ
1	GEOLOGIA	Início rocha alter. (m)	Início rocha sã (m)	cota rocha sã
49	Granito Gnaiss	10	106	706
50				
51	Gnaiss	23	39	690
52	Gnaiss	59	67	664
53	Granito-gnaiss	52	55	676
54	Gnaiss	23	39	694
55				
56	Rocha	74,5	D	
57	Granito	61	83	647
58	Migmatito	0	22	706
59	Granito	22	24	719
60	Granito	104	128	600
61	Granito Gnaiss	20	28	739
62				
63	Granito	42	66	691
64	Uso Industrial/Sanitário-25 m ³ /h-10h/dia			
65		100	101	627
66	Gnaiss, c/ felds.K, qz, biotita, pirox./anfib.	16	18	740
67	Gnaiss	0	42	714
68	Migmatito	14	19	763
69	Granito	4	76	682
70	350 m ³ /dia			
71				
72	Granito	15	24	734
73	Granito	12	24	735
74				
75	ñ atingiu rocha			
76				
77	Gnaiss	174	175	558,66
78				
79	Granito	118	122	617,4
80				
81	ñ atingiu rocha			
82	ñ atingiu rocha			
83				
84	Gnaiss	54	D	
85	ñ atingiu rocha			
86	Rocha	196	D	
87	Gnaiss	17	26	774
88	Granito gnaiss	21	22	
89	Gnaiss	28	57	700
90				
91				
92	Rocha		100	624
93	Rocha	105	D	
94	Gnaiss	96	109,5	624,5
95	Rocha		102	622

	A	B	C	D	E	F
1	nº poço	nº da empresa de perfur.	nº do poço	Folha Topo-gráfica	Muni-cípio	LOCALIZAÇÃO
96	13A	C-1376/5	5	3446	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 225
97	9A	HG-848	11	3446	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 225
98	10A	—	12	3446	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 225
99	3A	C-902/2	4	3446	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 225
100	8A	—	10	3446	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 225
101	4A	C-1549/6	6	3446	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 225
102	11A	H-511	13	3446	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 225
103	6A	C-1928/8	8	3446	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 225
104	5A	C-1815/7	7	3446	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 225
105	34A	C-377	—	3446	GR	ROD. PRES. DUTRA KM 226
106	3D	C-1216/1	—	4435	GR	AV.BAQUIRIVU, 26 - CUMBICA
107	10H	—	—	4434	GR	AV. JOSÉ MIGUEL ACKEL, 1800
108	11H	—	—	4434	GR	AV. JOSÉ MIGUEL ACKEL, 1800
109	49A	—	—	3446	GR	AV.MONTEIRO LOBATO, 1000 - VILA MIRIAM
110	7H	C-2510/1	—	4434	GR	R. EMÍLIA GOLIN, 250
111	8H	C-2529/2	—	4434	GR	R. EMÍLIA GOLIN, 250
112	40A	C-1440/1	—	3446	GR	R. DAS PALMEIRAS, 10 - V. AUGUSTA
113	41A	C-2845/2	—	3446	GR	R. DAS PALMEIRAS, 10 - V. AUGUSTA
114	44E	C-1681/6	—	4433	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 218,3
115	45E	C-607/72	—	4433	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 218,3
116	43E	C-1685/7	—	4433	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 218,3
117	41E	C-1668/5	—	4433	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 218,3
118	47E	C-1660/4	—	4433	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 218,3
119	42E	C-1447/3	—	4433	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 218,3
120	46E	C-1423/2	—	4433	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 218,3
121	48E	C-1417/1	—	4433	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 218,3
122	2L	—	—	4441	AJ	AV. NIPPON, S/N
123	3L	—	—	4441	AJ	AV. NIPPON, S/N
124	4L	FH-167/3	3	4441	AJ	AV. NIPPON, S/N.
125	14A	—	—	3446	GR	R. DO ROSARIO, 200
126	15A	TJ-855	—	3446	GR	R. DO ROSARIO, 200
127	16A	—	—	3446	GR	R. DO ROSARIO, 200
128	17A	C-1103/2	—	3446	GR	R. DO ROSÁRIO, 200
129	18A	—	—	3446	GR	R. DO ROSARIO, 200
130	19A	—	—	3446	GR	R. DO ROSARIO, 200
131	20A	C-982	—	3446	GR	R. DO ROSÁRIO, 200
132	27D	C-1646/2	—	4435	GR	AV. 6, No. 50 - CUMBICA
133	28D	—	—	4435	GR	AV. 6, No. 50 - CUMBICA
134	26E	TJ-2857	1	4433	GR	ESTR. VELHA DE SÃO MIGUEL, 540-CUMBICA
135	28A	P-855	—	3446	GR	R.LUIZ RODR.DE FREITAS,S/N-JD.STA.FRANC.
136	25E	—	—	4433	GR	ESTR. VELHA DE SÃO MIGUEL, 991-CUMBICA
137	20E	C-1531/1	3	4433	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 219 - JD.CUMBICA
138	18E	—	1	4433	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 219 - JD.CUMBICA
139	22E	—	6	4433	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 219 - JD.CUMBICA
140	21E	—	5	4433	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 219 - JD.CUMBICA
141	19E	—	2	4433	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 219 - JD.CUMBICA
142	23E	—	7	4433	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 219 - JD.CUMBICA

	G	H	I	J	K	L	M
1	PROPRIETÁRIO	Coord km EO	Coord km NS	Cota (m)	Ano perf.	CIA per furadora	Prof. (m)
96	LABORATÓRIOS PFIZER LTDA.	345,88	7403,6	724	1968	CORNER	111
97	LABORATÓRIOS PFIZER LTDA.	345,88	7403,68	724	1986	HIDGESP	185
98	LABORATÓRIOS PFIZER LTDA.	345,88	7403,56	724	1986	HIDGESP	186
99	LABORATÓRIOS PFIZER LTDA.	345,95	7404,02	733	1958	CORNER	106
100	LABORATÓRIOS PFIZER LTDA.	346,05	7403,48	726	1983	HIDTOKA	193
101	LABORATÓRIOS PFIZER LTDA.	346,08	7403,56	726	1971	CORNER	104
102	LABORATÓRIOS PFIZER LTDA.	346,12	7403,55	726	1987	HIDGESP	196
103	LABORATÓRIOS PFIZER LTDA.	346,15	7403,57	726	1974	CORNER	115
104	LABORATÓRIOS PFIZER LTDA.	346,26	7403,06	729	1974	CORNER	109
105	LAMASA-LAMIN. MADEIR. DUTRA S/A	345,57	7403,65	727	1969	CORNER	145
106	LIQUID CARBONIC INDÚSTRIAS S/A	348,12	7404,15	728	1964	CORNER	100
107	MAQUINAS TEXTEIS RIBEIRO	354,62	7406	803	1971	CORNER	152
108	MAQUINAS TEXTEIS RIBEIRO	354,62	7405,91	803	1974	CORNER	155
109	MELITTA DO BRASIL IND.COM.LTDA.	345,3	7403,87	730	1973	AIR-DRIL	169
110	METALÚRGICA GOLIN S/A	359,13	7409,25	764	1979	CORNER	200
111	METALÚRGICA GOLIN S/A	359	7409,36	762	1980	CORNER	200
112	MICROLITE S/A IND. E COM.	342,95	7402,78	752	1969	CORNER	113
113	MICROLITE S/A IND.E COM.	342,93	7402,8	752	1983	CORNER	199
114	NEC DO BRASIL-ELETR.E COMUN.LTD	352,33	7406,42	787	1973	CORNER	206
115	NEC DO BRASIL-ELETR.E COMUN.LTD	352,17	7406,49	783	1972	AIR-DRIL	289
116	NEC DO BRASIL-ELETR.E COMUN.LTD	352,42	7406,18	807	1973	CORNER	213
117	NEC DO BRASIL-ELETR.E COMUN.LTD	352,35	7406,09	805	1972	CORNER	198
118	NEC DO BRASIL-ELETR.E COMUN.LTD	352,23	7406,55	782	1972	CORNER	300
119	NEC DO BRASIL-ELETR.E COMUN.LTD	352,28	7406,22	793	1969	CORNER	169
120	NEC DO BRASIL-ELETR.E COMUN.LTD	352,34	7406,5	785	1969	CORNER	80
121	NEC DO BRASIL-ELETR.E COMUN.LTD	352,25	7406,32	790	1969	CORNER	140
122	NIPPON COUNTRY CLUB	359,95	7410,3	788	1978	AIR-DRIL	121
123	NIPPON COUNTRY CLUB	359,95	7410,3	788	D	D	60
124	NIPPON COUNTRY CLUB	359,94	7410,36	775	1995	FALCÃO	133
125	NORTON DO BRASIL	344,73	7404,1	758	1959	T.JANER	140
126	NORTON DO BRASIL	344,73	7404,12	758	1959	T.JANER	174
127	NORTON DO BRASIL	344,75	7404,1	758	1960	T.JANER	30
128	NORTON DO BRASIL	344,78	7404,1	755	1962	CORNER	86
129	NORTON DO BRASIL	344,93	7404,07	748	1974	CORNER	163
130	NORTON DO BRASIL	344,85	7404	748	1969	CORNER	105
131	NORTON DO BRASIL	344,97	7404,03	745	1960	CORNER	25,6
132	OXIGENIO DO BRASIL S/A	350,31	7403,52	728	1972	CORNER	96
133	OXIGENIO DO BRASIL S/A	350,45	7403,43	728	1962	CORNER	85
134	OXYLIN S.A - IND. TINTAS TÉCN.	351,23	7405,73	792	1981	T.JANER	300
135	PEDREIRA DUTRA	344,56	7402,77	727	1992	AGUABR	176
136	PERMETAL S/A - METAIS PERFURAD.	351,3	7405,9	792	1974	T.JANER	250
137	PÉRSICO PIZZAMIGLIO S/A	351,68	7406,45	774	1971	CORNER	127
138	PÉRSICO PIZZAMIGLIO S/A	351,42	7406,54	759	1971	CORNER	143
139	PÉRSICO PIZZAMIGLIO S/A	351,78	7406,48	774	1977	CORNER	412
140	PÉRSICO PIZZAMIGLIO S/A	351,33	7407,33	760	1977	CORNER	403
141	PÉRSICO PIZZAMIGLIO S/A	351,12	7407,32	748	1971	CORNER	164
142	PÉRSICO PIZZAMIGLIO S/A	351,27	7407,45	757	1978	CORNER	450

	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
1	Ø útil (pol)	Início filtros (m)	Fim filtros (m)	Prof. N.E. (m)	Prof. N.D. (m)	VAZÃO (m3/h)	Mês medi- ção	Ano medi- ção	Temp bomb. (h)	Tipo uso	Estado do poço
96	8	60	99	45,5	53	50	9	68	12	IN	SOTER.
97	8	D	D	61,2	102	2,828	5	94	24	IN	DESAT.
98	8	Ñ	Ñ	D	D	12	1	95	24	IN	EQUIP.
99	11	46	101	15	18	60	9	58	19	IN	SOTER.
100	8	52	105	78	92	30	11	83	24	IN	DESAT.
101	8	61	97	64	72	46	6	71	16	IN	SOTER.
102	8	Ñ	Ñ	117,3	148,84	21,4	8	87	24	IN	EQUIP.
103	8	78	107	58	98	16	12	74	24	IN	SOTER.
104	8	63	98	48	84	18	1	74	24	IN	SOTER.
105	8	D	D	46,5	75	25	10	69	16	IN	EQUIP.
106	8	41	94	22	42	30	4	64	16	IN	EQUIP.
107	D	D	D	20	95	5	D	D	D	IN	EQUIP.
108	D	D	D	35	96	5,7	D	D	D	IN	EQUIP.
109	8	50	59	75	92	4,9	0	73	D	IN	EQUIP.
110	6	Ñ	Ñ	0	0	0	10	79	2,5	IN	SOTER.
111	6	Ñ	Ñ	8	87	6,8	1	80	12	IN	EQUIP.
112	8	63	103	55	59,5	20	11	69	16	IN	EQUIP.
113	6	77	183	70,8	80,55	30	9	83	24	IN	EQUIP.
114	8	D	D	56	132	1,5	3	73	6	IN	SOTER.
115	8	36	56	29	118	2,9	10	72	D	IN	SOTER.
116	8	D	D	91	124	7,5	1	73	26	IN	SOTER.
117	8	D	D	59	120	6,9	11	72	22	IN	SOTER.
118	8	D	D	51	140	9	12	72	18	IN	SOTER.
119	8	58	82	63	95	5	9	69	27	IN	SOTER.
120	6	13	54	9	51	3	6	69	16	IN	SOTER.
121	6	58	86	20	85	1,9	3	69	16	IN	SOTER.
122	6	16	22	48,4	73	3,65	8	78	D	RECR.	EQUIP.
123	D	D	D	1	20	2	D	D	D	PR	DESAT.
124	6	Ñ	Ñ	16,13	89,9	11,43	4	95	24	RECR.	EQUIP.
125	6	—	—	D	D	0,1	2	59	24	IN	SOTER.
126	6	20	35	14	60	3,2	6	59	24	IN	SOTER.
127	D	—	—	4	20	2	D	D	D	IN	SOTER.
128	8	18	84	16	32	28,8	2	62	24	IN	SOTER.
129	8	—	—	62	145	7	5	74	24	IN	SOTER.
130	8	—	—	49	63	20	10	69	23	IN	SOTER.
131	8	9	22	0	0	0	5	60	1	IN	SOTER.
132	8	57	61	51	62	16	7	72	15	IN	EQUIP.
133	8	—	—	56,3	65,8	7,9	7	75	1	IN	DESAT.
134	6	Ñ	Ñ	174	198	1,5	2	81	24	IN	DESAT.
135	6	103,5	172,3	86	D	13,2	4	92	24	IN	EQUIP.
136	6	96	136	106	109	8,7	10	74	22	IN	EQUIP.
137	6	57	61	1	85	6,5	6	71	16	IN	DESAT.
138	8	—	—	29	110	35	9	71	16	IN	DESAT.
139	6	277	403	100	132	22	D	77	D	IN	EQUIP.
140	8	Ñ	Ñ	85	140	7	D	77	D	IN	EQUIP.
141	8	Ñ	Ñ	4	120	0,8	8	71	16	IN	DESAT.
142	8	31	63	18	181	1,8	6	78	24	IN	DESAT.

	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF
1	TIPO DE AQUÍF	PROF. DA BASE	OBSERVAÇÕES	COTA TOPO EMB.	CAP. ESP. m³/h/	Ø REV INTER (pol)	Prof.Rev. Int. (m)	1Ø PERF. (pol)
96	S	111	POROSIDADE	613	6,667	8	101	18
97	M	104	F.112;114	620	0,069	8	110	20
98	C	114	F.176	610	D	8	126	12 1/4
99	S	106	POROSIDADE	627	20	12	106	20
100	M	103	F. 170	623	2,143	8	113	
101	S	102	POROSIDADE	624	5,75	8	104	20
102	C	104	FENDAS	622	0,679	8	116,5	24
103	S	113	POROSIDADE	613	0,4	8	115	20
104	S	108	POROSIDADE	621	0,5	8	109	20
105	S	129	SED.POROSOS	598	0,877	8	130	20
106	S	100,3	SED.POROSOS	627,7	1,5	8	100,3	20
107	M	34	D	769	0,067	D	D	D
108	M	63	D	740	0,093	D	D	D
109	C	96	FENDAS	634	0,288	D	D	D
110	C	13		751	0	8	24	10
111	C	30	FENDAS	732	0,086	8	38,4	10
112	S	107	SED. POROSOS	645	4,444	8	112,5	20
113	S	194	SED.POROSOS	558	3,077	6	199	15
114	M	159	SEDIMENTOS	628	0,02	8	160	18
115	M	180	SEDIMENTOS	603	0,033	D	D	D
116	S	212	SEDIMENTOS	595	0,227	8	213	18
117	S	194	SEDIMENTOS	611	0,113	8	198	18
118	C	110	FENDAS	672	0,101	8	111	16
119	S	168	D	625	0,156	8	169	18
120	S	79	SEDIMENTOS	706	0,071	6	80	15
121	S	139	D	651	0,029	6	140	15
122	C	24	FENDAS	764	0,148	6	27	22
123	C	D	D	D	0,105	D	D	D
124	C	0	F. 120, 130	775	0,155	6	14,5	12 1/4
125	C	30		728	D	D	D	D
126	C	30	F. 20, 35, 155	728	0,07	D	D	D
127	S	30		728	0,125	D	D	D
128	S	82	SEDIM. POROSOS	673	1,8	8	86	20
129	C	98		650	0,084			
130	S	80		668	1,429			
131	S	19		726	0	8	25,6	10
132	S	87	SEDIM. POROSOS	641	1,455	8	96	24
133	S	85		643	0,832			
134	C	165	F.271	627	0,063	6	167	18
135	S	169	SED.POROSOS	558	D	6	160	17 1/2
136	M	145	D	647	2,9	D	D	D
137	S	52	SED.POROSOS	722	0,077	6	77,5	18
138	S	100	D	659	0,432	6	D	D
139	C	76	FENDAS	698	0,688	6	325	24
140	C	8	FENDAS	752	0,127	10	22	12
141	S	108	D	640	0,007	6	D	D
142	C	12	FENDAS	745	0,011	8	71	10

	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM
1	1PROF. PERF.(m)	2Ø PERF. (pol)	2 PROF. PERF.(m)	3Ø PERF. (pol)	3 PROF. PERF.(m)	4° Diâm. Perf. (pol)	4°Prof. da Perf. (m)
96	14,3	14	111				
97	20	15 1/2	1105	8 1/2	110	8	185
98	116	10	126	8	186		
99	12	18	106				
100							
101	15	18	104				
102	12,15	12 1/4	107	10	116,5	8	196
103	12	18	115				
104	9	18	109				
105	32	18	130				
106	100,3						
107	D	D	D				
108	D	D	D				
109	D	D	D				
110	9	8	65	6	200		
111	39	8	55	6	200		
112	25	18	112,5				
113	15	12 1/4	199				
114	160	8	182	6	206		
115	D						
116	213						
117	198						
118	111	8	300				
119	169						
120	80						
121	100	13	140				
122	6	15	20	9 7/8	28	6	121
123	D	D	D				
124	8,5	9 7/8	14,5	6	133		
125	D	D	D				
126	D	D	D				
127	D	D	D				
128	86						
129							
130							
131	22	8	25,6				
132	30	18	96				
133							
134	18	8 1/2	167	6	300		
135	12	12 1/4	171,6	8 1/2	176,3		
136	D						
137	71,5	8	77,5	6	127		
138	D	D	D	D	D	D	D
139	18	18	85	12	97,5	10	170
140	22	10	38	8	305	6	403
141	D	D	D	D	D	D	D
142	71	8	450				

	AN	AO	AP	AQ
1	GEOLOGIA	Início rocha alter. (m)	Início rocha sã (m)	cota rocha sã
96	Rocha	109	111	613
97	Rocha	104	110	614
98	Gnaiss	114	125	599
99	Rocha		106	627
100	Rocha		103	623
101	Rocha		102	624
102	Gnaiss	104	116,5	609,5
103	Rocha		113	613
104	Rocha		108	621
105				
106	rocha		100,3	702,7
107				
108				
109				
110	Granito-gnaiss	13	47	717
111	Granito-gnaiss	30	36	726
112	rocha	104	112	640
113	rocha	194	196	556
114				
115	Granito-gnaiss	180	183	600
116				
117				
118				
119				
120	Rocha	79 D		
121				
122				
123				
124	Solo alteração - Granito			
125				
126				
127				
128				
129				
130				
131				
132	Rocha alterada	87	95	633
133				
134	Gnaiss	165	167	625
135	Rocha	169	175	552
136	EM 1993-NE = 121m;ND = 122m;Q = 6,08m ³ /h			
137	Gnaiss	52	127	647
138				
139	Gnaiss	76	97	677
140	Gnaiss	8	11	749
141				
142	Gnaiss	23	71	686

	A	B	C	D	E	F
1	nº poço	nº da empresa de perfur.	nº do poço	Folha Topo-gráfica	Muni-cípio	LOCALIZAÇÃO
143	9D	TJ-2186/1		4435	GR	AV.ABRAÃO LINCON, S/N - CUMBICA
144	1I	TJ-2940	1	4432	GR	ESTR.DO MORRO GRANDE, 3.333-BONSUCES.
145	13H	P-641/89		4434	GR	PARQUE INDUSTRIAL-BONSUCESO
146	1L	P-642/89		4441	AJ	R. LICATEM - ARUJÁ
147	2D			4435	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 224
148	1D	C-1135/1		4435	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 224
149	3N	T-2209	2	4442	AJ	ESTRADA DOS FERNANDES, S/N
150	2N	TJ-2209	1	4442	AJ	ESTRADA DOS FERNANDES, S/N
151	20H	C-2811/1		4434	GR	R. DOIS, LOTE 11 - CENTRO INDUST. GUAR.
152	47A	TJ-1130		3446	GR	AV. MONTEIRO LOBATO, 2321 - SÃO ROQUE
153	9H	TJ-2809		4434	GR	R. SÍLVIO MANFREDI, 100 - CUMBICA
154	27E			4433	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 218
155	12I	C-3041/7		4432	GR	AV. ARMANDO BEY - IGREJA STO.ANTONIO
156	11I	C-3526/10		4432	GR	R. 13, S/N - JARDIM ÁLAMO
157	2K	C-3527/11		4443	GR	R. PADRE MARCOS, S/Nº - JD. ARACÍLIA
158	29A	C-1427/1		3446	GR	ROD.PRES.DUTRA KM228-JD.STA.FRANCISCA
159	7I	C-3420/9		4432	GR	R.SERRA DA MANTIQUEIRA - V. CARMELA II
160	8I	C-3419/8		4432	GR	R.ZEFERINO ALVES DE OLIVEIRA-J.PTE.ALTA
161	54E	H-581		4433	GR	JARDIM CUMBICA
162	10I	H-592		4433	GR	R. 13, S/N
163	24H	C-2983/5		4434	GR	JARDIM MARIA DIRCE
164	17H	C-3040/1		4434	GR	CONJ.MARCOS FREIRE- PIMENTAS
165	1C	H-802		3442	GR	ESTRADA DO CABUÇU
166	2C	H-922		3442	GR	R. PORTO LUCENA, 32 - RECREIO SÃO JORGE
167	50A	C-1429		3446	GR	R. WASHINGTON LUIZ,226
168	51A	C-1430		3446	GR	R. WASHINGTON LUIZ,226
169	3F	H-923		4431	GR	PARQUE PRIMAVERA
170	5I	H-814		4432	GR	R.SÃO PEDRO - JD. NOVA BONSUCESO
171	1B	C-3396		3444	GR	R.OTÁVIO BRAGA DE MESQUITA,
172	12H			4434	GR	R. AMÂNCIO GAIOLLI, S/N - BONSUCESO
173	25H	H-909		4434	GR	R. SANTA CLARA, 140 - BONSUCESO
174	3K	P-650/89		4443	GR	R.MONSENHOR HIPÓLITO,1203-BONSUCESO
175	14H			4434	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 213
176	15H	C-2063/2		4434	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 213
177	26H			4434	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 213
178	1F	FH-774		4431	GR	R. DA CERÂMICA, 59
179	2F	H-839		4431	GR	R. DOS METALÚRGICOS, 147-PQ. PRIMAVERA
180	5E			4433	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 222,5 - CUMBICA
181	3E	FH-197/4		4433	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 222,5 - CUMBICA
182	4E	TJ-1542/1		4433	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 222,5 - CUMBICA
183	5D	TJ-1542/2		4435	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 222,5 - CUMBICA
184	6D	TJ-1203/2		4435	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 222,5 - CUMBICA
185	4D			4435	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 222,5 - CUMBICA
186	32A	C-2401/1		3446	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 228
187	51E	C-2007/3		4433	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 217,5
188	52E	C-1875/1		4433	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 217,5
189	53E	C-1920/2		4433	GR	ROD.PRES.DUTRA KM 217,5

	G	H	I	J	K	L	M
1	PROPRIETÁRIO	Coord km EO	Coord km NS	Cota (m)	Ano perf.	CIA per furadora	Prof. (m)
143	PETROBRÁS-DTCS-G.GUAR/SEGUAR	352,32	7403,62	754	1975	T.JANER	200
144	PFIZER-FAZENDA EXPERIMENTAL	357,34	7413,37	785	D	T.JANER	171
145	PIAL ELETRO-ELETRÔN. LTDA	358,46	7407,34	808	1989	POLITI	150
146	POLIPRINT IND.COM. EMB.PLÁST.	364,12	7410,48	808	1989	POLITI	248
147	QUAKER ALIMENTOS LTDA	347	7404,45	728	1973	CORNER	148
148	QUAKER ALIMENTOS LTDA	347,07	7404,44	731	1962	CORNER	80
149	RADIADORES BRASIL	366,6	7411,82	787	1976	T.JANER	200
150	RADIADORES BRASIL	366,85	7412	787	1975	T.JANER	350
151	RADIADORES VISCONDE LTDA	358,8	7408,96	777	1982	CORNER	120
152	REISKY S/A IND. E COM.	346,77	7404,47	745	1964	T.JANER	153
153	RODIZ. E CARRINHOS ROD-CAR	353,69	7406,43	767	1975	T.JANER	76
154	RODOVIÁRIA RANDON S/A	353,13	7407,11	754	1987	AGUABR	250
155	SAAE - GUARULHOS	357,05	7410,81	790	1985	CORNER	103
156	SAAE - GUARULHOS	359,2	7410,14	759	1991	CORNER	220
157	SAAE - GUARULHOS	360,07	7409,27	760	1991	CORNER	220
158	SAAE-GUARULHOS	344,22	7403,25	728	1969	CORNER	132
159	SAAE-GUARULHOS	357,79	7411,47	790	1990	CORNER	150
160	SAAE-GUARULHOS	355,05	7411,18	783	1990	CORNER	150
161	SAAE-GUARULHOS	353	7405,8	795	1988	HIDGESP	175
162	SAAE-GUARULHOS	359,2	7410,42	762	1990	HIDGESP	254
163	SAAE-GUARULHOS	354,57	7407,17	766	1985	CORNER	150
164	SAAE-GUARULHOS	355,4	7405,78	768	1985	CORNER	26
165	SAAE-GUARULHOS	343,07	7410,84	756	1991	HIDGESP	220
166	SAAE-GUARULHOS	345,12	7410,85	800	1991	HIDGESP	220
167	SAAE-GUARULHOS	344,18	7403,02	728	1969	CORNER	134
168	SAAE-GUARULHOS	344,06	7402,95	728	1969	CORNER	128
169	SAAE-GUARULHOS	348,27	7410,37	747	1991	HIDGESP	160
170	SAAE-GUARULHOS	357,04	7410,81	792	1990	HIDGESP	101
171	SAFELCA	346,5	7407,67	735	1989	CORNER	130
172	SARAIVA S/A LIVREIROS EDITORES	358,05	7407,95	793	1993	POLITI	152
173	SERVIGAS - DISTR. DE GAS S/A	353,78	7407,3	754	1991	HIDGESP	250
174	SEVEN BOYS	360,05	7408,4	802	1990	POLITI	170
175	SEW MOTOREDUTORES	357,06	7408,79	774	1984	AIR-DRIL	198
176	SEW MOTOREDUTORES	357,13	7408,58	776	1976	CORNER	200
177	SHELL DO BRASIL	357,58	7409	765	1970	T.JANER	200
178	SILVA RADAR TRANSP.LOC.MAQ.LTD.	352,2	7409,66	747	1995	FALCÃO	135
179	SIND.DOS METALÚRG. GUARULHOS	347,9	7411,28	800	1991	HIDGESP	200
180	SKF DO BRASIL LTDA	347,8	7404,92	753	1969	T.JANER	200
181	SKF DO BRASIL LTDA	348,35	7405,05	760	1990	FALCÃO	210
182	SKF DO BRASIL LTDA	348,37	7405,5	760	1966	T.JANER	201
183	SKF DO BRASIL LTDA	347,8	7404,9	730	1970	T.JANER	200
184	SKF DO BRASIL LTDA	348,1	7404,78	750	1966	T.JANER	158
185	SKF DO BRASIL LTDA	348,22	7404,82	758	1969	T.JANER	300
186	TÉCNICO INDUSTRIAL DO BRASIL LTD.	343,15	7402,03	727	1978	CORNER	150
187	THAMCO IND.COM.ÔNIBUS LTDA.	352,91	7407,39	749	1975	POLITI	266
188	THAMCO IND.COM.ÔNIBUS LTDA.	352,83	7407,29	752	1974	CORNER	250
189	THAMCO IND.COM.ÔNIBUS LTDA.	352,95	7407,12	752	1975	CORNER	274

	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
1	Ø útil (pol)	Início filtros (m)	Fim filtros (m)	Prof. N.E. (m)	Prof. N.D. (m)	VAZÃO (m³/h)	Mês medi- ção	Ano medi- ção	Temp bomb. (h)	Tipo uso	Estado do poço
143	6			53	150,5	6,455	7	75	24	IN	EQUIP.
144	6	Ñ	Ñ	48,1	154,1	3			24	IN	EQUIP.
145	6	Ñ	Ñ	7	69,05	18,418	10	89	24	IN	EQUIP.
146	6	12	18	9	60	1	11	89	19	IN	DESAT.
147	8	24	138	20	82	9	7	73	16	IN	DESAT.
148	8	12	38	17	47,5	7,2	11	62	16	IN	DESAT.
149	6	Ñ	Ñ	2	70	1,783	5	76	24	IN	EQUIP.
150	6	Ñ	Ñ	0	200	0,1	12	75	1	IN	LACRAD.
151	6	Ñ	Ñ	17	86	5,5	12	82	16	IN	EQUIP.
152	6	30,98	67,52	22	75	15	4	64	24	IN	DESAT.
153	6	19	73,78	12	53,3	6,745	4	80	24	IN	EQUIP.
154	6	Ñ	Ñ	117,5	187	4,4	11	87	24	IN	EQUIP.
155	6	44	89	46	72,3	20,31	9	85	24	PÚBLICO	DESAT.
156	6	Ñ	Ñ	0	150	0,1	10	91	1	PÚBLICO	DESAT.
157	6	Ñ	Ñ	7	150	0,1	10	91	1	PÚBLICO	DESAT.
158	8	64	104	49,5	62	51	7	69	24	PÚBLICO	EQUIP.
159	6	40	129	31,2	60,72	21,15	2	90	28	PÚBLICO	EQUIP.
160	8	48	114	34	57,71	40	2	90	24	PÚBLICO	EQUIP.
161	6	58,73	108,7	0	150	0,1	11	88	20	PUBL.	DESAT.
162	6	Ñ	Ñ	0	200	0,1	12	90	1	PÚBLICO	DESAT.
163	6	50	104	82	110	0,7	5	85	12	PÚBLICO	DESAT.
164	10	Ñ	Ñ	0	25	0,1	10	85	1	PUBL.	DESAT.
165	6	Ñ	Ñ	1,12	118,47	2,12	1	91	24	PÚBLICO	EQUIP.
166	6	Ñ	Ñ	9,95	130	4,5	D	91	24	PÚBLICO	EQUIP.
167	8	54	106	46	57	50	7	69	24	PÚBLICO	SOTER.
168	8	63	103	49	61	43	8	69	24	PÚBLICO	SOTER.
169	6	Ñ	Ñ	2	93,34	15,6	D	91	24	PUBL.	EQUIP.
170	8	48,06	89,72	39,65	82	8,5	12	90	24	PÚBLICO	EQUIP.
171						18,45				IN	EQUIP.
172	6	Ñ	Ñ	13,62	107,6	3,26	1	93	24	IN	EQUIP.
173	6	41,5	106,5	33,85	107,2	0,44	9	91	18	IN	TAMPON
174	6	97	115	1	115	4,5	2	90	24	IN	EQUIP.
175	6	Ñ	Ñ	22	150	0,1	10	84	D	IN	DESAT.
176	8	Ñ	Ñ	28	105	4	3	76	16	IN	DESAT.
177	6			3	70	0,7	8	70	8	IN	DESAT.
178	6	39,74	122	57,5	94,14	49,2	4	95	12	IN	EQUIP.
179	6	Ñ	Ñ	1	150	1	1	91	1	PART.	EQUIP.
180	6	81	85	34	45	12,3	12	69	24	IN	SOTER.
181	6	Ñ	Ñ	104,1	118,98	21,176	10	90	24	IN	EQUIP.
182	6			15	50	24	4	66	24	IN	SOTER.
183	6	72	75	35	64	24	11	70	24	IN	SOTER.
184	6			15	50	14	8	66	24	IN	LACRAD.
185	8			65	118	2	10	69	24	IN	DESAT.
186	6	73	120	52,5	102	16	10	78	16	IN	EQUIP.
187	8	Ñ	Ñ	122,8	154,4	12,571	10	93	24	IN	EQUIP.
188	6	67	177	11	140	4,8	9	74	20	IN	DESAT.
189	6	192	205	5	150	3,7	5	75	24	IN	DESAT.

	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF
1	TIPO DE AQUÍF	PROF. DA BASE	OBSERVAÇÕES	COTA TOPO EMB.	CAP. ESP. m³/h/	Ø REV INTER (pol)	Prof.Rev. Int. (m)	1Ø PERF. (pol)
143	C	69	FENDAS: 165, 170	685	0,066	8	78,33	12 1/4
144	C	40	F.148;154	745	0,028	6	59,4	17
145	C	0	FENDAS:130, 140	808	0,297	6	47	18
146	C	0	MANTO ALTERAÇÃO	808	0,02	6	20	10
147	C	48		680	0,145	6	148	20
148	M	36		695	0,236	8	44,2	20
149	C	6	FENDAS	781	0,026	6	12,4	15
150	C	8		779	5E-04	6	24	15
151	C	18	FENDAS	759	0,08	8	26,2	10
152	M	57		688	0,283	6	72	13
153	S	76	SED. POROSOS	691	0,163	6	76,18	20
154	C	D	FENDAS	D	0,063	6	66	8 1/2
155	S	99	SED.POROSOS	691	0,772	6	102,5	20
156	C	6		753	7E-04	14	6	20
157	C	0		760	0	Ñ	Ñ	20
158	S	130	SED. POROSOS	598	4,08	8	132	18
159	S	> 150	SED.POROSOS	640	0,716	8	100	26
160	S	> 150	SED.POROSOS	633	1,687	8	120	26
161	S	170	SEDIMENTOS FINOS	625	0	6	115,68	17 1/2
162	M	91		673	7E-04	6	92	17 1/2
163	S	96	SED. POROSOS	670	0,025	6	131	20
164	C	14	ROCHA GRANÍTICA	754	0	Ñ	Ñ	20
165	C	9	FENDAS	747	0,018	6	29	14 3/4
166	C	13	F.103,123,133	787	0,037	6	42,9	8 1/2
167	S	128		600	4,545	D	D	D
168	S	128		600	3,583	D	D	D
169	C	5	FENDAS	742	0,171	6	27,4	8 1/2
170	S	98	SED.POROSOS	694	0,201	8	97	20
171	S			735	D			
172	C	38	FENDAS	755	0,035	6	56	10
173	C	104,5		649,5	0,006	6	109,47	17 1/2
174	C	0	FENDAS	802	0,039	6	121	18
175	C	48	FENDAS	726	8E-04	6	105	15
176	C	10	FENDAS	766	0,052	8	70	10
177	C	0	F.80	765	0,01	D	D	D
178	S	130	SED.POROSOS	600	1,343	8	126	20
179	C	0	FENDAS	800	0,007	6	6	8
180	C	17	F. 84, 114, 179	736	1,118	6	112	14
181	C	8	FENDAS	752	1,423	6	25,75	17 1/2
182	C	45		715	0,686	6		
183	C	8	F. 65, 71, 114 a 119	722	0,828	6		
184	C	0	F. 83, 132, 139	750	0,4	6		
185	C	45	F. 281, 290	713	0,038	6		
186	S	> 150	SED.POROSOS	577	0,323	6	150	16
187	C	30	FENDAS	719	0,398	8	61,5	10
188	C	21	FENDAS	731	0,037	6	187	8
189	C	17		735	0,026	8	18	10

	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM
1	1PROF. PERF.(m)	2Ø PERF. (pol)	2 PROF. PERF.(m)	3Ø PERF. (pol)	3 PROF. PERF.(m)	4° Diâm. Perf. (pol)	4°Prof. da Perf. (m)
143	78,33	8	90	6	200		
144	12	8 1/2	59	6	171		
145	12	12	36	8	47	6	150
146	19	8	20	6	248		
147	3	17	8	16	58,5	8	148
148	43,5	8	80				
149	5	8	12	6	200		
150	6	8	18	6	350		
151	26	8	45	6	120		
152	57	8	72	6	153		
153	8	12 1/4	76				
154	66	6	250				
155	20	12 1/4	101	8 1/2	102,5		
156	6	9 7/8	54	8 1/2	56	6	220
157	6	9 7/8	18	8 1/2	20	6	220
158	132						
159	30	17 1/2	105	12 1/4	150		
160	30	17 1/2	130	12 1/4	150		
161	17	12 1/4	108	9 1/2	175		
162	10,5	10 5/8	92	6	254		
163	12	12 1/4	130	9 7/8	131	8 5/8	150
164	15,5	17 1/2	18	12	21	10	26
165	12	10	24	8	29	6	220
166	42,2	6	220				
167	D						
168	D						
169	26,8	6	160				
170	12	14 3/4	101				
171							
172	38	8	56	6	152		
173	12	12 1/4	94,5	8 1/2	109,47	6	250
174	11	12	82	8	120	6	170
175	49	9 7/8	75	8	102	6	198
176	70	8	200				
177	D						
178	12,2	14 3/4	130	8 1/2	135		
179	6	6	200				
180	15	8	112	6	200		
181	8	12 1/4	25,3	8	120	6	210
182							
183							
184							
185							
186	34,8	12	150				
187	61	8	250	6	266,2		
188	187	6	250				
189	18	8	206	6	274		

	AN	AO	AP	AQ
1	GEOLOGIA	Início rocha alter. (m)	Início rocha sã (m)	cota rocha sã
143	EM 17/11/93 - NE=98m; ND=165m; Q=4m3/h	69	77	677
144	Gnaiss	40	171	614
145	Gnaiss	0	34	774
146	Gnaiss	0	17	791
147	Gnaiss	48	76	652
148	Rocha	36	43,5	
149	Granito	6	12	775
150	Granito-gnaiss	8	22	765
151	Granito-gnaiss	18	26	751
152				
153	ñ atingiu rocha			
154				
155	Granito	99	100	690
156	Gnaiss, xistoso	6	54	705
157	Gnaiss qzo, fesp.K, biotita, muscovita	7	18	742
158	Rocha	130	D	
159	ñ atingiu embasamento	D	D	
160	ñ atingiu embasamento			
161	Granito	170	D	D
162	Gnaiss	91	97	665
163	Granito	96	150	616
164	Rocha sã - 14m			
165	Gnaiss	9	12	744
166	Gnaiss	13	40	760
167				
168				
169	Xisto c/ pirita disseminada	5	25	722
170	Gnaiss	98	99	693
171				
172	Gnaiss	38	56	737
173	Gnaiss	104,5	106	648
174	Gnaiss	0	72	730
175				
176	Granito gnaiss	10	200	576
177				
178	Rocha	130	D	D
179	Gnaiss	0	4	713
180	Granito			
181	Vazão atual = 15 m3/h			
182				
183	Granito	8	17	713
184				
185				
186	ñ atingiu rocha	D	D	
187	Granito-gnaiss	30	61	688
188				
189				

	A	B	C	D	E	F
1	nº poço	nº da empresa de perfur.	nº do poço	Folha Topo-gráfica	Muni-cípio	LOCALIZAÇÃO
190	3B	C-3434/2	—	3444	GR	R. PRINCIPE MIKASA, 260 - TABOÃO
191	2B	C-3434/2	—	3444	GR	R. PRINCIPE MIKASA, 260 - TABOÃO
192	43A	C-1741/2	—	3446	GR	R. SILVESTRE VASCONCELLOS CALMON, 204
193	44A	C-1335/1	—	3466	GR	R. SILVESTRE VASCONCELLOS CALMON, 204
194	16D	—	2	4435	GR	AV. POLIDURA, 100 - CUMBICA
195	33E	—	—	4433	GR	R. ITAPARANTIM, 1224
196	32E	H-368	—	4433	GR	R. ITAPARANTIM, 1224
197	60E	—	—	4433	GR	AV. MONTEIRO LOBATO
198	4I	—	—	4432	GR	ESTR. DA CAPUAVA, 4895-NOVA BONSUCES
199	55E	T-1877/3	3	4433	GR	ROD. PRES. DUTRA KM 222
200	57E	T-1877/2	2	4433	GR	ROD. PRES. DUTRA KM 222
201	58E	T-1877/1	1	4433	GR	ROD. PRES. DUTRA KM 222
202	56E	C-1601/1	—	4433	GR	CUMBICA
203	18D	—	—	4435	GR	AV. MONTEIRO LOBATO, 3000
204	1E	H-870	—	4433	GR	R. ESTRELA D'OESTE, 701
205	49E	C-1878	—	4433	GR	ROD. PRES. DUTRA KM 218,5
206	50E	C-1923	—	4433	GR	ROD. PRES. DUTRA KM 218,5
207	21H	C-3178/1	—	4434	GR	AV. PAPA JOÃO PAULO I, 1200A-BONSUCESSO

	G	H	I	J	K	L	M
1	PROPRIETÁRIO	Coord km EO	Coord km NS	Cota (m)	Ano perf.	CIA per furadora	Prof. (m)
190	TINT. E ESTAMP.DE TEC.NOVACAP LT.	345,95	7407,53	767	1990	CORNER	150
191	TINT.E ESTAMP.DE TEC. NOVACAP LT.	346	7407,52	767	1970	CORNER	155
192	TINT.E ESTAMP.DE TEC.TINTANYL LT.	342,85	7403,85	772	1973	CORNER	186
193	TINT.E ESTAMP.DE TEC.TINTANYL LT.	342,87	7403,9	772	1973	CORNER	129
194	TINTAS RENNER S/A	350,65	7404,45	752	1968	CORNER	142
195	TRANSP. CIDADE DE GUARULHOS	352,96	7408,77	750	1989	HIDGESP	97
196	TRANSP. NOVA DIADEMA	352,93	7408,79	750	1986	HIDGESP	129
197	TRANSPORTADORA ITAPEMIRIM	348,25	7405,41	772	1992	FALCÃO	225
198	VESKA IND.COM.METAIS LTDA.	356,12	7412,8	805	1986	HIDGESP	205
199	VIAÇÃO ITAPEMIRIM	348,55	7405,04	757	1980	T.JANER	215
200	VIAÇÃO ITAPEMIRIM	348,42	7405,1	760	1980	T.JANER	200
201	VIAÇÃO ITAPEMIRIM	348,46	7405,22	757	1980	T.JANER	241
202	VULCAN MATERIAL PLÁSTICO S/A	352,54	7406,2	798	1972	CORNER	148
203	VULCOURO	346,94	7404,55	736	1973	TRINGIL	123
204	WARNER LAMBERT IND. E COM.LTDA.	346,9	7406,73	734	1990	HIDGESP	153
205	YAMAHA MOTOR DO BRASIL LTDA.	352,05	7406,65	783	1974	CORNER	300
206	YAMAHA MOTOR DO BRASIL LTDA.	351,93	7406,97	788	1975	CORNER	200
207	ZITO PEREIRA IND. COM. PEÇAS	357,56	7409,07	765	1978	CORNER	210

	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
1	Ø útil (pol)	Início filtros (m)	Fim filtros (m)	Prof. N.E. (m)	Prof. N.D. (m)	VAZÃO (m3/h)	Mês medi- ção	Ano medi- ção	Temp bomb. (h)	Tipo uso	Estado do poço
190	6	76	144	68,3	78	13	5	90	24	IN	EQUIP.
191	6	D	D	39	78	24	5	70	D	IN	DESAT.
192	6	64	185	80	93	28,8	7	73	20	IN	EQUIP.
193	6	70	123	59	72	24	9	67	16	IN	LACRAD.
194	8	36	114	34	68	24	2	68	24	IN	EQUIP.
195	6	29	94	50,25	84	13,8	10	89	24	COM.	EQUIP.
196	6	49	117	22,76	96,14	22	11	86	24	COM.	EQUIP.
197	6	Ñ	Ñ	38,25	134,72	13,65	5	92	26	PART.	EQUIP.
198	6	126,5	197,3	93,43	116,39	20	4	86	24	IN	EQUIP.
199	6	Ñ	Ñ	128	158,7	8	10	80	24	IN	EQUIP.
200	6	Ñ	Ñ	0	150	0,1	10	80	1	PART.	LACRAD.
201	6	Ñ	Ñ	16	58,15	2,08	10	80	24	PART.	EQUIP.
202	8	55	138	63	105	8	1	72	64	IN	EQUIP.
203	8	Ñ	Ñ	26	80	8	D	73	D	IN	EQUIP.
204	6	63,5	145,5	46	57	37,2	10	90	24	IN	EQUIP.
205	6	58	110	24	180	0,4	11	74	7	IN	DESAT.
206	8	51	63	4	120	2,5	2	75	22	IN	DESAT.
207	8	Ñ	Ñ	82	200	0,1	9	78	1	PART.	TAMPON

	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF
1	TIPO DE AQUÍF	PROF. DA BASE	OBSERVAÇÕES	COTA TOPO EMB.	CAP. ESP. m³/h/	Ø REV INTER (pol)	Prof.Rev. Int. (m)	1Ø PERF. (pol)
190	S	> 205	SED. POROSOS	562	1,34	6	148	20
191	S	> 203	SEDIM. POROSOS	562	0,615	6		
192	S	185	SED.POROSOS	587	2,215	6	186	24
193	S	115	SED.POROSOS	657	1,846	6	129	20
194	S	> 145	SED.POROSOS	607	0,706	8	142	20
195	S	94,5	SED.POROSOS	655,5	0,409	6	94	26
196	S	125	SED.POROSOS	625	0,3	6	129	12 1/4
197	C	38	FENDAS	734	0,141	8 1/4	44,1	12 1/4
198	S	> 205	SED.POROSOS	600	0,871	6	201,78	17 1/2
199	C	28	FENDAS: 121, 158 e 152	729	0,261	6	44	15
200	C	10		750	7E-04	Ñ	Ñ	15
201	C	16	F. 58, 128	741	0,049	6	43,9	15
202	S	147	SED.POROSOS	651	0,19	8	148	24
203	C	50		686	0,148	D	D	D
204	S	153	SED.POROSOS	581	3,382	6	151,5	17 1/2
205	C	50	FENDAS	733	0,003	6	120	12
206	C	32	FENDAS	756	0,022	6	69	12
207	C	36	FENDAS	729	0	8	61	12 1/4

	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM
1	1PROF. PERF.(m)	2Ø PERF. (pol)	2 PROF. PERF.(m)	3Ø PERF. (pol)	3 PROF. PERF.(m)	4° Diâm. Perf. (pol)	4°Prof. da Perf. (m)
190	14,2	12 1/4	172	9 7/8	205		
191							
192	8	16	186				
193	7,14	18	115	12 1/2	129		
194	142						
195	11,6	14 3/4	97				
196	125	8 1/2	129				
197	41	10 5/8	44,1	8	65	6	225,36
198	12	12 1/2	204,5				
199	6	9 7/8	35	8 5/8	43,6	6	215
200	6	9 7/8	26	8 5/8	40	6	200
201	6	9 7/8	29	8 5/8	43,6	6	241
202	9	12	148				
203	D						
204	5,75	12 1/4	153,2				
205	51	10	75	8	120	6	300
206	32	10	69	8	200		
207	60	10	61	8	100	6	210

	AN	AO	AP	AQ
1	GEOLOGIA	Início rocha alter. (m)	Início rocha sã (m)	cota rocha sã
190	ñ atingiu rocha	D	D	
191	ñ atingiu rocha	D	D	
192	rocha		185	587
193	Rocha alterada	115	129	643
194		153	154	598
195	Xisto	94,5	96,5	653,5
196	Granito	125	D	D
197	Granito	38	41	731
198				
199	ATUAL NE = 128; ND = 158,7; Q = 8m³/h	28	40	717
200	Gnaisse	10	26	734
201	Gnaisse	16	29	728
202	Granito gnaisse	194	D	604
203				
204	ñ atingiu embasamento	D	D	
205	Rocha alterada	50	60	723
206	Rocha alterada	32	67	721
207	Granito gnaisse	26	60	705

TABELA 2**VALORES DE $1/u$ e $W(u)$ DA EQUAÇÃO DE THEIS****VALORES DE $1/u$ e $W(u, r/B)$ DA EQUAÇÃO DE HANTUSH**

VALORES DE 1/u E CORRESPONDENTES				
VALORES DE W(u).				
1/u	W(u)		1/u	W(u)
1,02040816	0,2269		1111,11111	6,4368
1,11111111	0,2694		1250	6,5545
1,25	0,3106		1428,57143	6,6879
1,42857143	0,3738		1666,66667	6,842
1,66666667	0,4544		2000	7,0242
2	0,5598		2500	7,2472
2,5	0,7024		3333,33333	7,5348
3,33333333	0,9057		5000	7,9402
5	1,2227		6250	8,1634
6,25	1,4092		8333,33333	8,4509
8,33333333	1,6595		10000	8,6332
10	1,8229		11111,1111	8,7386
11,1111111	1,9187		12500	8,8563
12,5	2,0269		14285,7143	8,9899
14,2857143	2,1508		16666,6667	9,144
16,6666667	2,2953		20000	9,3263
20	2,4679		25000	9,5495
25	2,6813		33333,3333	9,8371
33,3333333	2,9591		50000	10,2426
50	3,3547		62500	10,4657
62,5	3,5739		83333,3333	10,7534
83,3333333	3,8576		100000	10,9357
100	4,0379		111111,111	11,0411
111,111111	4,1423		125000	11,1589
125	4,2591		142857,143	11,2924
142,857143	4,3916		166666,667	11,4465
166,666667	4,5448		200000	11,6289
200	4,7261		250000	11,852
250	4,9482		333333,333	12,1397
333,333333	5,2349		500000	12,5451
500	5,6394		625000	12,7683
625	5,8621		833333,333	13,056
833,333333	6,1494		1000000	13,2383
909,090909	6,2363			
1000	6,3315			

Valores de $1/u$ e correspondentes valores de $W(u,r/B)$ para cada valor de r/B .									
	$W(u,r/B)$	$W(u,r/B)$	$W(u,r/B)$	$W(u,r/B)$	$W(u,r/B)$	$W(u,r/B)$	$W(u,r/B)$	$W(u,r/B)$	$W(u,r/B)$
$1/u$	$r/B=0$	$r/B=0,01$	$r/B=0,03$	$r/B=0,05$	$r/B=0,1$	$r/B=0,15$	$r/B=0,2$	$r/B=0,4$	$r/B=0,6$
1	0,2194	0,2194	0,2193	0,2193	0,219	0,2186	0,2179	0,2135	0,2065
1,111111	0,2602	0,2602	0,2601	0,2601	0,2597	0,2591	0,2583	0,2527	0,2436
2	0,5598	0,5598	0,5596	0,5594	0,5581	0,5561	0,5532	0,5344	0,5044
3,333333	0,9057	0,9056	0,9053	0,9047	0,9018	0,8969	0,8902	0,8457	0,7775
5	1,2227	1,2226	1,222	1,2209	1,2155	1,2066	1,1944	1,1145	0,9964
10	1,8229	1,8227	1,8213	1,8184	1,805	1,7829	1,7527	1,5644	1,3115
11,11111	1,9187	1,9185	1,9169	1,9136	1,8983	1,8732	1,8389	1,6272	1,3486
20	2,4679	2,4675	2,4642	2,4576	2,4271	2,3776	2,311	1,9283	1,4927
33,33333	2,9591	2,9584	2,9523	2,9409	2,8873	2,8017	2,6896	2,1031	1,5423
50	3,3547	3,3536	3,3444	3,3264	3,2442	3,1158	2,9521	2,1809	1,553
100	4,0379	4,0356	4,0167	3,9795	3,815	3,5725	3,2875	2,2253	1,555
111,1111	4,1423	4,1396	4,1186	4,0772	3,8952	3,6302	3,3239	2,2269	1,555
200	4,7261	4,7212	4,6829	4,6084	4,296	3,8821	3,4567	2,229	1,555
333,3333	5,2349	5,2267	5,1627	5,0408	4,5622	4,0092	3,4969	2,2291	1,555
500	5,6394	5,6271	5,5314	5,3538	4,7079	4,0445	3,5043	2,2291	1,555
1000	6,3315	6,3069	6,1202	5,7965	4,8292	4,0595	3,5054	2,2291	1,555

TABELA 3

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DAS ÁGUAS
SUBTERRÂNEAS DA BACIA DO RIO BAQUIRIVU-GUAÇU**

nº	PROPRIETÁRIO	Coord.	Coord.	Cota	Ano	PROF.	Vazão
poço		EO	NS		da	(m)	(m³/h)
					perfur.		
1K	ECAN-IND.COM.DE PROD.QUÍM.LTDA	363,94	7407,12	762	1988	251	0,7
12D	FORD IND. COM. LTDA.	351,43	7403,56	731	1979	200	4,5
30A	HOTEL MÓNACO	344,05	7403,85	743	1992	169	4,2
34E	IND.COM.PLÁST.ZARAPAST LTD	351,85	7407,45	767	1992	214	2,5
23H	INDUSTRIA DE MEIAS SCALINA LTDA.	355,18	7408,7	758	1993	209	6
5L	JEPIME MÓVEIS LTDA	363,7	7411,14	800	1973	180	6
18H	KARDOS COND. ELÉTRICOS	357,95	7409,35	757	1982	202	7,88
11A	LABORATÓRIOS PFIZER LTDA.	346,12	7403,55	726	1987	196	21,4
21E	PÉRSICO PIZZAMIGLIO S/A	351,33	7407,33	760	1977	403	7
9D	PETROBRÁS-DTCS-G.GUAR/SEGUAR	352,32	7403,62	754	1975	200	6,455
13H	PIAL ELETRO-ELETRÔN. LTDA	358	7407,25	790	1989	150	18,418
1L	POLIPRINT IND.COM. EMB.PLÁST.	364,12	7410,48	808	1989	248	1
2N	RADIADORES BRASIL	366,85	7412	787	1975	350	0
12H	SARAIVA S/A LIVREIROS EDITORES	358,05	7407,95	793	1993	152	3,26
2F	SIND.DOS METALÚRG. GUARULHOS	347,9	7411,28	800	1991	200	
3E	SKF DO BRASIL LTDA	348,35	7405,05	760	1990	210	21,176
55E	VIAÇÃO ITAPEMIRIM	348,55	7405,04	757	1980	215	11,17
	AQUÍFERO CRISTALINO: pH<7						
2E	HOTEL DEVILLE LTDA	347,63	7405,25	728	1991	157	6
26E	OXYLIN S.A - IND. TINTAS TÉCN.	351,23	7405,73	792	1981	300	1,5
22E	PÉRSICO PIZZAMIGLIO S/A	351,78	7406,48	774	1977	412	22
5D	SKF DO BRASIL LTDA	347,8	7404,9	730	1970	200	24
28H	INDÚSTRIAS JOÃO MAGGION LTDA.	358,1	7409,07	759	1994	200	1,12
27H	INDÚSTRIAS JOÃO MAGGION LTDA.	358,22	7409,16	758	1994	200	1,95
	AQUÍFERO CRISTALINO: pH>7						
26A	CORREA DA SILVA IND. E COM.	344,45	7403,1	727	1988	143	28
26D	EMAR -IND. E COM. LTDA	349,87	7404,18	732	1991	108,5	26,4
24D	IND. QUÍMICAS GIRARDI S/A	350,2	7402,87	728	1989	200	8,5
9E	INFRAERO-INFR. AEROPORTUÁRIA	347,46	7407,33	733,07	1989	180	39,3
11E	INFRAERO-INFR. AEROPORTUÁRIA	347,58	7408,02	733,66	1989	175,6	50
30E	INFRAERO-INFR. AEROPORTUÁRIA	347,45	7406,75	733,4	1991	212	62,9
9H	RODÍZ. E CARRINHOS ROD-CAR	353,69	7406,43	767	1975	76	6,745
8I	SAAE- JARDIM PONTE ALTA	355,05	7411,18	783	1990	150	40
7I	SAAE- VILA CARMELA II	357,79	7411,47	790	1990	150	21,15
	AQUÍFERO SEDIMENTAR: pH<7						
16E	INFRAERO-INFR. AEROPORTUÁRIA	348,8	7408,13	739,09	1987	155,7	24
17E	INFRAERO-INFR. AEROPORTUÁRIA	347,55	7407,55	734,2	1991	123	39,3
47A	REISKY S/A IND. E COM.	346,07	7404,3	739	1964	153	15
	AQUÍFERO SEDIMENTAR: pH>7						

nº	TIPO	PROF.	Data da	pH	Cond.	R.S. a	R.Min.	Dureza	Dureza	Dureza	SiO ₂
poço	DE	DA	coleta			103 °C	Fixo	total	Carb.	ñ Carb.	
	AQUÍF	BASE			µS/cm	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
1K	C	37	10.01.89	6,5		65	43	38	26	12	
12D	C	52	21.08.79	6,5		104	79	46	46	0	
30A	C	22	22.06.92	6,6		165	111	64	64	0	
34E	C	20	19.02.92	6,5		104	69	36	36	0	
23H	C	0	22.04.93	6,5		110	73	50	16	0,2	
5L	C	17	06.09.73	6,4		83	59	20	20	0	13,8
18H	C	28	19.03.82	6,2		97	68	70	20	50	6,7
11A	C	104	12.08.87	6,4		46	30	28	16	12	
21E	C	8				112	74	22	22	0	
9D	C	69	25.04.80	6,5	109,2	113	80	34	34	0	
13H	C	0	23.10.89	6,93		67		58			
1L	C	0	22.11.89	6,87	114	112		43			
2N	C	8	23.04.76	6,7		113	84	40	40	0	14,7
12H	C	38	13.01.93	6,6		108	72	50	46	44	
2F	C	0	14.02.91	6,7		192	127	118	70	48	
3E	C	8	09.11.90	6,6		183	121	102	84	18	
55E	C	28	06.10.80	6,2	89,1	86	60	28			6,2
			MÉDIA	6,54	104,1	109,4	76,7	50	38,5	13	10,3
2E	C	3	02.07.93	8,6		320		113	32	81	
26E	C	165	16.11.81	8,6	176,4	169	122	14	14	0	6,5
22E	C	76		8,5		188	155	48	48	0	
5D	C	0		8,4		63	47				22
28H	C	12	27.01.94	7,8	126			30	29,6	0,4	25
27H	C	15	19.01.94	7,5	136			25	24,7	0,3	30
			MÉDIA	8,23	146	185	108	46	30	16	21
26A	S	142,5	04.05.88	6,7		101	79	46	46	0	
26D	S	106	07.11.91	6,6		149	98	54	50	4	
24D	M	104	14.02.89	6,7		136	90	80	62	18	
9E	S	180	01.06.95	6,64	79	75		29	19	10	
11E	S	174	01.06.95	6,58	76	70		27	18	9	
30E	S	212	02.06.93	6,6		94		19			
9H	S	76	08.04.80	6,5	110,8	107	81	16	16	0	5,7
8I	S	>150	07.03.90	6,5		87	59	26	26	0	
7I	S	>150	07.03.90	6,6		90	59	32	32	0	
			MÉDIA	6,6	88,6	105,2	89,7	37,5	33	8,2	5,7
16E	S	155,7	03.07.95	7,39	68	145		23	12	11	
17E	S	120	03.07.95	7,29	50	120		20	12	8	
47A	M	57	24.04.64	7,2		89	69	18	18	0	
			MÉDIA	7,3	59	118	69	20,3	14	6,3	

nº	CO ₂	Fe ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	F ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻
poço	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
1K	16,5	0,2	—	—	—	—	—	0,1	26	0	15	—
12D	38	0,3	—	—	—	—	—	0	56	0	9	0
30A	43	0,1	—	—	—	—	—	0	46	0	21	24,5
34E	31	0,2	—	—	—	—	—	0	46	0	21	24,5
23H	21,5	0,2	—	—	—	—	—	0	34	0	17	34,4
5L	50	0,2	10,7	3,3	8	10,1	—	0	62	0	5	2,4
18H	25	0,5	5,3	2,8	27,2	0,5	—	0	20	0	5	—
11A	14,5	0,1	—	—	—	—	0,1	0	16	0	11	0
21E	—	0,2	—	—	—	—	—	—	48	0	21	47,4
9D	36	0,1	13,8	3,3	12,8	0,5	0,4	0,1	54	0	0	12
13H	—	0,01	—	—	—	—	—	—	—	0	—	—
1L	—	0,41	—	—	—	—	—	—	—	0	—	—
2N	30	0,2	18,8	4,2	36	3,3	—	0,3	76	0	6	—
12H	22	0,2	—	—	—	—	—	0	46	0	21	16,2
2F	27	0,2	—	—	—	—	—	0,1	70	0	15	35,4
3E	43	0,2	31,8	5,5	34,4	3,8	0,1	0,1	84	0	19	—
55E	50	0,1	8,8	3,4	10,4	0,5	—	—	40	—	7	—
	32	0,2	14,9	3,7	21,5	3,1	0,25	0,05	48,2	0	12,8	19,7
2E	—	0,2	—	—	—	—	—	0,1	50	—	—	29,4
26E	—	0,2	6,2	11,4	4	0,5	0,8	0	32	12	7	1
22E	—	0,1	—	—	—	—	—	0	54	20	4	—
5D	0	0,2	7,4	3,6	0	0	—	0,05	49	2	8	8,8
28H	—	0,4	—	—	11,6	0,2	1,4	0,03	65	0	1,5	1,2
27H	—	0,05	—	—	9,2	0,5	1,1	0	69	0	1,5	2,2
	0	0,19	6,8	7,5	6,2	0,3	1,1	0,03	53	6,8	4,4	8,5
26A	27,5	0,1	—	—	—	—	—	0	68	0	9,5	0
26D	25,5	0,3	—	—	—	—	—	0,1	50	—	—	29,4
24D	25	0,3	—	—	—	—	—	0	62	0	26	—
9E	17	0,16	—	—	—	—	0,18	0,05	30	0	3	7
11E	17	0,1	—	—	—	—	0,1	0,02	30	0	3,5	4
30E	17	0,04	9	—	—	12	0,38	0	24	0	4	2
9H	33	0,2	42	5,8	5,6	0,5	—	0	50	0	3	2,8
8I	17	0,1	—	—	—	—	—	0	68	0	13	0
7I	33	0,2	—	—	—	—	—	0	64	0	14	0
	22,4	0,18	25,5	5,8	5,6	6,3	0,22	0,028	41	0	7,9	9
16E	2,1	0,04	—	—	—	—	0,1	0,02	26	0	2,5	3
17E	2,1	0,03	—	—	—	—	0,1	0,02	20	0	1,5	2
47A	8,8	0,1	—	—	—	—	—	0	68	0	3,5	—
	4,3	0,05	—	—	—	—	0,1	0,01	38	0	2,5	2,5

TABELA 4

**TESTES DE VAZÕES REALIZADOS NOS POÇOS TUBULARES
PROFUNDOS NA REGIÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
BAQUIRIVU-GUAÇU**

POÇO N°	N° DA EMPR.PERF.	ENDEREÇO DO LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
2C	H-923	Recreio São Jorge	SAAE - GUARULHOS	GUARULHOS
COORD km EO	COORD km NS	COTA DA BOCA	TIPO DE EQUIP.	MARCA E MOD.
345,12	7410,85	800 m	MOTO BOMBA	GROSS
DATA:	TIPO DE TESTE	PROF. COLOCAÇÃO	DIÂMETRO ÚTIL	PROF. POÇO
27/10/91	REBAIXAMEN TO	126 m	6"	220 m
HORA INÍCIO	TEMPO (min)	NÍVEL D'ÁGUA (m)	REBAIXAMENTO (m)	VAZÃO (m³/h)
15:00	0	2	0	
	1	32,24	30,24	31,9
	2	49,55	47,55	30
	3	64,26	62,26	25,2
	4	66,2	64,2	23
	5	68,09	66,09	21,4
	6	70,48	68,48	21
	7	72,18	70,18	20,6
	8	74,39	72,39	20,6
	9	75,22	73,22	20
	10	76,48	74,48	19,7
	12	80,09	78,09	18,8
	14	81,31	79,31	18,3
	16	81,66	79,66	18
	18	82,19	80,19	18
	20	82,43	80,43	17,7
	25	83,08	81,08	17,6
	30	83,96	81,96	17,5
	35	84,39	82,39	17,5
	40	84,84	82,84	17,1
	50	84,98	82,98	17,1
	60	85,33	83,33	16,8
	70	85,91	83,91	16,8
	80	86,27	84,27	16,6
	90	86,38	84,38	16,6
	100	86,5	84,5	16,6
	120	86,74	84,74	16,6
	150	86,9	84,9	16,6
	180	87,32	85,32	16,2
	270	88,52	86,52	16,1
	1440	93,34	91,34	15,6
		TIPO DE TESTE	Poço nº 2C	
		ESCALONADO		
DIA	HORA	TEMPO (horas)	REBAIXAMENTO (m)	VAZÃO (m³/h)
28/10/91	17:00	2	21,94	6,5
28/10/91	19:00	2	33,56	9,2
28/10/91	21:00	2	51,9	13,75
27/10/91	15:00	24	91,34	15,6

POÇO Nº	Nº DO POÇO EMPR.PERF.	ENDEREÇO DO LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
24D	C-3320/2	Av. Santos Dumont, 2183 - Cumbica	Ind. Químicas Girardi S/A	Guarulhos
COORD. km EO	COORD. km NS	COTA DA BOCA	TIPO DE EQUIP.	MARCA E MOD.
350,2	7402,87	728	Bomba Submersa	
DATA:	TIPO TESTE	COEF. DE ARMA- ZENAMENTO	TRANSMISSIVI- DADE (m ² /h)	VAZÃO MÉDIA (m ³ /h)
08/03/89	Rebaixamento	0,00025	0,1	8,73
HORA INÍCIO	TEMPO (min)	NIVEL (m)	REBAIXAMENTO (m)	VAZÃO (m ³ /h)
12:00	0	80,61	0	
	1	94,2	13,59	20,5
	2	104,2	23,59	20,5
	3	114	33,39	20,5
	4	121,16	40,55	19
	5	123,7	43,09	17
	6	126,87	46,26	16
	7	131,88	51,27	14,4
	8	132,83	52,22	14
	9	134,54	53,93	13,3
	10	139,34	58,73	13,3
	12	139,34	58,73	13,2
	14	142,73	62,12	13,2
	16	145	64,39	13,1
	18	154,97	74,36	12,8
	20	156,45	75,84	12,8
	25	162,13	81,52	12,8
	30	170,25	89,64	9,35
	35	170,17	89,56	9,6
	40	170,33	89,72	9,35
	50	170,1	89,49	9,35
	60	170,04	89,43	9,35
	70	170,09	89,48	9,35
	80	170,1	89,49	9,2
	90	170,08	89,47	9,1
	100	170,08	89,47	9
	120	170,08	89,47	9
	150	170,08	89,47	8,7
	180	170,08	89,47	8,7
	210	170,08	89,47	8,6
	240	170,08	89,47	8,6
	270	170,08	89,47	8,6
	300	170,08	89,47	8,6
	360	170,08	89,47	8,6
	420	170,08	89,47	8,6
	480	170,08	89,47	8,6
	540	170,08	89,47	8,6

HORA INÍCIO	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAMENTO (m)	VAZÃO (m³/h)
	600	170,08	89,47	8,6
	720	170,08	89,47	8,6
	840	170,08	89,47	8,6
	960	170,08	89,47	8,6
	1020	170,08	89,47	8,6
	1140	170,08	89,47	8,6
	1260	170,08	89,47	8,6
	1380	170,08	89,47	8,5
	1440	170,09	89,48	8,4
DATA	TIPO DE TESTE			
09/03/89	Recuperação			
HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	RECUPERAÇÃO (m)	VAZÃO MÉDIA (m³/h)
12:00	0	170,09	0	
	1	160,7	9,39	8,73
	2	157,41	12,68	8,73
	3	155,2	14,89	8,73
	4	152,23	17,86	8,73
	5	147,7	22,39	8,73
	6	142,6	27,49	8,73
	7	139	31,09	8,73
	8	135,6	34,49	8,73
	9	132,14	37,95	8,73
	10	129,75	40,34	8,73
	12	125,1	44,99	8,73
	20	108,4	61,69	8,73
	25	104,88	65,21	8,73
	30	102,4	67,69	8,73
	35	100,63	69,46	8,73
	40	99,16	70,93	8,73
	50	97	73,09	8,73
	60	93,95	76,14	8,73
	70	92,48	77,61	8,73
	80	91,14	78,95	8,73
	90	90,41	79,68	8,73
	120	88,7	81,39	8,73
	150	87,09	83	8,73
	180	86,34	83,75	8,73

POÇO N°	N°.POÇO EMPR.PERF.	ENDEREÇO DO LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
1E	H-870	R. Estrela d'Oeste, 701	Warner Lambert Ind. e Com. Ltda	Guarulhos
COORD km EO	COORD km NS	COTA DA BOCA	TIPO DE EQUIP.- PROFUNDIDADE	MARCA E MOD.
346,9	7406,73	734	Bomba Submersa - 114m	Ebara BHS-506- 13
DATA:	TIPO TESTE	Coeficiente de Armazenamento	Transmissividade (m ² /h)	Ø TUBO D'ÁGUA
27/10/90	Rebaixamen- to	0,0055	4,73	Ø = 2,5"
HORA INÍCIO	TEMPO (min)	NIVEL (m)	REBAIXAMENTO (m)	VAZAO (m ³ /h)
12:30	0	46	0	37,7
	1	52,11	6,11	37,6
	2	52,58	6,58	37,6
	3	52,87	6,87	37,6
	4	53	7	37,6
	5	53,08	7,08	37,5
	6	53,14	7,14	37,5
	7	53,24	7,24	37,5
	8	53,3	7,3	37,5
	9	53,32	7,32	37,5
	10	53,39	7,39	37,5
	12	53,55	7,55	37,5
	14	53,6	7,6	37,5
	16	53,64	7,64	37,5
	18	53,74	7,74	37,5
	20	53,74	7,74	37,5
	25	53,88	7,88	37,5
	30	53,94	7,94	37,5
	35	54,05	8,05	37,5
	40	54,1	8,1	37,5
	50	54,22	8,22	37,5
	60	54,31	8,31	37,3
	90	54,53	8,53	37,3
	120	54,73	8,73	37,3
	180	54,98	8,98	37,3
	210	55,09	9,09	37,3
	240	55,2	9,2	37,3
	300	55,36	9,36	37,3
	420	55,64	9,64	37,3
	540	55,9	9,9	37,3
	600	56	10	37,3
	960	56,43	10,43	37,2
	1140	56,59	10,59	37,2
	1440	57	11	37,2

	DATA	TIPO DE TESTE	Poço nº 1E	
	28/10/95	RECUPERAÇÃO		
HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	RECUPERAÇÃO (m)	VAZÃO MÉDIA (m³/h)
12:30	0	57	0	37,25
	1	49,41	7,59	37,25
	2	49,1	7,9	37,25
	3	48,93	8,07	37,25
	4	48,74	8,26	37,25
	5	48,67	8,33	37,25
	6	48,65	8,35	37,25
	7	48,63	8,37	37,25
	8	48,56	8,44	37,25
	9	48,56	8,44	37,25
	10	48,51	8,49	37,25
	15	48,31	8,69	37,25
	20	48,23	8,77	37,25
	30	48,19	8,81	37,25
	40	48,11	8,89	37,25
	60	47,8	9,2	37,25
	90	47,59	9,41	37,25
	150	47,3	9,7	37,25
	180	47,21	9,79	37,25
		TIPO DE TESTE		
		Escalonado		
DIA	HORA	TEMPO (horas)	REBAIXAMENTO (m)	VAZÕES (m³/h)
28/10/95	16:30	1	4,35	15
	17:30	1	6	22
	19:30	2	8,1	29
	12:30	24	11	37,3

POÇO N°	N° DO POÇO EMPR.PERF.	ENDEREÇO DO LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
9E	H-620	Aeroporto Internacional de São Paulo	INFRAERO - Poço 01'	Guarulhos
COORD. EO	COORD. NS	COTA DA BOCA	TIPO DE EQUIP.	MARCA E MOD.
347,46	7407,33	733,1	Bomba Submersa	EBARA BHS 507-8
DATA:	TIPO TESTE	Coeficiente de Armazenamento	Transmissividade	
11/07/93	Vazão máxima	S = 0,0033	T = 3,16 m³/h/m	
HORA INÍCIO	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAMENTO (m)	VAZÃO (m³/h)
7:00	0	58,14	0	41,9
	1	63,31	5,17	41,9
	2	63,44	5,3	41,9
	3	64,32	6,18	41,7
	4	64,56	6,42	40,8
	5	64,78	6,64	40,8
	6	64,97	6,83	40,8
	7	65,13	6,99	40,8
	8	65,28	7,14	40,8
	9	65,36	7,22	40,4
	10	65,47	7,33	40,4
	12	65,59	7,45	40,4
	14	65,73	7,59	40,4
	16	65,83	7,69	40,4
	18	65,93	7,79	40,1
	20	66,03	7,89	40,1
	25	66,22	8,08	40,1
	30	66,35	8,21	40,1
	35	66,48	8,34	40,1
	40	66,63	8,49	40,1
	50	66,84	8,7	40,1
	60	67,12	8,98	40,1
	70	67,3	9,16	40,1
	80	67,44	9,3	40,1
	90	67,63	9,49	40,1
	100	67,81	9,67	40,1
	120	67,86	9,72	40,1
	150	68	9,86	39,7
	180	68,23	10,09	39,7
	210	68,53	10,39	39,7
	240	68,72	10,58	39,7
	270	68,88	10,74	39,7
	300	69,09	10,95	39,7
	360	69,51	11,37	39,7
	420	69,86	11,72	39,7
	480	70,03	11,89	39,7
	540	70,25	12,11	39,7
	600	70,43	12,29	39,7

HORA INÍCIO	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAMENTO (m)	VAZÃO (m³/h)
	720	70,64	12,5	39,7
	840	70,64	12,5	39,7
	960	70,78	12,64	39,7
	1020	70,78	12,64	39,7
	1140	70,83	12,69	39,7
	1260	70,83	12,69	39,7
	1380	70,85	12,71	39,7
	1440	70,9	12,76	39,7
			Q _{médio} =	39,768
DATA	TIPO DE TESTE			
12/07/93	Rebaixamen-to			
HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	RECUPERAÇÃO (m)	VAZÃO MÉDIA RECUP. (m³/h)
7:00	0	70,9	0	39,768
	1	65,45	5,45	39,768
	2	64,44	6,46	39,768
	3	63,92	6,98	39,768
	4	63,69	7,21	39,768
	5	63,32	7,58	39,768
	6	63,18	7,72	39,768
	7	63,06	7,84	39,768
	8	62,95	7,95	39,768
	9	62,84	8,06	39,768
	10	62,76	8,14	39,768
	15	62,5	8,4	39,768
	20	62,29	8,61	39,768
	25	62,16	8,74	39,768
	30	62,04	8,86	39,768
	35	61,9	9	39,768
	40	61,79	9,11	39,768
	50	61,59	9,31	39,768
	60	61,4	9,5	39,768
	70	61,25	9,65	39,768
	80	61,1	9,8	39,768
	90	60,98	9,92	39,768
	120	60,67	10,23	39,768
	150	60,42	10,48	39,768
	180	60,24	10,66	39,768
		TIPO DE TESTE		
		ESCALONADO		
DIA	HORA (início)	TEMPO -duração (horas)	REBAIXAMENTO (m)	VAZÃO (m³/h)
12/07/93	10:00	3	5,6	16,4
12/07/93	13:00	3	7,54	23,1
12/07/93	16:00	3	9,86	31,8

POÇO N°	N° DO POÇO EMPR.PERF.	ENDEREÇO DO LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
11E	H-616	Aeroporto Internacional de	INFRAERO - PAR2'	Guarulhos
COORD. km EO	COORD. km NS	COTA DA BOCA	TIPO DE EQUIP.	MARCA E MOD.
347,58	7408,02	733,66	Bomba Submersa	LEÃO BH-507-8
DATA:	TIPO TESTE	Coefficiente de Armazenamento	Transmissividade	Diâm.da perfuração
27/06/93	Vazão Máxima	S = 0,0006	T = 5,55 m ² /h	Ø = 22"
HORA INÍCIO	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAMENTO (m)	VAZAO (m ³ /h)
7:00	0	58,1	0	53,4
	1	62,3	4,2	53,4
	2	62,96	4,86	53,1
	3	63,28	5,18	52,9
	4	63,51	5,41	52,9
	5	63,66	5,56	52,9
	6	63,76	5,66	52,9
	7	63,87	5,77	52,6
	8	64	5,9	52,6
	9	64,04	5,94	52,6
	10	64,07	5,97	52,3
	12	64,2	6,1	52,3
	14	64,33	6,23	52
	16	64,4	6,3	52
	18	64,49	6,39	52
	20	64,56	6,46	52
	25	64,73	6,63	52
	30	64,94	6,84	52
	35	64,96	6,86	51,4
	40	65,05	6,95	51,4
	50	65,22	7,12	51,4
	60	65,36	7,26	51,1
	70	65,45	7,35	51,1
	80	65,57	7,47	51,1
	90	65,67	7,57	51,1
	100	65,75	7,65	51,1
	120	65,89	7,79	51,1
	150	66	7,9	50,8
	180	66,24	8,14	50,8
	210	66,36	8,26	50,8
	240	66,5	8,4	50,8
	270	66,63	8,53	50,6
	300	66,74	8,64	50,6
	360	66,97	8,87	50,6
	420	67,14	9,04	50,6
	480	67,32	9,22	50,3
	540	67,44	9,34	50,3
	600	67,65	9,55	50,3

HORA INICIO	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAMENTO (m)	VAZÃO (m³/h)
	720	67,82	9,72	50,3
	840	67,83	9,73	50,3
	960	67,83	9,73	50
	1020	67,83	9,73	50
	1140	67,83	9,73	50
	1260	67,83	9,73	50
	1380	67,83	9,73	50
	1440	67,83	9,73	50
				Qm = 50,35
DATA	TIPO DE TESTE	Poço nº 11E		
28/06/93	Recuperação			
HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	RECUPERAÇÃO (m)	VAZÃO MÉDIA (m³/h)
7:00	0	67,83	0	
	1	62,57	5,26	50,35
	2	61,97	5,86	50,35
	3	61,69	6,14	50,35
	4	61,51	6,32	50,35
	5	61,4	6,43	50,35
	6	61,26	6,57	50,35
	7	61,19	6,64	50,35
	8	61,1	6,73	50,35
	9	61,03	6,8	50,35
	10	60,96	6,87	50,35
	16	60,71	7,12	50,35
	20	60,6	7,23	50,35
	25	60,51	7,32	50,35
	30	60,4	7,43	50,35
	35	60,38	7,45	50,35
	40	60,23	7,6	50,35
	50	60,11	7,72	50,35
	60	60	7,83	50,35
	70	59,85	7,98	50,35
	80	59,77	8,06	50,35
	90	59,71	8,12	50,35
	120	59,54	8,29	50,35
	150	59,41	8,42	50,35
	180	59,35	8,48	50,35
		TIPO DE TESTE		
		Escalonado		
DIA	HORA	TEMPO (horas)	REBAIXAMENTO (m)	VAZÃO (m³/h)
28/06/93	10:00	2	3,95	20,4
	12:00	2	5,52	29,9
	14:00	3	7,85	40,4

POÇO Nº	Nº DO POÇO EMPR.PERF.	ENDEREÇO DO LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
13E	C-3225/1	Aeroporto Internacional de São Paulo	INFRAERO - Poço PAR 3'	GUARULHOS
COORD. km EO	COORD. km NS	COTA DA BOCA	TIPO DE EQUIP.	MARCA E MOD.
347,8	7407,71	739,4	BOMBA SUBMERSA	EBARA BHS- 507-8 30HP
DATA:	TIPO TESTE	Coefficiente de Armazenamento	Transmissividade	Diâmetro da perfuração
18/06/93	Vazão Máxima	S = 0,04	T = 2,8 m³/h	Ø = 17 1/2"
HORA INÍCIO	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAMENTO (m)	VAZÃO (m³/h)
9:00	0	64,25	0	30,8
	1	68,25	4	30,8
	2	68,19	3,94	30,8
	3	68,54	4,29	30,8
	4	68,7	4,45	30,4
	5	68,82	4,57	30,4
	6	69	4,75	30,4
	7	69,09	4,84	30,4
	8	69,11	4,86	30,4
	9	69,16	4,91	30,4
	10	69,26	5,01	30,4
	12	69,46	5,21	30,4
	14	69,62	5,37	30,8
	16	69,7	5,45	30,8
	18	69,78	5,53	30,8
	20	69,84	5,59	30,8
	25	70,07	5,82	30,8
	30	70,17	5,92	30,8
	35	70,27	6,02	30,8
	40	70,39	6,14	30,8
	50	70,57	6,32	30,8
	60	70,71	6,46	30,8
	70	70,84	6,59	30,4
	80	70,96	6,71	30,4
	90	71,05	6,8	30,4
	100	71,11	6,86	30,4
	120	71,27	7,02	30,4
	150	71,48	7,23	30,4
	180	71,62	7,37	30,4
	210	71,83	7,58	30,4
	240	71,94	7,69	29,9
	270	72,07	7,82	29,9
	300	72,11	7,86	29,9
	360	72,44	8,19	30,4
	420	72,6	8,35	29,9
	480	72,84	8,59	29,9
	540	73,02	8,77	29,9
	600	73,18	8,93	29,9

HORA INÍCIO	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAMENTO (m)	VAZÃO (m³/h)
	720	73,34	9,09	29,9
	840	73,59	9,34	29,9
	960	73,63	9,38	29,9
	1020	73,66	9,41	29,9
	1140	73,66	9,41	29,9
	1260	73,62	9,37	29,9
	1380	73,65	9,4	29,9
	1440	73,67	9,42	29,9
				Qm = 30 m³/h
DATA	TIPO DE TESTE	Poço nº 13E		
19/06/93	Recuperação			
HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	RECUPERAÇÃO (m)	VAZÃO MÉDIA (m³/h)
9:00	0	73,67	0	30
	1	70,34	3,33	30
	2	68,74	4,93	30
	3	68,31	5,36	30
	4	68,08	5,59	30
	5	67,9	5,77	30
	6	67,73	5,94	30
	7	67,65	6,02	30
	8	67,57	6,1	30
	9	67,49	6,18	30
	10	67,45	6,22	30
	14	67,26	6,41	30
	20	67,11	6,56	30
	25	67,07	6,6	30
	30	67,01	6,66	30
	35	66,85	6,82	30
	40	66,76	6,91	30
	50	66,67	7	30
	60	66,52	7,15	30
	70	66,4	7,27	30
	80	66,33	7,34	30
	90	66,23	7,44	30
	120	66,05	7,62	30
	150	65,87	7,8	30
	180	65,77	7,9	30
		TIPO DE TESTE		
		ESCALONADO		
DIA	HORA	TEMPO (horas)	REBAIXAMENTO (m)	VAZÃO (m³/h)
19/06/93	12:00	2	3,73	10,9
19/06/93	14:00	2	5,46	18,1
19/06/93	16:00	3	7,64	26,4

POÇO Nº	Nº DO POÇO EMPR.PERF.	ENDEREÇO DO LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
15E	H-621	Aeroporto Internacional de São Paulo	INFRAERO - Poço 04'	GUARULHOS
COORD km EO	COORD km NS	COTA DA BOCA	TIPO DE EQUIP.	MARCA E MOD.
348,42	7407,86	741,5	BOMBA SUBMERSA	LEÃO BH-0507- 8, 30HP
DATA:	TIPO TESTE	Coefficiente de Armazenamento	Transmissividade	
02/08/93	Vazão Máxima	0,012	5,46 m ² /h	
HORA INÍCIO	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAMENTO (m)	VAZAO (m³/h)
7:00	0	64,93	0	50
	1	70,39	5,46	50
	2	70,75	5,82	50
	3	71,02	6,09	49
	4	71,07	6,14	48,4
	5	71,24	6,31	48,4
	6	71,42	6,49	50
	7	71,45	6,52	50
	8	71,53	6,6	50
	9	71,62	6,69	50
	10	71,7	6,77	50
	12	71,8	6,87	50
	14	71,9	6,97	50
	16	72	7,07	50
	18	72,06	7,13	50
	20	72,15	7,22	49,4
	25	72,3	7,37	49,4
	30	72,4	7,47	49,4
	35	72,51	7,58	49,4
	40	72,61	7,68	48,9
	50	72,75	7,82	48,9
	60	72,8	7,87	48,9
	70	73,02	8,09	48,5
	80	73,14	8,21	48,5
	90	73,23	8,3	48,5
	100	73,33	8,4	48,9
	120	73,49	8,56	48,1
	150	73,67	8,74	48,1
	180	74,12	9,19	48,1
	210	74,04	9,11	47,8
	240	74,18	9,25	47
	270	74,3	9,37	47
	300	74,35	9,42	47
	360	74,4	9,47	47
	420	74,43	9,5	47
	480	74,47	9,54	47
	540	74,49	9,56	47,5
	600	74,5	9,57	47,5

HORA INÍCIO	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAMENTO (m)	VAZÃO (m³/h)
	720	74,54	9,61	47,5
	840	74,58	9,65	47,5
	960	74,58	9,65	47,5
	1020	74,6	9,67	47,5
	1140	74,7	9,77	47,2
	1260	74,97	10,04	47,2
	1380	75,28	10,35	47,2
	1440	75,4	10,47	47,2
				Qm = 47,464
DATA	TIPO DE TESTE	Poço nº 15E		
03/08/93	Recuperação			
HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	RECUPERAÇÃO (m)	VAZÃO MEDIA (m³/h)
7:00	0	75,4	0	47,464
	1	70,17	5,23	47,464
	2	69,78	5,62	47,464
	3	69,59	5,81	47,464
	4	69,41	5,99	47,464
	5	69,25	6,15	47,464
	6	69,15	6,25	47,464
	7	69,1	6,3	47,464
	8	69,03	6,37	47,464
	9	68,97	6,43	47,464
	10	68,9	6,5	47,464
	16	68,64	6,76	47,464
	20	68,54	6,86	47,464
	25	68,4	7	47,464
	30	68,37	7,03	47,464
	35	68,32	7,08	47,464
	40	68,21	7,19	47,464
	50	68,04	7,36	47,464
	60	67,98	7,42	47,464
	70	67,88	7,52	47,464
	80	67,78	7,62	47,464
	90	67,65	7,75	47,464
	120	67,55	7,85	47,464
	150	67,4	8	47,464
	180	67,34	8,06	47,464
		TIPO DE TESTE		
		Escalonado		
DIA	HORA	TEMPO (horas)	REBAIXAMENTO (m)	VAZÃO (m³/h)
03/08/93	17:00	2	4,5	15,4
	19:00	2	6,58	28,3
	22:00	3	8,85	41,2

POÇO Nº	Nº DO POÇO EMPR.PERF.	ENDEREÇO DO LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
16E	C-3232/2	Aeroporto Internacio- nal de São Paulo	INFRAERO - P-05	Guarulhos
COORD. EO	COORD. NS	COTA DA BOCA	TIPO DE EQUIP.	MARCA E MOD.
348,8	7408,13	739,1	Bomba Submersa	EBARA BH- 0507-8
DATA:	TIPO TESTE	Coefficiente de Armazenamento	Transmissividade	Vazão média (m³/h)
04/08/93	Rebaixamento	0,0025	6,11 m²/h	44,153
HORA INÍCIO	TEMPO (min)	NIVEL (m)	REBAIXAMENTO (m)	VAZÃO (m³/h)
8:00	0	63,26	0	13,4
	1	65,42	2,16	13,4
	2	65,1	1,84	13,4
	3	65,15	1,89	13,4
	4	65,15	1,89	13,4
	5	65,18	1,92	13,4
	6	66,71	3,45	39,2
	7	66,92	3,66	39,2
	8	67,02	3,76	39,2
	9	67,07	3,81	39,2
	10	67,25	3,99	39,2
	12	68,02	4,76	45,9
	14	69,3	6,04	45,9
	16	69,4	6,14	45,9
	18	69,52	6,26	45,9
	20	69,61	6,35	45,9
	25	69,64	6,38	45,9
	30	69,8	6,54	45,9
	35	70,01	6,75	45,9
	40	70,04	6,78	45,9
	50	70,22	6,96	45,9
	60	70,31	7,05	45,9
	70	70,43	7,17	45,9
	80	70,51	7,25	45,9
	90	70,59	7,33	45,9
	100	70,67	7,41	45,9
	120	70,79	7,53	44,6
	150	70,94	7,68	45,9
	180	71,1	7,84	44,6
	210	71,19	7,93	44,6
	240	71,27	8,01	44,6
	270	71,34	8,08	44,3
	300	71,44	8,18	44,3
	360	71,63	8,37	44,3
	420	71,77	8,51	44,3
	480	71,9	8,64	44,3
	540	72,03	8,77	44,3
	600	72,13	8,87	44
	720	72,28	9,02	44
	840	72,36	9,1	44

HORA INÍCIO	TEMPO (min)	NIVEL (m)	REBAIXAMENTO (m)	VAZAO (m³/h)
	960	72,41	9,15	44
	1020	72,44	9,18	44
	1140	72,48	9,22	44
	1260	72,48	9,22	44
	1380	72,54	9,28	44
	1440	72,54	9,28	44
DATA	TIPO DE TESTE	Poço nº 16E		
05/08/93	Recuperação			
HORA	TEMPO (min)	NIVEL (m)	RECUPERAÇÃO (m)	VAZAO MEDIA (m³/h)
8:00	0	72,54	0	44,153
	1	67,38	5,16	44,153
	2	66,86	5,68	44,153
	3	66,62	5,92	44,153
	4	66,45	6,09	44,153
	5	66,3	6,24	44,153
	6	66,25	6,29	44,153
	7	66,18	6,36	44,153
	8	66,08	6,46	44,153
	9	66,03	6,51	44,153
	10	66,02	6,52	44,153
	15	65,97	6,57	44,153
	20	65,7	6,84	44,153
	25	65,74	6,8	44,153
	30	65,66	6,88	44,153
	35	65,62	6,92	44,153
	40	65,57	6,97	44,153
	50	65,44	7,1	44,153
	60	65,37	7,17	44,153
	70	65,25	7,29	44,153
	80	65,23	7,31	44,153
	90	65,11	7,43	44,153
	120	65	7,54	44,153
	150	64,91	7,63	44,153
	180	64,81	7,73	44,153
		TIPO DE TESTE		
		Escalonado		
DIA	HORA	TEMPO (horas)	REBAIXAMENTO (m)	VAZAO (m³/h)
05/08/93	11:00	3	5,34	23,8
	15:00	2	6,52	29,9
	17:00	3	7,8	35

POÇO N°	N° DO POÇO EMPR.PERF.	ENDEREÇO DO LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
17E	H-805	Aeroporto Intern. de São Paulo/Cumbica	INFRAERO - Poço P- 06	GUARULHOS
COORD. EO	COORD. NS	COTA DA BOCA	TIPO DE EQUIP.	MARCA E MOD.
347,55	7407,55	734,2	Bomba Submersa	EBARA BHS 507-8
DATA:	TIPO TESTE	Coeficiente de Armazenamento	Transmissividade	
04/07/93	Rebaixamento	0,0004	2,95 m ² /h	
HORA INÍCIO	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAMENTO (m)	VAZÃO (m ³ /h)
7:00	0	58,59	0	
	1	66,4	7,81	41,2
	2	66,91	8,32	40,8
	1	67,22	8,63	40,8
	4	67,44	8,85	40,8
	5	67,65	9,06	40,8
	6	67,81	9,22	40,8
	7	67,96	9,37	40,8
	8	68	9,41	40,8
	9	68,17	9,58	48,1
	10	68,25	9,66	48,1
	12	68,46	9,87	48,1
	14	68,61	10,02	48,1
	16	68,87	10,28	48,1
	18	68,88	10,29	48,1
	20	68,98	10,39	48,1
	25	69,29	10,7	39,7
	30	69,49	10,9	39,7
	35	69,65	11,06	39,7
	40	69,8	11,21	39,7
	50	70,14	11,55	39,6
	60	70,38	11,79	39,6
	70	70,64	12,05	39,6
	80	70,84	12,25	39,6
	90	71	12,41	39,6
	100	71,19	12,6	39,6
	120	71,73	13,14	39,6
	150	71,96	13,37	39,6
	180	72,44	13,85	39,6
	210	72,77	14,18	39,6
	240	73,08	14,49	39,6
	270	73,34	14,75	39,6
	300	73,68	15,09	39,6
	360	74,35	15,76	38,2
	420	74,83	16,24	38,2
	480	75	16,41	37,8
	540	75,74	17,15	37,8
	600	76,05	17,46	37,8
	720	75,88	17,29	35,8
	840	75,3	16,71	34,9

HORA INÍCIO	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAMENTO (m)	VAZÃO (m³/h)
	960	75,36	16,77	34,5
	1020	75,42	16,83	34,5
	1140	75,42	16,83	34,5
	1260	75,31	16,72	34,5
	1380	75,26	16,67	34,5
	1440	75,26	16,67	34,5
				36,5
DATA	TIPO DE TESTE	Poço nº 17E		
05/07/93	Recuperação			
HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	RECUPERAÇÃO (m)	VAZÃO MÉDIA (m³/h)
7:00	0	75,26	0	36,5
	1	66,35	8,91	36,5
	2	64,8	10,46	36,5
	3	63,75	11,51	36,5
	4	63,34	11,92	36,5
	5	63,01	12,25	36,5
	6	62,82	12,44	36,5
	7	62,61	12,65	36,5
	8	62,49	12,77	36,5
	9	62,38	12,88	36,5
	10	62,3	12,96	36,5
	16	61,98	13,28	36,5
	20	61,86	13,4	36,5
	25	61,8	13,46	36,5
	30	61,65	13,61	36,5
	35	61,57	13,69	36,5
	40	61,44	13,82	36,5
	50	61,28	13,98	36,5
	60	61,1	14,16	36,5
	70	61	14,26	36,5
	80	60,9	14,36	36,5
	90	60,76	14,5	36,5
	120	60,59	14,67	36,5
	150	60,36	14,9	36,5
	180	60,23	15,03	36,5
		TIPO DE TESTE		
		Escalonado		
DIA	HORA	TEMPO (horas)	REBAIXAMENTO (m)	VAZÃO (m³/h)
05/07/93	12:00	2	4,8	13,4
	14:00	2	8,01	21,5
	17:00	3	11,48	28,3
05/07/93	7:00	24	15,03	34,5

POÇO N°	N° DO POÇO EMPR.PERF.	ENDEREÇO DO LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
30E	H-841	Aeroporto Intern. de São Paulo/Cumbica	INFRAERO - P-08	GUARULHOS
COORD km EO	COORD km NS	COTA DA BOCA	TIPO DE EQUIP.	MARCA E MOD.
347,45	7406,75	733,4	Bomba Submersa	LEÃO BH 0507-8
DATA:	TIPO TESTE	Coefficiente de Armazenamento	Transmissividade	
25/07/93	Rebaixamento	0,0001	5,73 m ² /h	
HORA INÍCIO	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAMENTO (m)	VAZÃO (m ³ /h)
7:00	0	54,7	0	
	1	59,75	5,05	30,4
	2	59,57	4,87	30,4
	3	59,58	4,88	30,4
	4	59,61	4,91	30,4
	5	59,68	4,98	30,4
	6	61,84	7,14	44,6
	7	62,28	7,58	44,6
	8	62,37	7,67	44,6
	9	62,48	7,78	44,6
	10	62,57	7,87	44,6
	12	65,22	10,52	59,7
	14	65,52	10,82	59,2
	16	65,73	11,03	59,2
	18	65,87	11,17	59,2
	20	65,96	11,26	59,2
	25	66,2	11,5	59
	30	66,31	11,61	59
	35	66,45	11,75	59
	40	66,6	11,9	58,7
	50	66,79	12,09	58,7
	60	66,99	12,29	58,7
	70	67,1	12,4	58,5
	80	67,24	12,54	58,5
	90	67,33	12,63	58,2
	100	67,45	12,75	58,2
	120	67,63	12,93	57,9
	150	67,9	13,2	57,9
	180	68,04	13,34	57,7
	210	68,22	13,52	57,7
	240	68,38	13,68	57,4
	270	68,53	13,83	57,2
	300	68,68	13,98	56,9
	360	68,94	14,24	56,9
	420	69,15	14,45	56,9
	480	69,45	14,75	56,9
	540	69,58	14,88	56,9
	600	69,72	15,02	56,9

HORA INÍCIO	TEMPO (min)	NIVEL (m)	REBAIXAMENTO (m)	VAZAO (m³/h)
	720	69,98	15,28	56,7
	840	70,16	15,46	56,7
	960	70,34	15,64	56,7
	1020	70,43	15,73	56,7
	1140	70,6	15,9	56,4
	1260	70,72	16,02	56,4
	1380	70,71	16,01	56,4
	1440	70,74	16,04	56,4
				Qm = 56,756m³/h
DATA	TIPO DE TESTE			
26/07/93	Recuperação			
HORA	TEMPO (min)	NIVEL (m)	RECUPERAÇÃO (m)	VAZAO MEDIA (m³/h)
7:00	0	70,74	0	
	1	60,54	10,2	56,756
	2	60,12	10,62	56,756
	3	59,95	10,79	56,756
	4	59,76	10,98	56,756
	5	59,7	11,04	56,756
	6	59,62	11,12	56,756
	7	59,53	11,21	56,756
	8	59,5	11,24	56,756
	9	59,44	11,3	56,756
	10	59,4	11,34	56,756
	16	59,26	11,48	56,756
	20	59,19	11,55	56,756
	25	59,13	11,61	56,756
	30	59,05	11,69	56,756
	35	58,97	11,77	56,756
	40	58,91	11,83	56,756
	50	58,79	11,95	56,756
	60	58,68	12,06	56,756
	70	58,58	12,16	56,756
	80	58,5	12,24	56,756
	90	58,42	12,32	56,756
	120	58,23	12,51	56,756
	150	58,06	12,68	56,756
	180	57,93	12,81	56,756
		TIPO DE TESTE		
		Escalonado		
DIA	HORA	TEMPO (horas)	REBAIXAMENTO (m)	VAZÃO (m³/h)
27/07/93	7:00	24	16,04	56,756
	13:00	3	6,61	22,5
	17:00	3	9,27	33,6
	20:00	3	12,41	45,6

POÇO Nº	Nº POÇO EMPR.PERF.	ENDEREÇO DO LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
32E	H-368	R. Itaparantim, 1224	TRANSP. NOVA DIADEMA	GUARULHOS
COORD km EO	COORD km NS	COTA DA BOCA	TIPO DE EQUIP.	MARCA E MOD.
352,93	7408,79	750	Bomba Submersa	EBARA BHS- 505/9
DATA:	TIPO TESTE	COEFICIENTE DE ARMAZENAMENTO	TRANSMISSIVIDA-DE (m ² /h)	r/B
04/11/86	Rebaixamen- to	0,085	0,12	0,1
HORA INÍCIO	TEMPO (min)	NIVEL (m)	REBAIXAMENTO (m)	VAZAO (m ³ /h)
14:36	0	22,76	0	24,75
14:37	1	52,88	30,12	24,75
	2	56,7	33,94	24,75
	3	60,6	37,84	24
	4	63,21	40,45	24
	5	64,64	41,88	23,29
	6	65,82	43,06	23,29
	7	67,24	44,48	23,29
	8	68,18	45,42	23,29
	9	68,95	46,19	22,63
	10	69,73	46,97	22,63
	12	71,09	48,33	22,63
	14	72	49,24	22,63
	16	72,57	49,81	22,63
	18	72,93	50,17	22,63
	20	73,32	50,56	22,63
	25	87,14	64,38	24,75
	30	89,52	66,76	24,75
	35	89,79	67,03	24,75
	40	89,85	67,09	24,75
	50	93,05	70,29	24
	60	93,7	70,94	24
	70	93,96	71,2	24
	80	94,22	71,46	24
	90	94,46	71,7	23,29
	120	94,51	71,75	22,63
	150	95,1	72,34	22,63
	180	95,15	72,39	22,63
	210	95,19	72,43	22,63
	240	95,12	72,36	22,63
	270	95,08	72,32	22,63
	300	95,15	72,39	22,63
	360	95,05	72,29	22,63
	420	95,13	72,37	22,63
	480	95,1	72,34	22,63
	840	95,1	72,34	22,63
	960	95,1	72,34	22
	1020	95,1	72,34	22
	1440	95,1	72,34	22
				Qm=22,446

DATA	TIPO DE TESTE			
05/11/86	Recuperação			
HORA	TEMPO (min)	NIVEL (m)	RECUPERAÇÃO (m)	VAZAO MEDIA (m³/h)
14:36	0	95,14	0	22,446
	1	63,21	31,93	22,446
	2	41,63	53,51	22,446
	3	31,28	63,86	22,446
	4	28,23	66,91	22,446
	5	27,47	67,67	22,446
	6	27,26	67,88	22,446
	7	27,19	67,95	22,446
	8	27,16	67,98	22,446
	9	27,14	68	22,446
	10	27,12	68,02	22,446
	15	27,1	68,04	22,446
	20	26,76	68,38	22,446
	25	26,61	68,53	22,446
	30	26,46	68,68	22,446
	35	26,41	68,73	22,446
	40	26,32	68,82	22,446
	50	26,21	68,93	22,446
	60	26,08	69,06	22,446
	70	26	69,14	22,446
	80	25,9	69,24	22,446
	90	25,85	69,29	22,446
	120	25,73	69,41	22,446
	150	25,64	69,5	22,446
	180	25,58	69,56	22,446

POÇO Nº	Nº DO POÇO EMPR.PERF.	ENDEREÇO DO LOCAL	PROPRIETÁRIO
2H	P-701	ESTRADA DA CAPUAVA, S/N	DEP. ÁGUAS E ENERGIA ELÉTR.
COORD km EO	COORD km NS	COTA DA BOCA (m)	TIPO DE EQUIP.
356,14	7408,90	748	BOMBA SUB.
DATA:	TIPO TESTE	COEFICIENTE DE ARMAZENAMENTO	TRANSMISSIVIDADE (m²/h)
29/04/86	REBAIXAMENTO	0,024	0,05
HORA INÍCIO	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAMENTO (m)
15:00	0	57,6	0
	3	105	47,4
	4	110	52,4
	5	113,71	56,11
	6	116,8	59,2
	7	119,18	61,58
	8	121,66	64,06
	9	123,4	65,8
	10	125	67,4
	12	128	70,4
	14	130,3	72,7
	16	132,65	75,05
	18	134,27	76,67
	20	135,68	78,08
	25	136,94	79,34
	30	138,1	80,5
	40	140,12	82,52
	60	141,3	83,7
	90	143,27	85,67
	180	145,62	88,02
	240	147	89,4
	300	147,33	89,73
	400	148,85	91,25
	500	148,88	91,28
	900	153,21	95,61
	1400	154,4	96,8
DATA	TIPO DE TESTE		
28/04/86	RECUPERAÇÃO		
HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	RECUPERAÇÃO (m)
15:00	0	154,4	0
	1	140,6	13,8
	2	129,1	25,3
	3	120,53	33,87
	4	113,6	40,8
	5	107,2	47,2

HORA	TEMPO (min)	NIVEL (m)	RECUPERAÇÃO (m)
	6	101,41	52,99
	7	95,56	58,84
	8	91	63,4
	9	86,5	67,9
	10	72,8	81,6
	12	77	77,4
	14	73,88	80,52
	16	71,94	82,46
	18	70,13	84,27
	21	68	86,4
	24	66,32	88,08
	27	65,5	88,9
	30	64,87	89,53
	100	62,3	92,1
	180	60,72	93,68
	200	60,66	93,74

POÇO N°	N° DO POÇO EMPR.PERF.	ENDEREÇO DO LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
13H	P-641/89	Parque Industrial - Bonsucesso	Pial Eletro-eletrônica Ltda	Guarulhos
COORD km EO	COORD km NS	COTA DA BOCA	TIPO DE EQUIP.	MARCA E MOD.
358,46	7407,34	808	Bomba Submersa	EBARA BHS-505-9
DATA:	TIPO TESTE	Nível Estático	AQUÍFERO	
21/10/89	Rebaixamento	7 m	Cristalino	
HORA INÍCIO	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAMENTO (m)	VAZÃO (m³/h)
10:00	0	7	0	
	5	50	43	36
	10	65,5	58,5	31,68
	15	66,05	59,05	31,68
	20	66,67	59,67	31,68
	25	68,22	61,22	31,68
	30	68,63	61,63	31,68
	40	66,95	59,95	28,285
	70	70,34	63,34	28,285
	90	70,4	63,4	28,285
	120	71,86	64,86	28,285
	180	71,4	64,4	28,285
	240	69,5	62,5	24,75
	320	69,6	62,6	24,75
	600	71,74	64,74	22,628
	1440	69,05	62,05	18,418
				Qm = 21,146 m³/h
DATA	TIPO DE TESTE			
22/10/89	Recuperação			
HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	RECUPERAÇÃO (m)	VAZÃO MÉDIA (m³/h)
10:00	1	69,05	1	
	5	50,56	18,49	21,146
	10	47,97	21,08	21,146
	20	45,94	23,11	21,146
	30	44,4	24,65	21,146
	60	41,56	27,49	21,146
	90	39,68	29,37	21,146
	120	38,22	30,83	21,146

POÇO Nº	Nº POÇO EMPR.PERF.	ENDEREÇO DO LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
16H	H-431	Av. Arthur Marcondes Siqueira,360	ALIM. SELECIONADOS IGUATEMI LTDA.	GUARULHOS
COORD km EO	COORD km NS	COTA DA BOCA	TIPO DE EQUIP.	MARCA E MODELO
356,32	7408,7	750	BOMBA SUBMERSA	EBARA BHS- 401-7
DATA:	TIPO TESTE	Coeficiente de Armazenamento	Transmissividade	PROF. COLOCAÇÃO
20/02/87	Rebaixamen- to	0,01	$T = 0,0032 \text{ m}^2/\text{h}$	90m
HORA INÍCIO	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAMENTO (m)	VAZAO (m^3/h)
13:30	0	15,5	0	6
	1	20,18	4,68	6
	2	23,14	7,64	5,538
	3	28,24	12,74	5,538
	4	30,25	14,75	5,538
	5	34,65	19,15	4,8
	6	41,14	25,64	4,8
	7	45,32	29,82	4,5
	8	48,49	32,99	5,538
	9	49,52	34,02	5,143
	10	50,58	35,08	4,235
	12	54,3	38,8	4,5
	14	53,04	37,54	4,243
	16	61,08	45,58	3,789
	18	63,03	47,53	3,789
	20	65,29	49,79	3,789
	25	69	53,5	3
	30	74,73	59,23	3
	35	77,49	61,99	3
	40	80,09	64,59	3
	50	83,16	67,66	2,666
	60	84,63	69,13	2,182
	70	85,61	70,11	2,182
	80	86,02	70,52	2,118
	90	86,42	70,92	1,946
	100	86,51	71,01	1,895
	110	86,55	71,05	1,895
	270	86,6	71,1	1,5
	420	84,87	69,37	1,385
	660	85,04	69,54	1,385
	1000	86,18	70,68	1,268
	1440	86,18	70,68	1,268
				$Q_m = 1,437 \text{ m}^3$

POÇO N°	N° POÇO EMPR.PERF.	ENDEREÇO DO LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
16H	H-431	Av. Arthur Marcondes Siqueira,360	ALIM. SELECIONADOS IGUATEMI LTDA.	GUARULHOS
DATA	TIPO DE TESTE	Poço n° 16H		
21/02/87	Recuperação			
HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	RECUPERAÇÃO (m)	VAZÃO MÉDIA (m³/h)
13:30	0	86,18	0	1,437
	1	85,16	1,02	1,437
	2	84,25	1,93	1,437
	3	82,2	3,98	1,437
	4	79	7,18	1,437
	5	78,8	7,38	1,437
	10	67,76	18,42	1,437
	20	58,59	27,59	1,437
	30	49,41	36,77	1,437
	60	43,48	42,7	1,437
	90	40,52	45,66	1,437
	180	38,05	48,13	1,437

POÇO N°	N° DO POÇO EMPR.PERF.	ENDEREÇO DO LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
23H	AG-880/93	AV. PAPA JOÃO PAULO I, 5235	INDÚSTRIAS DE MEIAS SCALINA LTDA	GUARULHOS
COORD km EO	COORD km NS	COTA DA BOCA	TIPO DE EQUIP.	MARCA E MOD.
355,18	7408,7	758	BOMBA SUBMERSA	5HP
DATA:	TIPO TESTE	Tipo de Aquífero	PROF.COLOCAÇÃO DA BOMBA	DIÂMETRO TUBO SAÍDA
19/04/93	Rebaixamento	Cristalino	120 m	2,5"
HORA INÍCIO	TEMPO (min)	NIVEL (m)	REBAIXAMENTO (m)	VAZÃO (m³/h)
10:30	0	32,28	0	7,7
	1	40,32	8,04	7,7
	2	40,82	8,54	7,7
	3	44,38	12,1	7,7
	4	47,93	15,65	7,7
	5	51,15	18,87	7,4
	6	57,24	24,96	7,4
	7	59,15	26,87	7,4
	8	61,22	28,94	7,4
	9	62,18	29,9	7,2
	10	63,52	31,24	7,2
	12	65,44	33,16	7,2
	14	67,05	34,77	7,2
	16	67,62	35,34	7
	18	67,82	35,54	7
	21	69,44	37,16	6,75
	24	72,25	39,97	6,84
	30	75,64	43,36	6,84
	35	77,26	44,98	6,7
	40	78,52	46,24	6,7
	50	80,18	47,9	6,6
	60	81,88	49,6	6,6
	70	83,04	50,76	6,6
	80	83,72	51,44	6,6
	90	84,32	52,04	6,6
	100	85,15	52,87	6,4
	120	85,88	53,6	6,4
	160	87,82	55,54	6,2
	180	88,87	56,59	6,2
	210	89,57	57,29	6,2
	240	90,08	57,8	6,2
	270	90,86	58,58	6,2
	300	91,21	58,93	6,2
	360	92,03	59,75	6,2
	420	92,56	60,28	6,2
	480	92,08	59,8	6,2
	540	92,32	60,04	6,2
	600	92,59	60,31	6,2

HORA INÍCIO	TEMPO (min)	NIVEL (m)	REBAIXAMENTO (m)	VAZÃO (m³/h)
	720	92,59	60,31	6,2
	840	92,58	60,3	6,2
	960	92,59	60,31	6,2
	1020	92,59	60,31	6,2
	1140	92,59	60,31	6,2
	1260	92,59	60,31	6,2
	1380	92,59	60,31	6,2
	1440	92,59	60,31	6,2

POÇO Nº	Nº DO POÇO EMPR.PERF.	ENDEREÇO DO LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
71	C-3420/9	Av.Serra da Mantiqueira,s/n-V.Carmela II	SAAE -GUARULHOS	GUARULHOS
COORD. km EO	COORD. km NS	COTA DA BOCA	TIPO DE EQUIP.	MARCA E MOD.
357,79	7411,47	790	Bomba Submersa	
DATA:	TIPO TESTE	Coefficiente de Armazenamento	Transmissividade	
02/03/90	Rebaixamento	0,46	0,17 m ² /h	
HORA INÍCIO	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAMENTO (m)	VAZÃO (m ³ /h)
11:00	0	31,2	0	
	1	34,9	3,7	21,8
	2	35,15	3,95	21,8
	3	35,4	4,2	21,8
	4	36,05	4,85	21,8
	5	36,5	5,3	21,8
	6	37,1	5,9	21,8
	7	37,25	6,05	21,8
	8	37,45	6,25	21,8
	9	37,51	6,31	21,8
	10	38,15	6,95	21,8
	12	38,32	7,12	21,8
	14	38,55	7,35	21,8
	16	38,8	7,6	21,8
	18	39,16	7,96	21,8
	20	39,24	8,04	21,8
	25	39,31	8,11	21,8
	30	39,38	8,18	21,8
	35	40,46	9,26	21,8
	40	41,5	10,3	21,8
	50	42,3	11,1	21,8
	60	43,8	12,6	21,8
	70	43,85	12,65	21,8
	80	44,91	13,71	21,8
	90	45,7	14,5	21,8
	120	46,5	15,3	21,8
	150	47,2	16	21,8
	180	47,58	16,38	21,8
	210	48,6	17,4	21,8
	240	49,2	18	21,8
	270	50,1	18,9	21,8
	300	53	21,8	21,8
	360	53,9	22,7	21,8
	420	54,43	23,23	21,8
	480	55	23,8	21,8
	540	55,46	24,26	21,8

HORA INÍCIO	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAMENTO (m)	VAZÃO (m³/h)
	600	55,98	24,78	21,8
	720	57,08	25,88	21,8
	840	57,74	26,54	21,8
	960	58,3	27,1	21,8
	1020	58,4	27,2	21,15
	1140	58,93	27,73	21,15
	1260	59,52	28,32	21,15
	1380	59,74	28,54	21,15
	1440	60,5	29,3	21,15
	1680	60,72	29,52	21,15
DATA	TIPO DE TESTE			
03/03/90	Recuperação			
HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	RECUPERAÇÃO (m)	VAZÃO MÉDIA (m³/h)
15:00	0	60,72	0	
	1	57,02	3,7	21,54
	2	56,77	3,95	21,54
	3	56,52	4,2	21,54
	4	55,87	4,85	21,54
	5	55,42	5,3	21,54
	6	54,82	5,9	21,54
	7	54,67	6,05	21,54
	8	54,47	6,25	21,54
	9	54,41	6,31	21,54
	10	53,77	6,95	21,54
	14	53,6	7,12	21,54
	20	53,37	7,35	21,54
	25	53,12	7,6	21,54
	30	52,76	7,96	21,54
	35	52,68	8,04	21,54
	40	52,61	8,11	21,54
	50	52,54	8,18	21,54
	60	51,46	9,26	21,54
	70	50,42	10,3	21,54
	80	49,62	11,1	21,54
	90	48,12	12,6	21,54
	120	48,07	12,65	21,54
	150	47,01	13,71	21,54

POÇO N°	N° DO POÇO EMPR.PERF.	ENDEREÇO DO LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
8I	C-3419/8	R. Zeferino Alves de Oliveira, s/n - Jd. Ponte Alta	SAAE	Guarulhos
COORD km EO	COORD km NS	COTA DA BOCA	TIPO DE EQUIP.	MARCA E MOD.
355,05	7411,18	783	Bomba Submersa	—
DATA:	TIPO TESTE	Coefficiente de Armazenamento	Transmissividade	
22/02/90	Rebaixamento	0,085	2,01 m ² /h	
HORA INÍCIO	TEMPO (min)	NIVEL (m)	REBAIXAMENTO (m)	VAZAO (m ³ /h)
15:07	0	34	0	
	1	41,45	7,45	48
	2	42,3	8,3	48
	3	42,65	8,65	42,35
	4	42,95	8,95	42,35
	5	43,11	9,11	42,35
	6	43,3	9,3	42,35
	7	43,5	9,5	42,35
	8	43,7	9,7	42,35
	9	43,94	9,94	42,35
	10	44,06	10,06	42,35
	12	44,33	10,33	42,35
	14	44,62	10,62	42,35
	16	44,9	10,9	42,35
	18	45,15	11,15	42,35
	20	45,2	11,2	42,35
	25	45,62	11,62	42,35
	30	45,9	11,9	42,35
	35	46,13	12,13	42,35
	40	46,28	12,28	42,35
	50	46,57	12,57	42,35
	60	46,9	12,9	42,35
	70	47,13	13,13	42,35
	80	47,3	13,3	42,35
	90	47,49	13,49	40
	120	47,97	13,97	40
	150	48,3	14,3	40
	180	48,58	14,58	40
	210	48,82	14,82	40
	240	49	15	40
	270	49,24	15,24	40
	300	49,32	15,32	40
	360	49,63	15,63	40
	420	49,92	15,92	40
	480	50,23	16,23	40
	540	50,48	16,48	40

HORA INÍCIO	TEMPO (min)	NIVEL (m)	REBAIXAMENTO (m)	VAZAO (m³/h)
	600	50,65	16,65	40
	720	51,05	17,05	40
	840	51,35	17,35	40
	960	51,69	17,69	40
	1020	51,8	17,8	40
	1140	52,11	18,11	40
	1260	52,34	18,34	40
	1380	52,55	18,55	40
	1440	52,71	18,71	40
DATA	TIPO DE TESTE			
23/02/90	Recuperação			
HORA	TEMPO (min)	NIVEL (m)	RECUPERAÇÃO (m)	VAZAO MEDIA (m³/h)
15:07	0	52,71	0	40,13
	1	45,72	6,99	40,13
	2	44,5	8,21	40,13
	3	43,82	8,89	40,13
	4	43,18	9,53	40,13
	5	42,55	10,16	40,13
	6	42,17	10,54	40,13
	7	41,84	10,87	40,13
	8	41,63	11,08	40,13
	9	41,48	11,23	40,13
	10	41,28	11,43	40,13
	16	40,68	12,03	40,13
	20	40,3	12,41	40,13
	25	40,01	12,7	40,13
	30	39,8	12,91	40,13
	35	39,62	13,09	40,13
	40	39,45	13,26	40,13
	50	39,16	13,55	40,13
	60	38,97	13,74	40,13
		TIPO DE TESTE		
		Escalonado		
DIA	HORA	TEMPO (horas)	REBAIXAMENTO (m)	VAZAO (m³/h)
23/02/90	15:07	24	18,71	40
23/02/90	17:07	1	13,22	24,8
23/02/90	18:07	1	16,28	32,7

POÇO N°	N° DO POÇO EMPR.PERF.	ENDEREÇO DO LOCAL	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO
12I	C-3041/7	Av. Armando Bey - Igreja Sto.Antonio	SAAE	GUARULHOS
COORD KM EO	COORD KM NS	COTA DA BOCA	TIPO DE EQUIP.	MARCA E MOD.
357,05	7410,81	790	Bomba Submersa	
DATA:	TIPO TESTE	Tipo de Aquífero	Coeficiente de armazenamento	Transmissivi- dade
15/10/85	Rebaixamento	Tipo de aquífero semi-livre	7×10^{-3}	0,7 m ² /h
HORA INÍCIO	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	REBAIXAMENTO (m)	VAZÃO (m ³ /h)
7:00	0	46	0	
	2	51,15	5,15	19,8
	3	53,05	7,05	19,8
	4	54,17	8,17	19,8
	10	55,2	9,2	19,8
	15	55,8	9,8	19,8
	20	56,15	10,15	19,8
	25	56,72	10,72	19,8
	30	57,15	11,15	19,8
	35	57,5	11,5	19,8
	40	57,8	11,8	19,8
	50	58,39	12,39	19,8
	60	58,98	12,98	19,8
	90	60,15	14,15	19,8
	120	61,34	15,34	19,8
	150	62,33	16,33	19,8
	180	63,17	17,17	19,8
	210	64,12	18,12	19,8
	240	64,7	18,7	19,8
	270	65,67	19,67	19,8
	300	66,38	20,38	19,8
	360	67,96	21,96	19,8
	420	69	23	19,8
	480	70,18	24,18	19,8
	540	71,09	25,09	19,8
	600	72,17	26,17	19,8
	720	72,3	26,3	19,8
	960	72,3	26,3	19,8

DATA	TIPO DE TESTE			
15/10/85	Recuperação			
HORA	TEMPO (min)	NÍVEL (m)	RECUPERAÇÃO (m)	VAZÃO MÉDIA (m³/h)
23:00	0	72,3	0	19,8
	1	70,29	2,01	19,8
	2	70,17	2,13	19,8
	3	70,11	2,19	19,8
	4	69,95	2,35	19,8
	5	69,8	2,5	19,8
	10	69,09	3,21	19,8
	15	68,66	3,64	19,8
	20	68,28	4,02	19,8
	25	68	4,3	19,8
	30	67,63	4,67	19,8
	35	67,31	4,99	19,8
	40	67,12	5,18	19,8
	50	66,78	5,52	19,8
	60	66,42	5,88	19,8
	90	65,55	6,75	19,8
	120	64,83	7,47	19,8

TABELA 5

**MÉDIAS MENSAIS DOS NÍVEIS E VAZÕES DIÁRIOS DOS
POÇOS DA INFRAERO, MEDIDOS NO PERÍODO ENTRE
1989 E 1994**

ANO	MÊS	No.	NE (m)	ND (m)	Vol. (m³)	t(h) bomb.	t(h) mês	Qm (m³/h)	Qesp. (m³/h/m)	ND-NE (m)
1989	M	1	35,26	54,51	12531	304,96	744	41,0906348	2,13457843	19,25
Poço	A	2	38,04	54,51	10554	214,76	720	49,1432297	2,98380265	16,47
9E	M	3	38,83	56,67	15217	285,22	744	53,3517986	2,99057167	17,84
	J	4	36,13	56,14	16045	294,88	720	54,4119642	2,71923859	20,01
PAR-	J	5	40,47	53,42	14302	291,62	744	49,0432755	3,78712552	12,95
01'	A	6	40,37	53,06	13677	275,66	744	49,6154683	3,90980838	12,69
	S	7	41,12	54,43	13005	267,83	720	48,5569204	3,6481533	13,31
	O	8	41	54,35	13585	280,31	744	48,4642003	3,63027718	13,35
	N	9	40,93	54,93	13401	270,66	720	49,5123033	3,53659309	14
	D	10	40,99	53,34	14381	293,38	744	49,018338	3,96909619	12,35
1990	J	11	41,24	54,77	15814	283,78	744	55,7262668	4,11871891	13,53
	F	12	42,07	55,26	15767	320,39	672	49,211898	3,73100061	13,19
	M	13	42,42	55,21	15623	325,46	744	48,0028268	3,75315299	12,79
	A	14	41,57	54,84	12546	272,76	720	45,9964804	3,46620048	13,27
	M	15	40,77	53,78	12110	264,13	744	45,8486351	3,52410724	13,01
	J	16	41,97	53,38	11464	240	720	47,7666667	4,18638621	11,41
	J	17	43,75	53,55	13967	290,09	744	48,1471268	4,91297212	9,8
	A	18	45,85	58,5	14340	302,52	744	47,4018247	3,74717982	12,65
	S	19	46,53	59,76	13169	283,21	720	46,4990643	3,5146685	13,23
	O	20	47,33	62,53	15436	339,76	744	45,4320697	2,98895195	15,2
	N	21	47,51	61,56	14245	318,24	720	44,761815	3,1858943	14,05
	D	22	46,14	59,46	11274	291,33	744	38,6983833	2,90528403	13,32
1991	J	23	47,5	59,85	17034	352,49	744	48,3247752	3,91293726	12,35
	F	24	47,97	60,51	16249	339,1	672	47,9180183	3,82121358	12,54
	M	25	48,5	61,5	16658	345,2	744	48,2560834	3,71200642	13
	A	26	49,5	62,5	17750	371,22	720	47,8153117	3,6781009	13
	M	27	50,46	63,53	18010	391,28	744	46,0284195	3,52168474	13,07
	J	28	50,73	62,89	11325	264,39	720	42,8344491	3,52256983	12,16
	J	29	51,25	60,88	8806	236,96	744	37,1623903	3,85902287	9,63
	A	30	51,28	61,06	12262	315,01	744	38,9257484	3,98013787	9,78
	S	31	51,28	62,14	5504	139,38	720	39,4891663	3,63620316	10,86
	O	32	53,35	63,11	11436	297,07	744	38,4959774	3,94425998	9,76
	N	33	54,16	63,53	12398	327,74	720	37,8287667	4,03722163	9,37
	D	34	53,71	63,43	12681	339,43	744	37,3596912	3,84358963	9,72
1992	J	35	53,46	64,1	12752	330,13	744	38,6272075	3,63037664	10,64
	F	36	55,84	64,06	11239	309,6	696	36,3016796	4,41626272	8,22
	M	37	54,17	64,54	11315	326,63	744	34,6416434	3,3405635	10,37
	A	38	53,57	64,09	11025	290,83	720	37,9087439	3,60349277	10,52
	M	39	52,81	63,08	11770	312,5	744	37,664	3,66738072	10,27
	J	40	52,6	62,32	10271	298,83	720	34,3707124	3,53608153	9,72
	J	41	52,77	62,84	11471	332,07	744	34,5439215	3,43037949	10,07
	A	42	52,59	62,88	9571	257,4	744	37,1833722	3,61354443	10,29
	S	43	52,97	64,14	10465	265,22	720	39,4578086	3,53248063	11,17
	O	44	54,65	66,26	11413	289,31	740	39,4490339	3,3978496	11,61
	N	45	55,23	65,89	10807	312,46	720	34,5868271	3,24454288	10,66
	D	46	55,23	65,73	11672	367,38	744	31,7709184	3,02580175	10,5
1993	J	47	56,62	65,6	12546	392,26	744	31,9838882	3,5616802	8,98
	F	48	57,97	66,88	12872	397,47	672	32,3848341	3,63466151	8,91

ANO	MÊS	No.	NE (m)	ND (m)	Vol. (m³)	t(h) bomb.	t(h) mês	Qm (m³/h)	Qesp. (m³/h/m)	ND-NE (m)
	M	49	58,53	69,38	14407	403,45	744	35,7095055	3,29119866	10,85
	A	50	58,1	68,51	12102	358,1	720	33,7950293	3,24640051	10,41
	M	51	57,79	68,74	11576	337,97	744	34,2515608	3,12799642	10,95
	J	52	58	68,57	11418	328,95	720	34,7104423	3,28386398	10,57
	J	53	58,53	70,56	9492	242,17	744	39,1956064	3,25815514	12,03
	A	54	58,42	70,48	8737	224,24	744	38,9627185	3,23073951	12,06
	S	55	58,07	67,68	6100	156,2	720	39,0524968	4,06373536	9,61
	O	56	57,09	70,76	7480	176,42	744	42,398821	3,10159627	13,67
	N	57	58,06	71,91	8225	195,15	720	42,1470664	3,04310948	13,85
	D	58	60,25	72,98	15126	362,53	744	41,7234436	3,27756823	12,73
1994	J	59	59,39	73,03	15654	381,48	744	41,0349166	3,00842497	13,64
	F	60	60,15	73,89	14823	371,02	672	39,9520241	2,90771646	13,74
	M	61	59,88	71,36	13049	375,1	744	34,7880565	3,03031851	11,48
	A	62	59,87	72,5	11544	343,22	720	33,6344036	2,6630565	12,63
	M	63	59,79	70,76	11788	350,08	744	33,6723035	3,06948983	10,97
	J	64	58,84	69,75	10382	302,03	720	34,3740688	3,15069375	10,91
	J	65	58,75	69,68	11546	331,72	744	34,8064633	3,18448886	10,93
	A	66	58,83	70,28	11841	339,23	744	34,9055213	3,04851715	11,45
	S	67	59,02	70,84	11386	324,3	720	35,1094665	2,97034404	11,82
	O	68	58,99	70,8	12593	353,73	744	35,6005993	3,01444533	11,81
	N	69	60,34	71,69	12563	354,08	720	35,4806823	3,12605131	11,35
	D	70	60,94	72,75	13469	382,47	744	35,2158339	2,9818657	11,81

Poço 9E (Poço P-01' da INFRAERO)

Correlação entre os níveis estáticos médios mensais e os ND médios mensais =	0,96
Correlação entre os rebaixamentos (NE-ND) e as vazões médias mensais =	0,65
Correlação entre as cap. esp. médias mensais e as precip. médias mensais =	0,24
Correlação entre as vazões médias mensais e os níveis dinâmicos =	-0,74
Correlação entre as vazões médias mensais e os níveis estáticos =	-0,83

LEGENDA

NE = nível estático médio mensal (em metros)

ND = nível dinâmico médio mensal (em metros)

Vol. = volume extraído no mês (em m³)

t(h) bomb. = tempo de bombeamento no mês (em horas)

t(h) mês = número de horas do mês

Qm (m³/h) = vazão média mensal em m³/h
(= volume extraído/tempo de bombeamento)

Qesp. (m³/h/m) = capacidade específica média mensal

ANO	MÊS	No.	NE(m)	ND(m)	V(m³)	t(h) bomb.	t(h) mês	Qmédio (m³/h)	Qesp. (m³/h/m)	ND-NE (m)
1989	M	1	41,73	56,46	1095	29,5	744	37,118644	2,519935	14,73
Poço	A	2	41,79	54,9	11975	260,41	720	45,985177	3,507641	13,11
11E	M	3	41,78	55,27	15763	298,78	744	52,757882	3,910888	13,49
	J	4	39,02	54,62	14606	327,6	720	44,58486	2,858004	15,6
PAR -	J	5	43,39	54,31	14895	308,97	744	48,208564	4,414704	10,92
02'	A	6	44,01	56,08	15425	300,01	744	51,414953	4,259731	12,07
	S	7	44,44	56,41	14493	275,21	720	52,661604	4,399466	11,97
	O	8	44,3	56,47	15352	291,19	744	52,721591	4,332095	12,17
	N	9	44,1	56,15	9986	209,89	720	47,577302	3,948324	12,05
	D	10	42,95	52,54	15397	357,54	744	43,063713	4,490481	9,59
1990	J	11	43,78	53,92	18887	354,71	744	53,246314	5,251116	10,14
	F	12	45,14	55,45	16757	325,9	672	51,417613	4,987159	10,31
	M	13	45,21	55,43	16085	332,9	744	48,317813	4,72777	10,22
	A	14	44,79	55,37	12659	275,93	720	45,877578	4,336255	10,58
	M	15	43,51	53,42	11036	269,6	744	40,934718	4,130648	9,91
	J	16	44,5	53,49	11120	239,6	720	46,410684	5,162479	8,99
	J	17	46,54	53,21	14021	296,5	744	47,288364	7,08971	6,67
	A	18	48,73	57,33	14439	386,69	744	37,339988	4,341859	8,6
	S	19	49,6	58,62	13897	287,15	720	48,396309	5,365444	9,02
	O	20	50,53	60,24	17403	356	744	48,884831	5,034483	9,71
	N	21	50,58	60,76	16121	328,07	720	49,138903	4,827004	10,18
	D	22	49,1	58,55	18656	357,2	744	52,228443	5,526819	9,45
1991	J	23	49,03	59,37	14169	273,82	744	51,745672	5,004417	10,34
	F	24	49,82	63,06	20392	351,91	672	57,946634	4,376634	13,24
	M	25	Medidores		19653	353,21	744	55,64112	D	D
	A	26	em manutenção		18585	402,65	720	46,156712	D	D
	M	27	52,99	66,62	6359	376,55	744	16,887532	1,238997	13,63
	J	28	53,67	64,14	14358	308,52	720	46,538312	4,44492	10,47
	J	29	53,4	63,95	13774	279,14	744	49,344415	4,677196	10,55
	A	30	53,24	63,26	13120	263,48	744	49,795051	4,969566	10,02
	S	31	53,89	62,92	10049	228,05	720	44,064898	4,879834	9,03
	O	32	55,03	64,07	15044	331,98	744	45,315983	5,01283	9,04
	N	33	55,43	64,42	15844	332,15	720	47,70134	5,306044	8,99
	D	34	54,58	63,11	14531	351,87	744	41,296502	4,841325	8,53
1992	J	35	57,7	63,48	10526	346,65	744	30,364921	5,253447	5,78
	F	36	55,34	62,99	12432	309,62	696	40,152445	5,248686	7,65
	M	37	54,78	62,46	2898	80,66	744	35,928589	4,678202	7,68
	A	38	54,23	63,66	923	25,1	720	36,772908	3,899566	9,43
	M	39	54,08	60,98	11954	321,6	744	37,170398	5,387014	6,9
	J	40	53,88	61,79	13343	302,76	720	44,071212	5,571582	7,91
	J	41	54,01	61,51	14263	331,96	744	42,96602	5,728803	7,5
	A	42	54,05	61,96	14637	302,65	744	48,362795	6,114133	7,91
	S	43	54,39	63,77	12946	248,81	720	52,031671	5,547086	9,38
	O	44	56,19	64,53	14454	285,28	744	50,666012	6,075061	8,34
	N	45	56,76	65,58	13600	330,59	720	41,13857	4,664237	8,82
	D	46	57,36	63,02	12306	356,11	744	34,556738	6,105431	5,66
1993	J	47	57,85	63,64	13475	383,8	744	35,109432	6,063805	5,79
	F	48	58,46	66,39	16502	378,1	672	43,644538	5,503725	7,93
	M	49	59,13	67,15	18453	408,1	744	45,216859	5,638012	8,02

ANO	MÊS	No.	NE(m)	ND(m)	V(m³)	t(h) bomb.	t(h) mês	Qmédio (m³/h)	Qesp. (m³/h/m)	ND-NE (m)
	A	50	58,5	67,3	14228	310,93	720	45,759496	5,199943	8,8
	M	51	58,65	67,38	16246	338,09	744	48,052294	5,504272	8,73
	J	52	58,49	66,88	9865	227,15	720	43,429452	5,176335	8,39
	J	53	59,9	68,17	14713	345,25	744	42,615496	5,153022	8,27
	A	54	60,24	67,57	13685	310,36	744	44,093955	6,015546	7,33
	S	55	60,15	67,88	14625	324,2	720	45,111043	5,83584	7,73
	O	56	60,71	69,04	16517	363,53	744	45,43504	5,454387	8,33
	N	57	61,87	70,76	18604	393,63	720	47,262658	5,316384	8,89
	D	58	61,54	69,04	18428	382,5	744	48,177778	6,423704	7,5
1994	J	59	60,87	70,46	18161	381,85	744	47,56056	4,959391	9,59
	F	60	61,5	71,25	18401	384,12	672	47,904301	4,913262	9,75
	M	61	61,19	72,06	19307	377,12	744	51,195906	4,709835	10,87
	A	62	61,88	72,04	17186	338,2	720	50,816085	5,001583	10,16
	M	63	61,71	72,28	17823	349,52	744	50,99279	4,824294	10,57
	J	64	60,99	71,74	17250	335,47	720	51,420395	4,783293	10,75
	J	65	61	71,67	15572	301,75	744	51,605634	4,836517	10,67
	A	66	61,18	71,99	17416	338,92	744	51,386758	4,753632	10,81
	S	67	61,47	72,36	17058	332,42	720	51,314602	4,712085	10,89
	O	68	61,53	72,53	17745	345,48	744	51,363321	4,669393	11
	N	69	62,44	73,28	18032	352,52	720	51,151708	4,718792	10,84
	D	70	63,15	74,12	20614	416,38	744	49,507661	4,513005	10,97

Poço 11E (Poço P-02' da INFRAERO)

Correlação entre os níveis estáticos médios mensais e os ND médios mensais =	0,91
Correlação entre os rebaixamentos (NE-ND) e as vazões médias mensais =	0,29
Correlação entre as cap. esp. médias mensais e as precip. médias mensais =	0,22
Correlação entre as vazões médias mensais e os ND médios mensais =	0,06
Correlação entre as vazões médias mensais e os NE médios mensais =	-0,03

ANO	MÊS	No.	NE (m)	ND (m)	Vol(m³)	t(h) bomb.	t(h) mês	Qm(m³/h)	Qesp. (m³/h/m)	ND-NE (m)
1989	J	1	49,05	60,88	18628	397,04	744	46,917187	2,116453	11,83
	F	2	48,81	59,81	16582	355,04	672	46,704597	2,243236	11
	M	3	48,57	59,95	22822	486,13	744	46,94629	2,695495	11,38
Poço-03'	A	4	48,72	59,39	15490	329,51	720	47,009195	2,016297	10,67
	M	5	47,9	59,28	13139	278,47	744	47,18282	1,551841	11,38
	J	6	44,48	57,93	8989	190,79	720	47,114629	0,928232	13,45
	J	7	49,82	59,77	12011	283,48	744	42,369832	1,622494	9,95
	A	8	50,52	60,11	12495	276,92	744	45,121335	1,751236	9,59
	S	9	50,95	60,55	12386	276,3	720	44,828085	1,791956	9,6
	O	10	51,24	60,81	11808	282,33	744	41,823398	1,658408	9,57
	N	11	50,71	61,16	12312	283,58	720	43,41632	1,636364	10,45
	D	12	50,7	59,04	3839	88,9	744	43,183352	0,618699	8,34
1990	J	13	Bomba		0	0	744	0	Ñ	0
	F	14	quebrada		0	0	672	0	Ñ	0
	M	15	52,76	62,63	7285	192,69	744	37,80684	0,992063	9,87
	A	16	52,1	63,08	10921	279,8	720	39,031451	1,381426	10,98
	M	17	50,66	63,36	10901	276,85	744	39,375113	1,153691	12,7
	J	18	51,31	63,55	8700	257,35	720	33,806101	0,9872	12,24
	J	19	53,55	63,54	8968	272,3	744	32,934264	1,206583	9,99
	A	20	55,91	64,28	10856	311,44	744	34,857436	1,743297	8,37
	S	21	56,93	65,47	9955	292,27	720	34,060971	1,619015	8,54
	O	22	58,21	66,66	11680	350,84	744	33,291529	1,857861	8,45
	N	23	58,46	66,94	10788	327,13	720	32,977715	1,766903	8,48
	D	24	56,98	64,99	8070	252,92	744	31,907322	1,354154	8,01
1991	J	25	56,26	62,88	8093	270,23	744	29,948562	1,643155	6,62
	F	26	55,97	61,34	7074	332,56	672	21,27135	1,960295	5,37
	M	27	Medidores em		5304	340,39	744	15,582126	D	D
	A	28	manutenção		4204	392,76	720	10,703738	D	D
	M	29	Idem		811	126,33	744	6,4196945	D	D
	J	30	Inoperante		0	0	720	0	Ñ	0
	J	31	59,11	65,52	6845	219	744	31,255708	1,435299	6,41
	A	32	58,89	65,55	4710	150,89	744	31,214792	0,950547	6,66
	S	33	60,72	67,58	6216	189,8	720	32,750263	1,258503	6,86
	O	34	62,3	70,06	10532	331,87	744	31,735318	1,824216	7,76
	N	35	65	73,07	7435	239,89	720	30,993372	1,279602	8,07
	D	36	0	0	0	0	744	Ñ	Ñ	0
1992	J	37	61,5	68,46	5015	165,68	744	30,269194	0,968476	6,96
	F	38	62,41	69,4	7430	245,45	696	30,270931	1,527223	6,99
	M	39	62,16	69,02	8684	286,88	744	30,270496	1,701464	6,86
	A	40	62,04	68,65	8150	269,24	720	30,270391	1,712473	6,61
	M	41	60,73	67,02	8650	285,78	744	30,268038	1,848385	6,29
	J	42	60,31	66,4	9129	301,59	720	30,269571	2,081965	6,09
	J	43	60,4	66,6	10087	333,25	744	30,268567	2,186741	6,2
	A	44	60,49	67,1	9320	307,89	744	30,270551	1,895141	6,61
	S	45	60,78	67,65	8330	265,15	720	31,41618	1,684053	6,87
	O	46	62,8	69,46	8994	291,35	744	30,870088	1,815122	6,66
	N	47	63,59	70,06	9672	319,66	720	30,257148	2,076249	6,47
	D	48	63,93	70,73	10712	364,75	744	29,36806	2,117331	6,8
1993	J	49	64,73	71,36	11282	391,43	744	28,822523	2,287176	6,63

ANO	MÊS	No.	NE (m)	ND (m)	Vol(m³)	t(h) bomb.	t(h) mês	Qm(m³/h)	Qesp. (m³/h/m)	ND-NE (m)
	F	50	65,2	72,46	11335	393,17	672	28,829768	2,323355	7,26
	M	51	64,97	71,65	11558	404,41	744	28,579907	2,325591	6,68
	A	52	64,72	71,11	10387	365,59	720	28,411609	2,257651	6,39
	M	53	64,54	70,83	9537	336,55	744	28,337543	2,037925	6,29
	J	54	64,79	71,58	4118	153,04	720	26,907998	0,842333	6,79
	J	55	66,69	74,1	8657	356,12	744	24,309222	1,570277	7,41
	A	56	66,41	73,94	7728	324,91	744	23,785048	1,379429	7,53
	S	57	66,58	73,77	7230	318,52	720	22,698732	1,396616	7,19
	O	58	67,01	74,57	7519	362,92	744	20,718065	1,336797	7,56
	N	59	68,31	75,84	7205	392,52	720	18,355753	1,328943	7,53
	D	60	67,76	75,25	3516	188	744	18,702128	0,630949	7,49
1994	J	61	67,15	75,14	4068	213,72	744	19,03425	0,684323	7,99
	F	62	67,86	75,65	3907	239,02	672	16,345912	0,74634	7,79
	M	63	67,82	75,49	3211	188,93	744	16,995713	0,562694	7,67
	A	64	67,9	75,64	2916	172,25	720	16,928882	0,523256	7,74
	M	65	67,71	75,81	2818	168,28	744	16,7459	0,467609	8,1
	J	66	67,06	74,35	3704	213,9	720	17,316503	0,705685	7,29
	J	67	66,81	74,91	2902	167,7	744	17,304711	0,481548	8,1
	A	68	66,55	75,11	2452	155,22	744	15,796933	0,385012	8,56
	S	69	67,21	75,25	2384	156,15	720	15,267371	0,41183	8,04
	O	70	67,19	75,51	2735	186,08	744	14,697979	0,441836	8,32
	N	71	67,99	75,76	2377	176,57	720	13,462083	0,424889	7,77
	D	72	68,96	75,62	2952	246,02	744	11,999024	0,595757	6,66

Poço 13E (Poço P-03' da INFRAERO)

Correlação entre os níveis estáticos médios mensais e os ND médios mensais =	0,99
Correlação entre os rebaixamentos (NE-ND) e as vazões médias mensais =	-0,8
Correlação entre as cap. esp. médias mensais e as precip. médias mensais =	0,27
Correlação entre as vazões médias mensais e os ND médios mensais =	-0,9
Correlação entre as vazões médias mensais e os NE médios mensais =	-0,89

ANO	MÊS	No.	NE (m)	ND (m)	Vol(m³)	t (h)	t(h) mês	Qm(m³/h)	Qesp. (m³/h/m)	ND-NE (m)
1989	M	1	48,86	57,66	859	27,28	744	31,48827	3,578212	8,8
	J	2	45,91	55,98	7390	173	720	42,71676	4,241982	10,07
Poço	J	3	50,48	59,64	13722	302,87	744	45,30657	4,946132	9,16
04'	A	4	51,61	59,64	11472	282,19	744	40,65346	5,062697	8,03
	S	5	51,73	60,27	11443	277,66	720	41,21227	4,825793	8,54
	O	6	52,07	60,65	12931	300,42	744	43,04307	5,016675	8,58
	N	7	51,75	61,15	12834	285,86	720	44,8961	4,776181	9,4
	D	8	51,61	59,57	14448	312,04	744	46,30176	5,816804	7,96
1990	J	9	52,51	63,11	21190	407,83	744	51,95792	4,901691	10,6
	F	10	53,97	64,18	16204	330,44	672	49,03765	4,802904	10,21
	M	11	53,56	62,97	15105	315,58	744	47,86425	5,08653	9,41
	A	12	53,19	63,09	12731	289,92	720	43,91211	4,435567	9,9
	M	13	51,67	63,57	12850	285,65	744	44,98512	3,780262	11,9
	J	14	51,97	63,7	11448	265,62	720	43,09916	3,674268	11,73
	J	15	53,13	63,58	15210	290,87	744	52,2914	5,003962	10,45
	A	16	56,24	64,04	11889	323,78	744	36,71938	4,707612	7,8
	S	17	57,24	65,35	12054	295,73	720	40,76015	5,025913	8,11
	O	18	58,47	67,26	15479	353,67	744	43,76679	4,979157	8,79
	N	19	59,14	67,28	14948	327,83	720	45,5968	5,601573	8,14
	D	20	57,82	66,13	16629	356,98	744	46,58244	5,605589	8,31
1991	J	21	55,97	61,76	5750	217,38	744	26,45138	4,568459	5,79
	F	22	56,38	64,75	11823	300,79	672	39,30649	4,696116	8,37
	M	23	Medidores em		15009	338,39	744	44,35415	D	D
	A	24	manutenção		17408	393,52	720	44,23663	D	D
	M	25	60,18	67,62	16548	379,7	744	43,58178	5,857765	7,44
	J	26	60,34	66,9	12357	298	720	41,46644	6,321104	6,56
	J	27	59,66	66,29	11848	300,03	744	39,48938	5,956167	6,63
	A	28	59,63	65,53	13241	321,26	744	41,21584	6,985735	5,9
	S	29	59,77	66,15	9457	233,59	720	40,48547	6,345684	6,38
	O	30	61,82	73,62	14005	301,67	744	46,4249	3,934314	11,8
	N	31	61,64	71,17	14303	325,8	720	43,90117	4,606628	9,53
	D	32	61,71	70,08	13990	339,76	744	41,17612	4,919489	8,37
1992	J	33	61,44	68,54	7648	186,41	744	41,02784	5,778569	7,1
	F	34	62,57	69,35	11589	309,3	696	37,46848	5,526324	6,78
	M	35	62,23	69,21	11514	302,96	744	38,00502	5,444845	6,98
	A	36	62,08	69,97	13234	291,05	720	45,46985	5,762972	7,89
	M	37	61,74	68,82	2722	69,45	744	39,19366	5,535828	7,08
	J	38	D	D	0	0	720	1	0	0
	J	39	60,06	68,75	1504	33,97	744	44,27436	5,094863	8,69
	A	40	60,16	68,92	14456	308,73	744	46,82409	5,345215	8,76
	S	41	60,47	69,48	14258	270,95	720	52,62226	5,840428	9,01
	O	42	62,27	71,43	15896	307,9	744	51,62715	5,636152	9,16
	N	43	63,25	71,85	13477	339,7	720	39,67324	4,613168	8,6
	D	44	63,87	70,61	12053	384,37	744	31,35781	4,652494	6,74
1993	J	45	64,85	70,99	11115	348,95	744	31,8527	5,187736	6,14
	F	46	D	D	0	0	672	1	0	D
	M	47	D	D	0	0	744	1	0	D
	A	48	D	D	0	0	720	1	0	D
	M	49	D	D	0	0	744	1	0	D

ANO	MÊS	No.	NE (m)	ND (m)	Vol(m³)	t (h)	t(h) mês	Qm(m³/h)	Qesp. (m³/h/m)	ND-NE (m)
	J	50	65,27	73,2	5696	134,54	720	42,33685	5,338821	7,93
	J	51	67,78	74,54	13741	360,15	744	38,15355	5,644016	6,76
	A	52	67,48	74,27	11981	320,89	744	37,33678	5,49879	6,79
	S	53	67,87	74,25	11812	318,36	720	37,10265	5,815463	6,38
	O	54	68,72	75,49	13635	362,72	744	37,59098	5,552582	6,77
	N	55	70,71	77,23	14427	388	720	37,18299	5,702913	6,52
	D	56	70,83	77,77	15199	372,42	744	40,81145	5,880612	6,94
1994	J	57	69,54	77,23	15956	380,93	744	41,88696	5,446939	7,69
	F	58	70,32	77,21	11642	293,37	672	39,68368	5,759605	6,89
	M	59	69,97	77,79	16562	363,01	744	45,62409	5,834282	7,82
	A	60	70,27	78,6	16440	342,37	720	48,01823	5,764493	8,33
	M	61	70,03	78,28	15678	349,15	744	44,90334	5,442829	8,25
	J	62	69,09	76,63	12329	303,57	720	40,61337	5,386388	7,54
	J	63	68,81	76,82	13122	332,07	744	39,51576	4,933304	8,01
	A	64	68,78	77,04	13340	340,57	744	39,16963	4,742086	8,26
	S	65	69,39	77,48	12049	332,33	720	36,25613	4,481598	8,09
	O	66	69,67	77,8	12952	354,33	744	36,5535	4,496125	8,13
	N	67	70,89	78,53	12415	344,78	720	36,00847	4,71315	7,64
	D	68	71,81	79,57	11915	403,75	744	29,51084	3,802943	7,76

Poço 15E (Poço 04' da INFRAERO)

Correlação entre os níveis estáticos médios mensais e os ND médios mensais =	0,99
Correlação entre os rebaixamentos (NE-ND) e as vazões médias mensais =	0,32
Correlação entre as cap. esp. médias mensais e as precip. médias mensais =	0,58
Correlação entre as vazões médias mensais e os ND médios mensais =	-0,01
Correlação entre as vazões médias mensais e os NE médios mensais =	-0,15

ANO	MÊS	No.	NE (m)	ND (m)	Vol(m³)	t(h) bomb	t(h) mês	Qesp. (m³/h/m)	Qm (m³/h)	ND-NE (m)
1989	J	1	46,42	54,31	19396	408,07	744	6,024216	47,5311	7,89
	F	2	46,18	53,31	17227	372,26	672	6,490434	46,2768	7,13
	M	3	47,32	54,32	22926	495,6	744	6,60844	46,2591	7
Poço	A	4	46,83	55,95	15460	340,15	720	4,983611	45,4505	9,12
nº 05	M	5	46,84	55,72	14236	278,12	744	5,76425	51,1865	8,88
	J	6	45,65	54,94	9839	184,81	720	5,730728	53,2385	9,29
	J	7	47,32	53,96	13367	317,75	744	6,335491	42,0677	6,64
	A	8	47,6	53,62	10875	286,83	744	6,29808	37,9144	6,02
	S	9	48,05	53,53	10680	282,41	720	6,900978	37,8174	5,48
	O	10	48,39	55,2	11631	289,33	744	5,90305	40,1998	6,81
	N	11	48,32	55,4	11538	285,5	720	5,708095	40,4133	7,08
	D	12	48,47	54,45	14933	360,43	744	6,928272	41,4311	5,98
1990	J	13	49,07	56,88	17505	364,19	744	6,154362	48,0656	7,81
	F	14	50,54	57,4	15487	303,13	720	7,447564	51,0903	6,86
	M	15	50,51	58,34	17713	330,69	744	6,840838	53,5638	7,83
	A	16	50,14	58,61	13539	275,16	720	5,809221	49,2041	8,47
	M	17	48,58	58,6	13453	277,91	744	4,831114	48,4078	10,02
	J	18	48,79	58,66	13454	269,86	720	5,051214	49,8555	9,87
	J	19	51,51	58,95	15079	288,68	744	7,02074	52,2343	7,44
	A	20	52,4	60,48	15997	319,07	744	6,204992	50,1363	8,08
	S	21	53,33	61,74	13601	267,32	720	6,049833	50,8791	8,41
	O	22	54,38	62,4	13897	314,5	744	5,509676	44,1876	8,02
	N	23	54,85	63,35	15091	317,28	720	5,595725	47,5637	8,5
	D	24	53,7	60,05	16316	356,57	744	7,206015	45,7582	6,35
1991	J	25	52,43	60,69	11392	245,52	744	5,61737	46,3995	8,26
	F	26	54,27	63,54	9853	292,72	672	3,631084	33,6602	9,27
	M	27	medidor de nível		7832	299,17	744	D	26,1791	D
	A	28	em manutenção		14393	270,7	720	D	53,1696	D
	M	29	57,26	66,99	18025	343,8	744	5,388359	52,4287	9,73
	J	30	55,81	66,52	14214	280,14	720	4,737527	50,7389	10,71
	J	31	56,11	64,81	13690	282,39	744	5,572305	48,4791	8,7
	A	32	56,11	64,18	14244	273,3	744	6,458309	52,1186	8,07
	S	33	59,14	68,21	16773	321,82	720	5,746328	52,1192	9,07
	O	34	59,4	69,1	793	15,22	744	5,371391	52,1025	9,7
	N	35	57,62	66,82	3380	64,85	720	5,665248	52,1203	9,2
	D	36	58,51	66,29	16344	313,59	744	6,699101	52,1190	7,78
1992	J	37	58,33	66,5	14947	347,45	744	5,265501	43,0191	8,17
	F	38	59,1	67,14	11671	279,23	696	5,198642	41,7971	8,04
	M	39	59,05	67,13	13084	325,11	744	4,980797	40,2448	8,08
	A	40	58,68	67,31	11236	277,38	720	4,693813	40,5076	8,63
	M	41	57,29	65,07	11217	304,55	744	4,734112	36,8314	7,78
	J	42	56,48	64,43	9600	278,7	720	4,332785	34,4456	7,95
	J	43	56,52	63,43	7513	288,86	744	3,763985	26,0091	6,91
	A	44	inoperante		0	0	744		0,0000	0
	S	45	inoperante		0	0	720		0,0000	0
	O	46	inoperante		0	0	744		0,0000	0
	N	47	59,34	66,41	2181	66,87	720	4,613228	32,6155	7,07
	D	48	59,69	65,98	11049	329,07	744	5,338067	33,5764	6,29
1993	J	49	61,09	66,73	13219	394,02	744	5,948415	33,5491	5,64

ANO	MES	No.	NE (m)	ND (m)	Vol(m³)	t(h) bomb	t(h) mês	Qesp. (m³/h/m)	Qm (m³/h)	ND-NE (m)
	F	50	61,05	67,12	13318	400,41	720	5,479556	33,2609	6,07
	M	51	61,5	69,23	13375	402,13	744	4,302767	33,2604	7,73
	A	52	61,49	69,35	12250	368,3	720	4,23167	33,2609	7,86
	M	53	61,38	69,69	15232	311,08	744	5,892286	48,9649	8,31
	J	54	61,97	70,45	16215	332,01	720	5,759303	48,8389	8,48
	J	55	64,08	70,87	14888	323,06	744	6,787087	46,0843	6,79
	A	56	63,52	71,39	8288	198,15	744	5,314727	41,8269	7,87
	S	57	64,26	72,92	14382	323,65	720	5,131281	44,4369	8,66
	O	58	65,27	74,94	17375	362,25	744	4,960094	47,9641	9,67
	N	59	67,21	76,44	18780	396,53	720	5,131187	47,3609	9,23
	D	60	67,33	76,96	16961	368,25	744	4,782802	46,0584	9,63
1994	J	61	66,52	76,29	17923	390,3	744	4,700214	45,9211	9,77
	F	62	66,92	76,35	17374	394,2	672	4,673815	44,0741	9,43
	M	63	66,85	77,18	14765	385,98	744	3,703125	38,2533	10,33
	A	64	67,43	77,18	12508	351,58	720	3,648876	35,5765	9,75
	M	65	66,89	76,33	15022	350,12	744	4,545052	42,9053	9,44
	J	66	65,94	76,19	13962	299,23	720	4,552172	46,6598	10,25
	J	67	65,85	76,01	15550	328,7	744	4,656257	47,3076	10,16
	A	68	65,81	76,72	15813	340,23	744	4,260072	46,4774	10,91
	S	69	66,27	77,1	15830	328,27	720	4,452678	48,2225	10,83
	O	70	66,56	77,52	16321	352,63	744	4,22296	46,2836	10,96
	N	71	67,01	78,31	15981	349,6	720	4,045331	45,7122	11,3
	D	72	68,93	78,97	18141	399,25	744	4,525667	45,4377	10,04

POÇO 16E (POÇO 05 DA INFRAERO)

Correlação entre os níveis estáticos médios mensais e os ND médios mensais =	0,99
Correlação entre os rebaixamentos (NE-ND) e as vazões médias mensais =	0,64
Correlação entre as cap. esp. médias mensais e as precip. médias mensais =	0,03
Correlação entre as vazões médias mensais e os ND médios mensais =	0,63
Correlação entre as vazões médias mensais e os NE médios mensais =	0,58

ANO	MÊS	No.	NE (m)	ND (m)	Vol. (m³)	t (h)	t(h) mês	Qm (m³/h)	Qesp. (m³/h/m)	NE-ND (m)
1991	J	1	53,33	63,95	10532	331,5	720	31,77074	2,99160	10,62
	J	2	53,15	62,64	8893	274,67	744	32,37703	3,41170	9,49
	Poço n° 06	A	53,01	61,63	7393	232,18	744	31,84167	3,69393	8,62
	S	4	55,49	64,69	9966	303,31	720	32,85747	3,57146	9,2
	O	5	55,39	65,9	11294	330,98	744	34,12291	3,24671	10,51
	N	6	55,64	66,11	11511	330,47	720	34,83221	3,32686	10,47
	D	7	54,97	65,59	12420	347,91	744	35,69889	3,36148	10,62
1992	J	8	55,68	66,64	12925	364	744	35,50824	3,23980	10,96
	F	9	55,62	66,46	9302	265,14	696	35,08335	3,23647	10,84
	M	10	55,83	69,51	13887	337,75	744	41,11621	3,00557	13,68
	A	11	55,21	66,57	10253	290,57	720	35,28582	3,10615	11,36
	M	12	54,32	63,72	8944	293,8	744	30,44248	3,23856	9,4
	J	13	54,33	63,98	9586	311,53	720	30,77071	3,18867	9,65
	J	14	54,6	66,07	11636	337,61	744	34,46580	3,00487	11,47
	A	15	54,54	66,69	5880	177,15	744	33,19221	2,73187	12,15
	S	16	54,87	67,08	8684	239,27	720	36,29373	2,97246	12,21
	O	17	56,7	69,67	9959	305,52	744	32,59688	2,51325	12,97
	N	18	57,6	71	10227	335,21	720	30,50923	2,27681	13,4
	D	19	57,84	72,62	10551	375,45	744	28,10228	1,90137	14,78
	J	20	58,49	72,71	9416	403,57	744	23,33176	1,64077	14,22
1993	F	21	58,76	71,21	13340	398,51	672	33,47469	2,68873	12,45
	M	22	59,22	71,73	13986	413,53	744	33,82100	2,70352	12,51
	A	23	58,83	70,5	12039	359,63	720	33,47607	2,86856	11,67
	M	24	58,85	72,07	12141	344,14	744	35,27925	2,66863	13,22
	J	25	59,01	71,09	11973	330,1	720	36,27083	3,00255	12,08
	J	26	59,95	70,37	9167	283,11	744	32,37964	3,10745	10,42
	A	27	60	72,51	12084	332,57	744	36,33521	2,90449	12,51
	S	28	59,78	69,28	9486	327,64	720	28,95251	3,04763	9,5
	O	29	59,75	67,45	8982	366,57	744	24,50282	3,18218	7,7
	N	30	60,62	67,88	8865	384	720	23,08594	3,17988	7,26
	D	31	60,03	66,22	3552	188,52	744	18,84150	3,04386	6,19
	J	32	59,48	65,25	3479	190,17	744	18,29416	3,17056	5,77
	F	33	60,29	69,29	7086	295,72	672	23,96186	2,66243	9
1994	M	34	59,44	68,9	4582	185,22	744	24,73815	2,61503	9,46
	A	35	60,17	68,43	4370	170,78	720	25,58848	3,09788	8,26
	M	36	60,06	68,92	4302	179,65	744	23,94656	2,70277	8,86
	J	37	59,69	65,08	1231	78,05	720	15,77194	2,92615	5,39
	J	38	59,42	62,57	1418	162,33	744	8,73529	2,77311	3,15
	A	39	59,09	64,41	1469	180,32	744	8,14663	1,53132	5,32
	S	40	59,65	68,35	3558	163,98	720	21,69777	2,49400	8,7
	O	41	59,46	67,88	3415	166,22	744	20,54506	2,44003	8,42
	N	42	60,36	69,15	4066	176,37	720	23,05381	2,62273	8,79
	D	43	61,03	70,67	5766	250,43	744	23,02440	2,38842	9,64

Poço 17E (Poço P-06 da INFRAERO)

Correlação entre os níveis estáticos médios mensais e os ND médios mensais =	0,57
Correlação entre os rebaixamentos (NE-ND) e as vazões médias mensais =	0,78
Correlação entre as cap. esp. médias mensais e as precip. médias mensais =	-0,48
Correl.entre as vazões médias mensais e os ND médios mensais =	0,21
Correl. entre as vazões médias mensais e os NE médios mensais =	-0,56

ANO	MES	No.	NE (m)	ND (m)	Vol. (m³)	t (h)	t(h) mês	Qm (m³/h)	Qesp. (m³/h/m)	ND-NE (m)
1991	J	1	46,95	57,19	8552	198,24	720	43,13963	4,21285	10,24
	J	2	48,38	58,47	13476	316,38	744	42,59435	4,22144	10,09
Poço P-08	A	3	48,53	55,36	11804	320,97	744	36,77602	5,38448	6,83
	S	4	50,98	59,64	12907	319,39	720	40,41141	4,66644	8,66
	O	5	50,93	58,54	12741	343,67	744	37,07336	4,87166	7,61
	N	6	51,59	59,15	12899	340,46	720	37,88698	5,01150	7,56
	D	7	51,12	59,78	13525	352,56	744	38,36226	4,42982	8,66
1992	J	8	50,83	57,73	14386	372,47	744	38,62324	5,59757	6,9
	F	9	51,46	58,21	12709	328,56	696	38,68091	5,73051	6,75
	M	10	51,48	58,89	13432	346,06	744	38,81408	5,23807	7,41
	A	11	51,25	57,91	11304	294,07	720	38,43983	5,77175	6,66
	M	12	50,43	56,04	11769	318,09	744	36,99896	6,59518	5,61
	J	13	50,44	56,93	11319	314,42	720	35,99962	5,54694	6,49
	J	14	50,75	57,05	12610	340,81	744	37,00009	5,87303	6,3
	A	15	50,44	57,55	11836	319,92	744	36,99675	5,20348	7,11
	S	16	50,81	57,56	10251	276,69	720	37,04868	5,48869	6,75
	O	17	51,92	58,47	11612	313,42	744	37,04933	5,65639	6,55
	N	18	52,83	58,7	12514	344	720	36,37791	6,19726	5,87
	D	19	52,84	58,61	11956	385,91	744	30,98132	5,36938	5,77
1993	J	20	53,71	58,81	12743	416,14	744	30,62191	6,00430	5,1
	F	21	54,57	59,69	12133	407,46	672	29,77716	5,81585	5,12
	M	22	55,56	61,65	14845	421,78	744	35,19607	5,77932	6,09
	A	23	55,31	61,49	13321	379,91	720	35,06357	5,67372	6,18
	M	24	55,04	61,37	12122	344,49	744	35,18825	5,55897	6,33
	J	25	55,06	60,88	11654	341,7	720	34,10594	5,86013	5,82
	J	26	55,11	61,08	7762	199,74	744	38,86052	6,50930	5,97
	A	27	55,8	69,38	9422	234,72	744	40,14145	2,95592	13,58
	S	28	55,07	65,99	8270	178,24	720	46,39811	4,24891	10,92
	O	29	55,21	65,67	8829	186,45	744	47,35318	4,52707	10,46
	N	30	55,85	66,89	9082	192,58	720	47,15962	4,27170	11,04
	D	31	57,82	64,84	12493	373,12	744	33,48253	4,76959	7,02
1994	J	32	57,42	64,14	11297	346,42	744	32,61070	4,85278	6,72
	F	33	57,73	64,59	8817	286,45	672	30,78024	4,48692	6,86
	M	34	57,84	64,73	12191	377,15	744	32,32401	4,69144	6,89
	A	35	57,95	64,5	10974	337	720	32,56380	4,97157	6,55
	M	36	57,99	64,44	11101	346,48	744	32,03937	4,96734	6,45
	J	37	57,08	63,67	9527	299,07	720	31,85542	4,83390	6,59
	J	38	56,97	63,89	10250	326,35	744	31,40800	4,53873	6,92
	A	39	57,2	64,26	10334	334,45	744	30,89849	4,37656	7,06
	S	40	57,51	64,46	10075	325,38	720	30,96380	4,45522	6,95
	O	41	57,54	64,42	10819	351,67	744	30,76464	4,47160	6,88
	N	42	58,45	64,94	10599	347,63	720	30,48931	4,69789	6,49
	D	43	58,67	65,39	12187	397,6	744	30,65141	4,56122	6,72

Poço 30E (Poço P-08 da INFRAERO)

Correlação entre os níveis estáticos médios mensais e os ND médios mensais =	0,87
Correlação entre os rebaixamentos (NE-ND) e as vazões médias mensais =	0,72
Correlação entre as cap. esp. médias mensais e as precip. médias mensais =	0,2
Correl. entre as vazões médias mensais e os n.dinâmicos médios mensais =	-0,11
Correl. entre as vazões médias mensais e os n.estáticos médios mensais =	-0,51

TABELA 6

**BALANÇO HÍDRICO MULTIANUAL DOS POSTOS BOM
SUCESSO E FAZENDA VELHA (1965-1994) E ANUAL DO POSTO
BOM SUCESSO (1989 A 1993)**

BALANÇO HIDRICO SEG. THORNTHWAITE 1955
 Armazenamento maximo: 125.mm Local: BONSUCESSO
 Latitude: 23G 25M Longitude: 46G 24M Altitude: 770.00m

Fonte e Período: PREC.-1965-1994 E3-002												
MESES	TEMP	NOMO	COR.	EP	P	P-EP	NEG	ARM	ALT	ER	DEF	IAC
	GR C			mm	mm	mm	ACUM	mm	mm	mm	mm	mm
JAN	22.0	94	1.17	110	264.	154	0	125	0	110	0	154
FEV	21.9	93	1.01	94	209.	115	0	125	0	94	0	115
MAR	21.1	86	1.05	91	193.	102	0	125	0	91	0	102
ABR	18.9	70	0.96	67	103.	36	0	125	0	67	0	36
MAI	16.9	56	0.94	53	91.	38	0	125	0	53	0	38
JUN	15.4	47	0.88	41	64.	23	0	125	0	41	0	23
JUL	14.6	42	0.93	39	50.	11	0	125	0	39	0	11
AGO	16.4	53	0.98	52	47.	-5	-5	120	-5	52	0	0
SET	17.7	61	1.00	61	97.	36	0	125	5	61	0	31
OUT	19.2	72	1.10	79	149.	70	0	125	0	79	0	70
NOV	19.8	76	1.11	85	165.	80	0	125	0	85	0	80
DEZ	20.3	80	1.18	95	235.	140	0	125	0	95	0	140
ANO	18.7			865	1667.	802				865	0	802

Índice Hidrico = 92.7 Clima Úmido,

Mesotermico

GRAFICOS PREC. [mm] x TEMPO [meses] e EP [mm] x TEMPO [meses]

BALANÇO HIDRICO SEG. THORNTON 1955

Armazenamento máximo: 125.mm

Local: BAIRRO FAZENDA VELH

Latitude: 23G 23M

Longitude: 46G 21M

Altitude: 760.00m

Fonte e Período: PREC.-POSTO E3-050

TEMP.-BOL.TEC.IAC - 141

MESES	TEMP	NOMO	COR.	EP	P	P-EP	NEG	ARM	ALT	ER	DEF	EXC
	GR C			mm	mm	mm	ACUM	mm	mm	mm	mm	mm
JAN	22.0	94	1.17	110	232.	122	0	125	0	110	0	122
FEV	21.9	93	1.01	94	223.	129	0	125	0	94	0	129
MAR	21.1	86	1.05	91	177.	86	0	125	0	91	0	86
ABR	18.9	70	0.96	67	90.	23	0	125	0	67	0	23
MAI	16.9	56	0.94	53	79.	26	0	125	0	53	0	26
JUN	15.4	47	0.88	41	59.	18	0	125	0	41	0	18
JUL	14.6	42	0.93	39	45.	6	0	125	0	39	0	6
AGO	16.4	53	0.98	52	44.	-8	-8	117	-8	52	0	0
SET	17.7	61	1.00	61	84.	23	0	125	8	61	0	15
OUT	19.2	72	1.10	79	125.	46	0	125	0	79	0	46
NOV	19.8	76	1.11	85	161.	76	0	125	0	85	0	76
DEZ	20.3	80	1.18	95	201.	106	0	125	0	95	0	106
ANO	18.7			865	1520.	655				865	0	655

Índice Hídrico = 75.7 Clima Úmido,

Mesotermico

GRÁFICOS PREC. [mm] x TEMPO [meses] e EP [mm] x TEMPO [meses]

BALANCO HIDRICO SEG. THORNTHWAITE 1955

Armazenamento maximo: 125.mm

Local: BONSUCESSO

Latitude: 23G 25M

Longitude: 46G 24M

Altitude: 770.00m

Fonte e Período: PREC.-1989 Posto E3-002

Fonte e Período: PREC.-1989 Posto E3-002												
MESES	TEMP	NOMO	COR.	EP	P	P-EP	NEG	TEMP.-Bol.Tec.	141 -	IAC		
	GR C			mm	mm	mm	ACUM	ARM	ALT	ER	DEF	EXC
JAN	22.0	94	1.17	110	373.	263	0	125	0	110	0	263
FEV	21.9	93	1.01	94	260.	166	0	125	0	94	0	166
MAR	21.1	86	1.05	91	141.	50	0	125	0	91	0	50
ABR	18.9	70	0.96	67	87.	20	0	125	0	67	0	20
MAI	16.9	56	0.94	53	40.	-13	-13	113	-12	52	1	0
JUN	15.4	47	0.88	41	57.	16	0	125	12	41	0	4
JUL	14.6	42	0.93	39	162.	123	0	125	0	39	0	123
AGO	16.4	53	0.98	52	29.	-23	-23	104	-21	50	2	0
SET	17.7	61	1.00	61	91.	30	0	125	21	61	0	9
OUT	19.2	72	1.10	79	64.	-15	-15	111	-14	78	1	0
NOV	19.8	76	1.11	85	70.	-15	-30	99	-12	82	2	0
DEZ	20.3	80	1.18	95	174.	79	0	125	26	95	0	53
ANO	18.7			865	1548.	683				859	6	689

Indice Hidrico = 79.2 Clima Umido,

Mesotermico

GRÁFICOS PREC. [mm] x TEMPO [meses] e EP [mm] x TEMPO [meses]

BALANÇO HIDRICO SEG. THORNTHWAITTE 1955

Armazenamento maximo: 125.mm

Local: BONSUCESSO

Latitude: 23G 25M

Longitude: 46G 24M

Altitude: 770.00m

Fonte e Período: PREC.-1990 Posto E3-02

MESES	TEMP	NOMO	COR.	EP	P	P-EP	NEG	ARM	ALT	ER	DEF	EXC
	GR C			mm	mm	mm	ACUM	mm	mm	mm	mm	mm
JAN	22.0	94	1.17	110	465.	355	0	125	4	110	0	352
FEV	21.9	93	1.01	94	130.	36	0	125	0	94	0	36
MAR	21.1	86	1.05	91	329.	238	0	125	0	91	0	238
ABR	18.9	70	0.96	67	65.	-2	-2	123	-2	67	0	0
MAI	16.9	56	0.94	53	78.	25	0	125	2	53	0	23
JUN	15.4	47	0.88	41	26.	-15	-15	111	-14	40	1	0
JUL	14.6	42	0.93	39	101.	62	0	125	14	39	0	48
AGO	16.4	53	0.98	52	54.	2	0	125	0	52	0	2
SET	17.7	61	1.00	61	94.	33	0	125	0	61	0	33
OUT	19.2	72	1.10	79	83.	4	0	125	0	79	0	4
NOV	19.8	76	1.11	85	75.	-10	-10	116	-9	84	0	0
DEZ	20.3	80	1.18	95	100.	5	-4	121	5	95	0	0

ANO 18.7

865 1600. 735

864 1 736

Índice Hídrico = 85.0 Clima Úmido,

Mesotermico

GRAFICOS PREC. [mm] x TEMPO [meses] e EP [mm] x TEMPO [meses]

BALANÇO HIDRICO SEG. THORNTHWAITTE 1955

Armazenamento maximo: 125.mm

Local: BONSUCESSO

Latitude: 23G 25M

Longitude: 46G 24M

Altitude: 770.00m

Fonte e Período: PREC.-1991

MESES	TEMP	NOMO	COR.	EP	P	P-EP	NEG	TEMP.-Bol.	Téc.nº141-IAC	ARM	ALT	ER	DEF	EXC
	GR C			mm	mm	mm	ACUM	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
JAN	22.0	94	1.17	110	220.	110	0	125	0	110	0	110	0	110
FEV	21.9	93	1.01	94	304.	210	0	125	0	94	0	210	0	210
MAR	21.1	86	1.05	91	440.	349	0	125	0	91	0	349	0	349
ABR	18.9	70	0.96	67	145.	78	0	125	0	67	0	78	0	78
MAI	16.9	56	0.94	53	32.	-21	-21	106	-19	51	2	0	0	0
JUN	15.4	47	0.88	41	57.	16	-3	122	16	41	0	0	0	0
JUL	14.6	42	0.93	39	30.	-9	-12	113	-9	39	1	0	0	0
AGO	16.4	53	0.98	52	44.	-8	-20	106	-7	51	1	0	0	0
SET	17.7	61	1.00	61	109.	48	0	125	19	61	0	29	0	29
OUT	19.2	72	1.10	79	167.	88	0	125	0	79	0	88	0	88
NOV	19.8	76	1.11	85	126.	41	0	125	0	85	0	41	0	41
DEZ	20.3	80	1.18	95	159.	64	0	125	0	95	0	64	0	64
ANO	18.7			865	1833.	968				862	3	971		

Indice Hidrico = 112.0 Clima Super Umido,

Mesotermico

GRAFICOS PREC. [mm] x TEMPO [meses] e EP [mm] x TEMPO [meses]

BALANCO HIDRICO SEG. THORNTHWAITTE 1955
 Armazenamento maximo: 125.mm Local: BONSUCESO
 Latitude: 23G 25M Longitude: 46G 24M Altitude: 770.00m

Fonte e Período: PREC.-1992 - POSTO E3-00 TEMP.-BOL.TEC. 141 -IAC												
MESES	TEMP	NOMO	COR.	EP	P	P-EP	NEG	ARM	ALT	ER	DEF	EXC
	GR C			mm	mm	mm	ACUM	mm	mm	mm	mm	mm
JAN	22.0	94	1.17	109	146.	37	0	125	0	109	0	37
FEV	21.9	93	1.01	94	276.	182	0	125	0	94	0	182
MAR	21.1	86	1.05	91	204.	113	0	125	0	91	0	113
ABR	18.9	70	0.96	67	82.	15	0	125	0	67	0	15
MAI	16.9	56	0.94	53	81.	28	0	125	0	53	0	28
JUN	15.4	47	0.88	41	7.	-34	-34	95	-30	37	4	0
JUL	14.6	42	0.93	39	43.	4	-29	99	4	39	0	0
AGO	16.4	53	0.98	52	21.	-31	-60	78	-22	43	9	0
SET	17.7	61	1.00	61	84.	23	-27	100	23	61	0	0
OUT	19.2	72	1.10	79	154.	75	0	125	25	79	0	51
NOV	20.3	80	1.11	89	221.	132	0	125	0	89	0	132
DEZ	20.3	80	1.18	94	205.	111	0	125	0	94	0	111
ANO	18.7			868	1524.	656				855	13	669

Indice Hidrico = 76.2 Clima Umido,

Mesotermico

GRAFICOS PREC. [mm] x TEMPO [meses] e EP [mm] x TEMPO [meses]

BALANÇO HIDRICO SEG. THORNTHWAITTE 1955
Armazenamento maximo: 125.mm

Local: BONSUCESO

Latitude: 23G 25M

Longitude: 46G 24M

Altitude: 770.00m

Fonte e Período: PREC.-1993 - E3-002

MESES	TEMP	NOMO	COR.	EP	P	P-EP	NEG	TEMP.-BOL.	TEC.	141	-	IAC
	GR C			mm	mm	mm	ACUM	mm	mm	mm	mm	mm
JAN	22.0	94	1.17	110	290.	180	0	125	0	110	0	180
FEV	21.9	93	1.01	94	326.	232	0	125	0	94	0	232
MAR	21.1	86	1.05	91	155.	64	0	125	0	91	0	64
ABR	18.9	70	0.96	67	74.	7	0	125	0	67	0	7
MAI	16.9	56	0.94	53	121.	68	0	125	0	53	0	68
JUN	15.4	47	0.88	41	69.	28	0	125	0	41	0	28
JUL	14.6	42	0.93	39	13.	-26	-26	101	-24	37	3	0
AGO	16.4	53	0.98	52	34.	-18	-44	88	-13	47	4	0
SET	17.7	61	1.00	61	196.	135	0	125	37	61	0	98
OUT	19.2	72	1.10	79	97.	18	0	125	0	79	0	18
NOV	19.8	76	1.11	85	70.	-15	-15	111	-14	84	1	0
DEZ	20.3	80	1.18	95	133.	38	0	125	14	95	0	25
ANO	18.7			865	1578.	713				858	8	720

Índice Hidrico = 82.7 Clima Úmido,

Mesotermico

GRAFICOS PREC. [mm] x TEMPO [meses] e EP [mm] x TEMPO [meses]

TABELA 7

PERFÍS GEOLÓGICOS INDIVIDUAIS

Número do Poço	Nº. poço da empresa perfuradora	Folha topográfica
26A	3270/5	3446
Localização		Proprietário
Rod. Pres. Dutra Km 227 - GR		Corrêa da Silva Ind. e Com.
Coordenadas km EO	Coordenadas km NS	Cota (m) Profundidade (m)
344,45	7403,1	727 143,2 m
Nível estático (m)	Nível dinâmico (m)	Vazão (m ³ /h) Situação
81,9	85,82	27,926 Equipado
Profund. inicial (m)	Profund. final (m)	Descrição litológica
0	36	Argilito cinza-claro com manchas marrom-amareladas. Contém níveis arenosos com seixos de quartzo sub-arredondados.
36	60	Arenito cinza-esbranquiçado, compacto, de granulação média a grossa, grãos regularmente arredondados, apresentando intercalações argilosas e siltosas cinza-claro.
60	82	Arenito de granulação grossa a muito grossa, com granodecrescência ascendente. Seleção e arredondamento regulares.
82	96	Siltito cinza escuro a esverdeado, compacto, pouco plástico, com intercalações arenosas.
96	104	Arenito cinza-esbranquiçado, de granulação fina a grossa, grãos arredondados.
104	118	Siltito cinza escuro a esverdeado, compacto, com intercalações arenosas.
118	143	Argilito cinza-amarronzado, pouco plástico, intercalado com níveis arenosos, de granulometria média a grossa e siltito cinza claro a esverdeado, compacto.
143	143,2	Granito alterado.

Número do Poço	Nº. poço da empresa perfuradora	Folha topográfica
30A	AG-842/92	3446
Localização		Proprietário
Rua Diogo de Faria, 127 - GR		HOTEL MÔNACO
Coordenadas km EO	Coordenadas km NS	Cota (m) Profundidade (m)
344,05	7403,85	743 169 m
Nível estático (m)	Nível dinâmico (m)	Vazão (m ³ /h) Situação
126,98	127,31	4.2 Equipado
Profund. inicial (m)	Profund. final (m)	Descrição litológica
0	2	Solo areno-argiloso marrom, apresentando grãos e grânulos de quartzo e feldspato.
2	10	Solo areno-argiloso vermelho rosado, apresentando grãos e grânulos de quartzo e feldspato e fragmentos de granito.
10	22	Solo areno-argiloso bege, com grãos e grânulos de quartzo e fragmentos de granito.
22	24	Granito cinza médio, pouco alterado Composição: quartzo, feldspatos, piroxênios e anfibólios.
24	169	Granito cinza médio com tonalidades rósea. Composição: quartzo, feldspato potássico rosa-avermelhado, plagioclásio, biotita, piroxênio, anfibólio. Estrutura maciça e textura fanerítica.

Número do Poço	Nº. poço da empresa perfuradora	Folha topográfica
39A	H-870	3446
Localização		Proprietário
Av. Monteiro Lobato, 497 -GR		Banco Bradesco S.A. - Ag. Cumbica
Coordenadas EO	Coordenadas NS	Cota (m) Profundidade (m)
344,62	7403,73	732 155 m
Nível estático (m)	Nível dinâmico (m)	Vazão (m³/h) Situação
27,7	93,1	1,028 Equipado
Profund. inicial (m)	Profund. final (m)	Descrição litológica
0	8	Argila arenosa, avermelhada, plástica.
8	10	Conglomerado, matriz argilosa e cimento ferruginoso vermelho. Inconsolidado.
10	14	Arenito argiloso vermelho-claro, grãos angulosos. Inconsolidado.
14	18	Conglomerado, matriz argilosa e cimento ferruginoso vermelho. Inconsolidado.
18	28	Argila lilás, plástica, pouca areia de granulação fina a grossa. Inconsolidada.
28	34	Argila bege-avermelhada, plástica, pouca areia de granulação fina a grossa. Inconsolidada.
34	40	Arenito bege, de granulação média a grossa, grãos sub-arredondados a sub-angulares. Inconsolidado.
40	53,86	Gnaiss cinza de fácil penetração. Composição: feldspato potássico (60%), quartzo (30%), micas e anfibólios (10%).
56,86	57,86	Gnaiss cinza-esverdeado. Composição: biotita (60%), feldspato (30%), quartzo e
125	155	Gnaiss melanocrático. Composição: biotita finamente cristalizada, porfiroblastos de feldspato branco e quartzo.
155	210	Gnaiss leucocrático. Composição: predominância de feldspato potássico e subordinadamente feldspato branco, quartzo e biotita finamente cristalizada.

Número do Poço	Nº. poço da empresa perfuradora	Folha topográfica
1C	H-802	3442
Localização		Proprietário
Estrada do Cabuçu - GR		SAEE
Coordenadas EO	Coordenadas NS	Cota (m) Profundidade (m)
343,07	7410,84	756 220 m
Nível estático (m)	Nível dinâmico (m)	Vazão (m ³ /h) Situação
9,96	130	4,5 Equipado
Profund. inicial (m)	Profund. final (m)	Descrição litológica
0	3	Solo argiloso, cor marrom, com presença de grãos angulosos de quartzo.
3	9	Argila, cor cinza esverdeado.
9	12	Gnaiss alterado, cor cinza esverdeado, friável.
12	20	Gnaiss melanocrático, cor cinza esverdeado, composto essencialmente de anfíblio, subordinadamente ocorrem porfiroblastos de feldspato.
20	22	Gnaiss melanocrático, cor cinza esverdeado, composto por anfíblio, feldspato de coloração branca e subordinadamente, quartzo.
22	36	Gnaiss melanocrático, cor cinza esverdeado, composto essencialmente de anfíblio.
36	38	Nível leucocrático, constituído essencialmente de quartzo, com feldspato criptocristalino.
38	220	Gnaiss melanocrático, cor cinza esverdeado, composto essencialmente de anfíblio.

Número do Poço	Nº. poço da empresa perfuradora	Folha topográfica
9D	TJ-2186/1	4435
Localização		Proprietário
Av. Abraão Lincon, s/nº - Cumbica		PETROBRÁS-DTCS-G.GUAR/SEGUAR
Coordenadas EO	Coordenadas NS	Cota (m) Profundidade (m)
352,32	7403,62	754 200 m
Nível estático (m)	Nível dinâmico (m)	Vazão (m³/h) Situação
53	150,5	6,455 Equipado
Profund. inicial (m)	Profund. final (m)	Descrição litológica
0	3	Solo argiloso marrom avermelhado.
3	9	Argila siltosa vermelha.
9	15	Argila, vermelho amarela.
15	21	Argila silto-arenosa, amarela.
21	27	Areia média cinza-amarelada, pouco argilosa, mal selecionada.
27	39	Areia média, pouco argilosa, cinza amarelada, mal selecionada.
39	45	Areia argilosa cinza, de granulação média a fina.
45	51	Argila cinza.
51	57	Areia argilosa cinza, de granulação média a fina.
57	69	Idem.
69	75	Gnaiss alterado.
75	77	Idem, passando a são.
77	95	Gnaiss cinza escuro com fenocristais de feldspato potássico.
95	107	idem, cinza claro
107	119	Gnaiss cinza escuro com grande quantidade de fenocristais de feldspato potássico (microclínio).

Número do Poço	Nº. poço da empresa perfuradora	Folha topográfica
24D	C-3320/2	4435
Localização		Proprietário
Av. Santos Dumont, 2150 - Cumbica - GR		Indústrias Químicas Girardi S/A
Coordenadas EO	Coordenadas NS	Cota (m) Profundidade (m)
350,2	7402,87	728 200 m
Nível estático (m)	Nível dinâmico (m)	Vazão (m ³ /h) Situação
80,61	170,09	8,5 Equipado
Profund. inicial (m)	Profund. final (m)	Descrição litológica
0	4	Solo argilo-arenoso, castanho avermelhado.
4	10	Arenito grosso, friável, mal selecionado.
10	24	Argilito cinza esverdeado, mole, pastoso.
24	30	Conglomerado arenoso, cinza esbranquiçado, friável.
30	42	Argilito cinza-esverdeado, mole, pastoso.
42	44	Conglomerado arenoso.
44	50	Argilito cinza-esverdeado, mole, pastoso.
50	60	Conglomerado arenoso, cinza esbranquiçado, friável.
60	66	Arenito médio a grosso.
66	70	Argilito cinza esverdeado.
70	74	Intercalação arenito-argilito.
74	82	Argilito vermelho acastanhado, mole.
82	90	Arenito friável.
90	100	Argilito cinza esverdeado, mole, pastoso.
100	104	Argilito creme-claro, mole, em contato com granito alterado.
104	116	Granito alterado.
116	126	Granito cinza-esbranquiçado, são.
126	128	Granito róseo, semi-alterado.
128	132	Granito cinza rosado.
132	136	Granito róseo.
136	174	Granito cinza esbranquiçado, duro.
174	188	Granito cinza rosado, são.
188	192	Granito cinza-esbranquiçado, levemente alterado.
192	200	Granito branco-rosado, fraturado.

Número do Poço	Nº. poço da empresa perfuradora	Folha topográfica
26D	H-916	4435
Localização		Proprietário
Av. Patos, 1120 - Cumbica		Emar Ind. e Com.
Coordenadas km EO	Coordenadas km NS	Cota (m) Profundidade (m)
349,87	7404,18	732 108,5 m
Nível estático (m)	Nível dinâmico (m)	Vazão (m³/h) Situação
68,18	82,5	26,4 Equipado
Profund. inicial (m)	Profund. final (m)	Descrição litológica
0	2	Solo arenoso, fino, avermelhado.
2	6	Sedimento areno-argiloso pretocom matéria orgânica.
6	12	Arenito cinza-esverdeado, de granulação fina a grossa, grãos sub-arredondados a sub-angulares. Inconsolidado. Composição: quartzo, feldspato com matriz argilosa (30%).
12	14	Arenito cinza, de granulação fina, grãos sub-angulares, matriz siltica (40%). Inconsolidado.
14	22	Arenito arcoseano cinza-esbranquiçado, de granulação média, sub-arredondado a sub-angular, matriz siltica-argilosa (30%). Inconsolidado.
22	26	Arenito arcoseano cinza esbranquiçado, de granulação grossa, sub-arredondado a sub-angular, matriz siltico- argilosa (30%). Inconsolidado.
26	28	Arenito arcoseano cinza-esbranquiçado, muito grosso (c/ seixos), sub-angular a sub-arredondado, matriz argilosa (30%). Inconsolidado.
28	52	Sedimento argilo-arenoso cinza-esverdeado. Fração arenosa de granulação fina a grossa, sub-arredondada. Inconsolidado.
52	62	Arenito arcoseano cinza-esverdeado, de granulação média, grãos sub-arredondados a sub-angulares, matriz argilosa (40-50%). Inconsolidado.
62	72	Argilito cinza-esverdeado, maciço, duro.
72	78	Arenito cinza-esverdeado, de granulação fina a média, grãos sub-angulares, matriz argilosa (40%). Inconsolidado.
78	80	Argilitocinza-esverdeado, maciço, duro.
80	98	Arenito arcoseano cinza-esverdeado, de granulação média, grãos sub-arredondados a sub-angulares, matriz argilosa (40-50%). Inconsolidado.

Número do Poço	Nº. poço da empresa perfuradora	Folha topográfica
9E	H-620	4433
Localização		Proprietário
Aerop. Intern.de	São Paulo/Cumbica	INFRAERO - Infr. Aeroportuaria
Coord. km EO	Coordenadas km NS	Cota (m) Profundidade (m)
347,46	7407,33	733,1 180 m
Nível estático (m)	Nível dinâmico (m)	Vazão (m³/h) Situação
58,14	70,9	39,3 Equipado
Profund. inicial	Profund. final (m)	Descrição litológica
0	4	Solo argiloso marrom a preto, rico em matéria orgânica.
4	6	Sedimento arenoso cinza, de granulação média.
6	10	Nível de cascalho oligomítico quartzoso (seixos centimétricos de quartzo).
10	16	Sedimento areno-argiloso cinza.
16	26	Sedimento argiloso amarelo, pouco arenoso.
26	30	Arenito feldspático cinza, de granulação grossa, grãos subangulosos a angulares. Inconsolidado.
30	50	Argila bege, pouco arenosa Fração arenosa (10%) de granulação grossa.
50	56	Arenito feldspático amarelo, de granulação grossa, grãos angulares, clastos milimétricos angulares de quartzo e feldspato. Inconsolidado.
56	66	Argila pouco arenosa, bege, mole.
66	74	Arenito feldspático cinza, de granulação fina a média, grãos angulosos, matriz argilosa creme. Inconsolidado.
74	78	Argila creme.
78	96	Arenito feldspático, de granulação média, grãos subangulares a angulares. Inconsolidado.
96	100	Argila bege a esverdeada.
100	106	Arenito de granulação média a grossa, grãos subangulares a angulares, matriz argilosa cinza-esverdeada. Inconsolidado.
106	118	Argila cinza-esverdeada.
118	126	Arenito cinza, de granulação média a grossa, grãos angulares. Inconsolidado.
126	130	Sedimento argiloso cinza-esverdeado.
130	142	Sedimento argilo-arenoso cinza, de granulação grossa.
142	154	Sedimento areno-argiloso cinza-esverdeado, de granulação grossa.
154	172	Argila cinza, dura.
172	180	Sedimento argilo-arenoso cinza. Presença de arenito grosso, grãos angulares e clastos milimétricos de feldspato branco e rosa.

Número do Poço	Nº. poço da empresa perfuradora	Folha topográfica	Poço nº. do local
11E	H-616	4433	PAR - 02'
Localização		Proprietário	
Aeroporto Intern. de	São Paulo/Cumbica	INFRAERO - Infr. Aeroportuária	
Coordenadas km EO	Coordenadas km NS	Cota (m)	Profundidade (m)
347,58	7408,02	733,7	175,6 m
Nível estático (m)	Nível dinâmico (m)	Vazão (m³/h)	Situação
58,1	67,83	50	Equipado
Profund. inicial (m)	Profund. final (m)	Descrição litológica	
0	6	Solo marrom escuro, argiloso, orgânico.	
6	12	Areia cinza-esbranquiçada, média a grossa, mal selecionada, grãos sub-angulosos, inconsolidados.	
12	26	Argila amarela com níveis centrimétricos de cascalho quartzoso.	
26	34	Argila amarela-esbranquiçada.	
34	44	Areia amarela fina a média, medianamente selecionada, inconsolidada.	
44	62	Argila arenosa, média, amarela.	
62	78	Arenito argiloso branco a amarelo, fino a médio, com níveis grossos, mal selecionados.	
78	82	Argila amarela com areia grossa.	
82	110	Semelhante ao nível 62-78 m.	
110	118	Argila arenosa amarela.	
118	126	Argila cinza.	
126	134	Areia grossa argilosa, cinza.	
134	146	Arenito feldspático cinza, médio a grosso, mal selecionado, grãos angulares, inconsolidado, com matriz argilosa cinza esverdeada.	
146	156	Argila arenosa cinza-esverdeada.	
156	162	Arenito feldspático cinza, grosso, mal selecionado, grãos angulosos, inconsolidados, com matriz argilosa.	
162	174	Argila cinza esverdeada, pouco arenosa.	
174	175,6	Gnaisse/migmatito pouco alterado.	

Número do Poço	Nº. poço da empresa perfuradora	Folha topográfica
13E	C-3225/1	4433
Localização	Proprietário	
Aeroporto Intern. de	São Paulo/Cumbica	INFRAERO - Infr. Aeroportuária
Coord. km EO	Coordenadas km NS	Cota (m) Profundidade (m)
347,8	7407,71	739,4 122 m
Nível estático (m)	Nível dinâmico (m)	Vazão (m³/h) Situação
64,25	73,67	29,9 Equipado
Profund. inicial (m)	Profund. final (m)	Descrição litológica
0	8	Aterro argiloso com grande quantidade de seixos e areia grossa.
8	12	Areia grossa, mal selecionada, subangulosa, argilosa.
12	14	Argila arenosa cinza.
14	20	Argila arenosa cinza-esbranquiçada.
20	22	Argila arenosa cinza-amarelada.
22	26	Areia média a grossa.
26	28	Argila arenosa cinza-amarelada.
28	32	Argila arenosa cinza escura.
32	42	Areia cinza-esbranquiçada, grossa a média, razoável seleção, com grãos sub-angulosos.
42	70	Areia argilosa cinza-esbranquiçada, grossa a média, sub-angulosa.
70	78	Areia grossa cinza-esbranquiçada, subangulosa, mal selecionada, pouco argilosa.
78	88	Areia grossa, cinza-esbranquiçada, subangulosa, mal selecionada, argilosa.
88	94	Areia grossa, argilosa, cinza-esbranquiçada, com cimento ferruginoso.
94	100	Areia grossa, cinza-esbranquiçada, sub-angulosa, pouco argilosa.
100	108	Areia grossa, cinza-esbranquiçada, subangulosa, mal selecionada.
108	116	Areia grossa cinza-esbranquiçada muito argilosa.
116	118	Areia grossa, argilosa.
118	122	Granito alterado, composto por quartzo, feldspato e biotita.

Número do Poço	Nº. poço da empresa perfuradora	Folha topográfica
15E	H-621	4433
Localização	Proprietário	
Aeroporto Intern. de	São Paulo/Cumbica	INFRAERO - Infr. Aeroportuária (Poço P'4)
Coordenadas km EO	Coordenadas km NS	Cota (m) Profundidade (m)
348,42	7407,86	741,5 134 m
Nível estático (m)	Nível dinâmico (m)	Vazão (m³/h) Situação
64,93	75,4	47,2 Equipado
Profund. inicial (m)	Profund. final (m)	Descrição litológica
0	2	Solo argilo-arenoso, cinza a preto, orgânico.
2	4	Sedimento arenoso cinza, com pouca matéria orgânica, contendo grânulos de quartzo e feldspato.
4	8	Sedimento argilo-arenoso castanho-avermelhado.
8	10	Silte argiloso, variando de verde a vermelho.
10	16	Arenito castanho-amarelado, fino, pouco argiloso.
16	20	Arenito pouco argiloso, amarelo, fino a médio, grãos sub-angulares e mal selecionados.
20	26	Argilito castanho-alaranjado.
26	30	Arenito feldspático, amarelo, fino a médio, mal selecionado, grãos sub-angulares a angulares, inconsolidados.
30	32	Argila branca-amarelada.
32	42	Arenito feldspático, branco-amarelado, fino a médio, grãos sub-angulares e inconsolidados.
42	50	Argila branca-amarelada
50	54	Arenito argiloso, fino, amarelo.
54	66	Argilito branco-amarelado.
66	76	Arenito amarelado, fino a médio, grãos sub-angulares a sub-arredondados e inconsolidados.
76	84	Sedimento argilo-arenoso bege, fino.
84	90	Arenito fino, argiloso, bege a bege-esverdeado.
90	96	Argilito pouco arenoso, bege-esverdeado.
96	108	Arenito feldspático, fino a médio, cinza-esverdeado, grãos subangulares e inconsolidado.
108	114	Sedimento areno-argiloso cinza.
114	122	Arenito pouco argiloso, cinza, fino a médio, grão angulares, consolidado.
122	134	Sedimento argilo-arenoso cinza-esverdeado, consolidado. Presença de arenito feldspático, médio, em meio à massa argilosa.

Número do Poço	Nº. poço da empresa perfuradora	Folha topográfica
16E	C-3232/2	4433
Localização		Proprietário
Aeroporto Intern.de S.Paulo/Cumbica-GR		INFRAERO - Infr. Aeroportuária (P-05)
Coordenadas km EO	Coordenadas km NS	Cota (m) Profundidade (m)
348,8	7408,13	739,1 155,7 m
Nível estático (m)	Nível dinâmico (m)	Vazão (m³/h) Situação
28,6	47,8	24 Equipado
Profund. inicial (m)	Profund. final (m)	Descrição litológica
0	4	Areia média, esbranquiçada, argilosa, mal selecionada.
4	12	Argila marrom-esverdeada pouco arenosa, compacta.
12	18	Argila esverdeada, arenosa plástica.
18	20	Areia média a grossa, argilosa.
20	22	Areia grossa esbranquiçada.
22	26	Areia média a grossa, argilosa, mal selecionada, angulosa.
26	44	Areia grossa, esbranquiçada, mal selecionada, grãos subangulares, boa porosidade.
44	50	Areia grossa, esbranquiçada, mal selecionada, subangular, boa porosidade, pouco argilosa.
50	60	Areia grossa esbranquiçada, mal selecionada, subangular, boa porosidade aparente.
60	74	Areia grossa esbranquiçada, mal selecionada, subangular, boa porosidade aparente, pouco argilosa.
74	82	Areia grossa, marrom, bastante argilosa.
82	88	Argila cinza, bastante arenosa.
88	98	Argila marrom, bastante arenosa.
98	106	Argila cinza, bastante arenosa.
106	122	Argila cinza plástica, bastante arenosa.
122	126	Argila cinza, bastante arenosa.
126	138	Areia grossa, bastante argilosa, mal selecionada, subangular, na base mais argilosa que no topo.
138	142	Argila cinza plástica, bastante arenosa.
142	155,7	Areia grossa, cinza, bastante argilosa.

Número do Poço	Nº. poço da empresa perfuradora	Folha topográfica
24E	AG-915/93	4433
Localização		Proprietário
Av. Papa João Paulo I, 2900 - Cumbica -GR		Dimetal Dist. de Metal Ltda
Coordenadas EO	Coordenadas NS	Cota Profundidade (m)
352,55	7407,59	748 250 m
Nível estático (m)	Nível dinâmico (m)	Vazão (m³/h) Situação
		seco desativado
Profund. inicial (m)	Profund. final (m)	Descrição litológica
0	10	Argila-arenosa cinza.
10	29	Argila vermelho-ocre, medianamente plástica.
29	32	Arenito cinza amarelado, granulação média, mal selecionado, grãos subangulosos.
32	37	Granito cinza esbranquiçado, alterado, com fragmentos de quartzo e feldspato.
37	120	Granito cinza escuro, são, textura média, inequigranular.
120	150	Granito, textura fina, equigranular.
150	220	Granito com cristais de feldspato vermelho.
220	250	Idem, com porcentagem maior de quartzo granular.

Número do Poço	Nº. poço da empresa	Folha topográfica
30E	H-841	4433
Localização		Proprietário
Aerop. Inter. São Paulo/Cumbica		INFRAERO - Infr. Aeroportuária (P-8)
Coord. km EO	Coord. km NS	Cota (m) Profundidade (m)
347,45	7406,75	733,4 212 m
Nível est. (m)	Nível dinâm. (m)	Vazão (m³/h) Situação
43,94	61,33	62,9 Equipado
Prof. inicial (m)	Prof. final (m)	Descrição litológica
0	6	Solo argilo-arenoso preto, rico em matéria orgânica.
6	14	Arenito conglomerático bege, fino a muito grosso, com seixos de até 0,5 cm, arredondado a sub-arredondado. Essencialmente quartzoso. Inconsolidado.
14	26	Argila arenosa bege. Fração arenosa (50%), de granulação fina a média, grãos arredondados. Inconsolidada.
26	28	Arenito médio a grosso, essencialmente quartzoso, sub-anguloso a arredondado. Fração argilosa (35%).
28	34	Areia argilosa bege, média a grossa, grãos angulosos.
34	40	Arenito grosso, grãos angulosos a sub-arredondados, quartzoso.
40	50	Argilito cinza-amarelado. Fração arenosa (<10%) de granulação fina, grãos arredondados, quartzosa.
50	62	Argila cinza, plástica, mole.
62	68	Argilito arenoso cinza. Fração arenosa (30%) de granulação fina, grãos arredondados a sub-angulosos.
68	86	Argilito cinza,plástico,mole. Fração arenosa (15%) de granulação média a fina, grãos angulosos a sub-arredondados.
86	102	Arenito argiloso cinza, fino a muito fino, sub-arredondado. Essencialmente quartzoso.
102	116	Argilito cinza, plástico, mole. Fração arenosa (5%) de granulação fina.
116	124	Arenito cinza claro de granulação média, sub-arredondado. Essencialmente quartzoso.
124	130	Argilito arenoso cinza. Fração arenosa (10%) de granulação média, grãos angulosos a sub-arredondados, quartzoso.
130	132	Arenito argiloso cinza,de granulação média, grãos arredondados, quartzoso.
132	138	Argilito cinza esverdeado.Fração arenosa (25%) de granulação média a fina, grãos angulosos.
138	150	Arenito médio cinza, grãos angulosos a sub-arredondados, essencialmente quartzoso.
150	168	Argilito cinza, plástico, mole.
168	174	Arenito fino a muito fino, grãos arredondados, quartzoso. Fração argilosa (20%).
174	180	Arenito cinza, médio a grosso, grãos arredondados, quartzoso.

Número do Poço	Nº. poço da empresa perfuradora	Folha topográfica
33E		4433
Localização		Proprietário
Rua Itaparantim, 1224 Jd. Pres. Dutra-GR		Transp. Cidade de Guarulhos
Coordenadas km EO	Coordenadas km NS	Cota (m) Profundidade (m)
352,96	7408,77	750 97 m
Nível estático (m)	Nível dinâmico (m)	Vazão (m³/h) Situação
50,25	84	13,8 Equipado
Profund. inicial (m)	Profund. final (m)	Descrição litológica
0	1	Solo avermelhado.
1	8	Argila caolinitizada com grânulos.
8	16	Arenito cinza-esbranquiçado, fino a médio, matriz caolinitizada, grãos angulosos.
16	34	Arenito ocre, conglomerático, granulação grossa a fina. Bastante caolinitizado,
34	68	Arenito branco-amarelado contendo grãos feldspáticos.
68	94,5	Arenito cinza-amarelado, fino a muito grosso, grãos sub-angulares.
94,5	96,5	Gnaisse alterado.
96,5	97	Gnaisse. Composição: quartzo, feldspato e biotita.

Número do Poço	Nº. poço da empresa perfuradora	Folha topográfica
54E	H-581	4433
Localização		Proprietário
Jardim Cumbica - GR		SAEE
Coordenadas EO	Coordenadas NS	Cota (m) Profundidade (m)
353	7405,8	795 175 m
Nível estático (m)	Nível dinâmico (m)	Vazão (m ³ /h) Situação
N	N	Sêco Desativado
Profund. inicial (m)	Profund. final (m)	Descrição litológica
0	10	Sedimento argilo-arenoso, avermelhado.
10	14	Sedimento argilo-arenoso amarelo-claro, com nódulos milimétricos caolinizados.
14	20	Sedimento argilo-arenoso, avermelhado.
20	22	Areia grossa, quartzosa, grãos sub-angulares.
22	32	Argila vermelha-arroxeadada, plástica.
32	36	Areia de granulação média, grãos sub-angulares com matriz argilosa.
36	44	Argila arenosa, avermelhada.
44	48	Arenito grosso, grãos sub-angulares com matriz avermelhada.
48	66	Sedimento argilo-arenoso vermelho-amarelado. Fração arenosa de granulação grossa e grãos sub-angulares.
66	90	Argila siltosa cinza-esbranquiçada.
90	98	Argila cinza, plástica, dura.
98	100	Arenito grosso, grãos sub-angulares.
100	112	Argila arenosa. Fração arenosa de granulação fina a média, grãos sub-angulares.
112	122	Argila vermelha, levemente arenosa.
122	162	Argila cinza, dura, plástica.
162	170	Argila vermelha, levemente arenosa.
170	175	Provável granito alterada. Composição: quartzo e feldspato, apresentando subordinadamente cristais de muscovita e biotita.

Número do Poço	Nº. poço da empresa perfuradora	Folha topográfica
55E	T-1877/3	4433
Localização	Proprietário	
Rod. Pres. Dutra, km	222 - Guarulhos	Viação Itapemirim
Coordenadas km EO	Coordenadas km NS	Cota (m) Profundidade (m)
348,55	7405,04	757 215 m
Nível estático (m)	Nível dinâmico (m)	Vazão (m³/h) Situação
128	158,7	8 Equipado
Profund. inicial (m)	Profund. final (m)	Descrição litológica
0	6	Solo argilo-arenoso marrom-avermelhado de granulação fina a grossa.
6	28	Argila marrom-clara.
28	40	Gnaiss alterado passando a compacto. Composto predominantemente por quartzo, feldspato e biotita.
40	58	Gnaiss cinza compacto com minerais oxidados.
58	70	Gnaiss compacto com minerais oxidados.
70	215	Gnaiss cinza compacto com minerais oxidados e clorita.

Número do Poço	Nº. poço da empresa perfuradora	Folha topográfica
58E	T-1877/1	4433
Localização		Proprietário
Rod. Pres. Dutra Km	222 - Guarulhos	Viação Itapemirim
Coordenadas km EO	Coordenadas km NS	Cota (m) Profundidade (m)
348,46	7405,22	757 241 m
Nível estático (m)	Nível dinâmico (m)	Vazão (m³/h) Situação
16	58,15	2,08 Equipado
Profund. inicial (m)	Profund. final (m)	Descrição litológica
0	5	Solo areno-argiloso marrom avermelhado com fração arenosa de fina a média.
5	10	Areia argilosa marrom clara, micácea, com fração arenosa de fina a média.
10	16	Areia argilosa cinza, granulação fina a grossa e constituída, predominantemente, por quartzo, feldspatos e micas
16	29	Granito alterado, passando a são.
29	44	Gnaiss granítico cinza, são.
44	62	Gnaiss granítico cinza, oxidado, fraturado.
62	110	Gnaiss granítico cinza, são.
110	134	Gnaiss granítico cinza, oxidado, fraturado.
134	151	Gnaiss granítico pouco oxidado.
151	241	Gnaiss granítico cinza, oxidado.

Número do Poço	Nº. poço da empresa	Folha topográfica
1F	FH-774	4431
Localização		Proprietário
Rua da Cerâmica, 59 - GR		SILVA RADAR TRANSP.LOC.DE MAQ.EQ.
Coordenadas EO	Coordenadas NS	Cota (m) Profundidade (m)
352,2	7409,66	747 135 m
Nível estático (m)	Nível dinâmico (m)	Vazão (m³/h) Situação
57,5	94,14	49,2 Equipado
Profundidade inicial	Profundidade final	Descrição litológica
0	8	Material de cobertura, argiloso, cor marrom escuro.
8	15	Arenito fino, cor clara, bem selecionado, homogêneo.
15	28	Arenito conglomerático, heterogêneo.
28	32	Argilito com pequena quantidade de grânulos esparsos, grosseiros.
32	39	Arenito argiloso fino a médio de cor amarelada.
39	4	Arenito médio a grosso de cor clara.
44	83	Arenito de granulação grosseira de cor cinza clara.
83	110	Arenito grosseiro pouco argiloso de cor clara.
110	120	Arenito argiloso de granulação média a grossa de cor clara.
120	130	Arenito grosseiro de cor cinza, mal selecionado.
130	135	Material argiloso (rocha alterada a 135 m).

Número do Poço	Nº. poço da empresa	Folha topográfica
2H	P-701	4434
Localização		Proprietário
Est. de Capuava s/nº - Bonsucesso - GR		DEP. DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA
Coordenadas km EO	Coordenadas km NS	Cota (m) Profundidade (m)
356,14	7408,9	748 175,7m
Nível estático (m)	Nível dinâmico (m)	Vazão (m ³ /h) Situação
57,6	154,4	8,8 destativado
Profund. inicial (m)	Profund. final (m)	Descrição litológica
0	32	Argila arenosa marrom-avermelhada, mole.
32	64	Arenito branco-amarelado, de granulação fina a muito grossa, com cimento ferruginoso. Mole.
64	68	Arenito argiloso branco-amarronzado.
68	76	Argila arenosa branco-esverdeada, rica em óxidos de ferro, mole.
76	138	Argila cinza-esverdeada, plástica.
138	175,7	Arenito argiloso cinza esverdeado, de fino a grânulos, com óxidos de ferro. Mole a semi-duro.

Número do Poço	Nº. poço da empresa perfuradora	Folha topográfica
9H	TJ-2809	4434
Localização	Proprietário	
R.Silvio Manfredi,100- Cumbica-GR	Rodízios e Carrinhos Rod-Car Ltda	
Coordenadas km EO	Coordenadas km NS	Cota (m) Profundidade (m)
353,69	7406,43	767 76 m
Nível estático (m)	Nível dinâmico (m)	Vazão (m³/h) Situação
12	53,3	6,745 Equipado
Profund. inicial (m)	Profund. final (m)	Descrição litológica
0	8	Solo siltico-argiloso, marrom clara a escura, granular, com fragmentos de rocha intemperizados.
8	14	Silte argiloso marrom escuro, com maior grau de compactação.
14	20	Argila marrom clara.
20	26	Areia argilosa marrom clara, de granulação fina à média.
26	28	Argila arenosa marrom clara.
28	34	Silte argiloso marrom clara a escura, compacto.
34	38	Argila marrom clara.
38	72	Areia argilosa marrom-claro, de granulação fina a média.
72	76	Argila arenosa marrom esverdeada.

Número do Poço	Nº. poço da empresa <i>perfuradora</i>	Folha topográfica
23H	Ag-880/93	4434
Localização		Proprietário
Av.Papa João Paulo I, 5235-Bonsuces.-GR		Indústrias de Meias Scalina Ltda
Coordenadas km EO	Coordenadas km NS	Cota (m) Profundidade (m)
355,18	7408,7	758 209 m
Nível estático (m)	Nível dinâmico (m)	Vazão (m³/h) Situação
32,28	92,6	6,2 Equipado
Profund. inicial (m)	Profund. final (m)	Descrição litológica
0	16	Solo areno-argiloso, marrom avermelhado. Contém grãos e grânulos de quartzo e feldspato.
16	18	Gnaiss alterado, cinza com partes amarronzadas, constituído por quartzo, feldspato, biotita e piroxênio/anfibólio.
18	209	Gnaiss, cinza com partes vermelho carne, constituído por qz., feldsp.(cristais vermelho carne), biot. e pirox./anfibólio. Apresenta estrutura orientada e textura média inequigranular. Nos intervalos 132 a 142m e 192 a 209m, qz. e feldsp. vermelho carne.

Número do Poço	Nº. poço da empresa perfuradora	Folha topográfica
24H	C-2999/86	4434
Localização		Proprietário
Jardim Maria Dirce	GUARULHOS	SAEE
Coordenadas km EO	Coordenadas km NS	Cota (m) Profundidade (m)
354,57	7407,17	766 150 m
Nível estático (m)	Nível dinâmico (m)	Vazão (m³/h) Situação
82	110	0,7 Desativado
Profund. inicial (m)	Profund. final (m)	Descrição litológica
0	2	Argila preta, material orgânico.
2	45	Argila cinza-esverdeada, plástica.
45	76	Areia amarelada grossa, com fragmentos de argila retrabalhados e arredondados.
76	96	Argila com intercalações de areia amarelada grossa.
96	102	Argila avermelhada com fragmentos de rocha granítica.
102	114	Rocha granítica alterada.
114	120	Intercalação argilosa avermelhada com fragmentos de rochas granítica.
120	150	Rocha granítica decomposta.

Núm. do Poço	Nº .poço empr. perfuradora	Folha topográfica	Município
25H	H-909	4434	GUARULHOS
Localização		Proprietário	Endereço
Bonsucesso		Servgas - Dist. de Gás S/A	R. Santa Clara, 140-Bonsucesso
Coord. km EO	Coord. km NS	Cota (m)	Profundidade (m)
353,78	7407,3	754	250 m
Nível est. (m)	Nível din. (m)	Vazão (m³/h)	Situação
33,85	107,2	0,44	Lacrado
Prof.inicial (m)	Prof. final (m)	Descrição litológica	
0	4	Argila de cor vermelha, plástica (aterro).	
4	6	Solo argiloso preto, rico em matéria orgânica.	
6	10	Argilito arenoso preto. Fração arenosa (40%) de granulação fina a muito fina, grãos bem arredondados. Inconsolidado.	
10	16	Argilito pouco arenoso cinza-amarelada. Fração arenosa (10%) de granulação fina a muito fina, grãos arredondados. Inconsolidado.	
16	20	Argilito arenoso cinza-amarelado. Fração arenosa (40%) de granulação média, grãos arredondados.	
20	24	Argilito verde, plástico. Fração arenosa (10%) de granulação fina a muito fina, grãos bem arredondados.	
24	48	Argilito arenoso. Fração arenosa (35%) de granulação média a fina, grãos bem arredondados. Composição: quartzo(30%), nódulos ferruginosos (10%) multimilimétricos (1,0-3,0mm), feldspato potássico (30%).	
48	74	Argilito cinza-esverdeado, maciço, plástico, bem resistente a perfuração.	
74	78	Argilito arenoso cinza-esverdeado. Fração arenosa (30%) de granulação média a fina, grãos angulosos a sub-angulosos. Composição: quartzo (90%) e feldspato potássico (10%).	
78	80	Argilito cinza, plástico, maciço, resistente a perfuração.	
80	82	Argilito marrom, plástico, maciço, resistente a perfuração.	
82	90	Argilito arenoso. Fração arenosa (40%) de granulação média. Composição: quartzo (70%) e feldspato potássico (30%) caulinitizado. Grãos sub-angulosos.	
90	96	Argilito arenoso marrom avermelhado. Fração arenosa (25%) de granulação grossa. grãos sub-angulosos, essencialmente quartzosa.	
96	104,5	Argilito arenoso. Fração arenosa (40%) de granulação fina, grãos bem arredondados,essencialmente quartzosa.	
104,5	106	Gnaiss alterado. Composição: quartzo (60%), feldspato potássico (25%), biotita (10%), máficos acessórios (anfíbios?) (5%). Bastante resistente à perfuração.	
106	109,47	Gnaiss mesocrático pouco alterado.. Composição: quartzo (60%), biotita (20%), feldspato potássico (20%) e raras granadas.	
109,47	250	Gnaiss mesocrático com fraturas a 176, 192 e 237 metros sem produção de água.Composição: porfiroblastos de quartzo, feldspato branco e biotita finamente cristalizada e raras granadas.	

Número do Poço	Nº. poço da empresa perfuradora	Folha topográfica
31H	TJ-2885	4434
Localização		Proprietário
Av.Papa João Paulo I, 5235-Bonsucesso-GR		Indústria de Meias Scalina Ltda
Coordenadas km EO	Coordenadas km NS	Cota (m) Profundidade (m)
355,21	7408,79	758 250 m
Nível estático (m)	Nível dinâmico (m)	Vazão (m³/h) Situação
17	165	4,48 Equipado
Profund. inicial (m)	Profund. final (m)	Descrição litológica
0	2	Solo argiloso vermelho.
2	4	Argila arenosa creme, fração arenosa com granulação fina.
4	13	Granito alterado, granulação grossa, contendo quartzo, feldspato e argilo-minerais.
13	72	Granito cinza alterado.
72	78	Granito cinza alterado passando a são.
78	160	Granito cinza rosado, são, contendo minerais oxidados.
160	184	Granito cinza, compacto a fraturado, contendo minerais oxidados.
184	195	Granito cinza, compacto.
195	203	Granito leucocrático (composição quartzo-feldspática).
203	250	Granito cinza a cinza rosado, compacto.

Número do Poço	Nº. poço da empresa perfuradora	Folha topográfica	Município
51	H-814	4432	GUARULHOS
Localização		Proprietário	
Rua São Pedro - Jd.Nova Bonsucesso		SAEE	
Coordenadas km EO	Coordenadas km NS	Cota (m)	Profundidade (m)
357,04	7410,81	792	101 m
Nível estático (m)	Nível dinâmico (m)	Vazão (m³/h)	Situação
39,65	82	8,5	Equipado
Profund. inicial (m)	Profund. final (m)	Descrição litológica	
0	2	Solo argilo-arenoso, marrom-avermelhado.	
2	8	Sedimento cinza, rico em feldspato e biotita alterados com fortes sinais de oxidação.	
8	16	Areia de granulação média, quartzosa, grãos sub-arredondados.	
16	18	Areia argilosa vermelha, de granulação média a fina, quartzosa, grãos sub-arredondados.	
18	26	Areia branca, de granulação média, quartzosa, grãos sub-angulosos.	
26	30	Argila arenosa cinza, com 20 a 30 % de areia.	
30	34	Areia de granulação média, quartzosa, grãos sub-arredondados.	
34	38	Argila vermelha, plástica.	
38	60	Areia de granulação média a fina, quartzosa, grãos sub-arredondados, matriz argilosa.	
60	74	Argila bege, plástica.	
74	82	Areia de granulação média a grossa, quartzo-feldspática, grãos sub-angulosos.	
82	86	Argila bege, plástica.	
86	98	Areia fina, quartzosa, grãos sub-arredondados.	
98	101	Gnaiss alterado. Composição: feldspato oxidado, com pequenos fragmentos de biotita e minerais máficos.	

Número do Poço	Nº. poço da empresa perfuradora	Folha topográfica	Município
6I	H-939	4432	GUARULHOS
Localização		Proprietário	
Estrada do Mato das	Cobras - Ponte Alta	C.G.K. Eng. e Emp. Ltda	
Coordenadas km EO	Coordenadas km NS	Cota (m)	Profundidade (m)
354,74	7411,72	812	172 m
Nível estático (m)	Nível dinâmico (m)	Vazão (m³/h)	Situação
88,55	109,08	23,2	Equipado
Profund. inicial (m)	Profund. final (m)	Descrição litológica	
0	4	Solo argiloso marrom-arroxado, com nódulos de feldspato branco, alterado e grãos de quartzo sub-angulares disseminados.	
4	6	Arenito vermelho, de granulação fina a grossa, grãos sub-arredondados a subangulosos, quartzoso.	
6	10	Argila vermelha.	
10	14	Arenito amarelo, conglomerático com seixos de quartzo, grãos sub-angulares, friável.	
14	18	Argila vermelha, plástica, com nódulos de feldspato branco alterado.	
18	26	Sedimento argilo-arenoso amarelo, de granulação média a grossa, grãos angulares a sub-angulares e fragmentos de rocha.	
26	28	Argila amarela.	
28	32	Arenito marrom, de granulação média a fina, grãos sub-arredondados a subangulosos, com fragmentos arcoseano de rocha.	
32	38	Argila roxa, plástica, com grãos de quartzo médio a grosso, sub-arredondados.	
38	50	Sedimento argilo-arenoso amarelo, de granulação média a grossa, grãos sub-arredondados a subangulares, com fragmentos centimétricos de rocha metamórfica e seixos de quartzo.	
50	52	Arenito marrom, de granulação média a fina, grãos sub-arredondados. Matriz argilosa.	
52	64	Argila ocre, variegada, com fragmentos de rocha e grãos de quartzo de granulação média e seixos sub-arredondados a sub-angulares.	
64	66	Arenito branco, grãos sub-arredondados a subangulares, quartzoso, com fragmentos de rocha.	
66	82	Argila ocre, variegada, com fragmentos de rocha e grãos de quartzo de granulação média a grossa, grãos sub-arredondados a subangulares, compacto.	

Número do Poço	Nº. poço da empresa perfuradora	Folha topográfica	Município
6I	H-939	4432	GUARULHOS
Localização		Proprietário	
Estrada do Mato das	Cobras - Ponte Alta	C.G.K. Eng. e Emp. Ltda	
Coordenadas km EO	Coordenadas km NS	Cota (m)	Profundidade (m)
354,74	7411,72	812	172 m
Nível estático (m)	Nível dinâmico (m)	Vazão (m³/h)	Situação
88,55	109,08	23,2	Equipado
Profund. inicial (m)	Profund. final (m)	Descrição litológica	
82	90	Arenito branco, de granulação fina a média, grãos sub-arredondados a subangulares, quartzoso (90%).	
90	109	Argila ocre, variegada, com fragmentos de rochas e grãos de quartzo, de granulação média a grossa, grãos sub-arredondados a subangulares, compacto.	
109	120	Argila amarela. Fração arenosa (20%) de granulação fina a média, quartzosa, grãos sub-arredondados.	
120	138	Areia de granulação grossa a muito grossa, grãos sub-angulosos a sub-arredondados, de composição quartzo-feldspática com minerais máficos (5%).	
138	152	Argila arenosa amarela, grãos sub-arredondados, quartzosa.	
152	164	Areia de granulação média a grossa, grãos sub-arredondados, composição quartzo-feldspática com minerais máficos (1%) e granada rosa (1%).	
164	172	Argila arenosa amarela, plástica. Fração arenosa (10%) de granulação fina, quartzosa, grãos sub-arredondados.	

Número do Poço	Nº. poço da empresa perfuradora	Folha topográfica
101	H-592	4433
Localização		Proprietário
Rua 13, s/nº - Jd. Álamo - GR		SAEE
Coordenadas km EO	Coordenadas km NS	Cota (m) Profundidade (m)
359,2	7410,42	762 254 m
Nível estático (m)	Nível dinâmico (m)	Vazão (m³/h) Situação
—	—	seco Desativado
Profund. inicial (m)	Profund. final (m)	Descrição litológica
0	3	Solo argilo-arenoso, castanho alaranjado.
3	12	Argila vermelha clara.
12	18	Areia média a fina, cinza-alaranjada, sub-angulosa.
18	21	Argila vermelha alaranjada.
21	24	Argila vermelha, muito plástica, contendo areia (igual ao intervalo 12-18m).
24	33	Argila cinza-alaranjado a esverdeado, com fragmentos de rocha e pouca areia, sub-angulares.
33	60	Argila verde amarelada a alaranjada com poucos grãos de areia médios, sub-angulosos.
60	75	Argila cinza-esverdeada, plástica, com raros grãos de areia médios, sub-angulares.
75	91	Sedimento imaturo, de argila a fragmentos de rocha angulosos, centimétricos.
91	97	Gnaisse alterado cinza-alaranjado claro.
97	254	Gnaisse cinza escuro, máfico.

CONVENÇÕES

- RODOVIA FEDERAL/ESTADUAL
- ARRUAMENTO
- CURSO D'ÁGUA
- LAGO/LAGOA PERENE
- LAGO/LAGOA INTERMITENTE
- REPRESA/BARRAGEM
- CANAL
- ALAGADO
- LIMITE DE BAIRRO
- LIMITE INTERMUNICIPAL
- TORRE/ANTENA
- LINHA DE TRANSMISSÃO
- POÇO TUBULAR PROFUNDO
- LIMITE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BAQUIRIVU-GUAÇU
- SEÇÃO GEOLOGICA

DADOS TÉCNICOS	
PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERIDION - UTM ELIPSE DE REFERÊNCIA 1950-ADQ 68 DATUM VERTICAL 1955-ADQ 68 DATUM HORIZONTAL CHAU - 68 MERIDIANO CENTRAL - 48°	
MAPA ORTOFOTOGRAFICO A PARTIR DA COMPOSIÇÃO DA BASE CARTOGRAFICA DO MUNICÍPIO DE GUARULHOS E PÔRTO DIGITALIZADA DO MUNICÍPIO DE PAULISTA	
ESCALA GRÁFICA	
0 100 200 300 400 500 600 700 800	

ANEXO 1 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS POÇOS E IDENTIFICAÇÃO DA BACIA DO RIO BAQUIRIVU-GUAÇU

DESENVOLVIDO POR	DATA	ESCALA	FOLHA
SIGEO-GUARULHOS	FEV/96	1:35000	UNICA